N. Sominitš

LOOMAKASVATUS-FARMIDE MEHHANISEERIMINE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

A-19502

N. SOMINITŠ

LOOMAKASVATUS-FARMIDE MEHHANISEERIMINE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1952

Originaali tiitel:

Н. Г. Соминич.
Механизация животноводческих ферм.
Москва 1950.

Tõlkinud A. Jakobson.

Käesolevas raamatus käsitletakse loomakasvatusfarmide põhiliste tööprotsesside mehhaniseerimist.

Koos tänapäevaste masinate ja seadmete üldise kirjeldamisega on raamatus üksikasjaliselt toodud ka üksikute protsesside tehnoloogia ja nõuded, millistele peavad vastama nii masinad kui ka seadmed. Edasi on antud seadiste valiku, arvestuse ja projekteerimise alused antud tingimuste kohaselt, söödatsehhide projekteerimise metoodika, samuti masinate ja seadmete ekspluateerimise alused kolhooside ja sovhooside suurte loomakasvatusfarmide oludes.

Raamat on määratud kasutamiseks masina-traktorijaamade, oblasti ja rajooni põllumajandusosakondade ning projekteerimisorganisatsioonide insener-tehnilistele töötajatele. Samuti võivad seda edukalt kasutada õppeabiraamatuna kõrgemate koolide üliõpilased.

TARTU Ü[illegible]
RAAMATUKOGU

SISSEJUHATUS.

Bolševike partei poolt näidatud tee — suurte sotsialistlikkude majandite, kolhooside ja sovhooside loomise tee — pani aluse kõikide põllumajanduslikkude tootmisharude hiiglaslikule tõusule ja arengule. Kolhoosikorra kehtimise 20 aasta jooksul on nõukogude põllumajandus muutunud kõige eesrindlikumaks maailmas.

Kolhoosikord võitis tänu bolševike partei ja seltsimees Stalini hiiglaslikule organisatsioonilisele tööle meie maa võimsa tööstuse loomisel, mis varustas kolhoose ja sovhoose esmaklassilise tehnikaga. Nõukogude riik saatis masina-traktorijaamadesse, kolhoosidesse ja sovhoosidesse sadu tuhandeid traktoreid, kombaine ja teisi keerukaid põllutöömasinaid. Ta varustab kolhoose mineraalväetisega ja osutab neile suurt finantsilist abi, samuti rakendas ta kolhooside teenistusse kõige eesrindlikuma agronoomia maailmas. Partei ja valitsus on loonud kõik vajalikud tingimused kolhooside kiireks majanduslikuks arenguks, kolhoosnikute materiaalse ja kultuurilise taseme tõstmiseks, põhiliste erinevuste likvideerimiseks linna ja maa vahel.

Bolševike partei juhtimisel on kolhoositalurahvas saavutanud suurt edu. Teraviljakultuuride üldsaak moodustas juba 1948. a. üle 7 miljardi puuda, s. t. saavutas ennesõjaaegse, 1940. a. saagi ning peaaegu kahekordselt ületas kaubateravilja saagi võrreldes 1913. aastaga. Suuresti laienesid ka tehniliste ja söödakultuuride ning heintaimede külvipinnad. Tunduvalt suurenes sovhooside ja kolhooside ühiskari.

Eriti kiire arengutempo saavutas sotsialistlik põllumajandus sõjajärgsetel aastatel. Sel ajajärgul on partei ja valitsuse poolt vastu võetud rida otsuseid ja üritusi, mis põllumajanduse edasiseks tugevdamiseks ja arendamiseks osutusid vajalikuks. Need üritused nähtuvad suurima tähtsusega dokumentides, nagu „Seadus NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaanist 1946—1950. a.", ÜK(b)P Keskkomitee 1947. a. veebruaripleenumi otsus „Abinõudest põllumajanduse tõstmiseks sõjajärgsel

perioodil", NSV Liidu Ministrite Nõukogu ja ÜK(b)P Keskkomitee määrus 20. oktoobrist 1948. a. „Põllukaitse metsaistandike, heinavälja-külvikordade sisseseadmise, tiikide ja veehoidlate rajamise plaanist suurte ja püsivate saakide kindlustamiseks NSV Liidu Euroopa-osa stepi- ja metsastepi rajoonides", NSV Liidu Ministrite Nõukogu ja ÜK(b)P Keskkomitee määrus 18. aprillist 1949. a. „Kolhooside ja sovhooside produktiivse ühisloomakasvatuse arendamise kolme aasta plaani (1949—1951. a.)" kohta.

Need otsused asetasid põllumajanduse ühe põhilisema haru, loomakasvatusala töötajate ette ülesande 1951. a. lõpuks suurendada loomakasvatuse produktide toodangut vähemalt pooleteisekordseks võrreldes 1948. aastaga.

Määruses „Kolhooside ja sovhooside produktiivse ühisloomakasvatuse kolme aasta plaani (1949—1951)" kohta on märgitud: „Käesoleval ajal, kus on saavutatud tõelist edu teraviljamajanduse tõstmises ja on loodud vajalikud eeldused teravilja tootmise edaspidiseks laiendamiseks, on tõusnud esiplaanile igakülgne loomakasvatuse arendamine kui partei ja valitsuse peamine põllumajanduse arendamise ülesanne.

Selle ülesande edukaks lahendamiseks on ette nähtud terve kompleks abinõusid, mis tuleb ellu rakendada eesrindliku mitšuurinliku agrobioloogiateaduse, töö organiseerimise uuemate meetodite kasutamise ja kõigi tootmisprotsesside laialdase mehhaniseerimise alusel. Koos loomade arvu suurenemisega on püstitatud ülesanne järsult tõsta loomakasvatuse produktiivsust, mis kohustab lahendama loomade söötmise ja pidamise küsimusi uutmoodi.

Loomakasvatuse arendamise kolme aasta plaani teostamiseks vajalike abinõude kompleksis on tähtis koht töömahukate tootmisprotsesside mehhaniseerimisel. Kolme aasta jooksul peab olema lõpetatud heina koristamise, silovalmistamise, juurvilja külvi ja koristamise ning piimatöötlemise täielik mehhaniseerimine. Samaks tähtajaks peab laialdaselt juurduma mehhaniseeritud vesivarustus, söötade ettevalmistamine, loomade hooldamine ja transport farmides, samuti peab juurduma mehaaniline lehmade lüpsmine ja lammaste pügamine.

Töömahukate protsesside mehhaniseerimine loomakasvatuses, samuti nagu kõikides rahvamajandusharudes, omab erakordselt suurt tähtsust. Mehhaniseerimine on sotsialistliku majanduse kasvu ja edasise arenemise tähtsaim tingimus.

Seltsimees Stalin õpetab meid vaatlema tööprotsesside mehhaniseerimist sotsialistliku majanduse arenemise lahutamatu tegurina. Tema õpetus sellest, et „tööprotsesside mehhaniseerimine on meile selleks *uueks* ja *otsustavaks* jõuks, ilma milleta pole võimalik kinni pidada meie tempost ega tootmise uutest mastaapidest" [1], on täiesti kehtiv ka tänapäeva konkreetsete ülesannete lahendamisel loomakasvatuse arendamise alal.

---

[1] J. V. Stalin, Teosed, 13. kd. Tallinn, 1952, lk. 53.

Tööprotsesside mehhaniseerimine loomakasvatusfarmides suurendab järsult tööviljakust, kergendab farmis töötava personali tööd, tõstab loomade produktiivsust ja loomakasvatusproduktide kvaliteeti. Eriti efektiivseks osutub suurte loomakasvatusfarmide mehhaniseerimine. Selles suhtes praegu toimuv kolhooside ühendamine avab uusi võimalusi mehhaniseerimise alal ja tagab suuremat efekti mehhaniseerimisvahendite kasutamisel.

Tootmisprotsesside laialdaseks mehhaniseerimiseks loomakasvatusfarmides on partei ja valitsuse poolt loodud kõik vajalikud tingimused. Laialdaselt rakendatakse ellu masina-traktorijaamade, kolhooside ja sovhooside täielikku elektrifitseerimist kui vajalikku energeetilist baasi tööde mehhaniseerimiseks. Põllumajanduslike masinaehitustehaste poolt lastakse välja kümneid tuhandeid loomakasvatusfarmide sisustamiseks vajalikke masinaid ja mitmesuguseid mehhanisme. Tunduvalt on laienenud masinate ja seadmete, esmajärjekorras aga kõrgetootlike suurte kolhooside ja sovhooside farmide nõuetele vastavate agregaatide nomenklatuur. Kõikidele masina-traktorijaamadele on valitsuse poolt pandud ülesanne abistada kolhoose farmide mitmesuguste seadiste monteerimisel. Selleks on igas masina-traktorijaamas loodud täiendavalt mehaaniku töökoht ja spetsiaalsed montaažibrigaadid. Reas arenenud loomakasvatusrajoonides organiseeritakse uusi maaparandus- ja masina-loomakasvatusjaamu. Teostatakse laialdast loomakasvatusfarmide mehhaniseerimise kaadri ettevalmistamist.

Kõik see võimaldas juba paljudel eesrindlikel kolhoosidel ja sovhoosidel mehhaniseerida töömahukad protsessid loomakasvatusfarmides.

Tootmisprotsesside mehhaniseerimine loomakasvatusfarmides nõuab masina-traktorijaamade ja sovhooside insener-tehniliselt personalilt sügavaid teadmisi mitte ainult masinate ja seadiste ehituse, töötamise ja ekspluateerimise, vaid ka protsesside eneste tehnoloogia alal, nii masinate süsteemi õigeks valikuks konkreetsetes tingimustes kui ka üksikute seadiste ja objektide, nagu söödatsehhide, piimatalituste jt. projekteerimise alal.

Suurema osa neid küsimusi käsitleva tehnilise kirjanduse puudumine raskendab tunduvalt masina-traktorijaamade ja sovhooside insener-tehniliste töötajate tööd. Autor seadis endale eesmärgiks süstematiseerida materjali, mis puudutab loomakasvatusfarmides vahetult-teostatavate põhiliste tootmisprotsesside mehhaniseerimist. Teose aluseks on võetud valitsuse otsused loomakasvatuse arendamise küsimustes, projekteerimise ja teaduslike uurimisasutiste materjalid ja eesrindlike kolhooside ja sovhooside kogemused.

Koos masinate ja seadiste ehituse ja töö kirjeldamisega on raamatus toodud ka tööprotsesside tehnoloogiasse puutuvaid materjale, samuti motiveeritakse siin masinatele esitatavad nõudmised, antakse nende töö analüüs ja alused seadiste otstarbekohaseks valikuks, arvestuseks ning projekteerimiseks, vastavalt konkreetsetele tingimustele.

Autor peab oma kohuseks avaldada siirast tänu tehniliste teaduste doktorile professor M. N. Letošnevile, põllumajandusteaduste doktorile professor K. A. Polevitskile, tehn. teaduste doktorile professor G. J. Bremerile ja tehn. teaduste kandidaadile dots. B. G. Turbinile nende poolt töö retsenseerimisel ja käsikirja läbivaatamisel tehtud rea väärtuslike nõuannete ja märkuste eest.

KOLHOOSIDE JA SOVHOOSIDE LOOMAKASVATUS-FARMIDE ÜLDINE EHITUS JA LAUTADE SISUSTUS.

LOOMAKASVATUSFARMIDE ÜLDINE EHITUS JA NENDE TOOTMISPROTSESSID.

Farmide tüübid ja hoonete paigutus.

Olenevalt loomakasvatusharu suurusest ja tema põhilisest suunast võivad kolhooside ja sovhooside loomakasvatusfarmid olla spetsialiseeritud (veise-, sea-, lambakasvatus jt.) või segatüüpi (mis peavad mitut loomaliiki).

Iga loomakasvatusfarmi koosseisus on rida hooneid nii loomade pidamiseks kui ka abihooneid. Esimeste hulka kuuluvad lehmalaudad, vasikalaudad, sigalad, lambalaudad, hobusetallid jt. Teiste hulka — söödalaod, piimatalitused, söödatsehhid, sõnnikuhoidla jm. Loomakasvatusfarmi kõigi hoonete asetus peab olema seotud asula üldise planeerimisega. Kui loomakasvatusharu on väike, siis paiknevad kõik loomakasvatushooned harilikult ühel maatükil, mis territoriaalselt külgneb asulaga ning moodustab viimase loomakasvatussektori.

Joon. 1 ja 2 on toodud kolhoosi ja sovhoosi asulate planeerimise näited loomakasvatusfarmide paiknemisega ühel maatükil.

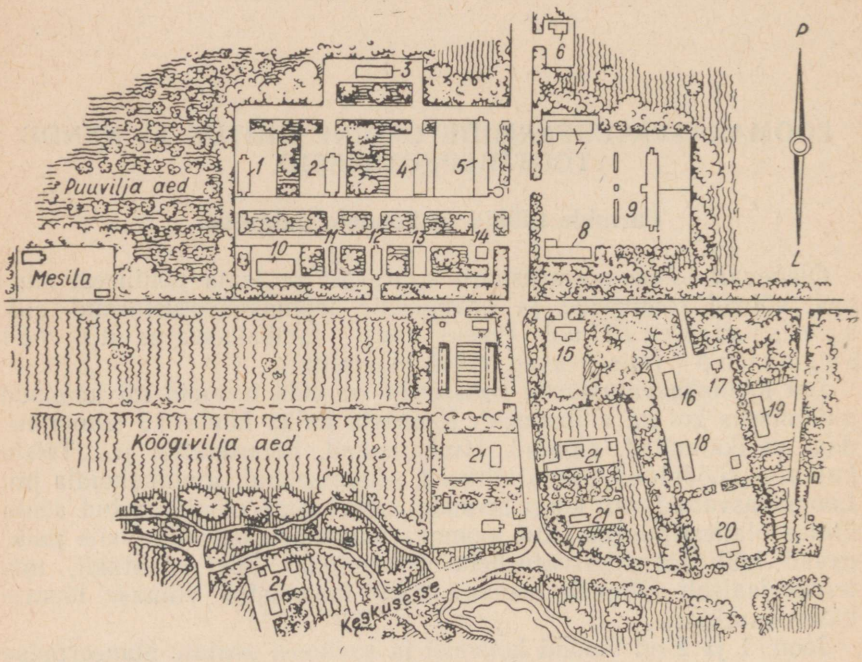
Mõlemal juhul on kõik loomakasvatushooned grupeeritud vastavalt oma otstarbele ja moodustavad maatüki piires eraldatud farmid: veise-, sea-, lambafarmid jt.

Loomakasvatuse tunduva ulatuse puhul võib olla mitu spetsialiseeritud farmi, mis territoriaalselt paiknevad mitmes kohas väljaspool asulat. Nende asukoha valik sõltub reast kohalikest tingimustest, nagu näiteks karjamaakõlvikute ja farmilähedaste maatükkide asetus, veekogude olemasolu jne., kusjuures küsimus otsustatakse igal üksikul juhul koos kolhoosi või sovhoosi majandusliku ja elamukeskuste planeerimisega.

Suure arvu üheliigiliste loomadega majandites jaguneb farm sagedasti mitmesse osakonda. Mõnikord ehitatakse territooriumil, mis külgneb kolhoosi või sovhoosi asulaga, ainult üks või kaks farmi (näiteks piimakarjafarm, seakasvatusfarm, nuumseafarm), kuna teised paiknevad väljaspool asula territooriumi.

Kõikidel juhtudel võetakse üksikute farmide ja iga loomakasvatusfarmi hoonete paiknemise planeerimise aluseks põhimõte, mis loob parimad tingimused majanduslikuks tegevuseks, tagab loomatalituse tehnoloogiliste protsesside ja sanitaar-, veterinaar-zootehniliste ning tule ohutusnõuete täitmise.

Loomade pidamiseks ette nähtud hoonete paigutus peab kindlustama loomadele mugava väljumistee karjamaale. Hooned peavad olema õieti suunatud ilmakaarte suhtes, nende päikesevalgu-

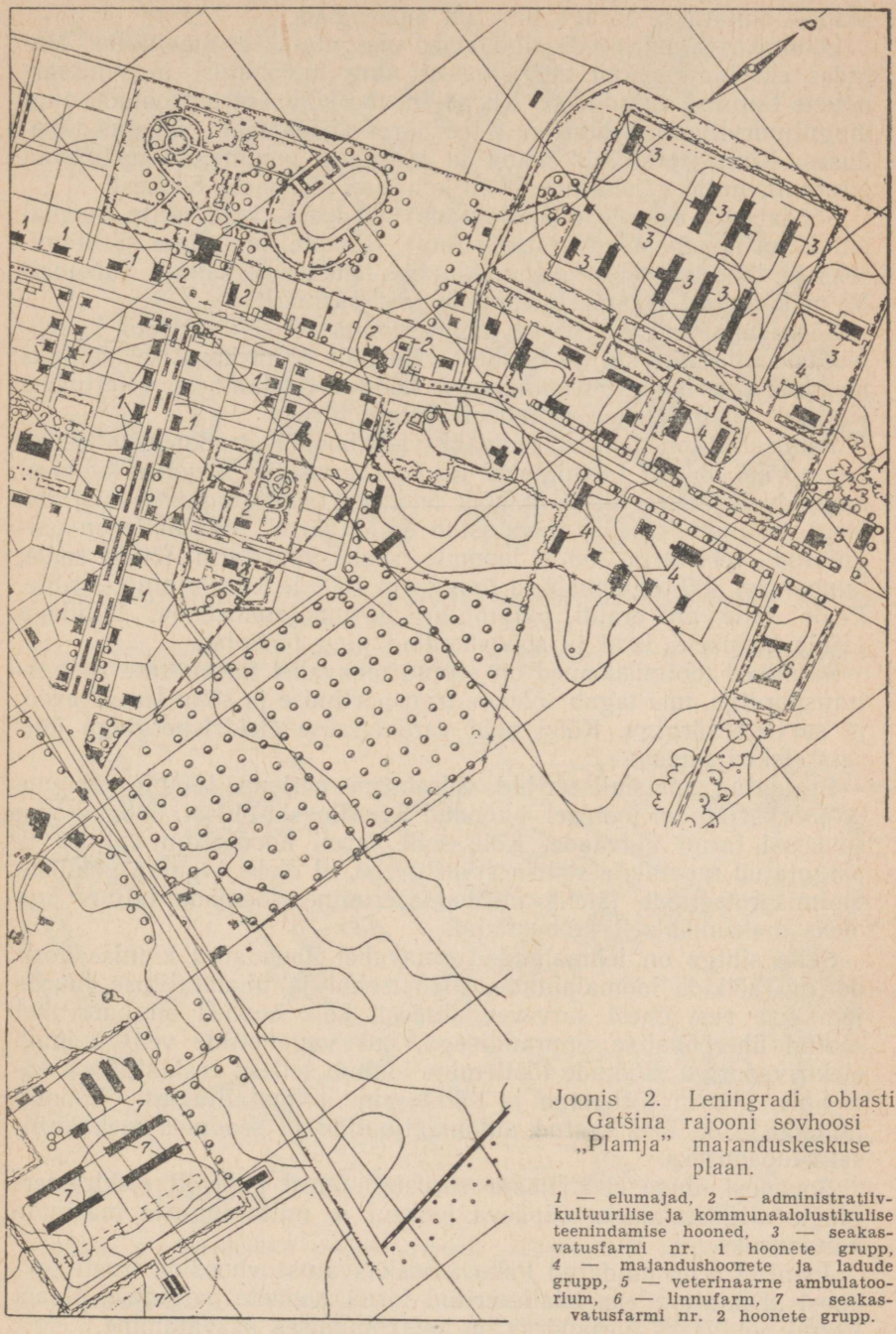


Joonis 1. Smolenski oblasti Jartsevi rajooni Lenini-nimelise kolhoosi majanduskeskuse plaan.

1—5 — loomakasvatussektori hoonete grupp, *6—9* — hobumajandi hooned, *10—14* — söödalaod, *15* — linnufarm, *16—19* — laod, *20* — kolhoosijuhatuse maja, *21* — elumajad.

sega kõige paremini valgustamise eesmärgil. Seejuures suunatakse NSV Liidu kesk- ja põhjavööndis hooned pika teljega lõunast põhja, lõunarajoonides — idast läände, kusjuures on lubatud kõrvalekaldumised mõlemale poole 30° piires.

Teenindamiskauguste lühendamise ja veevarustamise ning veoste transportimise ratsionaalse mehhaniseerimise eesmärgil peavad hooned paiknema maatükil kompaktselt, kuid kinni tuleb pidada alljärgnevatest minimaalsetest hoonetevahelistest kaugustest (kujad): hoonetele, mis on määratud ühe ja sama liiki loomade pidamiseks, — 30 m; hoonetele, mis on ette nähtud erinevate loomaliikide pidamiseks, — 50 m, kuna linnufarmid peavad paik-



Joonis 2. Leningradi oblasti Gatšina rajooni sovhoosi „Plamja" majanduskeskuse plaan.

1 — elumajad, *2* — administratiiv-kultuurilise ja kommunaalolustikulise teenindamise hooned, *3* — seakasvatusfarmi nr. 1 hoonete grupp, *4* — majandushoonete ja ladude grupp, *5* — veterinaarne ambulatoorium, *6* — linnufarm, *7* — seakasvatusfarmi nr. 2 hoonete grupp.

nema vähemalt 120 m teistest hoonetest eemal. Hoonetevahelistele aladele ehitatakse taraga piiratud jooksuaiad.

Loomakasvatusfarmide abihooned paigutatakse maatükile, lähtudes ekspluatatsiooni mugavustest ning tuleohutus- ja sanitaarnõuete täitmise vajadusest. Nii paiknevad kontsentraatsöötade ning muguljuurvilja-laod harilikult tee ääres söödatsehhi vahetus läheduses. Kinnised küünid heina ja aluspanu hoidmiseks paiknevad allatuult, mitte vähem kui 60 m kaugusel lähemast hoonest.

Söödatsehh asetseb loomalautade läheduses, kuid mitte ligemal kui 30 m lähemast hoonest pärituult. Piimatalitus piima säilitamiseks ja töötlemiseks — lehmalautade läheduses, samuti vähemalt 30 m kaugusel lähemast lehmalaudast pärituult.

Sõnnikuhoidlad asetsevad ümbruskonna reljeefil allpool loomalautasid allatuule küljes, nendest vähemalt 50 m kaugusel. Lõpuks loomade veterinaarse teenindamise hooned (isolaatorid, veterinaarpunktid) paigutatakse väljapoole farmi piire.

Joonisel 3 on toodud loomakasvatushoonete paiknemise plaan Leningradi oblasti Lessogorski rajooni Vorošilovi-nimelise kolhoosi majanduskeskuses. Siin on kõik hooned rühmitatud oma otstarbe järgi, kusjuures igaüks moodustab eraldi farmi. Maatükile on paigutatud: veisefarm 300-le loomale, seakasvatusfarm 450-le seale, lambafarm 300-le lambale ja linnufarm 1000-le kanale ning pardile. Peale selle on eraldi paigutatud hobumajandushoov, tallidega 150-le hobusele, laod ja söödahoidlad ning töökojad.

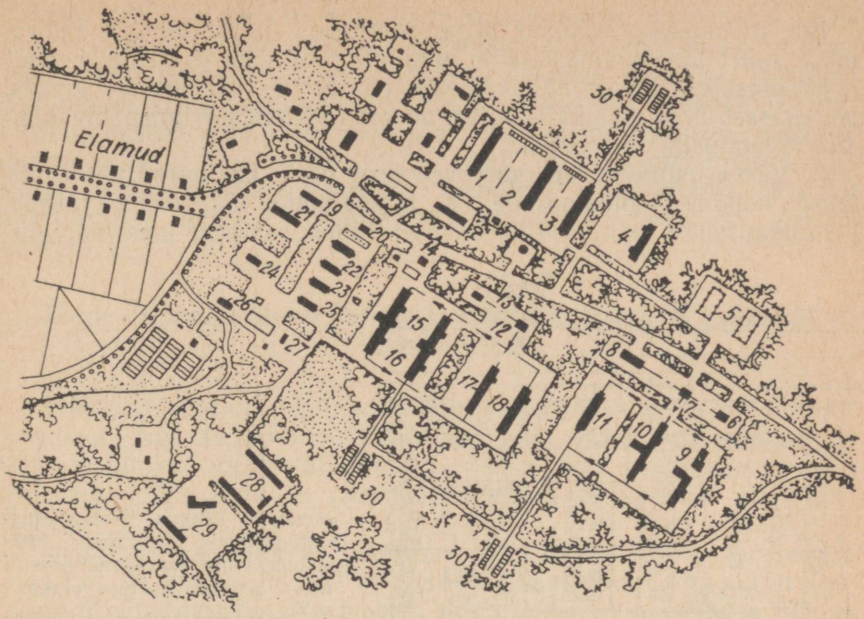
Põhilised tootmishooned on seotud omavahel farmisisese roobastranspordiga, mis tagab söötade transportimise ja sõnniku väljaveo, ja surveveevärgiga. Kõiki neid varustatakse elektrienergiaga ühisest elektrijaamast.

Eraldatud spetsialiseeritud veisefarmi näitena 1000-le lehmale ja noorkarjale on joonisel 4 toodud Sverdlovski oblasti Jelizavetino sovhoosi farmi üldvaade. Kõik selle farmi hooned on valitud ja paigutatud maatükile sellise arvestusega, et oleks tagatud põhiliste tootmisprotsesside täielik mehhaniseerimine, loomade talitus aga oleks maksimaalselt hõlbustatud.

Selle sihiga on lehmalaudad omavahel ühendatud kinnise koridoriga, kõikide loomalautade, söödatsehhi ja piimatalituse juurde juhitakse vesi ühest surveveejuhtmest, kõik hooned on omavahel seotud üherööpalise rippraudteega, kus vagonettide vedu toimub elektriveduriga. Söötade töötlemine toimub selleks eraldatud söödatsehhis, piima töötlemine ja säilitamine piimatalitustes. Loomalautadesse on üles seatud automaatjootjad ja seadmed mehaaniliseks lüpsmiseks.

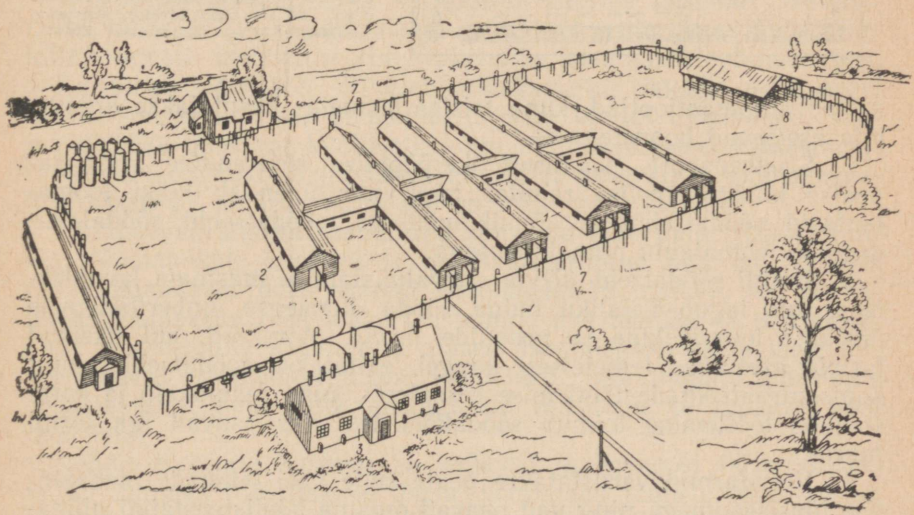
Sovhoosi ühine elektrijaam varustab farmi pidevalt elektrienergiaga valgustamiseks ööpäeva jooksul ja mitmesuguste masinate käitamiseks.

Joonisel 5 on näidatud Pskovi Seakasvatussovhooside trusti sovhoosi „Diktatura" spetsialiseeritud farmi hoonete paigutuse plaan. Farmi põhiliseks ülesandeks on 2400 nuumsea kasvatamine.



Joonis 3. Leningradi oblasti Lessogorski rajooni Vorošilovi-nimelise kolhoosi loomakasvatushoonete asetuse plaan.

1—3 — hobusetallid, *4* — lambafarm, *5* — koresöödalaod, *6—11* — seakasvatusfarm, *12—18* — veisefarmid, *19—27* — ladude grupp, *28—29* — linnufarm, *30* — sõnnikuhoidla.

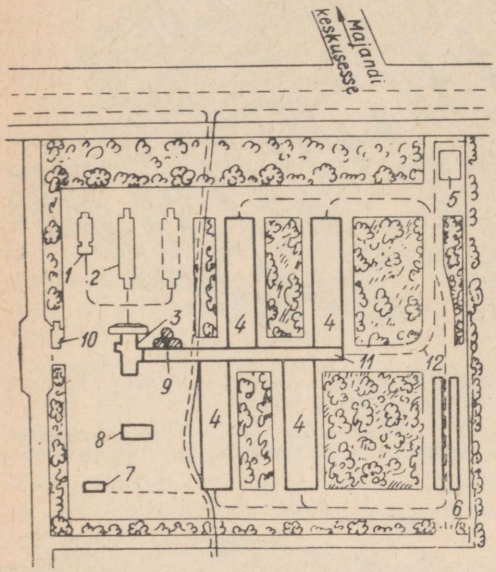


Joonis 4. Sverdlovski oblasti sovhoosi „Jelizavetino" 1000-pealise veisefarmi üldvaade.

1 — lehmalaudad, *2* — vasikalaudad ja profülaktooriumid, *3* — söödatsehh, *4* — söödalaod, *5* — silotornid, *6* — piimatalitus, *7* — elektrifitseeritud rippraudtee, *8* — sõnnikuhoidlad.

Iga loomakasvatusfarmi organiseerimisel ja ehitamisel pööratakse suurt tähelepanu kõikide põhiliste tootmisprotsesside mehhaniseerimisele. Üldiselt nähakse ette igas farmis või farmide grupis, mis asetseb ühel maatükil, alljärgnevate mehhaniseerimispõhivahendite kohustuslik olemasolu.

1. Veevarustussüsteem surveveevärgi näol, kusjuures vesi juhitakse kõikide loomalautade ja tähtsaimate abihoonete juurde. Lehmalautades, mõnikord ka hobusetallides, seatakse üles individu-



Joonis 5. Pihkva Seakasvatustrusti sovhoosi „Diktatura" 2400 seakohaga nuumseakasvatusfarmi nr. 1 hoonete asetuse plaan.

1 — 100-tonnine kontsentraatsöötade ladu, *2* — 400-tonnine juurviljahoidla, *3* — söödatsehh, *4* — 600-kohalised sigalad, *5* — 100-tonnine aluspanuladu, *6* — 800-tonnise mahuga sõnnikuhoidla, *7* — 15—20-tonnine vitamiinheina ladu, *8* — sigade laadimisplatvorm, *9* — silotornid, *10* — valveruum koormakaaludega, *11* — söödakoridor sanitaarpalgaga, *12* — rippraudtee liinid.

aalsed automaatjootjad, kuna teistes hoonetes kasutatakse kraane, mis asetsevad hoonete sees.

2. Sisetransport, peamiselt üheröövpalise rippraudtee või maapealse kitsaröövpmelise raudtee näol, mis ühendab kõiki loomalautasid söödatsehhi ja sõnnikuhoidlaga, söödatsehhi söödaladudega ja lehmalautu piimatalitusega.

3. Eraldi söödatsehh sööda ettevalmistamise masinate komplektiga, mis tagab vajaliku hulga sööda õigeaegse ümbertöötamise üksikute loomaliikide ja gruppide tarvis. Mõnikord, kui üksikud farmid asetsevad teineteisest kaugel, ehitatakse söödatsehh ainult kontsentraatsöötade töötlemise eesmärgil, kuna mahlakate ja koresöötade töötlemine toimub söödaköökides, mis asuvad iga farmi juures.

4. Veisefarmid varustatakse peale selle veel lehmade mehaanilise lüpsiseadmega ning nad peavad omama hästisisustatud piimatalituse piima töötlemiseks ja säilitamiseks, reas majandites aga ka piima esialgseks ümbertöötamiseks vajalikkude seadmetega.

5. Lambafarmid varustatakse statsionaarsete või liikuvate seadmetega lammaste mehaaniliseks pügamiseks.

Koos põhiliste protsesside, nagu veevarustuse, transpordi, söötade ettevalmistamise, lehmade lüpsmise, piima töötlemise ja lammaste pügamise mehhaniseerimisega leiavad farmides laialdast kasutamist ka mitmesugused tehnilised vahendid loomade ja ruumide puhastamiseks ja pesemiseks, ventilatsiooniseadised, seadised kanalisatsiooni ja ruumide kütte alal, vee soojendamiseks jne. Farmi kogu tehniliste vahendite kompleks peab omama vajaliku energeetilise baasi. Kõige otstarbekohasem selleks on elektrienergia.

Tööde organiseerimine farmis ja tootmisprotsesside mehhaniseerimine.

Loomakasvatus on põllumajanduse üheks töömahukamaks haruks. Loomade õige talitamine nõuab iga päev erisuguse iseloomuga suuremahuliste tööde läbiviimist. Need tööd teostatakse kindla graafiku põhjal, mis on rangelt määratud vastuvõetud päevakorraga.

Igasugune päevakorra rikkumine nii üksikute tööde teostamise ajas kui ka kvaliteedi alal peegeldub järsult ja viivitamatult loomade produktiivsuses. Normaalse produktiivsuse taastamine nõuab aga tavaliselt pikemat aega ja palju vaevanõudvat tööd.

See erinevus, mis loomakasvatust põhiliselt eraldab teistest põllumajandusharudest, eriti aga teistest tootmisharudest, nõuab kogu tootmisprotsessi täpset, hoolsat ja häireteta organiseerimist.

Tänapäeva kolhooside ja sovhooside suurtes farmides saavutatakse tööde kõige ratsionaalsem ja kõrgekvaliteetsem läbiviimine mitmesuguste mehhaniseerimisvahendite kasutamiselevõtmise teel.

Käsitsiteostatav töö, millele loomakasvatus ikkagi veel suurel määral tugineb, ei ole võimeline tagama kõrget tööjõudlust, enamuse tööde nõutavat kvaliteeti, kogu tootmisprotsessi katkestamatut organiseerimist ja järelikult ka üldist ning kiiret loomakasvatuse tõusu sel määral, nagu see on meie maal tarvilik.

Tänapäeval, kus on saavutatud suur edu maa industrialiseerimises, töömahukate protsesside mehhaniseerimine aga on kõikides rahvamajandusharudes saanud ennenägematu ulatuse, sai võimalikuks loomakasvatuse tõusu teostamine uue tehnika ja eesrindlikkude töömeetodite kasutamise alusel. Tootmisprotsesside mehhaniseerimiseks loomakasvatuses toodetakse põllumajandusmasinate tehaste poolt suur hulk igasuguseid masinaid ja luuakse uusi mudeleid.

Nende masinate kasutamine kolhoosi ja sovhoosi farmi oludes tagab tunduva tööviljakuse tõusu, kergendab tööliste tööd, tõstab tööde täitmise kvaliteeti ja teeb uutel, täiuslikumatel alustel paremaks kogu tootmise organiseerimise.

Paljude eesrindlikkude kolhooside kogemused, kus kõik tööd on täielikult mehhaniseeritud, näitavad veenvalt mehhaniseerimise suurt

osatähtsust loomakasvatuse produktiivsuse tõstmise ja produktsiooni omahinna alandamisega.

Üleliidulise Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi (ВИМ) andmete[1] kohaselt on tööde mehhaniseerimise tähtsus farmides iseloomustatav järgmiste näitajatega. Mehhaniseerimise puudumisel on 100-pealise veisega lehmalauda teenindamiseks vaja 24 inimest, osalisel mehhaniseerimisel — 16, komplekssel mehhaniseerimisel aga ainult 8 inimest.

Samuti on 10-emiselise sigala teenindamiseks mehhaniseerimise puudumisel vaja 4 inimest, osalise mehhaniseerimise puhul — 3, komplekssel mehhaniseerimisel aga ainult üks inimene.

ВИМ'i poolt läbi viidud Moskva oblasti, Ramenski rajooni kolhoosi „Plamja" töökogemuste uurimised näitasid, et enne mehhaniseerimist oli 120 veise talitamisel tegevuses 22 inimest, pärast mehhaniseerimist aga oli tarvis ainult 11 inimest. Seejuures lubas tööde mehhaniseerimine tõsta aastast piimatoodangut 4131 liitrilt kuni 4600 l ühe lüpsilehma kohta.

Need ja paljud teised näited tõendavad, et tootmisprotsesside mehhaniseerimise teel töö tootlikkus farmides tõuseb vähemalt 2—3 korda. Eriti efektiivselt mõjub niisuguste tööde mehhaniseerimine, nagu loomade jootmine automaatjootjate abil, söötade ettevalmistus, sööda ja sõnniku transport, lehmade lüpsmine, lammaste pügamine ja loomade puhastamine ning pesemine. Kuid mehhaniseerimisvahendite kasutamise suurim efektiivsus saavutatakse komplekssel (täielikul) mehhaniseerimisel, kus kogu töötsükkel, kõikides tema staadiumides, toimub masinate mehhanismide abil.

Mehhaniseerides ainult osa töid, ei ole võimalik saavutada kõrget efekti tootlikkuse tõstmises, samuti tööde läbiviimise kvaliteedis. Uute, täiuslikumate töö-organiseerimise meetodite rakendamine muutub ainult siis võimalikuks, kui nad hõlmavad kogu tootmisprotsessi, aga mitte tema üksikuid lülisid.

Tootmisprotsesside kompleksne mehhaniseerimine taotleb kindla, rangelt-valitud masinate ja sisseseadesüsteemi olemasolu, mis vastab tehnoloogilisele protsessile ja tagab vajaliku tootlikkuse, mis on ühesuurune protsessi kõigis lülides.

Farmides teostatavate tootmisprotsesside erinevuseks on nende omavaheline side ja sõltuvus, mis sunnib neid arvestama kui ühtset kompleksi. Nii sõltub näiteks söödatsehhi normaalne tegevus täielikult tooraine (söötade) õigeaegsest kohaletoomisest ladudest, varustamisest veega, auruga, energiaga, õigeaegsest valmissöötade väljaviimisest lehmalautadesse ning sigalatesse ja selle jagamisest loomadele. Omalt poolt peab söödatsehhi tööaeg ja tootlikkus olema seotud loomade söötmise graafikuga ja antavate ratsioonidega. On lubamatu teostada mõnede söötade töötlemist väljaspool graafikut, kuna see põhjustab nende riknemist.

---

[1] Stalini preemia laureaat V. S. Krasnov. Tööde mehhaniseerimine ühisloomakasvatuses. 1949 (v. k.).

Lehmade lüpsmine ja kõrgekvaliteedilise piima saamine on vahetult seotud tema viivitamatu transportimisega piimatalitusse ning töötlemisega. Järelikult nõuab lüpsiprotsess tema sidestamist transpordi ja piimatalitusetööga, nii ajaliselt kui ka tootlikkuselt.

Eriti tähtis on niisuguse masinate süsteemi täielik sidestus, mis on määratud mitme töötlemisstaadiumiga produkti töötlemiseks. Masinate süsteemi sellise sidestuse puhul on küllaldane ainult ühe masina väiksem tootlikkus, et rikkuda vooltootlikkust, millest tingitult mehhaniseerimisefekti kadu on vältimatu. Esmajoones puudutab see söödatöötlemise, piima töötlemise ja ümbertöötamise masinate, transpordivahendite komplektide ja peale- ning mahalaadimismehhanismide valiku küsimusi.

Masinagruppide ja sisseseade omavahelise sidestuse olemasolu kõrval on paljude loomakasvatuse tootmisprotsesside läbiviimisel olemas otsene sidestus hoonete sisemise ehitusega, loomakasvatusruumide sisustusega ja nende paigutamisega farmi territooriumil.

Kõik see kohustab loomakasvatusfarmide mehhaniseerimise küsimusi vaatlema kui keerulist kompleksi, mis koosneb mitmekesistest tehnilistest ja organisatsioonilistest külgedest.

LOOMAKASVATUSHOONED JA NENDELE ESITATAVAD NÕUDED, SEOSES FARMIDE MEHHANISEERIMISEGA.

Loomakasvatushooned.

Loomade õige pidamise ja mehhaniseerimisvahendite kõige mugavama kasutamise nõuetele vastavad kõige paremini loomakasvatuse tüüpehitused, milliseid soovitatakse projekteerimisasutiste[1] poolt ja milliseid ehitamisel peabki kasutama.

Käesolevaks ajaks on loomakasvatusalased ehitused kolhoosi- ja sovhoositingimusi arvestades küllaldasel määral ühtsustatud ning tüüpide arv iga loomaliigi jaoks on väike.

Väikese loomade arvuga veisefarmides ehitatakse ühised laudad, kus loomi paigutatakse üksikute rühmadena. Suure loomade arvuga farmides ehitatakse eraldi hooned igale loomagrupile ja nimetatakse nad vastavalt lehmalautadeks, vasikalautadeks, härjalautadeks ja sünnitusosakondadeks.

Lehmalaudad eraldatakse tavaliselt: 1) mahu järgi, mis määratakse latrite arvu alusel, kusjuures lehmalautade maksimaalne lubatav maht on 100—150 latrit; 2) latrite asetuse järgi — lehmalaudad latrite pikuti ja põigiti asetusega; 3) latrite ridade arvu järgi — kahe- ja neljarealisteks; 4) lehmade paigutamise järgi — välja- või sissepoole suunatud peadega.

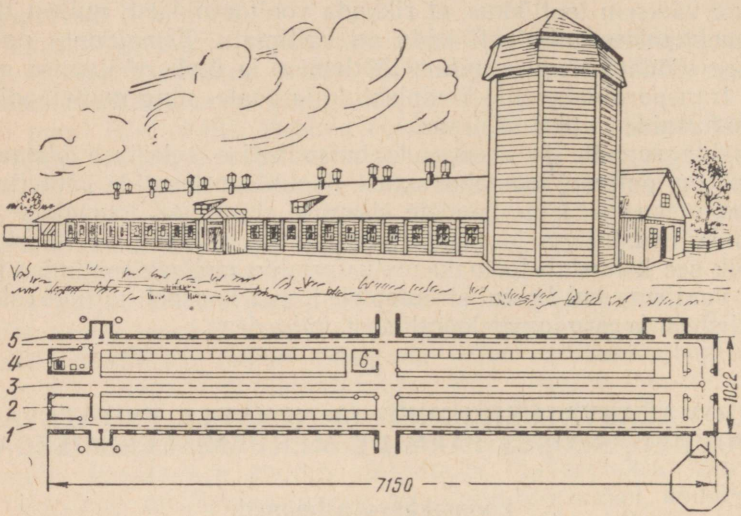
---

[1] Näiteks „Selstroiprojekt" NSV Liidu Põllumajandusministeeriumi juures, „Sovhozstroiprojekt" NSV Liidu Sovhooside ministeeriumi juures jt.

Peale selle eraldatakse lehmalaudad põhiliste käikude asetuse alusel: otsast talitamisega (söötade sissetoomine, sõnniku väljavedu) lautadeks ja põikkoridori kaudu talitamisega lautadeks.

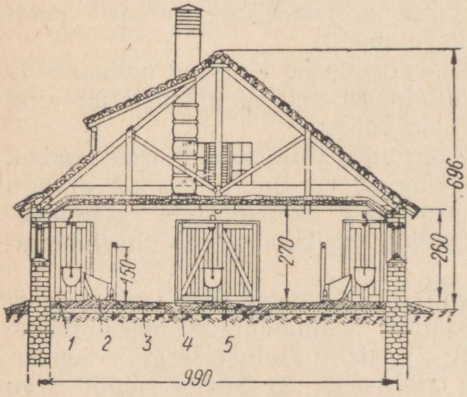
Tavaliselt on laudad kahe pikutiasetatud latrite reaga ja lehmade asetusega peadega väljapoole.

Joonistel 6 ja 7 on näidatud otsa poolt talitatava kaherealise 100-latrilise lehmalauda üldvaade, plaan ja põiklõige.



Joonis 6. 100-latrilise, otsast teenindamisega lehmalauda üldvaade ja plaan.

1 ja *5* — söödakäikude transportliinid, *2* — ruum personalile, *3* — sõnnikukäigu transportliin, *4* — lüpsiseadise ruum, *6* — piimakogumisruum (mõõdud sm).



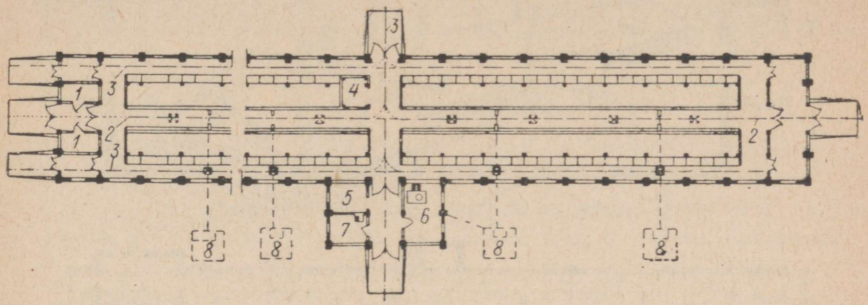
Joonis 7. Lehmalauda põiklõige.

1 — söödakäik, *2* — sõim, *3* — latriase, *4* — virtsarenn, *5* — sõnnikukäik (mõõdud sm).

Lehmade paigutusel peadega väljapoole omab niisugune laut kaks läbivat käiku (äärmised) söötade jagamiseks ja ühe (keskmise) — sõnniku koristamiseks ja lehmade talitamiseks ning lüpsmiseks. Kogu laut koosneb kahest ühesugusest sektsioonist, mis on eraldatud varuväljapääsudega põikkoridoriga.

Sööda- ja sõnnikukäigud on maapealse kitsarööpmelise raudtee ehitamise kohaks, või nende käikude kohale ehitatakse laetaladele üherööpaline rippraudtee. Teede rajamise kohad on plaanil märgitud katkendjoonega.

Lauda sees on ette nähtud eraldi ruum piima kogumiseks lüps-

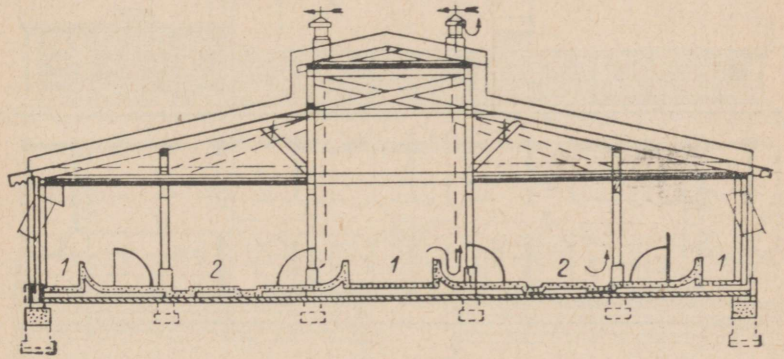


Joonis 8. Otsast või põikkoridori kaudu teenindatava 100-latrilise lehmalauda plaan.

1 — tõusööda salved, *2* — sõnnikukäigu transportliinid, *3* — söödakäikude transportliinid, *4* — piimakogumisruum, *5* — lüpsiseadise pumbaruum, *6* — pesemisruum, *7* — valvetuba, *8* — virtsakaevud.

misel, ruum lüpsiseadme ülesseadmiseks, lüpsiaparatuuri pesemiseks ja hoidmiseks ning loomatalitajate ruumid.

Peale selle on ehituse vastasotsas ette nähtud veel vaba põrandapind väikese koresööda- ja aluspanuvaru hoidmiseks, mis on latri-



Joonis 9. Neljarealise lehmalauda põiklõige.

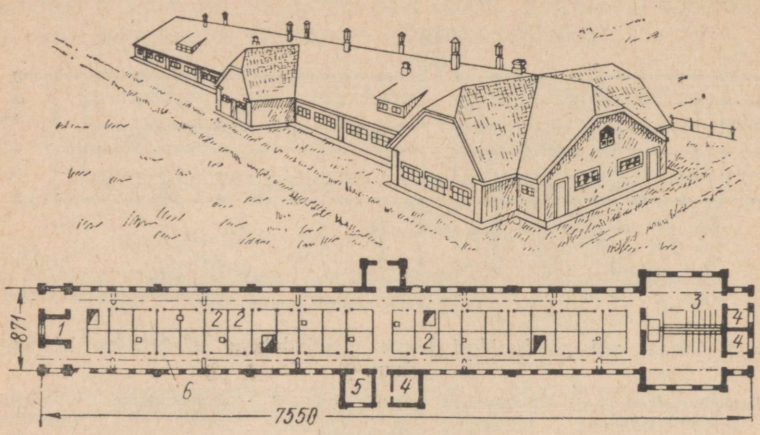
1 — söödakäigud, *2* — sõnnikukäigud.

test eraldatud kerge vaheseinaga. Silotorni ehitamine lauda seina kõrvale võimaldab silo sissetoomist transportvahendite kasutamiseta. Hoone põhimõõdud on antud joonistel.

Põikkoridori kaudu talitamisega 100-asemega lehmalautasid (joonis 8) kasutatakse mitme lauda ühte ritta püstitamisel rööbiti üksteisega. Sageli ühendatakse niisugused laudad omavahel kaetud

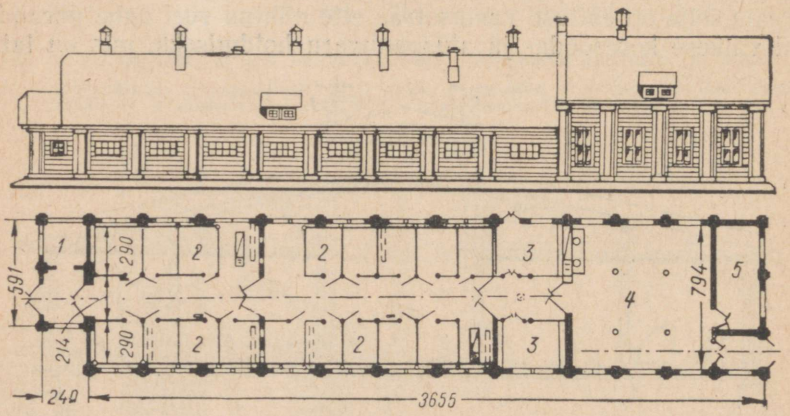
koridoride abil, kuhu ehitatakse sööda ja piima transportimiseks kitsarööpmeline või rippraudtee.

Neljarealistes asemete põikasetusega lehma- või härjalautades (joonis 9) nähakse ruumi keskkoha valgustamiseks ette laevalgustus, mis mõningal määral teeb ehituse kallimaks, kuid samal ajal



Joonis 10. 40-latrilise emis-sigala üldvaade ja plaan.

1 — valvetuba, *2* — sigade latrid, *3* — söökla, *4* — panipaigad, *5* — maneež, *6* — käikude transportliinid (mõõdud sm).

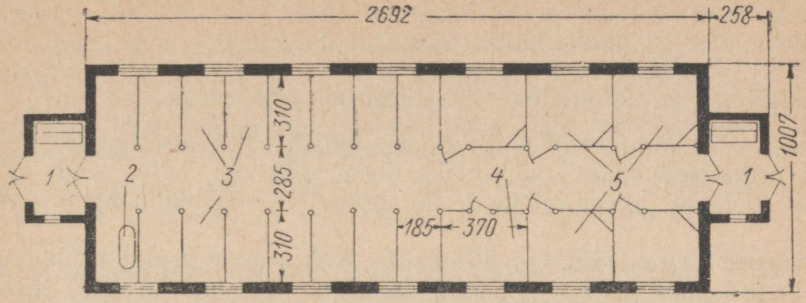


Joonis 11. Söödaköögiga nuumasigala üldvaade ja plaan.

1 — aluspanu hoidmisruum, *2* — sigade latrid, *3* — söökla, *4* — söödaköök, *5* — teenindusruum või ruum mootori jaoks (mõõdud sm).

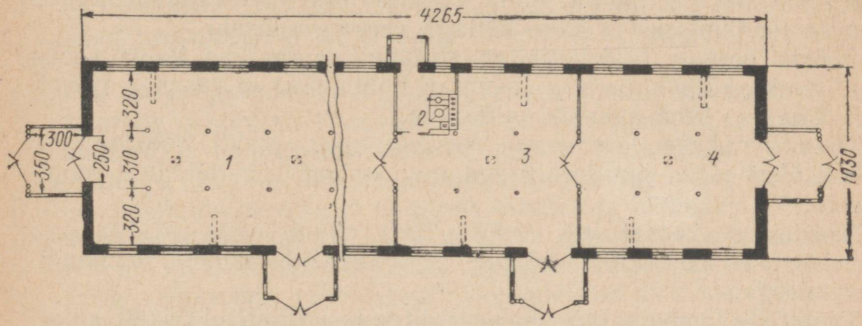
tingib vähem transportteid ja muudab loomade talitamise neis hõlpsamaks kui kaherealistes lautades.

Suure loomade arvuga majapidamistes jagatakse sigalad samuti emis-sigalateks (emistele ja põrsastele) ja nuumasigalateks, tõufarmides aga ehitatakse peale selle veel eraldi sigalaid noortele tõusigadele.



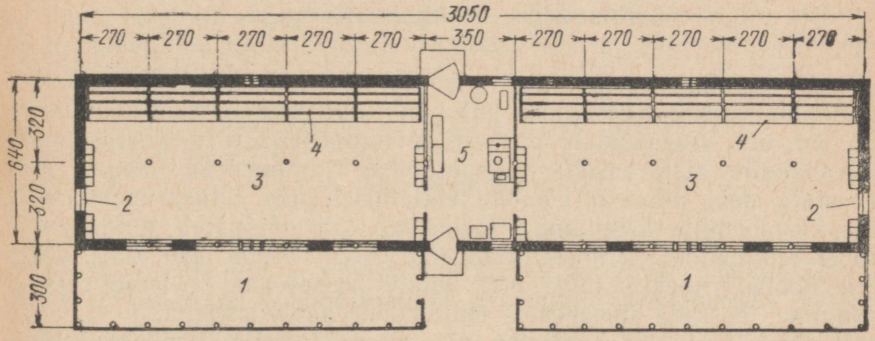
Joonis 12. Hobutalli plaan 20 hobusele.

1 — eeskoda, *2* — veeküna, *3* — latrid, *4* — rakmete ruum, *5* — sulud (mõõdud sm).



Joonis 13. Lambalauda plaan 300-le lambale.

1 — talledega lammaste ruum, *2* — veesoojendi ruum, *3* — soe ruum, *4* — noorlammaste ja jäärade ruum (mõõdud sm).



Joonis 14. Kanala plaan 500-le kanale.

1 — solaarium, *2* — luuk, *3* — kanade ruum, *4* — õrred, *5* — teenindusruum (mõõdud sm).

Sisemise ehituse järgi on sigalad:

1) kaherealised ühe keskkäiguga;
2) „ kahe külgkäiguga;
3) „ kolme käiguga;
4) kolme- ja neljarealised vastava käikude arvuga.

Peale selle jagunevad kõik nuumasigalad, sõltuvalt sigade söötmise organiseerimisest, sigalateks ühise sööklaga, kuhu sead lastakse söötmise ajaks latritest, ja sigalateks söödakünadega igas latris.

Joonisel 10 on näidatud 40-latrilise kaherealise eraldi sööklaga sigala üldvaade ja plaan. Latrid on asetatud hoone keskele, moodustades piki seinu kaks käiku, mis on mehhaniseeritud rööbastranspordi või rööbasteta käsitranspordi teedeks. Piki neid teid toimub sõnniku väljavedu ja aluspanu sissetoomine. Valmissöödad tuuakse hoone otsal asuvasse sööklasse vahetult söödatsehhist.

Ruumis on ette nähtud nelja kaloriiferahju ülesseadmine külma õhu soojendamiseks ja kahe katlaga veesoojendusahi.

Söökla kõrvale tuulekotta on ehitatud panipaigad kuiva sööda hoidmiseks, külgehituses — inventari hoidmiseks ja vasakus (joonisel) kojas — tuba loomade talitajaile.

Tüüpiline kahe latrireaga, keskkäiguga, eraldi sööklaga ja söödaköögi jaoks juurdeehitisega nuumasigala on näidatud joonisel 11.

Suurtes seakasvatustes (3000—7500 nuumseaga) püstitatakse kahekorruselised sigalad kõikide tööprotsesside täieliku mehhaniseerimisega.

Tüüpiliste lambalautade, hobusetallide ja lindlate ehitusest kujutluse saamiseks on joonistel 12, 13 ja 14 toodud nimetatud ehituste skemaatilised plaanid põhimõõtude äranäitamisega.

Loomapidamisruumidele esitatavad tehnilised nõuded, seoses tööprotsesside mehhaniseerimisega.

Peale zootehniliste ja üldiste sanitaarsete nõuete, mis esitatakse loomapidamisruumidele, peab märkima rea spetsiaalseid tehnilisi nõudeid, mis tulenevad tööprotsesside mitmesuguste mehhaniseerimisvahendite otstarbekohase kasutamise tingimustest. Sageli ei arvestata neid nõudeid hoonete ehitamisel, mis hiljem mehhaniseerimisvahendite kasutamist raskendab või põhjustab tunduvaid ümberehitamistöid. Ümberehitamistöid võib vältida, kui selle või teise hoone projektis näha ette vajalik sisseseade ja tema ülesseadmine teostada üheaegselt ehitustööde läbiviimisega.

Üheröõpaliste rippraudteede või kitsaröõpmeliste maapealsete teede kasutamise võimaldamiseks karjalautades ja sigalates on vajalikud järgmised tingimused:

1) Sööda- ja sõnnikukäikude küllaldane laius. Lautades peab söödakäikude laius olema mitte alla 1,2—1,3 m ja sõnnikukäikudel (keskmistel) — 1,50 kuni 1,65 m.

Käigud ühe käiguga sigalates olgu 1,80—2,20 ja kahe käiguga sigalates — 1,60 kuni 1,80 m.

2) Küllaldaselt vaba põrandapind rippraudtee või maapealse raudtee hargnemiskohtades pöörangute või pöörmesildade ülesseadmiseks. Lubatud minimaalse kõverusraadiuse korral, mis on võrdne 1,50 m, peab selle pinna laius olema mitte alla 2,50—3,00 m, sõltuvalt kasutatavate pöörangute ja veereva koosseadu konstruktsioonist.

3) Rippraudtee ehitamisel ei tohi ruumide kõrgus olla alla 2,60 m.

4) Laetalad peavad võimaldama rööpa, veokasti ja veõse kaalu täiendava koormuse kandmist, mis moodustab umbes 500 kg tee jooksvale meetrile.

5) Maapealse raudtee puhul peab põrandapind käikudes olema rööbaspinnaga ühel kõrgusel.

6) Sisemiste ja välisväravate kõrgus ja laius peavad tagama valitud transpordivahendite vaba läbipääsu. Mugavamaks värava konstruktsiooniks peab pidama niisugust, kus uksed avanevad kahele poole ja lubavad vagonettide peatamatut liikumist.

Lautade ja sigalate sisustuse osad peavad olema niisuguse konstruktsiooni ja paigutusega, mis võimaldab torustikkude, automaatjootjate ja lõõgade lihtsat ja kindlat kinnitust. Erilist tähtsust peab omistama põrandate ehitusele latrites ja käikudes. Põrandad peavad omama vastava kallaku virtsa äravoolamiseks kanalisatsiooni ja võimaldama põrandate pesemist veejoaga.

Mitte väiksema tähtsusega loomade talitustööde läbiviimise mugavuse ja sanitaarnõuete täitmise mõttes ei ole kanalisatsiooni, virtsakaevude ja ventilatsiooni ehitus. Virtsakaevud peavad olema ehitatud arvestusega, et neile saaks juurde sõita ja virtsa kõrvaldamiseks võiks kasutada pumpasid.

Lehmalautades ja sigalates on väga otstarbekohane omada eraldatud ruumi loomade pesemiseks ja puhastamiseks. Niisugune ruum lahendab kõige lihtsamal viisil rea operatsioonide mehhaniseerimise küsimuse, ühtlasi luuakse sellega soodsad sanitaarsed tingimused.

LOOMAKASVATUSRUUMIDE SISUSTUS.

Latrid ja sõimed.

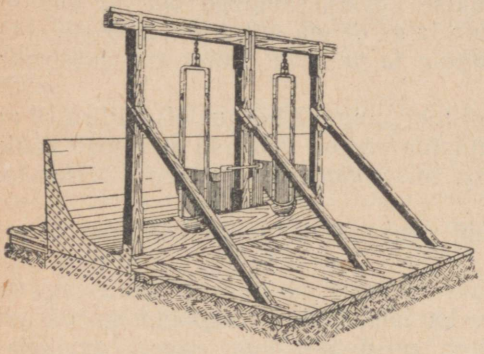
Loomakasvatusruumide sisustuse ratsionaalsest ehitusest sõltub tunduval määral loomade talitamise mugavus, loomatalitajate kõrge tööviljakus, söödakadude vältimine ja loomadele soodsate elutingimuste loomine.

Praktikas esinevatest mitmesugustest veiste latritest ja sõimedest on meie tüüpehitustele valitud lühikese asemega ja puust või

betoonist söödakünaga (joonis 15) variant. Niisuguse aseme pikkus on, sõltuvalt lehmade tõust, 1,60—1,70 m, laius aga 1,05—1,15 m.

Latrid eraldatakse üksteisest kas puuprusside või raudtorudega.

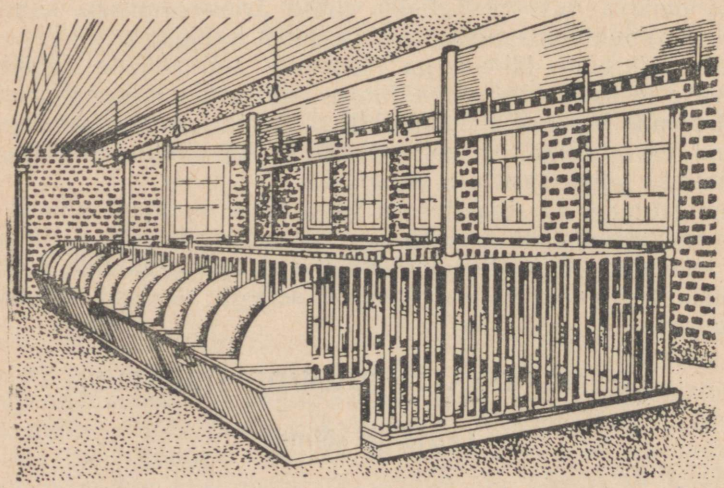
Piki söötmisküna esiseina on seatud üles tulbad, mis on ülemiste otstega sidestatud pikiprussiga. Tulpadele ja prussile monteeritakse lõad, automaatjootjad ja äravõetavad jagamiskilbid, aga samuti ka toru vee etteandmiseks jootjatesse ning lüpsiseadme vaakumtorustik.



Joonis 15. Lehmade latrite ja sõimede üldvaade.

Sõim kujutab endast puust või veel parem betoonist küna kõrge tagumise seinaga, mis takistab loomi sööta välja viskamast, ja madala eespoolse seinaga, mis lubab jäiga lõaga seotud loomi maha heita pead sõime kohale pannes.

Individuaalse söötmise võimaldamiseks jagatakse söötmisküna äravõetavate jagamiskilpidega. Need valmistatakse lehtrauast või puidust ja kinnitatakse tulpade külge šarniirselt.



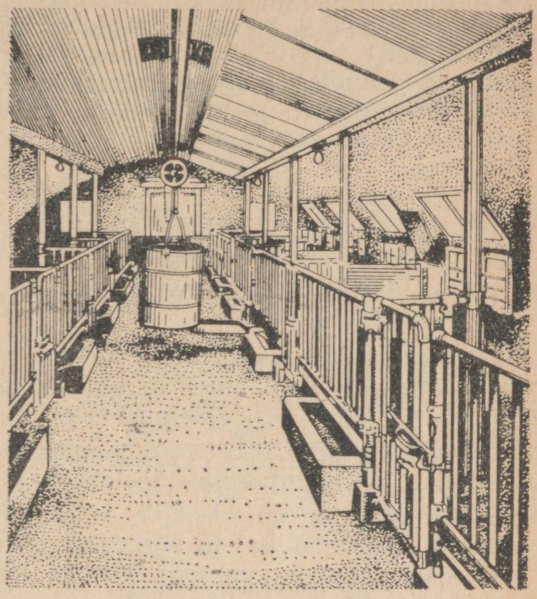
Joonis 16. Vasikate sulgude ja söödakünade ehitus.

Sõimede puhastamisel ja pesemisel tõstetakse kilbid üles ja hoitakse selles asendis konksudega. Piimavasikate lautades seatakse sisse individuaalsed võrestatud puurid. Kuuenädalastele kuni kuue-

kuistele vasikatele seatakse sisse künakujuliste sõimedega varustatud sulud, mis asuvad väljaspool latreid ja on jaotatud vaheseintega osadeks (joonis 16), vasikaid vanusega üle 1 aasta ja mullikaid hoitakse samasugustes latrites nagu lehmigi.

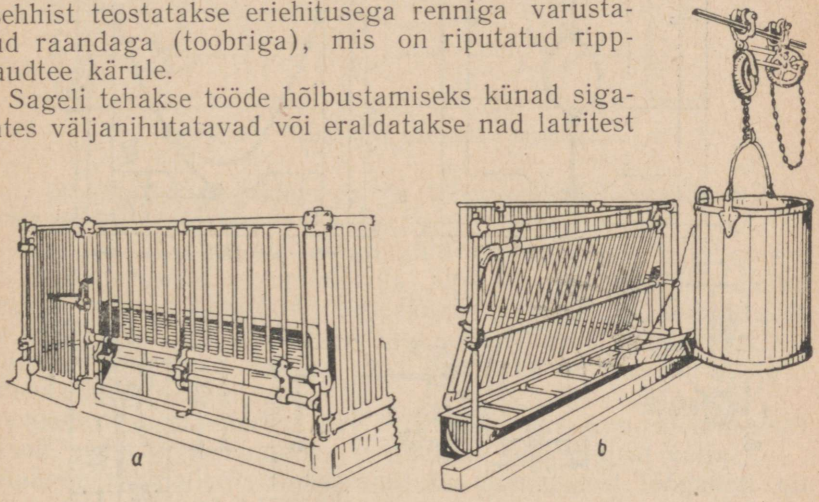
Sigala sisseseade koosneb puust või metallist võrestatud rühmsulgudest ja künadest, mis on asetatud kas sulgudesse või eraldi ruumi, nn. sööklasse.

Joonisel 17 on näidatud ühe keskmise käiguga kaherealise sigala sisustus. Ta koosneb võrestatud metallist sulgudest ja laiadest betoonist künadest. Piki käiku on üles seatud üheröpaline rippraudtee söötade juurdeveoks ja sõnniku väljaveoks. Söötmiskünad on latritest pooleldi väljas söödajagamise ja künapesemise hõlbustamiseks. Vedelate söötade jagamine ja nende toomine söödatsehhist teostatakse eriehitusega renniga varustatud raandaga (toobriga), mis on riputatud rippraudtee kärule.



Joonis 17. Sigala sisustus.

Sageli tehakse tööde hõlbustamiseks künad sigalates väljanihutatavad või eraldatakse nad latritest



Joonis 18. Sigala sulgude ehitus:
a — kallutatava künaga, *b* — eestlükatava seinaga.

sööda etteandmise ja pesemise ajaks liikuvate seintega (joonis 18, *b*). On olemas väljanihutatavate kergete künade konstruktsioone, mis söötmise vaheaegadel tõstetakse üles ja riputatakse võrele (joonis 18, *a*). Sellega saavutatakse latri kasuliku põrandapinna suurenemine ja välditakse küna riknemist ning mustumist.

Laialdaselt tarvitatakse ka puust tõstetavaid künasid, mis on šarniirselt kinnitatud otstega põranda või tulpade külge. Künade šarniiridel pööramisega võib neid asetada söötmiseks, söödaga väljastpoolt täitmiseks ja puhastamiseks ning pesemiseks nõutavasse asendisse.

Lõad.

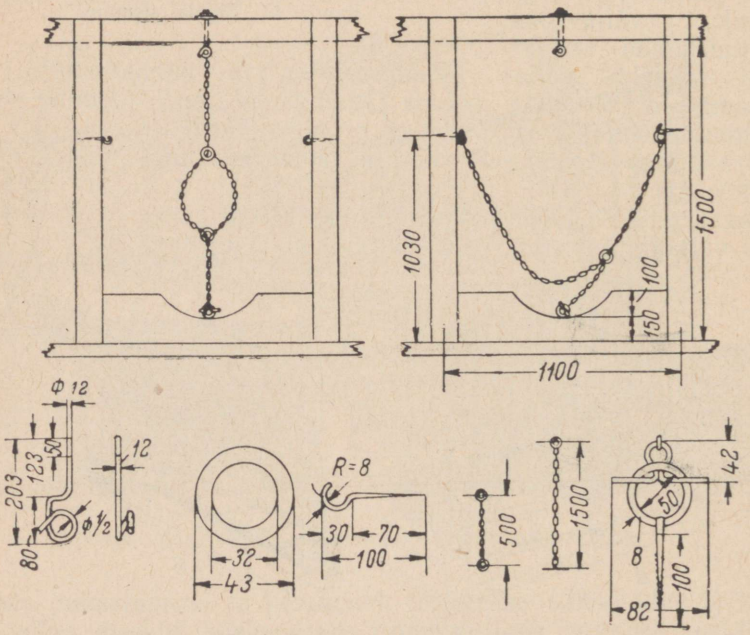
Veiste lõõgadele esitatakse järgmised põhilised nõuded. Lõõg peab:

1) piirama looma liikumist, kuid samal ajal mitte kitsendama tema vaba seismist, lamamist või söödani ulatumist kogu sõime piirides, vee joomist ja liikumist latri piirides;

2) loomale mitte tekitama ebamugavusi (surumist kaelale, külmatunnet kokkupuutumisest metalliga jm.);

3) võimaldama nii üksikute loomade kui ka üheaegselt terve loomade rühma hõlpsat ja kiiret vabastamist;

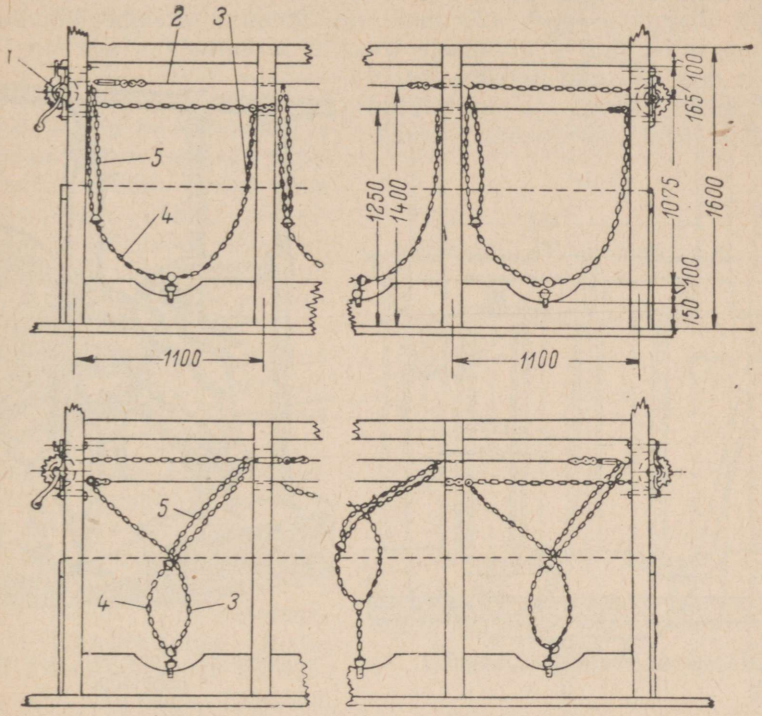
4) olema kindel ja lihtne.



Joonis 19. Lehma individuaalne kahe otsaga kettlõõg.

Meil vastu võetud lühikese asemega ja madalate sõimedega lehmalautades on võimalik mitme lõa konstruktsiooni kasutamine. Lõad jagunevad: 1) loomade sidumise ja vabastamise iseloomu järgi — individuaalseteks, rühmalisteks ja individuaal-rühmalisteks ja 2) konstruktsiooni poolest painduvateks, jäikadeks ja kombineerituiks.

Kõige lihtsam ja levinum on individuaalne painduv vertikaalne kettlõõg, mis on kujutatud joonisel 19. Ta koosneb kahest keti-



Joonis 20. Kalmõkovi süsteemi rihmlõõg.

osast: pikast, 1,5 m pikkusega, ja lühikesest (kaelusest), 0,5 m pikkusega.

Pikem, keti ülemine ots on asetatud konksule, mis kinnitatakse tulpade pikiprussile, alumine ots aga on pööra abil suletud rõngasse, mis on kinnitatud söödaküna eesäärele. Lühikese keti otstel on rõngad, millest tõmmatakse pikem kett läbi. Lühike kett moodustab omamoodi kaeluse, mis liigub looma pea vertikaalsel liikumisel üles ja alla.

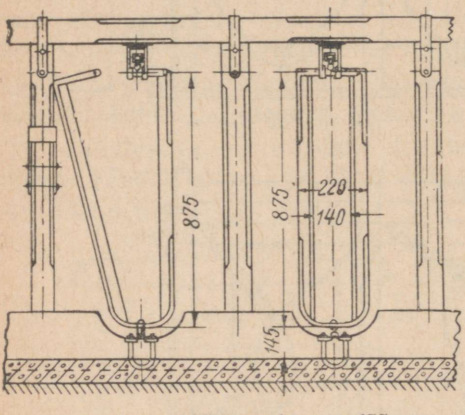
Loomade vabastamiseks lõast võetakse pika keti ülemine ots konksult maha ja tõmmatakse ta lühikese keti rõngast välja.

Lehmade rühmaliseks vabastamiseks niisugustest lõõgadest on olemas mitu varianti. Kõik vahendid seisavad selles, et pikkade kettide ülemised otsad pistetakse konksudele, mis on kinnitatud

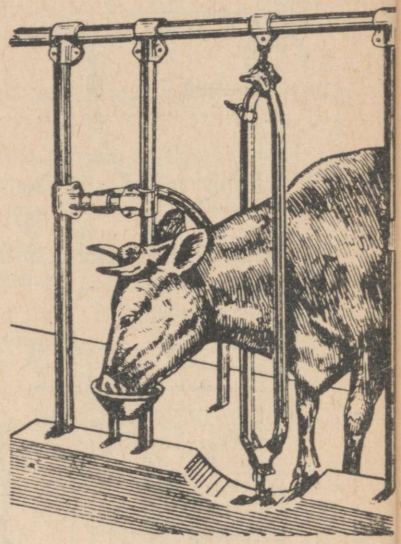
pikale pöörlevale võllile. Võlli pööramisel vabanevad ketid konksude otsast ja vabastavad loomad.

Teine paljulevinud lõõg on Kalmõkovi süsteemi rühmlõõg (joonis 20), mis võimaldab üheaegselt automaatselt vabastada kuni 25 lehma. Ta koosneb kahest 7 mm jämedusega trossist *2*, mis on läbi juhitud tulpades olevatest avadest ja läbib kogu lauda sektsiooni pikkuse ning on keritud kahele trumlile *1*, ja kolmest ketist *3*, *4* ja *5* igale latrile.

Kett *3*, pikkusega 1420 mm, on ülemise õtsaga kinnitatud parema tulba juures alumisele trossile, alumine ots aga on tõmmatud läbi 500 mm pikkuse keti *4* otsal oleva rõnga ja kinnitatud klambri abil söödaküna eesäärele.



Joonis 21. Speranski ranglõõg.



Joonis 22. Torudest valmistatud ranglõõg.

Kahekordse keti *5*, mille üldpikkus on 1660 mm, harude vahelt on läbi juhitud alumine tross, kett ise aga on ülemise otsaga kinnitatud vasaku tulba juures ülemisele trossile, alumine ots aga, mis lõpeb rõngaga, on klambri abil ühendatud keti *4* ülemise otsaga. Niisuguses asendis on lõõg lahtine.

Loomade lõastamiseks keeratakse veotrumli käepidet kahe pöörde võrra ja trossid asetuvad uude asendisse. Sealjuures kettide ülemised otsad ristuvad, nagu see on näidatud joonisel (all), ja moodustavad vajalikkude mõõtudega libiseva lingu.

Ühe lehma vabastamise vajadusel on küllalt lühikese keti klambri lahtivõtmisest.

Kalmõkovi süsteemi lõõg tagab loomade suurema liikumisvabaduse kui seda võimaldab vertikaalne kettlõõg.

Peab märkima, et kõik kettlõõgade konstruktsioonid ei vasta täielikult esitatavatele nõuetele. Nad suruvad oma kaaluga pide-

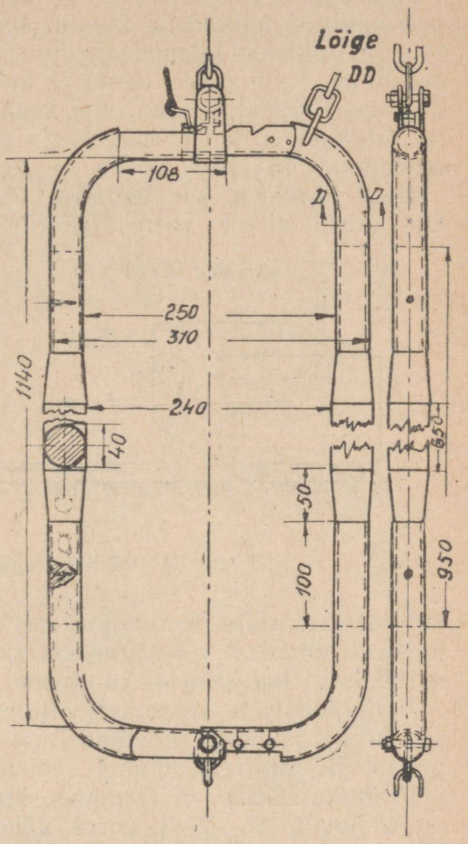
valt kaelale, vigastavad nahka, ei ole kindlad ja on loomade sissemässimise võimaluse tõttu ohtlikud.

Jäikade ranglõõgade kasutamise praktika näitab, et nad on kettlõõgadest täiuslikumad. Nad ei vajuta oma kaaluga looma kaelale, peaaegu ei kitsenda looma vajalikku liikumist, on kindlad ja täiesti ohutud.

Lihtsaim nendest — Speranski süsteemi lõõg (joonis 21) — kujutab enesest ribarauast raami, mille sisekülgedele on kinnitatud puust liistud. Raam on alumises ja ülemises otsas selliselt kinnitatud, et võib ümber oma vertikaaltelje vabalt pöörelda. Raami ülemises otsas on sulgur, mis võimaldab raami otsi eemaldada ja seega looma vabastada.

Joonisel 22 on näidatud täiuslikum jäik ranglõõg, mis on valmistatud torudest ja kinnitatud lühikeste kettide abil. Torude alumised otsad on ühendatud šarniirselt, ülemised aga on varustatud lukuga nende avamiseks loomade vabastamisel.

Leningradi Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi loomakasvatuse kateedri poolt on välja töötatud ranglõa konstruktsioon (joonis 23), mis koosneb puust varrastest, mis on ühendatud raudtorudest painutatud nurkade abil. Ta võimaldab rangi laiuse reguleerimist ja on kohandatud lehmade rühmaliseks vabastamiseks. Selle lõa põhilised mõõdud on antud joonisel.



Joonis 23. Leningradi Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi (ЛИМСХ) konstruktsiooni individuaal-rühmaline ranglõõg.

Automaatjootjad.

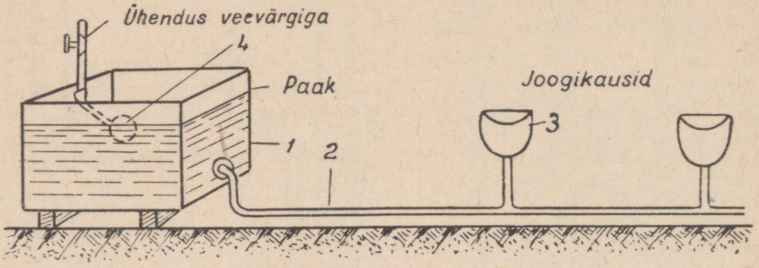
Loomade õige jootmise organiseerimine on üks tähtsamaid vahendeid nii produktiivsuse tõstmisel kui ka produktsiooni omahinna vähendamise alal. Kõige ratsionaalsem on individuaalne jootmine vee juhtimisega igasse latrisse piiramatul hulgal ja kogu ööpäeva jooksul.

On kindlaks tehtud, et looma poolt tarvitatav vesi ja selle tarvitamise režiim ööpäeva jooksul oleneb täielikult loomade individuaalsetest erinevustest, sööda hulgast ja koosseisust, söötmisajast, ümbritsevast temperatuurist ja muudest teistest tingimustest.

Igal ajal piiramatu veehulga saamise võimalusel joovad lehmad vett väikeste hulkadena 20—45 korda ööpäevas.

Suurt tähtsust loomade jootmise organiseerimisel omab vee temperatuur. Külma vee joomisel kulutab loom palju soojust joodud vee soojendamiseks oma keha temperatuurini, mis ebasoodsatel tingimustel, kui söödaenergia ümber arvestada soojusenergiaks, moodustab 15—20% sööda soojusenergia koguhulgast.

Isegi farmides, kus lautadesse on küll juhitud veetorustik, kuid kus latrid ei ole varustatud individuaalsete automaatjootjatega,



Joonis 24. Püsiva veepinnaga jootjate skeem.

kulutatakse palju teenindava personali aega loomade jootmiseks ühistest künadest või sõimedest, veetarvitus on suurem, ja on võimalik isegi haiguste ülekandmine ühelt loomalt teisele.

Individuaalsete automaatjootjate kasutamisega kõik need puudused kõrvaldatakse. Loomadel on alati piiramatul hulgal värsket, puhast ja osaliselt ruumis soojenenud vett.

Praktika näitab, et farmides, kus kasutatakse automaatjootmist, on tööjõudu 15—20% võrra vähem tarvis, võrreldes farmidega, kus loomade jootmine toimub lahtistest anumatest, ühistest künadest või ämbritest.

Automaatjootjad jaotatakse nende toime põhimõtte järgi: 1) ühendatud anumate põhimõttel töötavateks (püsiva veepinnaga) ja 2) ventiiljootjateks (mis töötavad ainult loomade poolt vee tarvitamisel).

Esimesi valmistatakse järgmise skeemi põhjal (joonis 24).

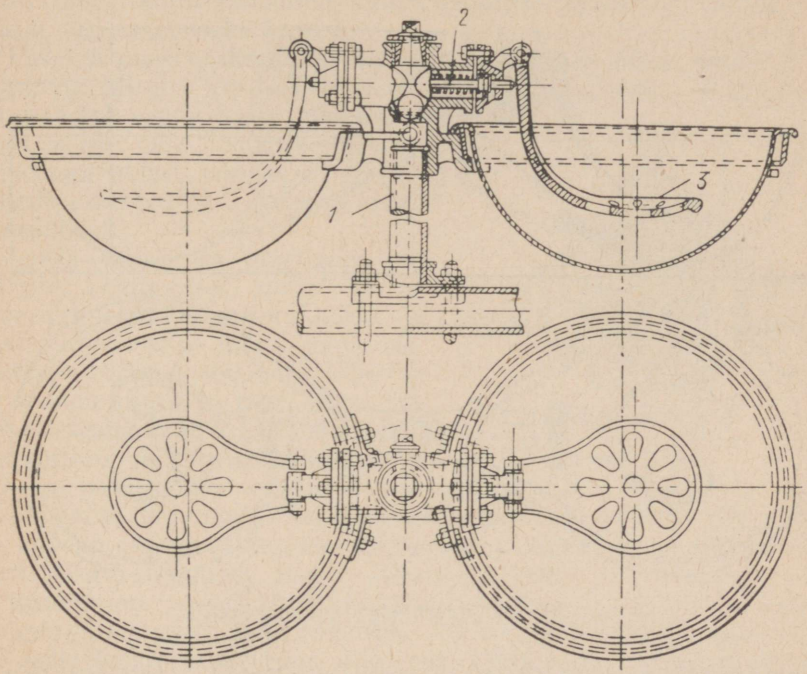
Vesi juhitakse veevärgist jagamispaaki *1*, mis on asetatud põrandale. Vee tasapind hoitakse sulgventiili abil kindlal kõrgusel. Sulgventiil töötab ujuki ja kangide süsteemi abil.

Kui majandis veevärk puudub, pumbatakse vesi, mis on toodud tünnides veekogudest või kaevudest, käsipumbaga vastuvõtupaaki, mis asetseb teataval kõrgusel või pööninguruumis. Vastuvõtupaagist juhitakse vesi jagamispaaki.

Jagamispaak on ühendatud piki söödaküna eesäärt kinnitatud torustikuga *2*. Igas latris hargneb torustikust harutoru, viimase külge aga kinnitatakse joogikauss *3*. Kaussides on veepind alati samal kõrgusel nagu jagamispaagis ja vesi lisandub ärajoomisel paagist kaussidesse.

Niisuguse süsteemi juures saavad loomad igal ajal piiramatul hulgal vett, kusjuures vesi paagis, torudes ja kausis viibimise ajal küllaldaselt soojeneb.

Niisugustes jootjates aga vesi seiskub ja risustub söödaga ning



Joonis 25. Vedruventiiliga automaatjootja.

siin ei ole ka nakkushaiguste ülekandumise võimalus ühelt loomalt teisele kõrvaldatud.

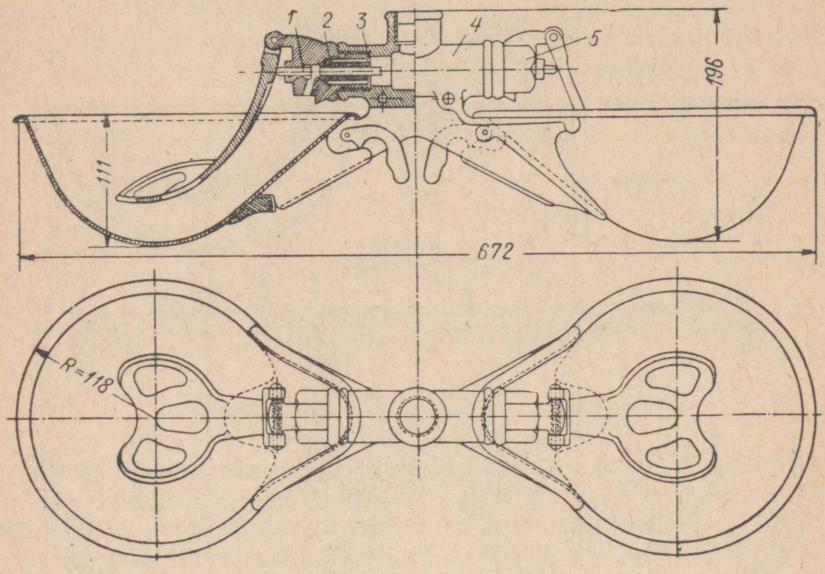
Püüe jootjate süsteemi täiustada kutsus esile kaantega kausside ilmumise, mis avatakse loomade eneste poolt. Need jootjad on varustatud sulgemis- ja tühjendamiskraanidega kausside pesemise hõlbustamiseks. Samuti ilmusid jootmiskausid ventiilidega, mis takistavad vee tagasivoolamist torustikku, seega ka teise kaussi. Niisugused ventiilid hoiavad ära nakkushaiguste levimist.

Ventiiliga varustatud automaatse toimega jootjad ehk automaatjootjad erinevad konstruktsioonilt nii ventiilide kui ka kausi ehituse poolest.

Ventiili ehituses esineb nii vedru- kui ka kummiventiilidega jootjaid. Kausside ehituse poolest on jootjad kausside jäiga kinnitu-

sega, šarniirse kinnitusega ja mahavõetava kausiga; kausi materjali järgi aga: malmist, alumiiniumist ja rauast jootjad. Malmist ja rauast kausid kaetakse seest tavaliselt emailiga.

Joonisel 25 on näidatud Dzeržinski-nimelise tehase kahekausilise ventiilautomaatjootja konstruktsioon. Siin juhitakse vesi surve all vahetult veevärgist või vastuvõtupaagist torusse *1*. Selle toru ülemisele otsale on keermega kinnitatud jootja malmkere kaussidega. Vee juurdevool kaussi on suletud kummist rõngastihendiga varustatud vedruventiiliga *2*. Ventiili avanemine toimub pedaali *3*



Joonis 26. Kummiventiiliga automaatjootja.

allasurumisel, mis on ülemises otsas kinnitatud šarniirselt jootja kere külge, alumine ots aga, mis on tehtud restikujuliseks, asub kausi põhjast mõnevõrra kõrgemal.

Kuna pedaali resti alla jääb alati vett, siis loom, püüdes seda kätte saada, vajutab ninaga pedaalile, avades seejuures ventiili. Avatud ventiili kaudu voolab vesi kaussi. Vee juurdevoolamisel või pärast janu kustutamist tõstab loom pea ja vabanenud pedaal tuleb vedru toimel endisesse asendisse tagasi, kusjuures ventiil suleb vee sissepääsu ava.

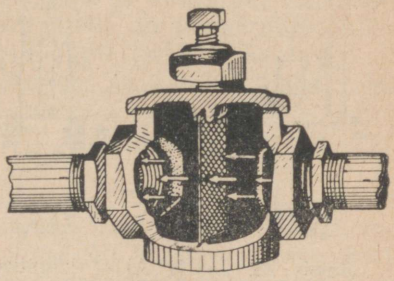
Kirjeldatud jootja rauast stantsitud kausid on mahavõetavad. Nende mahavõtmiseks tõstetakse pedaalid üles.

Eelkirjeldatud jootjate nõrgaks kohaks on ventiili terasvedru. Ta roostetub kiiresti ja kaotab oma esialgse elastsuse, mille tõttu ventiil ei sule avaust tihedalt ja vesi, täitnud kausi, jookseb üle kausi ääre latrisse.

Reas teistes konstruktsioonides kasutatakse vedrusid ja ventiile, mis on kaetud roostevaba metallkihiga. See pikendab nende iga. Üleliidulise Mehhaniseerimise Instituudi (ВИМ) poolt on välja töötatud automaatjootja konstruktsioon, kus vedruventiil on asendatud kummiventiiliga (joonis 26).

Selle jootja kere kujutab enesest malmist torukolmikut *4*, mis on varustatud kahe nõjasega mahavõetavate kausside kinnitamiseks. Torukolmiku ülemine ots ühendatakse keerme abil veetorustikuga, külgavaustele aga kinnitatakse malmist ventiilpesad *5*. Iga pesa läbib kolmeastmeline silindrikujuline avaus ja vertikaalne kanal vee laskmiseks kaussi.

Pesa avausse asetatakse ventiil, mis koosneb terasvardast *1* ja kummitorust *2*. Varda keskkohas on kooniline aste. Kummitoru on pandud varda peale. Toru üks ots toetub pesa avause servale, teine aga ulatub võresse *3*, mis on kohale asetatud pesa keresse sissekeeramisel.



Joonis 27. Filter.

Jootja toime on järgmine: pedaalile vajutamisel surub varras oma astmega kummitoru kokku ja vesi voolab surve mõjul jootja kerest läbi võre *3* avauste, läbistab vahe kummitoru ja pesa seina vahel ja suundub piki pilu, mis tekib kummitoru kokkusurumisel tema otsa ja pesa astme vahel, vertikaalkanalit kaudu kaussi.

Pedaalile vajutamise lõpetamisel kummitoru paisub, viib varda ja pedaali tagasi esialgsesse asendisse ja toetub oma otsaga tihedalt pesale, sulgedes seega väljapääsu veele.

Kausid on valmistatud stantsitud rauast ja kaetud seestpoolt valge, väljastpoolt halli emailiga. Nende kinnitamist torukolmiku nõjasele teostatakse varda abil, mis läbib kausi sanga ja nõjase avause. Niisugune kinnitus võimaldab kausside kiiret mahavõtmist pesemisel.

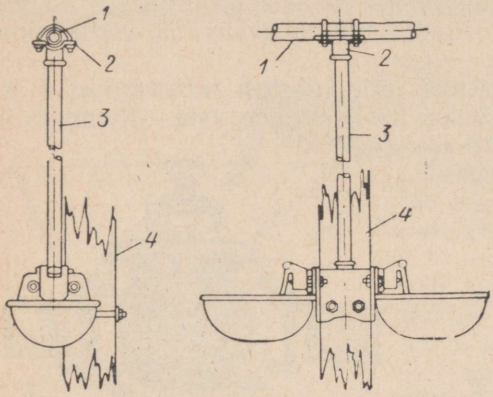
Ventiiljootjad, nagu eelkirjeldatud lihtsadki jootjad, ei ole vabad mõningaist puudustest. Kausi põhja jääv vesi ja kauss ise risustub söödajääkidega, mis nõuab nende sagedast pesemist. Ka kalduvad jootjad, kui vesi ei ole puhas ja sisaldab tahkeid lisandeid, ummistuma ja üle voolama.

Jootjate juurde juhitava vee puhastamiseks on soovitav asetada peatorustikku võrkfiltrid (joon. 27), kuhu koguneb liiv ja teised lisandid. Filtreid puhastatakse perioodiliselt mahavõetava kaane kaudu.

Jootjatesse juhitava vee eelnevaks soojendamiseks on otstarbekohane omada paaki 1—2,5 m^3 mahuga, mis on paigutatud lauda laele selleks eraldatud ruumi. Niisugust paaki täidetakse perioodiliselt pumbajaama töötamise ajal ja ta võimaldab vähendada rõhku

vajaliku miinimumini, samuti on temas olev vesi veevärgi rikńemise juhul tagavaraks.

Automaatjootjate sisseseadmisel ehitatakse sisemine veevärk tsingitatud terastorudest või mustadest torudest, läbimõõduga 25 mm. Remontimisel torudest vee väljalaskmise võimaldamiseks peavad torude horisontaalsed osad omama kalde 0,005 sissevoolu- või ligemate väljalaskekraanide suunas. Vee sissejuhtimise kohas ehitatakse lauda sisemisse veevõrku kaev, kuhu asetatakse sulgventiil ja tühjendamise torukòlmik, mis on varustatud vee väljalaskmiseks korgiga.



Joonis 28. Jootja АП-2 kinnitus vee ülemise juurdejuhtimisega.

Tarvitatakse kahte automaatjootja monteerimise varianti — vee ülemise ja alumise juurdejuhtimisega.

Joonisel 28 on näidatud vee ülemise juurdejuhtimisega monteerimise variant. Siin asub magistraaltoru *1* latritulpade prussi kohal. Võrdsel kaugusel, mis võrdub kahe latri laiusega, puuritakse torusse augud ja nendele kohtadele kinnitatakse rangide abil muhvid *2*, milledest lähevad harud *3* kahekausiliste jootjate juurde. Harud ja jootjad asuvad sõimepoolsel küljel tulpadel *4*. Jootjate ülemise ääre kõrgus põrandalt peab olema 600—650 mm.

Vee alumise juurdejuhtimisega automaatjootjate monteerimisel paigutatakse magistraaltoru põrandale piki sõime esiseina ja monteeritakse talle muhvide abil harud jootjate juurde. Sel juhul on jootjad asetatud tulpadele latrite vastu.

Jootjate hooldamine seisab nende kausside söödajääkidest puhastamises ja pesemises. Üks kord aastas peab jootjate ventiilid lahti võtma, puhastama ja asendama kulunud osad uutega. Malmist kausse peab aeg-ajalt värvima õlivärviga.

LOOMAKASVATUSRUUMIDE VENTILATSIOON.

Loomakasvatusruumide ventilatsioonile esitatavad sanitaarsed ja zootehnilised nõuded.

Loomade laudas pidamise tingimused on vältimatult seotud ruumi õhu kasutamisega ja riknemisega. Loomade eneste elutegevus, sõnniku ja virtsa lagunemisprotsessid, tolm, mis tekib koresöötadega söötmisel ja loomade ning ruumide puhastamisel, loomade poolt eraldatavad veeaurud, samuti aurud aurutatud söö-

dast, kõik see muudab tunduvalt ruumi õhu füüsikalist ja keemilist koosseisu. On näiteks teada, et keskmise kaaluga lehm hingab ööpäevas välja umbes 80 m^3 õhku ja eraldab sealjuures 3360 l CO_2 ja 7,2 l vett. Ainult kiirgamise teel eraldab lehm ühe tunni jooksul ligi 800 cal soojust.

Seetõttu nõuavad loomapidamisruumid pidevat õhuvahetust ventilatsiooni abil.

Loomakasvatusruumide (samuti paljude farmi abiehituste, nagu söödatsehhi, piimaköögi jt.) ventilatsiooni ülesanneteks on: 1) rikutud ja kasutatud õhu kõrvaldamine ja tema asendamine värskega, 2) üleliigse niiskuse kõrvaldamine ruumist ja 3) õhu vajaliku temperatuuri alalhoidmine ruumis.

Zoohügieeni poolt on kindlaks tehtud, et loomade õige pidamine on võimalik ainult õhu kindlate füüsikaliste ja keemiliste omaduste alalhoidmisel. Tähtsamateks õhunäitajateks on temperatuur, niiskus, süsihappegaasi- (CO_2) ja ammoniaagi- (NH_3) sisaldus.

Õhu temperatuur loomapidamisruumides osutab tunduvat mõju loomade elutegevusele ja järelikult nende produktiivsusele. Erisugustele loomaliikidele soovitab ГОСТ ruumide õhutemperatuuri [1], nagu on näidatud tabelis 1.

Õhu niiskusesisaldus omab samuti suurt tähtsust. Suure niiskusesisalduse juures kaotavad loomad palju soojust, muutuvad loiuks ja nõrkadeks ning haigestuvad sageli külmetuse tagajärjel. On kindlaks tehtud, et kütmata ruumides õhutemperatuuriga 6° kuni 8° ei tohi õhu relatiivne niiskus ületada 70—75%, köetavates ruumides aga temperatuuriga üle 10° — mitte üle 60%. Peale kahjuliku mõju loomade tervisele ja nende produktiivsusele mõjub õhu suur niiskus hävitavalt ehitustele, mis kiiresti niiskuvad ja kattuvad hallitusega, samuti kutsub niiske õhk esile ka metallkonstruktsioonide kiire korrosiooni.

Tabel 1.

Loomakasvatusruumide õhu temperatuur.

Ruumi nimetus	Temperatuur	
	Optimaalne	Minimaalne
Lehmalaudad	8	6
Vasikalaudad	12	7
Härjalaudad	6	3
Sugusigalad	12	8
Nuumasigalad	8	6
Kombineeritud sigalad	8	6
Lambalaudad	5	3
Hobusetallid	8	6
Lindlad	5	3

CO_2-sisaldus loomapidamisruumide õhus ei tohi mahuliselt ületada 0,25—0,30% ehk 0,0025—0,0030 m^3 õhu 1 m^3 kohta (värs-

[1] Siin ja edasi arvestatakse temperatuuri 100-kraadise skaala järgi.

kes atmosfääri õhus moodustab CO_2 0,03% ehk 0,0003 m³ õhu 1 m³ kohta).

Puudulikult ventileeritavates ruumides, kui CO_2 koguneb üle 0,3%, nõrgeneb loomade hingamine, tekib halb söögiisu, loidus ja väheneb produktiivsus.

Lõpuks, NH_3-sisaldus loomade eluruumides ei tohi ületada 0,05% ehk 0,0005 m³ õhu 1 m³ kohta. Kõige suurem NH_3 kogunemine on hobusetallides ja kõikides teistes ruumides, kus ei pöörata küllaldast tähelepanu õigeaegsele ja täielikule sõnniku väljaviimisele ja loomade puhastamisele. Liigne ammoniaagi hulk kutsub esile loomade silma ja hingamisteede limanahkade ärritusi. Peale selle alandab kõrge NH_3-sisaldus lehmalautade õhus järsult piima kvaliteeti, kuna piim on kõrvalistele lõhnadele väga vastuvõtlik.

Õhuvahetuse arvestus.

Ventilatsiooni ehitamisel tuleb teada minimaalset vajalikku värske õhu hulka, mis õhu nõutava puhtuse säilitamiseks peab kindla aja jooksul ruumi voolama. Arvestus teostatakse tavaliselt CO_2-sisalduse järgi ühe looma kohta tunnis ja nimetatakse ventilatsiooninormiks.

Ventilatsiooninormi arvestust võib teostada ka ruumi soojusbilansi või õhu niiskuse või isegi kõikide nende näitajate järgi ja määrata leitud maksimumi järgi. Kuid tavaliselt näitavad niisugused arvestused, et ventilatsiooninormi valik CO_2 järgi rahuldab täielikult ka kõikide teiste näitajate poolt esitatavad nõuded.

Suurearvuliste katsete ja arvestustega on kindlaks tehtud, et loomade poolt eraldatav CO_2 hulk moodustab keskmiselt 300 kuni 350 sm³ looma eluskaalu 1 kg kohta tunnis.

Tundes seda suurust ja selle või teise looma eluskaalu ning CO_2-sisaldust värskes ja rikutud õhus, võib ventilatsiooninormi määrata valemiga

$$x = \frac{k}{p - q} \text{ [m}^3\text{/h]},$$

kus x on ventilatsiooninorm ühe looma kohta m³/h,

k — CO_2 hulk, mis eraldatakse looma poolt m³/h,

p — maksimaalne lubatud CO_2 hulk ruumis m³, mis on võrdne 0,3% ehk 0,003 m³, ja

q — CO_2 hulk värskes õhus m³, mis on võrdne 0,03% ehk 0,0003 m³.

Kui võtta lehma eluskaaluks 400 kg, siis eraldab lehm tunnis CO_2

$$k = 400 \cdot 300 = 120\,000 \text{ sm}^3 = 0{,}12 \text{ m}^3$$

ja vajalik ventilatsiooninorm tema jaoks on

$$x = \frac{k}{p - q} = \frac{0{,}12}{0{,}003 - 0{,}0003} = 44{,}4 \text{ m}^3\text{/h}.$$

Täpsel arvestamisel peab arvesse võtma ka teised ruumis asuvad CO_2-tekitajad (nagu lahtise leegiga lambid, mikroorganismid jt.), mis tõstavad normi suurust 15—20% võrra. Viimast suurust tähistame x'. Praktilisteks otstarveteks küllaldase täpsusega valitakse täiskasvanud looma keskmise eluskaalu arvestamisel x' väärtus tavaliselt:

ühe lehma jaoks — 55—65 m³/h,
„ hobuse „ — 65—75 „
„ sea „ — 15—25 „
„ lamba „ — 12—18 „

Sel viisil, tuntud x' ja loomade arvu m juures ruumis on ventilatsiooni vajalik tunniline tootlikkus või tunniline õhuvahetus

$$V = x'm \ [m^3/h].$$

Ühe või teise ruumi V suuruse valikul peab arvestama veel järgmisi asjaolusid. Katsetega on kindlaks tehtud, et esile kutsumata loomade organismile kahjulikke õhuvoole võib õhuvahetust ruumides teostada mitte rohkem kui kolm korda tunnis. Sagedal õhuvahetusel tekib liiga märgatav õhu liikumine, mis tekitab tõmbetuult. Teatava õhutemperatuuri ja niiskusesisalduse korral mõjutab see tõmbetuul kahjulikult looma keha temperatuuri reguleerimist, talvisel ajal aga vähendab tunduvalt ruumi temperatuuri. Et seda nähtust vältida, tuleb ühe looma kohta omada küllaldast ruumi kubatuuri või talvisel ajal õhku ruumis soojendada kunstlikul teel.

Järelikult peab arvestusega valitud õhuvahetuse kordumine tunnis olema kontrollitud valemiga

$$c = \frac{V}{w},$$

kus c on õhuvahetuste arv tunnis,
w — ruumi kubatuur m³.

NSV Liidu keskvööndis on tüüpehitustes loomadele ette nähtud järgmised minimaalsed kubatuurinormid ühe looma kohta (tabel 2).

Tabel 2.

Ruumide kubatuur ühe looma kohta.

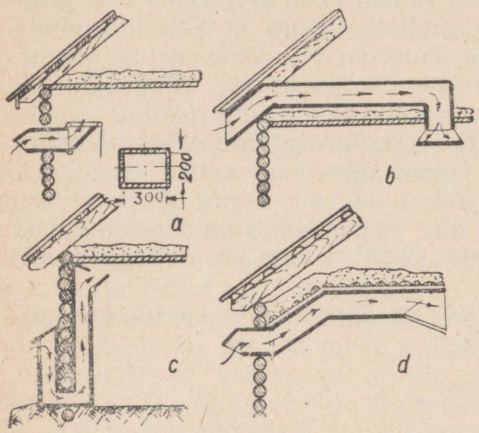
Ruumide liik	Minimaalne ruum ühe looma kohta m³
Veistele:	
lehma- ja härjalautades	16
vasikalautades	10
Hobustele:	
tööhobustele	16
tõuhobustele	30
Sigadele:	
emistele ja kultidele	15
nuumasigadele kuni 6 kuud . . .	5—6
nuumasigadele kuni 8 kuud . . .	4—5
Lammastele	3

Tegelikult nähakse tüüpehitustes tavaliselt ette aga mõnevõrra suuremad kubatuurid.

Ventilatsiooniseadmete süsteemid ja arvestus.

Ruumisisese ja välisõhu vahetus toimub suuremal või väiksemal määral pidevalt loomulikul teel läbi uste ja akende nende ebatiheduse ja seina ja lae materjali poorilisuse tõttu. Liikumapanevaks jõuks on seejuures välis- ja siseõhu rõhkude vahe, mis tekib kas välis- ja siseõhu temperatuuride vahe või tuulerõhu tagajärjel.

Niisuguse loomuliku ventilatsiooni puuduseks on tema toime ebakindlus ja väike intensiivsus. Ta ei suuda täielikult rahuldada zootehnika poolt esitatavaid nõudeid. Seepärast peavad kõik loomapidamisruumid olema varustatud kunstliku ventilatsiooniga.



Joonis 29. Juurdevooluventilatsiooni kanalite skeemid.

Eraldatakse kolme kunstliku ventilatsiooni süsteemi: juurdevooluventilatsiooni, tõmbeventilatsiooni ja juurdevoolu-tõmbeventilatsiooni.

Vajalik õhuvahetus toimub siin eriliste kanalite ja torude kaudu loomuliku või kunstliku ergutamisega. Loomuliku ergutusena kasutatakse sisemise või välisõhu temperatuuride vahet või tuule rõhku, kunstliku ergutusena mehaanilisi ventilaatoreid, mida käitatakse elektrimootoritega.

Ventilatsiooni juurdevoolu kanalid (joon. 29) asetatakse tavaliselt hoone seinte ülemisse osasse akende vahedesse, üksteisest 2—4 m kaugusele. Kõige levinum kanali ristlõige on 200 × 300 mm. Juurdevoolukanalite välisotsad varustatakse kaitsekattega sademete ruumi tungimise takistamiseks ja tuuleiilide mõju leevendamiseks.

Kanalite sisemised otsad varustatakse reguleeritavate siibritega ja kaitsekilpidega.

Juurdevoolukanalid võivad olla lühikesed (joon. 29, *a*), mis lõpevad seina siseküljel, ja pikad, mis juhivad õhu ruumi keskele (joon. 29, *b*, *d*).

Õhu juurdevoolu käsitsi reguleerimine kanali läbilõike siibritega muutmise teel nõuab tööliselt alalist valvsust.

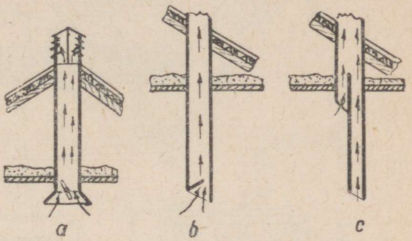
Juurdevooluventilatsiooni olemasolu üksinda ei rahulda ventilatsioonile esitatavaid nõudeid. Seda kasutatakse ainult juurdevoolutõmbeventilatsiooni osana.

Tõmbekanalid (joon. 30) võivad olla ülemised, alumised ja kombineeritud. Kõik nad kujutavad enesest ruudulise läbilõikega vertikaalseid puutorusid, avause mõõduga 400 × 400 või 600 × 600 mm, mis on kinnitatud hoone vahelaele ja katusele.

Ülemised kanalid (joon. 30, *a*) on auruga ja kergete gaasidega küllastunud õhu väljajuhtimiseks. Tavaliselt on nad paigutatud hoone laiuse keskpaika 3—5 m kaugusele üksteisest.

Alumised kanalid (joon. 30, *b*) on raskete gaaside kõrvaldamiseks ruumi alumisest tsoonist ja põrandapinnalt. Tavaliselt asetatakse nad sõnnikukäigu kohale kahte ritta malekorras. Eriti otstarbekohased on niisugused kanalid tallides ja sigalates.

Kombineeritud kanalid (joon. 30, *c*) on täiuslikumad. Nad ühendavad endas ülemise ja alumise kanali toime ning nad asetatakse piki sõnnikukäiku malekorras kahte ritta.



Joonis 30. Tõmbeventilatsiooni kanalite skeemid.

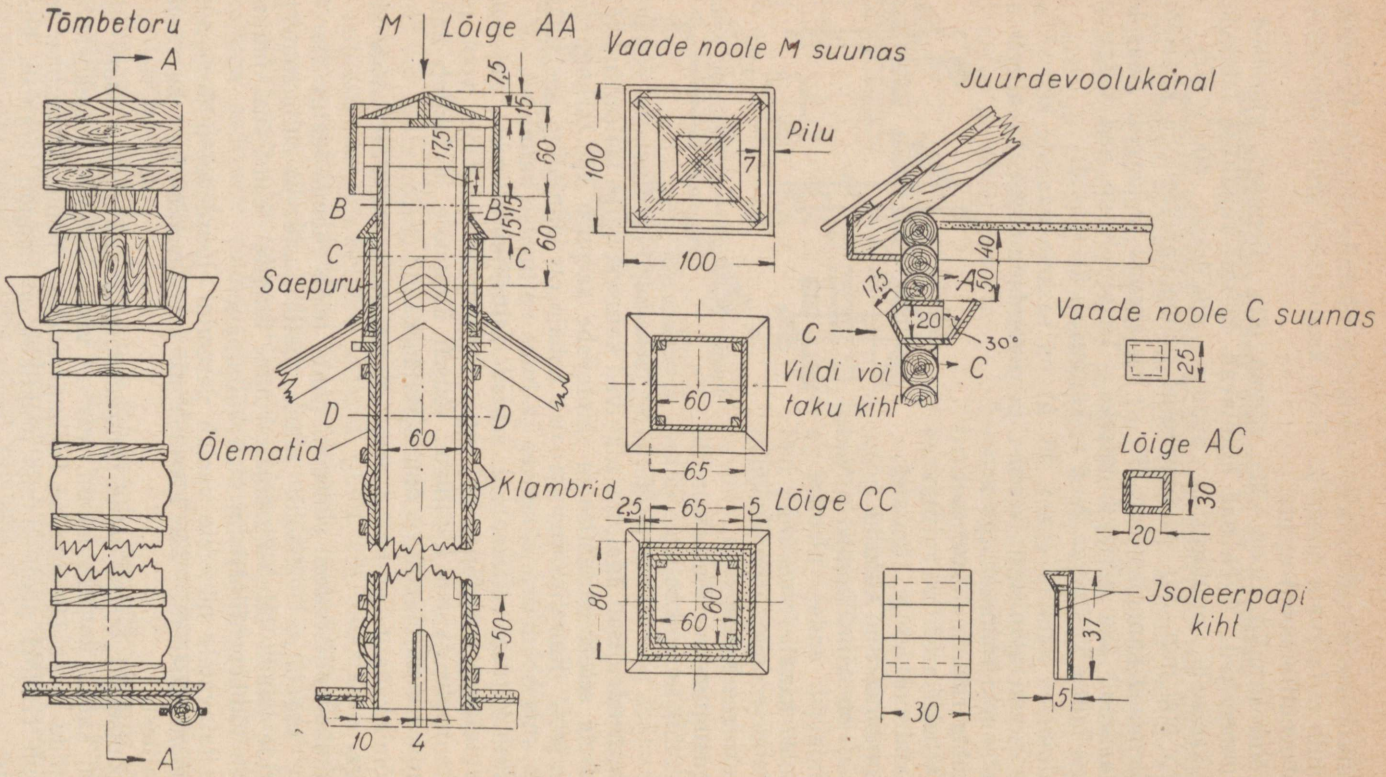
Igasuguste tõmbekanalite osad, mis asuvad vahelae ja katuse vahel, peavad olema külma kaitseks hästi kindlustatud õlemattidega, nende otsad aga, mis ulatuvad katusest välja, isoleeritud kahekordsete seinte ehitamise ja seintevahe saepuru või turbaga täitmise teel. Kanalite ülemise otsa kohale on kinnitatud spetsiaalne otsik, mis hoiab ära vihmavee ja lume sattumise kanalisse. Vahel tehakse katuse vertikaalsed seinad žalusii-kujulisteks. Sel juhul saavutatakse tuulejõu mõjul tugev õhutõmme. Välisõhu vool, põrgates vastu žalusii kaldliiste, tõuseb ülespoole ja tekitab kanali ülemises osas täiendava õhu hõrenduse.

Tõmbekanalite alumised otsad varustatakse reguleeritavate siibritega.

Tõmbeventilatsiooni süsteemi puhul tekib ruumis teatav alarõhk, mille tagajärjel välisõhk seinte ebatiheduste ja ehitusmaterjali pooride kaudu intensiivsemalt ruumi tungib. Kuid real juhtudel ei ole tõmbeventilatsioon üksi küllaldane.

Esitatavatele nõuetele vastab paremini juurdevoolu-tõmbeventilatsiooni süsteem. See koosneb nii juurdevoolu- kui ka tõmbekanalitest.

Joonisel 31 on näidatud juurdevoolu-tõmbekanalisatsiooni süsteemi kanali konstruktsioon, mis on välja töötatud mitteköetavate ruumide jaoks Üleliidulise Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi (ВИМ) poolt ja mis praktikas on leidnud laialdast kasutamist.



Joonis 31. ВИМ konstruktsiooniga tõmbe- ja juurdevoolukanalid.

Juurdevoolu- ja tõmbekanalid peavad olema igal juhul valmistatud hööveldatud ja punnitud laudadest, paksusega 2—2,5 sm. Lauad peavad olema üksteisega tihedalt sobitatud. Seestpoolt kaetakse lauad tõrvakihiga.

Tõmbekanalite arv ja nende ristlõige juurdevoolu-tõmbesüsteemi ventilatsiooni jaoks määratakse järgmisel teel.

Kuna ruumi õhk temperatuuride vahe tagajärjel väljas ja ruumi sees liigub piki kanalit üles kiirusega v m/sek, siis kanal, mille ristlõige on f m², juhib

$$Q = 3600 f v \ [\text{m}^3/\text{h}].$$

Järelikult ruumi teatud tunnise õhuvahetuse V m³ juures kanalite ristlõigete üldpind

$$F = \frac{V}{3600\, v} \ [\text{m}^3]$$

ja kanalite arv

$$n = \frac{F}{f}.$$

Väärtus v võib iga juhuse jaoks olla määratud valemiga:

$$v = 2{,}2 \sqrt{\frac{h\,(t_s - t_v)}{273}} \ [\text{m/sek}],$$

kus h on kanali kõrgus m,
t_v — välisõhu temperatuur ja
t_s — õhu temperatuur ruumis.

Kasutamise hõlbustamiseks on tabelis 3 antud v väärtused m/sek kanalite erisuguste pikkuste ja mitmesuguste $t_s - t_v$ väärtuste juures.

Tabel 3.

Õhu kiirus kanalites h ja $t_s - t_v$ mitmesuguste väärtuste juures.

Kanali kõrgus m	Temperatuuride vahe $t_s - t_v$										
	4°	5°	6°	8°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°
	Kiirus meetrites sekundis										
2	—	—	—	—	0,49	0,59	0,69	0,75	0,80	0,93	1,01
3	0,36	0,41	0,45	0,52	0,60	0,73	0,84	0,92	0,99	1,13	1,22
4	0,43	0,48	0,53	0,61	0,69	0,84	0,96	0,96	1,14	1,30	1,41
5	0,49	0,55	0,60	0,63	0,77	0,94	1,07	1,18	1,28	1,44	1,53
6	0,54	0,60	0,66	0,76	0,84	1,03	1,17	1,30	1,40	1,58	1,78
7	0,58	0,65	0,72	0,82	0,91	1,11	1,20	1,40	1,52	1,71	1,87
8	0,62	0,69	0,77	0,87	0,97	1,18	1,35	1,50	1,69	1,83	1,99
9	0,66	0,73	0,84	0,93	1,02	1,26	1,42	1,58	1,72	1,94	2,11
10	0,69	0,77	0,85	0,98	1,09	1,33	1,51	1,67	1,81	2,05	2,24

Näide. Määrata tõmbekanalite vajalik arv ja ristlõige 100-kohalisele lehmalaudale, kui lehmade keskmine eluskaal on 450 kg, kanalite kõrgus 5 m, välisõhu temperatuur $t_v = 0°$ ja õhu temperatuur ruumis $t_s = 10°$.

Lahendus. 1. Määrame õhuvahetuse hulga ühe lehma kohta tunnis. CO_2 hulk, mida lehm tunni jooksul eraldab ühe eluskaalu kg kohta, on võrdne 350 sm³. Siis $k = 350 \times 450 = 157\,500$ sm³ = 0,1575 m³, õhuvahetuse suurus x aga, kui $p = 0{,}003$ m³ ja $q = 0{,}0003$ m³, on

$$x = \frac{k}{p - q} = \frac{0{,}1575}{0{,}003 - 0{,}0003} = 58{,}3 \text{ m}^3;$$

arvestades täiendavatele CO_2-allikatele 10% juurde, on

$$x' = 64 \text{ m}^3.$$

2. Määrame kogu ventilatsioonisüsteemi vajaliku tunnilise tootlikkuse.

$$V = x'm = 64 \cdot 100 = 6400 \text{ m}^3/\text{h}.$$

3. Tabeli 3 järgi leiame õhu kiiruse kanalis $(t_s - t_v) = (10 - 0) = 10°$ ja $h = 5$ m juures.

$$v = 0{,}77 \text{ m/sek}.$$

4. Kõikide kanalite põiklõike ristlõige

$$F = \frac{V}{3600\,v} = \frac{6400}{3600 \cdot 0{,}77} = 2{,}3 \text{ m}^3$$

5. Valinud kanalid mõõtudega 60×60 sm, kusjuures igaühe ristlõige $f = 60 \times 60 = 3600$ sm² ehk 0,36 m², leiame kanalite arvu:

$$n = \frac{F}{f} = \frac{2{,}3}{0{,}36} = 6{,}4.$$

Valime $n = 7$.

Juurdevoolukanalite arvu ja ristlõike määramine toimub analoogiliselt tõmbekanalite arvestusega. Sealjuures peab V arvestusväärtust vähendama, kuna õhk satub ruumi ka akende ja uste ebatiheduste ning seinamaterjali pooride kaudu. Harilikult valitakse juurdevoolukanalite ristlõige $0{,}7V$ tellis- ja saviehitustes ja $0{,}5V$ puuehitustes.

Üleliiduline Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituut (ВИМ) soovitab valida järgmised juurdevoolu-tõmbeventilatsiooni juurdevoolukanalite ristlõiked ühe looma kohta:

veistele	—	250 sm²
hobustele	—	130 „
nuumasigadele	—	120 „
emistele	—	150 „
noorloomadele	—	80 „

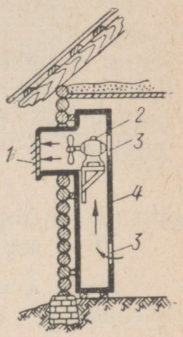
Need normid on hästi kooskõlas arvestusandmetega.

Loomuliku ergutusega juurdevoolu-tõmbeventilatsioon leidis tänu oma lihtsusele laialdast kasutamist. Kuid peab silmas pidama, et tema toime ei suuda tagada õhuvahetust aasta läbi ühesugusel määral. Kui $t_s - t_v = 0$, siis katkeb tema toime täielikult, kui aga $t_s - t_v$ on maksimaalne (näiteks talvel), siis on ta toime liiga tugev ja nõuab alalist reguleerimist.

Täiuslikum on ventilatsioon mehaanilise ergutusega, kusjuures tavaliselt kasutatakse mitmesugust süsteemi elektriajamiga varustatud madalrõhuventilaatoreid.

Ventilaatorid tekitavad kanalites rõhku, mis kutsub esile õhu liikumise ja tema vahetuse. On olemas kaks elekterventileerimissüsteemi: 1) mitme tõmbekanaliga, milledest igaüks on varustatud eraldi elektriventilaatoriga, ja 2) ühe ühise kanaliga ning ühe ventilaatoriga süsteem.

Esimesel juhul kasutatakse propellerikujulisi või paljulabalisi ventilaatoreid, mis on asetatud otse 0,2—0,5 kW võimsusega elektrimootori võllile. Ventilaatorid seatakse üles vahetult tõmbekanalitesse või tõmbekappidesse, nagu on näidatud joonisel 32. Siin on ventilaator *2* kinnitatud ventilatsiooniava kohale ruumi seinale nõjase abil. Ta imeb õhku sisse läbi väikese puukapi *4*, mille esiseintel on uksed *3*. Kui on vaja teostada õhu vahetust ja säilitada sealjuures ruumi temperatuuri, siis avatakse ainult kapi alumine uks. Ruumi jahutamise vajaduse korral avatakse ülemine uks.



Joonis 32. Elektriventilaatoriga tõmbekanali ehituse skeem.

Ventilaatori poolt tõugatav õhk väljub šarniirselt kinnitatud žalusii *1* kaudu. Viimane takistab sademete sattumist kappi ja avaneb ainult ventilaatori töötamisel tekkiva õhurõhu mõjul.

Ühe ühise kanaliga ja ühe elektrimootoriga ventilatsiooniseade ehitatakse tavaliselt järgmise skeemi kohaselt. Pöörningule asetatakse piki hoonet plekktoru, mille külge ühendatakse alt mitu haru, mis on juhitud ruumi ja lõpevad siibritega. Toru ots ühendatakse ventilaatoriga. Kui on vaja teostada õhu vahetust, siis avatakse siibrid ja käivitatakse ventilaator.

Juhtimise automatiseerimiseks ja ruumis kindlama õhurežiimi loomiseks võib ventilatsioonisüsteem olla varustatud termoregulaatoriga. Olles lülitatud elektrivõrku ja üles seatud vajaliku temperatuuri maksimumile ning miinimumile, lülitab niisugune regulaator ventilaatori elektrimootori automaatselt sisse ja välja.

Tavaliselt iseloomustatakse ventilaatoreid kahe suurusega: tootlikkusega Q m³/h ja tekitatava rõhuga H veesamba mm-s. Järelikult, et valida konkreetsele juhule vastav ventilaator, on vajalik määrata ruumi tunnine õhuvahetuse suurus, mis on võrdne V m³/h, ja määrata õhu liikumistakistus kanalis H veesamba mm-s.

V m³/h arvestatakse sel juhul samuti kui loomuliku tõmbega ventilatsioonil. Pideval töötamisel peab ventilaatori tootlikkus

$$Q = V \text{ [m}^3\text{/h]}.$$

Kuid ruumis õhuvahetuse reguleerimise võimaldamiseks valitakse tavaliselt ventilaator, mille tootlikkus ületab 2—3 korda V, s. o.

$$Q = 2V \text{ kuni } 3V \text{ [m}^3\text{/h]}.$$

Ventilaatori rõhu H vajaliku suuruse arvestust teostatakse õhu liikumistakistuse määramise põhjal kanalis. Sealjuures arvestatakse ka kohalikke takistusi, mis tekivad torude käänakutel, põlvedes,

kitsenemistes, siibrites jne. Praktika jaoks küllaldase täpsusega võib H väärtust kanalis määrata valemiga

$$H = \frac{L\alpha v^2\gamma}{D\,2g} \text{ mm veesammast,}$$

kus α on õhu hõõrdetegur torus, mis võrdub ümmarguste raudtorude puhul 0,02,
L — kanali toru pikkus m,
D — „ „ läbimõõt m,
v — õhu kiirus torus m/sek, mis on võrdne 10—15 m/sek,
g — raskusjõu kiirendus, mis on võrdne 9,81 m/sek^2,
γ — 1 m^3 õhu kaal, mis on keskmiselt võrdne 1,2 kg.

Kohalike takistuste arvestamist teostatakse nende lisamiseks leitud H väärtusele. Niisuguse arvestuse kõige lihtsam meetod seisab H-le ekvivalentsete pikkuste lisamises, mis vastavad kohalikele takistustele. Ekvivalentsete pikkuste suurust määratakse järgmise suhtega:

$$L_e = 10\beta D \text{ [m],}$$

kus β on kohalik takistustegur,
D — kanalite toru läbimõõt m-s.

Tabelis 4 on toodud β väärtused põhilistele kohaliku takistuse liikidele.

Tabel 4.

Kohaliku takistuse teguri β väärtus.

Täisnurkne põlv (90°) . .	1,5	Sujuv kitsenemine (ahenemine)	0,1
Põlv, nurgaga üle 90° (~ 135°)	0,5	Siiber	0,0— 9,0
Ümarik põlv	0,1	Drosselklapp	0,3—10,0
Hargnemised	1,5—2,5	Ahenevad harud, mis hargnemiskohtades on ümardatud	0,0
Täisnurkne torukolmik . .	3,0		
Kõver torukolmik . . .	1,0		

Valitud torude läbimõõt peab olema küllalt suur, et õhu kiirus nendes ei ületaks 15 m/sek.

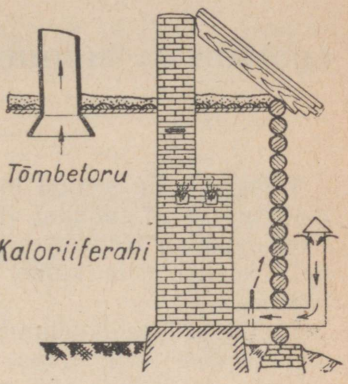
Määranud Q ja H, valitakse ventilaator, mis kõige lähedasemalt sobib arvestusandmetega. Elektrimootori vajalikku võimsust ventilaatori rakendamiseks määratakse valemiga

$$N = \frac{Q'H}{75\eta_1\eta_2} \text{ [HJ],}$$

kus Q' on ventilaatori tootlikkus m^3 sek.,
H — ventilaatori poolt tekitatav rõhk veesamba mm-s,
η_1 — ventilaatori kasutegur, mis on väikese tootlikkusega tsentrifugaalventilaatoritel 0,4, suure tootlikkusega ventilaatoritel 0,6 ja propellerikujulistel ventilaatoritel 0,2—0,3,
η_2 — tegur, mis arvestab mehaanilisi kadusid mootoris ja mis on võrdne 0,85—0,90.

Noorkarja pidamisruumides (vasikalautades, sugusigalates jt.) ehitatakse küte-ventilatsiooni süsteem.

See koosneb (joon. 33) lihtsamal kujul kaloriiferahjudest ja juurdevoolu- ning tõmbekanalitest. Siin juhitakse värske õhk juurdevoolukanali kaudu ahju alumisse ossa — õhukanalitesse, kus ta soojeneb ja sealt ruumi satub.

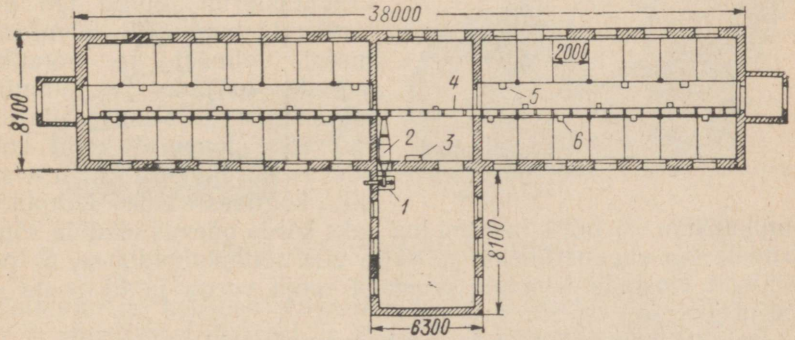


Joonis 33. Koloriiferahjuga õhu soojendamise skeem.

Klapi olemasolu juurdevoolukanali otsal võimaldab juhtida ahju nii väliskui ka ruumisisest õhku ja sellega ühtlasi reguleerida ruumi õhutemperatuuri. Rikutud õhu eemaldamine toimub tõmbekanalite kaudu.

Üleliidulise Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi (ВИМ-i) Zaporožje filiaali poolt on välja töötatud eriline ventilatsiooni-elekterkütte seade 25—28 emisega sigalale. Ta koosneb (joon. 34) 0,75 kW võimsusega elektrimootoriga tsentrifugaalventilaatorist *1*, elektriahjust *2*, puust õhujuhtmestikust ristlõikega 300 × × 300 mm, milline juhtmestik on kinnitatud piki sigalat laetaladele ja mis omab 15 siibritega varustatud avaust *6*, jagamiskilbi *3* ja tõmbetoru *5*.

Elektriahi kujutab enesest raudkarpi, mille sisse on monteeritud kuus traadist kütteelementi, mis on lülitatud üldisesse elektrivõrku.



Joonis 34. Sugusigalate elekterkütteventilatsiooni skeem.

Ventilaatorite poolt sisse imetav välisõhk suunatakse ahju, soojendatakse viimases 20°-ni ja jagatakse õhutorustiku ning avauste kaudu ruumi laiali. Rikutud õhk eemaldub tõmbetorude kaudu.

Maksimaalne võimsus, mida ahi tarvitab, on 25 kW. Keskmine elektrienergia kulu ühe põrssa kohta ööpäevas on talvel 0,9—1,0

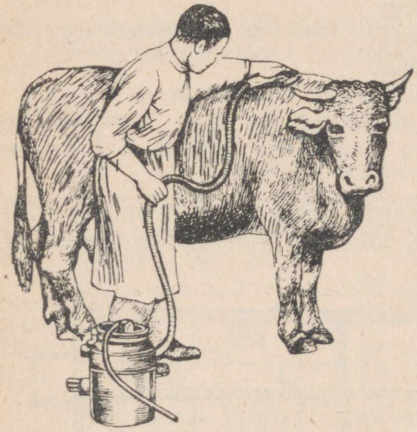
kWh. Selle süsteemi abil tagatakse sigalates järgmine õhurežiim: relatiivne õhuniiskus — 65%, temperatuur 10—12° ja CO_2-sisaldus — mitte üle 0,2%.

LOOMADE JA RUUMIDE PUHASTAMINE NING PESEMINE.

Üldalused.

Tööd, mis on seotud loomade puhtalt hoidmisega, ruumide korrastamisega ja sõnniku väljaveoga, moodustavad farmis ühe kõige töömahukama tööprotsessi. On teada, et kui kõiki neid töid teostada käsitsi, siis kulub nendele 35—40% kogu loomatalitajate tööajast.

Loomade õige hoidmine, nende produktiivsus ja kõrge kvaliteediga toodete (eriti piima) saamine sõltub suurel määral puhastustööde õigeaegsest teostamisest ja selle kvaliteedist. Kirjeldatavate tööde hulka kuuluvad loomade puhastamine ja pesemine, asemete puhastamine sõnnikust, sõimede ja jootjate pesemine, sõnniku kogumine, selle pealelaadimine ja väljavedu sõnnikuhoidlasse ja rida teisi töid.



Joonis 35. Elektritolmuimeja töötamas

Nii näiteks on piima-loomakasvatusfarmi oludes iga päev tarvis: 1) puhastada lehmi mustusest, tolmust ja sõnnikust sugade, harjade ja tolmuimejaga, 2) pesta ja kuivatada udarad enne lüpsi, 3) mitu korda päevas kõrvaldada latritest sõnnik, kogudes teda kuhjadesse sõnnikukäiku, 4) mitte harvem kui kaks korda päevas laadida sõnnik kärudele või vagonettidesse ja välja viia sõnnikuhoidlasse, 5) perioodiliselt teostada lehmade pesemist sooja veega ja 6) pesta sõimed ja jootjad.

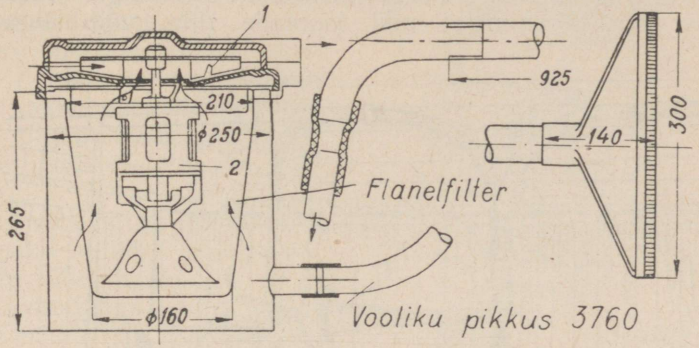
Sama suur on töömaht ka seakasvatusfarmides.

Nende tööde mahu vähendamine on vahetult seotud heade loomapidamisruumide olemasoluga, latrite, lõõgade, sõimede ja jootjate otstarbekohase ehitusega, loomade mugava paigutusega talitamiseks, rikkalikult ja sagedasti vahetatava aluspanuga ja kindla loomade hoidmise režiimiga. Kuid kõik need abinõud ei vabasta talitajaid suurest hulgast käsitsiteostatavatest töödest ja seepärast on vajalik puhastamisel uute võtete ja tehniliste abinõude kasutamiselevõtt.

Loomade puhastamise ja pesemise moodused ja abinõud.

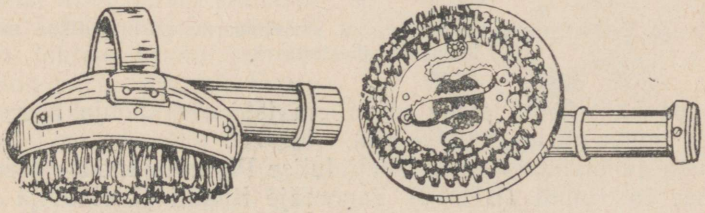
Loomade puhastamiseks tolmust, mustusest ja sõnnikust kasutatakse peale harilikkude käsiharjade ja sugade ka igasuguseid elektritolmuimejaid.

Käsitsipuhastamisel kulgeb töö aeglaselt, on väsitav ja inimese tervisele kahjulik. Tolmuimeja abil toimub see töö aga 2—3 korda



Joonis 36. Elektritolmuimeja konstruktsioon.

kiiremini, on vähem väsitav ja, mis kõige tähtsam, kogu tolm ja mustus kogunevad sealjuures tolmuimeja anumasse. Joonisel 35 on näidatud tolmuimejat töötamas. Erinevalt tavalistest tolmuimejatest, mida kasutatakse koduses majapidamises, valmistatakse loomadepuhastamise tolmuimejad suurema anumaga tolmu ja mustuse kogumiseks ja erilise voolikuotste, harjade ja sugade komplektiga.



Joonis 37. Tolmuimeja hari-suga.

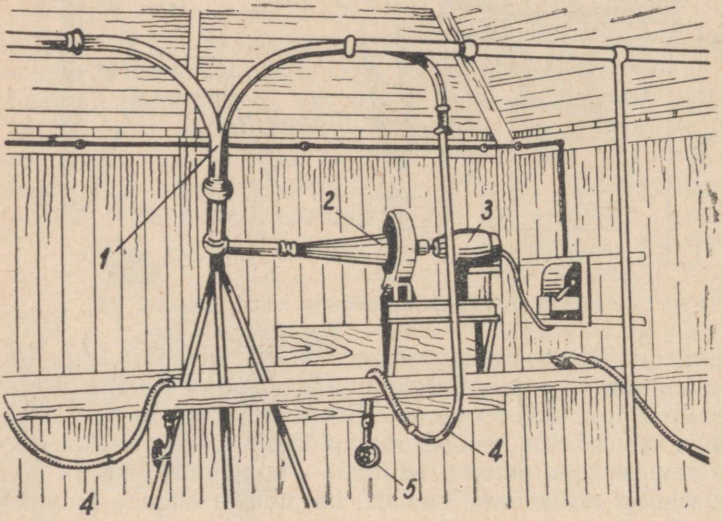
Tolmuimeja koosneb elektrimootorist *2* (joon. 36), ventilaatorist *1*, riidefiltrist, kestast ja 3—4 m pikkusest painduvast voolikust. Elektrimootorit toidetakse valgustusvõrgust pingega 110, 127 või 220 V. Tema võimsus on tavaliselt 200 kuni 500 W.

Vooliku otsale kinnitatakse vahetatavad jäigatorulise käepidemega hari-soad (joon. 37).

Ventilaator imeb õhu kestast ning ajab ta ülemise harutoru kaudu välja, luues kestas õhuhõrenduse, mille suurus on 880 mm veesammast. Hõrenduse mõjul satuvad harja või soa poolt looma keha pinnalt eraldatud tolm ja mustus koos õhuga vooliku kaudu

kesta. Riidefilter peab tolmu ja mustuse kinni, puhta õhu aga puhub ventilaator välja. Kesta põhja kogunenud tolm ja mustus kõrvaldatakse aeg-ajalt. Niisuguste tolmuimejate abil teostatakse loomade puhastus vahetult latrites.

Kasutatakse ka võimsa mootoriga elektritolmuimejaid, mis asetatakse kaherattalisele käsikärule, kusjuures tolmuimejad on varustatud kahe või kolme voolikuga ning tsükloon-filtriga. Veeretades niisugust käru-tolmuimejat piki loomade rida, võib üheaegselt



Joonis 38. Nelja voolikuga varustatud statsionaarne pneumaatiline seadis hobuste puhastamiseks.

puhastada kaks-kolm lehma ja hiljem tsüklooni põhja kogunenud mustuse lauda piiridest välja viia.

Hobuste puhastamiseks on Üleliidulise Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi (ВИМ-i) Zaporožje filiaali poolt välja töötatud nelja voolikuga statsionaarne seadis (joon. 38). Ta koosneb 1,4 kW võimsusega elektrimootoriga varustatud kõrgerõhu-tsentrifugaalventilaatorist *2*, nelja haruga raud-õhutorustikust *1*, harisugadega *5* varustatud voolikutest *4* ja filtrist. Seadis monteeritakse kas välja katuse alla või eraldi ruumi.

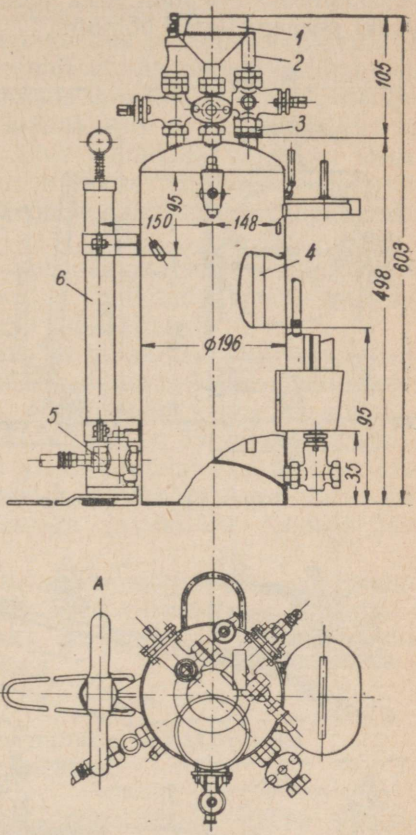
Ventilaator tekitab õhutorustikus ja voolikutes hõrenduse ja imeb läbi hari-sugade hobuste keha pinnalt tolmu, kõõma, mustuse ja väljalangenud karvad filtrisse. Väljalangenud karvad kogunevad filtri pinnale, tolm ja mustus langevad alla veega täidetud nõusse. Ühe hobuse puhastamine kestab 10 minutit.

Kuid loomade puhastamine harjadega ainult kuivalt ei ole küllaldane — neid on aeg-ajalt vaja pesta sooja või külma veega, real juhtudel aga ka mitmesuguste desinfitseerivate lahustega.

Loomade pesemine toimub kas vahetult latrites või, mis veel parem, selleks eraldatud pesemisruumides, mis ette nähakse juba lautade või sigalate ehitamisel.

Loomade pesemiseks latrites on välja töötatud kantav pesemisaparaat (joon. 39) ja tehnik S. V. Dikin'i süsteemi liikuv pesemismasin (joon. 40).

Kantav aparaat kujutab enesest 40 l mahuga terassilindrit. Silindri kaanel asuvad: kraaniga lehter *1* silindri täitmiseks veega või desinfitseeriva lahusega, manomeeter *2* ja kraaniga ning toruga *4* varustatud harutoru *3*, mis asub silindri sisemuses. Harutoru ühendatakse 4—5 m pikkuse voolikuga, mille vabal otsal on eriline hari. Silindri küljele on kinnitatud käsiõhupump *6*, mis vooliku kaudu pumpab õhku silindrisse läbi alumise kraani *5*.



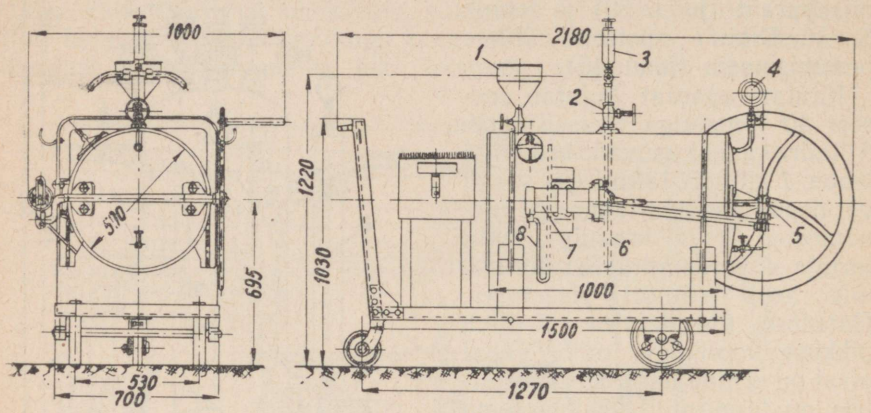
Joonis 39. Kantav loomapesemisaparaat.

Aparaat töötab järgmiselt: silinder täidetakse veega või desinfitseeriva lahusega ja luuakse temas pumba abil 0,5-atmosfääriline rõhk. Rõhu mõjul suundub vesi või lahus mööda toru *4* harutoru lahtise kraani ja vooliku kaudu harja juurde. Harja on tehtud rida avasid, millede kaudu vesi väljub rõhu all väikeste jugadena ja niisutab läbi harjaste looma keha pinda. Tööline, töötades harjaga, puhastab ja peseb üheaegselt mustuse looma keha pinnalt maha, saavutades suure tootlikkuse ja tunduvalt parema pesemise kui käsitsipesemisel. Veekulu võib reguleerida kraani abil paagil ja ventiiliga, mis on olemas harjal. Ühe lehma pesemiseks kulub keskmiselt 3 kuni 5 l vett. Ühe lehma pesemine kestab 3 kuni 5 min.

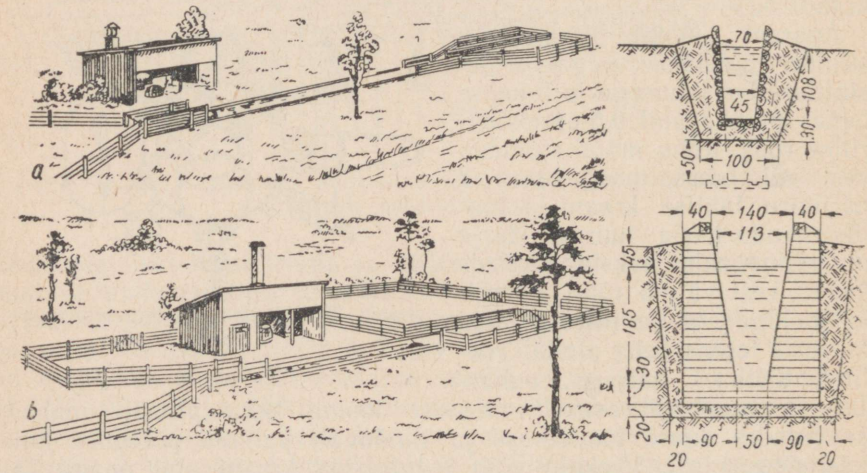
Liikuv loomapesemismasin (joon. 40) on määratud üheaegselt nelja harjaga töötamiseks. Kolmerattalisele kärule on asetatud 240 l mahuga raudpaak. Paagi tagumisele otsale on laagritesse kinnitatud hoorattaga väntvõll *5*, mille abil pannakse liikuma horisontaalse õhupumba *7* kolb, mis toru *8* kaudu surub õhku paaki. Paagi peal asetub kraaniga lehter paagi täitmiseks sooja veega või desinfitsee-

riva lahusega ja harutoru *2* harjadega varustatud kummivoolikute ja manomeetriga ühendamiseks.

Harutoru on varustatud käsipritsiga *2* desinfitseeriva lahuse perioodiliseks etteandmiseks voolikutesse ja toruga *6*, mis on lastud paaki peaaegu tema põhjani.



Joonis 40. Liikuv nelja voolikuga loomapesemismasin.



Joonis 41. Vann-kaevis loomade ujutamiseks:
a — lammastele, *b* — lehmadele (mõõdud sm).

Käru raami etteotsa paigutub kast karvade kogumiseks, kamm harjade puhastamiseks ja vann desinfitseeriva lahusega, milles harjad pärast iga looma pesemist puhastatakse.

Masinat teenindab viis töölist, kelledest üks paneb pöörlema hooratta, teised aga loomi harjadega pesevad ja puhastavad. Tunni

jooksul töödeldakse 40—50 veist või hobust. Sigade pesemisel kasutatakse masinat eraldi ruumis ja seatakse seal üles statsionaarselt.

Asendades harjad eriliste pihustajatega ja täites paagi lubjalahusega, võib seda masinat kasutada ka lautade lupjamiseks ja desinfitseerimiseks, saavutades sealjuures suurt tööviljakust.

Peab märkima, et loomade puhastamist ja pesemist kantavate ja liikuvate masinate ning aparaatide abil ei saa pidada sanitaarselt rahuldavaks. Otstarbekohasem on omada igas laudas eraldi pesemisruumi (või äärmisel juhul pesemiskohta), mis selleks otstarbeks on eriliselt sisustatud. Temasse on hõlbus mahutada vajalikku sisseseadet — elektriventilaatorit, tsüklooni tolmu ja mustuse kogumiseks, veepaaki, veesoojendusseadet, õhukompressorit, villapügamismasinat jne.

Niisugust loomade töötlemise viisi kasutavate eesrindlikkude majapidamiste kogemused näitavad, et loetletud abinõudega võib saavutada suurt tootlikkust ja kõrget töökvaliteeti.

Reas suure loomade arvuga lamba- ja piima-loomakasvatusfarmides ehitatakse vannid-kaevised loomade ujutamiseks vees või mitmesugustes desinfitseerivais lahustes. Niisuguseid vanne kasutatakse kevadel, suvel ja sügisel. Joonisel 41, *a* ja *b*, on näidatud niisuguste vannide üldine ehitus lammaste ja veiste ujutamiseks. Nad kujutavad enesest pikka betoonist või puust kaevist nõlvadega otstel, mis täidetakse veega või vajaliku lahusega ja millest loomad läbi aetakse.

Kaevis piiratakse aiaga ja varustatakse väljakuga — ujutatud loomadelt vee mahavoolamiseks. Mõnikord varustatakse niisugused kaevised pumbaga vee äraimemiseks, aurukatlaga vee soojendamiseks ja kraavi kohale asetatud dušiga.

Sisseseade loomakasvatusruumide koristamiseks ja puhastamiseks.

Loomakasvatusruumide puhtalt hoidmine nõuab päeva jooksul mitmekordset latrite puhastamist sõnnikust, sõnniku kogumist hunnikutesse, laadimist kärule või vagonetti ja väljaviimist sõnnikuhoidlasse. Peale selle tuleb sõimed, latrid ja käigud sageli puhastada risust, söödajäätmeist ja sõnnikust, ka peab neid aeg-ajalt pesema veega.

Hea ehitusega ruumides, mis omavad asfalteeritud või betoneeritud põranda, kallakuga vee äravoolamiseks, kanalisatsiooni, sisemise veejuhtmestiku ja mehhaniseeritud transpordi sõnniku väljaveoks, võivad kõik need tööd olla tunduval määral mehhaniseeritud.

Tänapäeva lautades, sigalates ja tallides, mis on ehitatud vastavalt kinnitatud tüüpprojektidele, teostatakse kõik need tööd tavaliselt järgmise korra kohaselt: valves olev tööline rehitseb aeg-ajalt sõnniku hargi või labida abil latritest virtsarenni või sõnnikukäiku ja kohendab üheaegselt aluspanu latris kuiva aseme tagamiseks, hoides sellega ära loomade mustumise. Sõnnik kogutakse töölise

poolt virtsarenni kuhjadesse, laaditakse kogunemise määral ripp-raudtee või maapealse raudtee vagoneti veokasti ning viiakse välja sõnnikuhoidlasse. Virts voolab piki virtsarenni virtsakaevu.

Sõimede, latrite ja kogu ruumi koristamist-pesemist teostatakse tavaliselt üks kord päevas, ajal, mil loomad on väljas. Neid töid teostatakse hoolikalt ja kiiresti, kasutades pesemisvoolikuid, mis on ühendatud küllaldaselt rõhku omava veevärgiga. Rõhu tõstmise eesmärgil ja veejoa intensiivsema toime saamiseks kasutatakse sageli ümberpaigutatavat pumpa. Sõime ja latrite desinfitseerimisel võib kasutada liikuvat loomapesemismasinat. Sel eemärgil on masina juurde konstrueeritud spetsiaalne „mehaaniline" hari (S. V. Dikin'i konstruktsioon), mille torukujulise käepideme külge ühendatakse paagist tulev kummivoolik. Käepideme alumise otsa külge on keeratud düüsidega muhv. Vesi või lahus väljub düüsidest jugadena, niisutades harja harjaseid ja töödeldavat pinda.

Kõige töömahukamaks tööks on sõnniku kogumine virtsarennidest ja selle laadimine transpordikärudesse. Need tööd võivad olla mehhaniseeritud kraap-transportööride sisseseadmisega piki virtsarenni, nende perioodiliseks sisselülitamiseks. Niisugune transportöör toimetab sõnniku piki virtsarenni ja edasi toru kaudu ruumist välja ning laadib ta transportkärusse.

Mehhaniseeritud sõnnikuhoidlad.

Sõnnik ja virts kujutavad enesest väärtuslikku loomakasvatuse kõrvaltoodet. Nende kogumiseks ja hoidmiseks ehitatakse sõnnikuhoidlad ja virtsakogujad. Teistest paremini vastavad esitatavatele nõuetele sõnnikuhoidlad 1,5—2,0 m sügavuste kraavide näol, mis on pealt kaetud katusega. Kraavi seinad valmistatakse betoonist või puust. Kraavi põhi valmistatakse veekindluse saavutamiseks samuti betoonist või laotakse tihedale savialusele munakividest. Põhi ehitatakse kallakuga virtsa äravoolamiseks kinnisesse virtsakogujasse. Kraavi mõlematel otstel on ette nähtud nõlvade olemasolu transpordivahendite vabaks sissesõitmiseks sõnniku väljavedamisel.

Sõnnikuhoidla mõõdud (laius ja pikkus) määratakse igal üksikul juhul vajalikust mahust lähtudes. Viimane sõltub loomade arvust, sõnniku eraldamise normidest ja tema hoidmise ajast sõnnikuhoidlas ning määratakse valemiga

$$V = \frac{mna}{\gamma} \quad [m^3],$$

kus m on loomade arv, arvestatud täiskasvanutes,

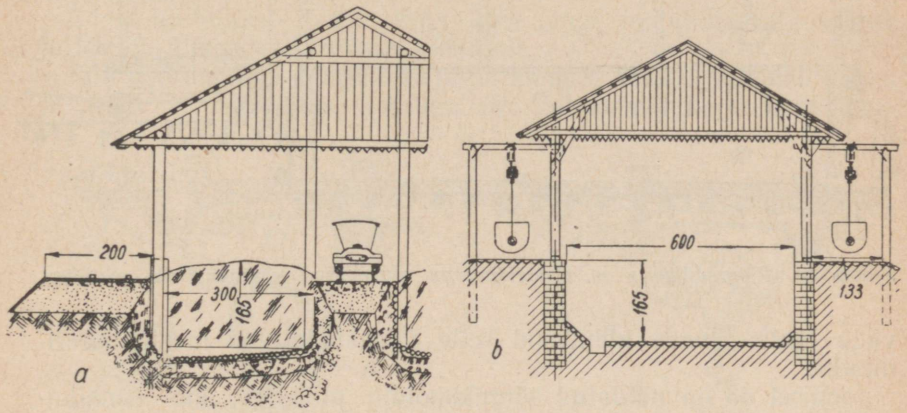
n — sõnniku sõnnikuhoidlas hoidmise päevade arv, mida arvestustes valitakse 100—160 piirides,

a — ööpäevane sõnniku eraldamise norm ühe looma kohta kg (lehmale $a = 30$ kg, seale $a = 9$ kg),

γ — sõnniku mahukaal, mis on võrdne 0,6—0,7 t/m³.

Sõnniku laotamise kõrgus peab olema 1,5—2,0 m. „Selhozstroiprojekti" tüüpprojektides soovitatakse sõnnikuhoidla vajaliku põrandapinna määramisel kinni pidada järgmistest kasuliku põrandapinna normidest: lehma kohta 2,5 m², tööhobusele — 1,75 m², seale — 0,50 m² ja lamba kohta 0,30 m².

Joonisel 42 on näidatud tüüpiliste sõnnikuhoidlate lõiked, mehhaniseeritult sõnniku sissetoomisega üherööpalise rippraudtee või maapealse raudtee abil. Esimesed, mis on ehitatud kahe kitsa paralleelse kolme teega kraavi näol, on mugavad selle poolest, et nad



Joonis 42. Mehhaniseeritud sõnnikuhoidlate põiklõiked.

Vasakul — kahe kraaviga ja maapealse teega, paremal — ühe laia kraaviga ja rippraudteega (mõõdud sm).

lubavad kraavi ühtlasemat täitmist vahetult vagonettidest, kuna teised nõuavad aeg-ajalt täitmise määral sõnniku ümberlaotamist servadest keskkohale.

Laiad sõnnikuhoidlad võimaldavad vankrite pööramist kraavide sees. Kitsastes kraavides tuleb vankrid ette anda tagurpidi või alla sõita külje pealt üle sõnnikukihi.

Peale kraavikujuliste, süvendatud sõnnikuhoidlate, on olemas ka pinnapealseid sõnnikuhoidlaid katustega kaetud platvormide näol. Sõnniku laotamise võimaldamiseks nendes 2 m kõrguse kihina ehitatakse katus platvormi kohale kõrgetele tulpadele. Tulpadele asetatakse rippraudtee estakaadi ringroobas, mis on pöörmega ühendatud rippraudtee üldise magistraaliga. Sõnnikuga vagonettide liikumine saavutatakse estakaadil elektrivintsi ja lõputa köie abil, mis on tõmmatud rullidele rööbiti rööpaga.

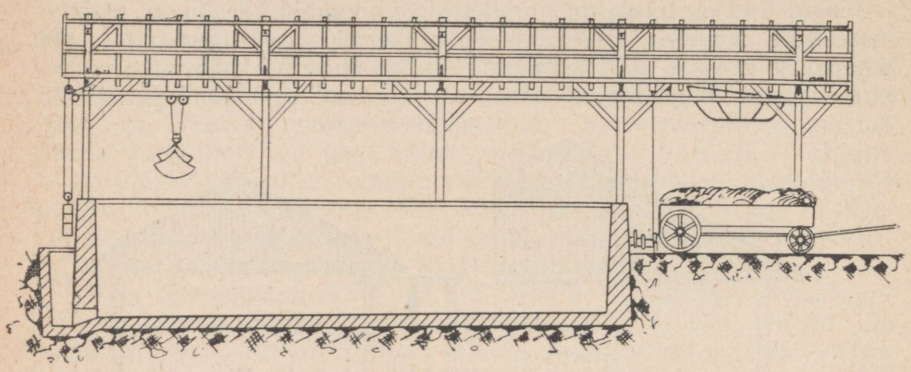
Ülestõstetud vagonetid kalduvad automaatselt ümber ja tulevad piki ringrööbast tagasi.

Toodud sõnnikuhoidlate kirjelduste näidetest on näha, et mehhaniseeritud sisetranspordi olemasolul võib sõnnikuhoidlate täitmine olla täielikult mehhaniseeritud. Palju keerukam on sõnniku väljavõtmine põldudele viimiseks.

TARTU ÜLIKOOLI RAAMATUKOGU

Kõige ratsionaalsemaks peetakse sõnniku väljavedu ja laotamist põldudele vahetult enne selle sissekündmist ja väga lühikese ajajooksul.

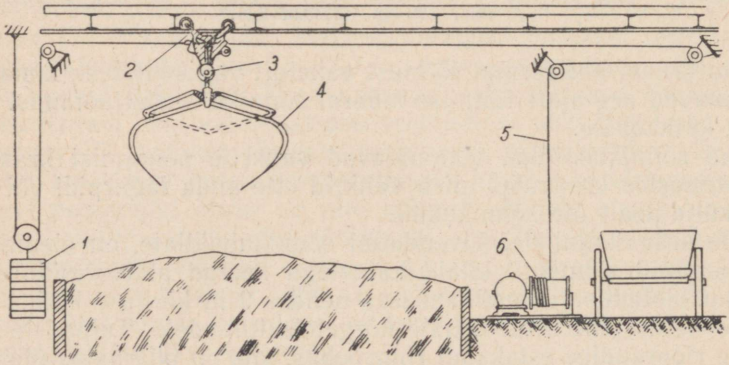
Käsitsi pealelaadimisel on raske saavutada vajalikku tootlikkust ja alati leiab aset transpordivahendite suur seisuaeg. Seetõttu on



Joonis 43. Rippraudteega ja elektrivintsiga varustatud sõnnikuhoidla pikilõige.

väga tähtis omada abinõusid selle töömahuka töö mehhaniseerimiseks.

Joonisel 43 on näidatud sõnnikuhoidla pikilõige, kus sõnnikuhoidla on sõnniku vankritesse laadimiseks varustatud rippraudteega



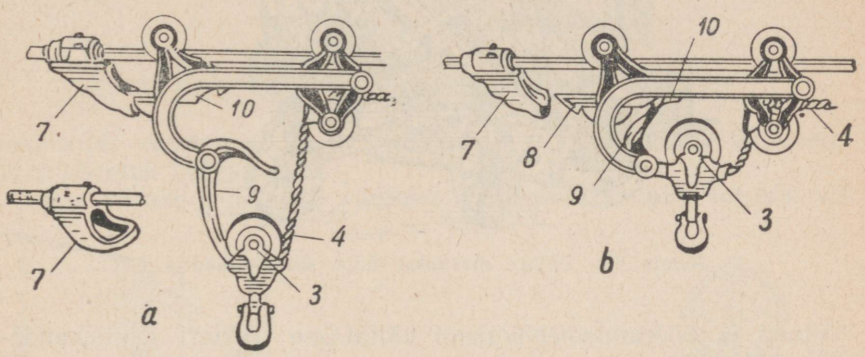
Joonis 44. Elektrivintsi ja haaratsi töötamise skeem sõnniku laadimisel.

ja haaratsiga, joonisel 44 aga — sõnniku pealelaadimise seadise ehituse skeem. Kogu seadis koosneb järgmistest põhilistest osadest: vankrist *2*, mööda rööbast koos vankriga liikuvast haaratsist *4*, mis üheaegselt võib haarata 150—300 kg sõnnikut ja mis on riputatud liikuvale plokile *3*, tõste-tõmbeköiest *5* plokkide süsteemiga, elektrivintsist *6* ja vastukaalust *1*, mis on riputatud teisele köiele plokkide

abil. Pealelaadimisseadise töö toimub järgmiselt: väljalülitatud vintsi juures veereb vanker koos haaratsiga äärmisesse vasakusse asendisse (skeemil), mille määrab rööpale kinnitatud ümberpaigutatav lukk *7* (joon. 45), ja kinnitub automaatselt rööpale haagiga *8*. Üheaegselt vabaneb kang *9* lõksust *10* ja haarats koos plokiga *3* langeb enda raskuse mõjul avatud olekus alla ning haarab sõnnikukoguse. Tihedaks seiskunud sõnniku puhul vajutab tööline haaratsi teravad piid sõnnikusse, millega saavutatakse haaratsi otstarbekas täitumine.

Edasi lülitatakse töösse vints; köie pinge mõjul haarats sulgub ja tõuseb ülemisse äärmisse asendisse.

Siin pöördub köie pinge tagajärjel kang *9*, haak *8* vabaneb lukust ja plokk *3* lukustatakse lõksuga *10*. Vabanenud käru koos haa-



Joonis 45. Vankri ehitus.

ratsiga veereb piki rööbast laadimiskohale, tõstes enese järele üles vastukaalu.

Niisuguse seadme pideval töötamisel tagavad kaks töölist 8—10 tonni sõnniku pealelaadimise tunnis. Elektrimootori vajalik võimsus on 1—1,5 HJ. Elektrivintsi võib asendada täiendava plokkidesüsteemi abil hobuveoga.

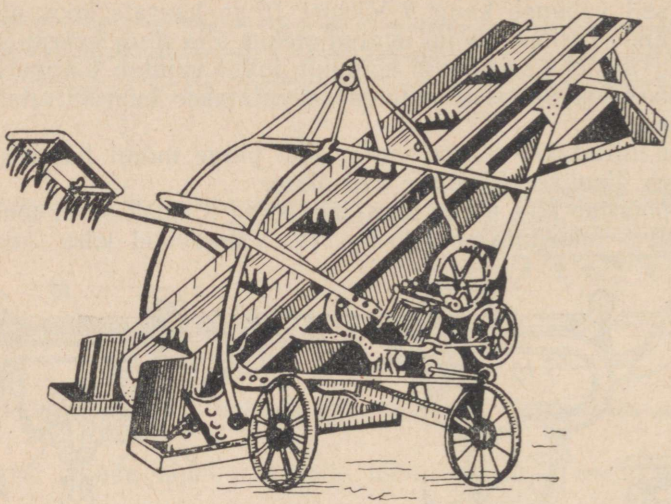
Tuntakse liikuvaid sõnnikulaadijaid, mida käitatakse kas väikese eraldi mootori poolt või monteeritakse nad traktorile ja käitatakse traktori mootoriga.

Esimesel juhul koosneb sõnnikulaadija (joon. 46) kald-kett-transportöörist (elevaatorist) ja rehamehhanismist, mis tõstab sõnniku kuhjadest transportöörile.

Reha, mis on kinnitatud väntvõllile, liigub pidevalt edasi-tagasi piki ringjoone kaart, mis on määratud juhtsoonte kujuga. Sealjuures haarab reha, laskudes sõnnikukihti, sõnnikukoguse ja tõmbab ta elevaatori alumise otsa juurde. Niisuguse laadija tootlikkus on 15—20 tonni tunnis.

Traktoritele-riputatavatest sõnnikulaadijatest tuleb märkida ekskavaatoritüüpi laadijaid (joon. 47), nn. kopp-sõnnikulaadija, mis on konstrueeritud ratastraktorite jaoks. Ta kujutab endast kerget toru-

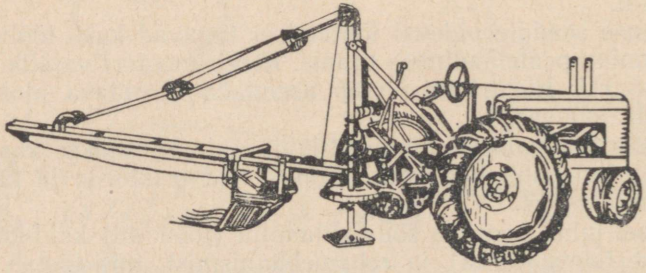
dest valmistatud kraana-poomi ja koosneb 2,4 m kõrgusest mastist, 3,6 m pikkusest poomist, liikuvast 0,6 m² mahuga kopast, pööramismehhanismist, mis võimaldab masti ja poomi pööramist 180° võrra, ja plokkide ning trosside süsteemiga vintsist.



Joonis 46. Liikuv elevaator-tüüpi sõnnikulaadija.

Vintsi ja pööramismehhanismi käitatakse traktori jõuülekandevõlli poolt.

Laadija töö kulgeb järgmise skeemi kohaselt: alumises horisontaalses asendis asuva poomi juures liigub kopp ettepoole ja haarab

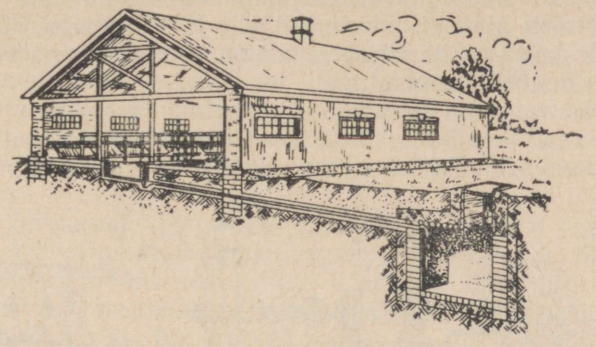


Joonis 47. Traktorile riputatud kopp-sõnnikulaadija.

350-kilogrammise sõnnikuportsjoni, mille järel käimapandud vints ja pööramismehhanism tõstavad poomi koos kopaga ülespoole ja pööravad nad laaditava vankri poole. Kopa tühjendamist teostatakse tema ümberkallutamise teel.

Ülekoormamise vältimiseks on vints varustatud automaatse väljalülitusseadisega, mis peatab vintsi kopa ülekoormamise puhul.

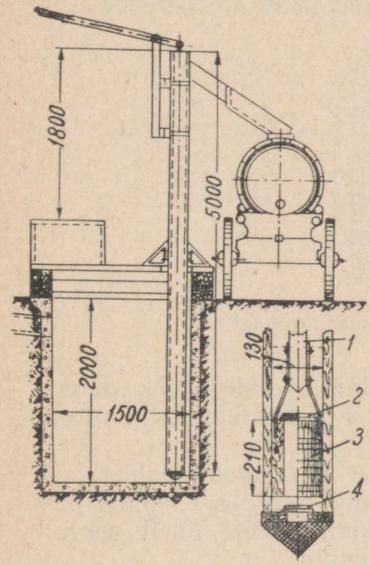
Virtsa ärapumpamiseks loomapidamisruumide kõrvale ehitatud virtsakaevudest, samuti sõnnikuhoidlate virtsakogujatest, kasutatakse mitmesuguseid pumpasid. Hea kanalisatsioonisüsteemi ja virt-



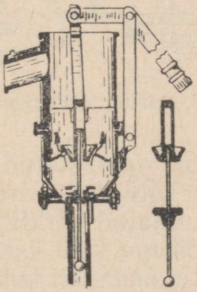
Joonis 48. Virtsakoguja ehitus ja lauda kanalisatsiooni skeem.

sakaevude vastava ehitusviisi juures on virtsa hulk ligi 60% saadava sõnniku hulgast.

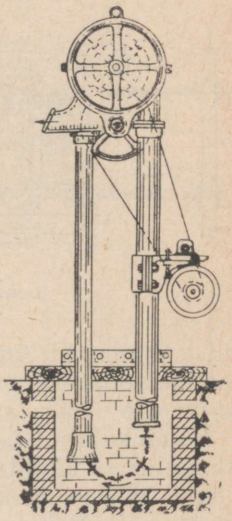
Virts viiakse põldudele vaatides või juhitakse piki torusid või



Joonis 49. Puust käsipump virtsa pumpamiseks.



Joonis 50. Mahavõetavate klappidega malmist käsipump.



Joonis 51. Mehaanilise ajamiga helmespump.

renne, mis on asetatud tulpadele, erilistesse põldudele üles seatud reservuaaridesse.

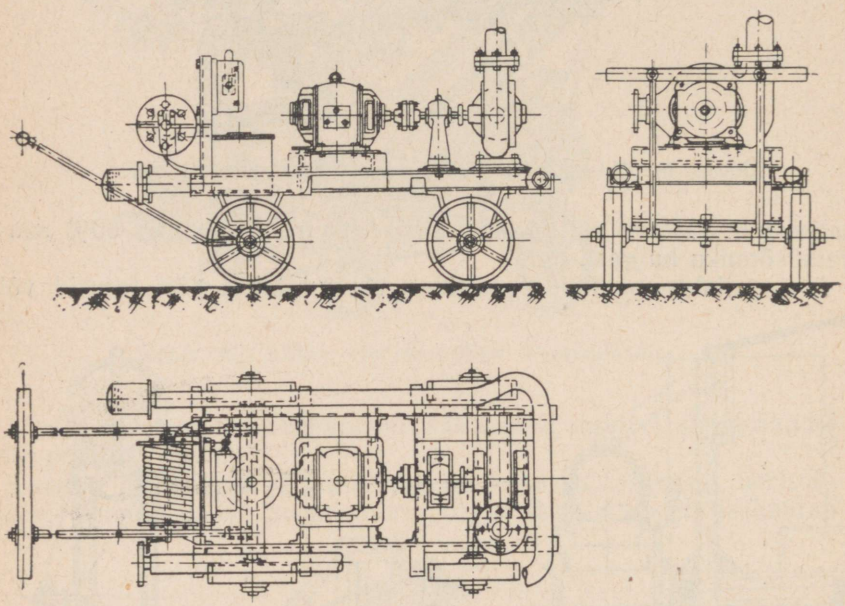
Virtsakaev (joon. 48) kujutab endast maasse ehitatud puust või tellistest reservuaari. Viimane kaetakse luugiga, mis võimaldab ta

tühjendamist. Virtsakaevu vajalikku mahtu on soovitav valida järgmise arvestuse põhjal: ühe lehma kohta 0,3 m², ühe sea kohta 0,15 m² ja ühe vasika kohta 0,1 m². Need normid on kehtivad juhul, kui kaevude tühjendamine ei toimu harvemalt kui üks kord kuus.

Kuna virts on alati risustunud õlgede ja sõnnikuga, siis tavaliste veepumpade kasutamine virtsa puhul on võimatu, kuna veepumpade imitorud ja ventiilid ummistuvad.

Spetsiaalsetest virtsapumpadest märgime järgmisi:

Puust käsitsirakendatav kolbpump (joon. 49) valmistatakse majapidamises kohapeal. Ta koosneb virtsakaevu kaanele kinnitatud raa-



Joonis 52. Liikuv elektriline pumbaagregaat.

mist, imitorust, mis on valmistatud männilaudadest või, parem, tammelaudadest, puust kolvist *3*, vardast *1* ja käsikangist. Imitoru alumisele otsale on kinnitatud võrkfilter.

Ruudukujulise põiklõikega kolb kaetakse väljastpoolt nahaga või kummiga ja kinnitatakse metallist kahvli abil vardale. Klapid *2* ja *4* valmistatakse nahast või kummist ja kinnitatakse ühelt servalt naelte abil. Nahale kinnitatakse puidust liistud.

Kolvi liikumisel üles avaneb alumine klapp ja virts imbub kolvi alla. Kui kolv liigub alla, alumine klapp sulgub, ülemine aga avaneb ja laseb virtsa tõstetorusse. Kogu toru täitumisel voolab virts mööda kaldrenni vaati.

Joonisel 50 on näidatud käsitsirakendatav malmist kolbpump. Tema toime on täiesti ühesugune eespool-kirjeldatuga. Kolvi ja klappide ehituses on ette nähtud nende kiire lahtivõtmise võimalus

ummistumise korral. Kolvi vajalik tihedus saavutatakse tihendi abil, klappide tihedus aga — nende koonilise kujuga.

Igasuguste mustade vedelikkude, samuti virtsa ärapumpamiseks kasutatakse sageli helmespumpasid (joon. 51). Siin haarab helmestega varustatud lõputa kett, mis on pandud liikuma, vedeliku ja viib ta üles piki toru väljavooluruumi. Nende pumpade lihtne ehitus kõrvaldab ummistumise ja tööosade kiire kulumise võimalused. Keti veoratas valmistatakse renniga ja selle pöid on varustatud süvendustega helmesti jaoks. Vaadeldud konstruktsioonis käitatakse veoratast elektrimootori abil rihmajami ja silindrilise hammasrattapaari kaudu.

Mugavad on samaks otstarbeks liikuvad elektrilised pumba-agregaadid, mis on varustatud tsentrifugaalpumbaga (joon. 52). Virtsa pumpamise kõrval võib neid eduga kasutada aiamaade kastmisel. Agregaat koosneb tsentrifugaalpumbast, elektrimootorist, lülitajast, trumlist, millele on keritud elastne kaabel, ja elastsest imivoolikust. Kõik nimetatud seadised on monteeritud vankrile.

Elektrimootor töötab 380/220-voldise vahelduvvooluga, mis võetakse lähemalt õhuliinilt. Agregaadid, millede pumba survetoru läbimõõt on 50 mm, varustatakse 1,5 kW elektrimootoriga, agregaadid survetoru läbimõõduga 76 mm — 2 kW mootoriga. Agregaadi tunnitootlikkus on vastavalt 11,8 ja 25,6 m^3.

LOOMAKASVATUSFARMIDE VEOSTE RINGLUSE ARVESTUS.

Transpordivahendite klassifikatsioon.

Kolhoosides ja sovhoosides kasutatav transport jagatakse kasutusotstarbelt tsehhisiseseks, farmisiseseks ja välistranspordiks.

Esimeste hulka kuuluvad loomakasvatusfarmides igasugused transportvahendid, millede ülesandeks on materjalide vedu lautades, sigalates, eriti aga igasuguste abiehitiste piirides, nagu söödatsehhis, söödaladudes, sõnnikuhoidlates, piimahoidlates jne.

Farmisisese transpordi ülesandeks on igasuguste materjalide vedu ühtedest tootmishoonetest teistesse, kas majapidamise territooriumi või ainult loomakasvatusfarmi piirides. Seda teostatakse igasuguste kärude ja vankritega rööbasteta teedel nii mehaanilise kui ka inimjõu abil, samuti rippraudteede ja maapealsete raudteedega. Viimased võivad olla nii ühe- kui ka kaherööpalised. Sõltuvalt tööde mahust toimub rippraudtee ja maapealse raudtee vagonettide liikumine inim-, hobu- või mehaanilisel jõul.

Välistransport seob majapidamise asula tema põldudega ja naabermajapidamistega. Siin tarvitatakse peaasjalikult veoautosid ja hobutransporti.

Käesolevas töös vaadeldakse ainult farmisisest transporti.

Transporditavate materjalide liigid ja nende iseloomustus.

Materjalide põhiliigid, millede vedu toimub loomakasvatusfarmi piirides, on järgmised: söödad, sõnnik, aluspanu, piim, jää, kütus jm.

Koresöödad ja aluspanu kuuluvad suurt mahtu omavate veoste hulka. Heina ja põhku tuuakse iga päev vahetult lautadesse ööpäevase vajaduse ulatuses, või satub alguses osa sellest söödatsehhi eeltöötlemisele. Peab arvestama seda, et põhu vedamisel kõige toitvamad osad, nagu õied ja lehed, pudenevad ja kaotsi lähevad. Mitmekordsetel ümberlaadimistel tõusevad kaod 15 kuni 20%-ni

kaalust, toiteväärtuses arvestatuna aga 30 kuni 40%-ni. Seepärast peab võimalikult vähendama ümberlaadimiste arvu ja kadude vältimiseks tarvitusele võtma abinõud.

Tabel 5

Mitmesuguste veoste mahukaalud ja loomuliku kallaku nurgad.

Veose nimetus	Mahukaal t/m³	Loomuliku kallaku nurk kraadides	
		liikumisel	paigal
1	2	3	4
Kaer	0,4 —0,5	28	35
Oder	0,65—0,75	27	35
Mais terades	0,70—0,75	28	35
Mais tõlvikutes	0,4 —0,5	—	—
Herned	0,80	20	25
Nisukliid	0,18—0,25	48	50
Rukkijahu	0,50—0,60	45	48
Kaerajahu	0,29—0,35	48	50
Linaseemnekoogid tahvlites	0,44—0,53	—	—
Linaseemnekoogid, purustatud	0,40—0,45	44	47
Puuvillaseemnekoogid tahvlites	0,62—0,72	—	—
Jahutolm	0,60—0,70	55	58
Kartul	0,65—0,73	25	30
Söödapeet	0,57—0,65	30	40
Praak, kuivatatud	0,25—0,35	—	—
Keedetud ja muljutud kartul	0,85—0,90	—	—
Kuhjast võetud hein ja suviviljapõhk	0,08—0,12	—	—
Pressitud hein ja põhk	0,27—0,29	—	—
Rukki- ja nisupõhk	0,06—0,08	—	—
Niisutatud ja tihendatud hekslid	0,10—0,12	—	—
Heinajahu	0,15—0,18	48	50
Alusturvas	0,40	32	—
Silo tornist või august	0,60—0,75	—	—
Värskelt niidetud hein	0,30—0,40	—	—
Värske sõnnik	0,40—0,50	—	—
Seisnud sõnnik	0,70—0,75	—	—
Puulaastud	0,20—0,25	—	—
Peenelt purustatud jää	0,60	—	—
Kuivad lõhutud küttepuud	0,40—0,50	—	—
Niisked lõhutud küttepuud	0,50—0,70	—	—
Kott teravilja	50—60 kg	—	—
Lambavill	0,13—0,15	—	—

Mahlakad söödad, nagu juurvili ja kartulid, tuuakse alguses hoidlast lahtiselt söödatsehhi, kus neid töödeldakse, hiljem viiakse nad valmilt lautadesse. Ümberlaadimistel ja vedamistel peab vältima nende välispinna vigastamist ja otste murdmist, mis toob kaasa kiire mädanemise ja suurendab pesemisel toiteainete kadu.

Hooletul ümberlaadimisel murduvad eriti kergelt porgandite ja peetide otsad, mis hiljem pesemisel kaduma lähevad.

Silo võetakse tornidest või aukudest ainult sel hulgal, kuipalju seda on tarvis üheks söötmiseks, äärmisel juhul ööpäevaks. Lahtise õhu käes rikneb silo kiiresti.

Teravili ja jahu transporditakse ladudest lahtiselt ilma taarata või, veel parem, kottides. Seda liiki veost peab hoidma niiskumisest ja võimalikest kadudest.

Vedelate kuumade söötade transportimiseks söödatsehhist sigalasse peab tarvitama erilisi veokaste, mis ei võimalda sööda väljaloksumist ega kiiret jahtumist. Sõnniku jaoks peavad olema ette nähtud eraldi veokastid või platvormid.

Piim veetakse vahetult pärast lüpsmist lautadest piimatalitusse kannudes. Kannude standardne maht on 36 ja 50 l.

Tabelis nr. 5 on antud igasuguste materjalide mahukaalud ja loomuliku kallaku nurgad.

Veoste ringluse määramine.

Vedude maht määratakse veoste ringlusega, s. o. edasitoimetamiseks ette nähtud materjalide hulgaga tonnides kindla aja jooksul (tund, ööpäev, kuu, laudaperiood, karjatamisperiood, aasta). Vastavalt sellele nimetatakse veoste ringlust tunniliseks, ööpäevaseks, kuiseks jne.

Veoste ringluse väärtuse korrutis vedamisteekonnaga määrab teostatud kasuliku töö mahu tonn-kilomeetrites. Vastavalt veoste ringluse suurusele valitakse farmisisese transpordi tüüp, määratakse tarvilik transpordiühikute hulk ja koostatakse nende ekspluatatsiooni graafik.

Loomakasvatusfarmi veoste ringluse suuruse määramiseks peab omatama järgmisi andmeid: 1) loomade hulk loomaliikide ja vanuse järgi, 2) ööpäevased ratsioonid (eraldi lauda- ja suveperioodi kohta), 3) tootmis- ja majapidamishoonete asetuse plaan asula territooriumil, 4) ööpäevane piimatoodang, sõnniku eraldamise normid, jää, aluspanu, kütuse ja teiste veoste kulu, milliseid veoseid tuleb transportida.

Transpordi ekspluatatsiooni täpsustamiseks on veel vajalik teada lautades vastuvõetud päevakorda, loomade jagunemist üksikute hoonete vahel, silohoidlate iseloomu, söödatsehhi tehnoloogilise protsessi skeemi ja söödatagavarade hoidmise viise.

Veoste ringluse määramise meetodiga tutvumiseks vaatleme järgmist näidet. Võtame veisefarmi järgmise koosseisuga:

lehmi	400	mullikaid üle 1 aasta .	175
pulle	13		
tiineid lehmi	52	vasikaid alla 1 aasta . .	350
		Kokku . .	1000

Farmisisese transpordi abil veetavate veoste hulka võtame järgmised materjalid: söödad, sõnnik, aluspanu, piim ja jää.

Söötade ööpäevase veoringluse määramiseks peab teadma mitmesuguste loomagruppide maksimaalset päevast söödaratsiooni. Korru-

tades iga söödaliigi päevast ratsiooni kaalus vastava loomade arvuga, määrame ööpäevase söötade kulu nii iga loomagrupi kui ka loomade koguarvu kohta. Neid arvestusi on hõlpsam pidada tabeli kujul (tabel 6). Toodud tabelis on võetud näitlik ratsioon. Praktikas ööpäevase ratsiooni kaal lehmadele kõigub 30 ja 130 kg vahel, 6 kuni 8 kuu vanustele nuumsigadele 8 ja 20 kg vahel.

Antud näites on ööpäevane söötade ringlus laudaperioodil 16,4 t ja suveperioodil 11,9 t. Kui arvestada asjaolu, et 10 tonni rohelise massi vedu toimub välistranspordivahenditega, siis ööpäevane söötade vedu suveperioodil on ainult 1,9 t.

Samuti võib määrata ööpäevase söötade vedude hulga seakasvatusfarmides. Seakasvatusfarmil 1200 nuumseaga võrdub see hulk umbes 8,6 tonniga, arvestades aga kuivade ja keedetud söötade lahjendamist veega vahekorras 1 : 2, siis 17,2 t.

Aluspanu arvestusnormid ühe looma kohta ööpäevas laudaperioodil võetakse 2 kuni 4 kg, suveperioodil loomade osalise ruumispidamisega aga 1 kuni 3 kg.

Tabel 6

Ööpäevane veoste ringlus söötade alal piimakarjafarmis.

Ööpäevane söödanorm ühele loomale ja kogu grupile kg / Loomagrupid	Laudaperioodil							Suveperioodil				
	Kontsentraadid			Koresöödad		Mahlakad söödad		Kontsentraadid			Koresöödad	
	Teravili	Õlikoogid	Kliid	Hein	Põhk	Silo	Juur- ja mugulviljad	Teravili	Õlikoogid	Kliid	Hein	Värske rohi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Lehmad	2,0	0,5	1,0	5,0	4,0	15,0	3,0	1,0	0,5	0,6	—	16
	800	200	400	2000	1600	6000	1200	400	200	240		6400
Pullid	4,0	—	—	9,5	—	—	2,0	3	—	—	—	16,0
	52			134			26	39				208
Tiined lehmad	1,0	0,4	0,2	5,0	—	4,0	2,0	—	—	—	—	10
	52	20,8	10,4	260		208	104					520
Mullikad üle 1 aasta	1,0	0,4	—	4,0	2,0	3,0	—	—	—	—	—	8,0
	175	70		700	350	525						1400
Vasikad alla 1 aasta	—	0,5	0,3	3,0	—	—	1,0	—	0,4	0,4	2,0	5,0
		175	105	1050			350		140	140	700	1750
Kokku	1029	466	515	4144	1950	6733	1680	439	340	380	700	10278
Ligikaudselt tonnides	1	0,5	0,5	4	2	6,7	1,7	0,5	0,3	0,4	0,7	10

Meie näites aluspanu vedude hulk ööpäevas laudaperioodil on 2 t, suveperioodil 1,4 t.

Sõnniku vedude hulga määramiseks võetakse aluseks tema eraldamise hulk ühelt loomalt, mis on antud tabelis nr. 7.

Tabel 7

Sõnniku ööpäevased eraldamisnormid.

Loomade grupid ja liigid	Ööpäevane sõnniku hulk 1 looma kohta kg	
	Laudaperi-oodil	Suveperi-oodil
Lehmad ja pullid	30	20
Tiined lehmad	24	15
Mullikad üle 1 a.	20	12
Vasikad alla 1 a.	12	6
Sead	7	—
Noorsead	4	—
Hobused	20	20

Teades karja koosseisu ja sõnniku eraldamise norme, võib järelikult määrata ööpäevase sõnniku hulga.

Meie näites on see hulk laudaperioodil 21,3 t ja suveperioodil 13,2 t.

Piimavedude hulk ööpäevas ühe lüpsilehma kohta 3000-liitrise aastase piimatoodangu ja 300 lüpsmispäeva korral aastas on 10 l, 400 lehma kohta aga 4000 l ehk 4 t.

Ja lõpuks piima jahutamiseks piimatalituses ööpäevane jäävedude hulk jää kulu korral 0,2 kg 1 kg piima kohta on 0,2 × 4000 = 800 kg ehk 0,8 t. Sellega on antud näites üldine ööpäevane veoste ringlus farmis (söödad, aluspanu, piim, sõnnik ja jää) laudaperioodil 44,5 t ja suveperioodil 21,3 t.

Tabel 8

Loomakasvatusfarmi ööpäevase veoste ringluse koondatud andmed.

Periood	Laudaperiood . . . . . kuni									
Veoste algpunktide nimetus	Juur- ja mugulvilja hoidla	Kontsentraatide ladu	Põhuküün	Heinaküün	Söödatsehh	Silotornid	Laudad	Laudad	Jääkelder	
Veoste sihtpunkti nimetus	Söödatsehh	Söödatsehh	Laudad	Laudad	Laudad	Laudad	Sõnnikuhoidla	Piimatalitus	Piimatalitus	Kokku
Vedamiskaugus[1] km . .	0,1	0,1	0,2	0,2	0,08	0,05	0,2	0,08	0,03	—
Ööpäevane veoste ringlus t	1,7	2	4	4	3,7	6,7	21,3	4	0,8	48,2
Ööpäevane töömaht tkm	0,17	0,2	0,8	0,8	0,3	0,35	4,26	0,32	0,02	7,22

[1] Veoste vedamiskaugused on antud näites võetud orienteeruvalt.

Ööpäevase veoste ringluse määramisel laudaperioodil võib üldiselt aluseks võtta järgmised vedude normid ühe täiskasvanud looma kohta: piimafarmidele 60 kuni 80 kg ja seakasvatusfarmidele 30—40 kg.

Ööpäevase veoste ringluse määramiseks tonnkilomeetrites ja veostevoolu selgitamiseks üksikutel veoste liikumise teeosadel on vaja teada üksikute veoste alg- ja sihtpunktid, veoste hulka ning vedamiskaugusi.

Arvutuste lihtsustamiseks ja näitlikkuse tõstmiseks märgitakse kõik andmed koondtabelisse, nagu tabelil nr. 8, ja pärast seda määratakse ööpäevane veoste ringlus tkm-tes.

Farmi maksimaalse ööpäevase veoste ringluse määramiseks peab arvutused tegema loomade ülalpidamise igasuguste perioodide kohta eraldi ja transportvahendid valima selle maksimumi järgi.

Üldisel juhul ööpäevane veoste ringlus määratakse valemiga

$$P_{öp} = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots + p_n \text{ tonni,}$$

kus p_1, p_2, p_3, ... p_n on üksikute veoste liikide maksimaalsed ööpäevased hulgad. Tööde maht tkm-s, s. o. vedude teekondade pikkuse arvesse võtmisega, võrdub:

$P'_{öp} = (p_1 l_1) + (p_2 l_2) + (p_3 l_3) + \ldots + (p_n l_n)$ tkm, kus l_1, l_2, $l_3 \ldots l_n$ on iga veose liigi vedamisteekonna pikkus km.

Omades andmeid veoste ringluse suurusest farmis ja teades igasuguste transpordivahendite tootlikkust, ei tekita mingisuguseid raskusi valida nendest sobivaim liik ja määrata tarvilik transpordivahendite hulk.

Kuid transpordivahendite hulga määramisel peab arvestama asjaolu, et ööpäevane veoste ringlus üksikute veoste liikide osas (söödad, piim jt.) ei või olla jaotatud ühtlaselt ööpäevale või vahetusele. Nii näiteks peab suurem osa söötadest olema söödatsehhist sigalatesse ja loomalautadesse veetud lühikese aja jooksul — söötmise ajal. Piim peab olema lautadest piimatalitusse veetud vahetult pärast lüpsmist jne. See on loomakasvatusfarmi sisetranspordi kasutamise eriomadus, mis ei luba transporti koormata tööpäeva jooksul ühtlaselt.

On selge, et õigeaegse ja häirimatu kõigi veoste kohaletoimetamise tagamiseks peab arvutuse aluseks võtma tunnilised veoste ringlusesuurused.

Tunnilise veoste ringluse suurus määratakse iga veoliigi ööpäevase veoste ringluse jagamisega tema võimaliku transportimisajaga ööpäeva jooksul tundides, s. o.:

$$P_t = \frac{P_{öp}}{t} \text{ tonni, või } P'_t = \frac{P'_{öp}}{t} \text{ tonnkilomeetrit.}$$

t suurus määratakse omakorda tehnoloogilise protsessiga ja päevakorraga lautades ja farmis. Nii, näiteks, loomade neljakordsel söötmisel ööpäeva jooksul, iga söötmise kestusega 1 tund, peavad

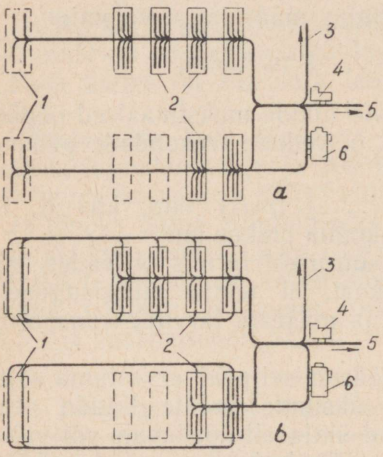
sõõdad olema transporditud 4 tunni jooksul ($t = 4$). Kolmekordsel lehmade lüpsil peab piim olema transporditud 3 tunni jooksul jne.

Vedude jaoks, mis ei ole seotud tehnoloogilise protsessiga, määratakse samuti kõige kasulikum t, mis on võrdne ühe või kahe vahetuse tundide arvuga.

Määranud sel viisil t väärtuse igale veosele, koostatakse transpordi ööpäevane töögraafik.

Farmisisese transpordi tee valik.

Ükskõik mis liigi sisetranspordi tee ehitamiseks vajaliku trassi valik oleneb täielikult tootmis- ja majapidamishoonete paigutusest farmi territooriumil.



Joonis 53. Piimafarmi teede skeemid:

a — üldiste magistraalteedega, *b* — eraldatud sööda- ja sõnnikumagistraalidega, *1* — sõnnikuhoidlad, *2* — laudad, *3* — teed söödalao juurde, *4* — sööda-tsehh, *5* — tee silotorniide juurde, *6* — piimatalitus.

Uute farmide projekteerimisel, samuti teede ehitamisel olemasolevates farmides peab arvestama järgmisi põhinõudeid: 1) teede üldine pikkus peab olema võimalikult väike, 2) ei pea olema üksikuid teede osasid suurte teineteisel ristuvate veoste vooludega, 3) teede ristumiste arv peab olema minimaalne, eriti ebasoovitav on välisteede ristumine sisetranspordi teedega, 4) teedel ei tohi olla äkilisi tõususid ja langusi, kuigi väike kallak vedude suunas on kasulik, 5) teede ehitamise omahinna alandamise eesmärgil peab hoiduma kohtadest, mis nõuavad sildade ehitamist ja suuri mullatöid, ja 6) teed peavad võimaldama juurdepääsu hoonetele.

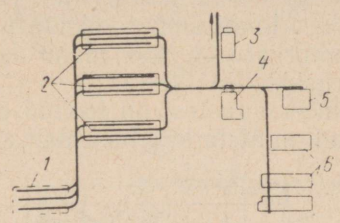
Kohandatuna varemkirjeldatud veistelautade ja sigalate tüüpprojektile võib märkida farmides järgmisi näitlikke trasside skeeme rippraudtee ja kitsarööpmelise raudtee jaoks. Nii on piimafarmidel mitme laudaga, milliseid teenindatakse kesksete transiitkoridoride (joon. 53) kaudu, võimalik omada trasse ühiste ja eraldi söödamagistraalidega.

Esimesel juhul läbib kogu vedude hulk lautade transiitkoridore ja nõuab suuremat liikuva koosseadu veojõudlust kui teisel juhul, kus sõnniku vedu toimub eraldi magistraalil. Kuid viimane nõuab palju pikemaid teid.

Majapidamistes, kus laudad on teenindatavad nende otstest (joonis 54), on samuti võimalik üks ühine magistraal, mis möödub kõikidest lautadest ja hargneb tootmis- ja majapidamishoonetesse,

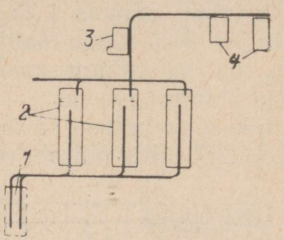
kuid sagedamini kasutatakse, nagu skeemil näidatud, eraldi magistraale.

Seakasvatusfarmides on üldine trasside skeem harilikult lihtsam ja koosneb kahest — sööda- ja sõnnikumagistraalist (joonis 55), mis on teineteisest rangelt eraldatud.



Joonis 54. Teede skeem otsast teenindava lauda puhul.

1 — sõnnikuhoidla, *2* — laudad, *3* — piimatalitus, *4* — söödatsehh, *5* ja *6* — söödalaod.



Joonis 55. Teede skeem seakasvatusfarmis.

1 — sõnnikuhoidla, *2* — sigalad, *3* — söödatsehh, *4* — söödalaod.

Kasutades tüüpprojekte ja arvesse võttes ülaltoodud üldisi nõudeid, peab igaks konkreetseks juhuks välja töötama küllaldaselt põhjendatud farmisisese transpordi trassi projekti.

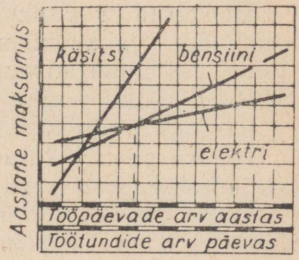
RÖÖBASTETA FARMISISENE TRANSPORT.

Üldalused.

Rööbasteta transpordivahendite hulka, mis on tarvitusel loomakasvatusfarmide sisetranspordis, kuuluvad: käsikärud ja -vankrid ning elektrikärud. Peale selle võib abivahendina kasutada hobu- ja autotransporti. Kuid hoonetesse sissesõitmise võimatuse ja pikkade seisuaegade tõttu peale- ja mahalaadimistel lühikeste vedamiskauguste juures muutub hobu- ja autotransport vähekasulikuks.

Omades suure manööverdamisvõime, olles lihtsad ja odavad, leiavad käsikärud ja vankrikesed laialdast kasutamist majapidamistes väikeste ööpäevaste veoste ringlusega, samuti abitranspordivahenditena rööbastransporti omavates majapidamistes.

Elektrikärud oma kõrge tootmisvõimega on kohandatud kasutamiseks suurtes farmides, kuid nende ekspluatatsioon on seotud teepinna kattega (betoon, asfalt või puit), teede ja eri akulaadimisjaamade olemasoluga ega ole senini leidnud laialdast levikut.

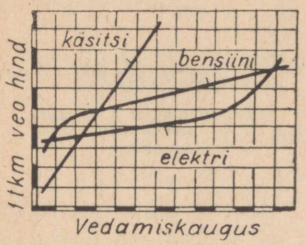


Joonis 56. Mitmesuguste kärudega vedamise hinna graafik, sõltuvalt veoste ringluse suurusest.

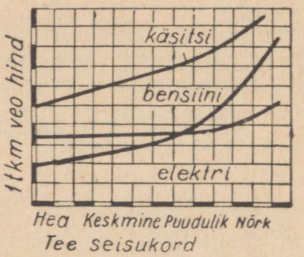
Selle või teise rööbasteta transpordiliigi valik konkreetses majapidamises oleneb niisugustest teguritest, nagu veoste ringluse suurus, vedamisteekonna pikkus ja teede kvaliteet.

Arvestuste ja üksikute majapidamiste töökogemuste alusel võib õigeks pidada, et käsikärud on kasulikumad juhul, kui transporditööd kestavad päevas 1,25 tundi või 50 päeva aastas ja vähem (joonis 56). Kui tööde maht päevas on 3 tunni ümber või 115 päeva aastas, on kasulikum kasutada mootorkärusid, töö mahu korral aga üle 3 tunni päevas — elektrikärusid.

Vedude maksumuse sõltuvus vedamiskaugustest on toodud graafikul joon. 57, mis näitab, et käsikärud on otstarbekohasemad ainult



Joonis 57. Mitmesuguste kärudega vedamise hindade graafik, sõltuvalt vedamiskaugusest.



Joonis 58. Mitmesuguste kärudega vedamise hindade graafik, sõltuvalt teede seisukorrast.

lühikestel vedamisteekondadel; mootorkärud pikematel teekondadel võistlevad elektrikärudega, kuigi on viimastest kallimad.

Lõpuks, graafik (joon. 58) annab vedude maksumuse sõltuvuse tee kvaliteedist ja näitab, et igal juhul tee halvenemisega vedude maksumus tõuseb. Kõige tundlikumad on siin elektrikärud, mis nõuavad teede head seisukorda.

Käsikärud ja -vankrid.

Käsikärud ja -vankrid on tarvitusel väikese loomade arvuga majapidamistes ja abivahendina üksikute materjalide vedudel. Näiteks juhul, kui hobutransport on farmi põhitranspordiks, siis kasutatakse kärusid sõnniku viimiseks lautadest sõnnikuhoidlasse.

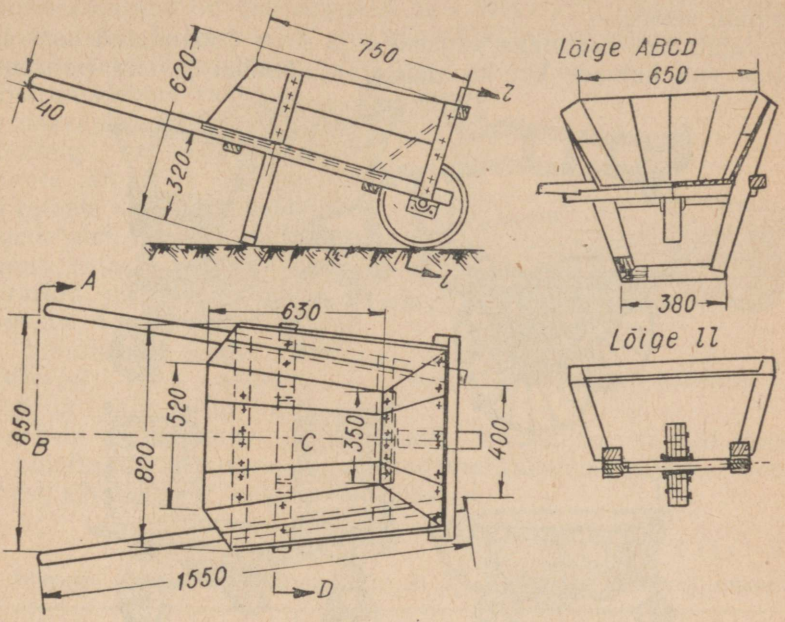
Joonisel 59 on toodud standardse käsikäru joonis.

Töölise poolt lükatava käru kasuliku koorma suurus oleneb käru otstarbekohasest konstruktsioonist, teest ja töölise vilumusest.

Kõige õigem on koorma niisugune asetus kärul, et töölise kätele langeks tema väiksem osa, mitte üle 15—20 kg. Vilunud töölise poolt lükatava koorma kaal on 100—150 kg, vilumatul — 60—75 kg. Kasulik on teede kallak liikumise suunas 0,003 piirides.

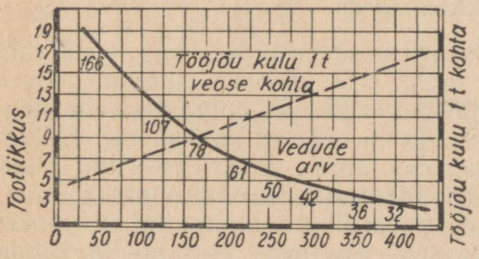
Heade puitteede ja metallribade kasutamine võimaldab tööjõudluse tõstmist 1,5—2 korda.

Joonisel 60 on kujutatud tootlikkuse ja tööjõukulu 1 tonni veoste vedamisel ning vedude arvu graafik, sõltuvalt veose käsikäruga vedamiskaugusest.



Joonis 59. Standardse käsikäru konstruktsioon.

Loomakasvatusfarmide käsivankrid valmistatakse kahe-, kolme- või neljarattalised (joon. 61). Nende veokastid on kohandatud vastavale veoseliigile ja maht ühe töölise jõule.



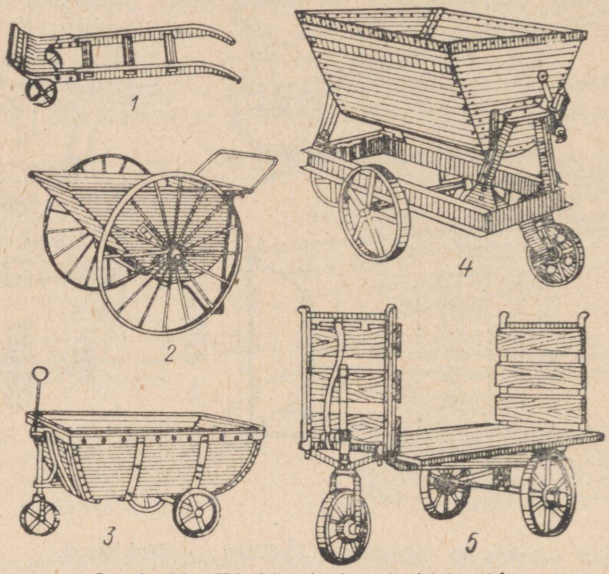
Joonis 60. Käsikärude tootlikkuse graafik, sõltuvalt vedamiskaugusest.

Eelistama peab kergeid metallkonstruktsiooniga vankreid, rataste läbimõõduga mitte alla 300 mm, millised on monteeritud täiustatud kinnistele laagritele.

Hea vankri abil võib üks tööline tasasel kõva kattega teel vabalt vedada 200—250 kg koormat, saavutades seejuures kõrge tööviljakuse.

Joonisel on toodud loomakasvatusfarmide oludes kasutamist leidnud mõnede käsivankrite üldvaated. Nendest *1* (kaherattaline käru) on ette nähtud kottide, õlikoogitahvlite ja teiste tükiliste koormate veoks.

Kallutatavate kastidega vankrid *2* ja *4* on kohandatud kontsentraatide (nii kuivade kui ka vedelate), sõnniku ja silo transporti-



Joonis 61. Käsikärude konstruktsioonid.

miseks. Piimakannude ja kottide veoks on sobiv vanker *5*, külgseintega varustatult võib ta olla kasutatav ka kartuli, juurvilja, silo ja sõnniku veol.

Elektrikärud.

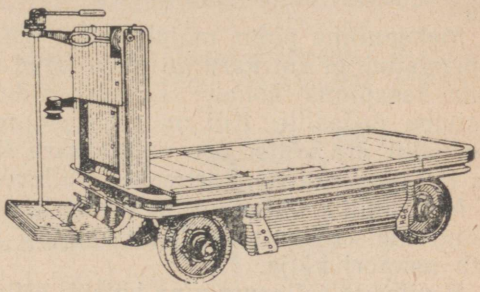
Elektrikärusid (joon. 62) kasutatakse farmides, kus ööpäevane veoste ringlus ületab 10—12 tonni. Nad omavad suure manööverdamisvõime, on suutelised läbima väikeste pööramisraadiustega kitsaid teid, on suure tootlikkusega ja hõlpsad käsitamisel. Elektrikärude ekspluatatsioon on mõeldav ainult elektrifitseeritud majapidamistes, kus on olemas akumulaatorite laadimispunkt.

Elektrikärud kujutavad endast harilikult neljarattalist vankrit madalal asetseva platvormiga 0,5—1,5 tonni ja suurema kandejõuga. Esineb elektrikärusid ühe ja kahe elektrimootoriga. Esimesel juhul käitab mootor hammasratta-ülekande kaudu vahetult ühist veotelge või diferentsiaalvõlli, teisel juhul iga veoratast paneb tiirlema eraldi elektrimootor.

Elektrikärud on ühe või kahe juhtratta paariga. Hoolimata suurest hulgast elektrikärude tüüpidest erinevad nad üksteisest vähe muude omaduste poolest.

Elektrikärude raam on tavaliselt valmistatud karprauast ja asetatud vedrudele. Vedrud koos pneumaatiliste või täiskummist ratastega tagavad sujuva käigu ja, mis eriti tähtis, hoiavad akumulaatoreid põrutusest.

Raami nurgad on ümmargused, mis kergendab läbisõitu väravatest. Raamide külgedele on ette nähtud klambrid külgseinte tugede kinnitamiseks. Raami tagaküljel on olemas haakeseadis lisavankri haakimiseks.



Joonis 62. Elektrikäru üldvaade.

Esitelg on kinnitatud raamile jäigalt ja ühendatud rataste tappidega kääntelgede abil, millede ümber toimub rataste pööramine. Esirattad pöörlevad kuullaagritel. Tagumised rattad on kinnitatud teljele ja pöörlevad koos sellega. Telg on paigutatud rull-laagritele torukujulisse teraskonsooli. Konsoolile, samuti raamile on kinnitunud elektrimootor ülekandemehhanismiga, mis koosneb kahest silindrilisest hammasrattapaarist.

Tabel 9

„Dünamo" tehase elektrikärude AT-1 ja AT-2 põhilised tehnilised andmed.

Andmed / Elektrikäru mark	Kandejõud kg	Üldkaal kg	Akumulaatorpatarei kaal kg	Elektrimootor: Võimsus kW	Elektrimootor: Pinge V	Elektrimootor: Vool A	Elektrimootor: Pöörete arv minutis	Ülekande arv mootorilt rataste teljele	Akupatarei: Aku maht 5-tunnisel tühjendamisel Ah	Akupatarei: Vool 5-tunnisel tühjendamisel	Akupatarei: Maksimaalne laadimisvool A	Akupatarei: Elementide arv	Suurim liikumiskiirus km/t	Pidurite arv
AT-1	750	890	275	1	78	17,5	1540	14,2	42	8,4	14	40	7—8	2
AT-2	1500	1220	380	2	80	31	1550	21,8	63	12,5	21	39	7 - 8	2

Akumulaatorid asuvad puukastis, mis on riputatud raamile veoplatvormi alla. Patarei kohalepanemine ja väljavõtmine teostatakse ploki või tali abil. Tavaliselt laetakse patareisid kärult maha võtmata.

Elektrikärud varustatakse kinnist tüüpi mootoriga, mis on suutelised arendama suurt alg-pöördmomenti, millega tagatakse sujuv kohalt võtmine, aga samuti ajutiste ülekoormuste hea ületamine.

Kõik ümberlülitamised, mis on vajalikud käivitamiseks, kiiruse reguleerimiseks, elektriliseks pidurdamiseks ja liikumissuuna muut-

miseks, teostatakse kontrolleriga, mis asub vankri esiosas erilises kestas. Elektrikäru juhtseade koosneb roolikangist, kontrolleri käepidemest, jalgpiduri pedaalist ja kella pedaalist.

Elektrikäru võib liikuda mõlemas suunas, omades kolm erisugust liikumiskiirust. Ta on varustatud kahe piduriga: mehaanilise jalgpiduriga ja elektrilisega, milliseid käsitatakse kontrolleri käepideme abil.

Mehaaniline pidur mõjub vedru abil, mis on pedaaliga selliselt ühendatud, et kui käru on pidurdatud olekus, tõuseb pedaal astmelaua tasapinna kohale. Et käru pidurist vabastada, peab jalaga astuma pedaalile. Kui on vaja pidurdada elektrikäru, tuleb jalg pedaalilt ära võtta. See väldib käru liikumist juhita ja võimaldab ta jätta kallakutele, kartmata ta allaveeremist.

Mehaaniline pidur on kontrolleriga selliselt blokeeritud, et käru pidurdamisel kontroller paratamatult asetub nullasendisse ja lülitab mootori välja.

Roolikangi allasurumine kutsub esile käru pöördumise paremale, tõstmine — vasakule (tagasikäigu juures, s. o. platvormiga ees, aga kangi liigutamine tekitab vastupidist toimet). Roolikangi horisontaalse asendi puhul liigub käru sirgjooneliselt.

Akupatarei energiavarust tavaliselt jätkub mootori 4—5-tunniseks pidevaks töötamiseks, mis, arvesse võttes peale- ja mahalaadimisaega, moodustab terve tööpäeva. Järelikult, ühe elektrikäru olemasolul majapidamises, peab patarei laadimine toimuma igal ööl.

Akad. M. G. Jevreinovi [1] andmetel on 1 tkm maksumus elektrikäruga vedamisel, kui akumulaatorite laadimiseks mineva energia hind on 10 kopikat kWh, ligi 1 rbl. 17 kop.

ÜHERÖÖPALISED RIPPRAUDTEED.

Üldalused.

Võrreldes teiste farmisiseste transpordivahenditega, omavad üheröövõpalised rippraudteed (jäiga roopaga) rea eeliseid, mis annavad õiguse pidada neid loomakasvatusfarmidele kõige sobivamateks.

Üheröövõpalised rippraudteed on kõrge tootlikkusega, nad on ühesuguselt kohandatavad vedudeks nii väljaspool ruume kui ka seespool, nad peaaegu ei nõua lisapinda ruumides ülesseadmiseks, kasutamisel on nad mugavad ja lihtsad. Real juhtudel lahendab nende teede veerev koossead kõige lihtsamal viisil söötade ja sõnniku peale- ning mahalaadimise ja loomadele söötade etteandmise mehhaniseerimise. Peale selle nõuavad nad vähe metalli ega raskenda nende tegevust lumi.

Rippraudteede mõnevõrra kõrge esialgne hind, mis sageli nende juurutamist piirab, ei tohi takistada nende laialdast kasutamist,

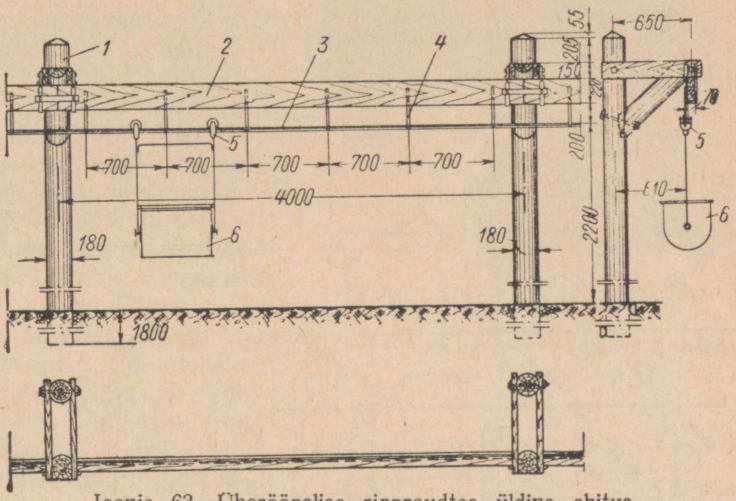
[1] M. G. Jevreinov. Elektri rakendamine põllumajanduses. Selhozgis, 1948. (v. k.).

kuna pika amortisatsiooniaja ja madalate ekspluatatsioonikulude tõttu nad end kiiresti tasuvad.

Rippraudtee ekspluatatsioonil on saadud rida näiteid kolhooside ja sovhooside praktikast, mis tõendavad, et vedu rippraudteel on 2—3 korda odavam kui hobu- või käsivahenditega.

Rippraudtee sisseseadmise hind, arvestades siia hulka ka veerevat koosseadu, on 8—12 tuh. rbl. Rippraudtee amortisatsiooniaeg on 10—12 aastat.

Nii näiteks Moskva oblasti Ramenski rajooni kolhoosis „Plamja" oli ainult sõnniku lautadest väljaveolt, tänu rippraudtee ehitami-



Joonis 63. Üherööpalise rippraudtee üldine ehitus.

sele, vabastatud kaks töölist. Need töölised teenisid enne seda aastas sõnniku väljaveoga 215 normipäeva. Normipäeva väärtus selles kolhoosis oli 21 rubla. Mehhaniseeritud transpordi sisseseadmine andis järelikult aastas kokkuhoidu $2 \times 215 \times 21 = 9030$ rubla. Tee ehituskulud olid aga umbes 10 000 rubla. Seega tee ehituskulud selles kolhoosis tasusid end ära ühe aasta jooksul.

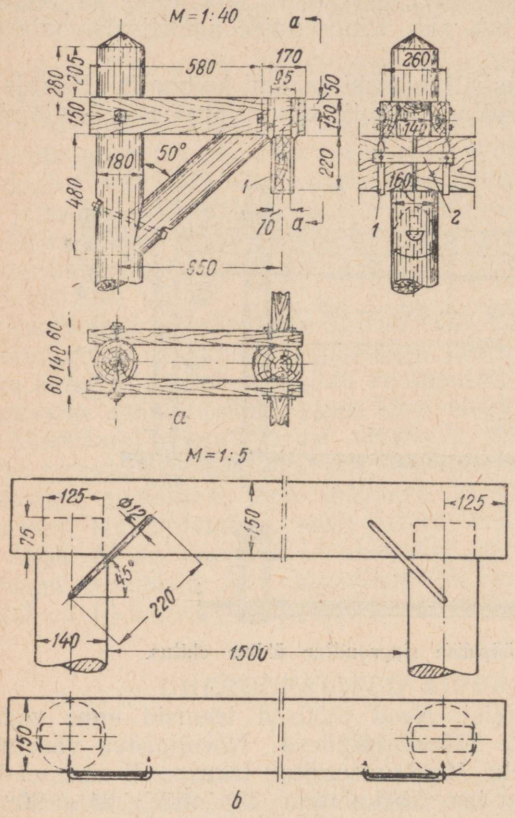
Arvestused näitavad, et ühe tonni veo hind rippraudteel inimjõul loomakasvatusfarmide oludes ei ületa 1 rubla, arvestades aga produktsiooni ühiku, näiteks 1 l piima kohta, moodustab see 300—350 lehmaga farmis ainult 0,8—0,9 kopikat.

On olemas mitmesuguseid üherööpalise rippraudtee konstruktsioone. Ühe tüüpilise konstruktsiooni üldvaade on antud joonisel 63.

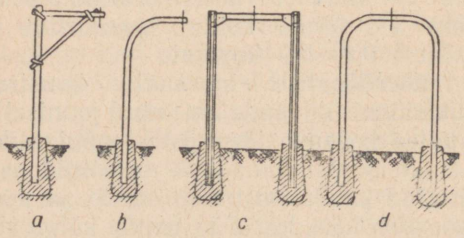
Joonisel 63 toodud rippraudtee koosneb järgmistest põhiosadest: tugedest *1*, puust kandekonstruktsioonist (lauad) *2*, metallrööpast *3*, mis on kandjate *4* abil kinnitatud kandekonstruktsioonile, ja veerevast koosseadust. Viimane koosneb kärudest *5* ja nende külge riputatud veokastidest *6*. Peale selle asetatakse teede hargnemiskohtadele pöörangud, teede ristumiskohtadele aga pöörderingid.

Toed.

Toed, milledele monteeritakse kandekonstruktsioon ja rööbas, võivad olla puust või metallist, kuju poolest aga venekeelse Г- või П-kujulised (joon. 64).



Joonis 64. Puutugede konstruktsioon:
a — Г-kujulised, *b* — П-kujulised.



Joonis 65. Metalltoed.

Г-kujuline puittugi koosneb 180—200 mm jämedusest postist ja nõjasest, mis moodustub nurktoest ja kahest lauast.

Kasutuskestuse pikendamiseks põletatakse postide alumised otsad ja immutatakse tõrvaga.

Olenevalt mulla tihedusest, peavad postid olema maasse kaevatud vähemalt 1,5—1,8 m. Pehme mulla puhul on soovitav auk kindlustada laudadega.

Toed peavad olema vähemalt 2,2 m kõrged, nõjase pikkus ei tohi olla alla 0,55 m. Toed asetatakse üksteisest 4 m kaugusele. Mõnikord kinnitatakse tee kindlustamiseks iga 4-ndat või 5-ndat tuge veel põiktugedega.

П-kujulised puittoed on Г-kujulistest kindlamad, kuid nõuavad rohkem puitmaterjali. Tugede põiktalad on harilikult kinnitatud tappidega ja kindlustatud klambritega. Nende tugede küllaldane jämedus on 150—180 mm, postide vahe ei tarvitse aga olla väiksem 1,5 meetrist.

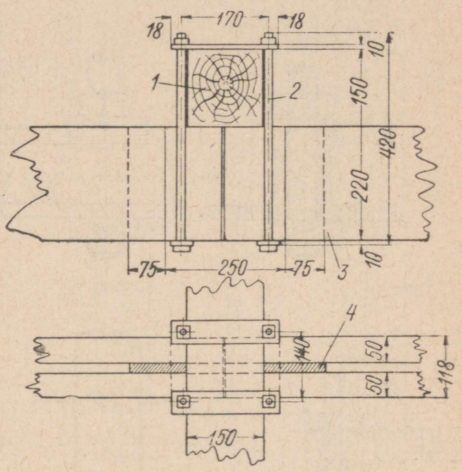
Metalltoed (joon. 65) võivad olla valmistatud igasugusest profiil-

rauast, kuid tavaliselt valmistatakse nad torudest. Mulda kinnitatakse nad betoonalustesse, mis muudab sellise toe kindlaks ja pikaealiseks. Ruumides kinnitatakse rööbas laetalade külge.

Kandekonstruktsioon.

Kandekonstruktsioon koosneb harilikult tugedele kinnitatud ühest või kahest servitiasetatud lauast. Ta peab taluma vagoneti ja koorma kaalu.

Kui vedu toimub inimjõul, siis on tõenäoline, et kahe toe vahel ei asu rohkem kui üks vagonett. Sel juhul moodustatakse kandev konstruktsioon ühest lauast mõõdetega 70—220 mm. Mehaanilise või hobuveo puhul, kus mitu vagonetti haagitakse ühte rongi, tõuseb ühe toevahe koormus ja siis tarvitatakse kandekonstruktsiooni, mis koosneb kahest lauast, mõõdetega 50 × 220 või kumbki 50 × 200 mm. Esimesel juhul asetatakse laudade jätkud tugedele. Iga laua ots kinnitatakse nõjase nurktoe vabale otsale kandja *1* abil (joon. 64, *a*). Kandjad koosnevad ribarauast ja kruvidest. Kandekonstruktsiooni laudade kokkupuutepunktides kinnitatakse lauad omavahel raudribadega *2*.



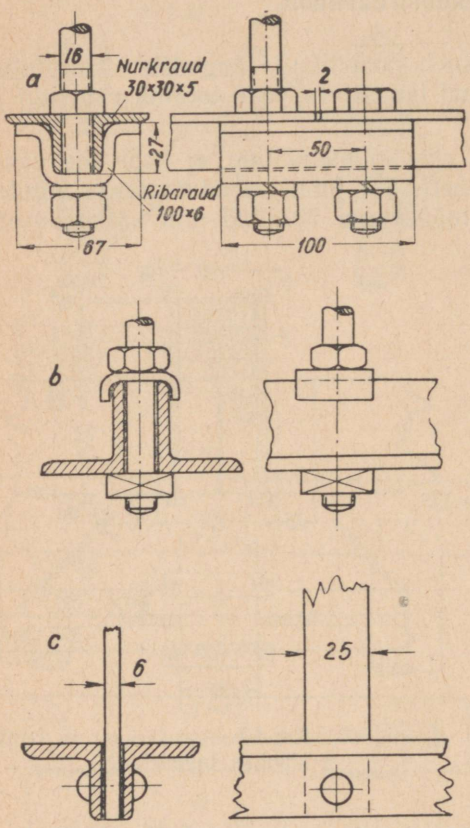
Joonis 66. Kandekonstruktsioon ja tema kinnitus tugedele.

Teeosadel, mis asuvad hoonete sees, valitakse kandekonstruktsiooni laudade mõõted, olenevalt laetalade vahekaugusest. Kui taladevaheline kaugus ulatub 2 meetrini, siis on lauad mõõdetega 60 × 150 mm küllaldased, vahe juures 2 kuni 4 meetrit on vajalikud lauad mõõdetega 70 × 220 mm.

Kahest lauast koosnevatel kandekonstruktsioonidel jäetakse monteerimisel mõlema laua vahele vahe rööpa poltide läbiulatumiseks (joon. 66). Suurema tugevuse saavutamiseks asetatakse laudade vahele iga 1,2—1,5 meetri tagant puust klotsid *4*. Lauad riputatakse tugedele rangide *2* abil, mis koosnevad poltidest ja plaatidest.

Niisugust kandekonstruktsiooni kinnitamisviisi võib pidada kõige praktilisemaks, kuna see võimaldab laudade kuivamisel poltide pingutamist.

Rippraudteedel kasutatakse rööbastena nurkrauda, mõõdetega 25 × 25 × 4, 30 × 30 × 5, 35 × 35 × 5 ja 40 × 40 × 6 mm, ja ribarauda, mõõdetega 50 × 8 ja 50 × 10 mm. Üksikutel juhtudel esinevad rööpad spetsiaalprofiiliga (kahepealise) ja õhukese ribarauaga kaetud puittalade näol.



Joonis 67. Nurkrauast rööbaste ja nende kandjate konstruktsioon.

Joonisel 67 on näidatud levinumad nurkrauast rööbaste variandid. Kõigil juhtudel koostatakse rööbas kahest nurkrauast, mis on asetatud nurgaga üles või alla. Paremaks loetakse nurga asetust üles, kuna siis koguneb rööpa peale vähem lund ja jääd, mis muidu suurendavad vagonettide veeremistakistust.

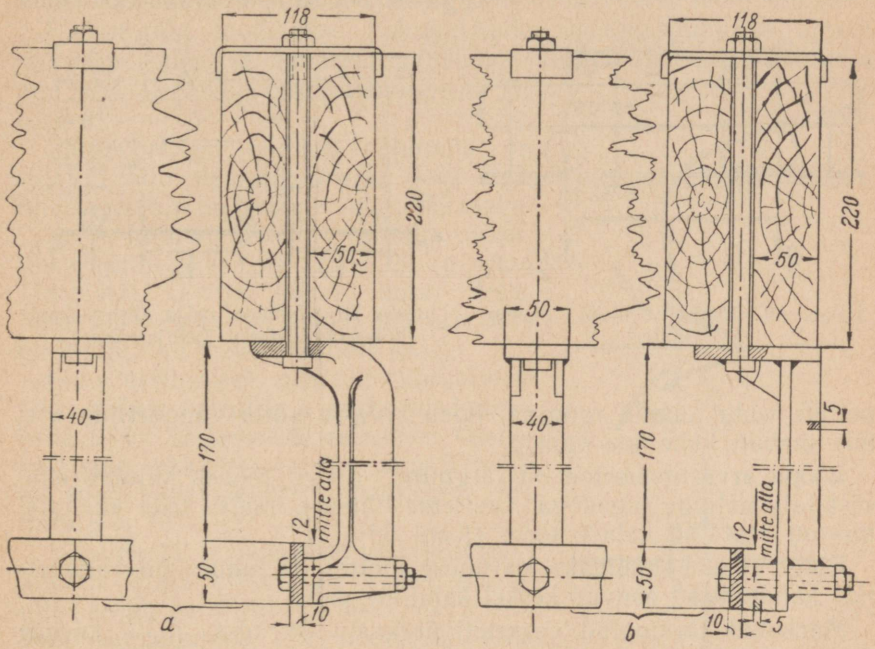
Olenevalt rööpakandjate konstruktsioonist, ühendatakse nurkrauad omavahel kas neetide või klambrite abil. Esimesel juhul valmistatakse kandja ribarauast, mõõdetega 25 × 6 mm; kandja alumised otsad asuvad rööpa nurkade vahel ja on neetidega ühendatud, ülemised otsad aga on kinnitatud kruvide abil kandekonstruktsiooni lauale. Teisel juhul kujutavad kandjad enesest pikki polte, läbimõõduga 16 mm. Nende ülemised osad on läbi juhitud kandekonstruktsiooni laudade vahelt, alumised otsad aga läbivad nurkraudade vahe ja klambri, hoides kahe mutriga nurgad koos. Vahel kinnitatakse nad nurkade jäikuse suurendamiseks täiendavalt neetidega. Kandjad asetatakse üksteisest 500 kuni 700 mm kaugusele.

Nurkrauast rööpad jätkatakse nendele mõlemalt poolt ribarauast tükkide pealepanemisega, mis on kinnitatud neetidega.

Ribarauast või kahepealisest profiilist valmistatud rööpad asetatakse serviti ja kinnitatakse kandekonstruktsiooni külge valatud või keevitatud kandjate-nõjaste abil, mis asuvad ühelpool rööbast.

Joonisel 68 on toodud ribarauast rööbaste tüüpilised kandjate konstruktsioonid. Rööpa kinnitamine kandjate külge teostatakse poltide abil. Jätkude kohale asetatakse kandjad laiendatud alumiste otstega, kuhu poltide abil kinnituvad mõlema rööpa otsad.

Olenevalt kandekonstruktsiooni iseloomust, tehakse kandjatenõjaste ülemised otsad kas kumeratena ja kinnitatakse laudade vahelt läbi juhitud poldiga või sirgetena. Viimasel juhul kinnitatakse nad laua külge kruvide abil.



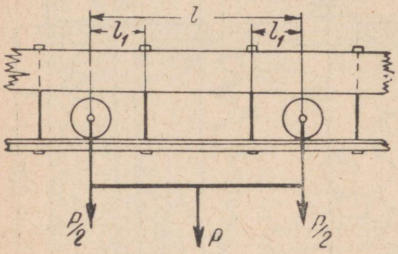
Joonis 68. Ribarauast rööbaste ja nende kandjate konstruktsioon.

Puitprussidest rööpad, mõõdetega 120 × 160 mm, mis käru rataste veeremise pinnas on kaetud ribarauaga 20 × 2,5 mm, ei ole praktilised. Nad muutuvad kiiresti kõlbmatuks rooste tagajärjel, samuti on vagonettide veeremistakistus siin alati suurem kui täismetallist rööbastel, kuna õhukesed metallribad deformeeruvad ja tee muutub ebatasaseks.

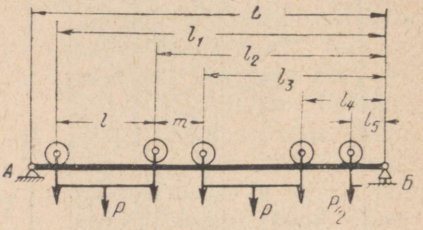
Rippraudteede rööbaste minimaalne kõverusraadius oleneb veereva koosseadu mõõdetest ja konstruktsioonist. Vagonettidele, mis on riputatud šarniirselt kahele kandekärule, baasiga (rataste tsentrite vahega) kuni 1000 mm, on minimaalne rööpa kõverusraadius kerget tüüpi teedel (käsiveoga) 1600—1750 mm ja keskmist tüüpi teedel (hobu- ja mehaanilise veoga) — 1800—2000 mm.

Liikuva koosseadu suurema baasi juures või juhul, kui veokastid on kärudele riputatud jäigalt, valitakse minimaalne kõverusraadius 1,5 korda suurem. Hoonetes ja kerget tüüpi teekõverikkudel on lubatav kõverusraadius 800—1200 mm.

Rööbaste ja kandekonstruktsiooni tarviliku ristlõike määramine toimub arvutuse teel, olenevalt vagonettide kandejõust, nende baasist ja liikumisviisist. Siinjuures peavad rööbas ja kandekonstruktsioon olema eraldi arvestatud võimalikule maksimaalsele koormusele. Käsiveoga teedel tuleb arvesse võtta ainult ühe vagoneti koormus, mis asub samaaegselt ühes paari tugede vahes, kui aga vago-



Joonis 69. Jõudude mõju skeem rööpale.



Joonis 70. Jõudude mõju skeem kandekonstruktsiooni kandjatevahes.

nettide vedu toimub rongina, tuleb arvesse võtta vagonettide arv, mis mahub kahe toe vahele.

Rööpa arvestusmeetod on järgmine. Kuigi rööbas kujutab enesest tala paljude tugedega, vaatleme lihtsuse mõttes teda kui tala, mis on asetatud kahele toele (joon. 69).

Kõige ebakasulikumaks koormuse mõttes on juhus, kui vagonettide kanderattad asuvad keskel kandjate vahel.

Märkinud koormatud vagoneti üldkaalu P kg-s, l — kärude rataste tsentrite vahemaa sm-s ja l_1 — kauguse rattast kandjani sm-s, leiame maksimaalse paindemomendi:

$$M = \frac{Pl_1}{4} \text{ [kg/sm]}$$

ja maksimaalne pinge

$$\sigma = \frac{M}{W} \text{ [kg/sm]},$$

kus W on rööpa vastupidavusmoment sm³.

Kasutades W arvulise suuruse tabeleid ja arvestades tugevuse varu tegurit $n = 3$, võib määrata rööpa tarviliku ristlõike.

Kandekonstruktsiooni arvutusel võetakse arvesse kõige ebasoodsam koormuse juhus, kus ühes kandjatevahes (joon. 70) asub üheaegselt mitu vagonetti minimaalse vahekaugusega m.

Pöörangud ja pöörderingid.

Pöörangud võimaldavad vagonettide üleviimist ühelt teelt teisele ja nad asetatakse teede hargnemiskohtadele.

Pöörderingide ülesandeks on vagonettide läbilaskmine tee ristumiskohtadest.

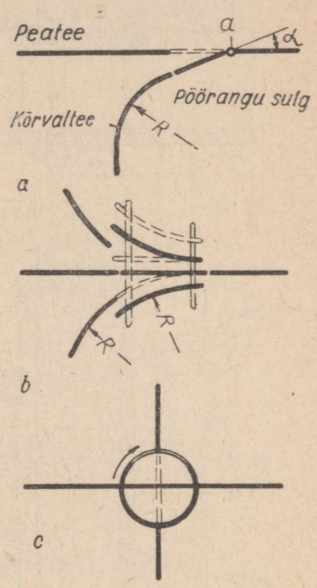
Pöörangud ja pöörderingid moodustavad rippraudtee keerukama ja kallima osa. Seepärast peab püüdma trassi valikul läbi saada nende võimalikult väiksema arvuga.

Pööranguid toodetakse võimalikkude liikumissuundade arvust lähtudes kahe- ja kolmesuunalistena, konstruktsioonist lähtudes aga sulg- ja raampöörangutena (joon. 71, *a* ja *b*).

Sulgpöörangu ehituse põhimõte on rajatud sulu otsa liikumisele ringi osal, mille raadius on võrdne sulu pikkusega.

Sulg kujutab enesest sirget rööpalõiku, mille üks ots pöördub parema (joonisel) kandja kohal ümber telje, teine ots aga liigub mööda sektorit, mis on kinnitatud vasaku kandja külge.

Sulu asetamisel peateelt kõrvalteele tekib rööpal šarniiris α nurk, mis kutsub esile lööke vagonettide ratastele. Olenevalt sulu pikkusest ja pea- ning kõrvaltee otste omavahelisest kaugusest, see nurk $\alpha = 10 - 12°$.



Joonis 71. Pöörangute ja pöörderingide skeemid.
a — sulgpöörang, *b* — raampöörang, *c* — pöördering.

Niisugustel pöörangutel võib kõrvaltee kõverik alata alles sulu vabast otsast, olles seega žarniirist 1 meetri võrra rohkem eemaldatud, mis nõuab küllaltki suurt pinda sulgpöörangu ülesseadmiseks.

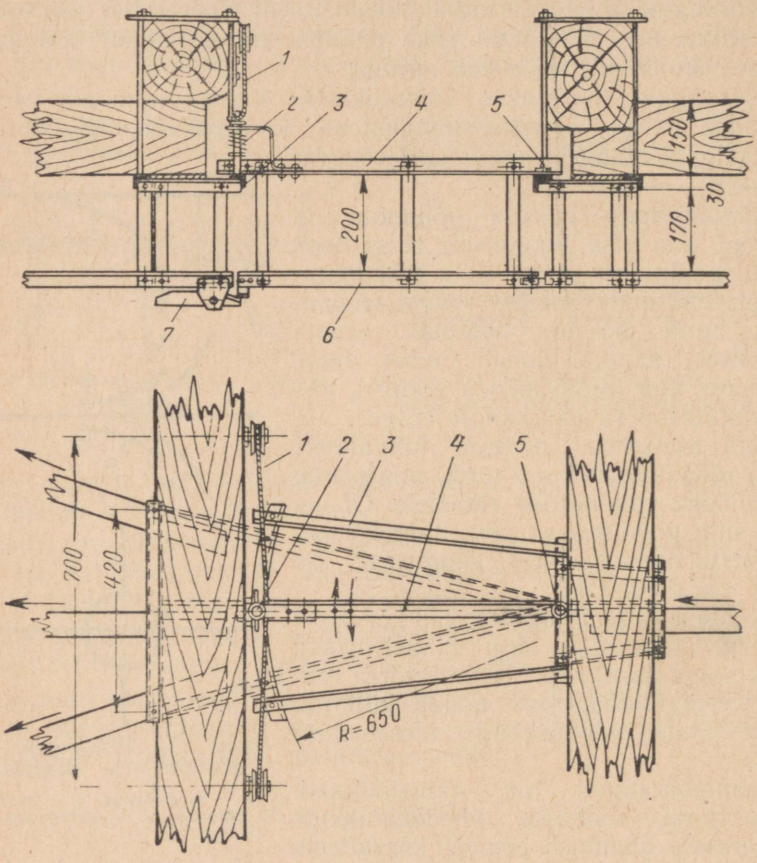
Raampöörangud on täiuslikumad, kuna tänu rööbaste ühendustükkide kumerusele üleminek peateelt kõrvalteele toimub sujuvamalt, nimetamisväärsete löökideta, kõveriku kaugus aga peatee otsast on väiksem, nõudes seega enda ülesseadmiseks väiksema pinna. Viimane asjaolu on eriti väärtuslik rippraudtee ülesseadmisel hoonetesse.

Raampöörangute ehituse põhimõte on rajatud nii kõrval- kui ka peatee rööpalõikude liikumisele risti peatee suunaga.

Raampöörangute puhul kinnitatakse rööpalõigud ühise raami külge, mis liigub liikumatutes juhtsoontes ühe pöörme rööpalõigu kokkusattumiseni tee rööpaga.

Joonisel 72 on näidatud ВИМ-i poolt projekteeritud kolmesuunaline sulgpöörang. Ta koosneb järgmistest peaosadest: nurkrauda-

dest kokkukeevitatud raamist *3*, mis on poltide abil riputatud laetalade külge või tugede põiktaladele, liikuvast lülist *4*, mis oma otstega on asetatud raami põikliistude peale ja žarniiri *5* abil on ühendatud raamiga; tema külge on riputatud sirgjooneline rööpalõik (sulg) *6*, pööramis- ja fikseerimisseadisest, mis koosneb vedruga vardast *2* ja üle kahe ploki visatud nöörist *1*, tema ülesandeks

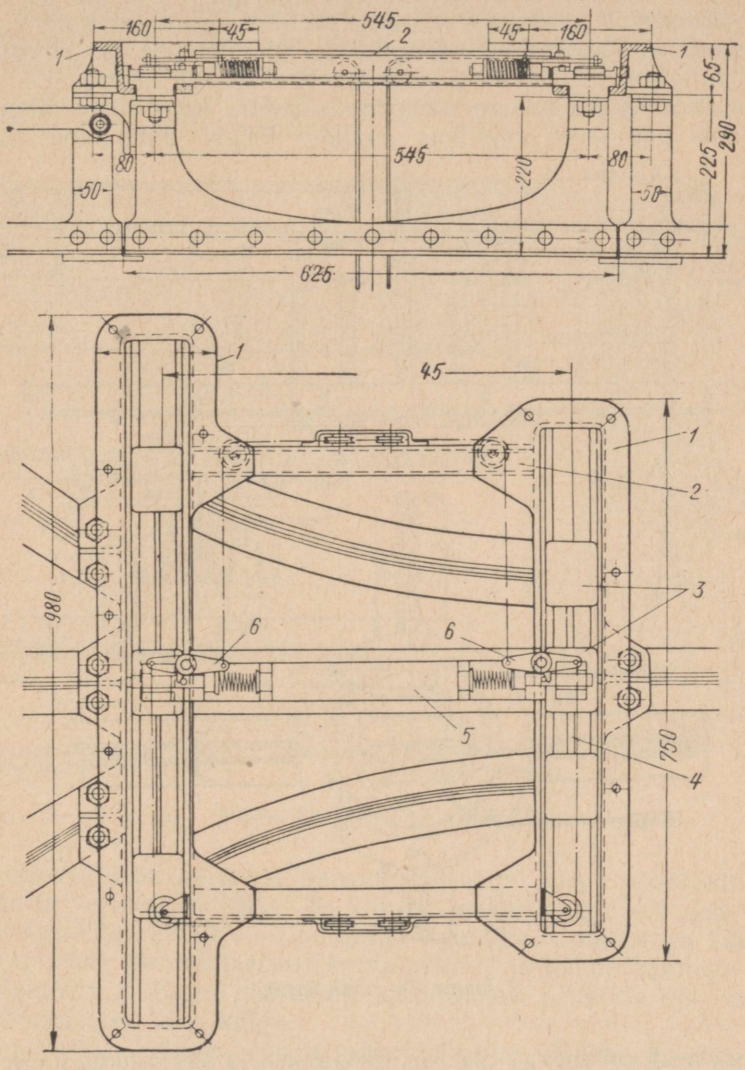


Joonis 72. Kolmesuunalise sulgpöörangu konstruktsioon.

on liikuva lüli koos suluga üleviimine antud suunale ja seal kinnitamine, hargnemisteede rööbaste otstele šarniiri abil riputatud blokeerivast tõkestist *7*, mis väldib vagonettide mahajooksmist rööbastelt.

Niisuguse pöörangu üleviimiseks ühelt teesuunalt teisele on tarvis ühest nööriotsast tõmmata. Sealjuures vabaneb tõkesti ja vabanenud lüli *4* koos rööpalõikega pöördub ümber šarniiri *5* kuni pöörangu rööpalõigu kokkusattumiseni tee rööpaga. Uues asendis asub fikseerija varras vedru mõjul raami liistu vastavasse auku.

Tõkesti 7 langeb pöörangu avamisel oma raskuse mõjul pikema otsaga alla, takistades seega vagoneti mahajooksmist vabalt rööpaotsalt. Tee ühendamisel pöörangu rööpaga vajutab viimane



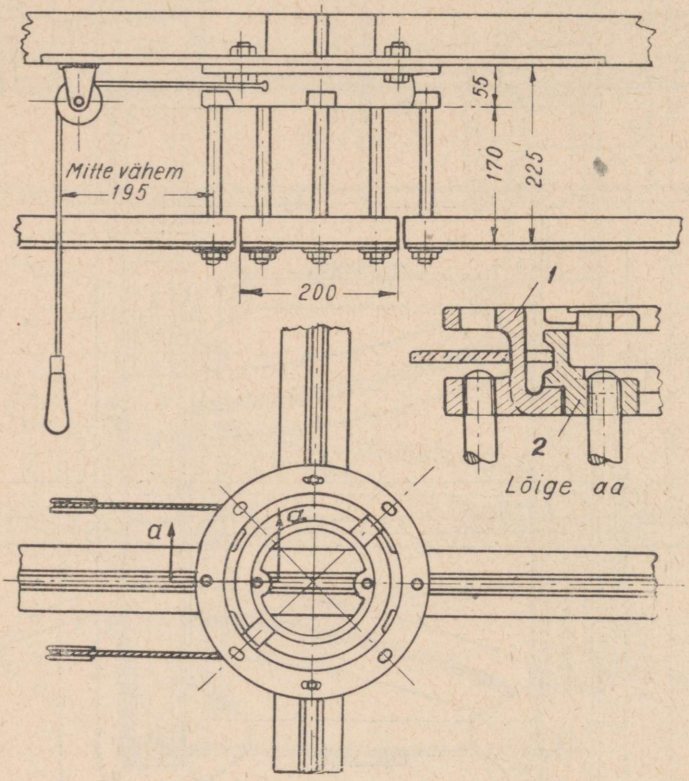
Joonis 73. Kolmesuunalise raampöörangu konstruktsioon.

oma otsaga tõkesti lühikesele õlale, pöörates teda sealjuures horisontaalasendisse ja vabastades tee vagonetile.

Üks kolmesuunalise raampöörangu konstruktsioonidest nurkrauast rööpaga on toodud joonisel nr. 73.

Pöörangu raam koosneb kahest omavahel nurkraudadega *2* ühendatud malmjuhtsoonest. Soonte sees libiseb kolm paari nihkureid *3*, mille külge on kandjate abil riputatud kolm rööpalõiku. Igas soones on nihkurid omavahel ühendatud liistudega *4*, viimased on omavahel ühendatud vardaga *5*. Vardale on ülalt kinnitatud kaks vedrufiksaatorit ja kaheõlalised kangid *6*, mille otstele on kinnitatud plokkide süsteemi läbivad peened terastrossid või nöörid.

Pööramiseks peab kogu nihkurite süsteemi koos rööpalõikudega nihutama piki sooni vajalikus suunas. Trossi tõmbamisel ühest



Joonis 74. Pöördering.

käepidemest vabanevad alguses fiksaatorid ja siis nihkub kogu süsteem soontes kuni pöörangu rööpa kokkusattumiseni pea- või kõrvaltee rööbastega.

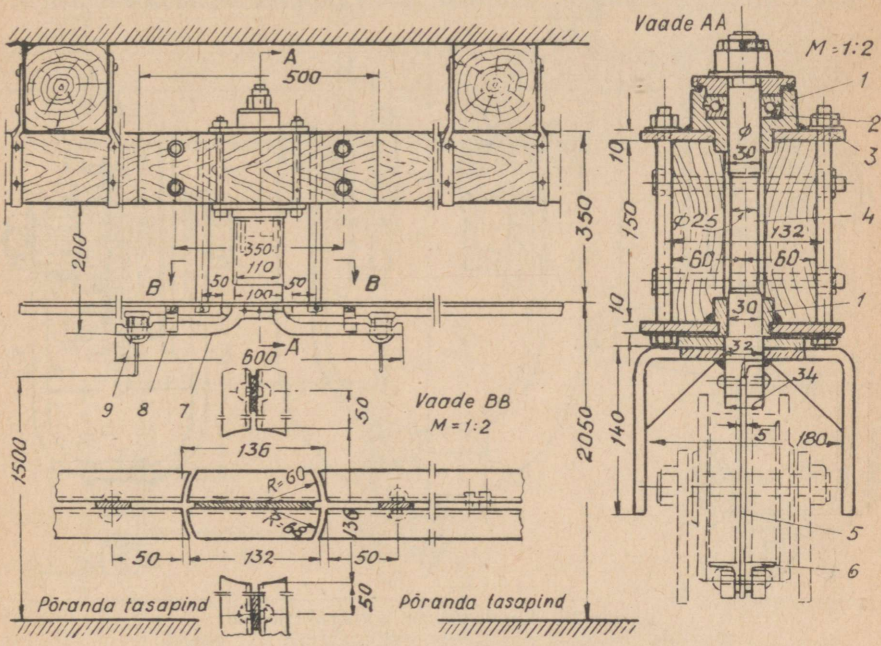
Joonisel 74 on toodud laialdaselt levinud rippraudtee pöördering. Tema pöörlev osa kannab lühikest (200—250 mm) rööpalõiku, mille keskkoht on kahe ristuva tee lõikepunktiks.

Ringi ülemine liikumatu osa *1* kinnitatakse laetalade külge ja riputatakse rööbaste otsad tema nõjastele.

Liikumatu osa sees asub 90° võrra pööratav trummel *2*, kuhu rööpalõik kahe kandja abil kinnitub.

Trumli liikumine koos rööpalõiguga saavutatakse trossi abil, mis on kinnitatud trumlile. Trossi otsad lähevad üle plokkide ja ripuvad alla. Trumli pööramisnurk on piiratud 90°, piiramistugedega nii trumlil kui ka liikumatul ringil. Äärmistes asendites on trummel lukustatud fiksaatoritega.

Trumli ja liikumatu ringi pööramispind on hoolikalt töödeldud ja nõuab perioodilist määrimist.



Joonis 75. Šaragini pöördelüli.

Joonisel 75 on näidatud Šaragini süsteemi rööpa pöördelüli üldvaade ja vertikaalne lõige. Ta kujutab enesest kandja *5* abil vertikaalsele pööramisteljele *4* riputatud rööpalõiku *6*, pikkusega 132 mm. Pööramistelg on monteeritud kahte puksi *1* ja toetub kaanega tugikuullaagrile *2*. Kogu pöördelüli kinnitatakse prusside abil kandekonstruktsiooni laua külge.

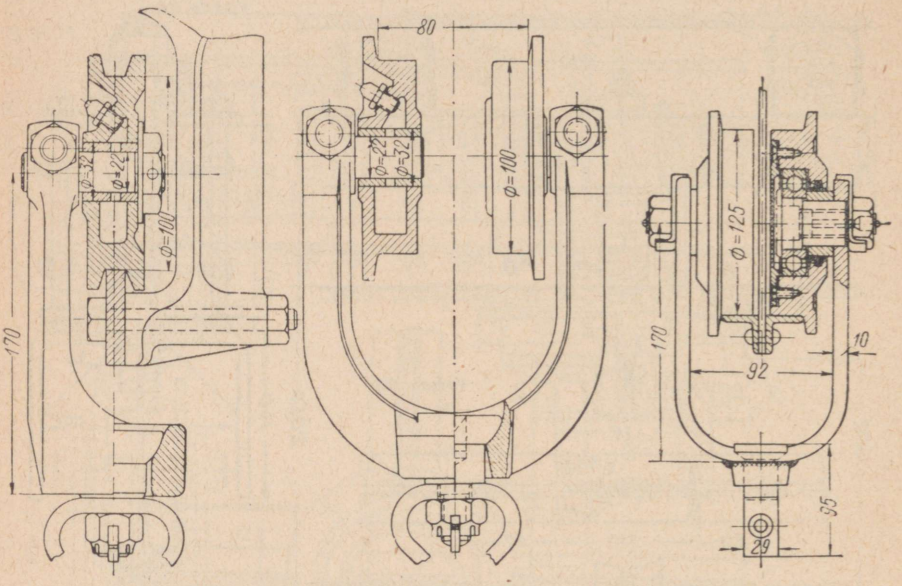
Vagonettide rataste rööpalt mahajooksmise vältimiseks on pööramistelje alumisele otsale kinnitatud blokeerimisklamber. Lüli pööramine 90° võrra ja tema fikseerimine äärmistesse asenditesse saavutatakse pööramiskangi *7* abil, mis on jäigalt ühendatud rööpalõiguga. Kangi otstel asuvad vedrudega fiksaatorid *9*. Fiksaatoritega on ühendatud nöörid nende vabastamiseks ja kangi üleviimiseks.

Oma ehituse poolest on Šaragini süsteemi pöördelüli pöördesildadest lihtsam ja võib neid eduga asendada.

Üherööpalise rippraudtee veerevasse koosseadu kuuluvad vagonetid, mis koosnevad kärudest ja nende külge riputatavatest veokastidest igasuguste materjalide jaoks. Mehaanilise veo kasutamisel kuuluvad veerevasse koosseadu samuti elektri- ja mootorvedurid.

Olenevalt rööpa konstruktsioonist on kärud 1- või 2-rattalised (joonis 76).

Esimesi tarvitatakse teedel, kus rööbas on valmistatud lapikrauast või kahepealisest profiilist ja kinnitatud ühekülgsete kand-



Joonis 76. Kandekärude konstruktsioonid.

jate nõjaste abil. Rattapöia kuju vastab rööbaste profiilile ja omab kahel pool ringserva.

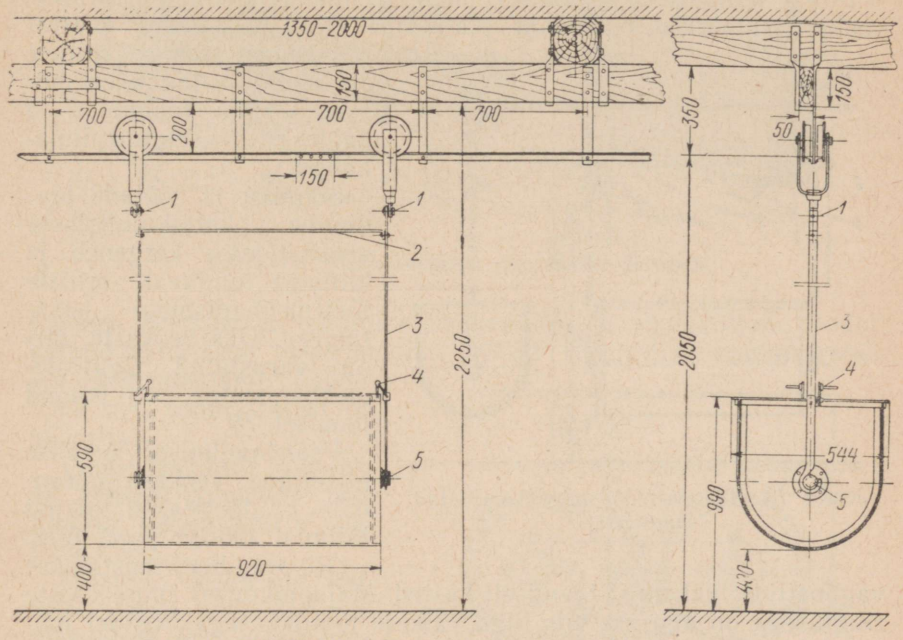
Kaherattalisi kärusid kasutatakse nurkrauast rööbastega ja teistel teedel, mis omavad sümmeetrilisi kandjaid. Nende kärude rattad omavad ringserva ainult ühel (välis-) küljel.

Käruraataste teljed kinnitatakse liikumatult kahvli otstesse. Paremates konstruktsioonides varustatakse rattad pronksist puksidega või kuullaagritega. Nähakse ette abinõu hõõruvate pindade määrimiseks.

Kahvli konstruktsioon peab igal juhul olema küllalt tugev ja jäik, veokastide kinnitamine aga niisugune, et vagoneti raskuspunkt asuks rööpa telge läbivas vertikaalpinnas, mis takistab käru kaldumist ja ümber minekut. Veokast kinnitatakse kandjate *3* abil kahele ühesugusele kärule (joon. 77). Kandjate ülemised otsad on omavahel kindlalt ühendatud latiga *2*. See tagab vagoneti parema püsivuse ja jaotab koormuse ühtlasemalt rööpale.

Enamuses konstruktsioonides pole kandjate otsad vahetult ühendatud kärude kahvlitega, vaid vertikaalsete šarniiride *1* kaudu. Niisugune ühendusviis võimaldab kärude veokastide suhtes keeramist tee kõverikkudel ja vähendab rattapöia ringserva hõõrumist vastu rööbast ning nõrgendab külglööke pöörangutel.

Kärudevahelise kauguse suurenemisega tõuseb liikumise sujuvus, muutuvad vähem märgatavaks külglöögid rattapöia ringservadele ja langeb veeremistakistus tee kõverikkudel. Selle kauguse tõstmine



Joonis 77. Karbikujulise veokastiga vagoneti üldvaade.

üle 1,3 m nõuab aga teekõverikkude suurt kõverusraadiust, mis piirab sageli tee sisseseadmist ruumides.

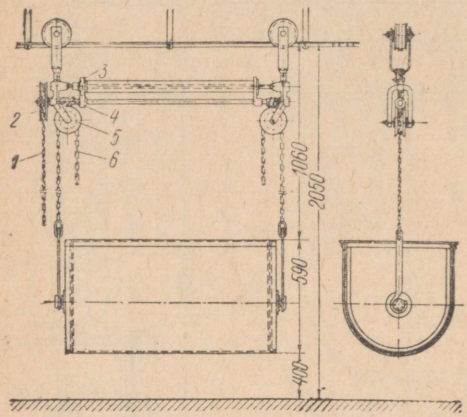
Olenevalt otstarbest, võib vagonettide veokastide konstruktsioon olla mitmesugune. Kontsentraatide, juurvilja-, silo- ja sõnnikuveoks kasutatakse karbikujulisi veokaste (joon. 77). Veokastid valmistatakse tsingitud või tsinkimata 1,5—2 mm paksusest plekist. Veokastide otsad ja ülemine äär tugevdatakse nurkraudadega, mis kinnitatakse neetide või keevituse abil. Veokasti otstele on keevitatud tapid, kuhu šarniirselt kinnituvad kandjad. Tapid asuvad veidi allpool veokasti raskuskeset, kergendades seega kasti kallutamist väljalaadimisel. Vagonettide isekaldumise ärahoidmiseks on kandjatele asetatud lukud *4*.

Karbikujulisi vagonette ehitatakse mahuga 0,25 kuni 0,35 m^3. Söötade ja sõnniku mahukaalu juures 0,7—0,8 on nende kandejõud 180—300 kg.

Vedelate söötade veoks kasutatakse tsingitud plekist valmistatud silindrikujulisi raandasid (toobreid) (joon. 18, *b*), mahuga 0,2—0,3 m³. Raanda alumisse ossa võib olla asetatud suluga varustatud väljavalamisrenn. Renn ja sulg võimaldab sööta kiiresti söötmiskünadesse välja valada.

Koresöötade veoks ehitatakse vahel kergeid puust puuritaolisi kaste, mahuga 1—1,5 m³, mis lubavad üheaegselt vedada 120—150 kg heina, põhku või aluspanu.

Piima vedamiseks kannudes, puude ja muude tükiliste koormate veoks kasutatakse rippuvaid platvorme. Nad kujutavad enesest nurkrauast raami, millele on asetatud laudadest põrand, kuhu mahub 6—8 kahte ritta asetatud piimakannu.



Joonis 78. Tõstemehhanismiga varustatud vagonett.

Sõnniku ja söötade laadimine karbikujulistesse veokastidesse kergeneb ja kiireneb tunduvalt eriliste tõstemehhanismide kasutamisel. Üks veokaste, mis on varustatud tigutõstemehhanismiga, on toodud joonisel 78.

Pealelaadimisel lastakse niisugune veokast põrandale ja tõstetakse pärast täitmist töölise poolt üles.

Rippraudteel teostatakse vagonettide lükkamist tavaliselt käsitsi. Majapidamises suure veoste ringlusega on aga see viis liiga väikese tootlikkusega. Nendel juhtudel toimub vedu elektri- või mootorvedurite abil, üksikutel teeosadel aga köisveoga elektrivintsi abil.

Veoviisi valik igal üksikul juhul toimub tehnoloogiliste arvutuste põhjal.

Akad. M. G. Jevreinov[1] soovitab erisugustes majapidamistes järgmisi veoviise, kui keskmine kaugus teede lõpp-punktide vahel kõigub 200 meetri ümber: farmidele kuni 200 lehmaga — käsivedu ja farmidele üle 400 ja rohkem lehma — elektervedu.

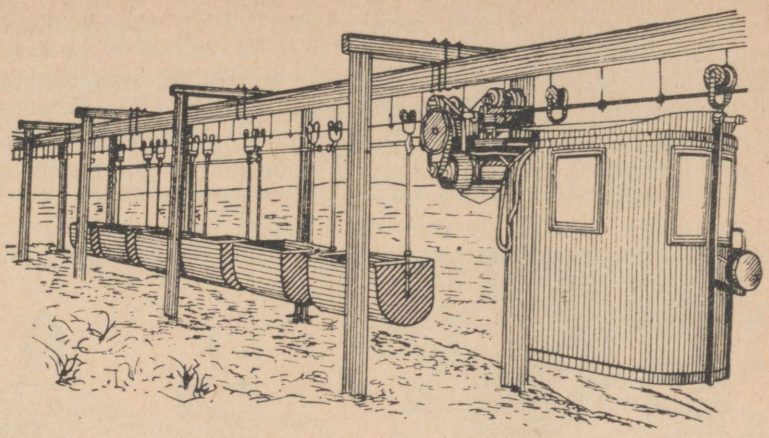
Seoses laialdase kolhooside ja sovhooside elektrifitseerimisega peab elektervedu leidma loomakasvatusfarmides laialdast levikut. Elektervedu teostub järgmise skeemi põhjal.

Rong, mis on moodustatud 4—6-st vagonetist, haagitakse rippuva elektriveduri taha, mida juhitakse kabiinis istuva juhi poolt (joon. 79).

---

[1] M. G. Jevreinov. Elektri rakendamine põllumajanduses. Selhozgis, 1948 (v. k.).

Elektrivedur (joon. 80) kujutab enesest neljarattalist käru, mille raamile on asetatud 3 kW võimsusega elektrimootor, ülekandemeh-



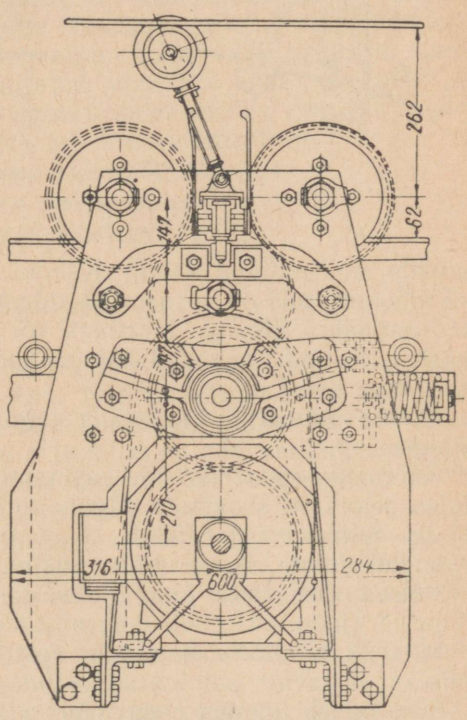
Joonis 79. Elektriveduriga rippraudtee üldvaade.

hanism, eesmine ja tagumine haakeseadis ja vooluvõtjad. Veduri rattaid käitatakse elektrimootori võllilt silindrilise hammasratas- või kiilrihmajami kaudu. Kõik neli veduri ratast on veorattad.

Veduri mootorit toidetakse kontaktjuhtmetelt vooluvõtja kaudu 220 V alalisvooluga.

Mootori elektriga toitmise skeem võib olla mitmesugune. Piki rööpa kandekonstruktsiooni võib nõjastele olla riputatud isolaatoritele kaks vasest või alumiiniumist juhet, ristlõikega 16 mm², või jälle kasutatakse ainult ühte nõjaste kohale isolaatoritele asetatud juhet, kuna teiseks juhtmeks on sel puhul hästi maandatud rööbas.

Viimasel juhul riputatakse peale nimetatud juhtme piki kandekonstruktsiooni veel raudjuhe, läbimõõduga 6 mm, mis on iga



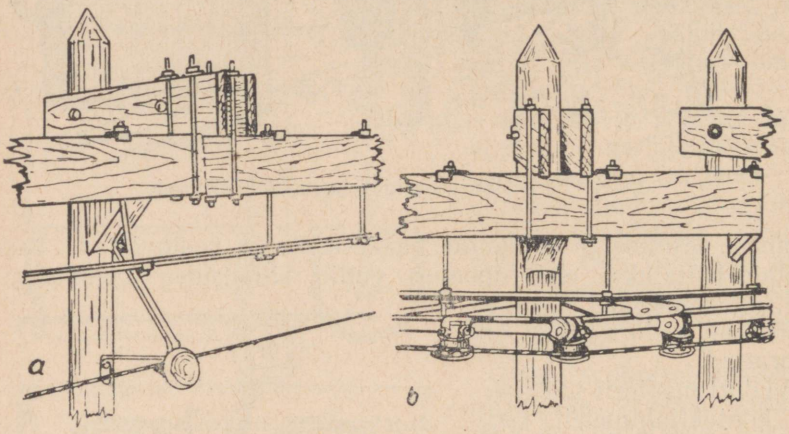
Joonis 80. Elektriveduri konstruktsioon.

15—16 m järel kindlas kontaktis ülemise juhtmega. Voolu võtmine toimub raudjuhtmelt. See hoiab pehmet vask- või alumiiniumjuhet kiirest kulumisest ja nõuab vähem kallist juhet rippraudtee ülesseadmisel.

Juhikabiinis asuvad käivitustakistus, kontroller, mõõteriistad ja iste. Elektriveduri kiirus on 6—8 km/t.

Tavaliselt piirdub elektriveduri tegevus ainult vagonettide veoga väljaspool hooneid. Elektriveduriga lautade juurde toimetatud vagonetid haagitakse lahti ja lükatakse edasi käsitsi.

Vagonettide vedu mootorveduriga ei nõua kallist elektrijuhtmestikku. Mootorvedur töötab järgmiselt. Rööpale on asetatud veokäru,



Joonis 81. Köisveoga varustatud rippraudtee.
a — sirgetel teeosadel, *b* — teekõverikkudel.

millele on riputatud kabiin. Kabiini on monteeritud 3—4 HJ bensiinimootor, mis on varustatud siduri ja käigukastiga. Veokäru rattad pannakse liikuma kiilrihma või kettajami abil mootori käigukastist. Rattad tõmbavad kabiini koos tema külge haagitud vagonettidega edasi.

Mootorvedurit võib kasutada vagonettide veoks ainult väljaspool ruume.

Köisveoga elektrivintside kasutamine on eriti otstarbekas ja teda tuleb peamiselt soovitada vagonettide veoks lautadest sõnnikuhoidlasse. Siinjuures lahendub kõige lihtsamal viisil suuremahuliste sõnnikuhoidlate sisseseadmise küsimus, eriti estakaad-tee rajamisel.

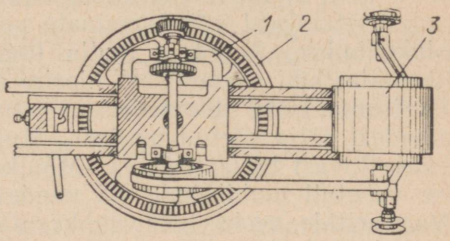
Köisveo otstarbeks kinnitatakse toepostidele rullidega varustatud nõjased (joon. 81), milledele asetatakse lõputa veotross. Tee käänakutel kinnitatakse postidele veotrossi ülalhoidmiseks ja suunamiseks vastavalt painutatud rullidega varustatud metalltoed.

Köie paneb liikuma elektrivints (joon. 82), mis on asetatud veotrossi kõrgusele kahe kokkujooksva tee vahele. Elektrivints koosneb

kahest u-kujulisest talast valmistatud raamist, malmplaadist *1*, köietrumlist *2*, ülekandemehhanismist ja elektrimootorist.

Köietrummel pöörleb malmplaadi alla kinnitatud teljel. 1,15 kW võimsusega elektrimootor paneb rihma abil vintsi ülemise võlli liikuma, siit antakse pöörlemine edasi ühest silindrilise ja koonilise hammasratta-paarist koosneva ajami kaudu köietrumlile. Trumli ringkiirus on 1,08 m/sek.

Köisveoga varustatud teeosal toimub vagonettide vedu sõnnikuhoidlasse järgnevalt: tööline lükkab täislaetud vagoneti käsitsi



Joonis 82. Köisveo elektrivintsi üldvaade.

teele, paneb liikuva trossi kahvlisse, mis on selleks otstarbeks monteeritud vagonetile, ja kahvlis kinni surutud tross viib vagoneti sõnnikuhoidlasse. Vagoneti veokasti ümberkallutamine toimub automaatselt. Selleks varustatakse sõnnikuvagonetid kangseadmega, mis vabastab veokasti luku. Väljaulatuv kang lööb liikumisel vastu liikumatut nõjast, mis on kinnitatud vajalikus kohas tee toele, ja vabastab veokasti luku. Tühi vagonett tuleb mööda ringteed tagasi ja, üle läinud peateele, vabaneb trossist automaatselt.

MAAPEALSED RÖÖBASTEED.

Üldalused.

Kõrvuti rippraudteedega leidsid loomakasvatusfarmides laialdast kasutamist maapealsed rööbasteed. Nad on küllalt suure tootlikkusega, neid võib edukalt kasutada vedudeks nii väljas kui ka ruumides, on lihtsa ehitusega, nende ehitamine on odavam rippraudteede ehitamisest ja suurte veokauguste ning suurel veoste ringlusel on väga lihtne kasutada vagonettidega hobuvedu.

Maapealsete rööbasteede puudused, võrreldes rippraudteedega, on järgmised: tarvidus puhastada talvel teed lumest, ruumides aga alaliselt söödast ja sõnnikust; ebamugavam vagonettide laadimine ja hoonetele juurdepääsuteede ülearune koormamine.

Maapealsed rööbasteed on kõige rohkem kasutatavad vähelumistes lõunarajoonides.

Maapealsed rööbasteed on ühe või kahe rööpaga. Kaherööpalisi rööbasteid ehitatakse rööbastevahega 500, 600, 750 ja harva

1000 mm. Üherööpalised teed on kohandatud ainult vagonettide käsiveoks, kaherööpalised ka hobu- ja mehaaniliseks veoks.

Iga maapealne rööbastee koosneb muldkehast, tee pealisehitistest (liiprid, rööpad, pöörangud ja pöörderingid) ja veerevast koosseadust.

Muldkeha ehitus.

Muldkeha ehitamisfaasid tee välisosal valitud trassi suundadel koosnevad: 1) tee hoolikast tasandamisest vastavate kaeviste ja mullete abil, 2) äravoolukraavide ehitamisest tee külgedele ja põiktorude asetamisest või lihtsamate puusildade ehitamisest vee äravoolukohtadele, 3) nõrga mulla tugevdamisest ja tihedama pealmise ballastkihi asetamisest liiprite aluspanuks.

Horisontaalsetel teeosadel moodustatakse muldkeha äravoolukraavidest välja võetud mullast. Muldkeha kaetakse 150—250 mm paksuse liivast ballastikihiga. Mõnikord on lubatav liiprite asetamine vahetult muldkehale või nende sissekaevamine maasse.

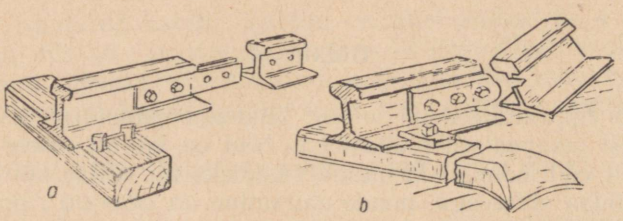
Vagonettide veoks hobuveo kasutamisel peab muldkehal olema rada hobuse jaoks.

Maksimaalne tee tõus inimjõuga veol ei tohi ületada 0,020, hobuveol — 0,040. Teekõverikkudel peab tõus olema 50% väiksem.

Kitsarööpmelise raudtee ristumiskohtadele maanteedega või teiste teedega peavad olema ehitatud ülesõidukohad.

Tee pealisehitis.

Tee pealisehitise ehitamisel võetakse arvesse valitud veerevkoosseadu koormus ja liikumise kiirus. Tee pealisehitise tugevus oleneb liiprite ristlõikest ja nende asetuse tihedusest, rööbaste ristlõikest ja profiilist ning nende kinnitusviisist. Jõud, millega veerev



Joonis 83. Rööbas ja tema kinnitus liipritele.

koossead rööpaid koormab, antakse liiprite, ballastkihi ja muldkeha kaudu edasi maapinnale.

Kitsarööpmelistel raudteedel, kus veerevkoosseadu liikumiskiirus ei ületa 6—8 km/h, arvestatakse tee pealisehitist järgmise valemi abil:

$$P = \frac{5000\,W}{kl}\ [\text{kg}],$$

kus P on lubatav ratta staatiline surve roopale kg-s,

l — kaugus liiprite telgede vahel m-s,

k — tegur, mis võrdub 8 kuni 16,

W — rööpa vastupidavusmoment sm^3.

Liiprid võivad olla puust või metallist (joon. 83). Puust liiprid valmistatakse tavaliselt männi- või kuuseprussidest, mõõdetega 130 × 150 kuni 150 × 200 mm, ja asetatakse tihedalt ballastkihile või maapinnale. Soovitav kaugus liiprite telgede vahel on:

600 mm rööbastevahega teele 710 mm,
750 mm „ „ 830 mm,
1000 mm „ „ 900 mm.

Liipri vajaliku pikkuse võib määrata valemiga

$$L = a + m \text{ [sm]},$$

kus a on rööbaste vahe sm-s,

m — liipri pikkuse tagavara, mis võrdub inimveoga teedel 18 sm ja hobuveoga teedel 30 sm.

Raudliiprid valmistatakse lehtterasest stantsitud karpide näol. Sagedamini tarvitatakse niisuguseid liipreid ümberpaigutatavate teede rajamisel. Parimaks rööpaks on standardne terasrööbas spetsiaalprofiiliga (joon. 83). Neid esineb mitmemõõtelisi. Andmed rööbaste mõõdete kohta on toodud tabelis 10.

Tabel 10

Kitsarööpmelise raudtee rööbaste iseloomustavad põhinäitajad (OCT 7688-7694).

Rööpa tüüp	Kõrgus mm	Pea laius mm	Talla laius mm	Ristlõige sm^2	Inertsmoment sm^4	Vastupidavusmoment sm^3	Jooksevmeetri kaal kg	Pikkus m
5	60,0	20	40	6,33	41,2	1,62	5,00	5
7	65,0	25	50	8,85	53,8	2,86	6,93	5
8	65,0	25	53	10,76	59,3	3,56	8.42	7
11	80,5	32	66	14,31	125,0	4,58	11.20	7
15	91.0	37	76	18,80	222,0	7,94	14,72	7
18	90,0	40	80	23,07	240,0	10,30	18,06	8
24	107,0	51	92	32,70	468,0	17,50	24,04	8

Liitekohtades ühendatakse rööpad poltidega kahe plaadi abil (joon. 83, *a*), ümberpaigutatavatel teedel toimub üksikute lülide ühendamine konstruktsiooni abil, nagu on näidatud joonisel 83, *b*. Rööbaste põkud (liitekohad) peavad asuma kahe ligindatud liipri vahel.

Rööbaste põkkudes peab jätma 3 kuni 8 mm suuruse vahe, et võimaldada nende vaba pikenemist soojuse mõjul. Vahe suurus määratakse valemi

$$c = 11{,}8 \cdot 10^{-6}(t_1 - t)l + b \text{ mm}$$

abil, kus $11{,}8 \cdot 10^{-6}$ on terase pikenemise tegur,

l — rööpa pikkus m-s,
t_1 — rööbaste maksimaalne temperatuur kraadides,
t — rööbaste temperatuur nende mahapanemise ajal ja
b — varu, mis võrdub 1 mm-ga.

Tee odavdamise püüe tingis nurk- või ribarauast rööbaste tarvituselevõtmise nende kinnitamisega prusside servale. Joonisel 84 on toodud kõige sagedamini esinevad lihtsamad rööbaste konstruktsioonid. Rööbaste ja prusside mõõted on näidatud joonisel.

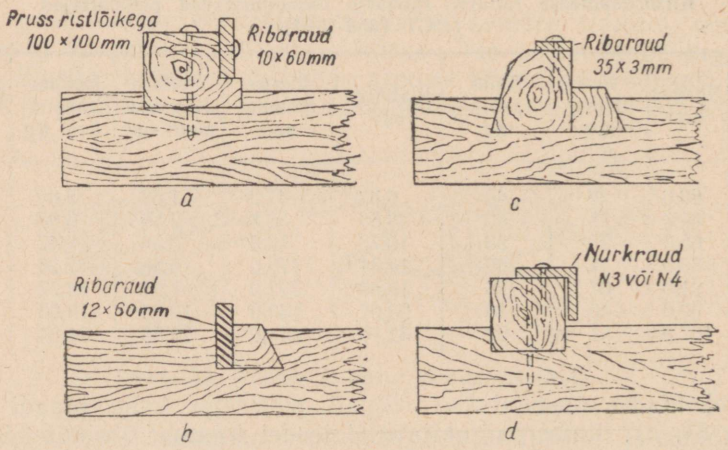
Tabelis 11 on toodud variandi *b* ribarauast rööpa läbilõike sõltuvus koormatud vagoneti kaalust.

Tabel 11

Ribarauast rööpa mõõted erinevate koormuste puhul.

Koormatud vagoneti kaal kg	300	500	700	900	1200	1500
Rööpa kõrgus mm . . .	41,3	50,8	50,8	60.3	69,8	69,8
Rööpa paksus mm . . .	9,5	9,5	12,7	15,9	15,9	19,1
Jooksevmeetri kaal kg-s	12	16	17	31,5	36,5	44

Sageli ehitatakse teid, kus üks nurk- või ribarauast rööbas on juhtrööpaks, teine aga on valmistatud puust prussi näol. Üherööpalise tee jaoks soovitab ВИМ rööpana kasutada puust prussi, rist-



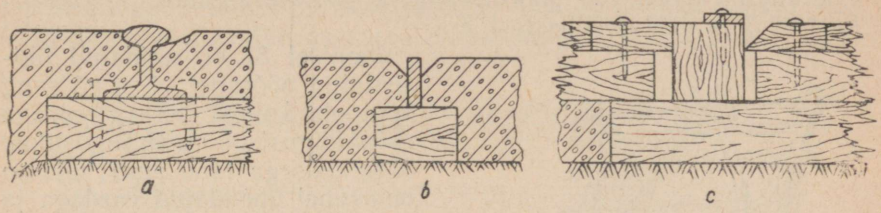
Joonis 84. Lihtsamate rööbaste konstruktsioone.

lõikega 60 × 120 mm, mis on pealt kaetud 2 × 50 mm ristlõikega plekkribaga.

Rööbaste paigutus ja kinnitamine ruumides, kus asuvad loomad, peab toimuma nii, et rööbas oleks põrandaga ühel tasapinnal. Sel-

leks kaetakse põrand tsemendi, asfaldi või laudadega rööpa pea kõrguseni, nagu näidatud joonisel 85.

Minimaalne kõverikuraadius 600 mm rööbastevahe juures on 40 m, 750 mm juures — 50 m ja 1000 mm juures — 60 m. Teekõve-



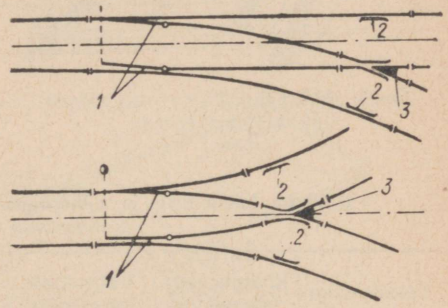
Joonis 85. Rööbaste asetamine ruumides.

rikkude olemasolu on võimalik ainult väljaspool ruume. Üheröödpalistel teedel on minimaalne kõverikuraadius kõigest 1,5—2 m, olles täiesti mõeldav ka ruumides.

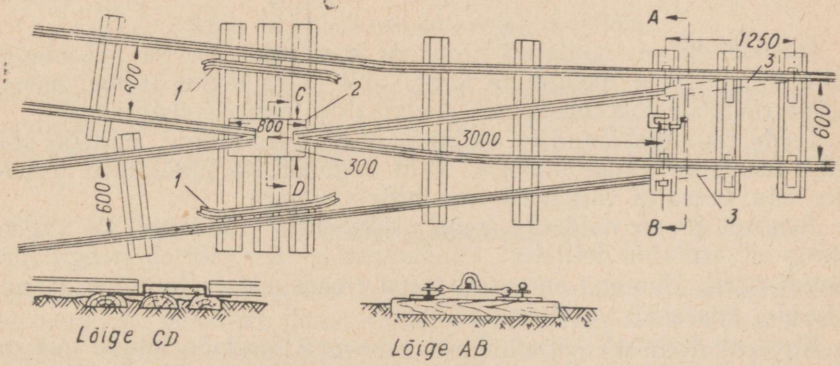
Teekõverikkudel laiendatakse rööbaste vahet, selleks et võimaldada rattarehvide vaba läbimist. Rööbastevahe laienemine oleneb kõverikuraadiusest.

750 mm rööpavahega tee laiendamine kõigub (tabel 12) 0 ja 15 mm vahel.

Teedel, kus kasutatakse mootor- või elektrivedureid ja veerevkoosseadu kiirus küünib 6—8 km/t, on kõverikkudel vajalik välist rööbast tõsta, võrreldes sisemisega. Välisrööpa kõrgendus vähendab kõverikkudel ratta ringrandi külglööke vastu rööbast, tagab mõlemale rööpale ühtlase koormuse ja hoiab ära vagonettide ümberpaiskumise.



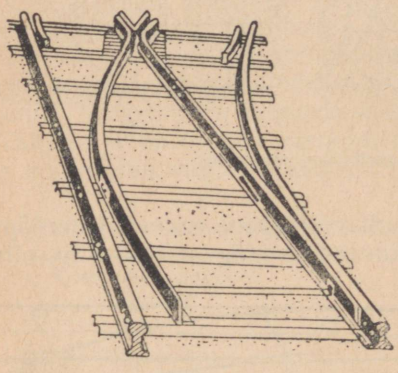
Joonis 86. Pöörangute skeemid.
ülemine — ühepoolne, alumine — kahepoolne.



Joonis 87. Lihtsama konstruktsiooniga sulgpöörang.

Olenevalt kiirusest kõigub välisrööpa kõrgendus teekõveriku raadiusest 0 ja 23 mm vahel (tabel 12).

Teede hargnemiskohtadele seatakse üles pöörangud. Nad jagunevad ühe- (joon. 86 ülemine) ja kahepoolseteks (joon. 86 alumine). Pöörangud koosnevad pöörmekangist, pöörmesulgudest *1*, riströöbastest *3* ja vastasrööbastest *2*.



Joonis 88. Täiuslikuma sulgpöörangu konstruktsioon.

Joonisel 87 on näidatud lihtsustatud pöörang. See pöörang koosneb kahest terava otsaga rööpalõigust — pöörangusulust *3* (pikkusega 1250 mm), mis on omavahel ühendatud vardaga ja asetatud raudplaatidele.

Niisuguse pöörangu sulu üleviimist teostatakse käsikangiga. Rööbaste lõikumiskohale on asetatud raudleht *2*, mõõduga 300 × 800 mm, mida mööda rattad oma ringservaga veerevad ühe rööpa otsast teisele.

Rataste täpseks suunamiseks on niisugusel pöörangul vastasrööbas *1*.

Tabel 12

Rööpme laienemise ja välisrööpa kõrgenduse suurused, olenevalt teekõveriku raadiusest.

Teekõveriku raadius m	Rööpmevahe laienemine mm	Välisrööpa kõrgendus mm	Teekõveriku raadius m	Rööpmevahe laienemine mm	Välisrööpa kõrgendus mm
60	15	23	250	8	6
80	14	18	300	5	5
100	13	14	400	3	3
150	12	9	üle 500	0	0
200	10	7			

Joonisel 88 on näidatud täiusliku konstruktsiooniga pöörangut. Siin toimub sulu üleviimine kangi abil ja raudlehe asemel asetatakse rööbaste lõikumiskohale spetsiaalne terasest riströöbas.

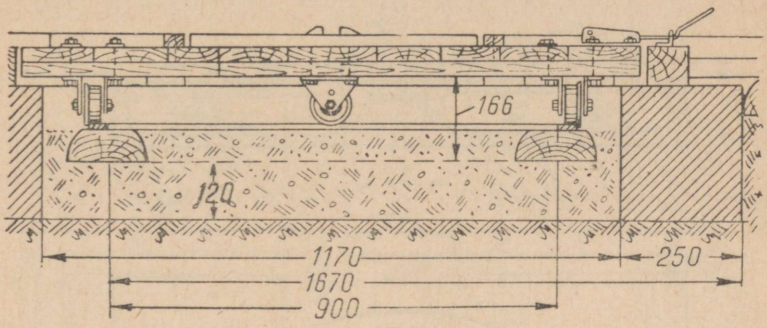
Teede ristumiskohtadele seatakse üles pöörderingid, millede abil võib tee mitte ainult ületada, vaid vagoneti ka ühelt teelt teisele üle viia, keerates vagonetti koos pöörderingiga.

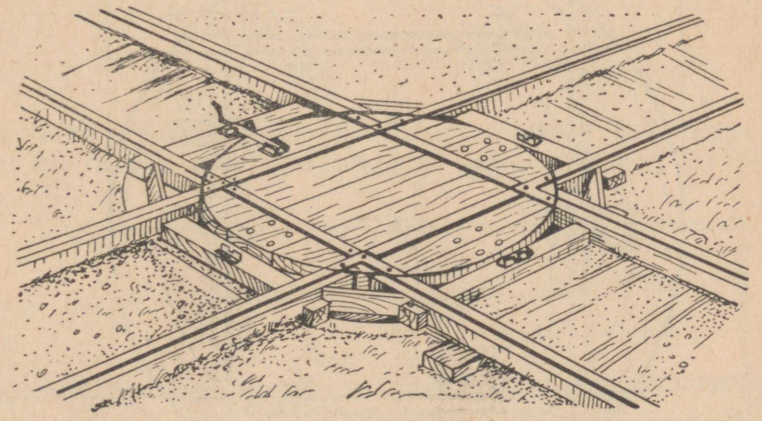
Joonisel 89 on näidatud puust pöörderingi läbilõige ja vaade. Ring on asetatud tellistest vundamendile ja pöörleb ringrööpal neljal rullil. Viimane on valmistatud ribarauast ja kinnitatud puualusele, mis asub vundamendil.

Ring ise koosneb kahest 3 sm paksusest laudade kihist, mis on ühendatud naeltega. Ringi platvormi läbimõõt on 125 sm. Platvor-

mile on kruvidega kinnitatud neli nurka ja neli sirget lõiku, mis on valmistatud ribarauast.

ВИМ-i poolt on välja töötatud malmist valatud pöördering teedele, rööpmega 600 mm. Ta koosneb (joon. 90) alusest *1* — 1000 mm läbimõõduga silindrikujulisest karbist, mis asetatakse betoon- või telliskivi-vundamendile, ja sama läbimõõduga kaanest *2*, mis pöör-





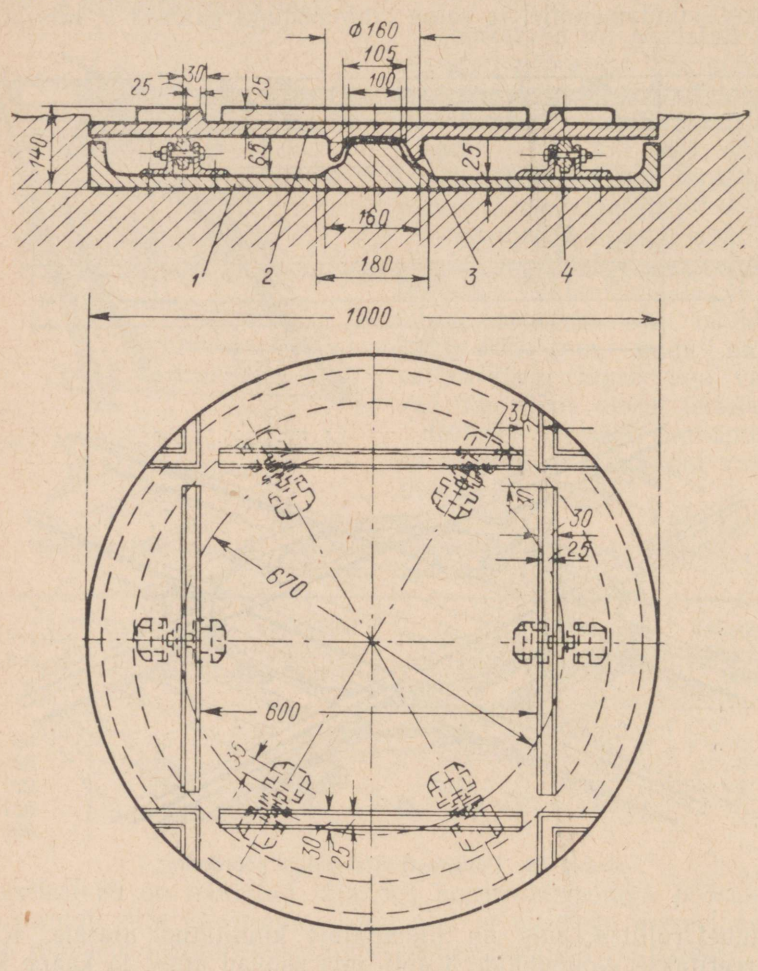
Joonis 89. Puukonstruktsiooniga pöördering.

leb kuuel rullil *4*, mis on liikumatult kinnitatud alusele. Kaas tsentreeritakse valunukkide *3* abil, mis asuvad aluse ja kaane keskel. Kaane peale on asetatud rööbasteed, mis ristuvad täisnurga all.

Veerev koossead.

Vagonetid kaherööpaliste teede jaoks ehitatakse kaheteljelistena ja metallist, vahel ka puust raamiga. Sõltuvalt otstarbest monteeritakse vagoneti raamile kas ümberkallutatav karbikujuline rauast veokast (joon. 91) või puitplatvorm (joon. 92).

Esimesed on kontsentraatsöötade, juur- ja mugulvilja, vedelate söötade, silomassi, sõnniku jt. veoks, teised aga tükiliste veoste (kottide, õlikookide, kütuse, piimakannude jms.) veoks. Sageli varustatakse vagonettide platvormid lahtikäivate puust külgseintega, mis teeb nad universaalsemaks.

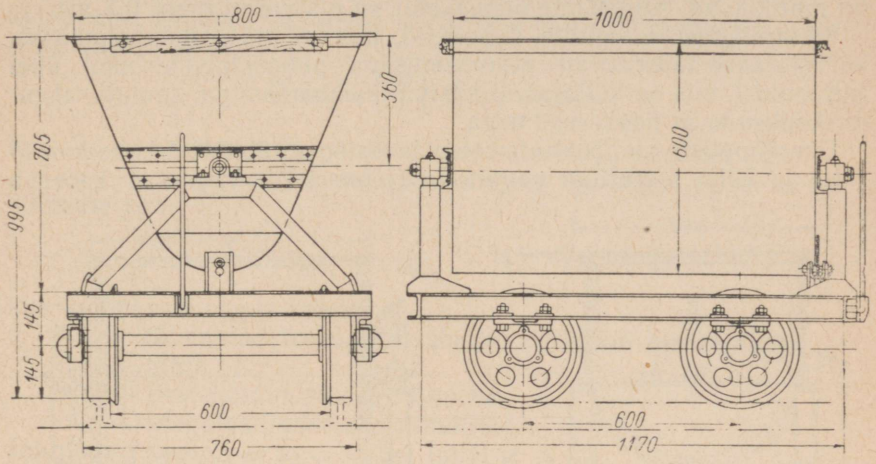


Joonis 90. Malmist pöördering.

Joonisel 91 kujutatud ВИМ-i konstruktsiooni vagonett on ristkülikukujulise metallraamiga, mis on kokku keevitatud U-kujulistest terastaladest. Malmist valatud rattad, läbimõõduga 290 mm, on jäigalt tapitud terastelgedele ning moodustavad rattapaari. Telgede tapid pöörlevad kinnistes kaherealistes kuullaagrites, mis on poltidega kinnitatud raami pikitalade alla.

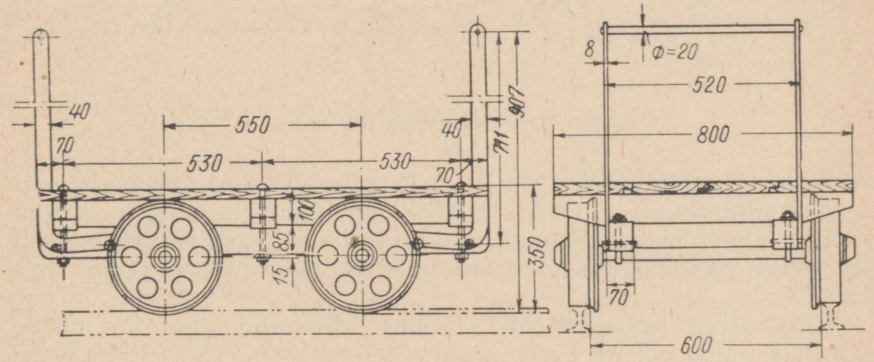
Raami põiktalade peale on kinnitatud nurkrauast püstkandurid laagritega veokasti tappide jaoks.

Karbikujuline veokast on valmistatud keevitamisega 1,5 mm paksusest lehtterasest ja on ülemisel äärel ja otstel nurkraudadega



Joonis 91. Vagonett kallutatava veokastiga.

tugevdatud. Veokasti maht on 0,35 m³. Veokasti ümberkaldumist hoiab ära raamile kinnitatud kanglukk. Vagoneti kaal on ligi 180 kg.



Joonis 92. Platvormvagun.

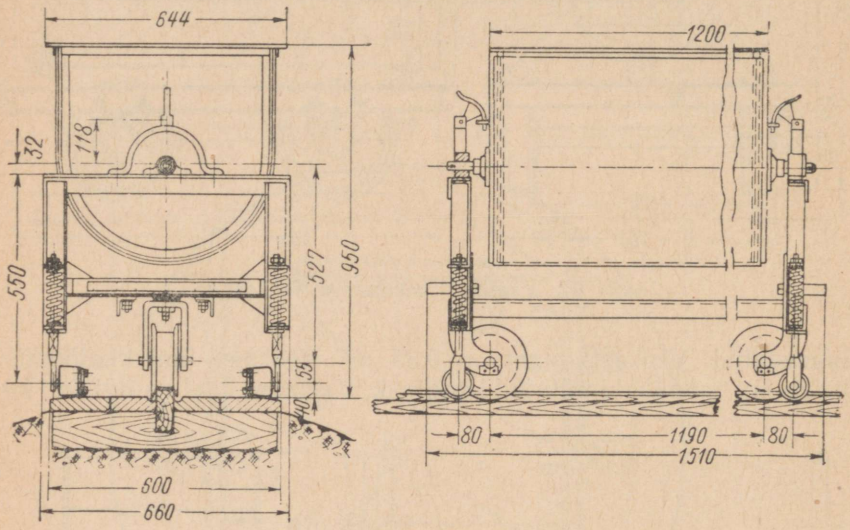
ВИМ-i konstruktsiooni platvormvagun (joon. 92) omab puuprussidest raami, kusjuures prussid on omavahel ühendatud poltidega. Pikuti asuvate prusside alla on rangidega kinnitatud rataste teljed, pealt aga poltidega kolm põikprussi, milledele on asetatud laudadest platvorm mõõdetega 800 × 1200 mm. Raami otstele on kinnitatud vertikaalsed toed platvormi lükkamiseks.

Rattad on valatud malmist, läbimõõduga 290 mm ja oma kinniste pöidadega pöörlevad telgede otstele asetatud kuullaagrites.

Platvormi võib varustada 400 mm kõrguste puidust külgseintega, kusjuures pikuti asuvad külgseinad on kinnitatud hingedega ja nad on lahtikäivad. Külgseinte olemasolul on platvormi maht 0,7 m³.

Kitsarööpmelise raudtee vagonetid, mis on määratud hobuveoks, varustatakse täiendavalt pidurseadisega piduriklotside näol ühel rattapaaril, mis on käitatavad käsivintmehhanismiga, samuti rakenduskonksude ja haakeseadmega.

Üheröõpaliste maapealsete teede jaoks soovitab ВИМ kahe käigurattа ja nelja toerulliga vagonette (joon. 93). Vagonett koosneb



Joonis 93. Üheröõpalise tee vagonett.

nurkrauast valmistatud raamist, 0,35 m³ mahulisest karbikujulisest ümberkallutatavast raudveokastist, kahest kahe ringrandiga käigurattast läbimõõduga 160 mm, mis asuvad raami otste all ja neljast 80 mm-se läbimõõduga toerullist, mis asuvad vagoneti raami nurkadel.

Käigurattad veerevad piki roobast, toerullid aga — mööda põranda pinda või tee katet.

Vagoneti käigurattad asetsevad raamil kääntelgedel olevates kahvlites, mis võimaldab rataste pööramist teeköverikkude läbimisel. Rattad on monteeritud kuullaagritele.

Toerullid on kinnitatud vertikaalsetele püstkanduritele, mis on varustatud amortisatsioonivedrudega, ja pöörlevad kuullaagritel. Vagoneti kaal on ligikaudu 150 kg.

Koresöötasid on otstarbekohane kaheröõpalistel teedel vedada vagonetiga, mis on varustatud puurestist 4—5 m³ mahuga veokastiga. Niisugune veokast asetatakse tavaliselt kahele veokärule.

FARMISISESE TRANSPORDI EKSPLUATATSIOON.

Tootlikkus.

Transpordivahendi (käru, vagoneti, elektrikäru, rippraudtee või maapealse raudtee vagoneti) tunnitootlikkust võib määrata järgmise valemi abil

$$Q = G_k \left(\frac{60}{T}\right) \text{ tonni tunnis,} \qquad (1)$$

kus G_k on valitud transpordivahendi kandejõud tonnides ja
T — transpordivahendi töötsükli aeg minutites.
Viimane aga,

$$T = \frac{l}{60v_1} + \frac{l}{60v_2} + t_1 + t_2 \text{ [min],}$$

kus l on veokaugus meetrites,
v_1 — täislaetud transpordivahendi liikumise kiirus m/sek
v_2 — tühja „ „ „ „
t_1 — pealelaadimise aeg minutites
t_2 — mahalaadimise aeg minutites.
Inimjõuga veol $v_1 = v_2 = v$. Sel juhul

$$T = \frac{2l}{60v} + t_1 + t_2 \text{ [min].}$$

Asetanud T suuruse valemisse (1), saame praktilisteks otstarveteks kõlbliku transpordivahendi tunnitootlikkuse valemi.
Inimjõuga veol

$$Q = G_k \left(\frac{60}{\frac{2l}{60v} + t_1 + t_2}\right) \text{[t/h]} \qquad (2)$$

ja hobu- või mehaanilise veo juures

$$Q = G_k \left(\frac{60}{\frac{l}{60v_1} + \frac{l}{60v_2} + t_1 + t_2}\right) \text{[t/h].} \qquad (3)$$

Kui vedu toimub mitme transpordivahendi rongiga, siis:

$$Q = nG_k \left(\frac{60}{T}\right); \; T = \frac{l}{60v_1} + \frac{l}{60v_2} + n(t_1 + t_2),$$

kus n on transpordiühikute arv rongis.
Sel juhul on tootlikkuse valem T väärtuse arvestamisega

$$Q = nG_k \left(\frac{60}{\frac{l}{60v_1} + \frac{l}{60v_2} + n(t_1 + t_2)}\right) \text{[t/h].} \qquad (4)$$

Arvutusel võivad suurused v_1 ja v_2 olla järgmised: inimjõuga veol $v_1 = v_2 = 1{,}0$ kuni 1,2 m/sek, hobuveol — $v_1 = 1{,}2$ kuni 1,3 m/sek ja $v_2 = 1{,}3$ kuni 1,4 m/sek ning elekterveol $v_1 = 1{,}5$ kuni 1,6 m/sek ja $v_2 = 1{,}8$ kuni 2,0 m/sek.

Pealelaadimisaeg t_1 sõltub pealelaadimise moodusest, veetava materjali omadustest, pealelaaditava materjali kandekaugusest, tööliste arvust ja teistest põhjustest.

Pealelaadimisaega t_1 määratakse igal üksikul juhul mõõtmise teel.

Orienteeruvalt võib eelarvestuste jaoks võtta järgmised t_1 väärtused ühe 250 kg kandejõuga vagoneti veokasti käsitsi täislaadimiseks:

sõnniku laadimisel kuhilatest . . . . . 6—7 min.,
juurvilja laadimisel, juurdekandmisega 5—10 m kauguselt . . . . 10 min.,
vedelsöötade pealelaadimisel . . . . . 5—6 min.

Mahalaadimise aeg t_2 oleneb samuti mitmest tegurist (mahalaadimise tingimustest, koorma iseloomust, transpordivahendi konstruktsioonist jt.). Näiteks isekallutavate vagonettide tühjendamine sõnnikuhoidlas toimub mõne sekundi jooksul, samal ajal kui igasuguste söötade väljalaadimine loomadele etteandmisel vastavalt ratsioonile nõuab palju aega.

Kui laadungit laetakse peale ja maha käsitsi, seisab sisetransport üle poole tööajast kasutamata.

Igasugune peale- ja mahalaadimistööde mehhaniseerimine lubab tunduvalt tõsta transpordi tootlikkust, kergendada tööliste tööd ja alandada vedude hinda.

Transpordivahendi tootlikkuse määramiseks tkm-s võib kasutada valemit

$$Q' = G_k \left(\frac{60}{T}\right) l/1000 \text{ [tkm/h]}. \tag{5}$$

Kui on teada üldine veoste hulk G' ja vedamisaeg ühest punktist teiseni, siis võib tarvilikku transpordivahendite arvu määrata valemiga

$$m = \frac{G'}{G_k \left(\frac{60}{T}\right) T_1}, \tag{6}$$

kus m on tarvilik transpordivahendite arv,
G' — üldine veoste hulk tonnides ja
T_1 — transpordivahendite tööaeg tundides.

Oletame, et söödatsehhist peab igaks söötmiseks sigalatesse viima 4,5 t vedelsööta. Vastavalt farmi päevakorrale peab sööda etteandmine toimuma kahe tunni jooksul. Keskmine veokaugus $l = 200$ m. Sööt veetakse inimjõul rippraudteel 0,25-tonnise kandejõuga raandades.

Eeldame, et $v_1 = v_2 = 1{,}1$ m/sek; $t_1 = 6$ min; $t_2 = 8$ min. Asetanud need arvud valemisse (6) ja teinud arvestuse, leiame m:

$$m = \frac{G'}{G_k \left(\frac{60}{\frac{2l}{60v} + t_1 + t_2}\right) T_1} = \frac{4{,}5}{0{,}25 \left(\frac{60}{\frac{2 \cdot 200}{60 \cdot 1{,}1} + 6 + 8}\right) 2} = \frac{4{,}5}{1{,}5} = 3.$$

Veotakistus.

Igasuguse käru või vagoneti veotakistus koosneb kolmest osast:

$$W = W_o + W_i + W_k \text{ [kg]},$$

kus W_o on veotakistus sirgel horisontaalsel teel,
W_i — „ kallakul,
W_k — „ teekõverikkudel.

Põhitakistus W_o tuleneb veerdehõõrdumisest rataste puutepunktis tee-(rööpa-)pinnaga, ratta ringrantide libisemishõõrdest vastu rööbast (rööbastranspordi puhul) ja hõõrdest rataste telgedel.

Üldiselt on ta väljendatud suurusega

$$W_o = Pw_o,$$

kus P on vagoneti või käru kaal,
w_o — kas üldine veotakistuse tegur, või veo eritakistuse tegur.

Kui W_o ja P on antud tonnides, siis w_o on nimeta arv; kui aga W_o on, nagu harilikult arvestustes, määratud kg-s, P aga tonnides, siis veotakistuse tegur $w_o = \frac{W_o}{P}$ väljendub kilogrammides ühe kaalu tonni kohta.

Suurus w_o määratakse katseliselt erisuguste transpordivahendite ja teeolude jaoks. Raudteetranspordile arvestatakse w_o suurus valemi abil:

$$w_o = (2{,}5 + 0{,}05\,v) \text{ [kg/t]},$$

kus v on kiirus km/h.

Tehasesisesel rööbastranspordil, kus liikumiskiirused on harilikult väikesed ja tee hooldamine vähem korrapärane, s. o. oludes, mis on sarnased farmisisese rööbastranspordi oludega, kõigub w_o väärtus 5 ja 10 kg/t vahel.

Uurimistest on selgunud, et w_o väärtus sõltub veerevkoosseadu käiguosa konstruktsioonist ja liikumise kiirusest. Seetõttu on väga soovitav varustada kärude või vagonettide rattad kuul- või rull-laagritega.

Rööbasteta transpordil ei olene w_o väärtus ainult käiguosa konstruktsioonist ja kiirusest, vaid tunduval määral ka tee kvaliteedist.

Tabelis 13 on toodud w_o väärtus igasuguste teede jaoks.

Tabel 13

Veo eritakistuse teguri w_o väärtused, olenevalt tee liigist ja seisukorrast.

Tee liik ja seisukord	w_0 kg/t	Tee liik ja seisukord	w_0 kg/t
Asfalt- ja betoonteed . .	10—12	Halvas seisukorras maantee	25—30
Munakiviteed	20—25	Külavahetee	45—80
Puust (laudadest või prussidest) teed . . .	15—20	Lumine tee	35—40
Heas seisukorras maantee	18—20	Jäätunud tee	15—20

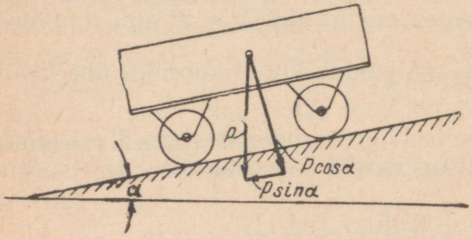
Veotakistus kallakul W_i võib olla määratud jõudude vaatlemisel, mis mõjuvad vagoneti liikumisel kallakul (joon. 94). Vagoneti kaalu P lahutamisel leiame, et $W_i = P \sin \alpha$; väikeste nurkade juures $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = i$; seetõttu $W_i = P \cdot i$, kus W_i ja P on antud tonnides.

Kui W_i väljendada kg-s, siis $W_i = 1000\ P \cdot i$, eritakistus aga

$$w_i = \frac{W_i}{P}\ 1000 \cdot i.$$

Kui kallakut i väljendada murdarvuna $i = \frac{i'}{1000}$, kus i' on tee tõusutuhandikkude arv, saame $w_i = i'$, s. t. veo eritakistus kg/t võrdub kallaku tuhandikkude arvuga.

Vagoneti liikumisel mööda kallakut alla on jõud $P \sin \alpha = W_i$ suunatud liikumissuunas ja muutub takistavast jõust veojõuks. Sel juhul muutub W_i väärtus valemites negatiivseks.



Joonis 94. Jõudude toime skeem liikumisel kallakul.

Teekõverikkudel tekib veotakistus W_k rattaringservade hõõrdumisest vastu rööpaid. See puudutab esmajoones maapealse kitsaröövõmelise raudtee vagonette jäikade rattapaaridega, samuti rippraudtee vagonette jäiga veokärude kinnitusega.

W_k väärtus on seda suurem, mida suurem on vagoneti telgede vahe ja liikumiskiirus ning mida väiksem on teekõveriku kõverusraadius.

Kuigi vagonettide liikumiskiirus sisetranspordi oludes on raudteel suhteliselt väike (ei ületa 2,2 m/sek), siiski, püüe vähendada teekõveriku kõverusraadiusi, suurendab veotakistust, mis küünib kuni $W_k = 0{,}5\ W_o$.

Raudteel ja tehasesisesel kitsaröövõmelisel transpordil kasutatakse veotakistuse määramiseks valemit:

$$W_k = \frac{250 + 5v}{R}\ \text{[kg/t]},$$

kus v on liikumiskiirus m/sek ja

R — teekõveriku raadius.

Kasutades ülaltoodud valemeid W_o, W_i ja W_k määramisel, võib teha rea praktilisi arvutusi.

Rippraudteede ja maapealsete rööbasteede montaaž.

Rippraudteede ja maapealsete rööbasteede sissesead saabub majapidamisse tavaliselt metallosade komplekti näol. Puitosad valmistatakse kohal tüüpprojektide jooniste järgi. Metall- ja puitosade hulga täpseks määramiseks peab enne olema välja töötatud tehniline projekt.

Tehniline projekt koostatakse tüüpprojekti alusel, silmas pidades kohalikke iseärasusi. Valitakse trass, määratakse tee üldpikkus väljas ja ruumides, tarvilik pöörangute ja pöörderingide arv, veoste ringluse suurus ja tee tootlikkusele põhjenev vagonettide arv.

Rippraudtee või maapealse rööbastee montaaž nõuab kogenud eriteadlase osavõttu ja täpset tehaste või projekteerimisasutuste instruktsioonides määratud tehniliste normide ja tingimuste täitmist.

Rippraudteede montaažitööde teostamise kord ja tähtsamad tehnilised tingimused on järgmised.

Enne töö alustamist kontrollitakse hoonete tugiosasid (talad, sarikate kinnitused jne.), kus rööbasteed kavatsetakse läbi viia. Talad peavad võimaldama 500 kg lisakoormuse kandmist. Nende kõrgus põrandast ei tohi olla alla 2,6 meetri. Vajaduse korral toetatakse talad toepostidega või asendatakse uutega.

Väljas, rööbastee jaoks valitud trassil, teostatakse maapinna mõõtmist ja tähistamist. Vaiadega märgistatakse tugede kohad ja määratakse kindlaks nende arv. Samal ajal määratakse valitud nulljoone suhtes mõõdupuu, 5-meetrise puulati ja loodlaua abil maapinna tõusud ja langused piki trassi joont (joon. 96). Saadud andmete alusel määratakse tugede vajalik kõrgus, samuti kohad, kuhu peavad olema tehtud kaevised või mulded. Mõõtmise andmed on soovitav üles märkida, nummerdades skeemil toed. Kui esineb üldine maastiku kallak piki trassi, on tee kallak lubatav kuni 0,010.

Aukude kaevamine tugede ülesseadmiseks teostatakse märgistamisel asetatud vaiade kohtades. Aukude sügavus peab olema mitte alla 1,5 m (1,5 kuni 2,0 m).

Г-kujulised toed asetatakse aukudesse kokkupandult koos nõjastega, П-kujulised aga — üksikute postidena. Nende ülemine põiktala asetatakse postide tappidele alles pärast postide sissekaevamist.

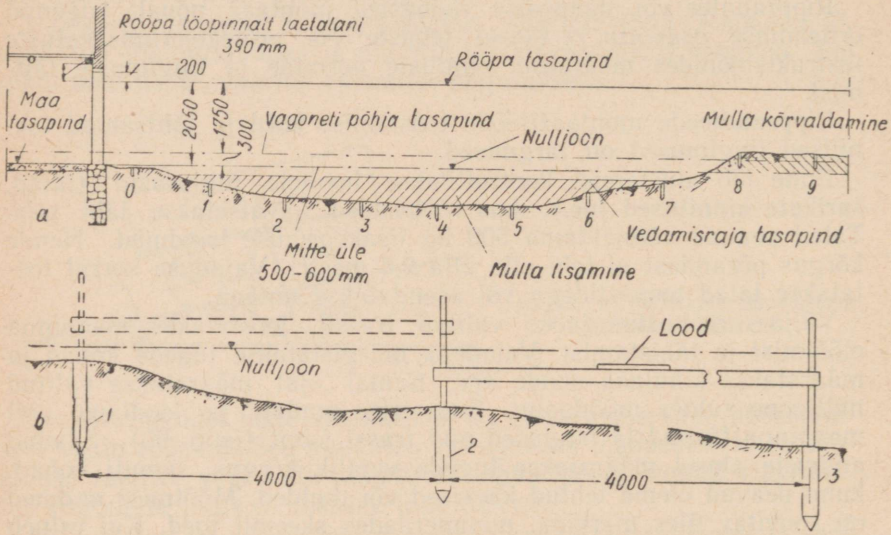
Sirgjoonelistel teeosadel peavad kõik toed olema asetatud piki üht sirget, rangelt vertikaalselt; aga nõjased ja põiktalad — risti tee teljega. Nõjaste ja põiktalade alumiste servade tasapind peab kogu teeosal olema ühel kõrgusel. Teda mõõdetakse valitud nulljoonest. Postide lõplik kinnikaevamine toimub alles pärast nende asendi kontrollimist. Tugede asetuse kindlus saavutatakse mulla hea tihendamisega postide ümber ja kivide või puuplaatide panemisega augu alumisse ja ülemisse osasse.

Kandekonstruktsiooni laudade monteerimist alustatakse hoone ustest ja lõpetatakse teeosa lõpul. Sealjuures peab kinni pidama järgmistest reeglitest.

Laudade jätkukohad peavad asuma nõjaste või põiktalade kohal; kokkupandult peavad kõik lauad asetsema vertikaalselt ja pikuti moodustama sirgjoone. Kandepoltide pingutatus peab olema normaalne ja mitte lõikama puidu kiude.

Enne hoonesisese kandekonstruktsiooni ülesseadmist on vaja teostada planeerimist ja tagada, et teede jooned asuksid sööda- ja sõnnikukäikude keskjoonte kohal, kusjuures tuleb täpselt ära märkida pöörangute ja pöörderingide, samuti teekõverikkude kinnituskohad.

Kandekonstruktsiooni ja rööbaste montaaži teostatakse kantavate pukkide ja sillutislaudade abil.



Joonis 95. Maastiku tähistamine teede ehitamisel.

Rööpa montaaž, sõltuvalt tema konstruktsioonist, teostatakse mitmesuguselt. Kui rööbas on ribarauast, siis kinnitatakse kõigepealt poltidega kandjad kandekonstruktsioonile ja pärast nende külge rööpad. Neetidega ühendatud nurkrauast rööbas monteeritakse koos kandjatega üksikute lülide kaupa; poltidega ühendatud nurkrauast rööbas aga samuti nagu ribarauastki.

Igal juhul teostatakse algul eelmontaaž ilma poltide lõpliku pingutamiseta ja alles pärast rööpa ja kandjate asetuse õigsuse kontrollreguleerimist pingutatakse poldid lõplikult.

Rööbaste ja kandjate monteerimisel peab tähele panema, et kandjate-vaheline kaugus oleks ühesugune, rööbaste põkud asuksid jätkukoha kandjate keskkohal (ribarauast rööbaste puhul), kandjad asetseksid vertikaalselt ja rööbas ise ei omaks kõverusi ja ebatasasusi.

Teekõverikkude, pöörangute ja pöörderingide montaaži teostatakse vastavalt tüüpprojektide jooniste nõuetele. Tuleb hoolitseda, et

oleks tagatud vagonettide rataste sujuv üleminek ühelt teeosalt teisele ja kinnituste kindlus.

Kogu tee monteerimise lõpetamisel viiakse läbi tema kontroll ja katsetamine. Tee õigel monteerimisel ei tohi tühja vagoneti veotakistus ületada liikumisel 2—3 kg ja paigalt võtmisel 5—6 kg. Teekõverikkudel ja pöörangutel ei tohi see takistus ületada 4—5 kg.

Maapealsete rööbasteede ehitus on lihtsam rippraudteede omast ja teostatakse järgmises korras.

Trassi valitud suunas tähistatakse ja mõõdetakse maapind. Vaiadega märgitakse tee teljejoon ja vajalikkude muldvallide ning kaeviste kõrgus. Maapinna kallakute puhul on lubatavad järgmised maksimaalsed tee tõusud: inimjõuga veol kuni 0,020, hobuveoga teedel aga kuni 0,040. Pöörangute, pöörderingide ja lõpp-punktide kohas peab tee tõus olema minimaalne.

Pärast muldkeha ettevalmistust teostatakse tema kõrguse teistkordne kontroll ja toimub mulla juurde- või mahavõtmisega mulde täpsustamine.

Tee pealisehitusega alustatakse hoonete juurest. Liiprid peavad olema pandud risti rööbaste telgedega, ühekaugusel üksteisest ja ühesugusel kõrgusel. Liiprite panemisel peab silmas pidama, et nad kogu oma pinnaga toetuksid muldkehale.

Rööpad peavad olema ühetasased ja rööpmevahe täpne. Tee kõverikkudel peab rööbaste painutus olema sujuv vajaliku rööpme laienemisega ja välisrööpa kõrgendusega. Rööbaste põkkudes peab jätma vahed rööbaste pikenemiseks. Põkud asetsegu kahe teineteisele lähendatud liipri vahekohal.

Pöörangute ja pöörderingide montaaž teostatakse täpses kooskõlas tüüpprojektide joonistega. Kõik nende osad peavad olema hästi sobitatud ja kindlalt kinnitatud.

Maapealse rööbastee kontrollimisel ja proovimisel peab pöörama tähelepanu vagonettide käigu kergusele ja sujuvusele ning pöörangute ja pöörderingide häireteta töötamisele.

Hooldamine.

Rippraudteede ja maapealsete rööbasteede kasutamisel peab valvur rikete vältimiseks vähemalt üks kord nädalas kogu seadme üle vaatama, kontrollima polte ja teisi ühendusi ning hõõrduvaid osi määrima.

Määrida tuleb kärude ja vagonettide rattalaagreid, pöörderingide rullide telgi ja tugipindasid, pöörmete šarniire, veokärude kahvlite käändtelgi ja kallutatavate vagonettide tappe.

Vagonettide veokastid, mis on valmistatud lehtterasest, peavad olema värvitud seest- ja väljastpoolt värvi või lakiga, et ära hoida hävinemist roostetamise tagajärjel. Pärast tööd peab vagonette iga päev puhastama ja veega pesema. Sõnnikuvagonette tuleb töö vaheaegadel hoida eraldi söödavagonettidest katuse all või hoone sees ega tohi kasutamisel neid ära vahetada.

Kaks korda aastas (kevadel ja sügisel) toimub tee kogu sisseseade põhjalik ülevaatus. Sealjuures taastatakse või asendatakse kulunud detailid, ja teostatakse tarvilik tee remont.

Ülevaatuse aktid ja pärast remonti tee vastuvõtmise aktid hoitakse alal majapidamises koos teiste dokumentidega.

Ohutustehnika.

Oskamatul ja ebaõigel farmisisese transpordi kasutamisel on võimalikud õnnetusjuhtumid ja teenindava personali ning loomade vigastused. Seda võib ära hoida, teades ohutustehnika nõudeid ja neid täites.

Allpool on toodud tähtsamad ohutustehnika juhised transporditöödel.

Vastavalt nendele juhistele peab igas majandis, kus on olemas ripp- või maapealne rööbastee, olema määratud vastutav isik, kelle ülesandeks on tööde juhatamine ja organiseerimine. Samuti kuuluvad selle isiku ülesannete hulka töödistsipliini kindlustamine, vastutus teenindava personali ja loomade ohutuse eest ja transpordivahendite tehniline järelevalve. Tööde läbiviimisel on kogu teenindav personal kohustatud tundma kasutamise ja ohutustehnika reegleid.

Teede kasutamisel on keelatud: 1) üle koormata vagonette üle lubatud normide, 2) arendada kiirust üle 1,5 m/sek (käsi- ja hobuveol), 3) istuda vagonetti ja vedada inimesi, 4) hobuveol kasutada pidurita või mittekorrasoleva piduriga vagonette, 5) kallakut pidi alla liikuvat vagonetti käest vabastada, 6) tõugata vagonette teineteise vastu, 7) vabastada loomi nende latritest vagonettide liikumise ajal, 8) loomi üle tee ajada selleks mitte ettenähtud kohtades, 9) vagonette liikuma panna pöörangutel ja pöörderingidel ilma viimaste kontrollita, 10) kasutada mitte korras olevat sisseseadet ja lubada liikumist remonditavatel teeosadel, 11) lubada vagonettide juhtimist isikutele, kes ei ole tee kasutamisega vahetult seotud ega ole saanud vastavat instruktaaži, 12) teostada rööbasteede remonti ruumides (latrite lähedal), kui seal asuvad loomad.

SÖÖTADE TÖÖTLEMISE TEHNOLOOGIA.

Söötade töötlemise vajaduse põhjused.

Loomadelt saadava piima, liha, rasva ja villa hulk ning tunduval määral ka kvaliteet, samuti nende võime arendada lihaste jõudu, oleneb esmajärjekorras nende õigest söötmisest.

Õigeks peab pidama niisugust söötmist, mis vastab looma organismi nõuetele ja lubab minimaalse söödakulu juures saavutada looma maksimaalse produktiivsuse. Etteantav sööt peab olema toitev ja kergesti seeditav, maitsev ja puhas ning mitte sisaldama tervisele kahjulikult või produktsiooni kvaliteedile ebasoodsalt mõjuvaid lisandeid.

Neile nõuetele vastab ainult väike osa loomulikus olekus etteantavatest söötadest. Enamus söötadest aga nõuab kindlasti eeltöötlemist.

Söötade töötlemine kergendab toitainete omastamist looma organismi poolt, suurendab toidu toiteväärtust, vähendab energiakulu mäletsemisel, tõstab maitsvust, hoiab ära loomade haigestumist ja hävitab mõne sööda kahjuliku mõju loomade produktsioonile. Koos sellega laiendab söötade töötlemine tunduvalt igasuguste põllumajandus- ja ka teiste majandusharude jääkide ja jäätmete kasutamise võimalusi, lubab valmistada tarvilikke söötade segusid ja lihtsustab igasuguseid loomade talitamisega seotud töid.

Kui näiteks teraviljasöötasid, mis teadupärast omavad kõrge toiteainetesisalduse ja hea maitse, anda sigadele ja veistele ette purustamatult, osutuvad nad väheefektiivseteks ja võivad mõnedel juhtudel esile kutsuda isegi mao haigestumisi.

Puškini zootehnilise laboratooriumi katsetest selgus [1], et peenelt jahvatatud komponentidest (peaasjalikult teraviljast) koosnev segu on sigade poolt paremini seeditav kui keskmiselt- või jämedalt-jah-

[1] J. F. Tkatšov. „Söödasegude omastamine sigade poolt, olenevalt segude komponentide jahvatamise peensusest." (Puškini zootehnilise laboratooriumi märkmed, nr. 12, 1936 ja nr. 20, 1939. v. k.)

vatatud segu. Ööpäevane sigade juurdekasv nende söötmisel peene seguga oli 19% ja söötmisel keskmise seguga 12% suurem kui jämeda seguga söötmisel. Sealjuures langeb ühe kilo juurdekasvu hind, võrreldes jämeda segu söötmisega, peene seguga söötmisel 14,4% võrra ja keskmise seguga söötmisel 8,9% võrra.

Samade katsetega on kindlaks tehtud, et sigade nuumamise aeg peenelt-jahvatatud sööda kasutamisel väheneb 15—20 päeva võrra, tarvilik söödahulk aga väheneb umbes 70 kg võrra ühe looma kohta.

Söötade peenestamine purustamise, muljumise või jahvatamise teel vähendab närimistööd, millele loomad raiskavad energiat tervete terade söömisel, ja enamasti mõjub soodsalt nende toiteainete kasutamisele. Peenestamatud terad on vahel küllalt tugevad, et loomad ei suuda neid hammastega purustada, ja need neelatakse tervelt alla.

Juur- ja mugulviljad, mida söödetakse loomadele toorelt või keedetult, on alati koos koore külge kuivanud mullaga ja segatud niisuguste kõrvaliste lisanditega, nagu õled, liiv, mullakamakad, kivid jm. Peedisuhkru-, viina- ja teiste toiduainetetööstuse andmete järgi moodustab peedi ja kartuli mustus 12—15% nende üldkaalust. Seetõttu peab kõiki juur- ja mugulviljasid enne tarvitamist kindlasti puhastama ja pesema. Loomade söötmine peenestamata juur- ja mugulviljadega ei ole otstarbekohane. Loomade poolt niisuguse sööda suurte tükkide purustamiseks kulutatav energia, samuti halb läbinärimine ja niisutamine süljega vähendab toidu efektiivsust 10—12% võrra.

Koresöötade, esmajoones heina töötlemisega saavutatakse looma poolt läbinärimise peale kulutatava energiahulga tunduv vähenemine, kiireneb seedimine ja saavutatakse võimalus segada koresöötasid kontsentraatsöötadega. Uued põhu ümbertöötlemise viisid, nagu lupjamine ja töötlemine auruga 6—7 at rõhu all, tõstavad ta toiteväärtust kaks ja enam korda.

Eriti efektiivne on heinajahu valmistamine liblikõielistest. Niisugune sööt, eeldusel, et heina koristamine ja kuivatamine on õigesti läbi viidud, sisaldab rikkalikult vitamiini A (õigemini karotiini, mis seedimise ajal muutub vitamiiniks A). Puškini zootehnilise laboratooriumi andmete kohaselt suurendab sigade päevasesse ratsiooni ainult 5% noorest lutsernist valmistatud heinajahu viimine sigade juurdekasvu 12—15% võrra ja vähendab söödakulu 8—10% võrra juurdekasvu kaaluühiku kohta.

Laialt levinud bioloogilised ja keemilised söötade ettevalmistamise viisid (pärmistamine, suhkrustamine ja hapendamine) lubavad tõsta söötade maitset ja toidu kvaliteeti. Õigete ratsioonide koostamisel annab eelnimetatud moodus juurdekasvu tõusu (sigadel) 12—16% või lehmade piimatoodangu suurenemise 8—10% võrra ja vähendab söötade kulu.

Lõpuks terve rida söötasid, nagu õlikoogid, kombineeritud söödad

brikettides ja enamus toiduainetetööstuse jääke, on eeltöötlemiseta täiesti kasutamatud.

Iga söödaliigi töötlemine peab kulgema kindla tehnoloogilise protsessi järgi, mis koosneb ühest või mitmest järjestikusest tööoperatsioonist.

Need operatsioonid ja nende iseloom määravad töödeldava sööda lõplikud omadused ja nad peavad olema valitud nii, et sööda omadused vastaksid selle või teise loomaliigi ja vanuse organismi nõuetele.

Niisuguste tehnoloogiliste protsesside väljatöötamisega tegeleb zootehniline teadusharu ja teadusliku uurimise ning praktika alusel lahendab rea komplekssüsimusi, andes tootmiseks vajalikke juhiseid.

Küsimuste hulka, mis kuuluvad selle teadusharu kompetentsi, kuulub ka nõuete väljatöötamine masinatele ja aparaatidele, millede abil teostatakse söötade mehaanilist, termilist, bioloogilist ja keemilist töötlemist. Need nõudmised, milliseid nimetame zootehnilisteks, ongi aluseks inseneridele uute seadmete projekteerimisel, samuti valmis masinate ja aparaatide valimisel konkreetsete tootmistingimuste jaoks ja nende ratsionaalsel kasutamisel. Söödatsehhide üldise tehnoloogilise skeemi väljatöötamise aluseks on üksikute söötade töötlemise tehnoloogilised protsessid.

On võimatu projekteerida masinaid ja aparaate, samuti olemasolevate tüüpide valikut antud tootmistingimustele, kui ei ole andmeid näiteks teravilja ja brikettsöötade optimaalse purustamisastme kohta, juur- ja mugulviljade kõige kasulikuma viilu kuju ja mõõdu, hekslite pikkuse, aurutatud hekslite pehmenemisastme j. m. s. kohta.

Allpool on toodud söötade töötlemise põhiskeemid.

Juur- ja mugulvilja töötlemise tehnoloogia.

Juur- ja mugulvilja töödeldakse järgmiste moodustega:

1. pesemine → lõikamine
2. pesemine → lõikamine → segamine
3. pesemine → keetmine → muljumine → segamine.

Esimest kaks skeemi on kohased veiste söötmisel, viimane aga sigade söötmisel.

Ainult külmunud või mädanema hakanud juur- ja mugulvilja peab ka veistele töötlema kolmanda skeemi kohaselt.

Mugul- ja juurvilja töötlemisele esitatakse järgmised nõuded:

1. Pesemine peab toimuma mulla täieliku eemaldamiseni ja veidi aega enne tarvitamist. Pesemise hõlbustamiseks on otstarbekohane tehnoloogilise protsessi skeemis ette näha enne pesemist kuivpuhastus mullast ja liivast.

2. Pesemismasinate tööorganid ei tohi esile kutsuda mugulate vigastumisi, kuna sellega tekivad sööda kaod ja langeb nende kvaliteet.

3. Pesemisprotsess peab olema lühiajaline, sellega välditakse väärtuslikkude toiteainete, nagu suhkru ja tärklise kadu (väljauhtumist).

4. Juur- ja mugulvilja lõikamise sihiks on: 1) kergendada loomade tööd tervete toiduosade puruksnärimisel, 2) tõsta toiteainete assimileerumist, 3) ära hoida suurte tükkide allaneelamist loomade poolt ja nende tükkide kinnijäämist söögitorru, 4) söödasegude valmistamisel võimaldada nende segamist.

Lähtudes nendest nõuetest peab kõige paremaks pidama niisugust lõikamist, kus tükid omavad plaadikeste või viilude kuju. Seniajani ei ole veel lõigatud osade mõõted zootehniliste nõuetega põhjendatud, kuid, otsustades mõningate kirjanduslike andmete ja tuntud konstruktsiooniga juurviljalõikajate töö iseloomu järgi, võib soovitada järgmisi lõigete suurusi: paksus 5 kuni 15 mm, laius 10 kuni 40 mm, pikkus sõltub produktist.

Noorkarjale ja sigadele peab ette nägema lõigete väiksemad mõõdud, täiskasvanud veistele — suuremad. Niisugune lõige tagab täielikult looma mäletsemistarviduse, loom sööb sööta meeleldi ja seda võib raskusteta segada teiste söötadega.

5. Lõikamisprotsess peab tagama minimaalse mahla kao ja pudru tekkimise, kuid mõnikord on söödasegude valmistamisel vajalik toorete mugul- ja juurviljade ümbertöötamine pudruks (lindudele) ja ka sileerimiseks.

6. Lõikamine peab toimuma veidi aega enne söötmist (mitte üle 2—3 tunni), et ära hoida viilude mustadeks muutumist ja värskuse kaotamist.

7. Kartuli ja juurvilja keetmine on soovitav teostada auruga, kuna vees keetmisel osa toiteainet läheb kaduma.

8. Keedetud produkti kvaliteeti määrab osade ühtlane pehmenemine ja pehmenemisaste. Hästivalmistatud keedetud sööt ei tohi sisaldada vigastatud koorega osi ja peab surve mõjul kergelt purunema.

9. Keetmine peab toimuma vahetult enne segamist ja tarvitamist. Jahtunud produkt moodustab hangunud massi ja on raskelt segatav teiste söötadega. Külm keedetud produkt muutub kiiresti kõvaks ja kaotab oma maitsvuse.

10. Keedetud sööda muljumine saavutatakse kergemini soojalt ja ta peab olema ühtlane ning täielik. Purustamata tükikeste läbimõõt ei tohi ületada 10 mm.

Koresöötade töötlemise tehnoloogia.

Olenevalt otstarbest ja nõuetest, toimetatakse koresöötade töötlemist järgmiste moodustega:

1. aurutamine → segamine
2. lõikamine → segamine
3. lõikamine → aurutamine → segamine
4. lõikamine → lupjamine → segamine
5. lõikamine → kuivatamine → jahvatamine → segamine.

Koresöötade töötlemise sihiks on: 1) kergendada loomadel jämedate taimekiudude läbinärimist, 2) anda söödale meeldiv maitse, 3) tõsta loomade söögiisu, eriti halbade heina- ja põhusortide puhul, 4) saavutada koresöötade jõusöötadega segatavus, 5) tõsta toitlikkust lupjamisega ja 6) võimaldada nende kasutamist ka sigadel ja lindudel (lõikamise ja jahvatamise teel).

Koresöötade töötlemise vajalikku kvaliteeti võib iseloomustada järgmiste nõuetega:

1. Aganaid on vaja töödelda skeemi 1 järgi. Eriti tarvilik on see ohteliste viljasortide aganate puhul, mida loomad aurutamatult (pehmendamatult) meeleldi ei söö.

2. Põhu ja jämedate vartega heinasortide lõike pikkus veistele peab olema 25—35 mm, hobuste ja lammaste tarbeks 10—20 mm. Väga otstarbekohane pehmema sööda saamiseks on jämedate heinasortide hekslite täiendav purustamine piki kiudu. Hekslite pikkus, mis lähevad edaspidi jahvatamisele, peab olema 8—12 mm.

3. Hekslite aurutamise kvaliteeti määratakse kiudude pehmenemise astmega. Kõige rahuldavamaks peetakse aurutamist kinnistes tõrtes või kastides järgmise režiimiga. Enne aurutamist niisutatakse hekslid veega, 100—150 l ühe tsentneri hekslite kohta ja tihendatakse. Pärast seda soojendatakse kogu massi auru abil auru temperatuurini (100—110°) ja hoitakse 2—3 tundi 60—70° temperatuuri juures.

4. Lõigatud heina kuivatamine enne tema jahuks jahvatamist teostatakse jahvatamise parema kvaliteedi tagamiseks. Parim jahvatamise kvaliteet saavutatakse siis, kui hekslite niiskus ei ületa 10—12%. Spetsiaalsete purustajate tarvitamisel, mis lubavad jahvatada 20% niiskusega heina, ei ole kuivatamine vajalik.

5. Hekslite jahvatamisel (purustamisel) jahuks peab jahvatatud osakeste suurus kõikuma 0,2—0,1 mm piirides. Liblikõieliste rohelise massi jahvatamine vitamiinirikka jahu saamiseks teostatakse skeemi 5 järgi.

Teraviljasöötade töötlemise tehnoloogia.

Teravilja töötlemise moodused võivad olla järgmised:

1. puhastamine → leotamine
2. puhastamine → keetmine
3. puhastamine → muljumine
4. puhastamine → purustamine → segamine
5. puhastamine → purustamine → pärmistamine või suhkrustamine → segamine.

1. Teravili peab igal juhul olema kõrvalistest lisanditest puhastatud. Eriti tähtis on vabastada teda metalli- ja mullalisanditest, samuti mürgistest ja maitset rikkuvatest umbrohuseemnetest.

2. Leotamisega saavutatakse kõvade terade pehmenemine, millega kergendatakse loomadele nende närimist, ühtlasi on see ka profülaktiliseks abinõuks tagajärgede vastu, mis võivad tekkida terade paisumisel looma seedimisorganeis.

Mürkaineid sisaldavaid liblikõieliste terasid peab leotama pikemat aega.

Leotamise astme määrab terade niiskus. Peetakse küllaldaseks, kui terade niiskust on tõstetud 30—35%.

3. Keetmine toimub putrude valmistamisel ja juhul, kui söödaks kasutatakse odra, kaera, maisi jt. terasid, mis on nõgipeast nakatatud või osaliselt hallitunud (et muuta need kahjutuks). Keetmine toimub terade täieliku pehmenemiseni.

4. Muljutud teravilja kasutatakse hobuste ja veiste toitmiseks. Muljumise kvaliteet loetakse heaks, kui töötlemisprotsessis kõik terade kestad purustatakse ja sööt ise kujutab endast pehmeid (muredaid) helbeid.

5. Teravilja purustamine peab toimuma erinevate astmeteni, vastavalt loomade liikidele, kellede jaoks sööta valmistatakse. Eraldatakse kolm purustamise (jahvatamise) astet: jäme, keskmine ja peen.

Jämedalt-purustatud osakeste suurus kõigub 1,8 kuni 2,6 mm piirides (keskmiselt 2,2 mm) ja vastab veiste söötmisnõuetele, keskmiselt-purustatud osakesed on 1,0 kuni 1,8 mm (keskmine 1,4) ja peenelt-purustatud osakesed 0,2 kuni 1,0 mm (keskmine 0,6 mm) vastavalt sigade söötmisnõuetele.

6. Iga purustamisastme juures peetakse sööda kvaliteeti seda kõrgemaks, mida vähem ta sisaldab jahu- või tolmukujulist produkti. Viimane kutsub esile suuri kadusid (tolmumine, kleepumine nõude ja sõimede seintele), niiskub halvasti veega ja looma süljega ning moodustab organismi poolt halvastiomastatavaid tompe.

7. Tervet ja purustatud teravilja, niiskusega mitte üle 15%, võib hoida pikemat aega, ilma et kvaliteet langeks. Seepärast võib neid, erinevalt juur- ja mugulviljadest, töödelda varuks.

8. Peenelt-jahvatatud söötade pärmistamist ja suhkrustamist toimetatakse vastavalt üksikasjaliselt välja töötatud instruktsioonile.

Brikettsöötade töötlemise tehnoloogia.

Brikettsöötade (õlikookide, kombineeritud brikettides söötade jt.) töötlemist teostatakse järgmiste variantide kohaselt:

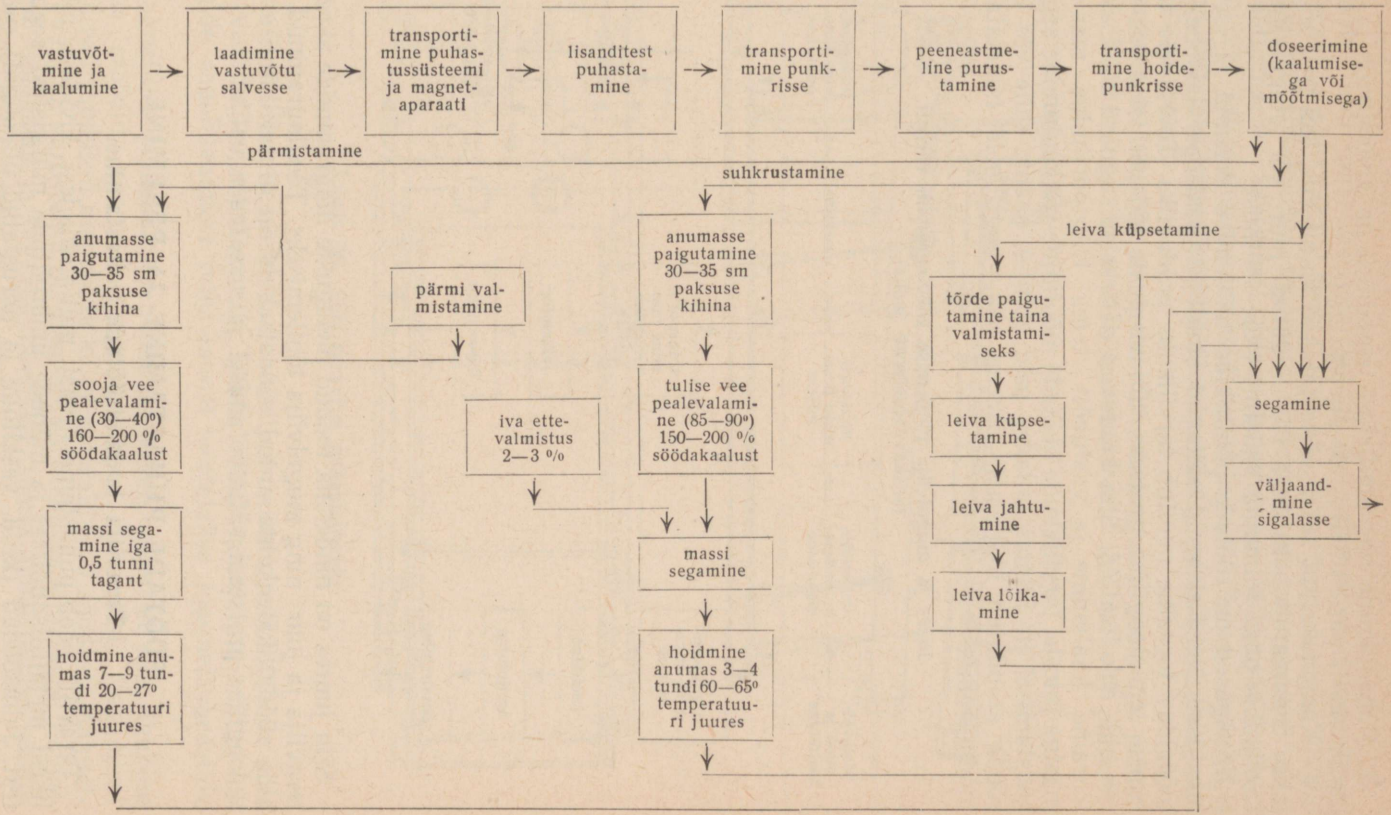
1. purustamine → mehaaniliste lisandite kõrvaldamine → segamine
2. purustamine → mehaaniliste lisandite kõrvaldamine → leotamine.

Õlikookide ja teiste brikettsöötade töötlemise kvaliteediline iseloomustus on määratud järgmiste nõuetega:

1. Veiste ja hobuste tarbeks purustatud õlikookide osade mõõdud ei tohi ületada 6—8 mm, sigadele ja lindudele purustatakse õlikoogid jämedaks ja keskmiseks jahuks.

2. Õlikookide purustamise sihiks on üksikute komponentide omavahelise sideme täielik hävitamine. Kombineeritud söötade purustamisaste peab aga jääma niisuguseks, nagu ta on ette nähtud tehase poolt.

Teravilja töötlemise töödiagrammi variant (seakasvatusfarmi oludes).

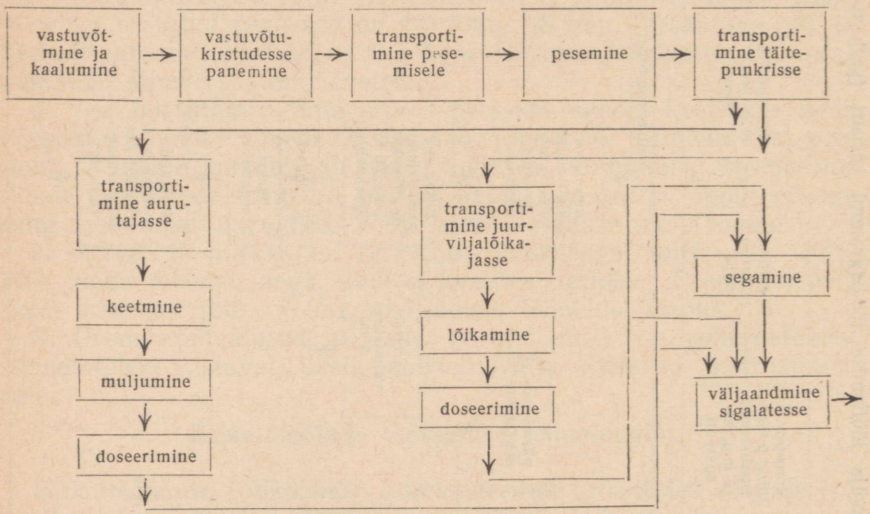


3. Puhastamine mehaanilistest lisanditest on kohustuslik ja võimalik ainult pärast brikettide purustamist.

4. Kombineeritud söötasid leotatakse ainult siis, kui nad söödetakse segamatult hekslitega või lõigatud juur- või mugulviljaga. Leotamine peab toimuma vahetult enne söötmist.

Niisugused on söötade põhiliikide töötlemise skeemid ja iseloomustused. Need skeemid näitavad ainult töötlemisoperatsioone, kus töödeldav tooraine muutub tarvilikuks produktiks. Toorainete töötlemise tehnoloogiline protsess hõlmab peale tööoperatsioonide veel rea abi- ehk lisatöid. Siia kuuluvad näiteks niisugused tööd, nagu tooraine kaalumine ja vastuvõtt, tema transportimine masinalt masina juurde, tarvilikkude hulkade mõõtmine või kaalumine segude koostamisel jt. Silmas pidades neid abitöid, saame selle või teise sööda arendatud töötlemise skeemi ehk, nagu neid nimetatakse, töödiagrammi.

Juur- ja mugulvilja töötlemise töödiagrammi variant (seakasvatusfarmi jaoks).



Siin juures on näidetena toodud niisuguste diagrammide skeemid teravilja ja juur- ning mugulvilja töötlemiseks. Töödiagrammid kõikide söödaliikide kohta antud söödatsehhis on aluseks üldise tehnoloogilise protsessi väljatöötamisel ja sisseseade valikul.

SÖÖTADE PUHASTAMINE JA PESEMINE.

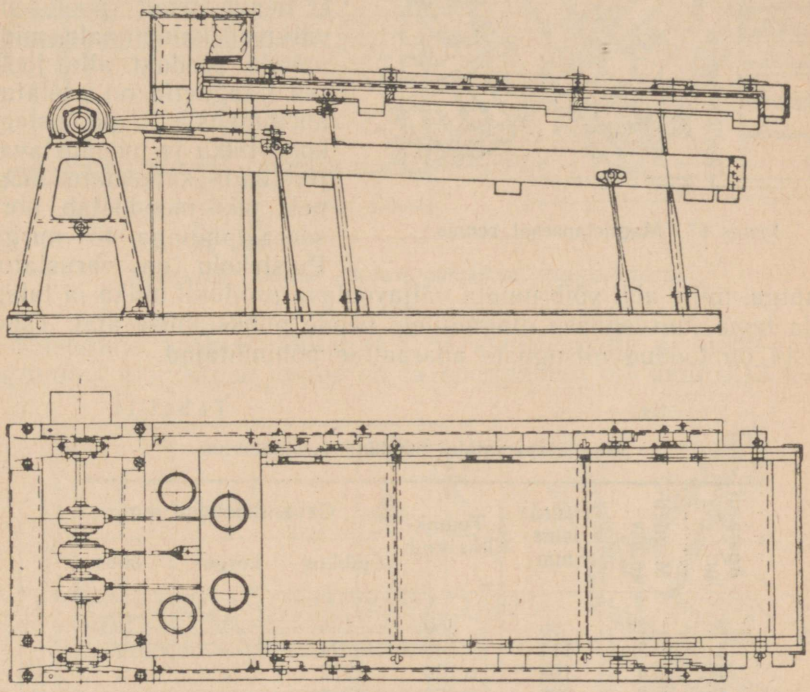
Teravilja ja jahusöötade puhastamine.

Teravilja peab puhastama liivast, mullatükkidest, kividest, juhuslikest metallilisanditest ja mõnede umbrohtude mürgistest seemnetest. Jahusöödad (kliid, veskitolm ja purustatud õlikoogid) puhas-

tatakse ainult juhuslikkudest metalli- ja mehaanilistest lisanditest.

Teravilja puhastamist teostatakse kas enne tema toomist söödatsehhi või söödatsehhi masinate süsteemis on ette nähtud viljapuhastusmasin. Lihtsamal juhul kasutatakse liikumatuid kaldsõelu või viljapuhastusmasinaid edasi-tagasi liikuva sõelkastiga (joon. 96). Sealjuures eraldab ülemine sõel jämedaid lisandeid, alumine aga peeni.

Suure tootlikkusega söödatsehhides kasutatakse teravilja puhastamiseks statsionaarseid veskiseparaatoreid, kus teravili puhasta-



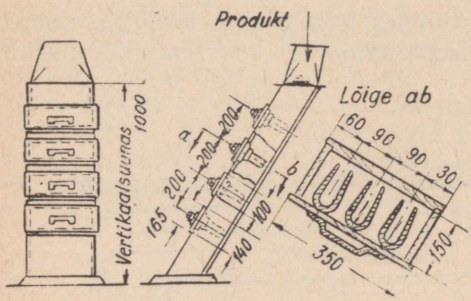
Joonis 96. Sõel teravilja puhastamiseks.

takse lisanditest, mis erinevad teraviljast mitte ainult mõõtude poolest, vaid ka kaalult. Teravilja, kliide, veskitolmu ja purustatud õlikookide raualisanditest puhastamist teostatakse magnetaparaatide abil.

Magnetilise puhastamise põhimõte seisab selles, et sööt õhukese kihina möödub aparaadi magnetpooluste süsteemist. Sealjuures tõmbuvad raudosad magnetite külge ja eralduvad söödast. Magnetaparaadid on varustatud permanent- või elektromagnetitega. Esimesed on lihtsamad ja tagavad täielikult sööda puhastamise söödatsehhides, kus toodang ei ole suur.

Joonisel 97 on näidatud puust renni varustamine U-kujuliste magnetite komplektiga. Magnetid on kinnitatud mahavõetavale lauale. Aparaatide puhastamist kogunenud raudesemetest teostatakse aegajalt käsitsi.

Täielikumad on tehase „Sojuzprodmašina" magnetaparaadid. Need koosnevad (joon. 98) kahest malmtoest *1*, millede vahele on kinnitatud puukarp *3* temasse asetatud magnetitega *4*. Kõik magnetid on poldi *2* abil ühendatud nii, et nende otsad (poolused) väljuvad kaldpinnale, mida mööda produkt alla jookseb. Magnetid on asetatud ühenimeliste poolustega kohastikku ja moodustavad järelikult katkematu magneti, mis moodustab horisontaalpinnaga 40° nurga. Puistekolu on varustatud klapiga, mille abil võib muuta väljavoolava produkti hulka ja takistada tema juurdepääsu magnetitele nende puhastamise ajal. Tabelis 14 on toodud niisuguste aparaatide põhinäitajad.



Joonis 97. Magnetaparaat rennis.

Tabel 14

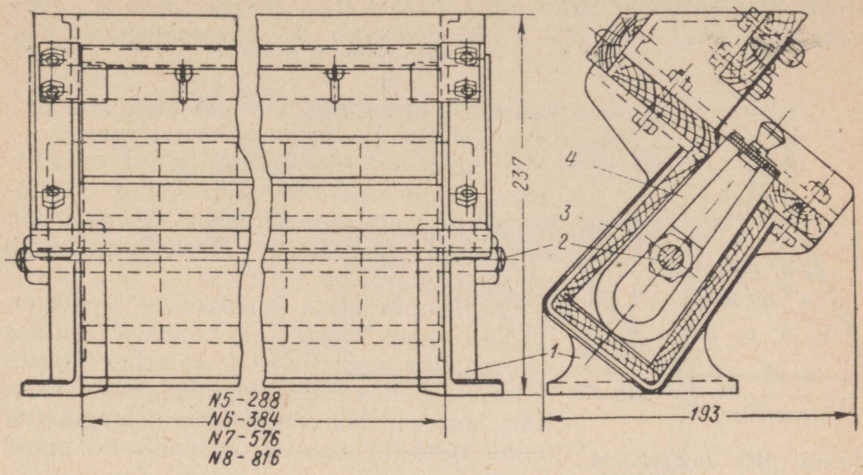
Magnetaparaatide tehniline iseloomustus.

Aparaadi nr.	Magnetite arv	Haarde laius mm	Tootlikkus kg/h	Gabariitmõõdud mm		
				pikkus	kõrgus	laius
2	2	96	360	176	237	193
3	3	114	540	224	„	„
4	4	192	720	272	„	„
5	6	288	1080	368	„	„
6	8	384	1440	464	„	„
7	12	576	2160	656	„	„
8	17	816	3060	896	„	„

Joonisel 99 on näidatud elektromagnetiline aparaat. Puistekolu on varustatud toitevõlliga *1*, mis tagab produkti pideva ja ühtlase etteandmise. Etteantava hulga muutmine saavutatakse kruvide abil liikuva laua *2* asendi muutmise teel. Elektromagnet koosneb I-kujulisest südamikust *3*, ja magnetmähisest. Mähis on kaetud raudkestaga, mis moodustab magneti teise pooluse.

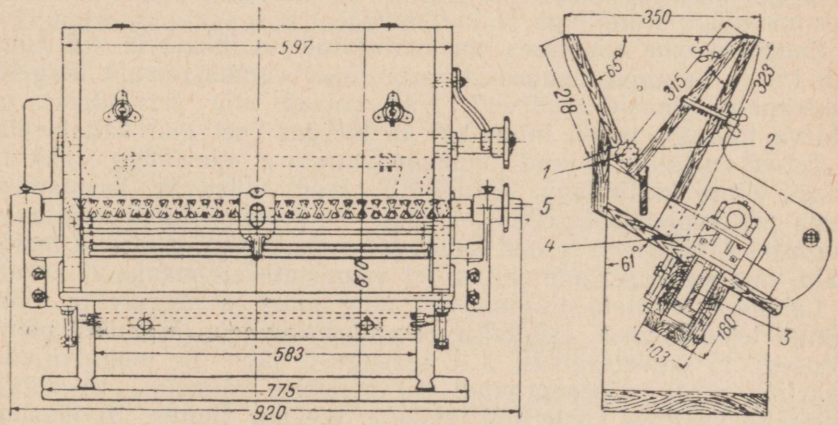
Mõlemad poolused väljuvad läbi pilu 29° all kallutatud libislauale. Kogu süsteem on alt kaitstud puukarbiga. Aparaadi puhastamine toimub piki elektromagneteid liikuva kaabitsa *4* abil. Kaa-

bits saab oma liikumise kahesuunaliste keermetega varustatud pöörlevalt võllilt *5*.



Joonis 98. Tehase „Sojuzprodmašina" magnetaparaat.

Niisugune aparaat töötab 120 V alalisvooluga ja 1500—1750 kg/tunnis tootlikkuse juures on ta energiakulu 0,1 kuni 0,12 kWh.



Joonis 99. Elektromagnetiline aparaat.

Elektromagnetaparaadid omavad suure külgetõmbejõu ega kaota seda aja jooksul, nagu see toimub permanentmagnetitega. Viimaste aparaatide puhul peab magneteid perioodiliselt magnetiseerima.

Eritootlikkus *q*, mis on antud kg/h magnetite haardelaiuse 1 mm kohta, on levinumate konstruktsioonidega permanentmagnetitega aparaatidel

$$q = \frac{Q}{L} = 3{,}5 \text{ kuni } 3{,}6 \text{ kg/h mm;}$$

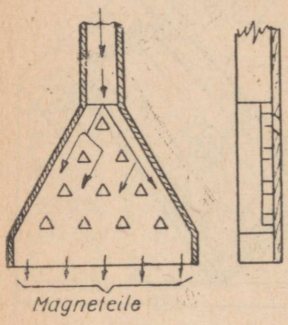
elektromagnetilistel aga

$$q_1 = \frac{Q}{L} = 5{,}5 \text{ kuni } 6{,}5 \text{ kg/h mm,}$$

kus Q on tunnine tootlikkus kg-s ja
L — magnetite haardelaius mm-s.

Konkreetsete töötingimuste jaoks valitakse magnetaparaadi suurus kas elevaatori järgi, mis toob teravilja aparaati, või vasarveski tootlikkuse järgi, mis toidab magnetaparaati.

Magnetaparaatide kasutamisel peab hoolitsema kogu nende haardelaiuse ühtlase koormamise eest. Selleks otstarbeks tarvitatakse spetsiaalset jagamislauda (joon. 100), mis kujutab enesest otsast laiendatud renni, kuhu malekorras on kinnitatud puust prismad.



Joonis 100. Jagamislaud magnetaparaadile.

Juur- ja mugulvilja pesemine.

Kõige laiemalt levinud on kaks juur- ja mugulvilja pesemismasina tüüpi: trumlitega ja kurikatega.

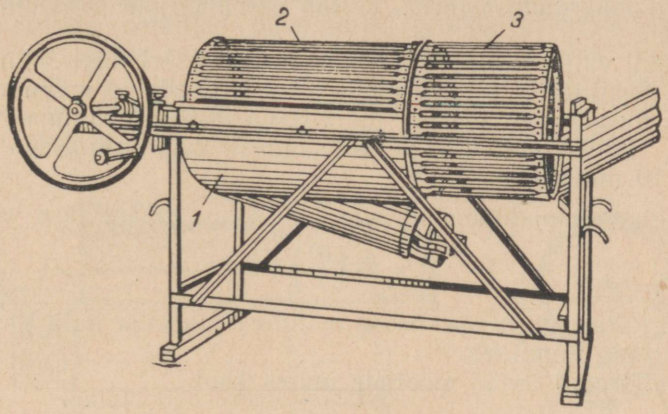
Esimesed oma enamuses on arvestatud tootlikkusele 0,5 kuni 2,5 t/h ja kujutavad endast tehaste poolt valmistatavaid kergeid ümberpaigutatavaid seadmeid. Nad võivad olla perioodilise ja pideva toimega ja nii inim- kui ka mehaanilisel jõul käitatavad.

Teised on laialt levinud toiduainetetööstuse ettevõtteis (suhkrupeedi, viina, kartulijahu, siirupi jt.), kuid võivad ka kasutamist leida põllumajanduse söödatsehhides. Neid valmistatakse mitmesuguse tootlikkusega ja nad kujutavad endast statsionaarseid masinaid, mis söödatsehhide ehitamisel valmistatakse enamjaolt kohal.

Lähtudes kasutamistingimustest ning juur- ja mugulvilja töötlemise tehnoloogiast, esitatakse pesemismasinatele järgmised põhinõuded: 1) universaalsus, s. t. igasuguste juur- ja mugulviljade (kartuli, peedi, söödaporgandi jt.) pesemise võimalus, 2) kõrge pesemise kvaliteet suhteliselt väikese veekulu juures, 3) masina tööosad ei pea pestavat produkti vigastama, 4) peab olema võimalus muuta produkti vees olemise aega või aega, mille jooksul toimub masina tööorganite mõju produktile, 5) abinõu olemasolu kivide eraldamiseks (mis on eriti tähtis kivirikaste muldadega rajoonides), 6) masina puhastamise ja musta vee ning mustuse kõrvaldamise hõlpsus, 7) kõrge tootlikkuse saavutamise võimalus ühes agregaadis, 8) produktiga täitmise ja tema väljavõtmise maksimaalse mehhaniseerimise võimalus ja 9) konstruktsiooni lihtsus, töökindlus ja pikaealisus.

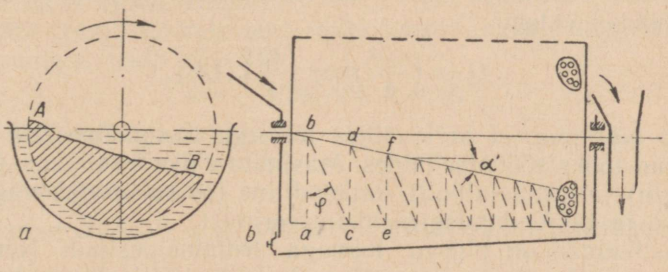
Allpool on kirjeldatud tüüpiliste juurviljapesijate ehitus ja tööprotsess.

Perioodilise toimega käsiajamiga trummelpesemismasin (joon. 101) koosneb raamist, väljalaskeluugiga künast *1*, kahest liisttrumlist: pesemistrumlist *2*, mõõduga 600 × 900 mm, ja kuivpuhasta-



Joonis 101. Trummel mugul-juurvilja pesija üldvaade.

mistrumlist *3*, mõõduga 600 × 500 mm, täitelehtrist ja ülekandemehhanismist. Trumlid on kodarate abil kinnitatud võllile, mis on asetatud raami laagritesse. Produkti väljatõstmiseks on iga trumli väljumisotsa kinnitatud laba.



Joonis 102. Mugulate trumlis liikumise skeem.

Ühe portsjoni pesemine toimub järgmiselt: küna täidetakse veega, kuivpuhastamistrumlisse pannakse pestava juurvilja portsjon, mille hulk peab vastama pesemistrumli 30—40% mahule, ja mõlemad trumlid pannakse pöörlema. Mugulad, hõõrdudes üksteise ja esimese trumli liistude vastu, vabanevad osaliselt mullast ja liivast, mis kukub trumli pilude vahelt välja. Kuivalt puhastatud produkt visatakse labaga pesemistrumlisse.

Pesemistrumlis, mille alumine osa ulatub veega täidetud künasse, paigutub produkt liikumise ajal kogu trumli pikkuse ulatuses ja hõõrdumise tagajärjel vastu trumlit ja hakkab liikuma (joon.

102, *a*). Trummel tõstab alumises kihis asuvad mugulad üles ja punktist *A* veerevad nad jälle tagasi asendisse *B*. Niisuguse lakkamatu liikumisega saavutatakse intensiivne mugulate hõõrdumine üksteise ja trumli vastu ja uhtumine veega. Mahapestud mustus ja muld langeb trumli liistude vahelt läbi ja sadestub küna põhja. Sõltuvalt määrdumisastmest, kestab ühe portsjoni pesemine 3 kuni 5 minutit.

Produkti väljavõtmine teostatakse trumli pöörlemise suuna muutmisega. Sealjuures tõstab trumlis asuv laba pestud mugulad renni.

Kogu tööaeg koos masina juurviljaga ja veega täitmisega, pesemisega, tühjendamisega ja vee künast väljalaskmisega kestab 7 kuni 10 minutit.

Niisugust tüüpi juurviljapesija tootlikkus määratakse valemiga

$$Q = P\left(\frac{60}{t}\right) \text{ [t/h]}, \qquad (1)$$

kus P on üheaegselt masinasse mahtuva juurvilja hulk t-s ja t — töötsükli aeg minutites.

Pesemistrumli antud mõõtude juures kaal

$$P = Va\gamma = \left(\frac{\pi D^2}{4} l\right) a\gamma \text{ [t]},$$

kus V on trumli maht m³,

a — trumli täitmistegur, võrdne 0,30—0,40,

γ — produkti mahukaal t/m³.

Asetanud valemisse (1) P väärtuse, saame praktilisteks arvutusteks kõlbava valemi

$$Q = \left(\frac{\pi D^2}{4} l\right) a\gamma \left(\frac{60}{t}\right) \text{ [t/h]}. \qquad (2)$$

Peab märkima, et perioodilise toimega trummelpesijad on vähe kõlblikud tööks söödatsehhides. Masinate väike tootlikkus (500 kuni 600 kg/h) ja, peaasjalikult, katkendiline töö raskendab väga nende täitmise ja tühjendamise mehhaniseerimist.

Täiuslikumad on pideva toimega trummelpesijad. Nende tööprotsess seisab selles, et trumlisse *2* (joon. 103) lakkamatult juurde voolavad mugulad pestakse puhtaks nende trumli ühest otsast teise liikumise ajal, kusjuures trumli sisse kinnitatud laba *4* tõstab nad välja renni *1*. Samal ajal lisandub vesi pidevalt künasse *6*. Must vesi lastakse aeg-ajalt käsitsi luugi *5* kaudu välja.

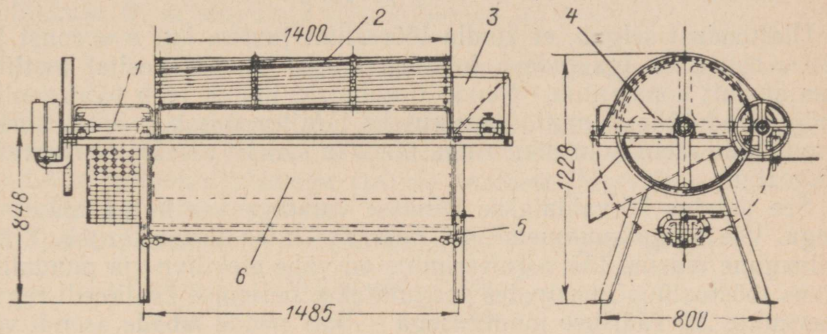
Mugulate liikumise iseloom on siin teine kui perioodilise toimega masinates. Siin liiguvad mugulad mitte ainult trumli teljega risti olevas tasapinnas, vaid üheaegselt ka trumli teljega paralleelses tasapinnas, liikudes täitmiskohast väljumiskohta.

Mugulate liikumine piki trumli telge toimub kas trumli liistude asetamisega nurga all trumli moodustajate suhtes või trumlisse vastava nurga alla asetatud labade tõttu. On olemas ka niisuguseid konstruktsioone, kus mingisuguseid lisaseadmeid ei ole. Sel juhul

asuvad mugulad trumli põhjal ebaühtlase kihina (joon. 102, *b*), mis on väljumisotsal väiksem. Nurga α' all horisontaaltasapinna suhtes tekkinud kallak loob mugulatele edasiveeremise tingimused. Seejuures mugulad läbivad teekonna abc ... f. Vertikaalsed teeosad (ab, cd jt.) läbivad mugulad tänu hõõrdumisele vastu trumlit, kallutatud teeosad aga allaveeremisel.

Spetsiaalsete detailide puudumine produkti horisontaalsuunas nihutamiseks ei ole kasulik, kuna see vähendab produkti hulka, mis trumlis võib üheaegselt olla, ja järelikult ka masina tootlikkust.

Kõikide trummelpesijate trumli pöörete arv on valitud selline, et mugulatele mõjuv tsentrifugaaljõud ei ületaks nende raskust.



Joonis 103. Pideva toimega mugul- ja juurvilja trummelpesemismasin МП-2.

Ainult sel tingimusel on võimalik mugula vabanemine trumli seinast punktis *A* (joon. 102, *a*).

Kriitiline trumli pöörete arv, mille juures lakkab mugulate eraldumine seinast, tekib siis, kui:

$$am = gm, \text{ ehk } a = g,$$

kus a on tsentrifugaalkiirendus
g — raskusjõu kiirendus
m — mugula mass.

Asendanud $a = \omega^2 r = g$, võime määrata trumli kriitilise pöörete arvu

$$n_{kr} = \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{g}{r}}, \text{ ehk } n_{kr} = \frac{30}{\sqrt{r}} \text{ [p/min.]}. \qquad (3)$$

Kõige kasulikum on, kui mugulate eraldumine toimub kõrgusel $h = r$. Sel juhul sobivad trumli pöörded piirides $h = 0{,}5\ n_{kr}$ kuni $n = 0{,}7\ n_{kr}$.

Pideva toimega trummelpesijate tootlikkus määratakse valemi abil:

$$Q = 60\ nq \text{ [t/h]}, \qquad (4)$$

kus n on trumli pöörete arv minutis,
q — mugulate kaal, mida laba (ehk labad) viskab välja trumli ühe pöörde jooksul.

Olemasolevates konstruktsioonides harilikult $n = 25$ kuni 35 p/min. $r = 0{,}3$—$0{,}4$ m, q aga määratakse kas lihtsa mõõtmisega igal üksikul juhul või valemi abil

$$q = \Sigma v \beta \gamma \ [t],$$

kus Σv on mugulaid välja viskavate labade mahtude summa m³,

β — labade täitetegur, võrdne väikeste mugulate jaoks 0,8—0,9, suurte jaoks 0,7—0,8 ja

γ — produkti erikaal t/m³.

Arvestades q väärtust valem (4) omandab kuju:

$$Q = 60\, n \Sigma v \beta \gamma \ [\text{t/h}]. \qquad (5)$$

Ülaltoodust selgub, et kindla töörežiimi juures, kui $n = \text{const}$ ja $\Sigma v = \text{const}$, on iga pideva toimega mugul-juurviljapesijal tootlikkus samuti konstantne. Nende tingimuste juures jääb tööorganite mõju produktile samuti ühesuguseks. Mitmesuguselt määrdunud produktide olemasolu nõuab aga ühelt ja samalt masinalt erinevaid töörežiime.

See puudus kõrvaldatakse künasse valatava vee hulga muutmisega. Vee hulga suurenemisega pesemise intensiivsus tõuseb. Kuid niisugune masina töö reguleerimine on vähe efektiivne ja puudulik. Reas tööstustüüpi masinates saavutatakse pesemise kvaliteedi reguleerimine Σv väärtuse muutmisega — kas nende labade asendi või arvu muutmise teel.

Σv muutumisega muutmatute V, n ja üheaegselt trumlis asuva mugulate hulga juures, muutub Q, samuti aga mugulate vees olemise aeg t ja järelikult ka pesemise kvaliteet.

t väärtus erisuguste masinate juures kõigub 8 kuni 15 minutini (keskmiselt 10—12 min.).

Tootlikkus, trumli maht ja mugulate vees olemise aeg on seotud valemiga

$$V_1 = \frac{Q_1 t}{\gamma_1} \ [\text{m}^3], \qquad (6)$$

kus V_1 on trumli kasulik maht ehk maht, mis on täidetud mugulatega m³,

Q_1 — tootlikkus kg/min.,

t — mugulate vees viibimise aeg minutites ja

γ_1 — pesemise ajal vees asuva produkti mahukaal kg/m³.

Pideva toimega trummelpesijatel on trumli kasulik maht $V_1 = 0{,}25\, V$ kuni $V_1 = 0{,}35\, V$, kus V on trumli sisemine üldmaht. Teda võib määrata mõõtmisega. Masinatel sundusliku mugulate liikumisega trumlis $V_1 = Fl$ m³ ja masinatel sundusliku liikumiseta $V_1' = \left(\frac{F_1 + F_2}{2}\right) l$ m³. Siin on F mugulate kihi ristlõike pind m², F_1 ja F_2 — sama, kuid võetuna trumli alguses ja lõpus, ja l — trumli pikkus meetrites.

Pesemismasinate katsetamise andmete[1] järgi on γ_1 väärtus peedi puhul 394—424 kg/m³ ja kartuli jaoks 450 kg/m³. Üldiselt võib lugeda $\gamma_1 = 0{,}85\gamma$.

Suhe $V_1 = \frac{Q_1 t}{\gamma_1}$ annab võimaluse lahendada rea praktilisi küsimusi, mis on seotud trummelpesijate kasutamisega ja projekteerimisega.

Kui näiteks on antud Q_1 ja on teada produkt, siis, kasutades γ_1 ja t keskmisi väärtusi, määratakse V_1. Kuna aga $V_1 = 0{,}25$ kuni $0{,}35V = Fl$, siis, valinud trumli raadiuse R, leiame tema pikkuse l.

Valmis konstrueeritud masinate selle suhte abil võib määrata tootlikkuse Q_1 ja mugulate vees viibimise aja t.

$$Q_1 = \frac{V_1\gamma_1}{t} \text{ [kg/min.]}; \quad t = \frac{V_1\gamma_1}{Q_1} \text{ [min.]}.$$

Nii, näiteks, Verhneturinski tehase pideva toimega trummelpesemismasina МП-2 (joon. 103) (trumli mõõdetega $D = 0{,}67$ m, $l = 1{,}4$ m ja tootmisvõimega (tehase andmete järgi) $Q = 2$ t/h ehk $Q_1 = 33{,}3$ kg/min.), aeg t on:

1) peedi pesemisel ($\gamma_1 = 400$ kg/m³ ja $V_1 = 0{,}30\ V$ m³)

$$t = \frac{V_1\gamma_1}{Q_1} = \frac{(\pi Dl)\ 0{,}30 \cdot 400}{33{,}3} = \frac{352}{33{,}3} \sim 10{,}6 \text{ min.};$$

2) kartuli pesemisel ($\gamma_1 = 450$ kg/m³ ja $V_1 = 0{,}30\ V$ m³)

$$t = \frac{V_1\gamma_1}{Q_1} = \frac{(\pi Dl)\ 0{,}30 \cdot 450}{33{,}3} = \frac{396}{33{,}3} \cong 11{,}8 \text{ min.}$$

Veekulu trummelpesijates oleneb pestava juurvilja määrdumisastmest ja on 0,8 kuni 1,2 Q, ehk 0,8 kuni 1,2 liitrit ühe kg pestava produkti kohta.

Ins. V. A. Zjablov[2] jõuab trummelpesemismasinate katsetamise põhjal ВИСХОМ-is järeldusele, et vee mustumist kartulitelt maha pestud mullaga ei tohi lubada üle 20—25% vee omakaalust ja et veekulu on 0,8 kuni 1,0 l ühe kg pestava produkti kohta.

Veekulu vähendamist võib saavutada sõeltrumlite (joon. 101) kasutamisega kuivaks eelpuhastamiseks, samuti kaheruumilise küna ehitamisega kahe pesemistrumliga, nagu see on kasutamisel uues pesemismasinas *МП*-2,5.

Trummelpesijate tööks tarvilik võimsus läheb kogu trumlis liikuva produkti tõstmiseks ja tema inertsi ületamiseks, hõõrumistakistuse ületamiseks võlli laagrites ja labadega välja visatava produkti tõstmiseks.

Võimsuse erikulu on 0,25—0,40 HJh/t.

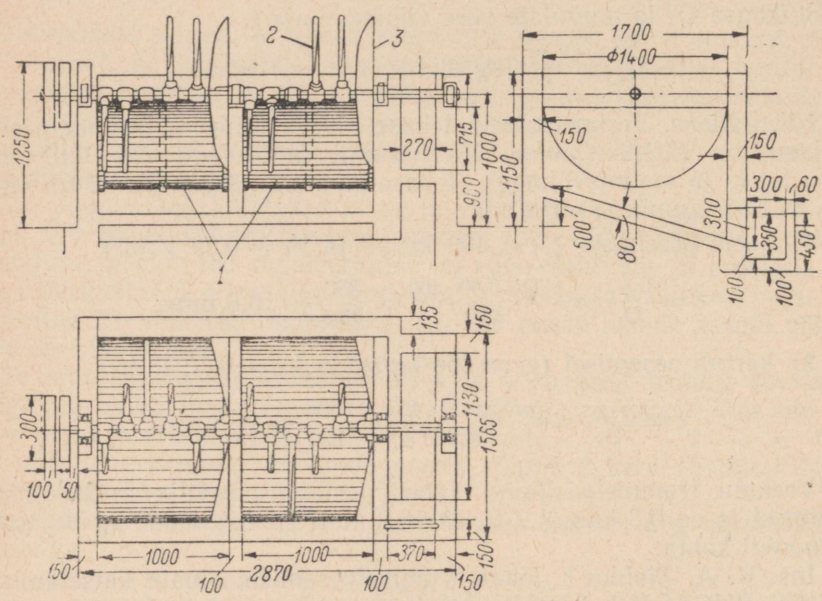
---

[1] Sõromjatnikov ja Zverbljanski. Dobrovolski pesemismasina katsetamine. Ajakiri „Сахарная Промышленность" nr. 9—10, 1930.

[2] V. A. Zjablov. Kartulipesemismasinad. Koguteos „Põllumajanduse masinate teooria, konstruktsioon ja tootmine". III kd., 1936 (v. k.).

Kurikasjuurviljapesijad (joon. 104) on lihtsamad. Nad kujutavad enesest statsionaarseid seadmeid, mis koosnevad kahest või kolmest vannist. Vannid on laotud tellistest tsemendiga või valmistatud lehtterasest. Roiskvee väljavoolamiseks on vannide põhjad kallutatud ja nende põhjas või külgedel asetsevad luugid. Igasse vanni monteeritakse puust või rauast mahavõetav rest *1*, mis moodustab küna. Vanni kohale asetatakse laagritesse võll kurikatega *2* ja labadega *3*, mis viskavad produkti ühest vannist teise, pestud produkti aga välja.

Kurikaspesijate tööprotsess on järgmine. Äärmisesse (joonisel — vasakusse) veega täidetud vanni pidevalt sissevoolavad mugulad



Joonis 104. Betoonvanniga mugul- ja juurvilja kurikaspesemismasin.

satuvad pöörlevate mõlade intensiivse mõju alla, sealjuures hõõrduvad mugulad üksteise, resti ja mõlade vastu, nad pestakse läbi ja nihutatakse pikkamööda piki vanni.

Vanni põikseinani jõudnud mugulad tõstetakse labade poolt üles ja nad langevad järgmisesse vanni, kus kogu protsess kordub.

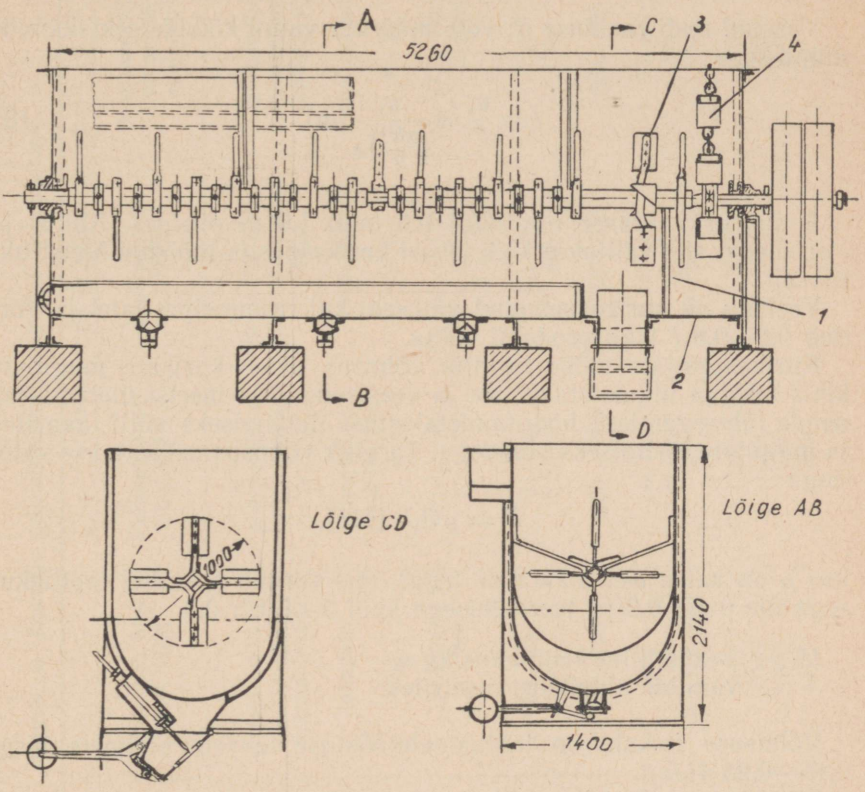
Mugulate liikumist piki vanni sektsioone saavutatakse kurikate asetamisega võllil piki keermejoont, mõnes konstruktsioonis ka nende tööpinna nurgi asetamisega. Kurikaspesijates tuleb vesi kogu aeg mugulate väljumisotsast sisse ja läbib mugulate liikumise vastassuunas järjest kõik masina vannid.

Mustus ja roiskvesi kõrvaldatakse aeg-ajalt luukide kaudu. Kurikavõlli pöörete arv minutis on 20—25.

Joonisel 105 on näidatud täismetallist kurikaspesija, tootlikkusega 8—10 t/h. Sellel on üks vann kõrgete äärtega, mis täidetakse

peaaegu äärteni veega ja pestava juurviljaga. Väljumisotsale on asetatud sein *1*, mis moodustab kivipüüdja *2*. Puhtad mugulad visatakse labadega *3* kivipüüdjasse ja tõstetakse sealt elevaatori *4* abil välja.

Kivide eraldamine kivipüüdjas *2* toimub kivide ja mugulate erineva erikaalu tõttu. Kivipüüdjasse koos mugulatega sattuvad kivid tõrjuvad esimesed välja ja langevad kivipüüdja põhja. Kivide kogunemisel tõstetakse nad aeg-ajalt käsitsi kivipüüdjast välja.



Joonis 105. Metallvanniga mugul- ja juurvilja kurikaspesemismasin.

Kurikaspesijate tootlikkus ja peamõõdud arvutatakse juba tuntud valemite järgi:

$$Q = 60\ n\ \Sigma\ v\beta\gamma\ \text{[t/h]}$$

ja

$$Q_1 = \frac{V_1\gamma_1}{t}\ \text{[kg/min.]}.$$

Katseandmete järgi kõigub t väärtus kurikaspesijates 5 ja 8 minuti vahel.

Vanni kasulik maht V_1 määratakse restil asuva mugulakihi ristlõike F korrutisega vanni kõikide sektsioonide kogupikkusega l

$$V_1 = Fl = \frac{\pi R^2}{2} al \text{ [m}^3\text{]}, \qquad (7)$$

kus R on resti raadius ja

a — küna täitmiskoefitsient ($a = 0{,}75$—$0{,}80$).

Valinud resti raadiuse R, võib määrata vanni kõikide sektsioonide üldpikkuse

$$l = \frac{V_1}{F} = \frac{V_1}{\left(\frac{\pi R^2}{2}\right) a} \text{ [m]}. \qquad (8)$$

R suurus valitakse harilikult 0,6 kuni 1,0 m piirides. Kui R ja l on teada, siis valitakse kõik teised kurikaspesija mõõdud konstruktiivselt.

Veekulu on kurikaspesijatel väiksem kui trummelpesijatel ja võrdub 0,6—0,8 l 1 kg produkti kohta.

Kurikaspesijate tööks tarvilik võimsus läheb kurikate mugulate kihis tekkiva liikumistakistuse ja vees mugulate inertsi ületamiseks nende läbisegamisel, hõõrdumistakistuse ületamiseks võlli laagrites ja mugulate tõstmiseks labadega. Tarvilik võimsus määratakse valemiga

$$N = \mu Q_2 l \text{ [HJ]},$$

kus μ on katse teel määratav tegur, mis võrdub pesijatel tootlikkusega üle 6 t/h 0,2 ja tootlikkusega kuni 5—6 t/h 0,3,

Q_2 — sekundiline tootlikkus kg-s,
l — vannide üldpikkus meetrites.

Võimsuse erikulu on toiduainetetööstuse tehaste andmete järgi 0,15—0,25 HJh/t.

Võrreldes üksikuid pesemismasinate tüüpe ja hinnates neid söödatsehhide oludes ekspluatatsiooni tingimustele vastavuse seisukohalt, võib jõuda järgmiste järeldusteni.

1. Perioodilise toimega trummelpesijad oma madala tootlikkuse ja võimaliku tööde mehhaniseerimisastme tõttu ei ole söödatsehhide jaoks kõlblikud. Neid võib soovitada ainult väikese loomade arvuga farmidele, kus energeetiline baas puudub.
2. Pideva toimega trummelpesijad ja kurikaspesijad on söödatsehhides täiesti kasutatavad. Nende paremad konstruktsioonid rahuldavad tootmise tehnoloogilisi nõudeid täiesti.
3. Tootmisele peab eeskätt soovitama kurikaspesijaid, kuna nad on lihtsama ehitusega, tugevamad, annavad kõrgekvaliteetset pro-

Tabel 15

Mugul- ja juurvilja pesemismasinate tehniline iseloomustus.

Näitajad	Masina mark ja valmistaja tehas				
	Trummel, käsi ВИСХОМ	Verhneturinski tehase МП-2	Kurikaspesija ВИМЭ	Kurikaspesija, Dobrovolski süsteemi	МП-2,5
Masina tüüp	perioodilise toimega trummelpesija	pideva töötamisega trummelpesija	betoonist statsionaarne kurikaspesija	täismetallist statsionaarne kurikaspesija	kaheruumiline pideva töötamisega trummelpesija
Ajami liik	inimjõul	inimjõul ja mehaaniline	mehaaniline	mehaaniline	inimjõul ja mehaaniline
Keskmine tootlikkus t/h	0,6	2	5–6	8—10	2,5
Pesemistrumli või vanni mõõdud mm-s	$D = 600$ $l = 900$	$D = 670$ $l = 1400$	$D = 700$ $l = 1000 \times 2 = 2000$	$D = 600$ $l = 4600$	— —
Trumli või kurikavõlli pöörete arv minutis	30—35	25—30	20—22	20	20—25
Rihmaratta läbimõõt mm-s	—	250	300	1000	—
Keskmine veekulu 1 ühe tonni produkti kohta	500—700	800—1000	600–800	600—800	600—800
Kuiva puhastusseadme olemasolu	on	ei ole	ei ole	ei ole	ei ole
Kivipüüdja olemasolu	ei ole	ei ole	ei ole	on	ei ole
Vajalik võimsus HJ	üks tööline	0,3	0,75—1,0	3,5	0,8
Gabariitmõõdud mm-s:					
pikkus	2600	2280	3000	6000	2850
laius	1080	1100	1700	1600	1000
kõrgus	1300	1240	1150	2100	1350
Umbkaudne kaal kg-s	200	250	—	—	285

dukti, vajavad trummelpesijatega võrreldes vähem vett ja on kõrge tootlikkusega. Erilist tähtsust omandavad kurikaspesijad seoses nende tüüpjooniste järgi valmistamise võimalusega majandis kohapeal.

MUGUL- JA JUURVILJA LÕIKAMINE.

Mugul- ja juurvilja lõikamismasinatele esitatavad nõuded.

Lähtudes mugul- ja juurvilja töötlemise tehnoloogiast (olenevalt masinate kasutamise tingimustest ja erinevatest loomaliikidest, kellele toit määratud), võib sellele masinate grupile esitada järgmisi nõudeid:

1. Võimalus lõigata igasuguseid mugul- ja juurviljaliike.
2. Võimalus saada lõiget, mis on kõlblik erinevatele loomaliikidele. Orienteeruvalt võib valida järgmisi lõigete mõõteid ja kujusid: 1) veistele — viilukujulisi, paksusega 8—12 mm, laiusega mitte üle 50 mm, ja pikkusega, mis on võrdne mugula pikkusega, 2) sigadele, vasikatele, samuti veistele segus kontsentraat- või koresöötadega — õhukesi plaadikujulisi (nuudlid), paksusega 5—10 mm, laiusega 10—30 mm, ja pikkusega, mis on võrdne mugula pikkusega.
3. Masina mehaaniline produktiga täitmise võimalus pideva töötamise tagamiseks.
4. Kõrge tootlikkus, mis tagab ühekordseks söötmiseks tarviliku söödahulga valmistamise 1—2 tunni jooksul (suurte loomakasvatusfarmide jaoks orienteeruvalt mitte alla 3—4 t/h).
5. Kõrge lõikekvaliteet, mida näitab lõigete ühtlus ja minimaalne pudru ja mahla tekkimine.
6. Kerge juurdepääs masinate tööorganite juurde nende kiireks reguleerimiseks või asendamiseks.
7. Masina väikesed gabariitmõõdud.
8. Tööorganite kiirekäigulisus masina käitamiseks elektrimootoriga.

Mugul- ja juurvilja lõikamismasinate tüübid ja nende ehitus.

Olemasolevad juurviljalõikajad jagunevad tööorganite kuju järgi trummel- ja ketaslõikajateks, lõiketerade asetuse järgi lõigatava juurvilja suhtes — vertikaalseteks ja horisontaalseteks, ja ajami tüübi järgi — käsitsikäitatavaiks ja mehaanilise veoga lõikamismasinateks. Peale selle jagunevad trummellõikajad trumli kuju järgi silindrilisteks ja koonilisteks.

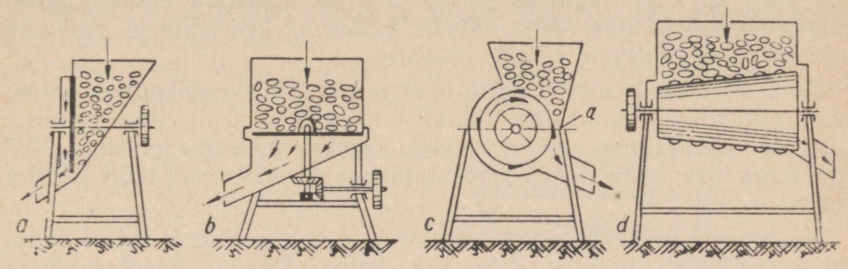
Tüüpiliste juurviljalõikajate skeemid on antud joon. 106.

Kõige levinumad on vertikaalsed ketaslõikajad (joon. 106, *a* ja joon. 107).

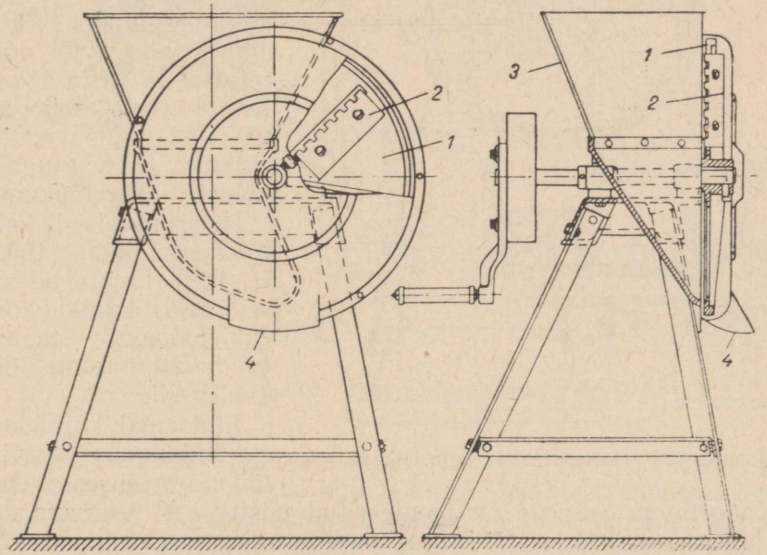
Nende tööosaks on horisontaalsele veovõllile kinnitatud malmist või terasest ketas *1* nugadega *2*. Kettal on radiaalsed väljalõiked, kuhu poltidega on kinnitatud noad teradega, mis on suunatud toite-

kolusse *3*. Noad asetatakse 30° nurga all kettale. Nugade arv erisugustel juurviljalõikajatel on 2 kuni 6, harilikult 4.

Toitekolu omab tüvikoonuse kuju ja tema alumine osa väljub ainult võlli ühele poolele nugade ülalt alla liikumise tsoonis. Toitekolus asuv juurvili surutakse oma kaaluga vastu kolu sisemist seina.



Joonis 106. Tüüpiliste juurvilja lõikamismasinate skeemid.



Joonis 107. Vertikaalne ketaslõikaja PKP-2.

Ketta pöörlemisel sissepoole väljaulatuvad nugade terad lõikavad mugulatelt viilusid, mis ketta väljalõigete kaudu langevad väljalaskerenni *4*.

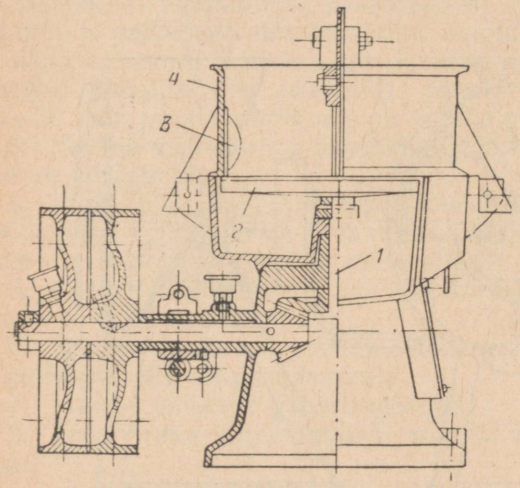
Viilu paksuse muutmiseks on nugades pikergune avaus poltide jaoks, mis võimaldab nende ümberpaigutamist 5 kuni 15 mm piirides.

Võll on asetatud raami laagritesse. Võlli vabale otsale on kinnitatud rihmaratas mahavõetava vändaga.

Niisuguste juurviljalõikajate juures omavad suurt tähtsust toitekolu kuju ja tema alumise osa mõõdud. Hästivalitud kolu kuju ja mõõtude korral vajuvad mugulad lõikamisel järk-järgult allapoole, jäädes kogu aeg oma lõikepinnaga vastu ketast. See tagab lõigatava viilu ühtluse ja vähendab pudru ja mahla tekkimist. Valestivalitud kolu kuju ja mõõtude korral ei kiilu mugulad ennast küllalt tihedalt ketta ja kolu seina vahele, hakkavad keerlema ja soodustavad seega ebaühtlaste viilude saamist.

Kolu ühepoolne asetus ketta suhtes ja juurvilja lõikamise võimalus ainult nugade ülalt alla liikumise tsoonis määrab viimaste mittetäieliku kasutamise tööprotsessis. Ketta pöörde jooksul läbib iga nuga osa tema poolt joonestatavast trajektoorist tööd sooritamata.

Mõõtmised näitavad, et mitmesugustel vertikaalsetel ketaslõikajatel nugade kasutamise aste ehk konstruktiivne kasutamistegur $k = 0{,}30$ kuni 0,40. See iseloomustab niisuguste juurviljalõikajate madalat tootlikkust ketta suhteliselt suurte mõõtude juures. Katsed suurendada kolu väljumisava ja ketta töönurka ja tõsta sellega k väärtust, kutsuvad harilikult esile mugulate kolust väljatõukumise.



Joonis 108. Horisontaalne ketaslõikaja.

Horisontaalsed ketaslõikajad (joon. 106, *b* ja 108) kujutavad enesest täiuslikumaid konstruktsioone ja tagavad tunduvalt parema lõikekvaliteedi.

Lihtsamal kujul koosneb niisugune juurviljalõikaja alusest, kuhu tapplaagrile ja laagrile on monteeritud püstvõll *1*. Viimane saab oma liikumise rihmarattalt koonilise hammasrattapaari kaudu. Püstvõlli ülemisele otsale on asetatud ketas *2*, mille väljalõigetesse on kinnitatud noad. Ketta kohale on asetatud toitekolu *4*, mille seinad on seestpoolt varustatud ribidega *3*, mis takistavad lõigatava juurvilja liikumist koos kettaga.

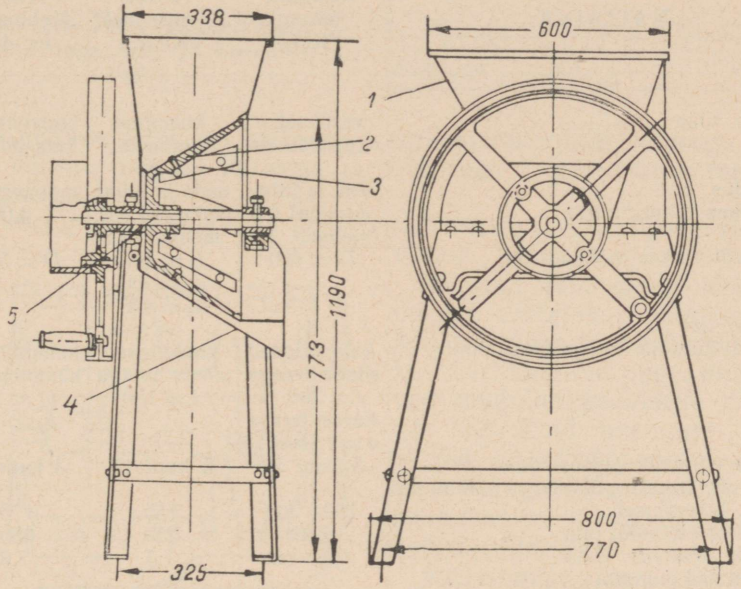
Kolusse pandud juurvili surutakse oma kaalu mõjul vastu ketast ja lõigatakse nugade abil. Äralõigatud tükid läbivad ketta väljalõiked ja langevad välja renni kaudu.

Niisuguses juurviljalõikajas on juurvili surutud hästi vastu ketast ja iga nuga töötab pidevalt. Nugade konstruktiivne kasutamistegur tõuseb $k = 0{,}8$ kuni 0,9.

Silindrilistel trummellõikajatel (joon. 106 *c*) on samad puudused, mis vertikaalsetel ketaslõikajatel. Nendes masinates on aluse laagritesse asetatud ja võllile jäigalt kinnitatud kaks risttükki. Viimaste külge kinnitatud silindri pinnale monteeritakse noad. Trumli võllil ühtlase momendi saavutamiseks asetatakse noad piki keermejoont.

Toitekolu asub trumli kohal ja annab juurvilja ette ainult trumli ringpinna väikesele osale.

Nugade poolt maha lõigatud viilud satuvad trumli sisemusse ja langevad sealt väljumisrenni kaudu välja.



Joonis 109. Kooniline trummellõikamismasin PKP-1,5.

Niisugustel juurviljalõikajatel ei tõuse nugade konstruktiivne kasutamistegur üle $k = 0{,}25$ kuni 0,30, töö kvaliteeti aga iseloomustab ebaühtlane lõige ja tunduva hulga pudru tekkimine. Madalat töökvaliteeti soodustavad viilude trumlist väljumise halvad tingimused, mille tagajärjel viilud muljutakse ja murtakse.

Koonilised trummellõikajad (joon. 106, *d* ja joon. 109) on silindrilistest paremad. Võllile *5* on jäigalt kinnitatud terasvalust tüvikoonusekujuline trummel *2*, mille tööpind koosneb kaheksast plaadist. Trumli plaatidele on kruvide abil kinnitatud sileda teraga noad *3*. Kruvide jaoks on nugades tehtud pilud, mis võimaldavad nugade ümberasetamisega muuta viilude paksust 5 kuni 10 mm piirides. Toitekolu on asetatud trumli kohale sümmeetriliselt.

Nugade poolt lõigatud viilud satuvad trumli sisemusse ja langevad sealt trumli lahtise otsa kaudu väljalaskerenni *4*.

Veovõlli otsale on pandud hooratas, mille kodaratele on poltide abil kinnitatud rihmaratas. Masina inimjõul käitamisel kinnitatakse hooratta põiale käepide.

Nugade konstruktiivne kasutamistegur koonilistes trummellõikajates $k = 0{,}30$ kuni 0,35.

Tabelis 16 on toodud juurviljalõikajate põhilised tehnilised näitajad.

Tabel 16

Mugul- ja juurvilja lõikamismasinate tehniline iseloomustus.

Näitajad	Kaslinski tehase PKP-2	Tehase „Gomselmaš" PKP-1,5	Tehase „Mehhanolit" nr. 412
Masina tüüp	vertikaalne ketaslõikaja	kooniline trummellõikaja	horisontaalne ketaslõikaja
Rakendus	meh. ja inimj.	meh. ja inimj.	mehaaniline
Tootlikkus tonni/tunnis	inimjõul 0 3 mehaan. 2,0	inimjõul 1,0 mehaan. 3,5	4,0
Ketta või trumli mõõdud mm	$D = 600$	$L = 190$ $d_1 = 180$ $d_2 = 400$	$D = 550$
Nugade arv	4	8	4
Nugade tüüp ja tera pikkus mm	kahekülgsed sileda teraga $l = 200$ ja kamm-teraga $n = 7$; $b = 20$	ühekülgsed sileda teraga $l = 180$	kahekülgsed kamm-teraga $b_1 = 20$; $b_2 = 12$
Lõigete võimalik paksus mm	5 kuni 10	5 kuni 10	3 kuni 10
Ketta või trumli pöörete arv minutis meh. rakendusel	150—200	150	175
Rihmratta läbimõõt mm	360	250	350
Tarvilik võimsus HJ-s	1,0—1,5	1,5	2,0
Gabariitmõõdud mm:			
pikkus	875	520	720
laius	875	750	710
kõrgus	1150	1175	780
Umbkaudne kaal kg-s	100	145	—

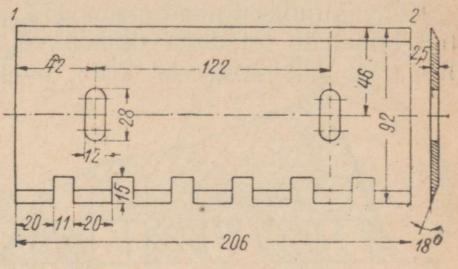
Mugul- ja juurvilja lõikamismasinate tööorganid ja tööprotsessi analüüs.

Viilude kuju ja nende mõõdud sõltuvad nugade konstruktsioonist ning nende asetusest. Iga juurviljalõikaja tüüp võib olla varustatud erisuguste nugadega. Kõige levinumad on: 1) lamedad noad sirgjoonelise teraga, 2) lamedad, sirbikujulised, sileda teraga noad, 3) lamedad noad kamm-teraga ja 4) kühvlikujuliste teradega noad. Viimased võivad olla täisterad või koosneda üksikutest kühvelteradest.

ГОСТ 441-45 näeb juurviljalõikajatele ette ühtse nugade tüübi — lamedad kahekülgsed, täieliku sirgjoonelise teraga ühel ja kamm-

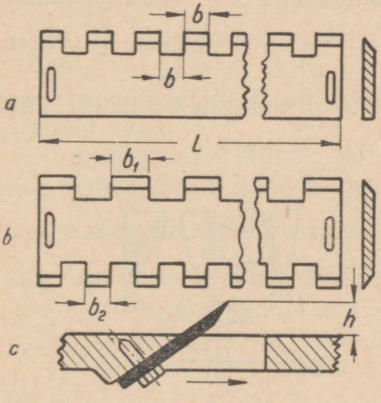
teraga teisel küljel. Kõikidel nugadel toimub tera teritamine ühel poolel 18° nurga all. Kamm-teradel on hamba laius 20 mm ja hammaste vahe 11 mm.

Sirgjoonelise sileda teraga lamedad noad (joon. 110 märgitud 1, 2) võivad anda lõikeid laiade viilude näol, paksusega *h*, mis sõltub nugade asetusest ketta või trumli pinna suhtes, laiusega *b*, mis on võrdne mugula laiusega ja pikkusega *l*, mis ulatub mugulate pikkuseni.



Joonis 110. Juurviljalõika ja kahepoolne nuga täis- ja kamm-teraga.

Niisugune viilude kuju sobib ainult veiste tarvis lõigatavale juurviljale.



Joonis 111. Kamm-noad.
a — ühekülgne, *b* — kahekülgne, *c* — kinnitamine.

Piiratud laiusega *b* lõike saamiseks asetatakse mõnikord kirjeldatud nugade kohale rida lühikesi vertikaalseid nuge, mis lõikavad mugulad pealõikele ristisuunas läbi. Kuid niisugune abinõu ei ole otstarbekohane, kuna see toob endaga kaasa pudru hulga suurenemise ja vähendab viilude paksuse ühtlust.

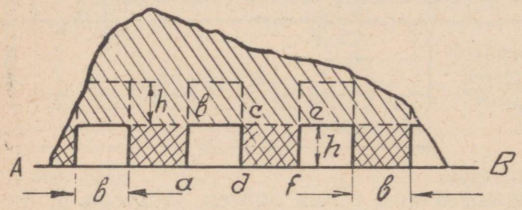
Kamm-nuge (joon. 111) on üheja kahekülgseid, erisuguste hammaste laiusega. Nad lõikavad kitsa riba (nuudli-) kujulisi lõikeid, laiusega *b*, mis võrdub hamba laiusega, paksusega *h*, mis sõltub nugade asetusest ja pikkusega *l*, mis võrdub mugula pikkusega. Niisugune lõige vastab noorkarja ja sigade söötmise nõuetele.

Kamm-noad peavad olema kettale või trumlile kinnitatud selliselt, et iga järgmine nuga oleks eelmise suhtes suuruse *b* võrra piki telge edasi nihutatud. Niisuguse asetuse juures lõikavad esimese noa hambad mugulalt viilu *a*, *b*, *c*, *d* (joon. 112), teise noa hambad aga joonel *ce* lõikavad maha järelejäänud kühmud *d*, *c*, *e*, *f*.

Seega tingimusel, kui mugulad liiguvad ainult ketta pinnale *AB* perpendikulaarses tasapinnas, on esimese ja teise noa töö iseloom erisugune. Esimese noa hambad lõikavad viilu ära piki joont *be* ja kisuvad ta mugula küljest piki jooni *ab* ja *cd* lahti, teise noa hambad

aga ainult lõikavad viilu mugula küljest piki joont $ce = bc$. Järelikult on kamm-nugade töö puuduseks viilude rebestumine. See asjaolu põhjustab suure hulga rebestunud tükkide tekkimist, tõstab mahla kadu ja nõuab suuremat jõukulu kui täielik lõikamine. Samuti selgub ülaltoodust, et noad ei ole tööga ühtlaselt koormatud.

Kühvlikujulised noad (joon. 113, *a* ja *b*) kujutavad endast stantsitud laineliste teradega ribasid või on valmistatud üksikute kühvlite näol. Nad annavad kitsa, poolovaalse ristlõikega ribakujulise

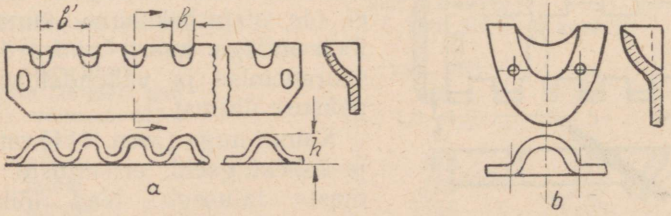


Joonis 112. Kamm-nugade töötamise iseloom.

lõike. Lõike mõõdud ja kuju sõltuvad nugade asetusest ja kühvlite mõõtudest.

Ribakujulised kühvelnoad asetatakse kettale või trumlile samuti nagu kamm-noad, s. o. nihutatuna üksteise suhtes suuruse $\frac{b_1}{2}$ võrra, kus b_1 on kahe kühvli telgede vahe.

Viilu paksus võib olla muudetud, sõltuvalt kühvlite asetusest, kuid ta ei tohi ületada kühvli kõrgust *h*.



Joonis 113. Kühvlikujulised noad.

Viilu lülilõike kujust ja kühvelnugade töö iseloomust saame kujutluse jooniselt 114, kus *AB* on ketta tasapind, *I* — esimese noaga mahalõigatava viilu ristlõige ja *II* — teise noaga sooritatud lõige.

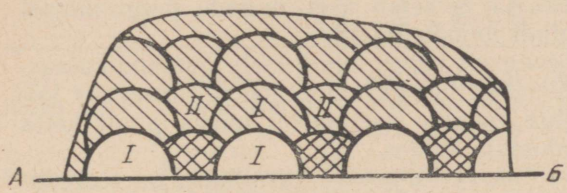
Niisugused noad annavad mitmesuguste läbilõigetega viilusid ja kannavad erisuguse suurusega koormust.

Kühvelnugade töö kvaliteet, nagu vaatlemised näitavad, on kõrgem kamm-nugade omast, kuna siin nii esimese kui ka teise noa terad ainult lõikavad viilu, mitte aga ei rebi teda mugula küljest. Nende puuduseks tuleb arvata terade teritamise keerulisust.

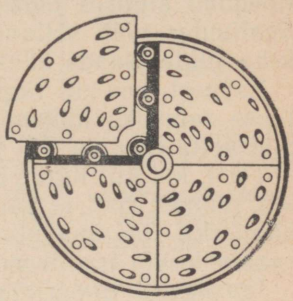
Üksikute kühvlite näol valmistatud noad kinnitatakse kettale või trumlile neetide abil või valatakse nad ketta malmsektsioonidesse (joon. 115). Viimasel juhul saavutatakse nende lihtne ja kindel kin-

nitus. Nugade kulumisel asendatakse nad koos malmsektsiooniga. Üksikud kühvelnoad lubavad valmistada ainult ühemõõdulisi lõikeid.

Kühvelnugade asetus kettal peab olema niisugune, et: 1) iga tiiru jooksul nugadega kokku puutuvalt juurviljalt oleks maha võetud ühtlane kiht, 2) iga nuga haaraks täie viilu ja 3) noad asetseksid teineteisest võimalikult kaugemal.



Joonis 114. Kühvlikujuliste nugade töötamise iseloom.



Joonis 115. Ketta malmsektsioonidesse valatud kühvlikujulised noad.

Nende tingimuste täitmiseks asetatakse kühvlid ringjoontele, mis asuvad teineteisest võrdsetel kaugustel ja võrdse kühvlite arvuga igaühel neist.

Ringjoonte arv, millede järel kettale või trumlile on asetatud kühvlid, oleneb ketta läbimõõdust või trumli pikkusest ja kühvli laiusest b ning on ketaslõikajatel $n = \frac{r}{\mu b}$; ja trummellõikajatel: $n = \frac{L}{\mu b}$, kus r on ketta raadius, mõõdetud rummust ketta pöiani m-s,

L — trumli pikkus m-s,

b — kühvli laius tema aluses m-s ja

μ — kühvlite laiuse kasutamisaste, mis kõigub 0,60 kuni 0,75 piirides.

Kühvlite arv igal ringjoonel on kaks ja enam. Kahe kühvli olemasolul lõigatakse iga tiiru jooksul maha kaks viilu, summaarse kõrgusega h, nelja kühvli puhul $2h$ jne.

Ülalpool vaadeldud kamm- ja kühvelnugade töö iseloom, tingimusel, et lõigatav juurvili liigub ainult kettale perpendikulaarses suunas, on kehtiv ainult horisontaalsete ketaslõikajate puhul. Kõikides vertikaalsetes ketaslõikajates ja trummellõikajates, kus mugulad liiguvad üheaegselt kahes teineteisele perpendikulaarses suunas, on võimatu saada varemkirjeldatud korrapärasust ja ühtlast viilu. Seda asjaolu peab lugema niisuguste juurviljalõikajate tõsiste puuduste hulka.

Võrreldes nugade erisuguseid tüüpe, võib märkida, et 1) mugul- ja juurvilja lõikamisel veiste tarvis kasutatakse lamedaid nuge siledate teradega ja 2) et ribakujulised kühvelnoad tagavad parema lõikekvaliteedi kui noad kamm-teraga.

Mugul- ja juurviljade takistus lõikamisel.

Juurviljalõikajate nugade tööd ja juur- ja mugulviljade lõikamise protsessi on veel vähe uuritud. Analoogiliselt teiste selliste materjalide lõikamisega võib arvata, et noad mõjuvad juurviljale kui lõikesuunas liikuvad teravad kiilud. Kiil tungib lõigatava eseme kehasse, tihendab alguses oma külgpindadega viilu ja lükkab ta kõrvale. Sealjuures võib sõltuvalt kiilu (tera) liikumise suunast lõigatava keha suhtes saada kaks erisuguse iseloomuga lõikamisprotsessi.

Esimest, kui kiil liigub ainult lõike suunas, risti teraga, nimetatakse raiuvaks lõikamiseks ja ta leiab aset nugade paigutamisel piki ketta raadiusi või trumli moodustajaid.

Teist, kui kiil liigub üheaegselt kahes teineteisele perpendikulaarses suunas: risti ja paralleelselt teraga, nimetatakse libisevaks lõikamiseks. See saavutatakse nugade asetamisel nurga β all ketta raadiuste või trumli moodustaja suhtes.

Igasuguste materjalide libiseva lõikamise kasulikkus on teoreetiliselt ja eksperimentaalselt tõestatud reas töödes [1]. Mugul- ja juurvilja lõikamiseks kasutatakse siiski enamasti raiuva toimega nuga. See on seletatav sellega, et mugul- ja juurvilja hõõrdumisnurk teraga on suurem kui paljudel teistel materjalidel ja küünib 35 kuni 40°. See asjaolu nõuab libiseva lõikamise tagamiseks nugade asetamist ketaste raadiuste ja trumlite moodustajate suhtes nurga β all, mis on suurem 40° ja mis on konstruktiivselt raskesti läbiviidav.

Moskva Toiduainetetööstuse Instituudi katsetega [2] on selgitatud mugul- ja juurvilja lõiketakistuse väärtuse sõltuvus mitmest tegurist. Nendest põhilisteks on lõigatava viilu paksus h ja noa paksus. Mida suurem on h ja mida paksem on nuga, seda suurem on lõiketakistus.

Peale selle mõjutavad lõiketakistust veel juurvilja sort, tema hoidmise viis ning vanus. Vanad, kauahoitud mugulad nõuavad lõikamiseks suuremat jõukulu kui värsked. Suuri mugulaid lõigatakse väiksema jõukuluga kui väikseid.

Tabelis 17 on antud mõnede juur- ja mugulviljade lõiketakistuse väärtused (kg-s ühele jooksevsentimeetrile) nugadega, mis omavad sirgjoonelise 1,6 mm paksuse sileda tera, ja mis on ühel juhul asetatud radiaalselt, teisel juhul kallutatuna nurga $\beta = 30°$ all.

Tabelis toodud andmed kinnitavad nugade tööiseloomu kui teravate kiilude toimet. Viilu h suurenemisega kasvab takistus. Nugade asetus nurga β all ketaste raadiuste suhtes on kasulikum. Lõikajate mehhanismides mõjuvate jõudude määramisel võetakse lõiketakistuse arvestusväärtuseks 1,5 kuni 2,0 kg tera ühele jooksvale sm-le.

Erisugustel juurviljalõikajate tüüpidel on lõikekiirus inimjõu kasutamisel kuni 4,5 m/sek, mehaanilisel veol 7—8 m/sek.

---

[1] V. P. Gorjatškin. Hekslimasinate ja silolõikajate teooria. Kogutud teosed. V kd. Selhozgiz, 1939 ja rida teisi (v. k.).

[2] V. A. Potokin. Ühistoitlustamise ettevõtete mehaaniline sisseseade 1940 (v. k.).

Samal ajal küünib tööstuses kasutatavatel peedilõikajatel keskmine lõikekiirus 15 m/sek.

Tabel 17

Mugul- ja juurvilja lõiketakistus.
(kg-s ühele jooksvale sm-le)

Mugul- ja juurvilja nimetus	Takistuse piirid	Radiaalne nuga			Nurgiasetsev nuga			Märkused
		h = 10 mm	h = 5 mm	h = 2 mm	h = 10 mm	h = 5 mm	h = 2 mm	
Kartul	maksim.	0,95	0,75	0,75	1,40	1,20	0,60	Keskmine väärtus on välja toodud kui aritmeetiline keskmine reast kordamiskatsetest
	miinimum	0.70	0,55	0,64	0,45	0,40	0,40	
	keskmine	0,84	0,72	0,71	0,48	0 45	0,38	
Porgand	maksim.	2,50	1,95	1.75	2,00	1,55	0,90	
	miinimum	0,85	0.85	0,75	0,50	0,50	0,50	
	keskmine	1.90	1,50	1,20	1,50	1.10	0,60	
Peet	maksim.	1.30	1,10	1.05	0,80	0 72	0.55	
	miinimum	1,10	0,86	0,70	0,52	0 50	0,50	
	keskmine	1,25	1,00	0,90	0,65	0,60	0,54	
Naeris	maksim.	1,30	1.16	1,10	1,20	1,10	1 00	
	miinimum	0,95	0,71	0,80	0,90	0,80	0.75	
	keskmine	1,22	1,10	1.00	1,15	1,05	0,98	

Juurviljalõikajate tootlikkus.

Juurviljalõikajate tootlikkuse arvestamisel lähtutakse materjali hulgast, mille tööosad lõikavad maha ühe ketta või trumli täie tiiru jooksul.

Igasuguse juurviljalõikaja tüübi tootlikkus olenevalt nugade liigist, väljendatuna produkti kaaluühikutes tunnis, määratakse üldiselt valemiga

$$Q = 60\,Vn\gamma\ [\text{t/h}], \qquad (1)$$

kus Q on juurviljalõikaja tootlikkus,

V — materjali maht m³, mille noad lõikavad maha ühe täie pöörde jooksul,
n — ketta või trumli pöörete arv minutis,
γ — 1 m³ lõigete kaal tonnides.

V väärtus on iga juurviljalõikaja tüübil erisugune ja oleneb: 1) nugade arvust z, 2) mahalõigatava viilu paksusest h, 3) nugade kasutamisastmest k, 4) tegurist k_1, mis võtab arvesse tühikud üksikute mugulate vahel ja kujutab enesest tera üldpikkuse suhet pikkusega, mis võtab tegelikult osa lõikamisest, ja 5) ketta kasulikust pinnast $\left(\frac{\pi D_1^2}{4}\right)$ ehk teiste sõnadega pinnast, mille ketaslõikaja noad

läbivad ühe pöörde jooksul. Silindrilistel trummellõikajatel moodustab lõikesilindri kasuliku pinna $2\pi rL$ ja koonilise lõikaja kasuliku pinna $2\pi \left(\frac{r_1+r_2}{2}\right) L$.

Nii on produkti maht, mis lõigatakse siledateraliste nugadega varustatud horisontaalse ketaslõikaja ketta ühe pöörde jooksul aga

$$V = \frac{\pi D_1^2}{4} hkzk_1 \text{ [m}^3\text{]}, \quad (2)$$

selle juurviljalõikaja ja teoreetilise tootlikkuse üldine valem omab järgmise kuju:

$$Q = \frac{\pi D_1^2}{4} 60\, hkzk_1 n\gamma \text{ [t/h]}. \quad (3)$$

Valemis olevaid suurusi D_1, h, k, z ja n määratakse masinal lihtsa mõõtmise või arvestamise teel; prof. M. A. Geištovt'i andmete [1] järgi on lõike γ võrdne lõikamata juurvilja γ väärtusega (tab. 5). Mis puutub tegurisse k_1, siis on teda kerge määrata igasuguste juur- ja mugulvilja liikide puhul (näiteks veehulga mõõtmisega, kus vesi täidab kogu mugulatevahelise vaba ruumi mõnes mugulatega täidetud anumas). Veemahu suhe anuma kogu mahuga määrabki k_1 väärtuse. Orienteeruvalt võib k_1 väärtust pidada võrdseks 0,8—0,7.

Kui horisontaalne ketaslõikaja on varustatud kamm- või kühvelnugadega, siis kiht paksusega h lõigatakse maha mitte ühe, vaid summaarselt esimese ja teise noaga. Järelikult V väärtus on

$$V = \frac{\pi D_1^2}{4} hk \frac{z}{2} k_1 \text{ [m}^3\text{]} \quad (4)$$

ja vastavalt üldine tootlikkuse valem niisugusel juurviljalõikajal on

$$Q = \frac{\pi D_1^2}{4} hk\, 60 \frac{z}{2} k_1 n\gamma \text{ [t/h]}. \quad (5)$$

Tabelis 18 on toodud V väärtus kõikide juurviljalõikajate tüüpide ja nugade liikide kohta.

Vaadeldes juurviljalõikajate üldise tootlikkuse valemit võib teha järgmisi järeldusi: 1) töö täisteraga nugadega on igal juhul kaks korda kõrgema tootlikkusega kui kamm- või kühvelnugadega ja 2) ühesugustel nugadel, tingimusel, et nad on ühesuguselt asetatud ja keskmine lõikekiirus on ühesugune, on tootlikkus seda suurem, mida kõrgem on antud juurviljalõikajal nugade kasutamisastme k väärtus.

Kasutades seda valemit, võib projekteerimisel antud tootlikkuse järgi määrata tööorganite (ketta või trumli) põhimõõted.

---

[1] M. A. Geištovt. Suhkrutehaste mehaaniline sisseseade, köide I, 1937 (v. k.).

Tabel 18

V (m^3) arvestusvalemid igasuguste juurviljalõikajate tüüpide jaoks.

Juurviljalõikaja tüüp	Nugade liik	Arvestusvalem *V* (m^3) määramiseks	Nugade kasutamisastme *k* väärtus
Horisontaalsed ketaslõikajad	täisteraga	$V=\frac{\pi D_1^2}{4} hkzk_1$	0,80—0,90
	kamm- või kühvelteraga	$V=\frac{\pi D_1^2}{4} hk\frac{z}{2}k_1$	
Vertikaalsed ketaslõikajad	täisteraga	$V=\frac{\pi D_1^2}{4} hkzk_1$	0,30—0,40
	kamm- või kühvelteraga	$V=\frac{\pi D_1^2}{4} hk\frac{z}{2}k_1$	
Silindrilised trummellõikajad	täisteraga	$V=2\pi rLhkzk_1$	0,25—0,30
	kamm- või kühvelteraga	$V=2\pi rLhk\frac{z}{2}k_1$	
Koonilised trummellõikajad	täisteraga	$V=2\pi\left(\frac{r_1+r_2}{2}\right)Lhkzk_1$	0,30—0,35
	kamm- või kühvelteraga	$V=2\pi\left(\frac{r_1+r_2}{2}\right)Lhk\frac{z}{2}k_1$	

Mugul- ja juurvilja lõikamismasinate hooldamine.

Juurviljalõikajate normaalse töö tagamiseks peab kinni pidama järgmistest juhistest: 1) asetama juurviljalõikaja kindlale alusele ja kinnitama poltidega või kruvidega; 2) perioodiliselt kontrollima ja pingutama kõik poltühendused; 3) asetama kõik noad ühele lõikepaksusele; 4) teritama nuge nende nüriks minemisel, selleks peab nad kettalt või trumlilt maha võtma; teritamine peab toimuma märjal käial, kusjuures tuleb säilitada esialgne teritusnurk (18°); 5) võlli laagreid määrima mitte harvem kui iga 2 tunni tagant; 6) iga päev pärast töö lõppu puhastama masinat mustusest ja juurviljajäänustest; 7) pikemaajaliste töövaheaegade puhul noad maha võtma ja neid määrima.

TERAVILJA JA BRIKETTSÖÖTADE PEENESTAMINE.

Peenestamismasinatele esitatavad nõuded.

Üldises söötade ettevalmistamise tehnoloogilises protsessis on teravilja ja brikettsöötade purustamine üks tähtsamatest töödest ja sealjuures kõige rohkem energiat nõudev. Selle töö läbiviimiseks

tarvilikud seadmed on keerukad ja võrdlemisi kallihinnalised, nende õige kasutamine on aga täielikult seotud tööprotsessi sügava mõistmisega ja konkreetsete olude tarvis oskusliku masinate valikuga.

Lähtudes teravilja ja brikettsöötade töötlemise tehnoloogia nõuetest erisuguste loomaliikide jaoks ja söödatsehhide üldistest tootmisoludest, esitatakse sellele masinate grupile järgmised nõuded:

1) Võimalikult suurem universaalsus mitmesuguste söödaliikide peenestamiseks. Madalaima universaalsuse piiriks tuleb lugeda masina varianti, mis tagab ainult kõikide teraviljaliikide peenestamise, kõrge universaalsusega aga masina varianti, kus peale kõigi teraviljade peenestamise tagatakse maisitõlvikute, õlikookide, kombineeritud brikettsöötade ja hekslite jahuks peenestamine.

2) Universaalsus kõigi söötade erineva astmeni peenestamisvõimaluse suhtes. Väheuniversaalseks masinaks tuleb pidada niisugust, mis tagab peenestamise ainult ühe astme piirides (näiteks — peent, osakeste mõõduga kuni 1 mm, või jämedat, osakeste mõõduga 1,8—2,6 mm). Niisugused masinad on piiratud kasutamisvõimalusega — kas ainult sea- või veisefarmi teenindamiseks. Kõige universaalsemaks masinaks on niisugune, mis tagab vastava reguleerimise teel igasuguse astmeni peenestatud sööda saamise.

3) Masinast tuleva produkti osakeste mõõdud peavad olema iga peenestamisastmele vastu võetud skaala piirides. Jahutolmu hulk temas peab olema minimaalne.

4) Masin peab võimaldama vähemalt 18—20% niiskusega teravilja peenestamist, ilma et sealjuures tunduvalt muutuks tootlikkus ja töökvaliteet.

5) Masina toime ei tohi esile kutsuda produkti liigset kuumenemist.

6) Masin peab omama küllalt kõrge tootlikkuse väikeste gabariitmõõtude juures, tema tööorgan peab võimaldama suuri kiirusi elektrimootori lihtsaks rakendamiseks, energia erikulu aga peab olema väike.

7) Masina tööosad peavad olema kulumisele vastupidavad ja mitte nõudma sagedat ja pikaajalist remonti.

8) Lõpuks, masin peab olema kindel töös, lihtne käsitamisel ja hooldamisel.

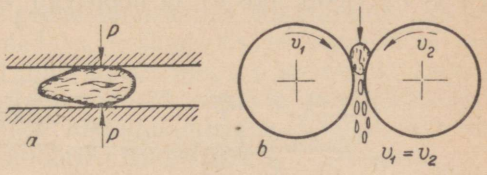
Erinevate teravilja ja brikettsöötade peenestamismasinate mitme liigi olemasolu tõttu võib igale neist esitada veel täiendavaid nõudmisi. Neid nõudmisi vaadeldakse üksikute masinaliikide kirjeldamisel.

Peenestamise põhimõtted ja masinate tüübid.

Teravilja ja brikettsöötade peenestamiseks kasutatakse järgmisi põhilisi mehaanilise mõju põhivõtteid: 1) muljumine või lömastamine, 2) lõikamine, killustamine või raasustamine, 3) jahvatamine ja 4) purustamine vaba löögiga.

Peab märkima, et masinates kasutatavate tööorganite enamus ei tööta kunagi ainult ühel ülalloetletud põhimõttel, vaid ühendavad eneses harilikult kaks või rohkem põhivõtet. Kuid hoolimata sellest domineerib iga peenestamismasina töös üks neist põhivõtteist, mis järelikult lubab säilitada niisugust klassifikatsiooni.

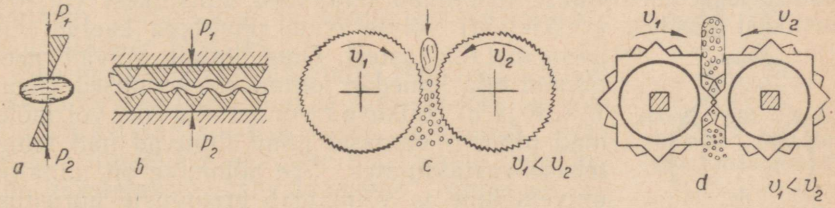
Muljumine või lömastamine saavutatakse kahe sileda pinna abil jõudude P,P mõjul (joon. 116 *a*). Tööprotsessi katkestamatuks



Joonis 116. Teravilja muljumine.

muutmiseks kujundatakse need pinnad silindrilisteks; nad asetatakse rööbiti (joon. 116, *b*) ja pannakse pöörlema teineteisele vastassuunas ühesuguse kiirusega ($v_1 = v_2$). Seejuures tõmmatakse töödeldav produkt (peaasjalikult teravili) terade kaalu ja hõõrdumise mõjul tööpindade vastu pilusse ja lömastatakse puruks.

See põhimõte on vähekasutatav saadava produkti piiratud kasutamisvõimaluse tõttu. Muljutud teravili on kõlblik söödaks ainult mõnedele loomadele (hobustele, härgadele, harva lehmadele), kuna kõigil teistel juhtudel pole niisugune töötlemine küllaldane.

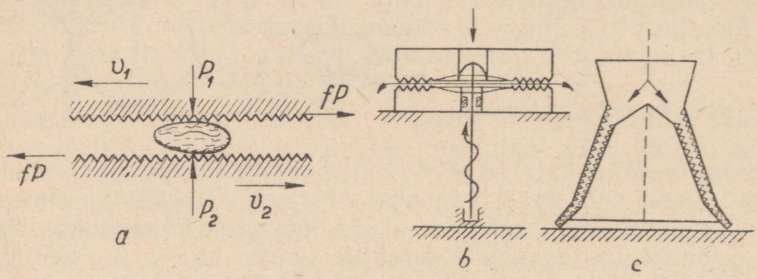


Joonis 117. Teravilja ja brikettsöötade lõikamine, killustamine ja raasustamine.

Lõikamine, killustamine või raasustamine võib, sõltuvalt töödeldava produkti omadustest, teostatud olla mitmesuguselt. Nii varustatakse teravilja jaoks tööpinnad teravate lõiketahkudega (joon. 117, *a*), mis lõikavad viljaiva läbi jõudude P_1 ja P_2 toime joonel. Brikettsöötade ja maisitõlvikute purustamiseks varustatakse tööpinnad nürima nurgaga hammastega (joon. 117, *b*), mis killustavad või raasustavad produkti jõudude P_1 ja P_2 mõjul. Katkestamatu killustamisprotsessi saavutamiseks kujundatakse tööosad silindrilistena (joon. 117, *c*). Nende pinda piki silindrit rihveldatakse, kusjuures ringkiirused on erisugused ja suhtuvad 1,5 kuni 3,5, kiirema silindri ringkiiruse juures 3 kuni 5 m/sek. Niisugune peenestamine on kõlblik enamikule teraviljadele ja võimaldab igasuguse peenestamisastme saamise väikese jahutolmu hulga tekkimisega. Niisuguste tööorganite puuduseks on rihvlite kiire ummistumine niiskete (üle 18%) ja õliste söötade purustamisel ning produkti kuumenemine.

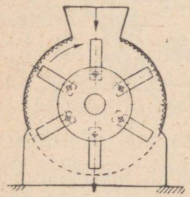
Brikettsöötade purustamiseks asetatakse tööorganid ühele ühisele võllile. Tööorganid ise kujutavad enesest hambulisi tähekesi (joon. 117 *d*). Sõltuvalt produkti omadustest ja soovitavast purustamisastmest antakse valtsidele ühesugused või erinevad ringkiirused.

Sageli esineb masinaid, milledel üks tööpind on liikumatu. Jahvatada on võimalik ainult mitteõlist kuiva teravilja. Seda teostatakse kahe kareda pinna abil, mis pigistavad terad kokku jõududega P_1 ja P_2 (joon. 118 *a*) ja hõõruvad nad katki liikumisega teine-



Joonis 118. Teravilja jahvatamine.

teise suhtes kiirustega v_1 ja v_2. Jahvatamine on võimalik ainult küllaldase terade hõõrdejõu olemasolul tööpindade vastu. Selleks otstarbeks valmistatakse tööpinnad teralistest kunstlikest või looduslikest kividest (veskikivid) või teravate rihvlitega kaetud pinnaga metallketastest. Oma kujult võivad need pinnad olla lamedad kettad või koonused (joon. 118, b ja c). Liikuvad võivad olla üks või mõlemad pinnad; viimasel juhul liiguvad nad teineteisele vastassuunas. See põhimõte on küllaltki universaalne ja võimaldab erisuguste purustusastmete saamist, kuid annab palju jahutolmu.



Joonis 119. Söötade purustamine.

Koonilisi pindasid kasutatakse peaasjalikult maisitõlvikute purustamiseks, s. t. nad omavad spetsiaalse otstarbe.

Purustamine on kõige universaalsem põhimõte ja on rakendatav igasugusele söödale, välja arvatud niiskele. Sööda purustamist teostatakse kestasse asetatud kiirestitiirlevate vasarate (nn. vasarpurustajate) abil (joon. 119).

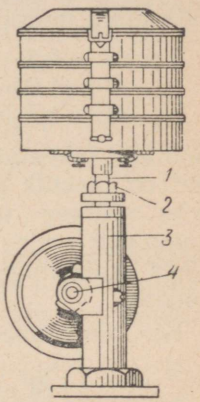
Vasarad, liikudes kiirusega 35—70 m/sek., omavad suurt elavjõudu $\left(\frac{vm^2}{2}\right)$ ja annavad kohtumisel pidevalt purustajasse langeva produktiga tema osakestele purustava jõuga lööke. Niisuguste purustajate töö iseloomustavaks erinevuseks on söödaosakeste purustamine lennul ainult vasarate ühepoolse toimega.

Seda liiki purustajad võimaldavad kergelt reguleerida purustamisastet, annavad vähe jahutolmu, on kõrge tootlikkusega ja konstruktsioonilt lihtsad.

Vastavalt vaadeldud peamistele peenestamispõhimõtetele jagatakse olemasolevad masinad järgmisteks alaliikideks: 1) teraviljamuljujad, valtsidega teraviljapurustajad, õlikoogipurustajad ja maisipurustajad, 2) kiviveskid ja 3) vasarpurustajad.

Peenestamisastme määramise meetod.

Praktikas levinud söötade peenestamisastme määramine „silma järgi" ja tema jagamine jämedaks, keskmiseks ja peeneks ei ole objektiivne ega täpne. Sellisel määramisel muutub võimatuks rakendada ellu väljatöötatud, kindlaid nõudeid söötade purustamisastmeile, edasi anda eesrindlikkude majapidamiste kogemusi ja teostada mingisuguseid töid söödatöötlemismasinate viimistlemiseks. Iga majapidamine oleks sunnitud nendesse küsimustesse suhtuma omamoodi.



Joonis 120. Seadis söötade jahvatusastme määramiseks.

Et seda vältida, tuleb püstitada kindel mõiste jämedast, keskmisest ja peenest peenestamisest (jahvatamisest) ja fikseerida nende määramise meetod.

Rea teaduslike uurimisasutuste poolt on pakutud mitu erisugust peenestamisastme määramise meetodit. Mitte peatudes kõikide meetodite kirjeldamisel, vaatleme ainult ühte, mis on kõige levinum sovhoosides ja kombineeritud söötade valmistamise tehastes.

See meetod on välja töötatud Puškini zootehnilise laboratooriumi poolt ja selle aluseks on võetud purustatud söödaosakeste läbimõõdu keskmise aritmeetilise väärtuse määramine. Sealjuures mõistetakse „jahvatusastme" nimetuse all seda, kuivõrd jämedalt või peenelt antud sööt on jahvatatud, hinnang aga on kolmeastmeline ja iseloomustab jämedat, keskmist ja peent purustamist.

Jahvatusastme hindamise mõõdupuuks on mitmesuguste mõõtudega osakeste hulgaline suhe.

Osakeste läbimõõdu keskmise aritmeetilise näitaja määramiseks on insener J. V. Makarovi[1] poolt välja töötatud lihtne aparaat. Katseandmete alustel on esitatud hindamisskaala, mis lubab kiiresti ja ilma keerukate aritmeetiliste arvestusteta teostada jahvatatud söötade uurimist. Näitajate määramine toimub jahvatatud sööda 100-grammise proovi läbisõelumisel sõeladega, mille aukude läbimõõt on 3 mm, 2 mm ja 1 mm. Kõik sõelad on monteeritud ühte karpi spetsiaalsele raputusseadisele (joon. 120).

Läbisõelumise lõpetamisel kogutakse söödajäägid sõeladelt ja

[1] J. V. Makarov „Söötade jahvatusastme määramise metoodika" Puškini Zootehnilise Laboratooriumi Tööd 1936. Väljaanne nr. 12 (v. k.).

karbi põhjalt, kaalutakse ja arvestatakse välja nende osa protsentides proovi üldkaalust.

Osakeste läbimõõdu keskmise aritmeetilise näitaja määramine toimub valemi järgi:

$$M = \frac{0{,}5p_0 + 1{,}5p_1 + 2{,}5p_2 + 3{,}5p_3}{N} \text{ [mm]},$$

kus M on osakeste läbimõõdu keskmine aritmeetiline näitaja,

p_0 — jäägi kaal karbi põhjal protsentides,
p_1, p_2 ja p_3 — jääkide kaal sõeladel, avaustega 1, 2 ja 3 mm grammides,
N — analüüsitava proovi kaal grammides.

Niisugusel teel määratud näitaja M hindamiseks on vastu võetud järgmised normid

kui $M = 0{,}2—1{,}0$ mm — peen jahvatus,
„ $M = 1{,}0—1{,}8$ mm — keskmine jahvatus,
„ $M = 1{,}8—2{,}6$ mm — jäme jahvatus.

Söötade jahvatusastme määramisel põrsastele ja kanapoegadele, mil on tarvilik peenem jahvatamine, samuti kontrolli võimaldamiseks söötade ülejahvatamise vastu jahuks, asetatakse sõelade komplekti neljas täiendussõel avauste mõõtudega 0,2 mm. Selle sõela läbistamine produktiosakeste poolt näitab jahu olemasolu söödas.

Sel juhul määratakse näitaja M valemi abil:

$$M = \frac{0{,}1p_0 + 0{,}6p_1 + 1{,}5\ p_2 + 2{,}5p_3 + 3{,}5p_4}{N} \text{ [mm]},$$

kus p_0 on jäägi kaal karbi põhjal protsentides ja

p_1, p_2, p_3 ja p_4 on vastavad jääkide kaalud sõeltel, avaustega 0,2, 1, 2 ja 3 mm grammides.

Näitaja M määramisel on soovitav tähelepanu pöörata jäägi iseloomule ülemisel sõelal. Kui avastatakse terveid teri või õlikookide tükke, siis loetakse niisugust purustamist puudulikuks. Tervete terade või nendele võrdsete teiste söödatükkide lubatav hulk on 6 tk. 100 g kohta.

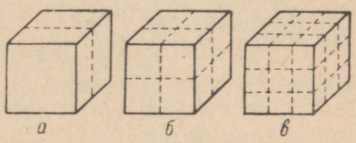
Raputusseadis koosneb alusest *3*, hammasseibiga ja rihmrattaga töövõllist *4* ning vardast *1*, mis on asetatud alusesse ja koormatud vedruga. Võlli pöörlemisel vajutab hammasseib varda toele ja sunnib teda liikuma üles. Hiljem langeb varras oma kaalu ja vedru mõjul järsult alla. Langemisel lööb varda mutter *2* vastu kummrõngast ja see raputus kandub üle sõeladele. Rihmratta normaalne pöörete arv on 270 minutis. Raputamise aeg on *4* minutit. Seadis on kõige parem rakendada elektrimootoriga, kuid teda võib käitada ka käsitsi.

Peale kirjeldatud seadise on jahvatamisastme määramiseks tarvilik omada veel tehnilised kaalud ja kaalupomme.

Purustamismasinate uurimisel on tähtis tunda nii töödeldava materjali füüsikalis-mehaanilisi omadusi kui ka tegureid, milledest selleks kulutatav tööhulk sõltub.

Nagu praktika näitab, on erisuguste söötade purustamise protsess väga keerukas ja sõltub tervest reast tegureist, nagu näiteks: sööda omadustest (kõvadus, niiskus, homogeensus, mõõdud, kuju jm.), tööorganite kujust ja iseloomust, töörežiimist jne. Katsed haarata ühe valemiga kogu keerukat peenestamisprotsessi pole senini positiivseid tulemusi andnud, kuigi peenestamisprotsessi uuritakse igakülgselt. Hoolimata sellest valgustab rida töid siiski tööprotsessi ja lubab üksikuid nähtusi selgitada.

Vene õpetlane prof. P. M. Afanasjev[1] avaldas 1883. a. esmakordselt uurimistöid tera tugevuse kohta. Tema poolt on läbi uuritud



Joonis 121. Purustusjõu määramine.

tera muljumisel esinevate nähtuste iseloom, määratud deformatsiooni ja koormuse suhe. Ta tõestas, et tera relatiivne kokkusurumine on proportsionaalne survejõuga, proportsionaalsusepiir aga muutub, sõltuvalt niiskusest.

Hiljem laiendati ja täiendati neid töid Zvorõkini (1894. a.), Kozmini (1912. a.) ja teiste poolt. Eriti palju töid terade omaduste ja peenestamisprotsessi uurimise alal ilmus meil nõukogude võimu ajal. Nendest peab eeskätt nimetama prof. J. N. Kupritsa „Teravilja jahvatamise füüsikalised ja keemilised alused" (1946. a.), G. G. Jegorovi „Purustamise ja peene purustamise teooria" (1938. a.) jt.

Rea uurijate poolt on pakutud kõvade kehade purustamisteooriaid, mida võib teataval määral rakendada ka söötadele. Nendest tutvume kahega: pinnalise ja mahulise purustamisteooriaga.

Pinnalise purustamisteooria aluseks on hüpotees, et purustamistöö on proportsionaalne peenestatud kehade pinnaga ja määratakse järgmisel teel.

Olgu meile antud kuup 1 sm pikkuste tahkudega (joon. 121, *a*) ja oletame, et tema poolitamiseks tarvilik töö on A kgsm. Selle kuubi jagamiseks 0,5 sm pikkuste tahkudega kuubikutesse peab teda jagama piki kolme tasapinda (joon. 121, *b*). Sel juhul on tarvilik tööhulk $3A$ kgsm, 0,5 sm tahuga kuubikute arv aga $2^3 = 8$.

Edasi, kui sama kuupi peab jaotama kuubikutesse $^1/_3$ sm pikkuste tahkudega (joon. 121, *c*), siis tuleb teda jagada piki kuut tasapinda ja järelikult on kulutatava töö hulk $6A$ kgsm, kuubikute arv aga $3^3 = 27$.

[1] P. M. Afanasjev. Jahuveskid. St. Peterburg, 1883. (v. k.).

Üldiselt 1 sm-se tahuga kuubi purustamiseks kuubikuteks tahuga $\frac{1}{n}$ sm, tuleb kuup jagada piki $3(n-1)$ tasapinda. Sealjuures kulutatud töö

$$A_n = 3A(n-1).$$

Järelikult on tööhulkade suhe, mida kulutatakse kuubi purustamiseks esimesel juhul n^3 osaks, teisel — m^3:

$$\frac{A_n}{A_m} = \frac{3A(n-1)}{3A(m-1)} = \frac{n-1}{m-1}$$

On arusaadav, et n ja m suurte väärtuste juures võib arvu 1 mitte arvestada, ja siis saame

$$\frac{A_n}{A_m} = \frac{n}{m},$$

s. t. purustamiseks tarvilik töö hulk küllalt kõrge peenestamisastme juures on proportsionaalne peenestamisastmega.

Mahuline teooria kinnitab, et „ühesuguse tehnoloogilise koosseisuga geomeetriliselt sarnaste kehade analoogiliste piirjoonte muutumise saavutamiseks tarvilik energiahulk muutub proportsionaalselt nende kehade mahtude või kaaludega".

Selle teooria aluseks on materjali muljumisel tekkivate deformatsioonide vaatlemine. Elastsuseteooriast on teada, et survel (või purustamisel) on deformatsiooni töö

$$A = \frac{\delta^2 V}{E},$$

kus δ on pinge kg/sm², mis kutsub esile purunemise,

V — deformeeruva keha maht sm³,
E — elastsusmoodul kg/sm².

Üldse väljendub töö jõu ja tee korrutisena, s. o.

$$A = ps,$$

kus s on antud juhul keha absoluutne deformatsioon.

Vastavalt Hooke'i seadusele on deformatsioon proportsionaalne keha pikkusega; järelikult võib ühest materjalist kahe osakese kohta öelda, et

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{a_1}{a_2},$$

kus a tähistab keha lineaarseid mõõte.

Samuti

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{q_1}{q_2},$$

kuna keha kaal q on proportsionaalne tema mahuga.

Siit

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{p_1 s_1}{p_2 s_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

kus a on kuubi serva pikkus.

Lõplikult võime märkida, et

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{a_1^2}{a_2^2}; \text{ ja } \frac{A_1}{A_2} = \frac{a_1^3}{a_1^3},$$

s. t. et purustamistöö on proportsionaalne lineaarsete mõõtude kuubiga, purustuse jõud aga nende ruuduga.

Peab märkima, et toodud arutlus peab paika ainult pingete kohta allpool elastsusepiiri, kuna aga söötade purustamisel pingete tagajärjel tekkivad deformatsioonid asuvad alati väljaspool elastsusepiiri. Kuid hoolimata sellest, on see teooria ligikaudsete tehniliste arvestuste tegemiseks täiesti kõlblik.

Prof. L. B. Levenson [1] peab õigeks, et mahuline teooria on küllalt täpne praktiliseks rakendamiseks muljumise ja löögi juures; pinnaline teooria on aga õigem katkihõõrumisel.

ВИСХОМ 1935. a.[2] kontrollis eksperimentaalselt mahulist teooriat teravilja purustamisel. Töö meetod oli järgmine.

Asendades valemis deformatsioonitöö määramiseks keha mahu V tema lineaarsete mõõtude korrutisega bl, saame

$$A = \frac{\delta^2 V}{2E} = \frac{\delta^2 bl}{2E},$$

kus b on keha ristlõike pindala,

l — keha pikkus.

Kui keha osakesed on kuubikujulised tahuga h, siis $l = h$ ja $b = h^2$, suurus $\frac{\delta^2}{2E}$ on aga konstantne, ja märkinud tema k tähega, s. o. $\frac{\delta^2}{2E} = k = \text{const}$, saame

$$A = kh^3,$$

s. t. deformeerimisel on töö elastsusepiirides proportsionaalne keha mahuga.

Edasi, asendades keha mahu (h^3) tema kaaluga (q), leiame, et

$$A = kq,$$

s. t. deformeerimisel on töö elastsusepiirides proportsionaalne tera kaaluga.

Töö eksperimentaalne osa kinnitas ülaltoodud järeldusi.

Peab märkima, et mitte ükski kirjeldatud elementaarsetest teooriatest ei ole veel suutnud anda aluseid söödatöötlemismasinate

[1] L. B. Levenson. „Kasulike maapõuevarade rikastamismasinad, nende teooria, arvestus ja projekteerimine", 1933. (v. k.).

[2] I. M. Mahhov. Teravilja staatiline purustamine. Ajakiri „Сельскохозяйственная машина", nr. 3, 1937. (v. k.).

tööprotsesside täielikuks arvutamiseks, kuid lubab seletada rea konstruktiivseid nõudmisi, mis nendele masinatele esitatakse.

Kujutluse loomiseks erisuguse niiskuse ja mitmesugust sorti terade muljumisjõudude suurusest toome tabelis 19 katseandmeid.

Tabel 19

Keskmine muljumisjõud nisuteradele kg-s.

Terade niiskus protsentides	Pehme sort	Kõva sort
11	7,80	9,54 – 11.09
13	6,65	8,71 – 10,77
14	7,45	8 34 – 10,71
15	7,22	8,11 – 9,79
16	6,91	7,81 – 9,26

Nagu katsed näitavad, sõltub purustusjõu suurus suurel määral tera struktuurist ja peenestamisviisist.

Nii näiteks on klaasstruktuuriga terade endospermi purustamiseks surve abil tarvilik pinge 33,1 kg/sm², jahulise struktuuriga terade puhul aga ainult 17,0 kg/sm². Sama tera purustamisel killustamise teel nõuab esimesel juhul pinget 9,5 kg/sm², teisel — ainult 3,0 kg/sm².

Need andmed näitavad peenestamismooduse valiku suurt tähtsust erisuguste teraviljade puhul.

Vasarpurustajad.

Vasarpurustajad, mis töötavad produkti osakeste löögiga purustamise põhimõttel, leidsid, tänu reale eelistele, võrreldes teiste peenestamismasinatega, põllumajanduses laialdast levikut ja on käesoleval ajal kujunenud peamisteks sööda-peenestamismasinateks.

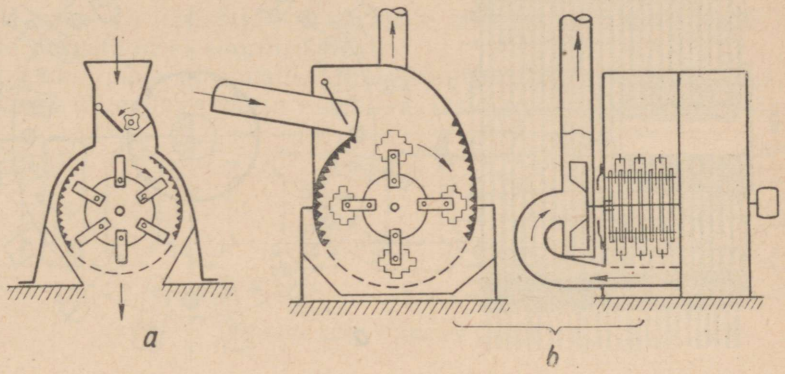
Eriti mugavad ja otstarbekohased on vasarpurustajad söödatsehhide sisustamisel sellistes oludes, kus lihtsate transpordiabinõude ja toorainete hoidmise punkrite abil on võimalik ruumi minimaalsete mõõtude juures paljude söötade peenestamise tööprotsesse täielikult mehhaniseerida.

Vasarpurustajate väärtused on järgmised:

1. Igasuguste söödaliikide purustamise võimalus. Vasarpurustajatega võib jahuks purustada igasugust teravilja, õlikooke, maisi, tõlvikuid, mineraalsöötasid ja heksleid. Erinevalt teistest masinatest on vasarpurustajad teravilja niiskuse suhtes vähe tundlikud ja lubavad purustada teravilja, niiskusega 20 kuni 22%.
2. Võimalus saada erisuguseid purustamisastmeid.
3. Produkti kuumenemise puudumine.
4. Produkti tööosadele kleepumise puudumine.

5. Tööosade vähene kulumine.
6. Kõrge tootlikkus väikeste gabariitmõõtude juures.
7. Ekspluatatsiooni lihtsus, mugavus ja kindlus.

Olemasolevad vasarpurustajad on kujutatud ühtse skeemi kohaselt (joon. 122) ja koosnevad järgmistest põhiosadest: 1) korpusest, mille sisemine osa on purustamisruumiks, milleks teda varustatakse rihveldatud soomusplaatidega, 2) vasaratega varustatud rootorist, 3) rootori alla korpuse alumisse ossa kinnitatud sõelast, mille aukude kaudu purustatud produkt väljub ja 4) toitemehhanismist, mis asub rootori kohal või tema kõrval.



Joonis 122. Vasarpurustajate skeeme.

Paljusid purustajaid varustatakse veel ventilaatoritega, mille ülesandeks on valmis produkti äraimemine ja hoidmiskohale transportimine.

Rootor on vasarpurustaja põhiline tööorgan. Eraldatakse šarniirse ja jäiga vasarate kinnitusega rootoreid.

Esimesed koosnevad võllist (joon. 123, *a*), millele on jäigalt kinnitatud kettad ja vaheseibid. Kettad ja seibid on võllile kinnitatud kiiluga, mõnedes konstruktsioonides veel täiendavalt poltidega. Ketaste äärtele on asetatud sõrmed, milledele ketaste vahedesse riputatakse vasarad. Tsentrifugaaljõu mõjul, mis tekib rootori pöörlemisel, asetuvad vasarad piki raadiusi.

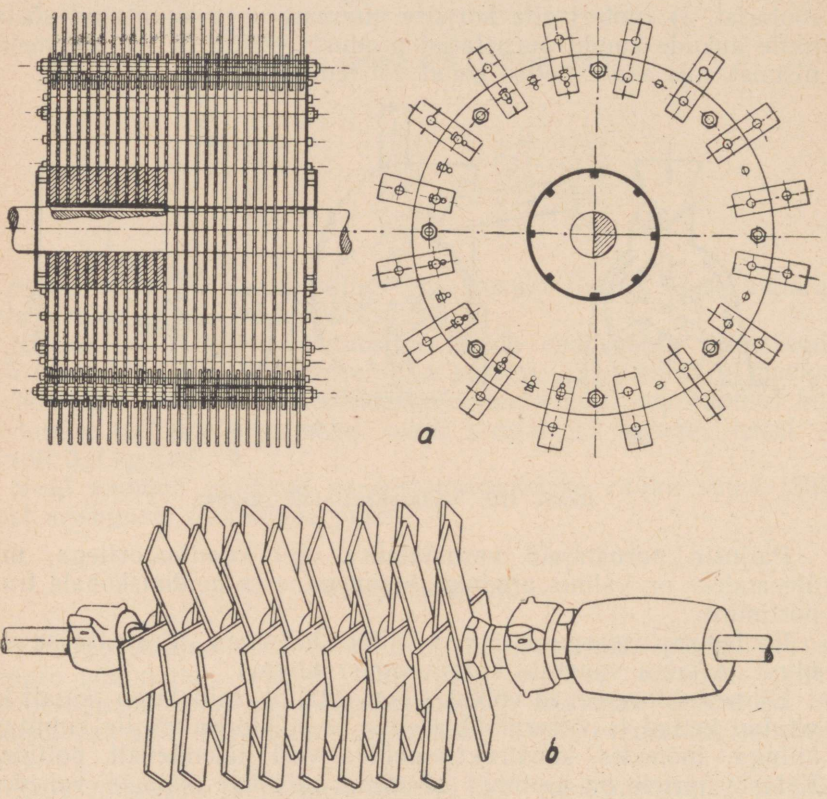
Niisugune konstruktsioon lubab kergesti asendada kulunud vasaraid uutega ja hoiab ära avarii, mis võib tekkida vasarate põrkamisel vastu koos produktiga juhuslikult purustajasse sattunud metalleset. Šarniirselt riputatud vasarad kalduvad tugeva löögi juures tagasi ja lasevad eseme läbi.

Rootoreid jäiga vasarate kinnitusega (joon. 123, *b*) esineb harva. Nad koosnevad võllist, millele on jäigalt kinnitatud terasplaadid. Plaatide vahele võllile on kinnitatud seibid. Kõik plaadid on omavahel kokku tõmmatud mutritega.

Rootor peab olema nii staatiliselt kui ka dünaamiliselt täpselt tasakaalustatud. Väikseim tasakaalustamatus kutsub suurte kiiruste

juures esile teravaid lööke laagritele ja alusele ning mõjub kogu seadmele purustavalt.

Vasarpurustajate rootorite tasakaalustamise põhimõte on samane peksumasinate trumlite tasakaalustamisega, ainus vahe on selles, et šarniirselt kinnitatud vasaratega rootoreid tasakaalustatakse enne staatiliselt vasarateta, hiljem aga komplekteeritakse ühesuguse kaaluga vasaratega ja asetatakse need kohale.



Joonis 123. Vasarpurustajate rootorid.
a — šarniirse, *b* — jäiga vasarate kinnitusega.

Šarniirse kinnitusega vasaraid valmistatakse kõige mitmekesisemate mõõdete ja vormidega (joon. 124) ja valitakse tööks olenevalt töödeldava produkti liigist ja tarvilikust purustamisastmest.

Kõige laialdasema leviku on saanud ribaterasest plaadikujulised vasarad (joonisel *1*, *2*, *3*, *4*). Neid valmistatakse paksusega 1,5 kuni 10 mm ja pikkusega kuni 200 mm.

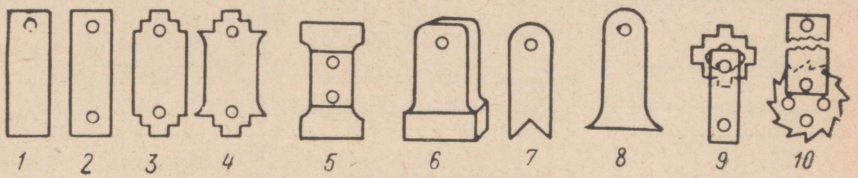
Praktika näitas, et teravilja purustamiseks on kõige kasulikumad vasarad, paksusega 1,5—4 mm, hekslite heinajahuks purustamiseks 5—6 mm ja õlikookide, kontide, mineraalsöötade ja briketttide purustamiseks 8—10 mm.

Plaadikujulistel vasaratel on teistega võrreldes see eelis, et nad võimaldavad töönurkade kahe- või neljakordselt vahelduvat kasutamist.

Vasarate tööprotsessis omab suurt tähtsust tööotstel teravate nurkade olemasolu (kujud *3* ja *4* joon. 124), millede mõju produkti osakestele peale hariliku purustamise väljendub veel üheaegses killustamises ehk lõhestamises.

Suurtes tükkides või eriti kõvade söötade purustamiseks kasutatakse vasaraid tugevdatud tööotstega (*5*, *6* joon. 124), üldkaaluga kuni 1,5 kg. Vasarad teravate kiilukujuliste tööotstega (*4*, *7*, *8* joon. 124) vahel ka lõhestatud ja haraliste otstega, annavad kiuliste söötade purustamisel suurima efekti.

Lõpuks, püüe pikendada kiirestikuluvate töönurkadega vasarate tööaega tõi endaga kaasa rea liitvasarate konstruktsioonide loomise



Joonis 124. Vasarate kujud.

(*9* ja *10* joon. 124), mis omavad mahavõetava tööosa. Viimast võib töönurga nürinemisel keerata.

Peab märkima, et vasarate vormide mitmekesisus on omane peamiselt välismaise päritoluga purustajatele, kus seda asjaolu on sageli põhjustanud ainult mitmesuguste firmade reklaamivajadus. Meie tehased peavad peamiselt kinni mitmesuguse paksusega lihtsate plaadikujuliste vasarate konstruktsioonist.

Materjal vasarate valmistamiseks on 0,8—0,9% süsinikusisaldusega karastatud teras või tsementeeritud süsinikuvaene teras (C = 0,10 kuni 0,15%).

Vasarate asetus rootoril peab vastama järgmistele nõuetele: 1) vasarad ei tohi liikuda mööda ühte jälge, vaid peavad võimalikult ühtlaselt katma kogu töölaiuse, 2) vasarad ei pea produkti osakesi pilduma rootori otste poole ega koguma neid keskele ja 3) ei tohi rikkuda rootori staatilist ja dünaamilist tasakaalu.

Joonisel 125 *a*, *b* ja *c* on näidatud peamiste vasarate asetuste variantidega rootori pindlaotuste skeemid.

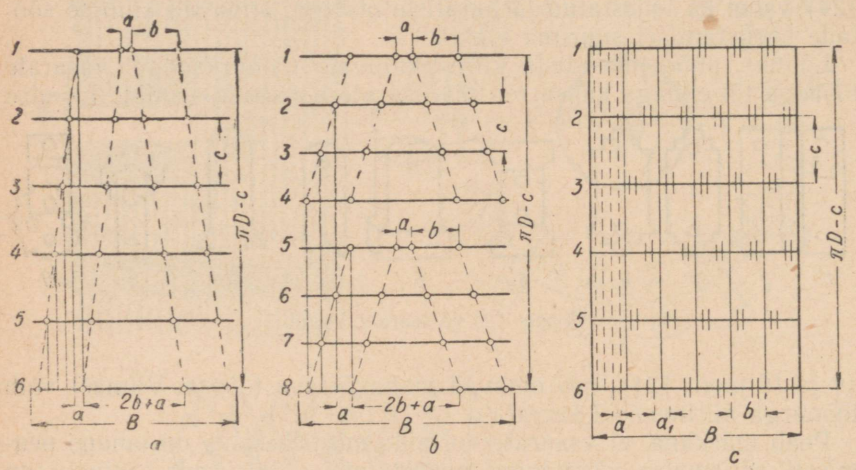
Esimesel juhul on vasarad asetatud piki ühekäigulist keermejoont. Siin jookseb iga vasar mööda oma jälge. Jäljed asuvad üksteisest eemal, *a* kaugusel. Kogu purustaja tööosa laius on siin ühtlaselt kaetud vasaratega. Niisugune asetus aga kutsub esile produkti osakeste pildumise keskelt rootori otste poole.

Teisel juhul on vasarad asetatud piki kahekäigulist keermejoont. Sel juhul läbivad iga rootori pöörde jooksul üht ja sama jälge kaks vasarat. Rootori töölaius on siin samuti ühtlaselt jaotatud *a*-laius-

teks vahedeks, kuid ka siin peab paika produkti osakeste laialipildumine rootori otste poole.

Kolmandal juhul on vasarad asetatud kahekaupa ühesugustesse ridadesse, ketaste vahele. Siin ei ole rootori töölaius ühtlaselt kaetud vasaratega, kuna ketaste kohal tekivad vahed a_1. Sellise vasarate paigutuse puhul puudub produktiosakeste kogunemine rootori keskele või otste peale.

Aluse ülemisse ossa kinnitatud soomusplaadid hõlmavad rootorit kahelt poolt ja on täiendavateks tööosadeks. Nad kujutavad enesest liikumatut seina, mille vastu põrkavad vasarate löökidega visatud



Joonis 125. Rootorite pindlaotuste skeemid.

produktiosakesed. Hoolimata osakeste väikesest massist, purunevad nad suure kiirusega vastu plaadi pinda põrgates täiendavalt.

Enamasti on soomusplaadid valatud malmist ja omavad rihveldatud tööpinna. Rihvlid asetuvad paralleelselt rootori moodustajatega ja on juhitud vastu vasarate liikumise suunda.

Nähtavasti saavutatakse parim efekt lendavate osakeste põrkamisel vastu rihvleid siis, kui plaadi rihvlite tööpinnakesed asuvad risti osakeste liikumise suunaga (joon. 126). Löögi mõjul produktiosakene saab kiiruse, mille väärtust ja suunda väljendab vektor v. Viimane kujutab endast kahe kiiruse summat. Esimene nendest — v_1 on võrdne vasara ringluskiirusega ja suunatud löögi punktis vasara trajektooril piki puutujat, teine — v_2 suundub piki vasara pikendust.

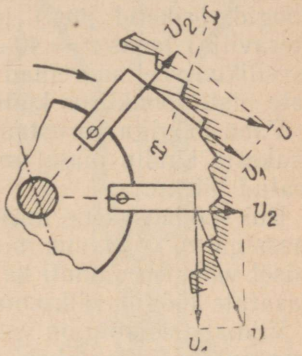
Kui rihvlite tööpinnakesed on asetatud vektori v suunaga nurga all, siis saavad produktiosakesed libiseva löögi ja purustamise efekt on väiksem.

Terves reas purustajate konstruktsioonides on ette nähtud plaadid, millede rihvlid on erisuguse kuju ja suurusega. Nii on parempoolsel (vt. skeemi joon. 122) plaadil harilikult suuremate mõõtu-

dega rihvlid vähem teravate nurkadega kui vasakpoolsel. See asjaolu vastab järkjärgulise purustamise nõuetele produkti purustamiskambris viibimise jooksul ja näitab tööprotsessis teravate tahkude osatähtsust.

Purustamisastme reguleerimiseks nähakse vahel ette niisugune plaatide alusele kinnituse viis, mis lubab muuta radiaalset vahet vasarate otste ja plaatide vahel.

Sõel hõlmab rootori alumist osa ja on kinnitatud aluse soontes. Ta valmistatakse 1,5 kuni 6,0 mm paksusest lehtterasest malekorras asetsevate ümmarguste aukudega. Olenevalt tarvilikust purustamisastmest kõigub aukude läbimõõt 3 ja 12 mm vahel. Purustajates, milledes toimub teravilja jahuks purustamine toiduainete valmistamise eesmärgil, valitakse sõelad aukude läbimõõduga 1,5 kuni 3 mm. Õhukesed sõelad omavad silindrikujulised augud, paksud aga — koonilised, mis laienevad produkti väljumise suunas. Viimase sihiks on kergendada produktiosakeste sõelast läbimist.



Joonis 126. Produkti purunemine vastu rihveldust.

Peale ümmarguste avaustega siledate sõelade kasutatakse veel soomusekujulisi sõelu pikerguste avaustega. Nende sõelade soomus saadakse pikema serva ärapainutamise teel tööpinna suunas, kusjuures soomuse servad on suunatud vastu vasarate liikumissuunda. Nagu tööpraktika näitab, kiirendavad soomussõelad, tänu teravate tahkude olemasolule, purustamisprotsessi ja lubavad saavutada tunduvalt suurema tootlikkuse. Kirjeldatud sõelade puuduseks on soomuse tahkude kiire kulumine.

Vasarpurustajate tööprotsessi ei ole veel küllaldaselt tundma õpitud. Siiski, enamus olemasolevaid andmeid lubab arvata, et tööprotsess kulgeb üheaegselt kolme põhifaasi olemasolul — löögiga purustamine lennul, purustamine põrkamisel vastu masina liikumatut massi ja purustamine löögiga vastu produkti liikumatut massi.

Purustuskambrisse katkestamatu joana jooksev produkt satub eelkõige tiirlevate vasarate mitmekordsete löökide mõju alla, mis purustavad produkti vaba löögiga. Osakeste purunemine toimub siin elastsuse piiri ületavast deformatsioonist.

Lennul purustamisel on vasara löögi mõju ühekülgne. Iga üksiku löögi reaktsiooniks on impulss, mille väärtus purustatava osakese kiiruse juures $v_1 = o$ on

$$p \cdot \Delta t = mv,$$

kus p on löögi jõud,

Δt — löögi mõjuaeg,
m — osakese mass,
v — vasara löögi kiirus.

Kui produkti osakese kiiruse komponent löögi suunas enne lööki on v_1, siis

$$p\Delta t = m(v - v_1),$$

kui aga v_1 on suunatud löögisuunale vastu, siis

$$p\Delta t = m(v + v_1).$$

Kuna v_1 väärtus on v-ga võrreldes harilikult väike, siis võib õigeks pidada, et vasarate löögid mõjuvad vastu vabalt praktiliselt liikumatus olekus hõljuvaid osakesi.

Katselised ja arveandmed söötade purustamiseks vaba löögiga määravad järgmisi vasarate kiirusi v: suuretükiliste söötade (õlikoogid, briketid jms.) jaoks $v = 30$ kuni 45 m/sek, peene sööda (teravilja) jaoks $v = 40$—60 m/sek. Hekslite purustamisel jahuks on tarvilikud veel suuremad kiirused. Tuntakse purustajaid, mille vasarate otste joonkiirus küünib 92 m/sek.

Vaba löögiga purustamine vasarate ühesuguse kiiruse v ja söödaosakeste kindla massi m ning tugevuse juures on võimalik ainult teatud piirini.

Kui söödaosakene massiga m on löögi mõjul purunenud osadeks massiga $m_1 < m$, siis näeme võrrandist $p\Delta t = mv$, et massi vähenemisel väheneb samuti ka löögi jõud p. Järelikult omavad järgnevad vasarate löögid väiksema efekti.

Viimane asjaolu on vasarpurustajate tööprotsessi iseloomustavaks erinevuseks, mis lubab saada madala jahusisaldusega purustatud sööta. See vasarpurustajate omadus on väga väärtuslik.

Lennul vasarate löökide mõjul purustatud produktiosakesi visatakse vasarate poolt vastu rihvlitega soomusplaate ja sõela, millede vastu põrkamisel nad uusi lööke saavad.

Selge, et edaspidine osakeste purustamine löögiga, kui osakeste mass $m_1 < m$, on võimalik ainult tingimusel, kui nende löögi kiirus v' vastu liikumatuid masina seinu on suurem vasarate kiirusest v lennul löögi ajal, s. t. kui $v' > v$, impulss aga

$$p\Delta t = m_1 v' > p\Delta t = mv.$$

Söödaosakeste viskamine toimub vasarate poolt piki puutujat ja visatud osakeste kiirus

$$v' = \omega r = v,$$

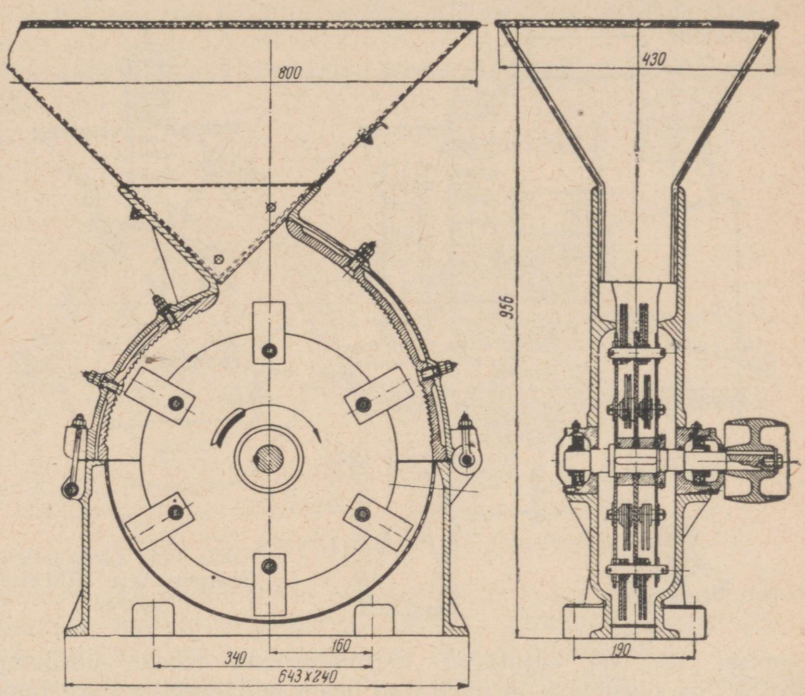
kus r on vasara pöörlemise raadius ja

ω — vasara nurkkiirus.

Seetõttu võib õigeks pidada, et esialgselt lennul vasarate poolt purustatud söödaosakeste edaspidine täiendav purunemine ei toimu nende põrkamisel vastu liikumatuid siledaid masina seinu. Purustamine leiab aset ainult sel juhul, kui masina seinad on varustatud teravate tahkudega — rihvlitega. Nende vastu põrgates söödaosakesed, tänu haprusele, killunevad, nagu terava kiilu mõjul. Samal ajal toimub vasarate poolt visatud osakeste katkihõõrdumine nende põrkamisel vastu seinte pinda.

Rihvliliste soomusplaatide mõju avaldub purustusastme suurenemises, eriti kui vahe plaatide pinna ja vasarate otste vahel on väike. Sel juhul kiilutakse esialgselt purustatud või terved osakesed rihvlitesse, kus neid vasarate otsad killustavad ja välja löövad.

Kui oletada, et mingisugune osa söödast ei purune kohe vasarate vaba löögi mõjul, vaid visatakse ainult vastu liikumatuid seinu kiirusega v, siis söödaosakeste põrkamisel isegi vastu siledaid seinu tekib sama nähtus kui löögil lennul. Sel juhul on tähtis, et soomus-



Joonis 127. Vasarpurustaja ДМК-0,1.

plaatide rihvlite tööpinnad oleksid risti vasarate poolt eemale visatud osakeste liikumissuunaga.

Lõpuks, tööprotsessi kolmandat faasi — purunemist löögist vastu liikumatut söödamassi — võib kujutada järgmiselt.

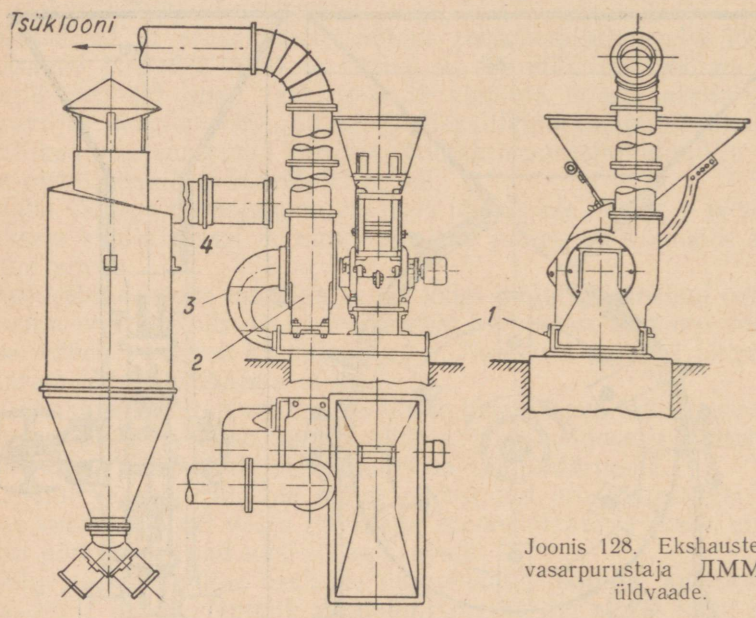
Esialgselt purustatud söödaosakesed langevad alla sõelale ja kui nende mõõdud ei ole sõela avaustest suuremad, siis langevad nad sõelast läbi. Suured osakesed aga kogunevad kihina sõela pinnale. Vasarad annavad selle kihiga kokku puutudes osakestele uusi lööke. Siinjuures purunevad suured osakesed samal põhjusel kui vabal löögil, või visatakse osakesed üles, kus nad satuvad tööorganite teistkordse mõju alla, mis vastab esimesele kahele faasile.

Keskmiste mõõtudega osakesed aga, mis löögi mõjul ei purunenud, peenestatakse nende hõõrdumisel vastu sõela pinda või vasarate külgi.

Sõelade teravate äärte olemasolu kutsub kahtlemata esile ka sööda suurema peenestamise ja üksikute osakeste killustamise, tõstes seega purustamise kolmanda faasi tähtsust.

Vasarpurustajate rootorite mehaanilised omadused on väga sarnased peksutrumlite mehaanilistele omadustele ja on vastavates õpikutes [1] üksikasjaliselt kirjeldatud. Seepärast jääb selle küsimuse käsitlemine siin ära.

Tutvume tüüpiliste vasarpurustajate konstruktsioonide ja tööga.



Joonis 128. Ekshausteriga vasarpurustaja ДММ-0,3 üldvaade.

Joonisel 127 on kujutatud Verhneturinski tehase purustaja ДМК-0,1. See purustaja on määratud peamiselt teravilja purustamiseks ja võib töötada mootoriga või hobuajamiga.

Tema korpus on valatud malmist ning koosneb ülemisest ja alumisest osast ja on rootori võlli telje tasapinnas lahtivõetav. Korpuse ülemine osa on alumisega ühendatud šarniirselt. Koos tõstekolu ja soomusplaatidega võib teda pöörata ümber šarniiri, avades sealjuures juurdepääsu rootori ja sõela juurde.

Rootori võll asub kahes kuullaagris, mis on kinnitatud korpuse alumise poole peale. Sõela kinnitamiseks on aluses sooned. Soomusplaadid on alusele kinnitatud poltidega, moodustades kindla vahe soomusplaatide tööpinna ja vasarate otste liikumisjoone vahel.

Korpuse peale on kinnitatud toitekolu liikuva siibriga, mis võimaldab etteantava sööda hulka muuta.

Kolm rootori ketast on kinnitatud võllile kiiluga ja pingutatud

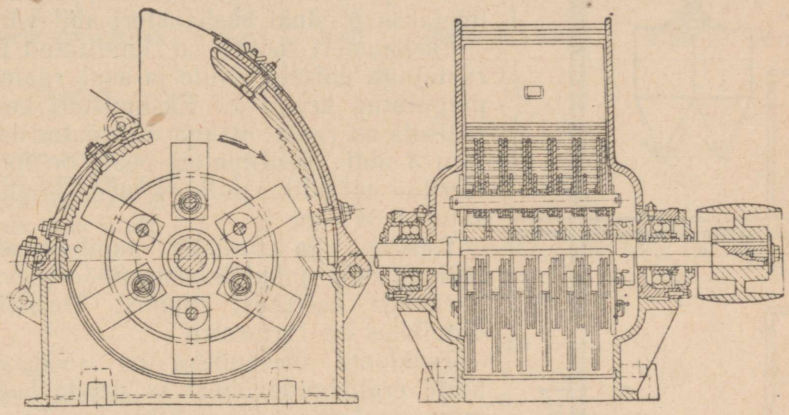
[1] Näiteks M. N. Letošnev. Põllumajanduse masinad. Сельхозгиз 1949 (v. k.).

mutriga. Ketaste vahele võllile on asetatud seibid. 24 plaadikujulist vasarat, paksusega 4 mm, on neljakaupa riputatud kuuele sõrmele.

Vasarad on paigutatud sõrmedele kahekaupa ja on seibide abil ühel sõrmel nihutatud paremale, teisel — vasakule (joon. 125 *c*), asetudes sealjuures selliselt, et töö ajal kogu purustamisruumi maht on vasaratega haaratud ühtlaselt, söödaosakesed aga purustaja külgseinte juurde ei kogune.

Purustaja asetatakse kas vundamendile, millel on keskel ava purustatud söötade väljatulemiseks, või taladele, millede alla ehitatakse salv sööda kogumiseks.

Purustaja ДМК-0,1 tähtsamad tehnilised näitajad on toodud tabelis 20.



Joonis 129. Purustaja ДММ-0,3 purustusaparaat.

Joonisel 128 on näidatud ekshausteriga ja tsüklooniga produkti kogumiseks kottidesse purustaja ДМК-0,3 üldvaade; joonisel 129 — sama purustaja purustamisaparaadi rist- ja pikilõiked.

Eelnimetatud purustajat valmistatakse kahte tüüpi — ekshausteriga ja ilma. Tänu toitekolu erilisele ehitusele on nimetatud purustaja suuteline purustama mitte ainult teravilja, vaid ka niisuguseid söötasid, nagu maisitõlvikuid, õlikooke, heina jm.

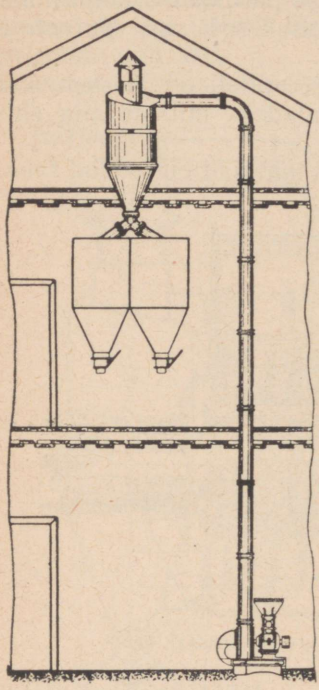
Tema purustamisaparaat on sama ehitusega kui purustajal ДМК-0,1, kuid rootor koosneb 7-st kettast, millede sõrmedele on riputatud 12 vasarat. Üldse on purustajas 72 vasarat. Rootori läbimõõt on 0,3 m, mis tagab 3000 pöörde juures minutis vasarate otste joonkiiruse 47 m/sek.

Vasarad on asetatud sõrmedele malekorras kahekaupa, samuti nagu purustajal ДМК-0,1. Soomusplaadid on poltidega kinnitatud ülemisele korpuse osale, ilma võimaluseta muuta soomusplaadi töö pinna ja vasarate otste vahet.

Sõel on asetatud korpuse alumise osa soontesse. Purustajale on lisatud 3 siledat sõela avauste läbimõõduga 3, 6 ja 10 mm. Korpuse ülemises osas asetseb lehter, kuhu etteantava produkti hulga reguleerimiseks on paigutatud rauast tõstekolu liikuva siibriga. Kolu on

korpusele kinnitatud šarniirselt. Tema ülemine osa toetub kahele nurkrauast ribale.

Kolu tugede otste ümberpaigutamisega võib viimast kallutada, mis on tarvilik õlikookide ja heina etteandmisel.



Joonis 130. Purustaja ДММ-0,3 ülesseadmise näitlik skeem.

Ekshausterita purustaja ДММ-0,3 asetatakse vahetult korpuse alumise osaga vundamendile, ekshausteriga purustajad aga varustatakse täiendava raamiga *1*, mis on valmistatud V-kujuliselt rauast ja kaetud plekiga. Korpuse alumine osa on ühtlasi purustamisruumist tuleva produkti kogumise karbiks. Siit imetakse produkt ekshausteri abil välja.

Ekshausteri rootor on kinnitatud purustajaga ühisele võllile ja asub raamile paigutatud kestas *2*. Ekshausteri kesta välisots on raami otsaga ühendatud lülitoru *3* abil. Ventilaatori peale on monteeritud torustik, mille kaudu produkt satub tsüklooni *4*.

Tsükloon ja torustik monteeritakse igal üksikul juhul kohapeal, olenevalt purustaja asetusest ruumis. Torustiku üldpikkus on 12 meetrit.

Tsüklooni ülesandeks on söödaosakeste eraldamine õhust ja nende kogumine punkrisse või kottidesse. Ta on valmistatud plekist ja koosneb ülemisest silindrilisest osast ja alumisest koonilisest osast. Pealt on silinder kaetud kaanega, milles on ava toru jaoks, mis ühendab silindri sisemist ruumi välisatmosfääriga. Ventilaatori torustik on ühendatud tsüklooni silindrilise osa suudmega. Viimane on suunatud piki silindri puutujat. Tsüklooni kõrgus on 3,3 ja läbimõõt 1,0 meetrit.

Õhuvoolus koos temas asuvate söödaosakestega satub tsüklooni suure kiirusega, muudab seal oma liikumissuunda ja kaotab kiiruse. Vooluse liikumine toimub piki spiraali.

Vooluse liikumisel mööda ringjoont ümber tsüklooni vertikaalset telge visatakse söödaosakesed pöörlemisel tekkiva tsentrifugaaljõu mõjul vastu silindri seina, mida mööda nad alla väljumisavasse libisevad. Õhk aga, teinud mõned tiirud ja kaotanud kiiruse, laskub silindri alumisse ossa ja väljub toru kaudu atmosfääri.

Peab märkima, et niisugused tsükloonid ei taga peente jahuliste söödaosakeste täielikku eraldamist. Nende kadu küünib 0,02 %-ni. Täielik eraldamine on võimalik riidest filtrite abil.

Ventilaatoriga purustaja ДММ-0,3 ülesseadmise näitlik skeem on antud joonisel 130, tema tehnilised näitajad tabelis 20.

Tabel 20

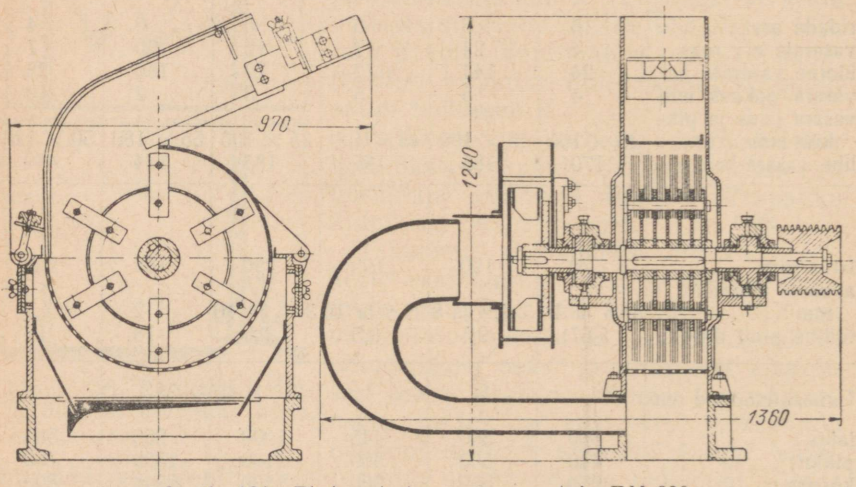
Vasarpurustajate tehnilised andmed.

Andmete nimetus	Tüübi ja valmistaja tehase nimetus					
	Verhnetu-rinski tehase ДМК-0,1	Melmaš-stroi tehaste ДМ-300	Verhnetu-rinski tehase ekshauste-rita ДММ-0,3	Ventilaato-riga ДММ-0,3	Melmaš-stroi tehaste ekshauste-riga ДМ-600	Melmašstroi tehaste kinnise õhutsükliga ДМ-360
Rootor						
läbimõõt mm . . .	500	300	300	300	600	360
tööpikkus mm . .	100	185	185	185	181	182
vasaraotste joonkiirus m/sek. . . .	42	47	47	47	85	66
pöörete arv minutis	1600	3000	3000	3000	2700	3500
Vasarad						
ridade arv	6	6	6	6	6	4
vasarate arv reas .	4	24	12	12	30	7
üldine vasarate arv	24	144	72	72	180	28
vasara paksus mm	4	5	5	5	2	10
vasara laius ja pikkus mm	45 × 100	45 × 100	45 × 100	45 × 100	55 × 180	50 × 126
ühe vasara kaal g .	170	185	185	185	144	470
Sõel						
laius mm	70	190	190	190	188	200
avauste läbimõõt mm	3, 6 ja 10	3, 4, 6 ja 8	3, 6 ja 10	3, 6 ja 10	2	1,5
üldine pind dm^2 .	5,67	9,5	9,5	9,5	18	19
Gabariitmõõdud mm						
laius	800	500	445	1000	960	585
pikkus	440	500	500	1100	1350	760
kõrgus	960	550	900	1100	1240	800
Kaal kg	150	150	130	340	450	600
Ekshauster						
Ratta välisläbimõõt mm	—	—	—	300	405	300
ratta laius mm . .	—	—	—	140	100	90/70
õhukulu m^3/min. .	—	—	—	13	35,5	15
rõhk veesamba mm	—	—	—	120	198	—
Jõuallika vajalik võimsus HJ . .	3—4	6 – 8	5,5 – 8,0	7,0 – 12,0	25 – 30	20
tootlikkus kg/h (keskmine) . . .	100 – 500	400 – 750	300 – 1000	300 – 1000	800 – 1200	600—1000
rihmaratta läbimõõt mm	140	120	120	120	200	—

Tabel 21

Vasarpurustajatega purustatud söötade iseloomustus.

Sööda nimetus	Niiskuse %	Purustatud sööda iseloomustus protsentides					Sõel
		4 mm	2,5 mm	1,5 mm	alla 1 mm	terveid terasid	
Kaer	13	—	5,5	50,7	43,8	—	Ümmarguste avaustega 4,6 mm
Oder	14	—	8,1	42,1	49,8	—	
Vikk	14,4	—	7,55	45,0	47,4	—	
Lääts	11,07	—	5,7	38,9	55,4	—	
Kaer	10,8	—	15,73	36,73	47,5	—	Soomuskujuliste avaustega 11 × 1,75 × 2 mm
Oder	14	—	13,8	44,5	41,7	—	
Vikk-kaer	15	—	16,0	47,8	36,2	—	



Joonis 131. Ekshausteriga vasarpurustaja ДМ-600.

Melmašstroi tehaste poolt ehitatakse vasarpurustajaid ДМ-600 ja ДМ-360, mis on kohandatud teravilja jahvatamiseks jahuks. Väikeste muudatustega (vasarate ja sõelade vahetamisega) võib neid eduga kasutada suuremates söödatsehhides ja rajoonilistes kombineeritud söötade tehastes.

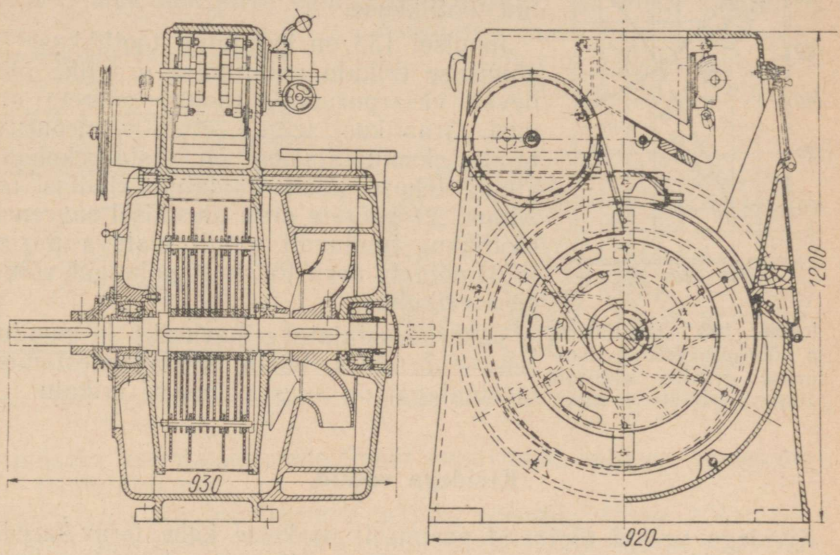
Purustajad ДМ-600 (joon. 131) on oma ehituse poolest sarnased purustajatega ДММ-0,3. Nende erinevusteks on rootori suured mõõdud, vasarate konstruktsioon, mis lubab viimaste töönurkade neljakordset kasutamist, vasarate väike paksus (2 mm) ja magnetaparaadi olemasolu. Nende tehniline iseloomustus on antud tabelis 20.

Purustajad ДМ-360 (joon. 132) on iseloomulikud selle poolest, et tsükloonist väljuv õhk juhitakse tagasi purustajasse (tsirkulee-

riva õhuga vasarpurustaja), järelikult välditakse sööda kadu tsükloonis.

Peale selle on need purustajad varustatud täiusliku etteandmismehhanismiga.

Vasarpurustajate töötamise katseandmete järgi on toodud purustatud sööda näitajad (tabel 21).



Joonis 132. Tsirkuleeriva õhuga vasarpurustaja ДМ-360.

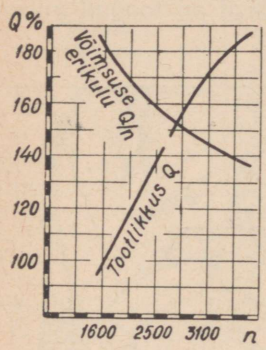
Tabel 22

Vasarpurustaja ДММ-0,3 töönäitajad.

Söötade nimetus		Sõelade avauste läbimõõt mm	Tootlikkus t/h	Efektiivne võimsus kW	Võimsuse erikulu kWh/t
Kaer		3	0,25	9,5	38,0
		6	0,60	7,6	12.8
		10	0,75	4,0	5,3
Õlikoogid	päevalille	3	0,95	7,7	8,2
		6	1,00	5,6	5,2
		10	1,00	4.8	4,5
	puuvilla	3	0,50	7,15	14,5
		6	0,90	5,7	6,4
		10	0,90	3,9	4,4
Mais	tõlvikutes	3	0,190	3,9	20,8
		6	0,275	5,7	20,6
		10	0,400	4,9	12,5
	terades	3	0,30	4,5	15,0
		6	0,70	5,2	7,4
Tükeldamata hein		10	0,195	3,5	19,0

Need andmed näitavad, et purustamisaste ja söödaosakeste iseloom vastavad täielikult zootehnika nõuetele.

Vasarpurustajate tootlikkus sõltub reast tegureist ja kõigub suurtes piirides. Nii tagab näiteks erisuguste söötade purustamisel sõelade avauste mitmesuguste läbimõõtudega purustaja ДММ-0,3 tabelis 22 märgitud tootlikkuse.



Joonis 133. Tootlikkuse ja võimsuse erikulu muutumise graafik, sõltuvalt rootori pöörete arvust.

Joonisel 133 on kujutatud tootlikkuse ja võimsuse erikulu muutumise graafik, olenevalt vasarpurustaja rootori pöörete arvust. Graafikust selgub, et 1) vasarpurustajate ekspluatatsioon on otstarbekohane ainult tehase poolt näidatud kindlas režiimis, 2) pöörete arvu tõusmisel suureneb tootlikkus tunduvalt ainult teatava piirini ja 3) pöörete arvu tõusmisega langeb võimsuse erikulu.

Vasarpurustajate erinevuseks ja puuduseks, võrreldes teiste söödapeenestamismasinatega, on suur võimsuse erikulu.

Kividega veskid.

Kividega veskid töötavad peamiselt osakeste kahe terav-kareda pinna vahel katkihõõrumise põhimõttel. Siinjuures toimub samuti osakeste lõmastamine ja killustumine. Tänu lihtsale ehitusele ja vee, tuule ning teiste jõuallikate kasutuse võimalusele on kividega veskid laialt levinud. Rääkimata sellest, et põllumajanduslikes rajoonides kogu teravili leivaküpsetamise otstarbeks jahvatatakse eranditult kividega veskitega, kasutatakse viimaseid samuti laialdaselt teravilja peenestamiseks loomade tarvis.

Veskid võivad olla vertikaalse ja horisontaalse veskikivide pöörlemisteljega. Vertikaalpöörlemisteljega veskid võivad olla pealt- või altjooksu kiviga.

Tööosad — veskikivid — valmistatakse kas looduslikest või kunstlikest kividest. Kuigi looduslikest kividest valmistatud veskikivid omavad kõrge kvaliteedi, kuid ühtlaste kivitükkide leidmise raskuse ja suure töömahukuse tõttu valmistamisel esineb neid tänapäeval harva.

Veskikivide valmistamise materjalil peavad olema järgmised omadused: 1) kõvadus, mis tagab väikese kuluvuse, 2) sitkus, mis takistab osakeste väljapudenemist, 3) poorilisus, mis ei luba tööpindade poleerumist, ja 4) ühtlane struktuur.

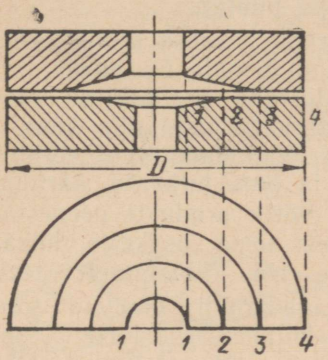
Veskikivide valmistamine koosneb kõva kivimi purustamisest lõikeseguks (osakesed suurusega alates nisutera mõõtudest kuni peene liivani) ja segu tsementeerimisest veskikivi vormi järgi.

Lõikesegu jaoks kasutatakse kvartsi, räni, smirglit, korundi, kar-

borundi ja teisi kõvu mineraale. Peene jahvatuse saamiseks kasutatakse peenemat lõikesegu.

Siduvaks materjaliks on magnesiit (MgO — magneesiumhapend) ja magneesiumkloriid ($MgCl_2$).

Lõikesegu ja sidematerjal segatakse püdelas olekus ja valatakse veskikivi mõõtude järgi valmistatud vormi. Sel viisil valatud ja hangunud mass moodustab veskikivi. Veskikivide pöörlemisel tsentrifugaaljõudude mõjul purunemise vältimiseks asetatakse nende ümber raudvitsad, millede pealepanemine toimub kuumalt.



Joonis 134. Veskikivide ehitus.

Joonis 135. Metallist veskikivide tööpind.

Veskikivide tööpind jaguneb neljaks vööndiks (joon. 134): *1—1* kivi silm, mis moodustab ava produkti etteandmiseks ja võlli läbi-

Tabel 23

Veskikivide mõõdud.

Veskikivi läbimõõt mm	Vööndi laius mm				Veskikivide paksus mm		Soonte arv	Soonte laius mm	Soonte sügavus mm	Veskikivide paari kaal kg	Ülemise töökihi paksus mm
	Silm	Vastuvõtu	Etteandev	Jahvatus	Pöörleva	Paigalseisva					
500	100	45	70	60	300	200	10—14	20—30	4—6	300	100
760	125	80	100	75	350	250	12—16	20—30	4—6	600	100
890	150	90	114	90	350	250	20—22	30—35	5—8	850	125
1070	150	120	144,5	120	400	300	22—26	30—35	5—8	1300	125
1245	175	140	167,5	140	400	300	28—32	30—35	5—8	1800	125
1422	200	160	191	160	400	300	35—42	40	5—8	2300	125

miseks, *1—2* vastuvõtuvöönd, mis omab koonilise süvendi, *2—3* etteandevöönd, kus produkt osaliselt purustatakse, ning *3—4* jahvatusvöönd, kus tegelikult toimubki produkti jahvatamine.

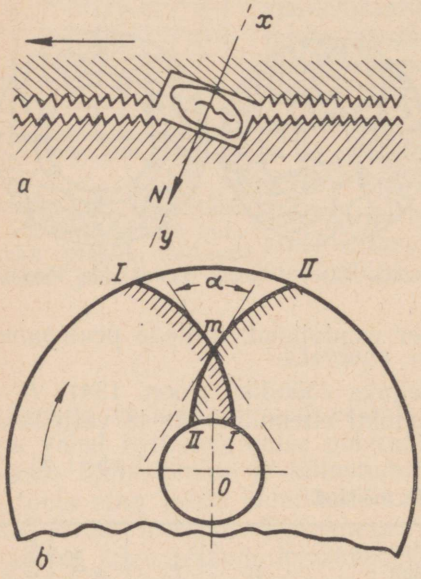
Tabelis 23 on toodud levinumate veskikivide mõõdud.

Peale kunstlikust kivist valmistatud veskikivide esineb ka metallist valatud veskikivisid (malmist või terasest, joon. 135). Nende tööpind on rihveldatud. Niisuguseid veskikivisid valmistatakse vahel

mitmest osast koosnevatena, millisel juhul ketaste külge on poltidega kinnitatud rihveldatud sektsioonid, mis nende kulumisel asendatakse.

Veskikivide vahele viidud söödaosakeste purustamiseks ja jahvatamiseks on tarvilik veskikivide tööpinna hoolikas töötlemine. Tööpinnad peavad olema täiesti tasased ja jahvatusvööndis kivid nende teineteisele pealepanemisel täielikult kokku puutuma.

Nii ülemise kui ka alumise kivi tööpinnale tehakse sooned, mis on suunatud kivi keskkohast tema äärtele. Soonte ülesandeks on soodustada peenestatud produkti väljumist, olla kanaliteks tööpindade ventileerimisel ja oma teravate äärtega osa võtta produkti peenestamisest tema osakeste lõikamise või killustamise teel.



Joonis 136. Soonte läbilõige ja soonte mõju produktile.

Sagedamini omavad sooned kolmenurkse lõike (joon. 136, *a*). Olenevalt veskikivi läbimõõdust on soonte sügavus 4 kuni 8 mm, laius 20 kuni 40 mm.

Soonte killustuv mõju avaldub piki joont *xy* silmapilgul, kui ühe kivi liikumise tagajärjel soonte pinnad lähenevad. Sealjuures surutakse söödaosakene kokku. Survejõud *N* kutsub esile osakeste hõõrdumise vastu pinda. Killustav jõud on *Nf*, kus *f* on hõõrdetegur.

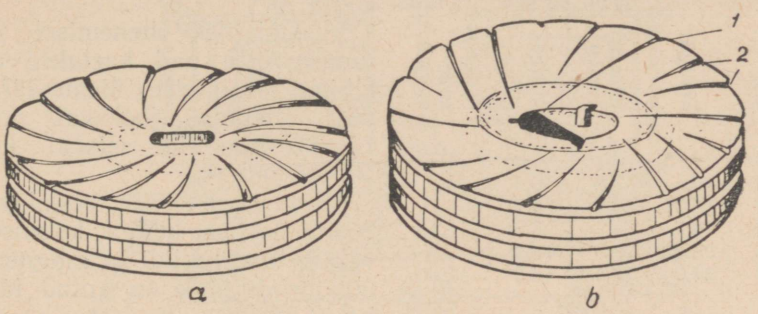
Sooned on paigutatud tööpinnale nii, et veskikivide üksteisele pealepanemisel nad lõikuvad nurga all α, millist nimetatakse soonte kallaku nurgaks (joon. 136, *b*). Kui I—I on liikuva kivi soon, II—II aga liikumatu kivi soon, siis kivi pöörlemisel kellaosuti suunas lükatakse produktiosakesed, mis asuvad soonte lõikepunktis *m*, piki soont II—II kivi ääre suunas. Osakeste edukas liikumine võib toimuda ainult tingimusel, kui soonte kallaku nurk α on suurem produktiosakeste vastu soone pinda hõõrdumise kahekordsest hõõrdenurgast φ.

Soonte väljatõukav mõju on eriti tähtis pealtjooksukiviga veskitel, kuna peenestatud sööt koguneb siin paigalseisvale horisontaalsele kivile. Altjooksukiviga veskites, ja eriti aga horisontaalse teljega servkiviveskites ei oma produkti toimetamine kivide äärtele olulist tähtsust, kuna siin produkt väljub vabalt tsentrifugaaljõudude mõjul.

Kuid hoolimata sellest tehakse ka nendes veskikivides alati sooni. Praktika näitab, et soonte olemasolu tõstab tunduvalt tootlikkust ja vähendab produkti kuumenemist. Olenevalt soonte kujust võib nurk α olla konstantne või muutuv, kõikudes 14 kuni 110° piirides.

Suurest hulgast soonte kujudest on kõige tarvitatavamad ringikujulised ja sirged (joon. 137 *a* ja *b*). Suure läbimõõduga kivides eraldatakse peasooned *1* ja abisooned *2*, väikeste läbimõõtude juures piirdutakse ainult peasoontega.

Ringikujuliste soonte juures suureneb nurk α järk-järgult silmast kuni kivi ääreni. Nurga α suurenemisega tõuseb ka soonte väljatõukav mõju produktile, järelikult viibivad söödaosakesed kivide jahvatusvööndis lühikest aega ning nad jahvatatakse ebaühtlaselt.



Joonis 137. Veskikivide üldvaade.
a — ringikujuliste, *b* — sirgjooneliste soontega.

Niisugust soonte kuju peetakse jahutööstuses vananenuks. Söötade purustamise otstarbeks aga, kus ei ole tarvilik jahulise produkti saamine, kasutatakse neid laialdaselt.

Sirgete soonte juures väheneb nurk α silmast kivi ääreni järk-järguliselt. Järelikult on soonte väljatõukav mõju produktile väiksem kui ringjoonelistel soontel, mille tõttu produkt koguneb jahvatusvööndisse ja teda jahvatatakse paremini.

Arvestades seda, et sovhoosides ja kolhoosides kasutatakse veskeid sageli pärast söötade purustamist ka teravilja jahvatamiseks leivaküpsetamise otstarbeks, oleks õigem soovitada sirgeid sooni. Ainult kui veski seatakse üles üksnes loomakasvatuse vajaduste rahuldamiseks, on otstarbekohane kasutada kivisid ringikujuliste soontega, kuna sellised kivid tagavad suurema tootlikkuse.

Ringikujuliste soonte tähistamine veskikivi pinnal toimub järgmiselt. Kivi ringjoon jagatakse, vastavalt soonte arvule ühesugustesse osadesse. Nüüd tõmmatakse jaotuspunktidest sirkliga kaar raadiusega $A = 1{,}2\ R$, kus R on veskikivi raadius. See kaar moodustab soone sisemise piiri. Edasi, laiendanud sirklivarvaste vahet soone laiuse võrra, tõmmatakse teine (väline) soone piir. Korrates seda võtet igast jaotuspunktist, tähistatakse niimoodi kõik sooned.

Sirgete soonte tähistamine toimub nii: veskikivi silm kaetakse vineeriga ja märgitakse temal kivi keskkoht. Sellest keskkohast

tõmmatakse abiringjoon, raadiusega $R = 0{,}75\ d$ kuni 1,0 d, kus d on silma läbimõõt. Nüüd tõmmatakse joonlaua abil puutuja abiringjoonele kuni kivi ääreni. Tähendatud joon ongi esimese soone kohaks. Edasi, alates esimesest soonest, jagatakse veskikivi ringjoon ühesugusteks osadeks, vastavalt soonte arvule. Sel viisil saadud jaotuspunktid ühendatakse abiringjoonega puutujatega, tähistades seega kõiki ülejäänud sooni.

Tabel 24

Vajalik materjali hulk veskikividele 25 mm kihiga katmiseks.

Veskikivide läbimõõt mm	Hulk kg-des			
	Smirglit	Räni või kvartsi	Magnesiiti	Magneesiumkloriidi
550	4,75	3,75	1,85	1,7
760	9,5	7,0	3,6	3,3
890	13,3	10,2	5,2	4,7
1070	19,1	14,7	7,5	6,75
1245	26,4	20,3	10,3	9,3
1422	34,0	26,4	13,3	12,0

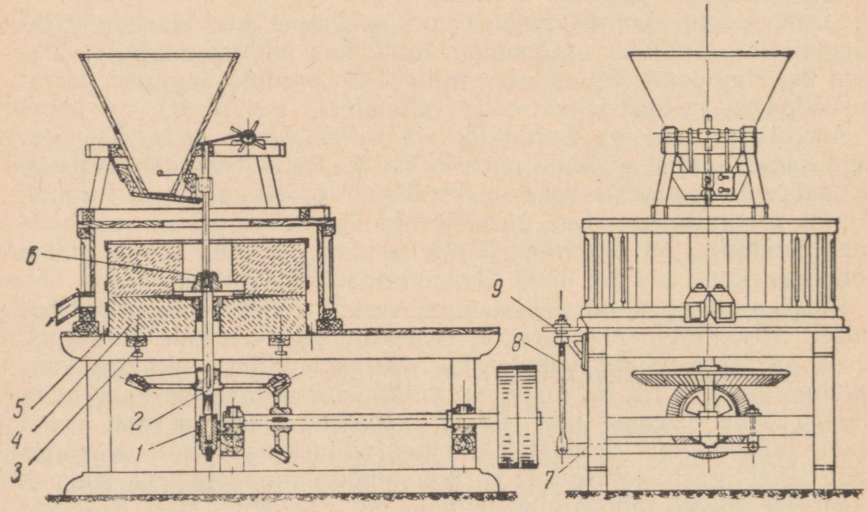
Jahvatusvöö tööpind raiutakse perioodiliselt kivipikkide abil üle. Raie sügavus on harilikult 0,7 kuni 1,0 mm, raiete arv aga 3—4 ühe jooksevsentimeetri kohta.

Veskikivide õhenemisel kulumise tõttu nad kaetakse uue kihiga. Kulumise ülemmäär ei tohi ületada jooksval kivil 75—80 mm ja seisval kivil 50—65 mm.

Mitmesuguste veskikivide 25 mm paksuse kihiga katmiseks vajalik magnesiidi ja magneesiumkloriidi hulk on antud tabelis 24.

Sealjuures valitakse lõikesegu terade suuruse järgi järgmistes suhetes (protsentides): jämeteraliste veskikivide jaoks — nr. 4 — 15%, nr. 6 — 35%, nr. 8 — 35% ja nr. 10 — 15% ning keskteralistele nr. 6 — 15%, nr. 8 — 35%, nr. 10 — 35% ja nr. 12 — 15%.

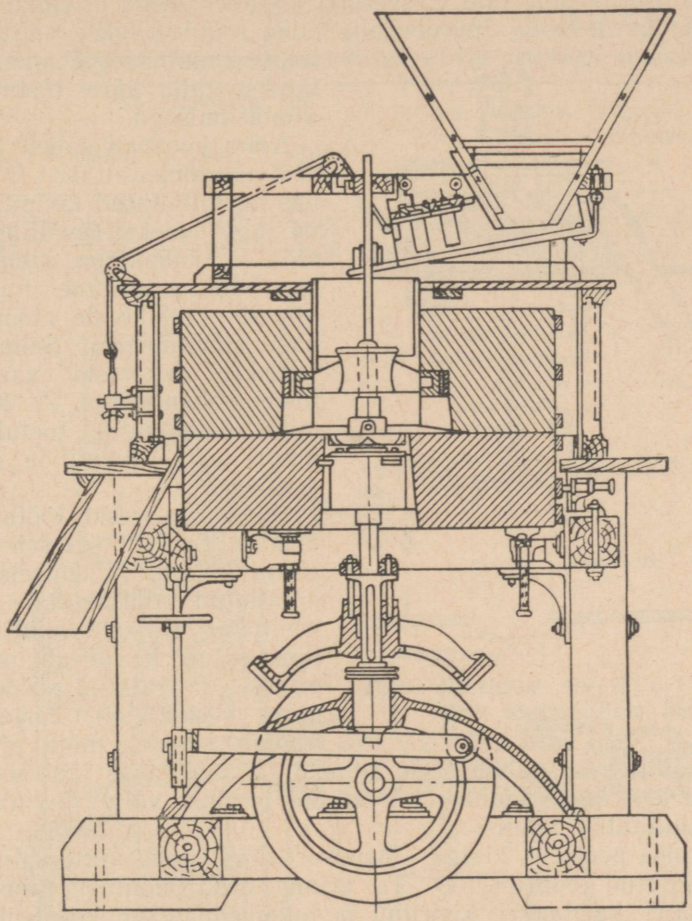
Tutvume tüüpiliste veskite ehitusega ja töötamisega.



Joonis 138. Puualusele monteeritud pealtjooksukiviga veski.

Joonisel 138 on näidatud lihtsaima pöörleva ülemise kiviga (pealtjooksukiviga) veski üldvaade ja vertikaalne lõige.

Veski on monteeritud puuraamile, mis on üheaegselt ka rõduks tema töötamise ajal teenindamisel.

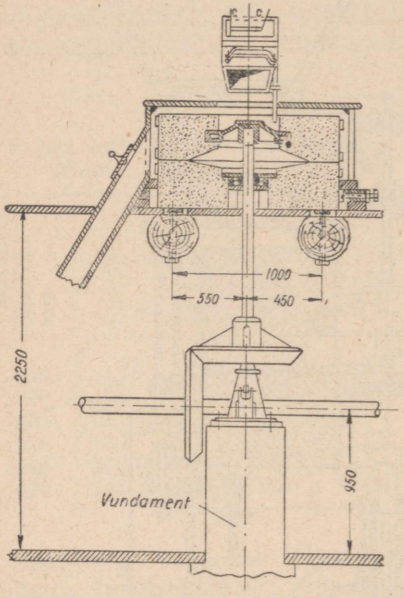


Joonis 139. „Melstroi"-tüüpi veski.

Alumine seisev veskikivi on paigutatud raami kahele põikprussile ja on nihkumise ärahoidmiseks kinnitatud nurkrauast vitsa abil. Seisva kivi tööpinna asetamiseks horisontaaltasapinda on olemas kolm reguleerimiskruvi *3*.

Ülemine pöörlev veskikivi on asetatud vertikaalsele võllile — kivipillile *2* rauast risttüki *6* abil. Viimast nimetatakse kiviriimiks. Kivipill toetub oma alumise otsaga tugilaagrile *1*, mis on kinnitatud raami prussile, ülemine ots aga pöörleb seisva kivi avausse (silma) monteeritud laagris. Seda laagrit nimetatakse kaellaagriks.

Mõlemad veskikivid on kaetud puukarbiga, nn. kivitõrrega, mille kohale on asetatud toitekolu ja toitemehhanismi hoidev raam. Toitemehhanism koosneb liikuvast tallast, mis on painduvate varraste abil riputatud kolu alla. Puuvedrud suruvad talla vastu nokka. Noka pöörlemisel hakkab tald vibreerima, tagades seega produkti katkestamatu juurdevoolu. Juurdevoolu hulka reguleeritakse väljumispilu laiuse muutmisega, mis saavutatakse talla ääre tõstmise või allalaskmisega.



Joonis 140. Hoone laetaladele asetatud pealtjooksuga veski.

Ajam koosneb kahest koonilisest hammasrattast (milledest üks on kinnitatud kivipillile, teine aga ülekandevõllile) ning töö- ja vabakäigu rihmaratastest. Jahvatusastme muutmine toimub veskikivide tööpindade vahe muutmisega. Selleks otstarbeks on veski varustatud tõstemehhanismiga *7*, *8* ja *9*, mille põikkangile toetub tugilaagri puks, kivipill ja ülemine veskikivi.

Niisugune veski töötab järgmiselt. Teravili jookseb ühtlase joana kivipilli ülemisele otsale kinnitatud taldrikkettale, kus ta tsentrifugaaljõust laiali pillutuna satub kividevahelisse tööpilusse. Jahvatatud sööda liikumine veskikivide äärte poole toimub soonte mõjul ja õhuvoolu abil, mis saabub sisse silmast ja paisatakse läbi soonte ja tööpilu kivi äärte suunas. Jahvatatud produkt väljub kivitõrre seinale kinnitatud renni.

Ülemise pöörleva kiviga „Melstroi"-tüüpi veski vertikaalne lõige on kujutatud joonisel 139. Ta erineb eelkirjeldatust täiuslikuma tugilaagri, kaellaagri, kiviriimi ja toitemehhanismi konstruktsiooni poolest. Seisva kivi asetuse täpsus saavutatakse siin mitte ainult vertikaalsete, vaid ka horisontaalsete poltide abil. Toitekolu kõikuva talla kohale on asetatud magnetaparaat.

Niisuguste veskite tehnilised põhinäitajad on antud tabelis 25.

Söödatsehhides kasutatakse laialt raamita veskeid (joon. 140), mis asetatakse vahetult hoone laetaladele. Sealjuures toetub kivipilli alumine ots läbi tugilaagri vundamendile. Niisugused veskid on oma üldise ehituse poolest sarnased eelpoolkirjeldatutega.

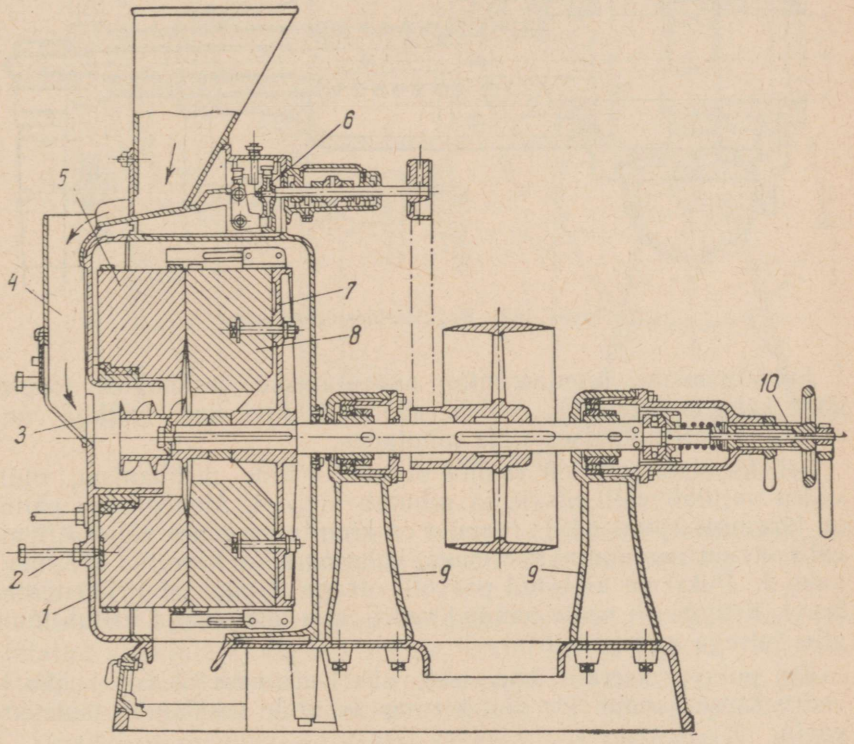
Horisontaalse pöörlemisteljega ehk horisontaalvõlliga veskid (farmeri-tüüpi) ehitatakse veskikivide läbimõõduga 500 kuni 760 mm. Üks nimetatud veski tüüpilistest konstruktsioonidest on

esitatud joonisel 141. Siin omab tööosadele aluseks olevale vundamendile asetatud malmplaat kaks nõjast *9*, mis on varustatud kahe laagriga võlli jaoks. Võlli otsa on jäigalt asetatud terasketas *7*, millele poltidega on kinnitatud pöörlev veskikivi.

Tabel 25

„Melstroi"-tüüpi pealtjooksukiviga veskite tehnilised andmed.

Veskikivi läbimõõt mm	Gabariitmõõdud mm			Pöörete arv min-s	Tootlikkus kg/h	Tarvilik võimsus HJ	Kaal veskikivideta kg
	pikkus	laius	kõrgus				
1070	2117	2057	2865	175—210	420—500	15—18	1170
1245	2276	2227	2905	155—185	500—540	18—22	1600



Joonis 141. Horisontaalvõlliga veski (vertikaalne lõige).

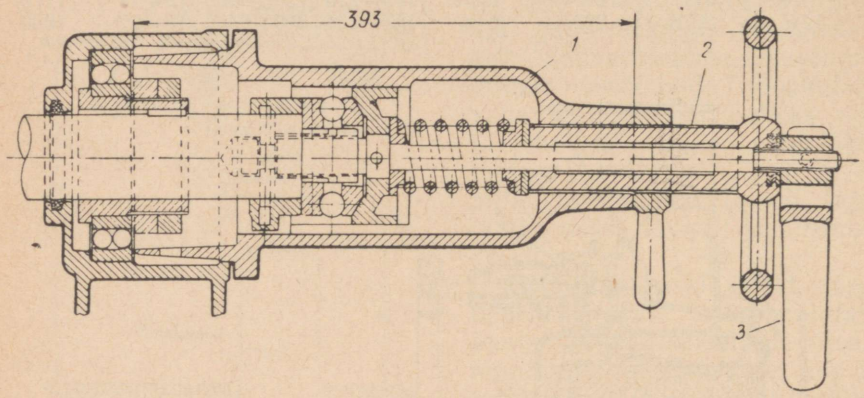
Paigalseisev veskikivi *5* on kinnitatud kestale *1*, mis toetub alusplaadile. Kinnituspoltide *2* abil asetatakse see veskikivi rangelt vertikaalselt ja kulumise määral võib kivi nihutada kesta külgseinast lähemale või kaugemale.

Kest koosneb kahest omavahel poltidega ühendatud poolest, mis teeb kergeks horisontaalvõlliga veski tööosa lahtivõtmise ja kokkupanemise soonte raiumisel veskikividele.

Toitemehhanism koosneb reguleeritava siibriga toitekolust ja kiikuvast kaldpõhjast, mis pannakse liikuma rihma abil peavõlliga sidestatud väntmehhanismi *6* abil.

Väikeste mõõtudega horisontaalvõlliga veskitel pannakse põhi mõnikord liikuma vahetult peavõlli noka abil kepsu kaudu.

Teravili jookseb mööda toru *4* kesta sisse ja tigu *3* viib ta edasi tööpindade juurde. Valmisprodukti väljumiseks on kere alumises osas väljumisava.



Joonis 142. Reguleerimismehhanism.

Jahvatusastme reguleerimine saavutatakse veskikivide tööpindade vahe muutmisega, selleks pöörlevat kivi koos võlliga oma laagrites horisontaalses sihis nihutades.

Selleks otstarbeks on raamil olemas eriline mehhanism, mille vedru vajutab võlli otsale ja nihutab viimast. Mehhanismi ehitus on järgmine (joon. 142): raamile on kinnitatud õõnes nõjas *1*, tema vaba ots on varustatud keermega, kuhu on sisse keeratud keermega puks *2*. Puksi on asetatud peavõlli otsaga muhvi abil ühendatud kruvi. Kruvile on peale pandud vedru, mis ühe otsaga toetub muhvile, teisega aga puksile.

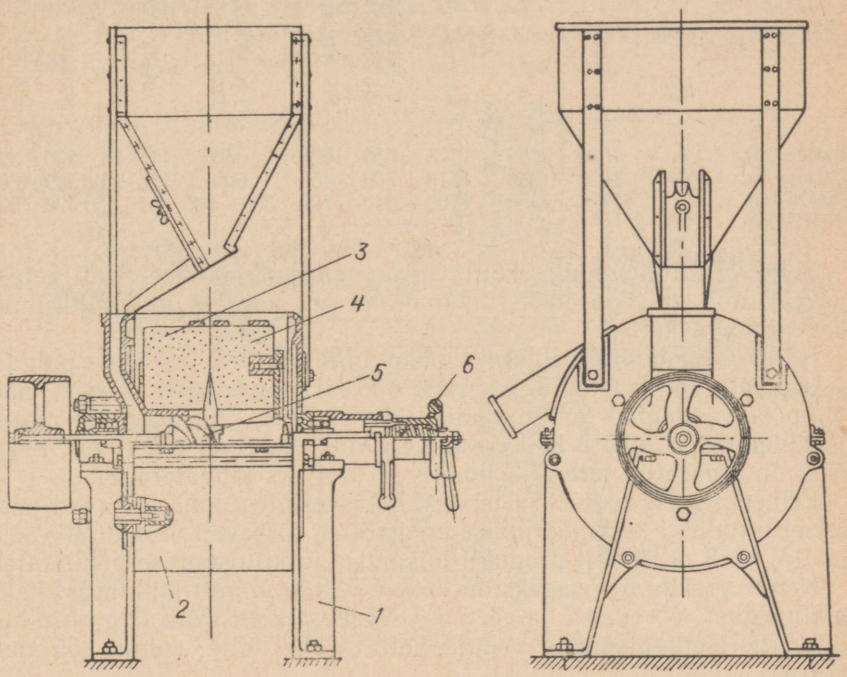
Kui puksi *2* keerata nõjasesse, siis surutakse vedru kokku ja vedru surve kandub üle võllile ning vajutab veskikivid teineteise vastu.

Kui koos teraviljaga satub veskisse mõni kõva ese, siis viimane, läbides veskikivide vahet, surub vedru kokku, nihutab liikuva veskikivi eemale ja väljub tööpindasid eriliselt rikkumata.

Veskikivide väljalülitamiseks on olemas kaheõlgne kang *3*, mis on šarniirselt kinnitatud kruvi mutrile. Kangi pööramisel vertikaalsest asendist horisontaalsesse nihutab ta lühike ots, toetudes puk-

sile, kogu võlli koos liikuva kiviga paremale (nagu joonisel), mille tõttu kividevahe suureneb.

Peab märkima, et vaadeldud tüüpi horisontaalvõlliga veskid on nende keerulise konstruktsiooni ja suure metallivajaduse tõttu viimasel ajal asendatud lihtsamate ja samal ajal täiuslikumate veskite konstruktsiooniga. Nende hulka kuulub, näiteks, „Novaja Tula" tehase kiviveski ММЖ-0,5 (joon. 143).



Joonis 143. Kiviveski ММЖ-0,5.

ММЖ-0,5 malmalus koosneb kahest jalgadega varustatud küljest *1* ja silindrilisest kestast *2*, mis on omavahel poltidega monteeritud üheks tervikuks.

Veskikivid asuvad korpuses. Paigalseisev kivi *3* on poltidega kinnitatud vasakule (joonisel) kilbile, liikuv kivi *4* aga — veovõllile. Paigalseisva kivi liikuva kivi suhtes õigeks asetamiseks on olemas reguleerimispuksid, mida läbivad liikuvat kivi hoidvad poldid.

Veovõll on monteeritud kahele kaherealisele kuullaagrile, millede korpused on kinnitatud alusele. Temale on asetatud rihmaratas ja tigu *5* sissevoolava teravilja etteandmiseks. Ülalt on veskikivid kaetud äravõetava kestaga, millele on kinnitatud toitekolu ja jahu väljumistoru. Kivide-vahelise kauguse reguleerimine saavutatakse tüürmehhanismi *6* abil, mis nihutab laagrites võlli koos liikuva kiviga 10 mm piirides.

Horisontaalvõlliga veskite (farmeritüüpi) põhilised tehnilised näitajad on antud tabelis 26.

Tabel 26

Horisontaalvõlliga veskite tehnilised andmed.

Nimetus või tüüp	Gabariitmõõdud mm			Veskikivide läbimõõt mm	Pöörete arv minutis	Tootlikkus kg/h	Vajalik võimsus HJ	Kaal kg	Rihmaseibi läbimõõt mm
	pikkus	laius	kõrgus						
Farmer nr. 2 . . .	1530	655	1305	550	600	450	11–15	600	320
Farmer nr. 4 . . .	1850	990	1610	760	450	600	15–20	1500	500
ММЖ-0,5	1100	850	1500	560	700	300–500	16	420	320

Selle veskitüübi hulka kuuluvad samuti nõndanimetatud ketasveskid, millede tööosadeks on malmist või terasest valatud rihvlilise pinnaga kettad.

Kõige sagedamini ehitatakse nad ühe pöörleva ja teise paigalseisva kettaga ja oma üldise ehituse poolest ning toimelt ei erine nad ülalpool vaadeldud horisontaalvõlliga veskitest. Erandiks on ainult Verhneturinski tehase ketasveskid ДГМ-0,3 ja ДМТ-0,5 (joon. 144). Nad on määratud teravilja jahuks ja tanguks jahvatamiseks.

Erinedes kiviveskitest ja teistest ketasveskitest, mis töötavad peamiselt produkti katkihõõrumise põhimõttel, töötavad veskid ДГМ-0,3 ja ДМТ-0,5 peamiselt produkti lõikamise ja killustamise põhimõttel.

Nende veskite tööosadeks on kahele võllile jäigalt kinnitatud kaks malmketast — vedav *5* ja veetav *4*. Veetava ketta võlli telg on nihutatud horisontaalsuunas vedaja ketta võlli telje suhtes 55 mm võrra.

Ketaste võllid toetuvad kinnistesse malmkarpidesse asetatud laagritele. Malmkarbid *3* ja *7* on üheaegselt ka laagritele õlivanniks. Veovõll on täiendavalt varustatud tugikuullaagriga, veetav võll on aga monteeritud nii, et ketaste vahekauguse muutmiseks võib teda libisevate kiilude abil piki võlli telge asetsevat nuuti nihutada. Ketaste vahe, järelikult ka jahvatusastme reguleerimist, saavutatakse tüürmehhanismiga *1*, mille ehitus ja toime on analoogiline horisontaalvõlliga veskite tüürmehhanismile.

Iga tööketas koosneb hoidekettast ja tema külge poltidega kinnitatud rõngast. Rõngad on töödeldud kahelt poolt selleks, et ühe poole kulumisel neid ümber võiks asetada ja teistkordselt kasutada. Rõngaste pindadele on tehtud kontsentriliste ringjoontena asetatud kolmnurkse läbilõikega sooned.

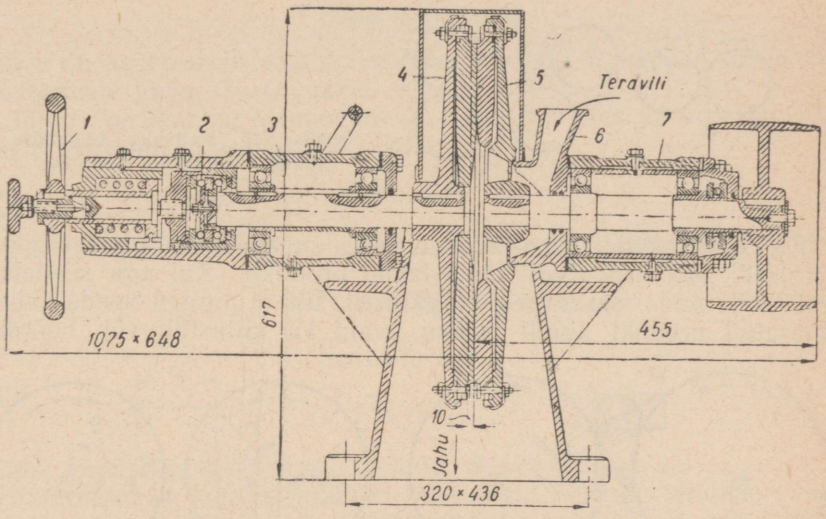
Nende veskite tööprotsess on järgmine: veoketta pöörlemisel (pöörete arv minutis 725 kuni 1200) satub puistelehtrist *6* sissevoolav vili tsentrifugaaljõu mõjul ketaste rõngaste tööpindadele. Hõõrdumise tagajärjel veetav ketas veetakse veoketta poolt kaasa ja ta

pöörleb koos viimasega, jäädes mõnevõrra temast maha. Mahajäämist tingib ketaste telgede omavaheline nihutus.

Niisugusel ketaste pöörlemisel ristuvad sooned üksteisega ja lõikavad sealjuures produktiosakesed katki (killustavad). Samaaegselt toimub ka teatav katkihõõrumine, kuid siin omab ta ainult teisejärgulist tähtsust.

Jahvatatud produkt visatakse tsentrifugaaljõu mõjul ketaste vahelt välja ja ta variseb alla.

Nende veskite tootlikkus on: ДМТ-0,5 — 500 kg/h, ДГМ-0,3 — 300 kg/h; tarvilik võimsus vastavalt 8 ja 6 HJ.



Joonis 144. Ketasveski ДГМ-0,3.

Ketasveskite tõsiseks puuduseks on soonte lõikeäärte kiire kulumine tööpindadel. Lõikeäärte taastamine aga (teraga lõikamise teel treipingil) on keerukas ja nõuab suure tsentrite kõrgusega treipinki.

Teravilja valtsveskid.

Valtspurustajates toimub produktiosakeste lõikamine, killustamine ja pihustamine.

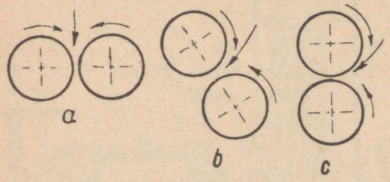
Valtsid on valatud malmist metallvormidesse. Kiire jahutamisega karastatakse nende pealispinnad 10—15 mm sügavuses kõvadusega Brinelli järgi 350—500 kg/mm². Valtsid valatakse kas õõnsatena või täiskehadena.

Kui valtsid on määratud produkti jämedaks purustamiseks tanguks lõikamise või killustamise teel, siis on soovitav valida madala hõõrdeteguriga materjal produkti katkihõõrumise ja suure hulga jahu ning tolmu tekkimise ärahoidmiseks. Vastupidi, kui soovitakse

saada peent jahvatamist, šiis valitakse valtsidele materjal, mis omab tunduva hõõrdeteguri.

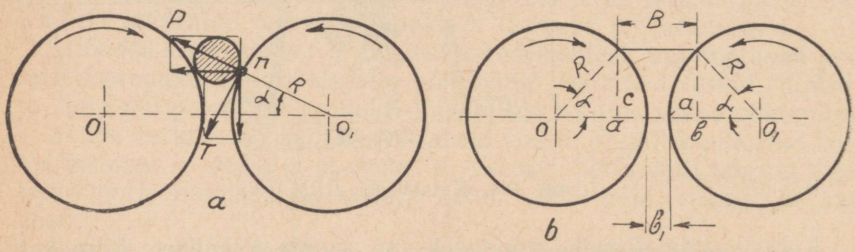
Valtside asetus masina raamil teineteise suhtes võib olla horisontaalne, kaldne või vertikaalne (joon. 145). Esimesel juhul teostub kõige hõlpsamalt produkti etteandmine tööpilusse ja reguleerimismehhanismide ehitus muutub lihtsaks, kuid suureneb masina laius.

Valtside toime produktile oleneb järgmistest tähtsamatest teguritest: ringkiiruste suhte suurusest, valtside raadiusest, tööpilu laiusest ja rihvlite kujust ning mõõdust. Vaatleme nende tähtsust.



Joonis 145. Valtside teineteise suhtes asetamise skeemid.

Kui kaks siledat koostöötavat valtsi omavad ühesugused joonkiirused, siis nad ainult lömastavad produkti. Kui aga siledatele valtsidele anda isesuguseid ringkiirusi, siis ei pigistu nende vahele haaratud produkt ainult kokku, vaid ka killustub või hõõrdub



Joonis 146. Jõudude toime produktiosakese haaramisel valtsidega.

katki, kuna produktiosakesele mõjuvad mõlemast küljest erisuguse kiirusega liikuvad tööpinnad.

Sama nähtus toimub ka rihvelpinnaga valtsidel, kuid ainult selle vahega, et siin osakeste hõõrdumine on asendatud lõikamisega või killustamisega.

Märkigu v_k kiirema valtsi kiirust, v_a — aeglasema valtsi kiirust. Valtside kiiruste suhe $\frac{v_k}{v_a} = \eta > 1$. Tuntud valtspurustajate konstruktsioonides on η väärtus valitud 1,5—3,0 piirides, kiiremini pöörleva valtsi kiirus aga $v_k = 3$ kuni 4 m/sek. Kui on tarvis saada tanguks purustatud teravilja, siis on sobiv valida valtse η väärtuse suurte piiridega, peeneks purustamiseks aga väiksemate piiridega.

Valtside raadius on määratud produktiosakeste mõõduga ja produkti ja valtside tööpindade omavahelise hõõrdenurga φ väärtusega.

Valtside raadiuse suuruse võib määrata järgmisel teel. Olgu meile antud kaks siledat valtsi, raadiusega R (joon. 146, *a*). Pilusse sisenemise momendil surub osakene valtsidele puutepunktides n jõuga P. Siinjuures tekib hõõrdejõud $T = Pf$, mis on suunatud piki puutujat (joonisel on lahutatud ainult osakese ühe poole jõud).

Lahutame jõu P ja T horisontaalseks ja vertikaalseks komponendiks. Osakese paremale ja vasakule küljele mõjuvad horisontaaljõud kõrvaldavad teineteise. Hõõrdejõu vertikaalne komponent on suunatud alla. Ta tõmbab osakese tööruumi, tema suurus

$$T \cos \alpha = fP \cos \alpha,$$

kus α on haardenurk, mis on moodustatud jõu P reaktsiooni suuna ja tsentrite joone $O—O_1$ vahel.

Jõu P vertikaalne komponent on suunatud üles ja takistab osakeste tööruumi minemist. Ta võrdub

$$P \sin \alpha.$$

Järelikult on osakese valtside poolt haaramise tarvilikuks tingimuseks

$$2fP \cos \alpha > 2P \sin \alpha,$$

kust

$$f \cos \alpha > \sin \alpha,$$

ehk

$$f > \tan \alpha.$$

Kuna $f = \tan \varphi$, siis võime märkida, et $\tan \varphi > \tan \alpha$.

Järelikult, et tagada produkti haaramine valtside pindade poolt, on tarvilik, et haardenurk α oleks väiksem produkti ja valtsi omavahelisest hõõrdenurgast φ.

Tabelis 27 on toodud φ ja f väärtused mitmesuguste valtside puhul.

Tabel 27

Teravilja ja valtside vahelise hõõrdumise nurgad ja tegurid.

Valtside materjal	φ	f
Malmist, siledad (poleeritud)	12°	0 194
Malmist, siledad (töötlemata)	15°	0 268
Malmist, varem töös olnud	17°	0,300

Produktiosakeste, valtside raadiuste ja hõõrdenurkade omavaheline suhe võib olla määratud järgmisel viisil (joon. 146, *b*). Märkigu B osakese algmõõtu; osakese lõplik mõõt B_1 on võrdne pilu laiusega.

Siis võib kirjutada, et

lõik $OO_1 = R \cos \alpha + R \cos \alpha + B = R + R + B_1$,

kust

$$2R \cos \alpha + B = 2R + B_1.$$

Sellest võrrandist leiame valtside raadiuse

$$R = \frac{B - B_1}{2(1 - \cos\alpha)} = \frac{B - B_1}{4\sin^2\frac{\alpha}{2}}.$$

Kuna aga nurk α ei tohi olla suurem hõõrdenurgast φ, s. t. äärmiselt võib asetseda piiril $\alpha = \varphi$, saame

$$R = \frac{B - B_1}{4\sin^2\frac{\varphi}{2}}. \qquad (1)$$

See näitab peaaegu lineaarset sõltuvust valtside raadiuse R ja produktiosakese algmõõdu B vahel, s. t. et mida suurem on B, seda suurem peab ka olema valtside R. Samuti näeme siit, et mida suurem on φ, seda väiksem võib olla valtside raadius R.

N ä i d e. Oletame, et peab määrama valtside läbimõõdu teravilja purustamiseks, mille osakeste algmõõt $B = 6$ mm. Pärast purustamist ei tohi osakeste mõõdud olla suuremad kui $B_1 = 2$ mm. Hõõrdenurk $\varphi = 10°$.

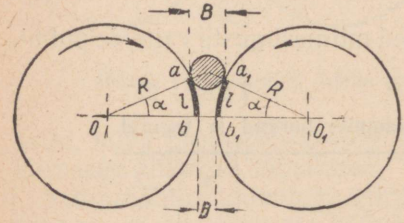
Asetanud need andmed valemisse (1), leiame R.

$$R = \frac{B - B_1}{4\sin^2\frac{\varphi}{2}} = \frac{6-2}{4\sin^2 5^0} = \frac{4}{0{,}0304} \cong 140 \text{ mm},$$

valtside läbimõõt D on aga seega 280 mm.

Praktikas esinevad muljujad ja purustajad valtside läbimõõduga 150 ja 400 mm piirides.

Produkti kleepumise ärahoidmiseks rihveldatud valtside pinnale valitakse nende läbimõõt võrdne siledate valtside arvestusläbimõõduga.



Joonis 147. Töötlemisteekonna ja valtside läbimõõdu suhte selgituseks.

Valtside läbimõõdu valikul peab silmas pidama veel ühte asjaolu. Joonisest 147 nähtub, et osakese algmõõdu B, lõppmõõdu B_1 ja valtside raadiuse R juures puutuvad osakesed valtsidega kokku kaarel, pikkusega

$$ab = a_1b_1 = l;$$

mida suurem on l, seda intensiivsemalt toimub produkti purustamine või katkihõõrdumine.

Töötlemiskaare pikkuse väärtus aga sõltub R, B, B_1 ja φ-st ning määratakse järgmisel teel.[1]

Kuna nurk α on harilikult väike, siis võime õigeks pidada, et

$$\alpha = \tan\alpha = \sin\alpha,$$

l aga on võrdne raadiusega R joonistatud ringjoone kõõluga.

[1] V. J. Iltšenko, Veski-, tangulõikamis- ja elevaatormasinad 1938. a. (v. k.).

Pikkus l võib olla leitud kahest järgmisest võrrandist:

$$l = Ra; \qquad \frac{B - B_1}{2} = l\,\frac{a}{2}.$$

Viimasest võrrandist leiame

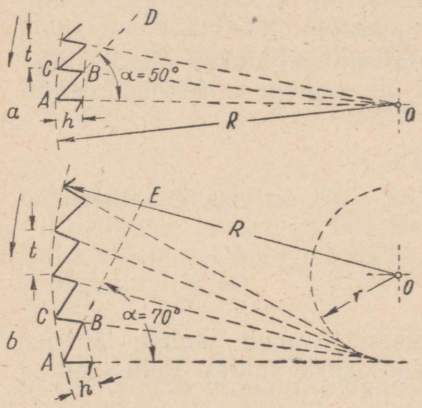
$$a = \frac{B - B_1}{l}$$

ja, asetanud ta esimesesse, saame

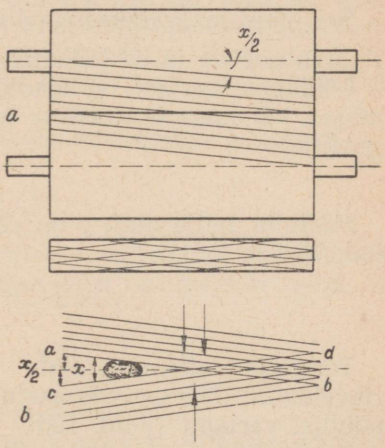
$$l = \sqrt{(B - B_1)R}.$$

Arvestused näitavad, et valtside läbimõõdu suurendamisel, näiteks kahekordseks, l väärtus kasvab 40% võrra.

Teraviljapurustajate valtside rihvlite kuju ja mõõdud omavad olulist tähtsust. Kõige rohkem on levinud kaks rihvlite liiki (joon. 148, *a* ja *b*). Esimesed, töönurgaga $\alpha = 45°$ kuni 50°, on määratud



Joonis 148. Valtside rihvleid.



Joonis 149. Rihvlite kaldenurga määramine.

jämeda purustusastme saamiseks, teised, töönurgaga $\alpha = 70°$ kuni 75°, — peene purustamisastme saamiseks.

Nagu nähtub jooniselt, on rihvlite *CB* ees olevad lõikeservad esimesel juhul valtsi diametraalseks tasapinnaks, teisel juhul aga teatava abiringjoone puutuja tasapinnaks. Abiringjoone raadius $r = {}^2/_7\ R$ kuni ${}^1/_3\ R$.

Teravilja valtspurustajates kasutatakse kõige sagedamini jämedaks purustamiseks määratud rihvleid, töönurgaga $\alpha = 45°$ kuni 50°.

Tabelis 28 on toodud valtside kahe põhitüübi rihvlite tähtsamad mõõdud.

Tabel 28

Valtside rihvlite põhimõõdud.

Rihvlite töönurk kraadides	45°—50°	70°—75°
Rihvlite samm t mm	1 0 1,5	2–4
„ kõrgus h mm	0,8 - 1,5	0 5 - 1,5
„ arv *n* ühel jooksva ringjoone sm-l . .	6–10	2 5 - 5

Kõikides teravilja valtspurustajates lõigatakse rihvlid mitte piki valtsi moodustajaid, vaid mööda keermejoont (joon. 149, *a*). Rihvlite kallak on 5 kuni 15° piirides.

Kallaku ülesandeks on muuta valtside töötamine ühtlasemaks ja ära hoida nende värisemist. Kui rihvlid asuksid piki valtsi moodustajaid, siis kulgeks tööprotsess perioodiliselt, ainult momentidel, kui rihvlite servad asuvad vastastikku. Kallutatud rihvlid ristuvad tööpilu läbimisel ja soodustavad sellega söödaosakeste lõikamist (killustamist).

Sel juhul määratakse rihvlite kallaku nurk $\frac{x}{2}$ (joon. 149, *b*) kahe ristuva noa *ab* ja *cd* lõikamise tingimustest.

Lõikamisteooriast on teada, et osakene lõigatakse ainult tingimusel, kui nugade vaheline nurk ei ole suurem kahest hõõrdenurgast, s. o.

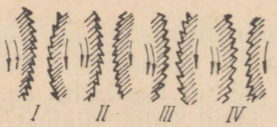
$$x \leqslant 2\varphi.$$

Malmile, mille nurk φ on võrdne 10°—16°, on maksimaalne lubatud rihvlite kallak

$$x = 2 \cdot 16 = 32°; \quad \frac{x}{2} = 16°.$$

Teravilja valtspurustajate tööprotsessis omab olulist tähtsust rihveldatud lõikeservade asetus söödaosakeste suhtes. Võib saada 4 põhilist varianti (joon. 150).

Variandil I on kiirema valtsi terad suunatud ettepoole liikumise suunas, aeglasema valtsi terad aga tagasi. See asetus loob tingi-



Joonis 150. Võimalikud rihvlite omavahelise asetamise skeemid.

mused, millede juures produkt surutakse mõlema valtsi teravate äärte vahele ja lõigatakse või killustatakse ta tanguks. Variandil II on mõlema valtsi terad suunatud ettepoole. Sel juhul hõõrduvad söödaosakesed rohkem ja purustatud sööt on suurema jahusisaldusega. Variantide III ja IV sihiks on suurima jahusisaldusega pro-

dukti saamine. Rihvlite mõju söödaosakestele on sealjuures vähe intensiivne.

On selge, et sööda purustamiseks on kõige otstarbekohasem variant I.

Valtsipaari tootlikkuseks nimetame produkti hulka, mis läbib valtsidevahelise pilu ühe ajaühiku jooksul. Tootlikkus oleneb reast teguritest, milledest kõige tähtsamad on: tööpilu laius, valtside pikkus, valtside pöörlemise kiirus, töödeldava produkti omadused ja tööpilu ruumi täitmisaste.

Võrdse kiirusega sileda valtsipaari tunnilist tootlikkust võime määrata valemiga:

$$Q = 3600 B_1 L v \gamma k \text{ [t/h]},$$

kus B_1 on valtside-vahelise tööpilu laius m-s,

L — valtside pikkus m-s,
γ — produkti mahukaal kg/m³,
k — tööpilu täitmisaste, mis on 0,1 kuni 0,3.

B_1 väärtus kõigub olemasolevatel muljumisvaltsidel 0,5—1,5 mm piirides ja praktikas võib teda mõõta tinahaavlite või -plaatide läbilaskmisega pöörlevate valtside vahelt. Kõige täpsem mõõtmine saavutatakse tinaplaadi läbilaskmisel koos teraviljaga. Sealjuures on aga tarvilik takistada plaadi läbimise kohal teravilja varisemist valtside vahele.

Tuntud Q, B_1, L, v ja γ väärtuste juures määratakse k suurus

$$k = \frac{Q}{3600 \cdot B_1 L \gamma}.$$

Erisuguste kiirustega pöörlevate valtside tootlikkus määratakse sama valemiga, kuid v väärtust arvestatakse kui kiiruste v_k ja v_a poolsummat, s. o.

$$v = \frac{1}{2}(v_k + v_a)$$

ja see võrdub produkti tööpilust väljumiskiirusega.

Rihvelpinnaga valtside tootlikkus on mõnevõrra kõrgem siledate pindadega valtsidest. Töötamisel täidab produkt siin mitte ainult pilu välimise tööruumi, vaid ka soonte süvenduse. Arvestused näitavad, et see suurenemine on 5 kuni 10% siledate valtside tootlikkusest.

Valtsmuljujate töötamiseks tarvilik võimsus kulutatakse peamiselt produkti tegelikule lõmastamisele või purustamisele, söödaosakeste hõõrdumisele üksteise ja valtside vastu, hõõrdumisele laagrites ja kadudele ajamis.

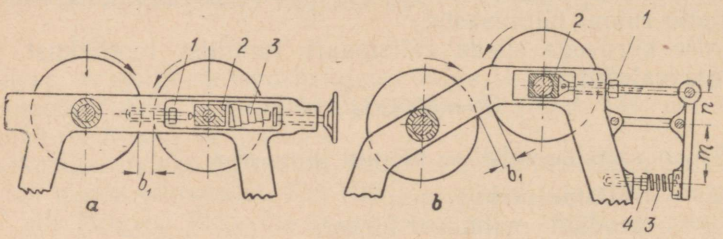
Valemeid võimsuse määramiseks ei ole. Lähtudes olemasolevate valtspurustajate konstruktsioonide ekspluatatsioonikogemustest, võib lugeda, et valtsipaari pikkuse iga 100 mm-le on tarvis võimsust 1,5—2 HJ.

Kõikides valtspurustajates on ette nähtud tööpilu laiuse B_1 muut-

mise võimalus ühe valtsi nihutamise teel teise suhtes; valtside survet produktile võib muuta vedrude abil.

Konstruktiivselt teostatakse seda järgmisel viisil (joon. 151, *a* ja *b*).

Üks valtsidest, koos oma laagritega *2*, võib liikuda piki raami juhtsooni. Vedru *3* surve mõjul surub valts tööpilus olevale produktile. Tööpilu seadmist teostatakse igal üksikul juhul toekruvide või



Joonis 151. Valtside reguleerimismehhanismi skeemid.

mutrite *1* abil ja valitakse sõltuvalt produkti omadustest ja tarvilikust purustamisastmest. Vedrude olemasolu ja valtsi liikuvus kaitsevad masinat vigastuste ja purunemise eest suurema kõva eseme masinasse sattumisel koos teraviljaga.

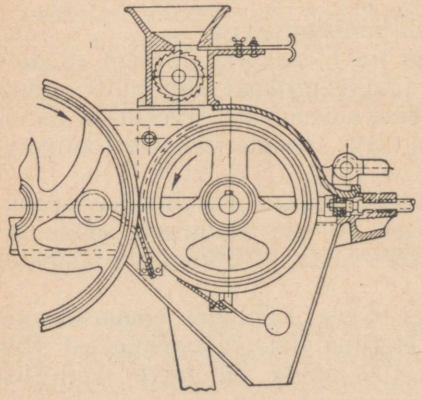
Valtside töörežiimi reguleeritakse pilu laiuse, vedrude surve ja etteantava produkti hulga muutmisega.

Pilu laiuse seadmisel lähtutakse söödaosakeste alg- ja lõppmõõtudest. Esialgseks seadmiseks võib soovitada järgmisi pilu laiusi:

jämedal	purustamisel	0,6—0,8 mm,
keskmisel	„	0,4—0,5 mm,
peenel	„	0,2—0,3 mm.

Sealjuures on väga tähtis, et valtsid asetseksid paralleelselt.

Vaatleme valtspurustajate tüüpilisi konstruktsioone.



Joonis 152. Teravilja valtsmuljuja (vertikaalne lõige).

Joonis 152 kujutab varem meie tehaste poolt valmistatud teravilja valtsmuljuja „П" vertikaalset lõiget. See muljuja on määratud kõva kestaga teravilja muljumiseks.

Tema tootlikkus on kuni 120 kg/h ja teda teenindab kaks töölist.

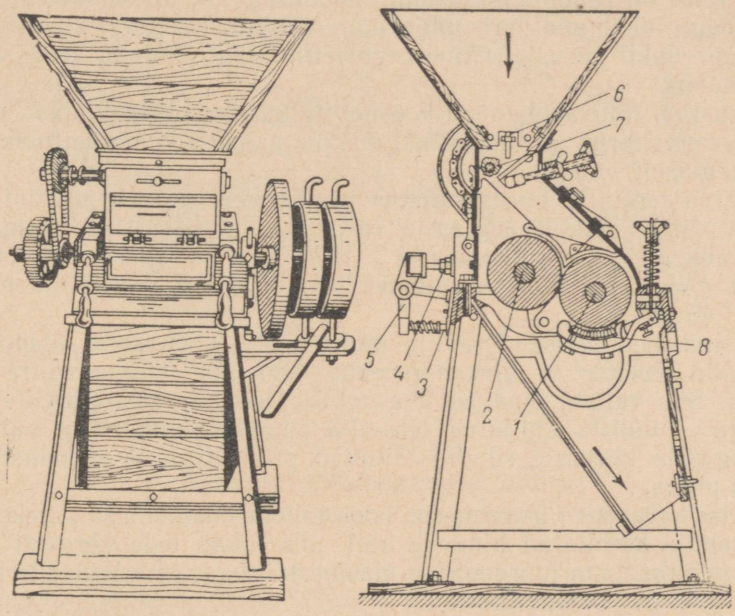
Puistekolust satub teravili reguleeritava siibri kaudu rihveldatud silindrilisele toitevõllile, kust ta ühtlase joana suunatakse valtside tööpilusse.

Valtsid on valatud malmist, omavad sileda pinna, on 125 mm

pikkused ja läbimõõduga 425 mm ning 250 mm. Suurem valts on raami laagrites kinnitatud liikumatult. Ühele tema võlli otsale on tapitud vändaga hooratas, teisele — rihmratas toitevõlli ajamiseks ja teine vänt.

Väiksema valtsi kinnitusviis on selline, et ta võib koos oma laagritega piki raami liikuda. Tööpilu laiuse ja surve suuruse reguleerimist teostatakse vedrude abil joonisel 151, *a* näidatud skeemi järgi. Valtside puhastamiseks on metallkaabits, mis on surutud vastu valtside pinda vastukaaluga.

Valtside joonkiirus on ühesugune ja võrdub 45—50 pöörde juures minutis umbes 1 m/sek.



Joonis 153. Teraviljapurustaja ЗД üldvaade ja vertikaalne lõige.

Ševtšenko-nimelise tehase teraviljapurustaja ЗД (joon. 153) on määratud söödateravilja purustamiseks, kuid teda võib kasutada ka teravilja muljujana, mis teeb ta küllaltki universaalseks.

ЗД ehitus on järgmine. Nurkrauast jalgadele toetuvale malmraamile on asetatud kaks malmist täisvaltsi, läbimõõduga 185 mm ja pikkusega 350 mm. Valtside pind on rihveldatud. Rihvlite kuju tagab jämeda purustamisastme. Rihvelsoone töönurk $\alpha = 75°$, samm $t = 2{,}5$ mm ja kõrgus $h = 2$ mm. Rihvlite kallak moodustajate suhtes $\frac{x}{2} = 11°$.

Valtsid on asetatud nii, et kiirema valtsi terad on suunatud ettepoole, aeglasemal valtsil aga tahapoole, mis teatavasti kutsub esile rihvelduse aktiivsema killustava mõju.

Kiirem valts *1* on kinnitatud raamile kahes rõngasmäärdega laagris. Tema võlli ühele otsale on tapitud hooratas ning töö- ja vabakäigu rihmrattad, teisele otsale aga silindriline hammasratas teise valtsi ringiajamiseks.

Aeglane valts *2* on kinnitatud raamile liikuvalt ja teda võib survemehhanismi abil (vt. skeemi joon. 151, *b*) koos ta laagritega nihutada piki raami juhtsooni. Tööpilu laiuse seadmine saavutatakse toemutrite keeramisega, surve muutmine produktile aga vedrude pingutamisega mutritega *3*.

Kiirema valtsi alla asetatud rihveldatud malmkorvi *8* olemasolu võimaldab valtside vahet läbinud söödaosakeste täiendava purustamise. Korv on raamile kinnitatud moodusega, et ta tsentreerimiseks valtsidega lubab end horisontaalsuunas nihutada. Korvi kinnitusviis lubab produkti purustusastme reguleerimiseks nihutada korvi vertikaalsuunas.

Purustaja toitemehhanism koosneb täitekolust, kohendajast, reguleeritavast siibrist ja toitevõllist, mis pannakse liikuma kettülekande abil aeglaselt valtsilt.

Masina teravilja purustamiseks kasutamisel on ette nähtud ülekanne kiirelt valtsilt aeglasele valtsile kahe silindrilise hammasratta abil ülekande suhtega $i = 3$. Kiire valtsi normaalsete pöörete juures $n = 450$ p/min. on valtside joonkiirused $v_k = 4{,}35$ m/sek. ja $v_a = 1{,}45$ m/sek.

Masina kasutamisel teravilja muljumiseks peab korvi eespoolset otsa alla laskma ja ülekandemehhanismi ühe hammasratta ära võtma. Siis valtsid omavad ühesugused joonkiirused. Rihvlite olemasolu ei takista muljutud teravilja saamist, kuna tänu valtside ühesugusele kiirusele rihvlid täituvad produktiga ja moodustavad sileda pinna.

Valtse katva kere ülemine osa koos toitemehhanismi ja toitekoluga on raamile kinnitatud hingede abil, mis lubab teda kergesti lahti võtta ja vabastada juurdepääsu masina tööosade juurde nende kontrollimiseks ja hooldamiseks.

Purustamisel on masina keskmine tootlikkus 400 kg/h, muljumisel — 800 kg/h. Tarvilik võimsus on 5—7 HJ.

Peab märkima, et valtspurustajate tootmine, nende väikese universaalsuse ja keerulise ehituse tõttu, mis nõuab võrdlemisi palju metalli tootlikkuse ühiku kohta, on viimasel ajal lõpetatud.

Õlikoogipurustajad.

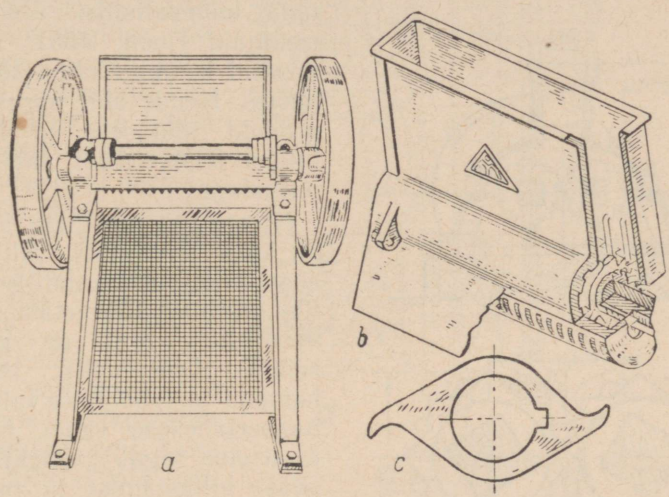
Valtside arvu järgi jagunevad õlikoogipurustajad ühe-, kahe- ja neljavaltsilisteks.

Seoses universaalsete vasarpurustajate laialdase kasutamisega valmistavad kodumaised tehased käesoleval ajal ainult ühevaltsilisi õlikoogipurustajaid.

Bissertski tehase ühevaltsilise õlikoogipurustaja ДЖ-0,5 (joon. 154) ehitus on järgmine. Aluse jalgade ülemistele otstele on

poltidega kinnitatud kaks malmlaagrit, milledesse on asetatud hammastrummel (valts).

Trummel koosneb 11 kahehambalisest terasnoast. Nugade vahele on asetatud puksid. Noad ja puksid kinnituvad võllile nuutide abil ja on täiendavalt kindlustatud pingutusmutriga. Noad asuvad piki keermejoont, mis tagab võlli ühtlase koormamise. Trumli kohale on kinnitatud lehtritaoline malmkarp avause mõõduga 60 × 450 mm. Karbi alumised ääred on laiendatud ja nad moodustavad trumlit hõlmava silindri. Silindriseina sisemine pind on sooneline. Altpoolt on trummel hõlmatud poolümmarguse malmvõrega. Võre on šarniir-



Joonis 154. Õlikoogipurustaja ДЖ-0,5.
a — üldvaade, *b* — toitelehter ja töötrummel, *c* — nuga.

selt kinnitatud esiseina alumisele äärele ja omab 8 × 60 mm-sed pikerguse kujuga avaused. Võre ja karbi alumised laiendatud ääred moodustavad soonelise kesta, mille sees trummel pöörleb.

Käsitsi lehtrisse pandud õlikooke killustavad ja raasustavad trumli hambad vastu karbi sooni. Allavarisenud õlikookide tükid satuvad võrele ja surutakse siin läbi avauste. Võre alla on riputatud traadist kaldsõel, mis jaotab purustatud produkti kaheks osaks. Väiksemad osakesed, läbimõõduga kuni 5 mm, langevad sõelast läbi, suuremad osakesed kogunevad aga eraldi ja neid võib teistkordselt masinast läbi lasta või vasarpurustajas jahuks jahvatada.

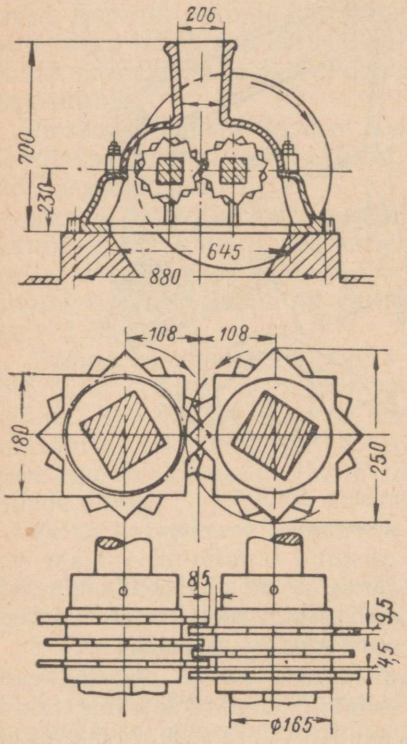
Trumli võllile on kinnitatud kaks hooratast, milledest üks on samaaegselt rihmrattaks. Erandjuhtudel rakendatakse õlikoogipurustajat ka käsitsi. Selleks otstarbeks monteeritakse hooratastele vändad.

Mehaanilisel käitamisel on selle õlikoogipurustaja tootlikkus 250 trumli pöörde juures minutis, sõltuvalt õlikookide sordist,

750 kuni 1200 kg/h. Jõuallika tarvilik võimsus on 1,0 HJ. Purustaja gabariitmõõdud on: pikkus 740, laius 800 ja kõrgus 1000 mm. Kaal 160 kg.

Peab märkima, et ühevaltsilised õlikoogipurustajad ei rahulda zootehnilisi nõudeid vastava purustusastme saamiseks täielikult. Paremal juhul tagab ta ainult õlikookide purustamise veiste tarvis. Sigade söötmiseks peab aga purustatud produkt teistkordselt peenestatama vasarpurustajates.

Kui on tarvis purustada suurt hulka õlikooke ja tõlvikutes maisi peene ja keskmise purustamisastmeni, siis on otstarbekohane kasutada kahevaltsilisi õlikoogipurustajaid (joon. 155), mis on levinud kombineeritud sööda tehastes. Nende abil purustatakse produkt tükkideks ja lastakse hiljem teistkordselt läbi vasarpurustaja.



Joonis 155. Kahevaltsiline õlikoogipurustaja.

Niisuguste masinate tööosaks on kaks ühesugust valtsi, mis koosnevad neljakandilisele võllile asetatud täheketastest. Täheketaste vahele on asetatud seibid. Ühe valtsi tähekeste hambad asuvad teise valtsi kahe naabertähekese vahel. Niisugune asetus tagab produkti intensiivse killustamise ja raasustamise. Valtsid pöörlevad erisuguste kiirustega. Selliste õlikoogipurustajate tootlikkus on kuni 5 t/h. Purustaja põhimõõdud on näidatud joonisel.

Neljavaltsilise õlikoogipurustaja konstruktsiooni näitena vaatleme õlikoogipurustajat ПЖ, mida kodumaised tehased varem valmistasid. Ta omab malmraami (joon. 156), mille ülemises osas asuvad kaks valtsipaari ja ülekandemehhanism. Ülemine valtsipaar on määratud jämedaks purustamiseks. Need valtsid on kokku pandud üksikutest vabalt neljakandilisele võllile asetatud malmtähekestest. Tähekeste asetus on niisugune, et ühe võlli tähekeste hambad asuvad teise võlli kahe naabertähekese vahel.

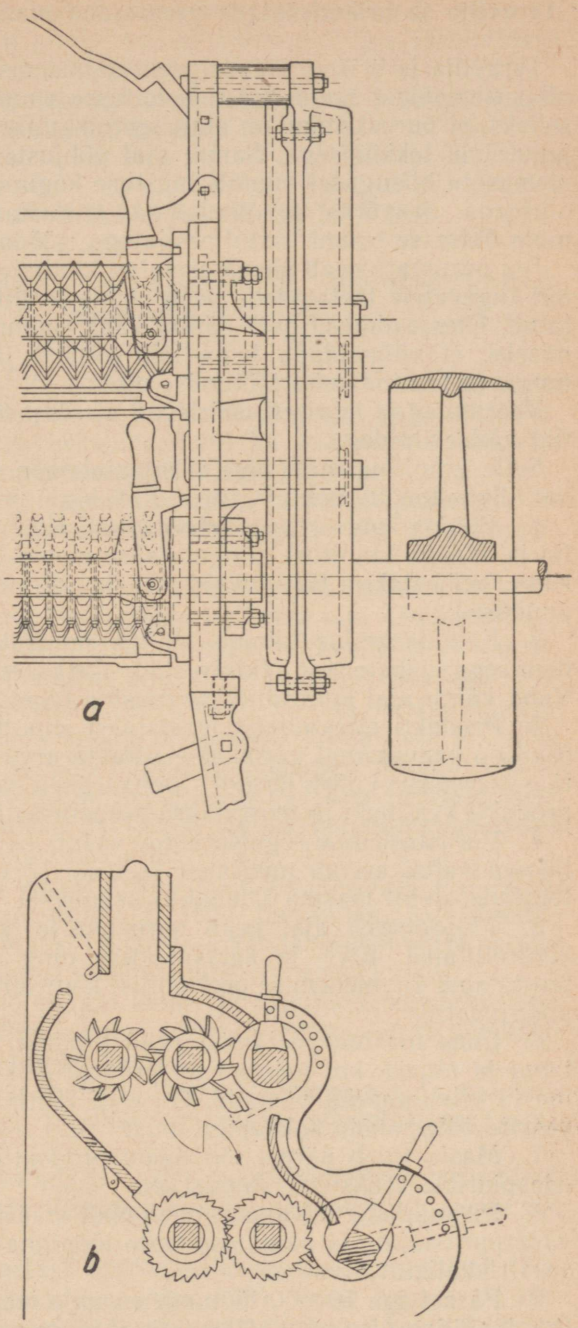
Eespoolset valtsi võib koos laagritega ekstsentrikute abil nihutada

piki raami ja seega muuta hammastevahelist kaugust. Kauguse vähenemisega purustamisaste tõuseb. Kui ülemise paari valtsid teevad $n_{ü} = 46$ kuni 52 p/min., siis nende joonkiirus $v_{ü} = 0{,}40$ kuni 0,45 m/sek.

Alumine valtsipaar on analoogilise ehitusega, ainult tähekeste hammaste kuju ja mõõdud on teised. Alumine valtsipaar on peeneks purustamiseks. Kui $n_a = 180$ kuni 200 p/min., siis on valtsil joonkiirus $v_a = 2{,}0$ kuni 2,2 m/sek.

Valtside ummistumise vältimiseks on raamile liikumatult kinnitatud neli kammi, millede piid asuvad valtside tähekeste vahel ja puhastavad neid. Raami alumisse ossa riputatakse kaldsõel, mis jagab produkti kaheks osaks.

Õlikoogipurustaja ajam koosneb neljast silindrilisest hammasrattapaarist ja 510 mm-se läbimõõduga rihmarattast. Rihmaratta normaalne pöörete arv on 180—200 minutis. Mootori vajalik võimsus on 4—6 HJ. Õlikoogipurustaja tootlikkus on 3—3,5 t/h.



Joonis 156. Neljavaltsiline õlikoogipurustaja (tööosad).

Teravilja ja brikettsöötade peenestamismasinate ekspluatatsioon.

Teravilja ja brikettsöötade peenestamismasinad peab üles seadma niiskuse mõjust eraldatud tuleohutusse ruumi. See on hädavajalik selleks, et purustamine on alati seotud suure hulga kergesti süttiva jahutolmu tekkimisega. Samal ajal põhjustab ülemäära niiske õhu olemasolu niisuguses ruumis mustuse kogunemist ja ebasanitaarset olukorda. Seepärast ei ole lubatav purustamismasinate monteerimine ühisesse ruumi kartulipesijatega, söödaaurutajatega jne.

Iga purustaja peab olema asetatud kindlale vundamendile või küllalt tugevatele laetaladele, peab olema looditud ja poltidega kinnitatud. Ülesseadmisel peab jätma vaba ruumi masina juurde pääsemiseks, et võimaldada tema lahtivõtmist ja kokkupanemist ning mugavat teenindamist töötamise ajal.

Veorihmad ja lahtiselt pöörlevad masinaosad peavad olema kaitstud kaitsekilpidega.

Selle grupi masinate õige ekspluatatsioon on võimalik ainult siis, kui allpooltoodud põhireeglitest alati kinni peetakse.

1. Masina kontroll enne käivitamist. Kontrollitakse masina detailid ja masina kinnitust, pingutatakse mutreid, aetakse tööosi käsitsi ringi, määritakse hõõrduvaid osi ja kõrvaldatakse tähelepandud puudused.

2. Käikulaskmine toimub tühjalt sundsliku tööpindade eemaldamisega teineteisest (kiviveskid, ketasveskid, valtspurustajad). Vaba käigu ajal kontrollitakse masina õiget töötamist.

3. Produkti etteandmist teostatakse ainult siis, kui masina tööosad on saavutanud normaalse pöörete arvu. Masinat koormatakse täie koormuseni järk-järgult. Samaaegselt kontrollitakse töödeldud produkti kvaliteeti ja teostatakse purustusastme reguleerimist.

4. Purustusastme reguleerimine vasar- ja valtspurustajates korvi liikuva valtsi asendi muutmise teel või sõela vahetust on lubatud teostada ainult masina täielikul seiskumisel.

5. Tööprotsessi ajal peab purustamise kvaliteeti perioodiliselt kontrollitama. Kivi- ja ketasveskites ning valtspurustajates peab teostatama kuumenemise perioodilist kontrolli ja laagrite õigeaegset määrimist.

6. Enne masina peatamist peab produkti etteandmine katkestatama ja niipea, kui tööosad on produktijääkidest vabanenud, tuleb masin viivitamatult peatada. On eriti tähtis vältida kivi- ja ketasveskite tööpindade kokkupuutumist.

7. Masin tuleb pärast töö lõppu produktijääkidest puhastada ja edaspidiseks tööks ette valmistada.

8. Pikaajaliste töövaheaegade puhul määritakse valtside, ketaste, vasarpurustajate ja hammasrataste tööpinnad roostetumise vältimiseks rikkalikult tavotiga.

9. Pärast iga 50—60 töötundi on vaja teostada masina perioodiline tehniline ülevaatus. Ülevaatusel võetakse üksikud sõlmed lahti, puhastatakse nad, pestakse tööosi ja kõrvaldatakse kõik tähelepan-

dud puudused. Vajaduse korral süvendatakse veskikivide sooni ja täkestatakse jahvatusvöö pinda, teistel masinatel aga asendatakse kulunud tööosad vajadust mööda uutega.

10. Kirjeldatud masinategrupi teenindamine on lubatud ainult vastava eriettevalmistuse saanud isikutel.

KORESÖÖDA JA HALJASMASSI LÕIKAMINE.

Koresöötade ja haljasmassi lõikamismasinate klassifikatsioon ja tööskeemid.

Koresöötade lõikamist teostatakse hekslimasinate abil; haljasmassi lõigatakse silolõikajate ja silokombainidega. Sageli kasutatakse suure tootlikkusega hekslimasinaid ka haljasmassi lõikamiseks, mille tõttu neid nimetataksegi õle-silolõikajateks.

Lõikamisaparaadi järgi jagunevad hekslimasinad trummel- ja ketasmasinateks. Nad võivad olla mehhaanilise või inimjõu ajamiga.

Joonisel 157, *a* ja *b* on näidatud mõlema hekslimasina tüübi ehitusskeemid. Põhk, hein või haljasmass juhitakse siin käsitsi ühtlase kihina renni *3* kaudu rihveldatud pinnaga toitevaltside *2* vahele. Valtsid on ülekandemehhanismi abil sidestatud lõikeaparaadi võlliga, mis paneb nad pöörlema. Pöörlevad valtsid haaravad etteantava massi, pressivad ta kokku ja suruvad toiteavasse *4*. Toiteavast väljaulatuvad massi otsad satuvad nugade *1* liikumise tasapinda. Iga nuga, möödudes oma teraga toiteava ääre vahetust lähedusest, algul tihendab massi ja lõikab siis ta väljaulatuvad otsad ära. Äralõigatud otsad kukuvad alla.

Mõned hekslimasinad varustatakse peale noaaparaadi veel täiendava tööosaga — šreeder-trumliga; selle ülesandeks on hekslite lõhestamine piki kiude. Massi valtsidesse käsitsi etteandmise asemel varustatakse renn mõnikord mehhaanilise transportööriga.

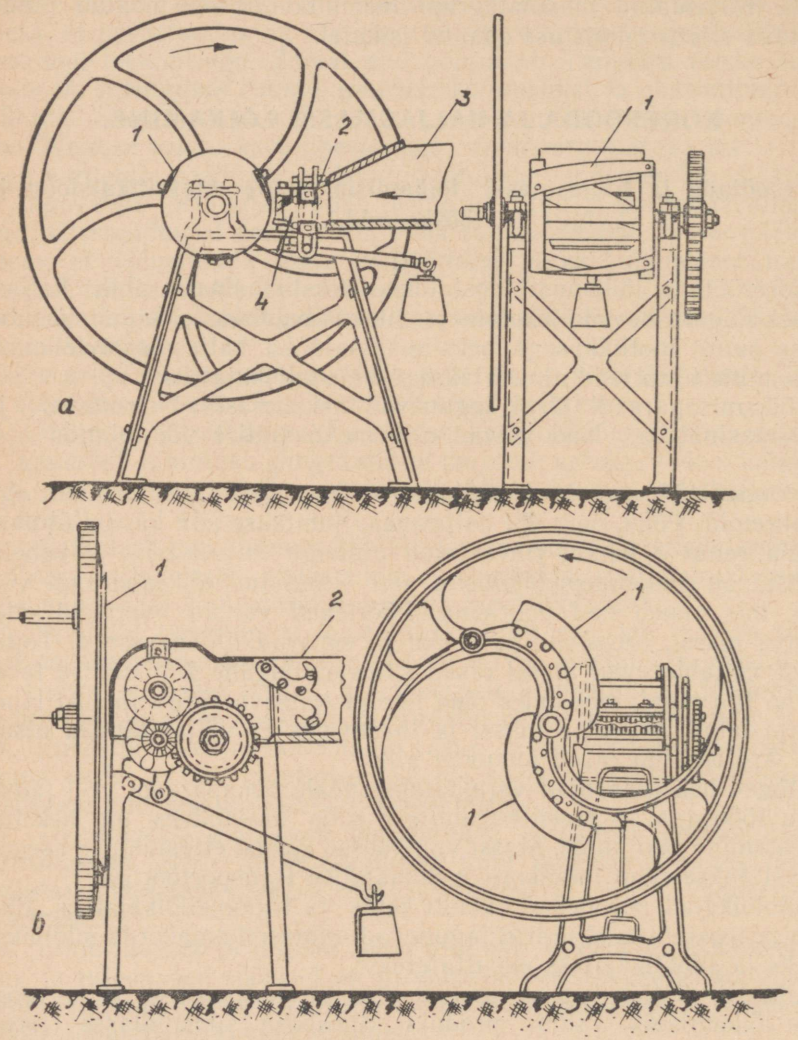
Silolõikajad jagunevad samuti ketas- ja trummellõikajateks. Ehituse ja teostatava töö järgi jagunevad viimased omakorda silolõikajateks ja silolõikajateks-purustajateks.

Lihtsad silolõikajad on määratud ainult haljasmassi ja koresöötade lõikamiseks valmis produkti üheaegse silohoidlasse (torni, auku) transportimisega.

Teisi aga võib ka kasutada teravilja ja brikettsöötade purustamiseks, kusjuures nende töö toimub juba tuntud vasarpurustajate töö põhimõtte järgi.

Erinevalt hekslimasinatest on ketassilolõikajad varustatud täielikuma etteandmismehhanismiga (joon. 158). Peale nugade on töökettale veel kinnitatud labad *3* ja ketas on paigutatud kesta *2*. Kesta ülemises osas on harutoru *4*, mille otsa asetatakse tõstetoru lülid.

Haljasmassi lõikamisel ketta labad, moodustades ventilaatori, haaravad peenestatud massi ja tõstavad ta läbi haru- ja tõstetoru silotorni või -auku. Silomass tõstetakse sel teel 10—12 m kõrguseni.



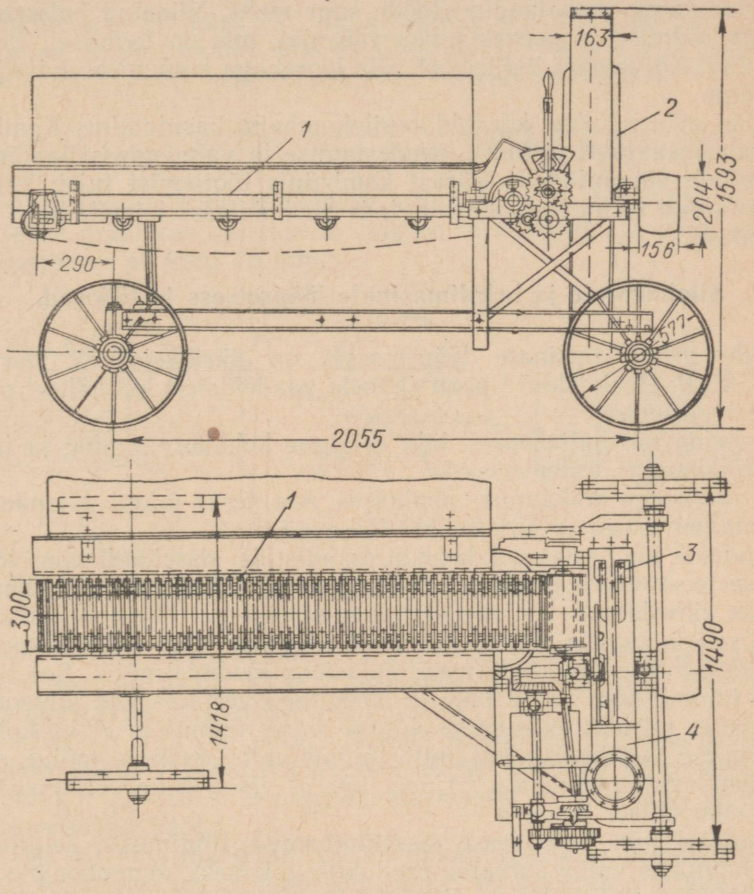
Joonis 157. Hekslimasina skeem.
a — trummel, *b* — ketas.

Silolõikajad-purustajad erinevad lihtsatest silolõikajatest sellega, et nende ketastel on šarniirselt riputatud vasarad ja kest on eriehitusega.

Silolõikajate-purustajate kesta sisemisele silindrilisele pinnale kinnitatakse, nagu harilikkudes vasarpurustajateski, rihvelpinnaga

malmmantel; kesta alumisse ossa või harutorusse asetatakse vahetatav sõel.

Silolõikaja-purustaja töötab haljasmassi lõikamisel samuti kui harilik silolõikaja. Teravilja purustamisel lülitatakse toitetransportöör välja ja produkti etteandmine toimub selleks otstarbeks kestale asetatud toitekolu kaudu. Sealjuures tõstetakse sõela läbinud valmis-



Joonis 158. Silolõikaja skeem.

produkt õhuvoolu abil toru kaudu tsüklooni, kust teda kogutakse kottidesse. Seoses vasarpurustajate kui iseseisvate masinate laiaulatusliku kasutamisega ja teravilja purustamisega söödatsehhides, on viimasel ajal silolõikajate-purustajate tootmine lõpetatud.

Järelikult mehhaniseerivad silolõikajad silovarumise tehnoloogilises skeemis kaht põhioperatsiooni: haljasmassi lõikamist ja tema tõstmist silohoidlatesse.

Seejuures koosneb aga kogu silovarumise tööprotsess järgmistest operatsioonidest: 1) heina ja silokultuuride niitmine niidumasina-

tega või lihtviljalõikajatega; 2) niidetud haljasmassi kogumine kaartesse või aunadesse loorehade või lohistajatega; 3) haljasmassi transport põllult silohoidlateni käsitsi peale- ja mahalaadimisega; 4) haljasmassi peenestamine silolõikajais massi üheaegse tõstmisega silohoidlasse ja 5) silomassi tihendamine.

Niisugust protsessi iseloomustab haljasmassi käsitsi kogumine ja peale- ning mahalaadimistööde suur maht. Niidetud haljasmass kuivab niitmise ja peenestamise vaheajal, mis on tavaliselt mittesoovitav. Kuivamata haljassööt võib loorehaga kogumisel määrduda mullaga.

Kõiki neid puudusi kõrvaldab silokombaini kasutamine. Kombain teostab üheaegselt niitmise, peenestamise ja valmismassi laadimise vankritele või autodele. Pärast kombainis töötlemist tuleb haljasmassi ainult farmi transportida, teda silohoidlasse toimetada ja seal tihendada.

Silolõikajate ja hekslimasinate tööprotsess ja tööosad.

Selle grupi masinate tööprotsessi on üksikasjaliselt uuritud akad. V. P. Gorjatškini [1] poolt ja seda vaadeldakse kui kahest põhiosast koosnevat:

1) heina või haljasmassi kihi esialgne kokkupressimine ja tema sissetõmbamine toiteavasse ja

2) nugadega lõikamine, kusjuures noa terad algul täiendavalt tihendavad massi ja siis ta läbi lõikavad.

Produkti kihi esialgset kokkupressimist ja sissetõmbamist toiteavasse teostavad toitevaltsid. Valtsid on produkti paremaks haaramiseks rihveldatud või varustatud hammastega. Ülemine valts on tavaliselt niisuguse ehitusega, et on võimalik tema vaba liikumine vertikaalsuunas produkti surve reaktsioonijõudude mõjul. See liikumine toimub koos valtsi telje ja laagritega vertikaalsete juhtsoonte teatavates piirides. Niisuguse ehituse juures toimub produkti kokkupressimine vertikaalsuunas mitte ainult valtsi raskuse mõjul, vaid ka täiendavalt vastukaalu *1* (joon. 159, *a*) või vedru arvel, mis vajutab valtsi teljele jõuga *q*.

Produkti kihi valtsidesse sissetõmbamise tingimuste selgitamiseks lahutame valtsi survejõu produktile *q* kaheks komponendiks: *N*, mis on suunatud valtsi raadiuse suhtes teatava nurga α all ja langeb kokku resulteeruva jõu suunaga, ning horisontaalkomponendiks *H*, mis surub valtsi telje kõrvale. Jõu *N* mõjul tekib tangensiaaljõud *fN* (joon. 159, *b*).

Edasi, lahutanud jõud *fN* vertikaal- ja horisontaalsuundadesse, leiame, et vertikaalsed komponendid pressivad produkti kokku, horisontaaljõud $fN \cos \alpha$ tõmbab produkti valtside vahele ja jõud $N \sin \alpha$ — takistab sissetõmbamist.

---

[1] V. P. Gorjatškin. Kogutud teosed, 5. kd. Hekslimasina ja silolõikaja teooria. Selhozgiz, 1939 (v. k.).

Selge, et produkti valtsidesse sissetõmbamise tingimuste kindlustamiseks peab olema tagatud vahekord $fN\cos\alpha > N\sin\alpha$, ehk, teiste sõnadega $f > \tan\alpha$, ehk $\alpha < \varphi$, kus φ on hõõrdenurk.

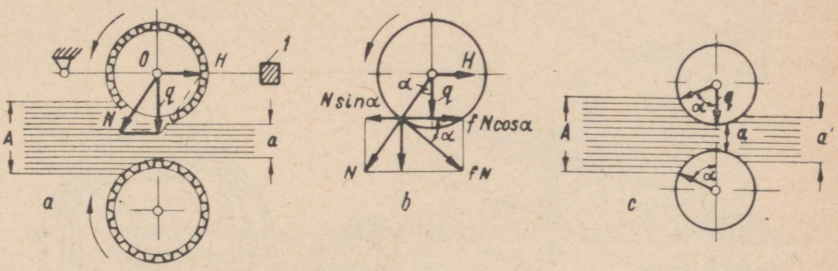
Järelikult on produkti sissetõmbamiseks valtside vahele vajalik, et haardenurk oleks väiksem produkti hõõrdenurgast valtside pinna vastu.

Põhule $\varphi = 17°$ kuni $27°$; haljasmassile $\varphi = 18°$ kuni $30°$.

Kui on teada produkti kihi esialgne paksus A ja lõplik paksus a (joon. 159, *c*), võib kergesti määrata valtside raadiuse R.

$$R = \frac{A - a}{2(1 - \cos\alpha)} \text{ [mm]}. \qquad (1)$$

Arvestades valtside rihvelduse või hammaste haaravat toimet, valitakse praktikas valtside R väiksem arvestatust ja tema suurus on harilikult 40 kuni 75 mm.



Joonis 159. Jõudude toime toitevaltside töötamisel.

Toitevaltside töö produkti pressimisel ja sissetõmbamisel on võrdlemisi suur ja akad. V. P. Gorjatškini andmete järgi moodustab hekslimasinates 30 kuni 50% kogu tööst.

Väljumisel valtside vahelt laieneb paksuseni a kokku pressitud produkt teatava paksuseni a', mis oleneb toiteava kõrgusest, etteantava kihi paksusest ja produkti elastsusest, ja, järelikult läheb osa pressimistööst kaotsi.

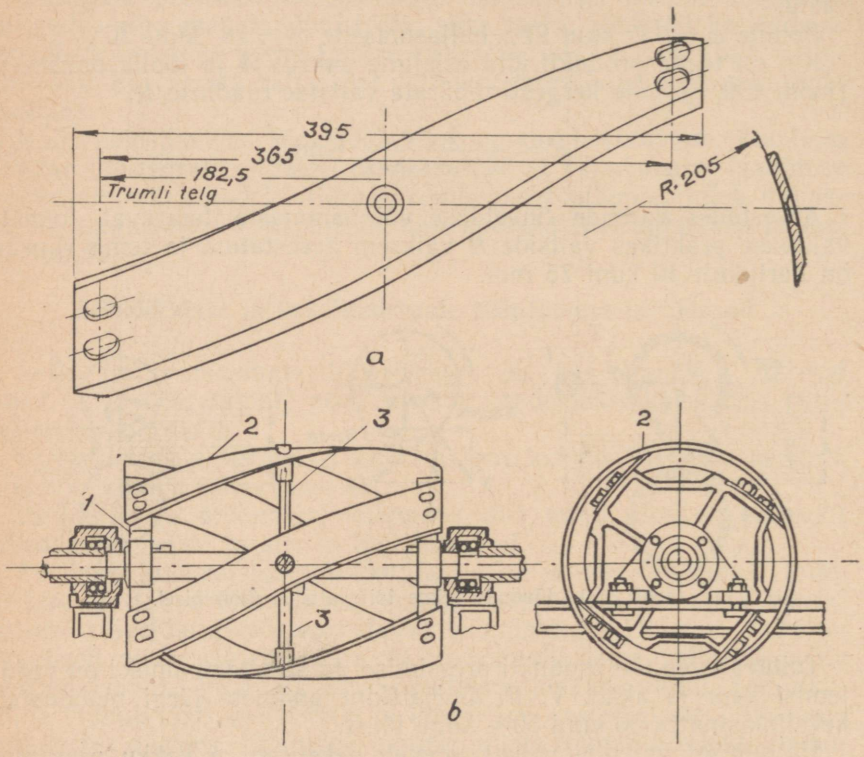
Nagu oli juba märgitud, seisab lõikamisprotsess hekslimasinates ja silolõikajates vartekimbu edaspidises tihendamises teraga ja sellele järgnevas lõikamises. Aktiivseks lõikeosaks on liikuv nuga, passiivseks aga — liikumatu toiteava alumine serv.

Trummelhekslimasinates ja -silolõikajates kasutatakse kõvera kujuga 2—3 mm paksusi terasnuge (joon. 160, *a*). Nugade terad on kogu oma pikkuses trumli teljest ühtlaselt eemaldatud ja moodustavad trumli moodustajatega kindla nurga. Trummelhekslimasinate nugade terade teritusnurk on 16°.

Möödudes toiteava eespoolse külje *1*, *2*, *3*, *4* (joon. 161) vahetus ligiduses, surub noa tera *ab* algul produkti väljaulatuvad otsad kokku ja siis, mõjudes järk-järgult, nurgast *2* nurgani *4*, lõikab nad maha. Nugade tera asetus nurga τ all loob trumli ühtlase koormuse

ja libiseva lõikamise tingimused, mis, nagu teada, vähendab tarvilikku lõikejõudu ja tõstab lõike kvaliteeti.

Iga tera punkti joonkiirus koosneb kahest komponendist: normaalsest $v_n = r\omega \cos \tau$ ja tangensiaalsest $v_t = r\omega \sin \tau$. Normaalne avaldab raiuvat mõju, tangensiaalne aga libisevat.



Joonis 160. Hekslimasina nuga ja trummel.

Suhet $\frac{v_t}{v_n} = \tan \tau$ nimetatakse libisemiskoefitsiendiks, nurka τ libisemisnurgaks.

Niisugustel nugadel on libisemisnurga τ väärtus kogu tera ulatuses konstantne ja moodustab trummelhekslimasinatel ja -silolõikajatel 18 kuni 30°.

Trumli koormus ehk, teiste sõnadega, takistusmomendi suurus trumli võllil jääb konstantseks tingimusel, kui töös olevate nugade terade pikkus on alati ühesugune.

Selle tingimuse täitmine on võimalik ainult järgmisest suhtest kinnipidamisel.

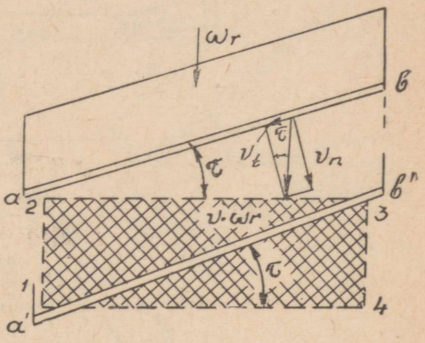
$$b \tan \chi = \frac{\pi D}{k}, \qquad (2)$$

kus b on toiteava laius,
k — nugade arv trumlil,
D — trumli läbimõõt ja
χ — pigistusnurk.

Pigistusnurgaks nimetatakse toiteava alumise ääre ja sirgjoonelise noa tera või kõvera noa tera puutuja vahel asuvat nurka. Antud juhul $\chi = \tau = \text{const}$.

Nurk χ ei tohi ületada varte hõõrdenurkade summat vastu tera ja toiteava põhja, s. t. $\chi \leqslant \varphi_1 + \varphi_2$, kus φ_1 on varte hõõrdenurk vastu noatera ja φ_2 — vastu toiteava põhja. Vastasel juhul kalduvad varred kõrvale (libisevad ära).

Trummelhekslimasinates ja -silolõikajates ei ületa nurk χ praktiliselt 30°.



Joonis 161. Trummelhekslimasina noa töötamise skeem.

Ketashekslimasinates ja -silolõikajates kinnitatakse noad vahetult kettale või ketast asendava hooratta kodaratele. Noad võivad olla sirgjoonelise (joon. 162, *a*) või kõvera (joon. 162, *b*) teraga. Viimased on oma kuju poolest ligidad arhimedese spiraalile või ekstsentrilisele ringjoonele. Sirgjoonelise teraga nuge kasutatakse silolõikajates, kõvera teraga nuge — hekslimasinates.

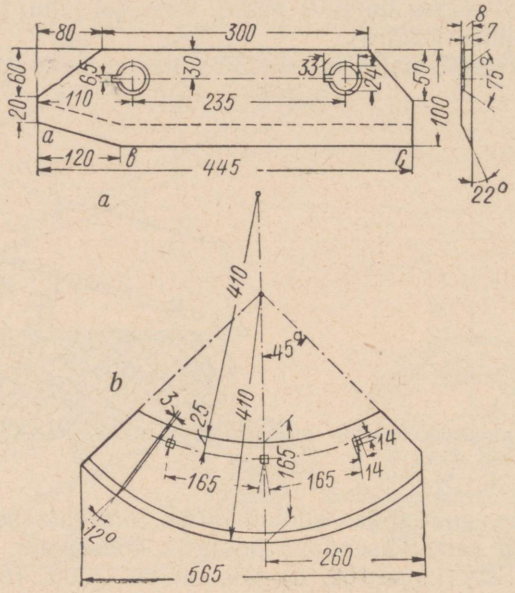
Tutvume nende töö iseloomuga. Vaatlemise lihtsustamiseks valime niisuguse variandi, kus ketta pöörlemistelg O asub toiteava *1*, *2*, *3*, *4* alumise serva tasapinnas (joon. 163).

Kui sirgjoonelise teraga noad asetada piki ketta või hooratta raadiusi, siis on nugade mõju vartele ainult raiuv, libisev lõikamine aga puudub üldse. Libiseva lõikamise saavutamiseks nihutatakse nuge pöörlemistsentri O suhtes suuruse p võrra. Iga noatera punkti joonkiirus $r\omega$, samuti kui trummelhekslimasinate ja -silolõikajate nugadelgi, koosneb kahest komponendist: produktile raiuvalt mõjuvast normaalkomponendist $v_n = r\omega \cos\tau$ ja tangensiaalkomponendist $v_t = r\omega \sin\tau$, mille toime produktile on libisev. Vastupidiselt trummelhekslimasinatele ei jää ketasmasinates libisemiskoefitsient $\frac{v_t}{v_n} = \tan\tau$ konstantseks lõikepunkti eemaldamise määral ketta pöörlemisteljest, vaid väheneb.

Noatera ja toiteava alumise serva vahele moodustatud nurk χ on samuti muutuv, χ_{max} lõikamise alguses kuni χ_{min} lõikamise lõppemisel.

Kogu noa tera pikkusel libiseva lõikamise tingimuste tagamiseks peavad noad olema asetatud nii, et χ_{min} oleks võrdne põhu hõõrdenurgaga vastu tera φ_1. Katseandmete järgi on φ_1 väärtus 18° ja järelikult on vajalik, et $\chi_{min} = \varphi_1 = 18°$.

Normaalse lõikamise tagamiseks on peale selle veel vajalik, et χ_{max} ei ületaks varem nimetatud hõõrdenurkade summat, s. t. on



Joonis 162. Ketashekslimasinate ja silolõikajate noad: ülemine — sirgjoonelise, alumine — kumera teraga.

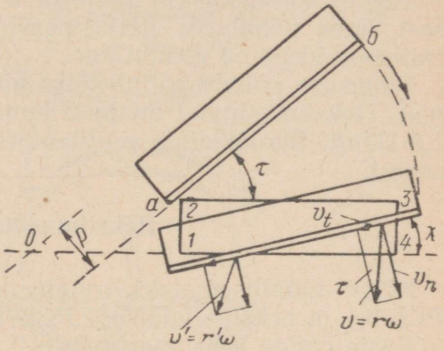
vajalik, et $\chi_{max} \leqslant \varphi_1 + \varphi_2$. Praktiliselt ei tohi χ_{max} ületada 50° (kuna $\varphi_1 \cong 18°$ ja $\varphi_2 \cong 32°$); vastasel juhul lükkavad noad põhu kõrvale ja muljuvad teda, kuid ei lõika.

Niisuguseid noa asetuse tingimusi ei ole alati võimalik täita ja seepärast valmistatakse noatera kahe sirgjoonelise osana *ab* ja *bc* (joon. 162, *a*). Nuga kinnitatakse kettale pöörlemistelje *O* suhtes selliselt, et nurk χ oleks alati 18° kuni 50° piirides.

Kui trummelhekslimasinates ja -silolõikajates on kõik terade punktid ühesugusel kaugusel pöörlemisteljest ja libisemisnurk $\tau = \text{const}$, mis tagab võlli ühtlase koormamise, siis terade erisugused punktid ketaslõikajatel omavad isesuguseid pöörlemisraadiustega võrdseid jõudude rakendusõlgi ja nurk τ väheneb lakkamatult tera tsentrist eemaldumisel. See asjaolu kutsub esile veovõlli ebaühtlase koormamise ja nõuab hooratta või suurt inertsi omava ketta ülesseadmist.

Sirgjoonelise teraga noad rahuldavad nendele esitatud nõudeid üldse halvasti. Nende kasutamist ketassilolõikajates võib õigustada ainult niisuguste nugade suur tugevus ja valmistamise lihtsus. Peale seda, nagu märgib akad. V. P. Gorjatškin, „pöörlevad silolõikajate sirgjoonelised noad kiiremini (800—1200) hekslimasinate nugadest (250 tiiru); järelikult võivad silolõikajad lõigata suurema tihendamiseta, kuid muidugi suurema jõukuluga".

Ketashekslimasinates kasutamist leidnud kumera teraga noad võimaldavad valida tera niisuguse kuju ja asetuse, mille juures libisemisnurk τ kasvab tera lõikekaare eemaldumisel pöörlemistsentrist, nurgale χ tagatakse optimaalne suurus ja võlli koormus muutub ühtlasemaks.



Joonis 163. Ketashekslimasinate sirgjoonelise teraga noa töötamise skeem.

Niisuguste nugade valmistamine on aga keerukas ja nende täpne asetus kettale on küllaltki raske.

Nugade ülesseadmisel peab kinni pidama järgmistest tingimustest:

1. Nugade terad peavad kogu pikkuses asuma peaaegu tihedalt vastu toiteava alumist serva. Suure vahe juures noad ainult muljuvad varsi, aga ei lõika neid. Nugade reguleerimist toiteava serva suhtes teostatakse nugade kinnituskohtadesse asetatud eriliste toepoltide või ümberasetatavate kiilude abil, mis nihutavad nuge kettale perpendikulaarses suunas. Üksikutel juhtudel teostatakse reguleerimist toiteava äärel asuva passiivse lõikeplaadi ümberasetamisega.

2. Trummelhekslimasinates ja -silolõikajates peavad nugade seljad asuma ligemal trumli pöörlemisteljele kui nende terad; ketaslõikajate noa pind peab olema kallutatud 3° võrra toiteava vertikaalsest tasapinnast. Niisugune asetus on vajalik selleks, et pärast lõiget valtside poolt ette antud varred vastu noa pinda ei toetuks.

ГОСТ 441-45 kohaselt peab noaterade teritusnurk olema trummelhekslimasinatel 12°, ketashekslimasinatel 16° ja ketassilolõikajatel 22°.

Hekslimasinate ja silolõikajate teoreetilist tootlikkust arvestatakse valemiga

$$Q = 60\ kabln\gamma\ [kg/h],$$

kus k on nugade arv,
a ja b — toiteava mõõdud m-s,
l — lõike pikkus m-s,
n — ketta või trumli pöörete arv minutis ja
γ — valtsidega kokku pressitud põhu või haljasmassi mahukaal kg/m³.

Põhule on γ väärtus 120 kuni 160 kg/m³, haljasmassile 360—500 kg/m³.

Tegelik tootlikkus on mõnevõrra madalam teoreetilisest tootlikkusest, kuna põhu või haljasmassi käsitsi etteandmine renni või transportöörile on ebaühtlane.

Võimsuse erikulu sõltub lõike pikkusest ja masina konstruktsioonist. Hekslimasinatel on ta 2 kuni 4 HJh/t, silolõikajatel 0,8 kuni 1,6 HJh/t. Silolõikajate ventilaatorid nõuavad umbes $^2/_3$ kogu võimsusest.

Hekslimasinate ehitus.

Kõige tüüpilisemateks trummelhekslimasinateks on hekslimasin РСБ-0,1 ja heksli-silolõikaja РСБ-1,0.

Käsiajamiga hekslimasin РСБ-0,1 (joon. 164) on määratud ainult koresöötade lõikamiseks. Oma väikese tootlikkuse (60 kuni 100 kg/h) tõttu on ta kohane ainult väikese loomade arvuga farmidele või niisugustele, kus lõigatud koresööta kasutatakse vähe.

РСБ-0,1 koosneb alusest, nugade trumlist, toitevõllidest, toiteavast, ülekandemehhanismist ja toiterennist.

Alus on malmist ja koosneb kolmest poltidega ühendatud osast. Aluse ülemisel plaadil asetsevad tugikud, milledele nagu laagritele, asetatakse trumli võll ja alumine ning ülemine toitevalts, mis kinnitatakse poltide abil kaantega. Plaadile on samuti kinnitatud malmist toiteava.

Trummel koosneb kahe kettaga võllist. Ketastele on poltidega kinnitatud 4 vindikujuliselt painutatud nuga (joon. 160). Nugade terad on asetatud selliselt, et nad moodustavad toiteava alumise äärega 20°-lise nurga (nurk $\tau = \chi = \text{const}$). Nugade reguleerimist toiteava serva suhtes teostatakse ketastel asuvate toepoltide abil.

Toitevaltsid on hambulised. Ülemine on kinnitatud laagritesse selliselt, et tema vertikaalne liikumine on võimatu. See tingib valtsidevahelise tööpilu muutmatu suuruse ja nõuab, et piki renni etteantava põhu kiht oleks ühtlane.

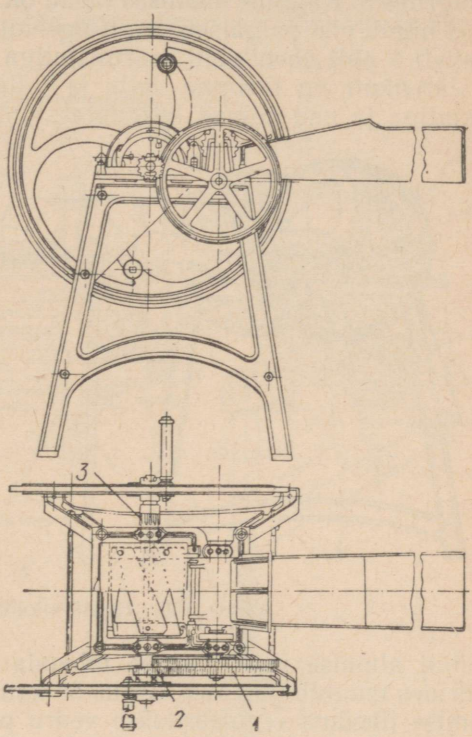
Toiteava on muutmatu kõrgusega. Tema sisemised mõõted on 165×50 mm. Toiteava horisontaalsetele tagumistele servadele on tehtud hambad, mis lähevad valtside hammaste vahele. Nende ülesandeks on valtside puhastamine pealekerkinud vartest.

Ülekanne trumli võllilt valtside võllidele toimub hammasrataste abil ja võimaldab valtside kahe pöörlemiskiiruse, ja järelikult ka kahe lõikepikkuse saamist: 10 ja 14 mm. Selleks otstarbeks on alumise valtsi võllile kinnitatud kaheastmeline hammasratas *1*, mille paneb liikuma trumli võllil asetsev hammasratas *2*. Ülemine valts on alumisega sidestatud ühesuguse hammaste arvuga hammasrattapaari abil. Lõikepikkuse muutmiseks vahetatakse hammasrataste *2* ja *3* asukohad.

20 ja 28 mm pikkuse lõike saamiseks tuleb kettalt kaks vastakuti asetsevat nuga maha võtta.

Trumli võll pannakse pöörlema käsitsi hoorattale kinnitatud vända abil. Võlli normaalne pöörete arv minutis on 40—45.

Hekslimasina normaalse töö tähtsamateks tingimusteks on: 1) täpne nugade asetus toiteava serva suhtes (vahe ei tohi ületada 0,5 mm), 2) noaterade õigeaegne teritus, kusjuures peab säilitatama esialgne teritusnurk (16°), 3) toiteava alumise serva, mis on ühtlasi ka passiivseks lõikeplaadiks, perioodiline teritus (tema teritusnurk peab olema umbes 70°) ja 4) põhu etteandmine peab olema võimalikult ühtlane.



Joonis 164. Hekslimasin РСБ-0,1.

Mehaanilise ajamiga heksli-silolõikaja РСБ-1,0 (joon. 165) on määratud mitte ainult koresöötade, vaid ka haljasmassi lõikamiseks. Ta koosneb, samuti nagu РСБ-0,1, alusest, nugadega trumlist, toitevaltsidest, toiteavast, ülekandemehhanismist ja toiterennist, kuid erineb eelmisest konstruktiivselt ja on mitmes suhtes palju täiuslikum.

РСБ-1,0 alus koosneb poltidega nurkrauast jalgadele kinnitatud malmplaadist.

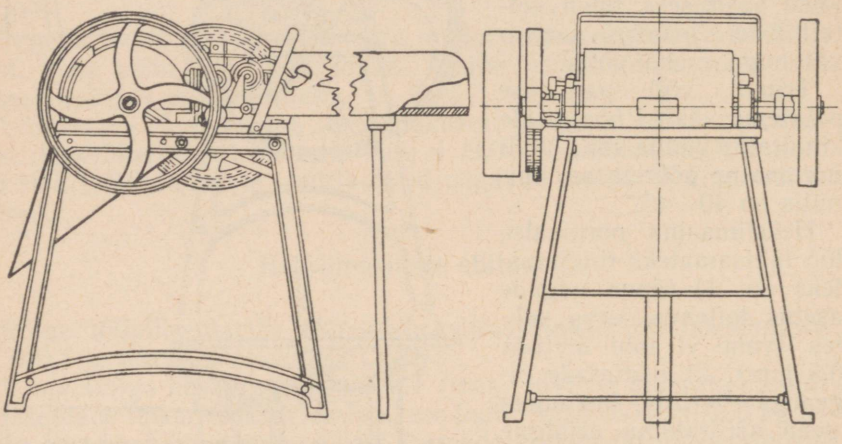
Alusplaadi peale on poltidega kinnitatud trumlivõlli kahe kuullaagri kered, alumise valtsi laagrid ja ülemise valtsi nõjased.

Lõiketrummel (joon. 160, *b*) koosneb võllist ja temale asetatud kolmest kettast *1*, milledele on poltidega kinnitatud neli vindikujuliselt painutatud nuga *2*. Noaterad moodustavad toiteava alumise

servaga 30°-lise nurga. Nugade asetuse reguleerimine toiteava suhtes toimub ainult keskmisele kettale asetatud toepoltidega *3*. Trumlivõll pöörleb kinnistes kuullaagrites.

Alumine toitevalts *4* (joon. 166) on malmist ja sile. Tema võll asub masina alusele kinnitatud laagrites *9*. Ülemine toitevalts *3* on samuti malmist, kuid rihvelpinnaga ja tema võll asub tõstekangide laagrites *8*. Kangide ülemised otsad on kinnitatud valatud kaanele *2*, mis liigub piki paigalseisvate külgseinte juhtsooni. Tõstekangid *8* on kahvli *6* abil ühendatud vedruvajutiga *7*.

Järelikult on ülemine valts ja toiteava kaas koormatud vedruvajutiga ja nad võivad kokkupressitud põhukihi reaktsioonijõudude



Joonis 165. Heksli-silolõikaja РСБ-1,0.

mõjul alumise valtsi suhtes nihkuda vertikaalsuunas. Selle nihke piirides muutub toiteava kõrgus 65 kuni 85 mm. Produkti kokkupressimise tihedust reguleeritakse vedru pingega. Ülemine liikuv valts teeb masina produktikihi ebaühtlase etteandmise suhtes vähem tundlikuks.

Toiteava on kokkupandav. Ta koosneb kahest külgseinast, liikuvast ülemise valtsi kaanest ja alusplaadile kinnitatud alumisest plaadist *5*. Plaat on passiivseks lõikeosaks ja ta eespoolne serv teritatakse 70°-lise nurga all. Plaat on alusele kinnitatud poltidega. Poldid läbivad plaadi vastavaid pilusid, mis lubab reguleerimisel plaati noaterade suhtes nihutada.

Ülekandemehhanism trumlivõllilt alumisele ja ülemisele valtsile koosneb hammasratastest, mis võimaldab saada kaks valtside pöörlemise kiirust ja järelikult ka kaks lõikepikkust, 14 ja 20 mm.

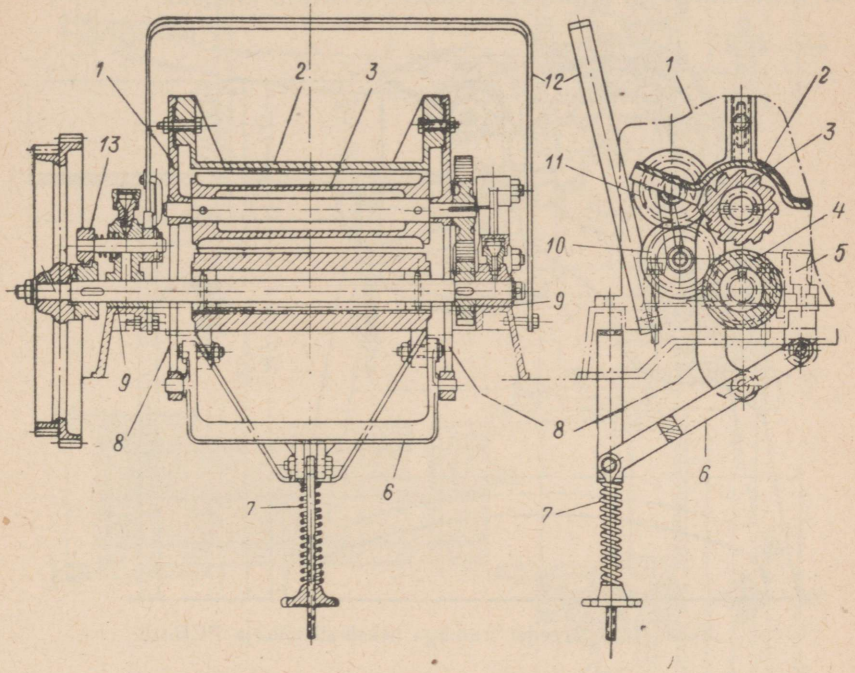
Ülekande skeem on üldjoontes samasugune, kui РСБ-0,1, kuid on täiendatud põrk-lülitusmuhviga *13* ning valtside sidestamiseks kahe ülekandehammasrattaga *10* ja *11*.

Lülitusmuhv on trumlivõllile kinnitatud juhtliistu abil ja liigub ekstsentrilise võlli, kahvli ja käsikangi *12* abil piki valtsi võlli. Muhvi

sisselülitamisel ühendub kaheastmeline hammasratas alumise valtsi võlliga, väljalülitamisel tiirleb vabalt sellel võllil.

Valtsidevahelisest ülekandest võtab osa neli ühesuguse hammaste arvuga hammasratast, milledest kaks, sidestusrattad, pöörlevad vabalt tappidel. Nad on toodud konstruktsiooni, seoses ülemise valtsi liikuva ehitusega.

Kahe vastakuti asuvate nugade mahavõtmisega võib saada 28 ja 40 mm pikkuse lõike.



Joonis 166. Heksli-silolõikaja РСБ-1,0 toitemehhanism.

Trummelvõlli vabadele otstele on kinnitatud hooratas ja rihmratas.

Selle heksli-silolõikaja põhilised tehnilised andmed on toodud tabelis 30.

Varem meie tehaste poolt toodetav trumliga heksli-silolõikaja РСБ-0,6 (joon. 167) on peaaegu samasuguse ehitusega kui РСБ-1,0.

Üleliidulise Mehhaniseerimise Instituudi (ВИМ-i) poolt on РСБ-0,6 jaoks loodud täiendav šreeder-seadis, mille ülesandeks on põhu lõhestamine piki kiudu ja hekslite läbihõõrumine.

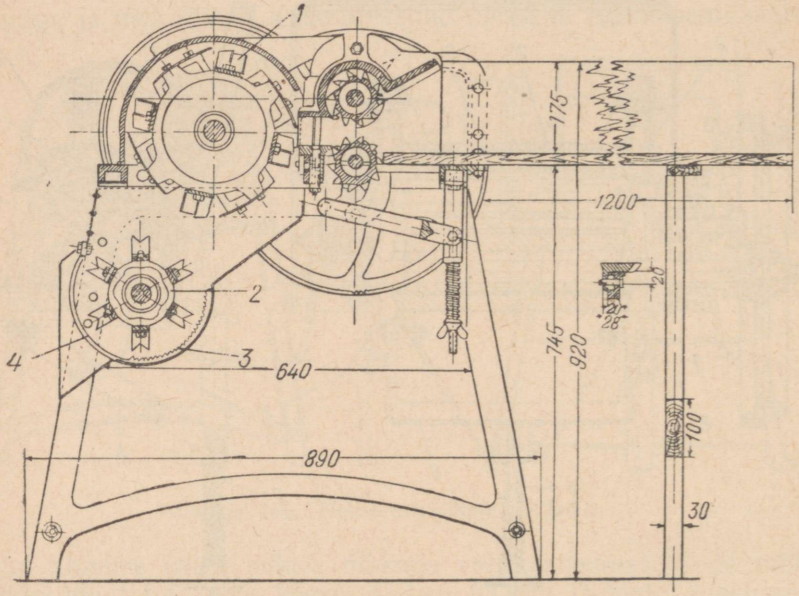
Selle masina trumli ketastele on nugade vahele monteeritud veel neli plaati radiaalsete nugadega *1*. Igale plaadile on kinnitatud 23 nuga. Noad on ühekülgse teraga ja Г- ning П-kujulised.

Trumli pöörlemisel tungivad radiaalsed noad toiteavast väljaula-

tuvasse massi ja lõhestavad ta piki kiude. Enne igat põikilõiget toimub üks lõige pikuti.

Šreeder-trummel *2* on kinnitatud kahele nõjasele, mis on poltidega aluse esimeste jalgade külge kruvitud. Ta koosneb võllist, kolmest kettast kuue lati kinnitamiseks ja lattidest. Šreeder-trumli läbimõõt on 200 mm.

Latid on valmistatud 3 mm paksusest nurkterase ribast ja on ketastele kinnitatud 30 mm kaugusel üksteisest. Lattide välispinnad on väljalõikega ja kujutavad enesest teravaid kiilusid.



Joonis 167. Šreeder-trumliga heksli-silolõikaja РСБ-0,6.

Trumli alla on asetatud rihvelpinnaga korv *3*. Eestpoolt on trummel kaetud vertikaalsetest liistudest koostatud võrega *4*.

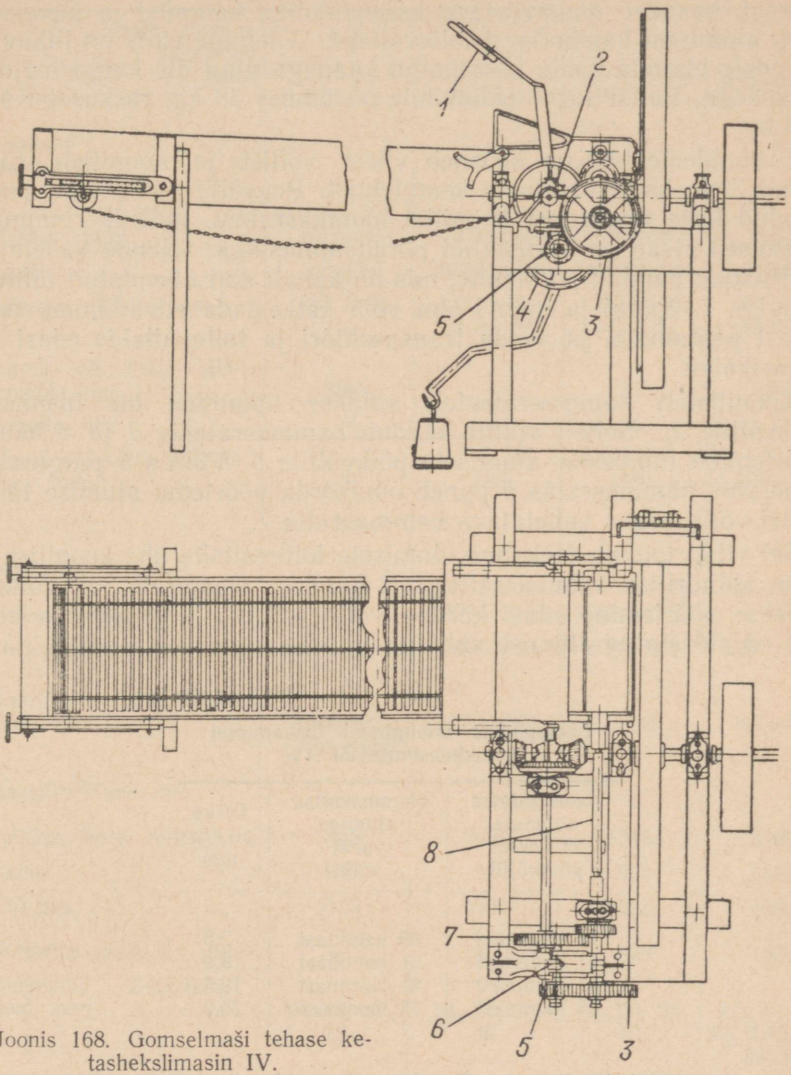
Pöörlemise ülekandmine šreeder-trumlile toimub keti abil lõiketrumli võllilt. Keti ülekande suhe $i = 3$.

Lõiketrumli poolt maha lõigatud põhu või teiste koresöötade tükid varisevad piki kaldrenni šreeder-seadisesse, kus latid neid täiendavalt vastu korvi rihveldatud pinda lõhestavad. Peenestatud ja lõhestatud valmisprodukt langeb võre liistude vahelt masinast välja.

Mehaanilise ajamiga ketashekslimasina näitena toome Gomselmaš'i hekslimasina IV kirjelduse. See masin on saanud laialdase leviku, kuigi teda viimasel ajal enam ei valmistata.

Ta omab prussidest valmistatud puuraami (joon. 168). Prussid on omavahel kinnitatud pingutusvarraste ja poltidega. Laudadest valmistatud toiterenn on varustatud liisttransportööriga, mis koosneb kolmest ketist ja nende lülidele kinnitatud 2×20 mm põiklõikega raudliistudest. Transportööri lint on pandud kahele rullile, mil-

ledest eespoolne on vedajaks. See rull on valatud malmist ja lindi kettide paremaks haaramiseks on ta pealispind tehtud tahuliseks. Teine rull on puust, silindriline ja varustatud seadisega transpor-



Joonis 168. Gomselmaši tehase ketashekslimasin IV.

tööri lindi pingutamiseks. Renni põhjale on kettide alla löödud raudribad.

Noaketas ($D = 1300$ mm) on kinnitatud peavõllile, mis toetub kolmele malmpuksiga laagrile. Ketas kujutab enesest malmvalust nelja kodaraga hooratast. Igale kodarale on kinnitatud üks kumera teraga nuga. Terade asendi reguleerimine toiteava serva suhtes ja

nugade kallaku seadmine teostatakse tugipoltide abil, mis on kruvitud kodaratesse.

Toitemehhanism on monteeritud raamile ja koosneb kahest külgseinast, kaanest, mahavõetava terasplaadiga kammist ja ülemisest ning alumisest hambulisest toitevaltsist. Ülemine valts on liikuv ja on peale iseenda kaalu koormatud kaanega ning üle kangi mõjuva raskusega. Valtsi surve põhukihile on umbes 38 kg, raskusega aga 143 kg.

Ülekandemehhanism koosneb viiest võllist ja kooniliste ning silindriliste hammasrataste komplektist. Peavõllile on vabalt peale pandud kaks ühesugust koonilist hammasratast, millede rummude sisemised otsad on varustatud põrkhammastega. Nende vahele on juhtliistule pandud põrkmuhv, mis on kahvli abil ühendatud lülituskangiga *1*. Kangi ja muhvi abil võib katkestada etteandmist noaketast peatamata, ja saada transportööri ja toitevaltside edasi- ja tagasikäiku.

Koonilistelt hammasratastelt antakse liikumine üle ülemisele põikvõllile *2*. Sellelt võllilt kandub hammasrataste *3* ja *4* kaudu pöörlemine lühikesele alumisele põikvõllile *6*. Võllile *6* paigutatud vahetatav hammasratas *5* paneb omakorda pöörlema alumise toitevaltsi võllil asuva vahetatava hammasratta *7*.

Sel viisil toimub ülekanne alumisele toitevaltsile ühe koonilise ja kahe silindrilise hammasrattapaari kaudu. Ülemisele toitevaltsile antakse pöörlemine edasi kardaanvõlli ja kahe hammasratta abil, mis on sidestatud alumise valtsiga.

Tabel 29

Lõikepikkus erisugustel ülekannetel ketashekslimasinal IV.

Hammasratas alumisel lühikesel põikvõllil	Hammasratas alumise valtsi võllil	Lõike pikkus mm
13 hammast	39 hammast	2,5
21 hammast	31 hammast	8,9
31 hammast	21 hammast	19,5
39 hammast	13 hammast	25,0

Transportööri lindi veorull käitatakse alumise toitevaltsi vabalt otsalt vedaja, veetava ja sidestushammasratta abil.

Ülekandemehhanismi ja vahetatavate hammasrataste abil võib saada neli põhilist lõikepikkust (tabel 29).

Ainult kahe noaga töötamisel võib saada veel neli lõikepikkust 5, 17, 39 ja 50 mm.

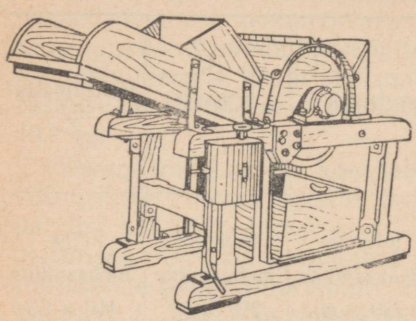
Hekslimasina IV põhilised tehnilised andmed on toodud tabelis 30.

Hekslimasinate ja heksli-silolõikajate tehniline iseloomustus.

Masina tüüp ja valmistaja tehas / Andmete nimetus	РСБ-0,1	РСБ-0,6[1]	РСБ-1,0	Hekslimasin[1] IV
Masina tüüp	trummel-	trummel-	trummel-	ketas-
Ajam	inimjõul	mehaaniline	mehaaniline	mehaaniline
Toiteava mõõdud mm	165 × 50	230 × 40 kuni 60	320 × 60 kuni 80	410 × 65 kuni 85
Trumli või ketta läbimõõt mm	202	—	280	1300
Nugade arv	4	4	4	4
Trumli või ketta pöörete arv min.	40	180	350	150—200
Tootlikkus kg/h:				
sileerimisel	—	1500—2000	2000—2500	—
hekseldamisel	60—100	500—700	600—800	600—1000
Jõuallika vajalik võimsus HJ	käsiajam, (2 inimest)	1,5—2,0	2—3	3,5—4,5
Gabariitmõõdud mm				
pikkus koos renniga	1445	2000	1815	3100
laius	945	920	925	1800
kõrgus	1125	1030	1034	1600
Rihmratta läbimõõt mm	—	400	400	500
Võimalikud lõikepikkused mm	10, 14, 20, 28	14, 20, 28, 40	14, 20, 28, 40	2,5, 5, 8,5, 17, 19,5, 25, 39, 50
Energia erikulu HJh/t	—	—	hekseldamisel 2,8 sileerimisel 0,9	3,4
Masina kaal kg	135	220	200	640

[1] Tootmine lõpetatud.

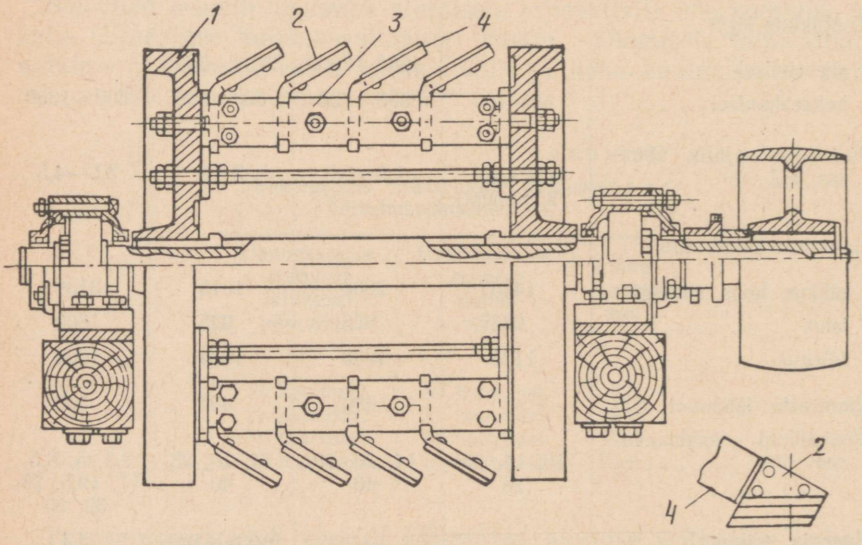
Omapärane lõikeaparaadi trumli ehituse konstruktsioon on ВИМ-i poolt välja töötatud põhupeenestajal (joon. 169). Ta on määratud koresöötade varte lõikamiseks ja lõhestamiseks, haljasmassi sileerimiseks ja koresöötade ning juurvilja üheaegseks lõikamiseks.



Joonis 169. Põhupeenestaja (üldvaade).

Põhupeenestaja koosneb puualusest, millele on asetatud lõiketrummel, korv ja toiterenn. Trummel (joon. 170) koosneb kuullaagritesse paigutatud võllist, kahest malmkettast *1*, neljast liistupaarist *3*, kuueteistkümnest hoidjast *4* ja nende külge needitud nugadest *2*.

Hoidjad koos nugadega on trumli ketaste pöörlemispinna suhtes painutatud ja moodustavad trumli moodustajatega 45° nurga. Noad on trapetsikujulised. Nende sirgjoonelised terad asuvad passiivse lõiketera serva suhtes 30° nurga all.



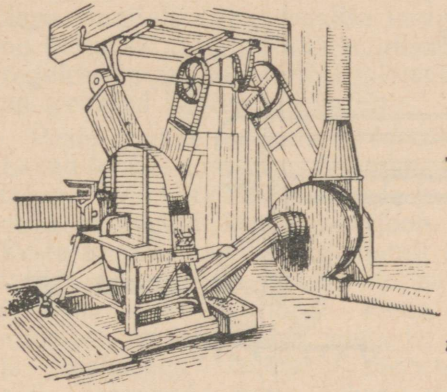
Joonis 170. Põhupeenestaja trummel.

Korv koosneb neljast terasliistust, mis on samuti nagu trumli noahoidjadki, painutatud 45° nurga all. Liistud on kinnitatud aluse prus-

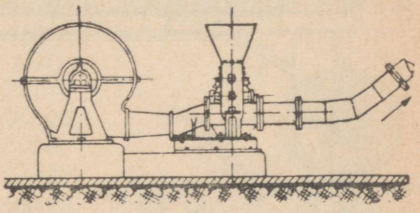
sidele riputatud nurkrauale. Korvi kinnituse konstruktsioonis on ette nähtud noaterade ja trumliliistude vahe muutmise võimalus 0,5 kuni 2 mm piirides.

Korvi kõrvale on asetatud vahetatav rest, mis koosneb trumli moodustajatega paralleelselt asetatud liistudest. Vahetatavate restide komplektis on kolm resti 15, 25 ja 50 mm-se liistude vahega, üks rivisõel ja sile kilp. Rivisõel asetatakse masinale kuiva heina peenestamisel, sile kilp — haljasmassi sileerimisel. Viimasel juhul avatakse produkti väljumiseks trumli kesta tagumine luuk.

Trumli pikkus on 350 mm ja läbimõõt 450 mm. Tema normaalne pöörete arv minutis on 1000. Liikudes joonkiirusega umbes 20 m/sek, lõikavad trumli noad söödaosakesed maha ja lõhestavad nad vastu



Joonis 171. Pneumaatilise transportööriga ketashekslimasina ülesseadmine.



Joonis 172. Pneumaatiline transportöör hekslite jaoks.

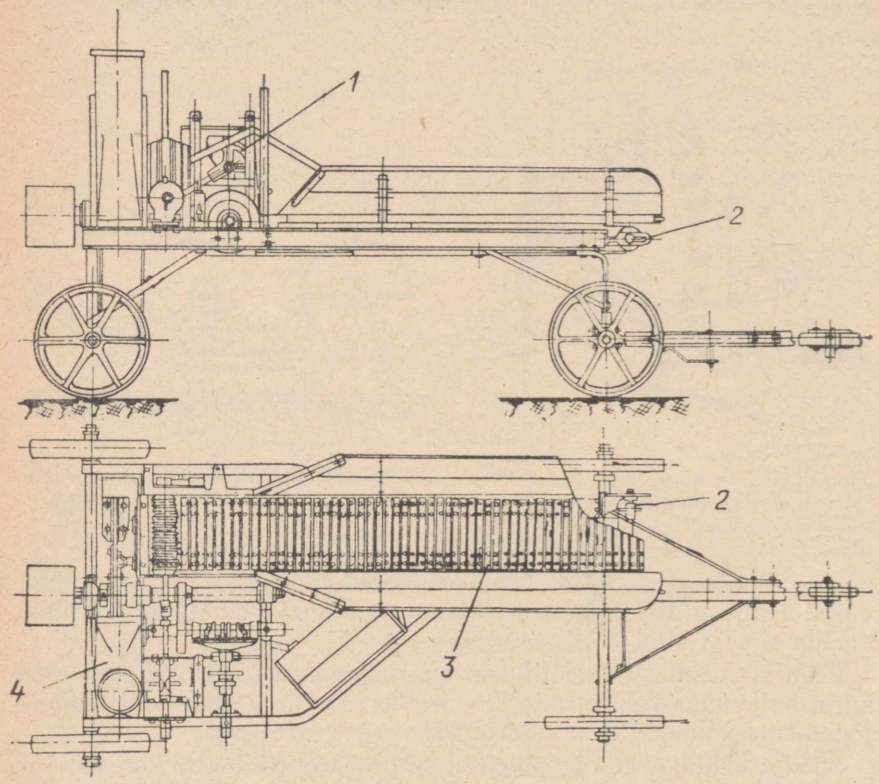
sõela liistude servi. Lõhestatud osakesed langevad liistude vahelt välja. Haljasmassi lõikamisel viskab trummel mahalõigatud tükid mööda siledat kilpi masinast välja.

Peenestamismasina tootlikkus on rukkipõhu lõikamisel 350—500 kg/h, haljasmassi sileerimisel — 4 t/h. Masina käitamiseks vajalik jõumasina võimsus on 5 kuni 12 HJ.

Söödatsehhides, kus tehnoloogiline protsess näeb ette koresöötade lõikamist ja aurutamist, seatakse hekslimasin harilikult üles eraldi ruumi (juurdeehitusse). See ruum peab olema läbisõidetav sisseveetava põhu mahalaadimise hõlbustamiseks. Hekslitagavara hoidmiseks on otstarbekohane valmistada vastavate mõõtudega salved. Veel parem on, kui salved punkrite näol on asetatud söödatsehhi aurutamisosakonna laetaladele või selle osakonna vahetusse lähedusse, kusjuures hekslite toimetamine salvedesse toimub mehaanilisel teel. Selleks otstarbeks võib masinajamiga hekslimasinat varustada pneumaatilise transportööriga.

Joonisel 171 on näidatud pneumaatilise transportööriga varustatud mehaanilise ajamiga ketashekslimasina ülesseadmise üks variante. Kogu seadet käitab elektrimootor lühikese transmissioonvõlli abil. Ekshauster haarab hekslid vahetult masina alt ja vastavalt vajadusele transpordib nad kas laetaladele asetatud punkritesse või all asuvatesse salvedesse.

Hekslite transportimiseks hekslimasinast aurutamiskohani on võimalik kasutada ka madalrõhuventilaatoreid (joon. 172), mis on ühendatud puistekolu kaudu õhutorustikuga. Sel juhul satub puistekolusse pandav produkt õhuvoolu mõju alla, vältides ventilaatori labasid.



Joonis 173. Silolõikaja PKC-12.

Silolõikajate üldehitus.

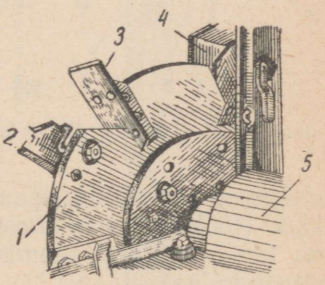
Silolõikajad, mis on võetud kodumaistes tehastes massilisele tootmisele, ehitatakse suurele tootlikkusele arvestatud mehaanilise ajamiga varustatud ümberpaigutatavate masinate näol. Nendest on

Kurgani tehase silolõikaja PKC-12 10—12-tonnise tunnitootlikkusega ketasmasin, mille lõikeaparaadi ehitus on ette nähtud ainult haljasmassi lõikamiseks ja selle transportimiseks silotorni või -auku. 5—6-tonnise tunnitootlikkusega silolõikaja PCC-6 on samuti ketasmasin, kuid omab täiuslikuma lõikeaparaadi, mille tõttu teda võib ühesuguse eduga kasutada nii haljasmassi kui ka põhu ja heina lõikamisel.

Silolõikaja PKC-12 (joon. 173) koosneb järgmistest põhiosadest: ratastele asetatud raamist, lõikeaparaadist, pneumaatilisest transportöörist, toitemehhanismist ja ülekandemehhanismist.

Lõikeaparaat (joon. 174) koosneb 860 mm-se läbimõõduga kolme noaga *2* teraskettast *1*, mis malmrummu abil on jäigalt kinnitatud peaveovõllile. Ketta võll on asetatud kahele kaherealisele kuullaagrile ja tema vabale otsale on kinnitatud veoratas. Kettale on poltidega kinnitatud sirgjoonelise teraga noad. Nugade ja ketta vahele on poltidele asetatud kiilukujulised liistud ja toed, mis lubavad reguleerida nugade asetust toiteava alumise serva suhtes. Noaterad on teritatud 22°-lise nurga all.

Peale nugade on kettale veel kinnitatud kuus ventilaatorilaba *3*. Labad loovad torustikus õhurõhu, mille abil lõigatud mass toimetatakse torni. Ketas koos nugade ja labadega on kaetud kestaga *4* (joon. 173). Kesta alumine osa on liikumatult kinnitatud raamile ja omab torustikuga ühendamiseks harutoru. Kesta ülemine osa on lahtivõetav, hingedel liikuv ja lukkudega suletav. Tööprotsessi ajal haaravad ketta labad nugade poolt maha lõigatud massi ja viskavad selle harutoru kaudu torustikku. Labadega loodud õhurõhk transpordib haljasmassi torustikus 10—12 m kõrguseni.



Joonis 174. Silolõikaja PKC-12 lõikeaparaat.

Silolõikaja toitemehhanism koosneb liist-transportöörist *3*, jaotustrumlist *1* ja kahest toitevaltsist.

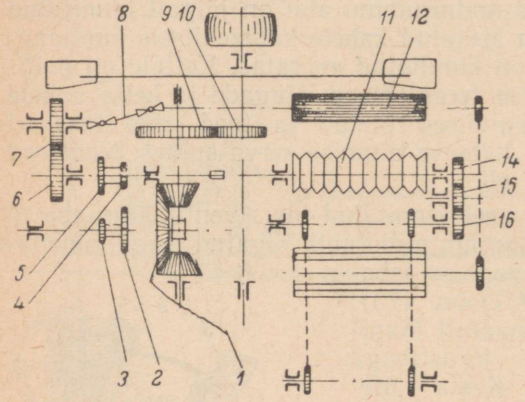
Transportöör *3* on asetatud kahele rullile, milledest eespoolne on vedajaks. Veetav rull *2* omab seadise transportööri pingutamiseks. Transportööri ülemine haru toetub kahele nurkrauale, alumine ripub vabalt raami all.

Jaotustrummel *1* on asetatud transportööri eespoolse otsa kohale ja kujutab enesest õõnsat silindrit, mille välispinnale on kinnitatud nurkrauast ribid. Trumli võll koos laagritega on kinnitatud selliselt, et võimaldab teatavates piirides trumli vertikaalset liikumist. Pöörlemisel venitab trummel oma ribidega transportööri poolt etteantava produkti ülemist kihti, eelnevalt tihendab teda ja annab edasi toitevaltsidesse.

Toitevaltsid on malmist, kusjuures alumine omab hambulise pinna, ülemine aga rihvelpinna pikuti rihveldusega. Ülemine, liikuv valts on koormatud vedruvajutiga. Ta liigub koos oma võlli ja laagritega piki külgseinte vertikaalseid juhtsooni.

Toiteava on moodustatud kahest külgseinast ja alumisest kammist. Kammi hambad on määratud alumise valtsi puhastamiseks pealekerinud rohust. Kammi peale kinnitub poltidega terasplaat, mis on passiivseks lõiketeraks. Toiteava mõõdud on: laius 372 mm ja kõrgus 32 kuni 175 mm.

Joonisel 175 on näidatud PKC-12 ülekandemehhanismi skeem. Siin antakse pöörlemine kettavõllilt üle alaliselt sidestatud hammasrataste *10* ja *9* kaudu ülekande pikivõllile. Viimasele on vabalt paigutatud kaks koonilist hammasratast, nende vahele aga juhtliistul liikuv lülitusmuhv. Mõlemad koonushammasrattad on alaliselt sidestatud põikvõlli hammasrattaga *1*. Lülitusmuhv on kahvli abil ühendatud kangiga, mis on üles välja toodud ribarauast raami kujul. Muhv võib olla asetatud kolme asendisse. Muhvi ettepoole nihutamisel saavutatakse valtside ja transportööri edasikäik (töökäik), tahapoole nihutamisel aga — tagasikäik. Viimast on tarvis valtside ummistumisel, (mida tingib produkti ülemäära etteandmine).



Joonis 175. PKC-12 ülekandemehhanismi skeem.

Ülekande põikvõll paneb pöörlema ketirattapaari *2* ja *4* abil alumise valtsi. Ülemist valtsi käitatakse alumiselt valtsilt kahe karpi asetatud hammasratta *6* ja *7* abil. Kuna ülemine valts on liikuv, on tema võllile asetatud kaks kardaanliigendit.

Trumlit käitatakse ülemiselt valtsilt kettajami abil; transportööri veorulli käitatakse alumiselt valtsilt hammasrataste *14*, *15* ja *16* kaudu, milledest *15* on sidestusratas.

Ülekanne ketta võllilt toitevaltsidele lubab saada neli valtside pöörlemiskiirust, mis on arvestatud 10, 12, 16 ja 20 mm-sele lõikepikkusele. Selleks otstarbeks on ette nähtud kaks ümberasetatavat ketthammasratast *3* ja *5*.

Asetades keti ketiratastelt *2* ja *4* ketiratastele *3* ja *5*, saame veel ühe kiiruse, kui aga ketirattaid *2* ja *3* nihutada piki võlli ja ühendades ketiga rattad 3—4 ja 2—5, saame veel kaks kiirust. Ülekandemehhanism on pealt kaetud kestaga.

Silolõikaja varustatakse 10 m pikkuse torude komplektiga ja

Tabel 31

Silolõikajate tehnilised andmed.

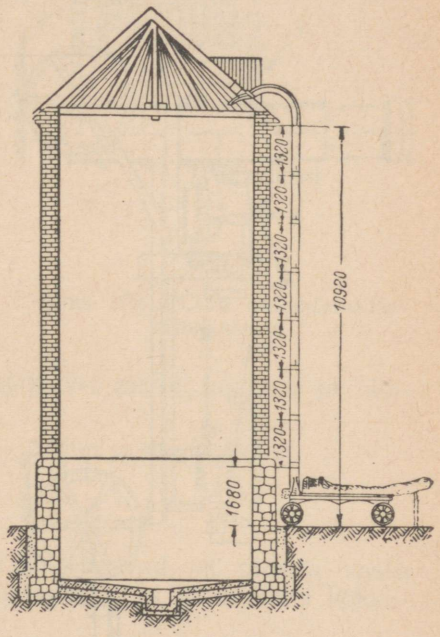
Andmete nimetus	PKC-12	PCC-6
Rihmaratta läbimõõt mm	300	—
Rihmaratta pöörete arv minutis	700—800	350
Vajalik võimsus HJ	15 - 20	8—10
Tootlikkus t/h	10—20	5—6
Silomassi tõstmiskõrgus m	kuni 10	kuni 10
Gabariitmõõdud:		
pikkus mm	3000	2500
laius mm	1552	1800
kõrgus mm	1660	1950
kaal koos torudega kg	950	670

deflektoriga, mis asetatakse torude ülemisele otsale. Deflektori ülesandeks on muuta lõigatud massi liikumissuunda ja suunata ta torni või auku.

Silolõikaja PKC-12 tehnilised andmed on toodud tabelis 31.

Sileerimisel torni peab silolõikaja olema asetatud selliselt (joon. 176), et tema pikitelg oleks radiaalne torni suhtes ja rihmaratas suunatud torni poole. Rihmaratas peab olema eemaldatud torni seinast 0,75—1,0 m. Silolõikaja peab olema kindlalt kinnitatud ja looditud.

Üksikutest lülidest koosnev torustik monteeritakse kokku maa peal ja tõstetakse hiljem nööri ja ploki abil üles ning kinnitatakse masinale ja torni seinale või luugile. Torustiku ülemisele otsale asetatakse deflektor, mille vaba ots läbib avatud torni luugi.

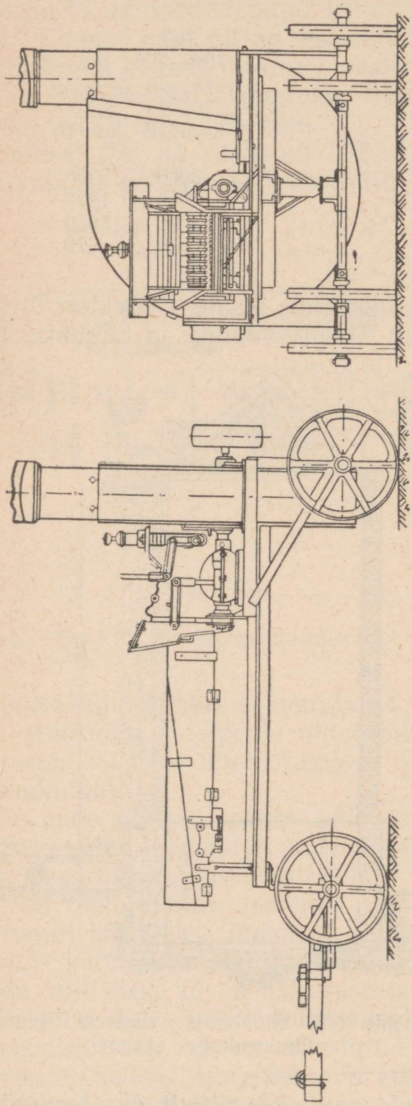


Joonis 176. Silolõikaja silotorni juurde ülesseadmise skeem.

Sileerimisel kraavi seatakse silolõikaja üles 0,75—1,0 m-i kaugusele kraavi äärest. Harutorule pannakse ainult üks torustiku lüli ja deflektor. Kraavi täitumisel liigutatakse silolõikajat piki kraavi äärt.

Silolõikaja PCC-6 (joon. 177) on lihtsama ehitusega. Ta erineb silolõikajast PKC-12 lõikeaparaadi, toitemehhanismi ja ülekandemehhanismi ehituse poolest.

PCC-6 lõikeaparaat koosneb kahest kumera teraga noast (joon. 178) ja toiteava alumisest servast, mis on passiivseks lõiketeraks. Noad on poltidega kinnitatud kodaratele *1*. Poldid võimaldavad nugade asendi reguleerimist toiteava serva suhtes. Terade kuju on valitud selline, et ta tagab soodsad lõikamistingimused. Erinevalt sirgjooneliste teradega nugadest toimub siin libisev lõikamine kogu tera pikkusel, millest tingituna pigistusnurk jääb konstantseks.



Joonis 177. Silolõikaja PCC-6.

Kodarate otstele on kinnitatud kaks laba *2*, mis loovad torustikus õhuvoolu lõigatud massi transportimiseks kuni 10 m kõrgusega torni.

Transportimist hõlbustab suurel määral labade pilduv toime, mis viskavad produktiosakesed eemale tsentrifugaaljõu mõjul.

Toitemehhanism koosneb transportöörist ja kahest hambulisest valtsist. Ülemine valts on liikuv ja koormatud vedruga. Tema kiireks tõstmiseks valtside ummistumise korral on olemas käsikang.

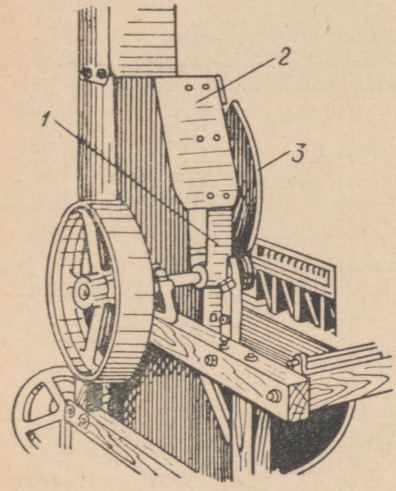
Ülekandemehhanism (joon. 179) võimaldab kuue lõikepikkuse saamist: 5, 14, 21, 24, 36 ja 95 mm. Koonilised hammasrattad *1*, *2* ja *3* ning muhv on asetatud karpi ja pöörlevad õlis. Ülekannet põikvõllilt *4* ülemisele valtsile teostavad hammasrattad *5*, *6*, *7* ja *8*, alumisele valtsile aga hammasrattad *5*, *6* ja *7*. Vahetades hammasrataste *5* ja *6* asukohad, saavutatakse valtside teine pöörlemiskiirus. Alumise valtsi võll käitab hammasrataste *9* ja *10* abil transportööri veorulli.

Silolõikaja PCC-6 tehnilised andmed on antud tabelis 31.

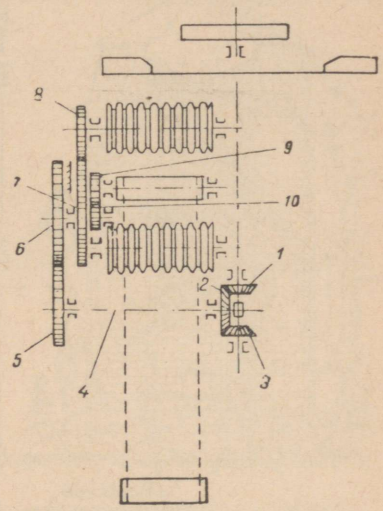
Silohoidlad, nende täitmise ning silo tihendamise ja väljavõtmise mehhaniseerimine.

Silo varumine ja hoidmine toimub silotornides, kraavides või aukudes. Parimaks silohoidlaks on tornid. Tornides on silo kaod minimaalsed ja moodustavad 3—5%, kraavides aga küünivad kuni 15%. Silo väljavõtmine tornidest on palju lihtsam.

Tornid ehitatakse puidust või tellistest (joon. 180). Nende maht küünib kuni 300 t-i.



Joonis 178. Silolõikaja PCC-6 lõikeaparaat.



Joonis 179. PCC-6 ülekandemehhanismi skeem.

Tüüpehitustel peetakse kinni järgmistest mahu, kõrguse ja läbimõõdu suhetest:

300-tonnisel	tornil	on	läbimõõt	7,00 m	ja kõrgus	13,0 m
200	„	„	„	6,15 „	„ „	11,5 „
150	„	„	„	4,60 „	„ „	8,3 „
75	„	„	„	4,2 „	„ „	6,4 „

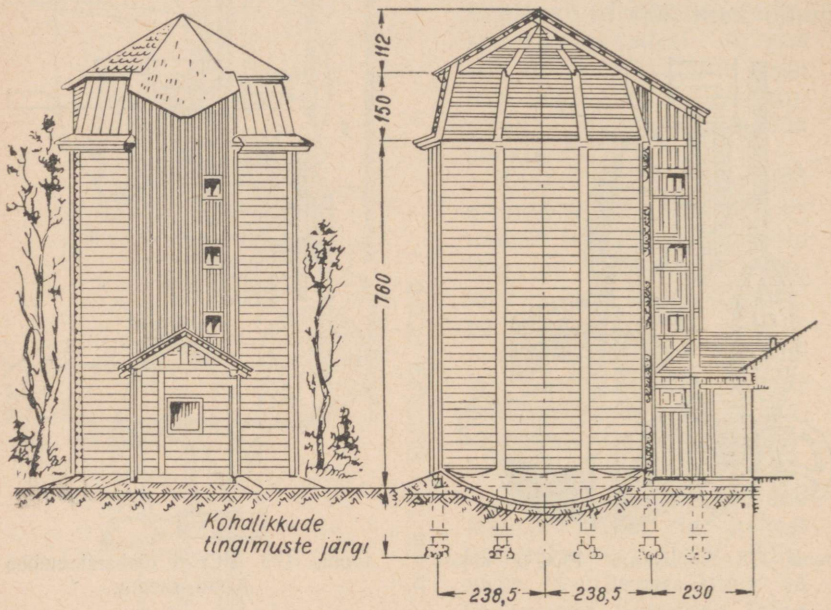
Tornide seinad peavad olema küllalt tugevad, et pidada vastu massi survele, siledad, et mitte takistada massi loomulikku kokkuvajumist, ja vee- ning õhukindlad.

On väga tähtis, et torni läbimõõt oleks kogu tema kõrgusel ühesugune.

Torni põhi peab olema valmistatud betoonist või tihedast savist. Tornil on telgikujuline katus, milles on ava torni täitmiseks. Silo väljavõtmiseks on seinas ette nähtud rida aknaid, mis suletakse tihedalt mahavõetavate kilpidega. Aknad asuvad ühes vertikaalses reas, mida mööda on ehitatud laudadest šaht. All lõpeb šaht kojaga. Kui torn asub lauda kõrval, siis peab ta olema suunatud šahti ja kojaga lauda poole.

Kraavid silo mahutamiseks (joon. 181) kaevatakse 2,5 m sügavad ja kaetakse katusega. Nende maht võib olla 200 t ja rohkem. Tihedates savimullastikkudes silokraavide seinu ei vooderdata, nõrkades muldades aga vooderdatakse hästi läbitõrvatud laudadega, mis pannakse savikihile. Vahel ehitatakse seinad ja põhi betoonist.

Kraavi ristlõike levinumad mõõdud on järgmised: põhja laius 2,5—3,5 m, laius pealt 3,5—4,2 m ja sügavus 2,0—3,0 m.



Joonis 180. 150-tonnise silotorni tüüpprojekt (üldvaade ja lõige).

Kraavi pikkus oleneb vajalikust mahust ja küünib 30 m-ni.

Antud farmile vajalik silohoidlate maht määratakse järgmise valemi abil:

$$V = qnm\gamma \ [\mathrm{m}^3],$$

kus q on silo hulk, mis antakse ööpäeva jooksul ühele loomale kg-s,
n — päevade arv, milledel söödetakse silo,
m — loomade arv ja
γ — silomassi mahukaal, mis on võrdne 600—750 kg/m³.

Mahu täpsemaks määramiseks on tarvis täiendavalt arvestada kadude mahtu, mis, sõltuvalt silohoidla tüübist ja sileeritava massi kvaliteedist, on 3 kuni 14%.

Tornide täitmine toimub silolõikajate eneste pneumaatiliste transportööride abil, juhul aga, kui haljasmassi varumine toimub hekselsilolõikajatega või silokombainidega, siis toimub tornide täitmine igasuguste transportööridega. Praktikas kasutatakse vertikaalseid

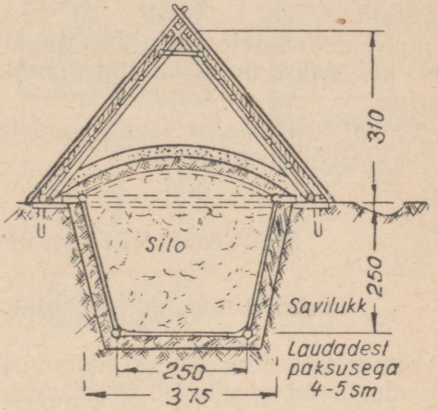
kopptransportööre või kallutatud kraaptransportööre. Kraavide täitmine ei nõua mingisuguseid mehhanisme.

Silomassi tihendamist tornides ja aukudes teostatakse käsitsi tambitsatega või tambitakse lihtsalt jalgadega. Silolõikajate normaalse tootlikkuse juures nõuab see 6—8 inimese üheaegset töötamist ja sageli ei saavutata sealjuures soovitud tagajärgi. Kuid on teada, et mitteküllaldane tihendamine viib mitte ainult silo kvaliteedi halvenemisele, vaid tõstab samuti kadude protsenti ja põhjustab vahel isegi kogu massi riknemist. Tihendamisastmest sõltub samuti silohoidlate vajalik ruumala.

Abinõusid selle töö mehhaniseerimiseks ei ole veel välja töötatud. Võib ainult märkida niisuguste võtete üksikuid kasutamise juhtumeid.

1. Väiksemõõduliste roomiktraktorite kasutamine silo tihendamisel kraavides.

2. Spetsiaalsete mootorrullide (väikeste aia-teerullide tüüpi) kasutamine tihendamiseks nii kraavides kui ka tornides. Niisugused rullid võetakse tööde lõpetamisel koost lahti ja lastakse ploki abil tornist alla.



Joonis 181. Silokraav (lõige).

3. Käsitsi juhitavate mehaaniliste hüpp-tambitsate kasutamine. Niisugune tambits koosneb 2—3 HJ bensiinimootorist, mis on asetatud kaherattalisele käepidemetega varustatud raamile, ülekandemehhanismist ja vertikaalsetes juhtsoontes liikuvast tambitsast. Ülekande abil tõstab mootor tambitsa ülemisse asendisse, kus ta vabaneb ja oma kaalu mõjul kukub alla, tihendades sealjuures massi. Tambitsa pind võib olla läbimõõduga 200, 250 ja 300 mm. Löökide arv minutis on 45—60. Tambitsat suunab ja liigutab tööline hoides tambitsat käepidemetest.

4. Massi tihendamine tornides pidevalt tiirlevate kooniliste rullide kasutamisega. Kooniline rull koosneb raamist, millele on monteeritud 4 HJ bensiinimootor, veorattast, malmist ja puust valmistatud koonilisest rullist, kaaluga 86 kg, ja töölise istmest. Veoratast käitab keti abil mootor. Kogu tihendaja teeb 1,5 tiiru minutis. Tihendaja liikumise suunamiseks on ta otsal kolm rulli, mis on asetatud vertikaalsetele telgedele. Liikumise ajal jooksevad rullid mööda torni seina sisemist pinda. Tihendaja kogukaal on 450 kg. Tööde lõpetamisel võetakse tihendaja koost lahti ja lastakse osade kaupa tornist alla. On andmeid, et niisugune tihendaja tõstab torni mahtu $^1/_3$ võrra, võrreldes tööliste poolt jalgadega trambituga.

Silo väljavõtmine tornist ei tekita erilisi raskusi, eriti kui viimane

on ühendatud loomalautadega kitsaröõpmelise või rippraudtee kaudu. Silo võetakse hangude või labidatega ühtiaste horisontaalsete kihtidena ja visatakse läbi luugi vahetult transpordivankrisse või punkrisse.

Silo aukudest väljavõtmise mehhaniseerimiseks on võimalikud järgmised võtted:

1. Spetsiaalsete rippraudteevagunite kasutamine, mis on varustatud käsi-tõstemehhanismiga. Niisuguste vagunite veokastid lastakse trosside abil siloauku, täidetakse, tõstetakse ploki ning käsikangi abil ülemisse asendisse ja lükatakse lauta. Ühe majapidamise peale on küllaldane omada üks-kaks 200—300 kg-se kandejõuga vagunit.
2. Standardsete ümberasetatavate linttransportööride kasutamine, mis käitatakse ümberlaadija raamile asetatud 1,5—2 HJ elektrimootoriga.

Sageli kasutatakse selleks otstarbeks igasuguseid käsitõstjaid vintside või poomide näol.

SÖÖTADE KEETMINE JA AURUTAMINE.

Aurutajate klassifikatsioon ja skeemid.

Suure osa sööda ettevalmistamise tehnoloogilise protsessi mahust moodustavad termilised protsessid, eriti seakasvatusfarmi oludes. Pärast juur- ja mugulvilja keetmist ja koresöötade aurutamist teostatakse soojuse abil ka teravilja ja köögijäätmete keetmist ning steriliseerimist, rohu, heina ja juurviljapealsete kuivatamist enne heinajahu jahvatamist, leiva küpsetamist, samuti piimatoodete (lõssi) ja vee soojendamist vedelate söötade valmistamisel, söötade pärmistamist ja suhkrustamist.

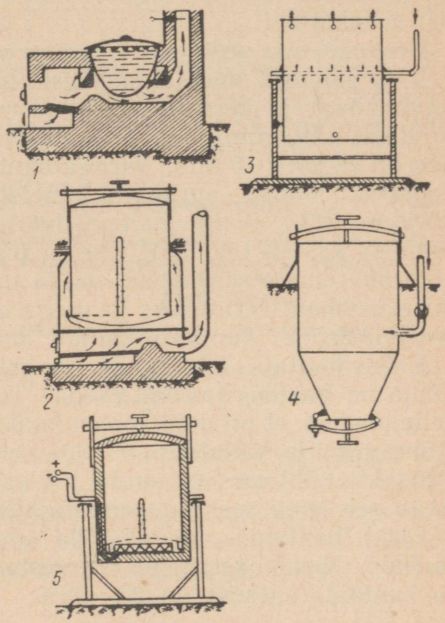
Söödatsehhides on soojuse põhiallikateks koldegaasid, veeaur ja elektrivool. Selle või teise soojendamismooduse valik oleneb peamiselt eriliste söödaliikide termilise töötlemise tehnoloogilise protsessi nõuetest ja söödaühiku töötlemise hinna majanduslikkudest näitajatest.

Söödatsehhide oludes on soojendamine koldegaasidega enamusele põhilistele sööda termilistele ettevalmistamise protsessidele vähe sobiv. Kollete ja ahjude madal kasutegur, väike tootlikkus, temperatuuri reguleerimise raskused ja ebamugav ekspluatatsioon lükkavad selle soojendamisviisi tahaplaanile. Seda viisi võib kui kõige lihtsamat kasutada ainult söötade kuivatamisel, leiva küpsetamisel ja teiste teisejärguliste operatsioonide läbiviimisel.

Veeauruga soojendamine on kõige mugavam söötade töötlemise termiliste protsesside rakendamisel. Ta võimaldab produkti soojendamist täpselt reguleerida, soojusaparaatide piiramatut mahtu, lihtsat soojuse jagamist ühelt soojusealikalt mitmele aparaadile, on küllalt hügieeniline ja omab kondensatsioonivee otstarbekohase

kasutamise juures kõrge kasuteguri. Söödaühiku töötlemise hind veeauruga on palju madalam kui koldegaasidega töötlemisel.

Elektriga soojendamine on tehnoloogilise protsessi nõuete täitmise ja tootmise mugavuste vaatekohast kõige täiuslikum. Ta lubab tööprotsesside laialdast automatiseerimist, kõrgete temperatuuride saavutamist, on väga hügieeniline ja elektrisoojendusaparaatide kasutegur on aursoojendusaparaatide omast kõrgem. Kuid aparaatide keerukus ja elektrienergia suhteliselt kõrge hind piiravad veel nende laia levikut. Ainult sel juhul, kui majandis on küllaldasel määral odavat elektrienergiat, muutuvad elektrisoojendusaparaadid aurusoojendusaparaatidest majanduslikult kasulikumateks.



Joonis 182. Tüüpiliste söödahautajate skeeme.

Kui eraldada kuivatamis- ja leivaküpsetamisseadmed eraldi gruppi, siis võib kõik teised söötade töötlemise operatsioonid teostada ühtset tüüpi aparaatidel, milliseid nimetatakse söödahautajateks.

Olenevalt soojusekandjast liigitatakse olemasolevaid söödahautajaid leegiga, auruga ja elektriga kuumutatavateks. Skeemidel *1* ja *2* (joon. 182) kujutatud söödahautajad kuuluvad leegiga kuumutatavate hulka.

Hautaja *1* kujutab endast lihtsaimat seadist, mis koosneb pliiti või spetsiaalsesse ahju müüritud raud- või malmpajast. Pada soojendatakse alt kolde leegiga. Produkti keetmine on siin võimalik ainult paja täitmisel veega.

Samatüübiliseks, kuid täiuslikumaks hautajaks (*2*) on raudkatel, mis on tühjendamisel ümberkallutamise võimaldamiseks šarniirselt kinnitatud kahe nõjase tapile. All on katel varustatud kahekordse seinaga, mis oma põhjaga toetub kolde tulekarbile. Koldegaasid soojendavad mitte ainult katla põhja, vaid osaliselt ka tema seinu, mis tõstab hautaja kasutegurit. Niisuguste hautajate maht on kuni 500 l.

Ühe portsjoni keetmise või aurutamise tööprotsess koosneb järgmistest operatsioonidest: hautaja produktiga täitmine, vajaliku kõrguseni veega täitmine, produkti soojendamine, vee väljalaskmine ja produkti väljavõtmine. Kogu töötsükkel nõuab aega 50 kuni 80 minutit, millest 40—60 minutit kulub soojendamiseks. Tulelhauta-

jate termiline kasutegur ei ületa 10—15%, tööde mehhaniseerimisaste on väga madal.

Auruga hautajad (skeemid *3* ja *4*) ehitatakse puust või rauast tõrrena, mis on šarniirselt asetatud tugedele või riputatud laetaladele. Esimesed ehitatakse mahuga kuni 500 l, teised aga kuni 5000 l ja rohkem. Neid toidetakse niiske küllastunud auruga, mille töörõhk on 0,2 kuni 0,6 at. Aur juhitakse tõrresse mööda torustikku. Aurutekitajateks nende juurde kasutatakse vastava küttepinnaga madalrõhukatlaid. Niisuguste hautajate jaoks on ka olemas elektrilisi aurukatlaid.

Produkti ühe portsjoni keetmise või aurutamise tööprotsess koosneb järgmistest operatsioonidest: hautaja täitmisest, produkti soojendamisest ja keetmisest, kondensatsioonvee väljalaskmisest ja produkti väljavõtmisest. Ühe (näiteks juurvilja) portsjoni keetmise aeg on 25 kuni 40 min. Auruga hautajate kasutegur, sõltuvalt nende konstruktsioonist, aurukatla tüübist ja tööde organiseerimisest on 20 kuni 30%. Suure mahuga hautajate ehitamise võimalus (eriti tüüp *4*) vastab täielikult suurte majapidamiste nõuetele. Nendele võib suuremate raskusteta valida mehhanisme täitmis- ja väljavõtmise mehhaniseerimiseks ja seega saavutada tööde kõrge mehhaniseerimisastme. Tuntakse samuti auruga hautajaid pideva toimega.

Elektrihautaja (skeem 5) on hermeetiliselt sulguv anum, mille põhja on monteeritud küttekeha. Tema tööprotsess on iseloomulik selle poolest, et produkt soojendatakse vee keemisel tekkinud auruga. Anuma põhja kallatakse 3—4 l vett iga 100 kg produkti kohta. Produkti põhimass ei puutu kokku veega ega kaota toiteväärtust, nagu see leiab aset tulegahautajates.

Elektrihautajad võivad olla arvestatud ükskõik missugusele mahule. Nende kasutegur (arvestades kadusid võrgus, jõujaamas ja hautajas eneses) on 25—35%.

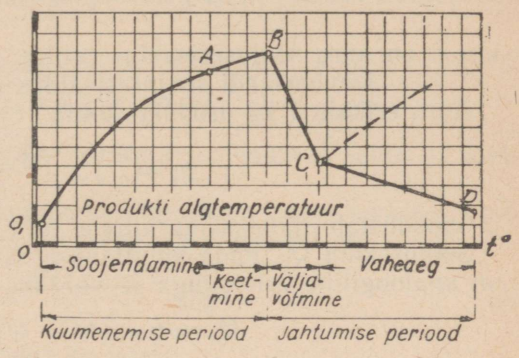
Soojusenähtuste iseloom söötade keetmisel ja hautamisel.

Tootmisprotsess, mis teostatakse näiteks auruga hautajate abil, toimub katkendiliselt, iga portsjoni omaette keetmisega. Vastavalt sellele toimuvad soojusnähtused samuti katkendiliselt ja moodustavad kaks perioodi: kuumenemisperiood ja jahtumisperiood. Kuumenemisperioodi jooksul kandub soojus soojusekandjast üle soojendavatele kehadele. Tõrrele antud soojuse hulk on võrdne soojuse hulgaga, mis on kogutud produkti ja aurutaja seintesse ning kaotatud ümbritsevasse keskkonda. Auru sisselaskmise katkestamise momendist algab jahtumisperiood. Osa kogunenud soojusest viiakse ära koos väljavõetud produktiga ja kondensveega, osa aga kaob ümbritsevasse keskkonda.

Soojusnähtuste iseloomu hautajas produkti ühe portsjoni töötlemisel võib kujutada graafiku (joon. 183) näol. Selleks kanname ordinaatteljele soojuskandja poolt kulutatava soojushulga Q cal, abstsissteljele aja t, mille jooksul tööprotsess toimub, ja ehitame

kõvera O_1ABCD. Selle kõvera lõik O_1A iseloomustab soojuse Q cal kvantitatiivset kogunemist produkti ja aurutaja seintesse kuni soojendava auru temperatuurini. Lõik AB iseloomustab soojuse hulka, mis on tarvilik produkti keetmiseks tema täieliku pehmenemiseni, ehk, teiste sõnadega, see iseloomustab soojuse kulu, mis on tarvilik, et teatava aja jooksul hoida produkti temperatuuril, mis oli saavutatud punktis A. Kogu soojenemisperioodi jooksul toimub soojuse kogumine ebaühtlaselt, alguses intensiivselt, lõpuks aga vaibub.

Punktis B toimub hautaja tühjendamine. Eeskätt katkeb soojusekandja toime ja koos produkti ja kondensatsioonveega viiakse ära kogunenud soojuse põhiosa. Üheaegselt kaob osa soojusest läbi hautaja seinte ümbritsevasse keskkonda. Lõik BC iseloomustabki soojuse üldkadu tühjendamisel. Ülejäänud osa soojust kaob pikkamööda ümbritsevasse keskkonda, kuni temperatuur on langenud ümbruskonna temperatuurini (punkt D).



Joonis 183. Soojuse varumise ja kadude iseloom auruga hautajates.

Toodud graafik näitab, et söötade töötlemiseks tarvilikku soojuse hulka võib vähendada hautaja tühjendamisaja lühendamise, uue produktiportsjoni viivitamatu ja kiire sissepanemise, pideva tööprotsessi ja hautaja seinte hea isolatsiooni korraldamise teel.

Aurukulu määramine keetmisel ja hautamisel.

Ühe produktiportsjoni keetmisel hautajates kulutatakse üldisest soojusehulgast Q cal produkti täielikuks soojendamiseks Q_1 cal, hautaja seinte soojendamiseks Q_2 cal ja kadudeks ümbritsevasse keskkonda Q_3 cal, seega:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \text{ [cal]}. \qquad (1)$$

Soojuse hulk, mis on tarvilik ükskõik mis keha soojendamiseks temperatuuride $(t_2 - t_1)$ piirides, on proportsionaalne selle keha erisoojusega ja kaaluga, s. o.

$$Q = G_1 c_1 (t_2 - t_1) \text{ [cal]}, \qquad (2)$$

kus G_1 on soojendatava keha ehk produktiportsjoni kaal kg-s,
c_1 — produkti erisoojus cal/kg °C,
t_2 — produkti lõpptemperatuur,
t_1 — produkti algtemperatuur.

Soojusehulk Q_1 antakse hautajas edasi P_1 kg auru abil, kus iga aurukilogrammi soojusesisaldus on i kalorit; järelikult $P_1 i = Q_1$. Kuid produkti soojendamisel juurdejuhitud aur kondenseerub ja osa soojusest ei leia produkti poolt kasutamist, vaid ta viiakse ära kondensveega. Kui lugeda kondensaadi temperatuur võrdseks produkti lõpptemperatuuriga, siis auru hulka, mis on tarvilik ühe produktiportsjoni soojendamiseks, määrab võrrand:

$$P_1 = \frac{G_1 c_1 (t_2 - t_1)}{i - \lambda} \text{ [kg]}, \tag{3}$$

kus i on auru soojusesisaldus cal/kg,
λ — kondensaadi soojusesisaldus cal/kg.
Auru erikulu 1 kg produkti kohta

$$p_1 = \frac{c_1 (t_2 - t_1)}{i - \lambda} = \frac{P_1}{G_1} \tag{4}$$

ja moodustab, näiteks juurviljale, 0,14 kuni 0,16.
Soojusekulu Q_2, mida kulutatakse hautaja seinte soojendamiseks, on analoogiline eeltooduga ja võrdub:

$$Q_2 = G_2 c_2 (t_2' - t_1') \text{ [cal]}, \tag{5}$$

kus G_2 on hautaja soojendatavate osade kaal kg-s,
c_2 — hautaja materjali erisoojus cal/kg °C,
t_2' — hautaja seinte lõpptemperatuur,
t_1' — hautaja seinte algtemperatuur.

Arvutuste juures peetakse harilikult t_2' väärtust võrdseks produkti lõpptemperatuuriga, s. o. $t_2' = t_2$. Esimese portsjoni keetmisel on t_1' väärtus võrdne produkti algtemperatuuriga, s. o. $t_1' = t_1$, järgnevate portsjonide juures aga oleneb see hautaja tühjendamise ja täitmise ajast ja peab olema määratud mõõtmisega.
Auru kulu hautaja soojendamiseks on:

$$P_2 = \frac{G_2 c_2 (t_2' - t_1')}{i - \lambda} \text{ [kg]}, \tag{6}$$

auru erikulu aga 1 kg produkti kohta

$$p_2 = \frac{P_2}{G_1} \tag{7}$$

ja on levinud konstruktsioonidega hautajates tavaliselt 0,01 kuni 0,025.
P_2 väärtus sõltub hautaja materjalist, tema konstruktsioonist ja, peaasjalikult, temperatuuride vahest $(t_2' - t_1')$. Kõige kasulikumad on kerged rauast aurutamistõrred, kuna raua erisoojus on väiksem puidu omast (raual $c_2 = 0{,}115$, puidul (männi) $c_2 = 0{,}65$).
Soojuse kadu Q_3 ümbritsevasse keskkonda võib umbkaudselt määrata valemiga:

$$Q_3 = F\beta (t_v - t_\delta) \text{ [cal/h]}, \tag{8}$$

kus F on soojusülekande pind m²,
β — summaarne soojusülekandetegur cal/m²h °C,
t_v — hautaja seinte välispinna (või tema isolatsiooni) temperatuur,
$t_õ$ — hautajat ümbritseva õhu temperatuur.

Selles võrrandis näitab tegur β, kui suurt soojuse hulka eraldavad aurutaja seinad ümbritsevasse keskkonda nii konventsiooni kui ka soojusekiirguse teel ühelt ruutmeetrilt tunni jooksul ühekraadise temperatuurivahe juures.

β väärtus ligikaudselt:

$$\beta = 7{,}8 + 0{,}047\,\Delta t,$$

kus Δt on temperatuuride vahe aurutaja soojendatud seinte ja ümbritseva õhu vahel.

Auruvajadus kadude kompenseerimiseks ümbritsevasse keskkonda ühe produktiportsjoni keetmise aja T jooksul on:

$$P_3 = \frac{F\beta\,(t_v - t_õ)\,T}{i - \lambda}\ [\text{kg}], \qquad (9)$$

auru erikulu aga ühe produkti kg kohta

$$p_3 = \frac{P_3}{G_1}. \qquad (10)$$

Kõige levinumatel isolatsioonita aurutamistõrte konstruktsioonidel on keskmine p_3 väärtus 0,01 kuni 0,015.

Aurutamistõrte seinte lihtne isolatsioon (näiteks 25 mm paksuste laudadega kaetud 50 mm paksune saepuru kiht) vähendab tunduvalt soojuse kadu. Arvutused näitavad, et isolatsiooni olemasolul p_3 väärtus ei ületa 0,005 ja annab aurukulu kokkuhoidu 2 kuni 5%.

Summaarne auru erikulu juurvilja keetmisel

$$p = p_1 + p_2 + p_3 = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{G_1} = \frac{P}{G_1} \qquad (11)$$

ja moodustab 0,16 kuni 0,20.

Toodud p määramise meetodi kaasabil ei saa arvestada mõningat täiendavat aurukulu, mis läheb aurutaja vaba ruumi täitmiseks. Kuna vaba ruumi maht $V_v = 0{,}10$ kuni $0{,}15\ V_{üld}$ ja auru erikaal γ_a 0,5 at rõhu juures 0,3 kg/m³, siis aurukulu vabale ruumile

$$P_4 = 0{,}15 V_{üld}\,\gamma_a\ [\text{kg}].$$

Nii on see aurukulu (P_4) aurutajale mahuga $V_{üld} = 3$ m³ ehk 1500 kg kartuli peale ainult

$$P_4 = 0{,}15 \cdot 3 \cdot 0{,}30 = 0{,}135 \text{ kg}.$$

Seetõttu võib P_4 väärtuse jätta arvesse võtmata.

Igasuguste hautajate jaoks võib p väärtust määrata samuti kondensaadi hulga järgi, nagu seda praktikas sageli tehaksegi auruga

hautajate katsetamisel. Kui G_1 on produkti portsjoni kaal ja k kondensaadi kaal, mis on saadud keetmise aja jooksul, siis

$$p = \frac{k}{G_1}. \tag{12}$$

Hekslite hautamisel on auru erikulu suurem kui juurvilja keetmisel ja ta määratakse järgmisel teel. Hekslite niiskus on 14 kuni 18% piirides. Kiudude pehmenemiseks on tarvilik hekslite täielik küllastumine niiskusega, milleks on vett täiendavalt vaja 100—150% hekslite kaalust. Hekslite niisutamist teostatakse enne hautamist, nende tõrde panemisel. Niisutatud heksleid võib paremini tihendada, mis on väga tähtis hautamistõrte mahu kasutamise vaatekohast. Niisuguse tihendamise juures võib 1 m³ mahuga tõrde mahutada 100—110 kg heksleid.

Hekslite heaks pehmenemiseks on vajalik mitte ainult nende soojendamine auru temperatuurini, vaid ka pikaajaline (mitte alla 2 tundi) hoidmine vähemalt 80° temperatuuri juures.

Arvestades neid erinevusi, võib P_1 väärtus [valem (3)] olla määratud kui aurukulude summa produkti ja sissevalatud vee soojendamiseks, s. o.

$$P_{1h} = \frac{G_{1h} c_{1h} (t_2 - t_1)}{i - \lambda} + \frac{G_{1v} c_{1v} (t_2 - t_1)}{i - \lambda} \text{ [kg]}, \tag{13}$$

kus G_{1h} on heksliportsjoni kaal kg-s,
c_{1h} — hekslite erisoojus, mis on võrdne 0,55—0,66 cal/kg °C,
G_{1v} — sissevalatud vee kaal kg-s,
c_{1v} — vee erisoojus, mis on võrdne 1,0.

Auru erikulu aurutaja seinte soojendamiseks (p_2) määratakse valemitega (6) ja (7), aga auru erikulu kadude kompenseerimiseks ümbritsevasse keskkonda (p_3) valemitega (9) ja (10), kuid T väärtus valemis (9) arvatakse seejuures võrdseks $T = 2$ kuni 3 tundi.

Summaarne auru erikulu 1 kg hekslite aurutamiseks

$$p_h = p_{1h} + p_{2h} + p_{3h} = \frac{P_{1h} + P_{2h} + P_{3h}}{G_{1h}} = \frac{P_h}{G_{1h}} \tag{14}$$

ja on 0,40 kuni 0,50, s. o. palju suurem kui juur- ja mugulvilja keetmisel.

Teravilja (odra, kaera, maisi jt.) keetmisel pudru valmistamise eesmärgil on hautajasse samuti vajalik lisada vett 80—100% teravilja kaalust ja kogu massi peab hoidma auru all 2 kuni 2,5 tunni jooksul. Katkikeetmise protsessi kiirendamiseks on otstarbekohane teravilja 2—3 tundi enne keetmist leotada tulises ($t = 60$—$80°$) vees.

Suuruse p_t määramine toimub analoogiliselt selle määramisele hekslite aurutamise puhul. Väärtus $c_{1t} = 0{,}50$ kuni 0,60 cal/kg °C.

Sel juhul summaarne auru erikulu teraviljale:

$$p_t = p_{1t} + p_{2t} + p_{3t} = \frac{P_{1t} + P_{2t} + P_{3t}}{G_{1t}} = \frac{P_t}{G_{1t}} \qquad (15)$$

ja on 0,50—0,60.

Aurugahautajaid kasutatakse laialdaselt vee soojendamiseks ka värske auruga. Sealjuures aur, mis on juhitud vahetult kinnisesse veega täidetud anumasse, kondenseerub, annab veele üle oma soojuse ja seguneb temaga. Auru kondenseerumisel eralduva soojuse arvel vesi soojeneb ja saavutab anumas olevale rõhule vastava küllastunud auru temperatuuri. Atmosfäärilise rõhu juures vee temperatuur aga, olenemata auru temperatuurist, ei ületa vee keemistemperatuuri.

Auru erikulu määramine vee soojendamiseks teostatakse analoogiliselt mugul- ja juurvilja keetmise aurukulu määramisele valemi järgi:

$$p_v = p_{1v} + p_{2v} + p_{3v} = \frac{P_{1v} + P_{2v} + P_{3v}}{G_{1v}} = \frac{P_v}{G_{1v}}. \qquad (16)$$

Arvutamistel valitakse i ja λ väärtused veeauru tabelitest, mõnede produktide ja materjalide erisoojuse (c) ja veesisalduse väärtused on aga antud tabelis 32.

Tabel 32

Söötade ja materjalide erisoojus ja veesisaldus.

Söötade ja materjalide nimetus	Veesisaldus protsentides kaalust	Erisoojus cal/kg °C	Söötade ja materjalide nimetus	Veesisaldus protsentides kaalust	Erisoojus cal/kg °C
Kartul	75	0,85	Aganad	15	0,55
Söödapeet	88	0,90	Vesi	—	1,0
Söödaporgand	87	0,88	Mänd	20	0,65
Söödanaeris	90	0,93	Tamm	18	0,57
Kaalikas	86	0,88	Telliskivi	—	0,22
Kõrvits	89	0,92	Raud	—	0,115
Teravili	14—16	0,50—0,60	Vask	—	0,094
Põhk	15	0,55	Jää	—	0,50

Näide. On vaja määrata auru erikaalu kartulite hautamiseks aurugahautaja tõrres.

On antud: $G_1 = 2000$ kg, $G_2 = 500$ kg, $F = 12{,}5$ m², $T = 50$ min.

Tõrs on rauast, teda toidetakse auruga katlast, mille töörõhk on 0,6 atü, ja ta on asetatud ruumi, kus ümbritseva õhu temperatuur $t_õ = 18°$.

Kartuli algtemperatuur $t_a = 10°$.

1. Määrame aurukulu produkti soojendamiseks:

$$P_1 = \frac{G_1 c_1 (t_2 - t_1)}{i - \lambda} = \frac{2000 \cdot 0{,}85\,(112{,}7 - 10)}{643{,}2 - 112{,}7} = 330 \text{ kg}.$$

Siin on i ja λ väärtused võetud tabelitest. Auru erikulu

$$p_1 = \frac{P_1}{G_1} = \frac{330}{2000} = 0{,}165.$$

2. Määrame aurukulu hautaja seinte soojendamiseks esimese portsjoni keetmise tingimustes:

$$P_2 = \frac{G_2 c_2 (t_2' - t_1')}{i - \lambda} = \frac{500 \cdot 0{,}115\,(112{,}7 - 18)}{643{,}2 - 112{,}7} = 10{,}3 \text{ kg},$$

ja auru erikulu

$$p_2 = \frac{P_2}{G_1} = \frac{10\,3}{2000} = 0{,}005.$$

3. Määrame auru erikulu ümbritsevasse keskkonda kadude kompenseerimiseks:

$$P_3 = \frac{F\beta(t_v - t_\delta)T}{i - \lambda} = \frac{12{,}5\,(7{,}8 - 0{,}047 \cdot 94{,}7) \cdot (112{,}7 - 18) \cdot 0{,}8}{643{,}2 - 112{,}7} = 21{,}8 \text{ kg}$$

ja auru erikulu

$$p_3 = \frac{P_3}{G_1} = \frac{21{,}8}{2000} = 0{,}011.$$

4. Üldine aurukulu 2000 kg kartuli keetmisel moodustab:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 330 + 10{,}3 + 21{,}8 = 362{,}1 \text{ kg},$$

ja üldine auru erikulu

$$p = p_1 + p_2 + p_3 = 0{,}165 + 0{,}005 + 0{,}011 = 0{,}181.$$

Aurugahautajad.

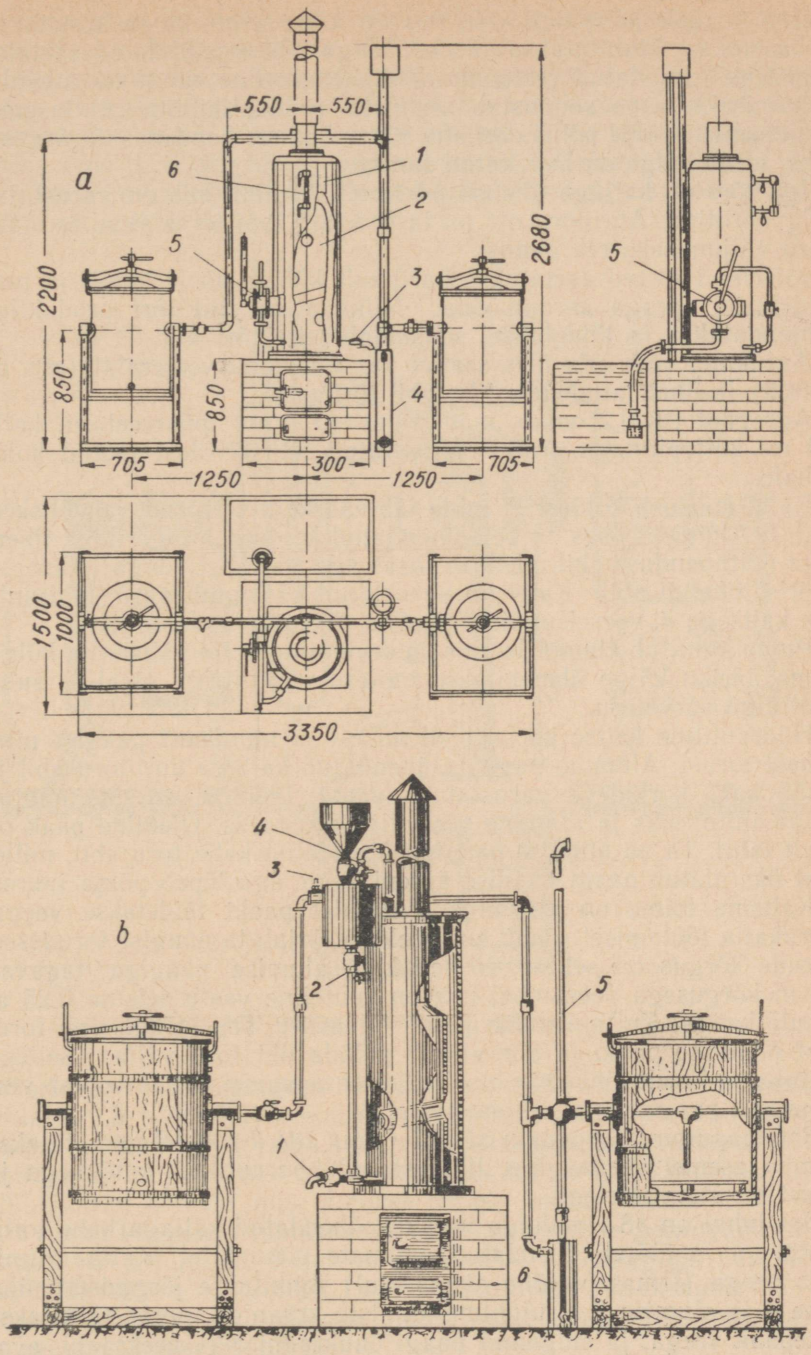
Aurugahautajaid on statsionaarseid ja liikuvaid. Statsionaarsed ehitatakse kas kompleksagregaatide näol, mis koosnevad kahest aurutamistõrrest ja aurukatlast, või üksikute aurutamistõrtena, mida toidetakse eraldi ruumi (katlaruumi) asetatud ühisest katlast.

Liikuvad hautajad ehitatakse kompleksagregaatide näol ja koosnevad transpordivankrist ning temale asetatud aurukatlast ja kolmest või neljast mahavõetavast aurutamistõrrest. Statsionaarseid ja liikuvaid agregaate nimetatakse söödahautamise agregaatideks.

Ehitatakse kaht tüüpi statsionaarseid agregaate: Lenini-nimelise tehase poolt (Kaasani linnas) ЗК-0,2 ja Gorlovka tehase poolt (Ukr. NSV) ЗК-0,5.

Agregaat ЗК-0,2 (joon. 184) on arvestatud 0,2-tonnisele tunnitootlikkusele (juur- ja mugulvilja keetmisel) ja on määratud väikese loomade arvuga farmidele.

Agregaadi aurutamistõrred on valmistatud 2 mm paksusest lehtrauast, mis on kokku keevitatud silindriteks. Iga tõrs sulgub pealt kaanega, mis kinnitub survekruviga kangi abil. Kaane sulgumise tihenduse tagab kanepist tihend. Hõlpsaks ja kiireks tõrre kallutamiseks produkti väljavõtmisel on tõrs asetatud kahele raudpukile ja



Joonis 184. Auruga hautamise agregaat 3K-0,2.
a — toitepumbaga, *b* — toitepaagiga.

toetub nendele kahe tapi abil, mis on tõrre seinte külge keevitatud. Tööasendisse kinnitatakse tõrs konksuga. Tõrre põhjale on asetatud tugedega varustatud restpõhi. Põhjadevaheline ruum on mustuse kogumiseks ja ta soodustab alumiste produktikihtide ühtlasemat soojenemist. Tõrre põhjas on ette nähtud avaus kondensaadi äravooluks, mille külge on keevitatud toruke.

Iga tõrs on katlaga ühendatud torustiku abil, mis on varustatud sulgventiiliga. Aurutoru ots on lastud läbi tapi tõrre sisse ja omab auru väljumiseks rea avausi.

Mõlemad tõrred asetatakse harilikult kahele poole katelt ja neid toidetakse auruga kordamööda. Niikaua kui üht tõrt produktiga tühjendatakse ja täidetakse, soojendab teist tõrt aur.

Aurukatel võib olla üles seatud kas üldruumi või eraldi (mis on parem) ja ühendatud torustiku abil tõrtega.

Agregaat 3K-0,2 omab madalrõhu (0,2 at) püstveetoru katla 1,4 m² küttepinnaga. Katel on asetatud telliskividest laotud kolde kohale.

Katel koosneb koldest *2*, mida läbivad kald-veetorud, ja väliskestast *1*. Alumises osas on kest ühendatud koldega klingeriidist tihendiga poltühenduse abil, ülemises osas aga koonilise rõnga ja asbestnöörist tihendi abil. Katel on varustatud käsipumbaga *5*, hüdraulilise kaitsega *4*, veeseisunäitajaga *6* ja tüjendamiskraaniga *3*.

Pump kinnitub klambrile, mis on keevitatud katla väliskesta külge. Tema ääriku külge ühendatakse imitoru võrkfiltriga otsal ja sulgventiiliga survetoru.

Hüdrauliline kaitse koosneb ülemisest ja alumisest paagist ning kahest torust. Alumine paak on ühendatud katlaga aurutoru abil ja omab kaks korkidega varustatud avaust: ülemine on ette nähtud veega täitmiseks ja alumine vee väljalaskmiseks. Ülemine paak on pealt lahti. Ta on alumise paagiga ühendatud kahe toru abil, milledest üks ulatub paagi ülemise ääreni, teine aga lõpeb põhja juures.

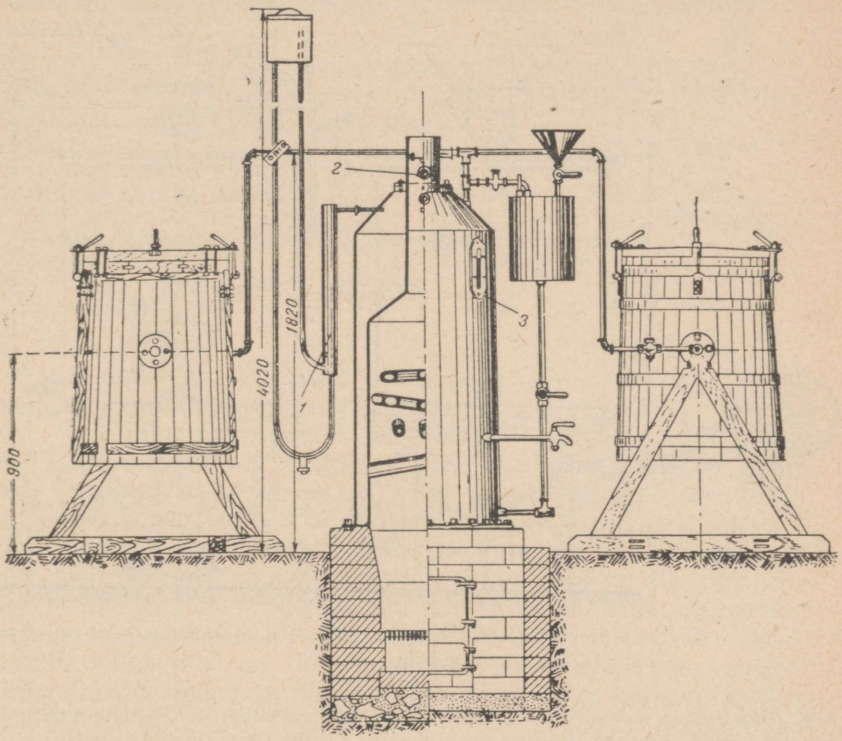
Kaitsme toime on järgmine. Alumist paaki täidetakse veega. Aurukatla töötamisel rõhub aur veele ja tõrjub ta paagist torudesse. Torude kõrgus on selline, et nad koos alumise paagiga tagavad 2,5 m kõrgusega veesamba, mis on suuteline vastu seisma 0,25 at rõhule katlas. Kui aururõhk ületab ettenähtu, siis voolab vesi torudest ülemisse paaki ja aur viskub mööda üht toru välja. Sellega hoitaksegi katelt lõhkemisohust. Rõhu langemisel katlas voolab vesi ülemisest paagist tagasi alumisesse.

Söödahautamisagregaadi 3K-0,2 (joon. 184, *b*) katel varustatakse pumba asemel veepaagiga, lihtsustatud hüdraulilise kaitsmega ja puust aurutamistõrtega.

Sel juhul on 18 l mahuga veepaak ühendatud katlaga kahe torujuhtmega ja töötab ühendatud anumate põhimõttel. Katla täitmiseks veega (temas ülerõhu olemasolul) toimitakse järgmiselt: ülemise *4* ja alumise *2* torujuhtme kinniste kraanide juures täidetakse toitepaak veega, ja sulgenud paagi õhukraani *3* ja veekraani, avatakse algul torujuhtmestiku kraan *2*, hiljem aga ka kraan *4*. Sel vii-

sil ühendatud paak on sama auru rõhu all, mis katel, ja kuna ta asub ülalpool katla veepinda, siis voolab vesi katlasse.

Hüdrauliline kaitse koosneb alumisest paagist, mis on ühendatud üldise aurujuhtmega ja vertikaalsest 2,5 m pikkusest torust, mille alumine ots ulatub peaaegu paagi põhjani. Auru töörõhu tõusmisel katlas (üle 0,25 at) ületab aur veesamba takistuse, rõhub ta piki toru välja ja väljub katlast. Erinevalt kahe paagiga kaitsmest peab siin paaki sageli veega täitma.



Joonis 185. Auruga hautamise agregaat 3K-0,5.

Gorlovka tehase agregaat 3K-0,5 (joon. 185) on arvestatud mahutavusele 0,5 t (kartuli keetmisel). Ta omab puust aurutamitõrred, igaüks mahuga 275 l. Tema katel on vertikaalne, veetorudega, küttepinnaga 2,9 m ja on arvestatud töörõhule 0,2 at. Katel seatakse üles telliskividest koldele, mis laotakse tehase jooniste kohaselt. Olenevalt ruumi kõrgusest laotakse kolle kas süvendisse põrandaga ühes pinnas või põrandale. Katel on varustatud toitepaagiga, kahetorulise hüdraulilise kaitsmega, veeseisunäitajaga, manomeetriga ja tühjendamiskraaniga. Kõiges muus, peale suurendatud mõõtude, agregaat ei erine 3K-0,2-st.

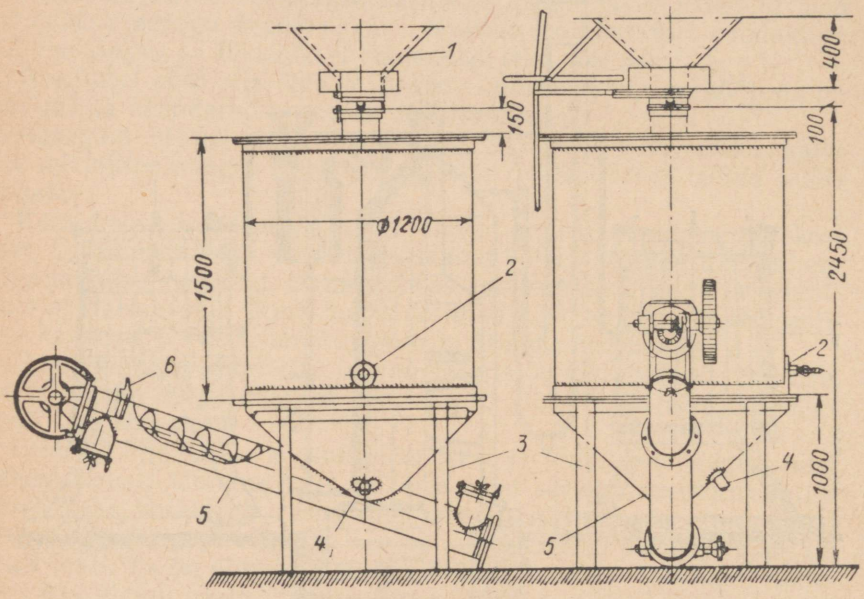
Agregaat 3KП-1, tootlikkusega kuni 1 t, kuulub transporditavat

tüüpi hautajate hulka, kuid teda võib kasutada ka statsionaarselt. Ta koosneb katlast, kolmest tõrrest ja transpordivankrist.

Agregaatide tehniline iseloomustus on antud tabelis 33.

Suure loomade arvuga majapidamistes kasutatakse üksikuid statsionaarseid hautajaid rauast tõrte näol, mis seatakse üles katlast eraldi. Tõrred ehitatakse majapidamiste individuaaltellimiste järgi, mahuga vastavalt vajadusele.

Nii näiteks soovitab „Sovhosprojektmontaaž" 1000—1200 seaga nuumseafarmis, kus päevas keedetakse 4 t kartuleid, ehitada hau-



Joonis 186. „Sovhozprojektmontaž'i" konstruktsiooni hautamistõrs 1000 kg kartuleile.

taja, mahuga 1 t kartulite jaoks. Niisugune hautaja kujutab enesest (joonis 186) rauast kokku keevitatud koonilise põhjaga silindrit, läbimõõduga 1,2 m ja kõrgusega 1,5 m, mis on ühendatud tigutransportöör-muljuja toruga *5*. Tõrre peal on täitmisluuk *1*, mis sulgub kangriiviga. Hautaja on asetatud nurkrauast raamile *3*.

Suurema tugevuse tagamiseks on silinder varustatud kahe nurkrauast võruga, mis on keevitatud silindri alumise ja ülemise ääre külge. Soojendav aur juhitakse aurukatlast äärikule *2*. Kondensaat juhitakse välja harutoru *4* kaudu.

Aurutaja ühendamine tigutransportöör-muljujaga lubab täielikult mehhaniseerida tõrre tühjendamist, keedetud produkti muljumist ja tema laadimist vagonettidesse. Sööda muljumine toimub siin tema võrest *6* läbisurumise teel.

Joonisel 187 on toodud Leningradi Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi (ЛИМСХ) 1,5 t kartulimahuga hautaja konstrukt-

Tabel 33

Auruga hautamise agregaatide tehniline iseloomustus.

Näitaja nimetus	ЗК-0,2	ЗК-0,5	ЗКП-1
Hautamistõrre maht veega täitmisel l	175	275	450
Hautamistõrre maht kartuliga täitmisel kg	120	200	300
Ühe tõrre kartulikeetmise aeg minutites	25	30	30
Tootlikkus kartuli keetmisel t/h	0,2	0,5	0,8–0,9
Küttepind m^2	1,4	2,9	6,0
Auru tööröhk katlas at	0,2	0,2	0,2
Katla aurutootlikkus $\frac{kg}{m^2h}$	20—23	24–27	24—27
Aurukatla maht l (ülemise normaalse tasapinnani)	100	190	395
Toitepaagi maht l	18	20	—
Agregaadi kaal kg (koldeta)	450	600	1200 (koldega)
Keskmine küttekulu 1 ts kartuli keetmiseks kg	8	6–8	6,7
Minimaalne põrandapind agregaadi monteerimiseks m^2	15	18	—

sioon, mis on sobiv 3000-pealise nuumseaga sovhoosi oludele. Ta on samuti nagu eelmised asetatud nurkrauast raamile ja kujutab endast 3 mm paksusest lehtrauast silindrit, mõõtudega 1300 × 1700 mm. Silindri alumised ääred on kahelt poolt 45° nurga all ära lõigatud ja alt on nende külge keevitatud põhi, avaustega produkti väljalaskmiseks. Põhja avaused sulguvad kahe kaanega *4*, millede ülemised otsad on kinnitatud raamile šarniirselt. Kaasi tõstetakse käsi-vintmehhanismidega *3*. Aurutaja peal on 400 mm läbimõõduga puistelehter *1*, mis sulgub lahtikäiva kaanega. Kaane tihe sulgemine saavutatakse kanepist tihendi abil.

Silindri külgseinad on kaetud laudadest isolatsiooniga. Laudade ja silindri seinte vahel on õhusärk. Soojendav aur juhitakse katlast mööda 50 mm aurujuhet tõrde kahe kollektori *2* kaudu. Kondensaadi väljalaskmiseks on ette nähtud toru *5*.

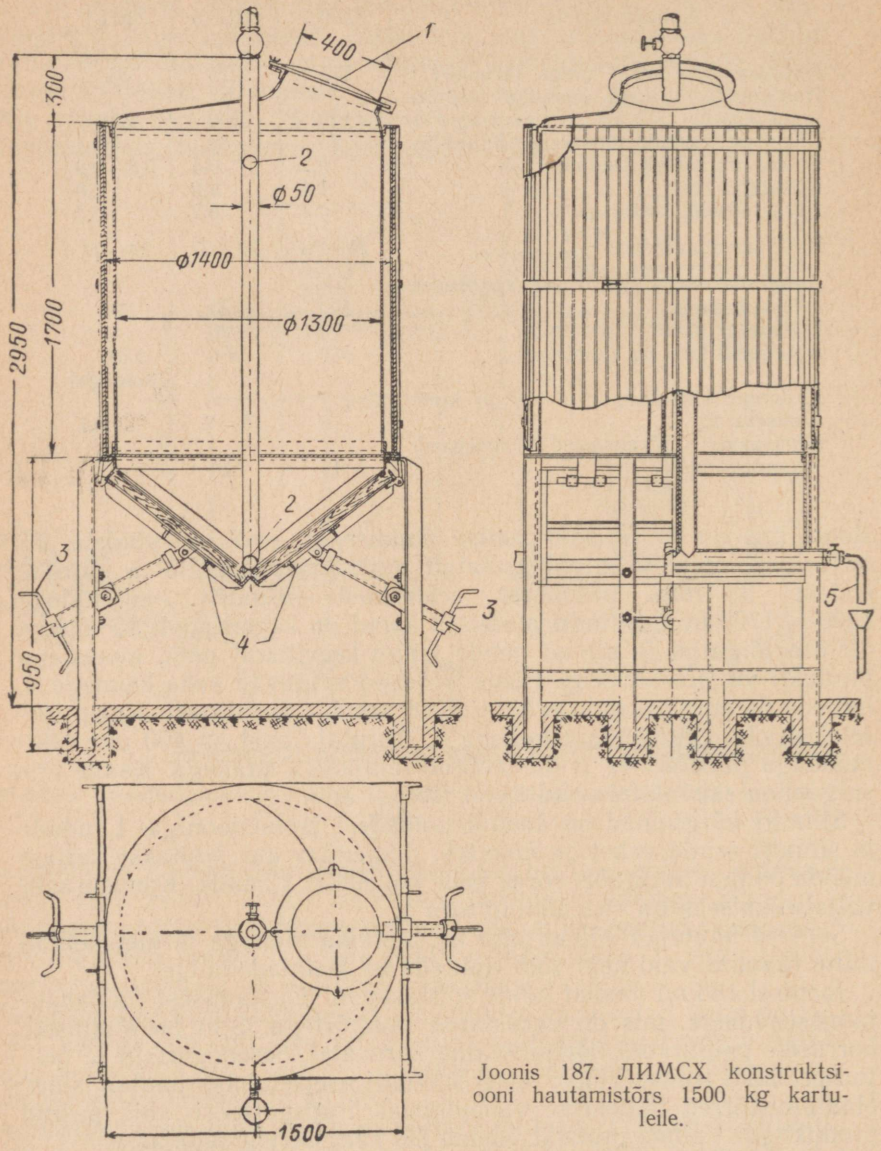
Sellised hautajad võivad olla ka suurema mahuga ja üles seatud mitte raamile, vaid neid võib riputada ka laetalade külge.

Joonisel 188 on toodud näide söödatsehhi sisustamisest söödahautamisseadmega, mis on varustatud raudtõrtega. Siin on alumisele korrusele paigutatud horisontaalne aurukatel, pesemismasin ja pestud produkti transportöör; teisel korrusel asetseb kaks hautamistõrt. Hautamistõrred täidetakse vaheldumisi transportööri abil pestud produktiga. Valmis produkt voolab ise kärusse või segajasse.

Joonisel 189 on antud sama agregaat, asetatuna ühele korrusele, kuid eraldi ruumi paigutatud katlaga. Tema tootlikkus on 1,5 t/h.

Seda liiki söödahautamisseadmed võimaldavad töömahukaid töid täielikult mehhaniseerida, ehitada nad ükskõik kui vajalikule tootlikkusele ja nõuavad minimaalset tööjõu hulka.

Liikuvaid söödahautamisagregaate (joon. 190) kasutatakse neil juhtudel, kui teostatakse sileeritud keedetud kartuli varumist või kui

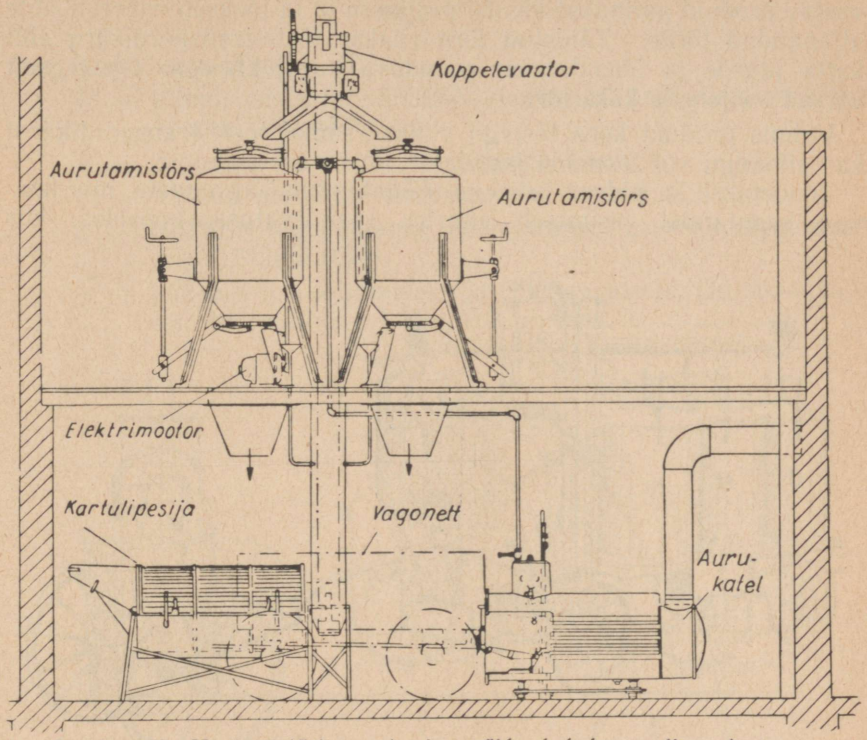


Joonis 187. ЛИМСХ konstruktsiooni hautamistõrs 1500 kg kartuleile.

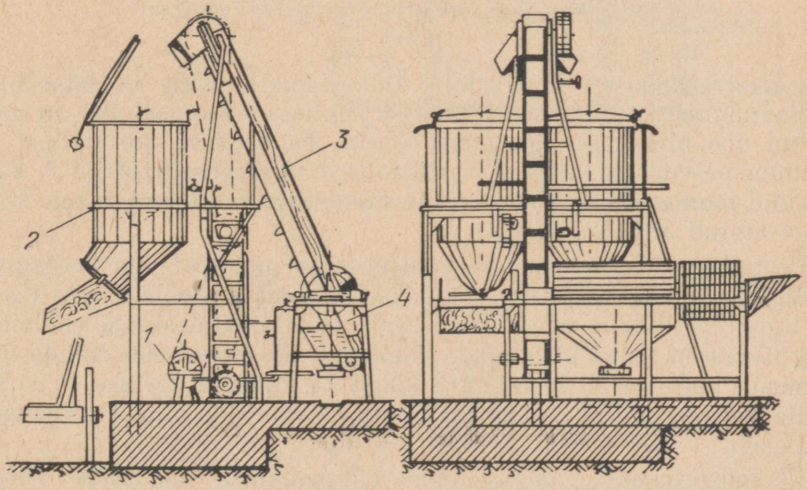
loomakasvatusfarmid on territoriaalselt üksteisest eemaldatud ja statsionaarsete hautajate olemasolu igaühel nendest ei ole majanduslikult kasulik.

Niisugused agregaadid kujutavad endast tavaliselt komplekssea-

det, mis koosneb vertikaalsest aurukatlast, käsi- või elektriajamiga pesemismasinast, neljast hautamistõrrest ja tõste-transpordikärust.



Joonis 188. Hautamistõrte asetamise näide kahekorruselises hoones.

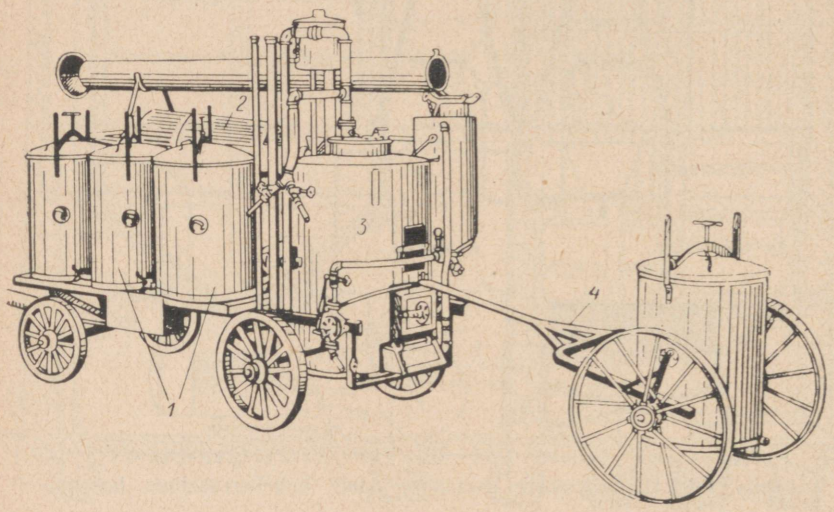


Joonis 189. Hautamistõrte asetamise näide ühekorruselises hoones.

Töökohale jõudmisel pannakse katel küdema, tõrred võetakse maha ja pesemismasin seatakse põigiti vankri platvormile. Juurdeveetav produkt pannakse käsitsi pesijasse ja ta jookseb vahetult ühte allapandud tõrde. Täidetud tõrs viiakse tõste-transpordikäru abil katla juurde ja ühendatakse painduva aurujuhtmega. Üheaegselt võivad soojeneda kaks tõrt.

Valmis produkt koos tõrrega viiakse samal tõste-transpordikärul kas siloaugu või loomade juurde.

Toodetakse ka pideva toimega söödahautamisagregaate, mis leiavad kasutamist peamiselt suurtes seakasvatussovhoosides, kus



Joonis 190. Liikuv auruga söödahautamisagregaat.

päevakorra kohaselt on võimalik katkestamatu sööda söödatsehhist väljaandmine kordamööda mitmesse sigalasse. Joonisel 191 on näidatud ühe niisuguse agregaadi skeem. Ta koosneb aurukatlast *1*, trummelpesemismasinast *3*, vertikaalsest tigutransportöörist *2*, kallutatud hautamistõrrest *4* ja tühjendamisteost-muljujast *5*, mis kõik on asetatud ühisele raamile.

Pestud produkt antakse pesemismasinast pidevalt ette hautamistõrde, kus ta keedetakse ja juhitakse tühjendamisteole. Tõrre maht ja tigude tootlikkus on valitud selline, et produktiosakeste viibimise aeg tõrres on küllaldane nende täielikuks läbikeetmiseks. Nende tingimuste juures võib leida tõrre kõige kasulikuma kallaku ja kuju, mille juures kogu mass laskuks tõrres pikkamööda alla ja soojeneks ühtlaselt.

Keetmisprotsessi pidevus lubab kahtlematult saavutada kõrge mehhaniseerimisastme.

Üksikute aurutamistõrte seinte paksust arvutatakse valemiga:

$$b = \frac{P_{ü} Dx}{2k_z \varphi} + c \text{ [sm]},$$

kus $P_{ü}$ on auru ülerõhk atü,

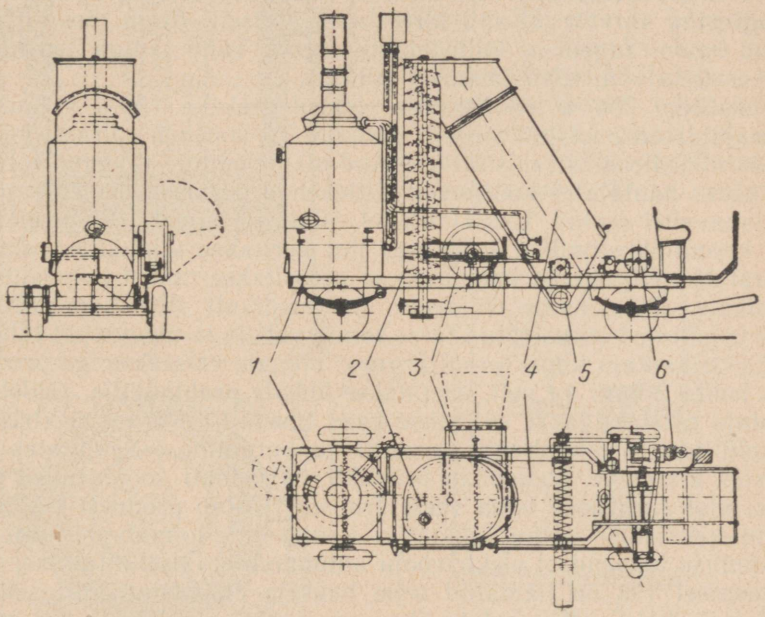
D — silindri sisemine läbimõõt (koonilisel osal võetakse kõige suurem läbimõõt) sm,

x — tugevuse varutegur, mis võrdub 3 kuni 4,

k_z — valitud materjali tõmbetugevus kg/sm²,

φ — õmbluse tugevustegur (keevitamisel $\varphi = 0{,}7$, neetimisel $\varphi = 0{,}6$ kuni 0,90),

c — paksuse lisa kulumiseks ja ebatasasustele. On soovitav c väärtust valida 0,1 kuni 0,2 piirides.



Joonis 191. Pideva toimega auruga söödahautamisagregaat.

Kui on teada tunnine soojendava auru kulu, siis võib tõrre juurde viivate aurujuhtmete läbimõõtu määrata järgmise valemiga:

$$P_t = \frac{\pi d^2}{4} \cdot 3600 v\gamma,$$

kus

$$d = \sqrt{\frac{4P_t}{3600\pi v\gamma}} = \sqrt{\frac{P_t}{2830 v\gamma}} \text{ [m]}.$$

Siin d on aurujuhtme sisemine läbimõõt m,
P_t — tunnine aurukulu kg,
γ — keskmine auru erikaal kg/m³,
v — auru kiirus m/sek.

Küllastunud aurule valitakse väärtus $v = 20$ kuni 30 m/sek, ülekuumendatud aurule $v = 40$ kuni 50 m/sek.

Elektrihautajad.

Üks tüüpilisi elektrihautajaid, mahuga 50 kuni 500 l, kus soojendamisseadis on asetatud hautamistõrre sisse, on toodud joonisel 192. Ta kujutab endast tsingitud plekist valmistatud kahekordsete seintega silindrit. Seinte vahele on asetatud soojust-isoleeriv materjal. Tõrre mahavõetav kaas on tihedalt sobitatud seintega ja ta suleb kangi ning survekruvi abil tõrre hermeetiliselt. Kogu tõrs on riputatud raami tugedele, milledele ta toetub kahe tapiga ja millede ümber teda võib tühjendamisel pöörata.

Torutüüpi 750 w võimsusega elektriküttekeha (50 l mahulisele hautajale) on asetatud silindri põhjale. Ta koosneb spiraali keritud kroomnikkeltraadist, mis on asetatud magnesiidiga täidetud torusse.

Teistes hautajates koosnevad küttekehad mitmest elemendist, mis on omavahel seotud. Üksikjuhtudel esinevad lamedat tüüpi elemendid kroomnikkellindist, kusjuures lint keritakse vilgukivist alusele, keeratakse vilgukivist lehtedesse ja pressitakse rauast pakenditesse. Üksikute sektsioonide võimsus on harilikult 300 kuni 600 w. Elektrijuhtmed on asetatud tõrre seinte vahele ja ühendatud lülitiga.

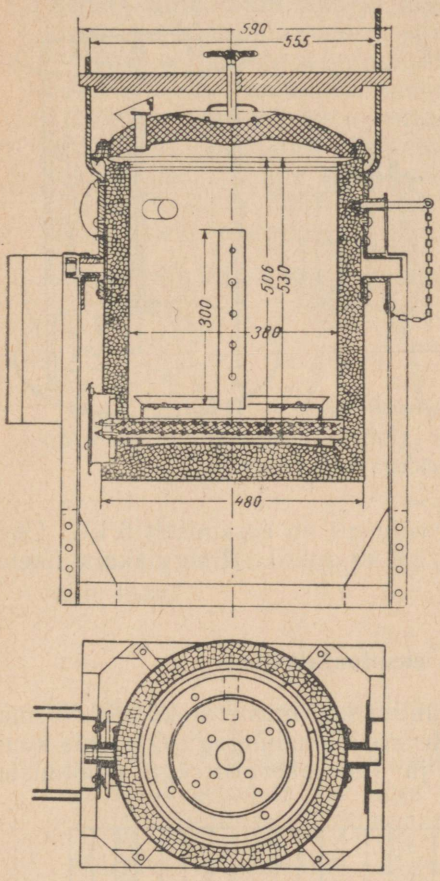
Elektrihautaja toime on alljärgnev: põhjale valatakse iga produkti 1 ts kohta 2 kuni 4 l vett, asetatakse kohale prahipüüdja, täidetakse hautaja produktiga ja suletakse kaas tihedalt. Pärast elektrivoolu sisselülitamist toimub vee keemine ja auramine. Sealjuures aur, tõustes ülespoole, soojendab produkti. Produkti soojenemise protsessi ajal aurab osa tema veest ära, mis tõstab produkti kvaliteeti. Tänu spetsiaalse termoregulaatori olemasolule toimub produkti soojendamise lõppemisel elektrivoolu automaatne väljalülitamine.

Joonisel 193 on näidatud selle hautaja elektriline lülitusskeem. Esineb kaks vooluahelat: üks, mis toidab soojenduselementi *A* (ahel — *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *7*), ja teine, mis toidab elektromagnetit (ahel — *1*, *2*, *3*, *8*, *9*, *10*, *5*, *6*, *7*). Lüliti sisselülitamisel, kui kontaktid *2*, *3* ja *5*, *6* on koos, läbib vool soojenduselemendi, teise ahela kontaktid *8* ja *9* on aga lahtised. Kui ülemises tõrreosas asuva produkti temperatuur küünib 90—100°, suleb termoregulaator *B* kontaktid *8* ja *9*, vool läheb mööda teist ahelat elektromagnetisse, pooli ankur aga nihkub vasakule (skeemil), mis katkestab esimese ahela lüliti *2*, *5*.

Niisugustes aurustajates kasutatakse kas eetriga täidetud termoregulaatoreid või bimetallist termokontakte. Neid võib reguleerida ükskõik missugusele produkti soojenemise temperatuurile.

Automaatsete termoregulaatorite olemasolu lubab kokku hoida elektrienergiat ja hoiab ära produkti liigse katkikeemise, järelikult aga ka produkti riknemise, ega nõua pidevat valvet.

Elektrienergia kulu on juur- ja mugulvilja keetmisel 6—8 kWh 100 kg produkti kohta. Katsetamised elektrihautajatega on näidanud, et nende kasutegur on 0,2 kuni 0,22.

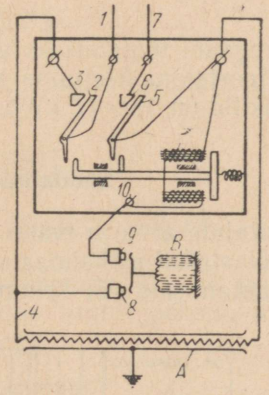


Joonis 192. Elektrihautaja soojendamis-elemendiga tõrre sees.

Üleliiduline Põllumajanduse Elektrifiitseerimise Instituut (ВИЭСХ) töötas välja elektroodidega (aurugeneraatori) (joon. 194) hautamisagregaadi.

Aurugeneraator kujutab enesest väliskattega ja isolatsioonkihiga raudsilindrit, läbimõõduga 350 mm ja kõrgusega 600 mm. Silindri kaas on kerele kinnitatud poltidega.

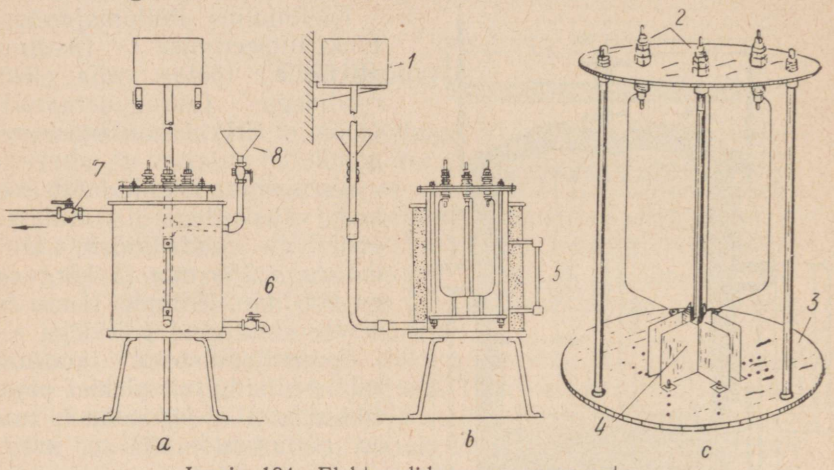
Soojendussüsteem koosneb kolmest tsingitud plekist plaadikujulisest elektroodist *4*, mis on painutatud 120°-se nurga



Joonis 193. Hautaja elektriseadiste skeem.

all. Iga elektroodi mõõt on 1,5 × 150 × 300 mm. Elektroodid on kinnitatud poltidega isolatsioonalusele *3*, mis on kolme tihvtkruvi abil kinnitatud silindri kaanele. Elektrivool juhitakse üldvõrgust elektroodidele kahe portselanist läbiviigi-isolaatori *2* abil, mis on kinnitatud silindri kaanele. Elektroodidest suundub vool läbi vee, mis on antud juhul elektriliseks takistuseks, maaga ühendatud silindri keresse. Vool, läbides vee, soojendab teda ja tekib aur. Auru tekkimise hulga reguleerimist teostatakse elektroodide omavahelise

kauguse muutmisega, mille otstarbeks on poltide jaoks isolatsioonalusesse ette nähtud mitu avaust. Silinder on varustatud veeseisunäitajaga *5*, hüdraulilise kaitsmega *1*, harutoruga lehtri *8* veega täitmiseks, väljalaskekraaniga *6* ja aurujuhtmega ventiiliga *7*, mille kaudu aur juhitakse aurutamistõrde. Aurutamistõrs on hariliku ehitusega; ta maht on 150 l.

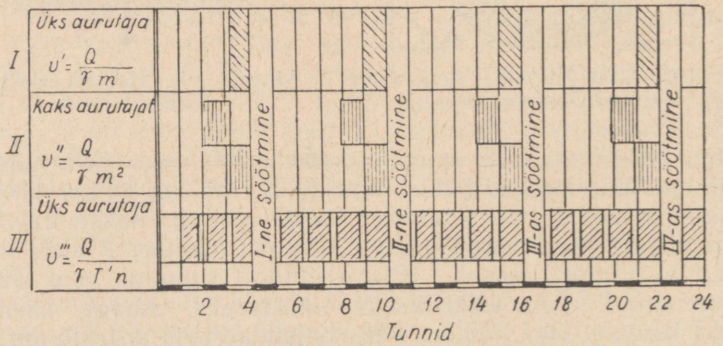


Joonis 194. Elektroodidega aurugeneraator.

Agregaadi töötamiseks vajalik võimsus on keskmiselt 6 kW. Ühe kartuliportsjoni keetmine kestab 2,5—3 tundi. Energiakulu ühele töötsüklile on 16—17 kWh.

Söödahautajate ekspluatatsioon.

Hautajate arvu ja mahu valik antud tingimuste jaoks peab olema kooskõlastatud maksimaalse ööpäevase söödahulgaga $Q_{öp}$, mis kuulub hautamisele või keetmisele, ja farmipäevakorraga (söötmiste



Joonis 195. Hautajate kasutamise graafik.

arvuga ja aegadega). Teatavasti peab juur- ja mugulvilja ettevalmistamise tehnoloogilise protsessi nõuete kohaselt igaks söötmiseks keetma söödahulga, mis võrdub ühekordse kuluga $Q_ü$, ja mitte lubama tema tunduvat jahtumist ja värskuse kaotamist, s. t. tuleb lõpetada portsjoni kaaluga $Q_ü$ keetmine tema väljaandmise ajaks. Peale selle on hautajate arv seotud punkrite olemasoluga söödatsehhis tõrte täitmiseks ja keedetud produkti hoidmiseks, samuti aurukatla küttepinna suurusega.

Nende sõltuvuste selgitamiseks vaatleme näidet kolme variandiga, mis hautajate kasutamisel kõige sagedamini esinevad.

Näiteks, olgu ööpäeva jooksul tarvis keeta $Q_{öp} = 4000$ kg kartuleid. Farmi päevakord näeb ette loomade neljakordse söötmise ühesuguste osade kaupa iga 6 tunni tagant.

Graafik (joon. 195) kujutab kolme põhilist võimalikku keedetud sööda ettevalmistamise varianti niisuguse näite jaoks.

Variant I — ühe aurutaja olemasolul mahuga

$$V' = \frac{Q_{öp}}{\gamma m} \text{ [m}^3\text{]}.$$

Variant II — kahe ühesuguse aurutaja olemasolul (nagu see on levinumatel agregaatidel), igaühe mahuga

$$V'' = \frac{Q_{öp}}{\gamma m \cdot 2} \text{ [m}^3\text{]}.$$

Variant III — ühe, kuid väikesemahulise aurutaja olemasolul, mille maht

$$V''' = \frac{Q_{öp}}{\gamma T' n} \text{ [m}^3\text{]},$$

kus m on vastuvõetud söötmiste arv ööpäeva jooksul,
γ — produkti mahukaal kg/m³,
T' — vastuvõetud töötundide arv ööpäeva jooksul ja
n — keetmiste arv ühes aurutajas tunni jooksul, arvestades täitmise ja tühjendamise aegu.

Märgime iga variandi väärtusi ja puudusi.

Variandil I ja tingimusel, et $\gamma = 600$ kg/m³ ning $m = 4$, on nõutav aurutaja maht:

$$V' = \frac{4000}{600 \cdot 4} = 1{,}66 \text{ m}^3.$$

Ta on tegevuses mitte üle nelja tunni ööpäevas. Niisuguse variandi väärtusteks on: 1) võimalus saada värsket sooja sööta söötmise alguseks ja 2) täitepunkri ning keedetud produkti hoidmise punkri olemasolu vajaduse puudumine.

Tooraine pannakse siin vahetult pesijast hautajasse, keedetud sööt aga pannakse sööda väljaandmise aja jooksul muljujasse.

Antud juhul on auru erikulu $p = 0{,}18$, ühe portsjoni keetmise aeg $T = 0{,}5$ h, $Q_{ü} = 1000$ kg ja tunnine aurukulu

$$P_t = \frac{pQ_{ü}}{T} = \frac{0{,}18 \cdot 1000}{0{,}5} = 360 \text{ kg}.$$

Aurukatla vajalik küttepind aurutootlikkuse $q = 20$ kg/m²h juures

$$F' = \frac{P_t}{q} = \frac{360}{20} = 18 \text{ m}^2.$$

Variandil II on vajalik kaks ühesugust hautajat, igaüks mahuga

$$V'' = \frac{Q_{öp}}{\gamma m \cdot 2} = \frac{4000}{600 \cdot 4 \cdot 2} = 0{,}83 \text{ m}^3.$$

Kui neid kasutada vaheldumisi, siis, samuti nagu variandil I, saame iga söötmise alguseks värsket sööta, ja nagu ennegi, ei ole vaja punkreid. Peale selle, juhul, kui üks hautajatest läheb rikki, võib ajutiselt läbi saada ainult teise hautajaga. Tunnine aurukulu P_t aga ja katla vajalik küttepind vähenevad kahekordselt ja võrduvad:

$$P_t = 180 \text{ kg ja } F'' = 9 \text{ m}^2.$$

Variandil III, tingimusel, kui aurutaja kasutamise aeg ööpäeva jooksul $T' = 20$ h ja ühe portsjoni keetmise aeg koos aurutaja täitmise ja tühjendamisega $T = 1$h, on vajalik aurutaja, mahuga

$$V''' = \frac{Q_{öp}}{T'n} = \frac{4000}{600 \cdot 20 \cdot 1} = 0{,}33 \text{ m}^3.$$

Valitud p ja T väärtuste juures ja 200 kg söödaportsjoni kaalu juures on tunnine aurukulu ainult

$$P_t = \frac{0{,}18 \cdot 200}{0{,}5} = 72 \text{ kg}$$

ja vajalik aurukatla küttepind ainult

$$F''' = \frac{72}{20} = 3{,}6 \text{ m}^2.$$

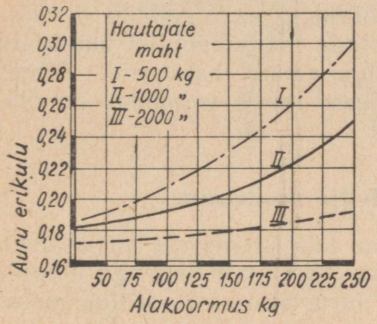
Selle variandi juures tekib vajadus omada hautaja kohal täitmispunker pestud produkti jaoks ja punker keedetud produkti esimese nelja portsjoni ($200 \times 4 = 800$ kg) ajutiseks hoidmiseks. Sööda ümbertöötamisel peab teostama täiendava töö. Kui selle juures veel arvestada, et osa söödast niisuguse variandi juures jõuab jahtuda ja kaotada oma värskuse ja et igasugune keedetud juur- ja mugulvilja mehaaniline ümbertõstmine ja transportimine on äärmiselt keerukas, siis osutub variant III vähe otstarbekohaseks.

Teda võib soovitada ainult sel juhul, kui farmi päevakorra tingimuste kohaselt on võimalik keedetud sööda pidev väljaandmine. Viimane on sobiv söödatsehhidele, mis teenindavad mitut erisuguste päevakordadega sigalat. Enamuses on aga variant II kõige otstarbekohasem ja mugavam ning ta vastab töötlemise tehnoloogia nõuetele.

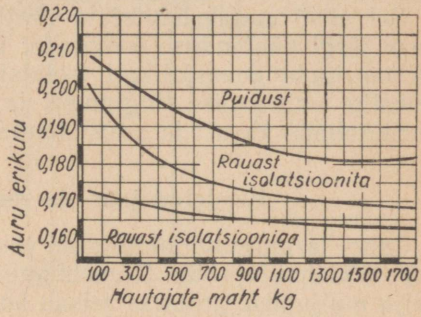
Hautamistõrte arvu ja mahu ning aurukatla mõõtude valikul peab arvesse võetama rida teisi töid, nagu näiteks vee soojendamine, teravilja keetmine ja koresöötade hautamine.

Hautamistõrte töögraafiku koostamisel peab püüdma, et 1) igal juhul oleks saavutatud sisseseade maksimaalne kasutamisaste, 2) ei oleks tarvis täiendavate punkrite ülesseadmist ja üleliigseid keedetud sööda ümbertõstmisi ja 3) oleks saavutatud värske sööda õigeaegne valmistamine iga söötmise alguseks hulgana, mis on võrdne $Q_{ü}$ kg.

Söötade termilise töötlemise sisseseadmise kulude suuruste lihtsad võrdlusarvutused iga ülaltoodud variandi kohta annavad täie



Joonis 196. Auru erikulu muutumise graafik, sõltuvalt hautamistõrte alakoormusest.



Joonis 197. Auru erikulu muutumise graafik, sõltuvalt hautamistõrte mahust ja konstruktsioonist.

õiguse kinnitada, et söödatsehhist sööda pideva väljaandmisvõimaluse puudumisel osutub kõige tulukamaks variant II, kahe hautajaga, kummagi mahuga

$$V'' = \frac{Q_{öp}}{\gamma m \cdot 2} \text{ [m}^3\text{]}.$$

Üleliigne hautajate maht tingib nende alakoormuse ja soojuskadude suurenemise. Joonisel 196 on toodud auru erikulu p sõltuvuse graafik hautajate alakoormusest hautajate mahu juures 500, 1000 ja 2000 kg, millest järgneb, et väikesemahulistel hautajatel mõjutab alakoormus suuremal määral soojusekao suurust.

Tingimustes, kus pärast juur- ja mugulvilja keetmist on tarvis suurel hulgal keeta teravilja ja soojendada vett, on otstarbekohane omada eraldi hautajad iga söödaliigi jaoks, vee soojendamist aga teostada värskeauruga veekeetjas.

Kasutades neid termilisi aparaate ööpäeva mitmesuguste tundide jooksul, võib saavutada aurukatla kõrge kasutamisastme ja läbi tulla täiendavate punkrite ning sööda ümberlaadimisteta.

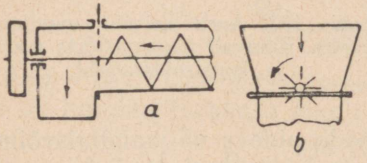
Puust, rauast ja rauast isolatsiooniga mitmesuguse mahuga hautamistõrte võrdluskatsed ja -arvutused on iseloomustatud järgmiste

näitlikkude kõveratega, mis on kujutatud graafikul (joon. 197). Neist nähtub, et 1) hautajate mahu kasvamisega (0,2 kuni 3 m^3 piirides) väheneb kõikides konstruktsioonides auru erikulu; 2) kõige kokkuhoidlikumad aurukulu suhtes on soojusisolatsiooniga kaetud rauast hautajad; 3) kõige väiksema aurukulu kokkuhoiuga on puust hautajad (nendest on ainult väikesemõõdulistel auru erikulu ligidane isolatsioonita rauast hautajate omaga); 4) suuremahulised puust hautajad on eriti ebamajanduslikud, kuna nende soojendatavate osade kaal mahu suurenemisega järsult kasvab; 5) isolatsiooniga rauast hautajate auru erikulu osutub mahu muutumisel vähetundlikuks; 6) hekslite aurutamisel on isolatsioonita rauast hautajad vähem majanduslikud kui puidust hautajad.

Sel viisil annab hautajate võrdlev hinnang auru erikulu *p* väärtuse järgi põhjenduse soovitada: kasutada suuremahulisi hautajaid ja tarvitada peaasjalikult isolatsiooniga rauast hautajaid. Ainult hekslite aurutamise tingimusel ja väikese mahu vajadusel on otstarbekohane kasutada puust hautajaid.

Keedetud juur- ja mugulvilja muljumine.

Juur- ja mugulviljamuljujad esinevad kas iseseisvate masinatena või söödahautaja ühe töömehhanismina. Keedetud juur- ja mugulvilja muljumise protsess seisab koore purustamises ja seotud massi



Joonis 198. Juur- ja mugulviljamuljujate skeemid.

läbi resti või võrgu surumises üksikute osakeste struktuuri hävitamise eesmärgil.

Loomade söötmise otstarbeks on täiesti küllaldane tagada niisugune purustamisaste, kus osakeste läbimõõt ei ületa 8—10 mm.

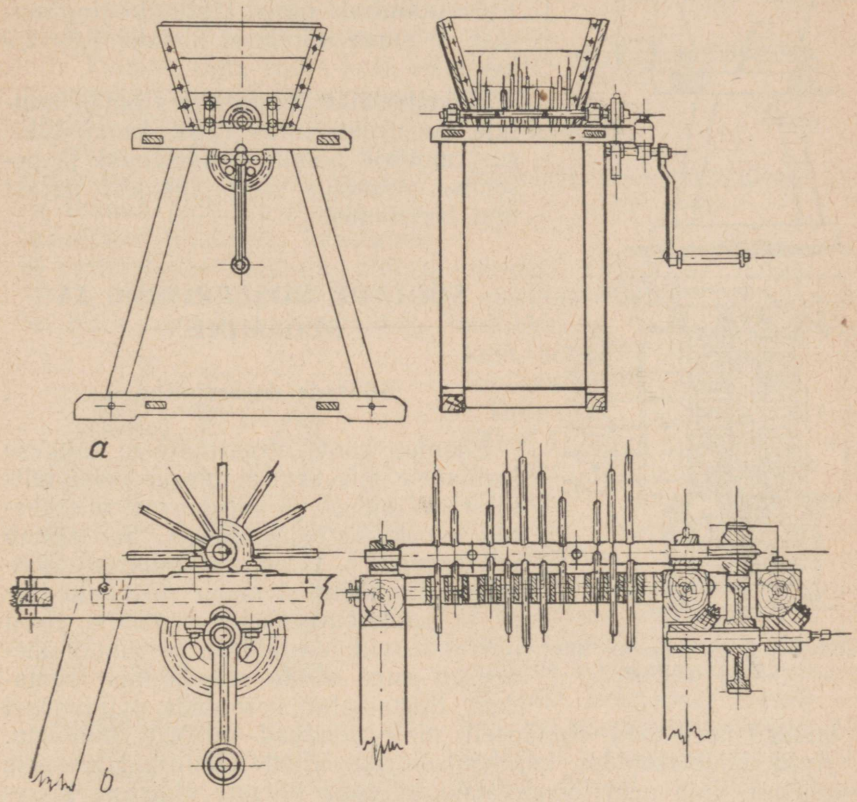
Eraldatakse kaks keedetud produkti põhilist muljumismoodust: 1) mugulvilja läbisurumisega traadist punutud võrgust (joon. 198, *a*) ja 2) esialgse läbilõikamisega ja järgneva võrgust läbisurumisega (joon. 198, *b*).

Esimest viisi teostatakse teo ja tema torusse põiki asetatud resti abil. Vahel asetatakse tiguvõllile enne resti veel 2—3 nuga produkti läbilõikamiseks. Kartulimuljujas KM-1,5 on tigu tehtud keerme muutuva sammuga ja lõpeb kolme labaga, mis lähevad kestale kinnitatud kolmest sõrme rea vahest läbi. Söödaosakeste muljumine toimub labade ja sõrmede vahel. Teo 160 pöörde juures minutis on tema tootlikkus ligi 3 t/h ja käitamiseks vajalik võimsus 1,5 kW.

Teine viis, mis on leidnud praktikas laialdase leviku, annab jämedama ja ebaühtlasema muljumise ning on tootlikkuse mõttes vähem

efektiivne. Masinad on sel juhul ümberkantavad, varustatud käsiajamiga (joon. 199) või mehaaniliselt käitatavad. Tööorgan — võll — kannab rida raudtihvte, mis on asetatud mööda keermejoont. Tihvtide vahele on asetatud liistud, mis täidavad võre aset.

Mõnedes konstruktsioonides (sagedamini mehaanilistes, joon. 200) on võre liistud monteeritud kokku kahest poolest, mis on šar-



Joonis 199. Tihvtidega muljuja üldvaade ja tööosa.

niirselt kinnitatud raamile ja varustatud vastukaaludega. Mõne kõva keha produkti sattumise juhul surub võõrkeha tihvtide mõjul võre liistudele, vajutab nad alla ja läbib muljuja, tema osasid vigastamata.

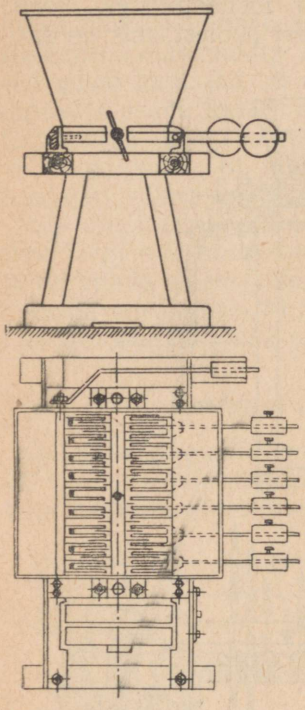
Keedetud juur- ja mugulvilja muljumiseks vajalik pinge ei ole suur ja moodustab, näiteks, kartulile — 0,30 kuni 0,65 kg/sm², porgandile 0,26 kuni 0,45 kg/sm² ja peedile 0,90 kuni 1,30 kg/sm².

Keedetud juur- ja mugulvilja takistus 6-millimeetrise läbimõõduga traadiga lõikamisele on kartulil — 0,075, porgandil — 0,190, peedil — 0,210 kg/sm.

Keedetud kartuli hõõrdetegur vastu metalli $f = 0{,}78$ kuni 0,85, keedetud porgandi hõõrdetegur $f = 0{,}74$ kuni 1,10. Katsed näitavad, et keedetud juur- ja mugulviljade üldine muljumistakistus sõltub suurel määral võre liistude paksusest. Liistude paksuse suurenemisega kasvab järsult takistus. Seetõttu peab muljujate konstrueerimisel püüdma luua peeneliistulisi võresid.

Arvutamisel peab lähtuma tingimusest, et surve võrele ei ületaks 1,8—2,0 kg/sm².

Söödatsehhide tingimustes omab muljuja konstruktsioonis väga suurt tähtsust muljuja hõlbus puhastamise ja pesemise võimalus söödajääkidest pärast igat tarvitamist.



Joonis 200. Mehaaniline tihvtidega muljuja.

SÖÖTADE DOSEERIMINE JA SEGAMINE.

Söötade doseerimine.

Enamus kontsentraatsöötasid antakse loomadele ette segus, mis koosneb mitmest eri toidust, ja vahekorras, mis vastab koostatud ratsioonidele. See nõuab doseerimist, s. t. segusse minevate söötade väljamõõtmist mahu või kaalu järgi, ja nende omavahelist segamist. Need operatsioonid teostatakse harilikult üheaegselt enne sööda etteandmist loomadele. Spetsiaalse sisseseade puudumisel toimuvad need tööd ebatäpselt ning nõuavad rohkesti tööjõudu.

Kuid söödatsehhides, kus kontsentraatsöötade põhiliigid hoitakse punkrites, võib neid tööoperatsioone väga lihtsate üldisesse sisseseade süsteemi lülitatud seadiste abil mehhaniseerida.

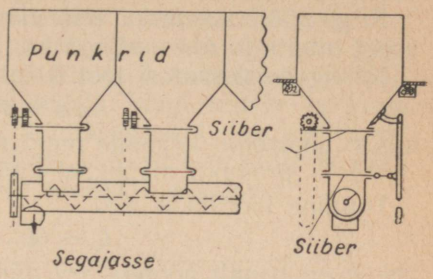
Igasuguste jahu- ja teraviljasöötade doseerimist võib teostada mitmel viisil.

Joonisel 201 on skemaatiliselt näidatud söödatsehhi sisustamine doseerimiskastidega, mis on kinnitatud purustatud sööda punkrite väljalaske avade alla. Iga dosaator kujutab enesest 1—1,5 mm paksust lehtterasest valmistatud karpi, mis on alumisest ja ülemisest äärest tugevdatud nurkrauaga. Karbi kaas ja põhi on siibrid. Siibrid võivad olla kas hammasliistuga (käsitsiliigutatavad lõpmatu keti abil) või kangiga.

Doseerimiskastide maht on 5 kuni 35 l, milline valitakse töötingimuste kohaselt.

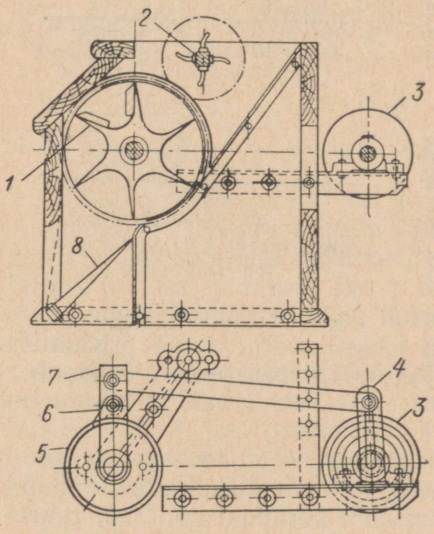
Tarviliku söödahulga mõõtmine teostatakse dosaatori vastava arvu täitmise ja tühjendamisega. Dosaatori poolt mõõdetud doosi kaal iga sööda jaoks määratakse varem kaaludel. Dooside arv määratakse enne doseerimist.

Sööda segajatesse või transportkärudesse transportimise või laadimise hõlbustamiseks paigutatakse doseerimiskastide alla kinnine tigu, mille kest on tihedalt kinnitatud jagajate alumistele otstele.



Joonis 201. Doseerimiskastidega punkrite skeem.

Suure tootlikkusega söödatsehhides, kus söötade segamine toimub pidevalt (sööda väljaandmise tundidel), kasutatakse mehaanilise ajamiga pideva toimega silindrilisi dosaatoreid (joon. 202). Niisugused dosaatorid asetatakse samuti punkrite alla ja, olles reguleeritud vajalikule tootlikkusele, viskavad nad üksikuid söötasid segajasse kindlas kaalulises vahekorras.



Joonis 202. Pideva toimega mehaaniline dosaator

ülemine — vertikaallõige, alumine — ülekandemehhanism.

Dosaator koosneb 530 × 530 × 510 mm puukarbist, mille sees pöörleb trummel *1*. Trummel on kolme sektsiooniga, mis on üksteisest eraldatud vaheseintega. Iga sektsioon koosneb kuuest kopast. Produkti etteandmise ühtlustamiseks on ühe sektsiooni kopad teiste sektsioonide koppade suhtes nihutatud piki ringjoont. Trumli kohale on asetatud tihvtidega võllsegaja *2*. Punkrist tulev sööt täidab kopad ja sööt viiakse koppadega väljumisava juurde.

Dosaatori seadmine vajalikule tootlikkusele teostatakse trumli pöörete arvu muutmise teel. Selleks otstarbeks on ette nähtud neljaastmeline rihmratas *3* ja väntkepsumehhanism muudetava vända raadiusega.

Ülekandemehhanismi ehitus (joon. 202) on järgmine. Veovõlli otsale on jäigalt kinnitatud vänt *4*, mille külge nihkuri abil on kinnitatud keps. Kepsu teine ots on ühendatud kiigega *7*, mis on šarniirselt kinnitatud trumli võllile ja kannab põrklinki *6*. Põrklink hambub põrkhammasrattaga *5*, mis on tapitud trumli võllile. Veo-

võlli pöörlemisel hakkab keps tegema võnkeliigutusi ja kiige 7 põrklink 6, haarates põikhammasratast, pöörab teda teatava nurga võrra, temaga koos aga ka kogu töötrumlit.

Kiige pöörlemisnurka võib vända nihkuri nihutamisega piki juhtsoont muuta ja ühes sellega ka täiendavalt trumli pöörete arvu.

Niisuguse dosaatori tootlikkus trumli ühe tiiru jooksul

$$q = v\gamma \text{ [kg]},$$

kus v on trumli koppade maht m^3 ja

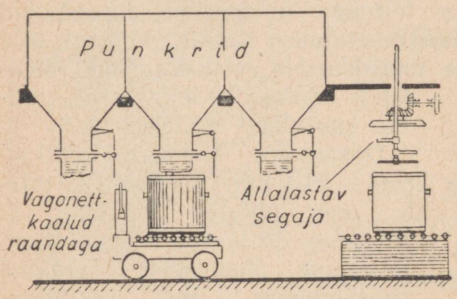
γ — produkti mahukaal kg/m^3.

Tunnine tootlikkus aga

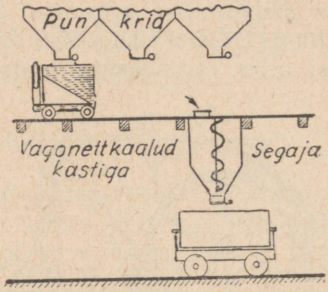
$$Q = 60 \cdot qn \text{ [kg/h]},$$

kus n on trumli pöörete arv minutis.

Näiteks, „Sojuzprodmašina" tehase dosaatoris CK $v = 10$ l, mis kaerajahuga töötamisel annab ühe pöörde tootlikkuse $q = 3$ kg, trumli võimalik pöörete arv minutis on aga 5 kuni 60.



Joonis 203. Söötade doseerimise skeem liikuva kaalu ja raanda abil.



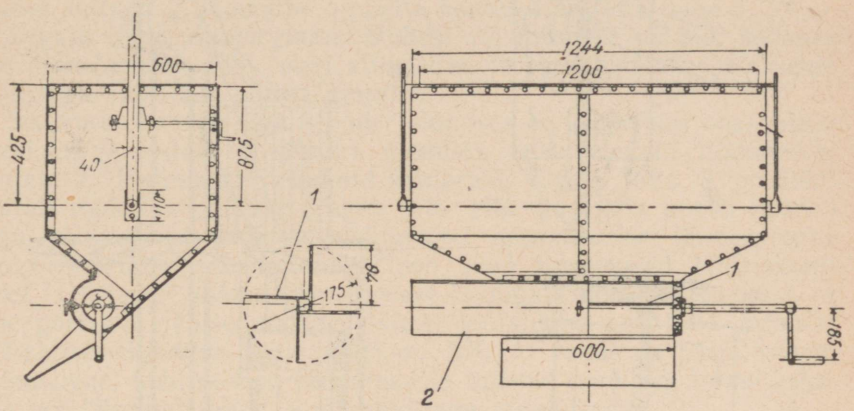
Joonis 204. Söötade doseerimise skeem kastiga varustatud kaalu abil.

Vajaliku tootlikkuse kooskõla kontroll tegeliku tootlikkusega teostatakse dosaatori poolt teatava aja jooksul välja antud produktihulga kaalumise teel. Selleks on jagajal ümberasetatav klapp 8, mis proovivõtmisel suunab produkti mitte renni, vaid allapandud nõusse.

Doseerimistööd võivad tunduval määral olla mehhaniseeritud liikuvate kaalude kasutamiselevõtmisega. Nende kasutamine toimub järgmise skeemi järgi. Mööda söödatsehhi põrandat piki rida riputatud punkreid lükatakse käsitsi ratastele asetatud platvormkaalusid (joon. 203). Kaalu platvorm on varustatud rullidega ja nendele on asetatud 150—200 l mahuga raand. Tööline, lükates kaalu raandaga, täidab selle igast punkrist ühe või teise sööda vajaliku kaalulise hulgaga, koostades söödasegu antud ratsiooni järgi. Täitnud raanda, lükkab ta kaalud vertikaalse segaja platvormi juurde. See platvorm on samuti varustatud rullidega, milledel kaalult mahalükatav raand kergesti liigub. Hiljem lastakse raandasse labadega segaja, mis oma pöörlemisel sööta intensiivselt segab. Platvormilt toimetatakse raand, riputatuna rippraudtee veokärule, lauta.

Niisuguse skeemi juures on jagamiseks ja segamiseks vaja mitu raanda. Üks tööline võib tunni jooksul valmistada kuni 20 raandatäit sööta. Eriti otstarbekohane on niisuguse sisseseade kasutamine seakasvatusfarmides, kus tuleb valmistada vedelaid söötasid.

Joonisel 204 on skemaatiliselt kujutatud liikuv kaal-dosaator kastiga kuiva sööda jaoks. Kasti kaalutakse vajalik hulk igast söödast, kaal lükatakse perioodilise toimega segaja luugi juurde ja kogu kasti sisu toimetatakse viimasesse. Samasuguseid kastiga kaale võib asetada esimese korruse rööbasteele ja kasti sisu välja laadida kopptransportööri täiteauku, mis viib produkti segajasse.



Joonis 205. Rippraudtee vagoneti veokast, mis on varustatud söödajagajaga.

Lõpuks peab mainima ka dosaatorit-söödajagajat, mis teostab valmissööda mõõtmist selle etteandmisel loomadele. Niisuguse dosaatori-söödajagaja kasutamine eeldab rippraudtee olemasolu nii farmis kui ka lautades. Tema töötamise põhimõte seisab teatava mahu sööda väljamõõtmises igale loomale ja selle toimetamises sõime.

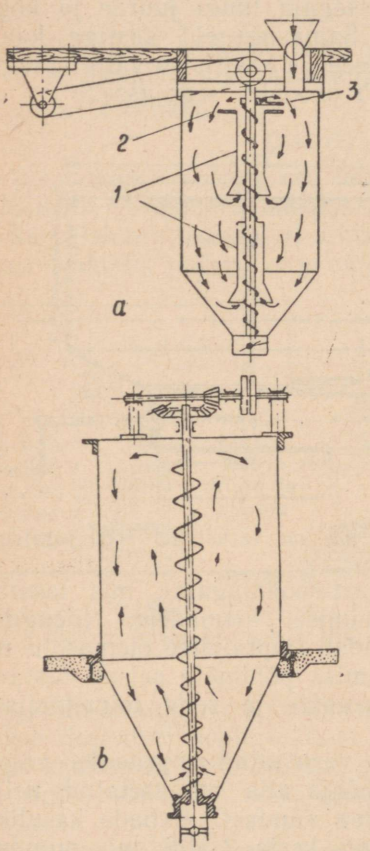
Joonisel 205 on näidatud jagajaga varustatud rippraudtee vagoneti spetsiaalne veokast. Vagoneti põhja alla on asetatud nelja labaga võll *1*, mis pannakse pöörlema vändast. Labade kasuliku mahu reguleerimine teostatakse liikuva kesta *2* abil, mis muudab labade tööosade pikkust (nii nagu külvimasinate rulljaotaja-mehhanismides).

Seatud antud ratsioonile, lükatakse jagaja töölise poolt piki söödakäigu rööbast ja võlli keeramisel $^1/_4$ pöörde võrra visatakse sõimedesse ühesugused portsjonid.

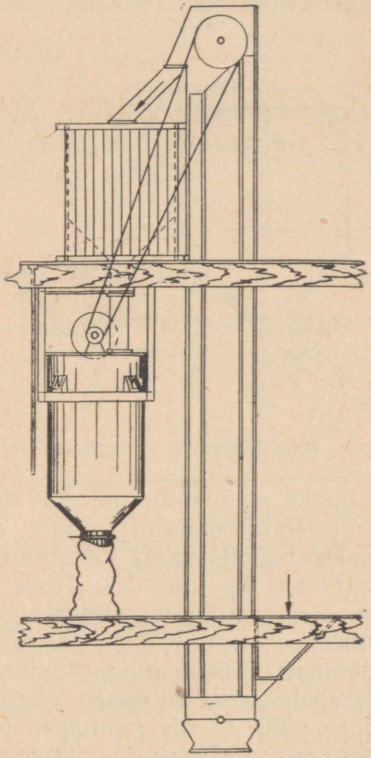
Söötade segamine.

Söötade käsitsi segamine labidate abil künades ja kastides ei taga vajalikku kvaliteeti ja söödasegu ühtlast struktuuri. Ta on liigselt töömahukas ja majanditele, kus tuleb söötasid segada suurel hulgal, täiesti mittelubatav.

Söödasegajad tagavad segu hea kvaliteedi ja on küllalt kõrge tootlikkusega. Viimane asjaolu on eriti tähtis vedelate ja niisutatud söötade valmistamise juhtudel, kuna neid kiire riknemise ja jahtumise tõttu ei või varuda ette. Seda operatsiooni peab teostama ainult sööda väljaandmise ajal lautadesse, s. t. vahetult enne loomade söötmist.



Joonis 206. Perioodilise toimega vertikaalsete tigusöödasegajate skeemid.



Joonis 207. Vertikaalse tigusöödasegaja ülesseadmine söödatsehhi hoones.

Söödasegajad on perioodilise ja pideva toimega. Peale selle jagatakse söödasegajaid tavaliselt tööorgani asetuse järgi vertikaalseteks ja horisontaalseteks.

Perioodilise toimega söödasegajad segavad sööta üksikute portsjonitena, vastavalt segajate mahule. Pideva toimega söödasegajates toimub doseerimise ja segamise protsess rööbiti kõikide söötade pideva etteandmisega segajasse, pideva segamisega ja väljalaadimisega. Pideva toimega söödasegajate kasutamine on võimalik ainult pideva toimega dosaatorite olemasolul.

Joonisel 206, *a* on näidatud perioodilise toimega vertikaalse söödasegaja skeem. Ta koosneb koonilise põhjaga pealt suletud silindrist, mis lõpeb siibriga varustatud suulisega. Silinder on valmistatud 2—3 mm paksusest lehtterasest ja ta kinnitatakse laetaladele või asetatakse põrandale paigutatud pukkidele.

Selle segaja tööorganiks on vertikaalne tigu, mis asub piki silindri telge ja pöörleb kahes laagris. Ülekanne teole toimub kahe koonilise hammasratta ja rihmaratta abil, mis on monteeritud silindri kohale. Tigu pöörleb ühes või kahes paigalseisvas torus *1*, millede alumised otsad on lehtersuuga. Ülemine toru lõpeb pealt horisontaalse kettaga *2*, teovõllile on ketta kohale kinnitatud laba *3*.

Segaja toime on järgmine. Kahest või mitmest söödast koosnev portsjon laetakse läbi luugi silindrisse ja tigu pannakse pöörlema kiirusega 120—200 pööret minutis.

Seejuures haarab tigu silindri alumises ja keskmises osas oleva produkti ja tõstab ta silindri ülemises osas olevale liikumatule kettale *2*. Purustades tekkinud kamaraid, viskab laba *3* produkti kettalt maha ja produkt langeb jälle alla, kus teda uuesti haarab tigu. Niisugune kogu produktimassi mitmekordne läbisegamine teoga ja laialiloopimine labaga loob head tingimused läbisegamiseks. Olenevalt söötade omadustest ja segaja konstruktsioonist on ühe portsjoni läbisegamiseks täiesti küllaldane aeg 2—4 minutit.

Lahtiste tigudega segajate (joon. 206, *b*) toime on palju vähem intensiivne, kuid nad on lihtsamad ja tulevad paremini toime hekslite või lõigatud juur- ja mugulviljade segamisega.

Niisuguse segajate ekspluatatsioon on kõige otstarbekohasem nende ülesasetamisel selliselt, et valmis produkti võiks vabalt välja lasta kottidesse või kitsaröövpmelise vagonettide veokastidesse. Läbilaskevõime suurendamiseks on soovitav segaja kohale asetada täitepunker, mille maht on võrdne segaja mahuga. Vertikaalse segaja ülesseadmise variant söödatsehhi ruumis, kus täitmine toimub läbi punkri koppelevaatori abil, on näidatud joonisel 207.

Neid segajaid ehitatakse majapidamiste individuaalsete tellimiste järgi, läbimõõduga 500 kuni 1000 mm ja silindri kõrgusega 1000 kuni 2000 mm.

Ükskõik missuguse perioodilise toimega segaja tootlikkus

$$Q = \frac{60P}{t} \text{ [kg/h]},$$

kus P on segajasse üheaegselt sissepandava portsjoni kaal kg ja t — ühe portsjoni töötlemise tsükli aeg min.

Tsükli aeg t koosneb täitmisajast t_t, segamisajast t_s ja väljavõtmisajast t_v.

Väärtused t_t ja t_v on sõltuvad nende operatsioonide mehhaniseerimisastmest ja võivad olla igal üksikul juhul mõõdetud. Väärtus t_s valitakse tavaliselt 2—4 minuti piirides.

Kuna produkti portsjoni kaal

$$P = v\gamma \text{ [kg]},$$

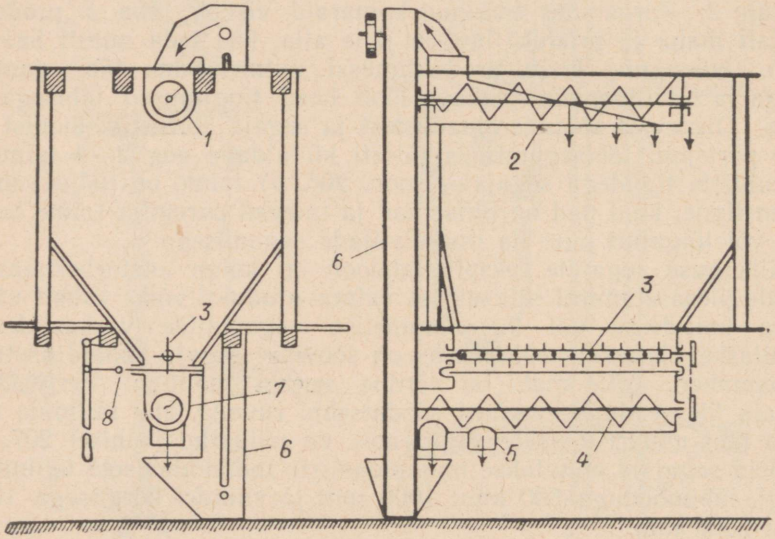
kus v on segaja kasulik maht ja γ — segu mahukaal, siis, teades t, võib antud tootlikkuse juures valida v:

$$v = \frac{Qt}{\gamma\alpha} \text{ [m}^3\text{]},$$

kus α on täitetegur, mis on võrdne 0,80—0,85. Omalt poolt, teades v, võib, valinud silindri läbimõõdu, määrata tema kõrguse.

Niisuguste söödasegajate põhimõõtude valimisel peetakse tavaliselt kinni suhtest $\frac{H}{D} = 2$ kuni 2,5. Teo läbimõõt d valitakse sõltuvalt silindri läbimõõdust D ja ta peab olema mitte alla $\frac{D}{3}$.

Samatüübiline söödasegaja, kuid kahe horisontaalse teoga, on kujutatud joonisel 208. Ta koosneb puust punkrist, kahest teost *1* ja *4*, lohistajast *3* ja koppelevaatorist *6*.



Joonis 208. Perioodilise toimega horisontaalse tsirkulatsiooniga tigusöödasegaja skeem.

Segamisprotsess toimub järgmiselt. Kaalutud või mõõdetud söödaportsjonid laaditakse koppelevaatori lahtrisse ja juhitakse elevaatori ning ülemise teo abil punkrisse. Täitmise lõpetamisel avatakse siiber, mis asub lohistaja ja alumise teo vahel. Lohistaja poolt kobendatud produkt satub alumisse teosse ja tsirkuleerib mitmekordselt piki teekonda: elevaator — ülemine tigu — punker — alumine tigu, mis võimaldab hea segamise.

Segamise lõppemisel võib valmis produkti välja lasta alt (alumise teo ja käise *5* kaudu) või elevaatoriga üles tõsta ja mööda renni suunata vajalikku kohta.

Niisuguse söödasegaja läbilaskevõime oleneb punkri mahust ja tigude ning elevaatori tootlikkusest, samuti kogu produkti ringluste arvust. Segaja normaalseks töötamiseks on vajalik, et ülemise teo tootlikkus oleks suurem elevaatori omast, viimase tootlikkus aga oleks suurem alumise teo tootlikkusest või viimasega võrdne.

Märgitud tingimuste juures produkti täieliku ringluse aeg segajas

$$t' = \frac{v}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)\,sn} \text{ [min.]},$$

kus v on punkri kasulik maht m³,
D — alumise teo läbimõõt m,
d — teovõlli läbimõõt m,
s — teokeerme samm m,
n — teo pöörete arv minutis.

Protsessi ringluste arvu juures m ühe produktiportsjoni kogu segamisprotsessi kestus

$$t = t'(m + 2) \text{ [min.]},$$

kus m on produkti täielike ringluste arv segamise jooksul, arv 2 — kaks täielikku produkti ringlust, mis on vajalikud segaja täitmiseks ja tühjendamiseks.

Niisuguse segaja tunnine tootlikkus

$$Q = \frac{60v\gamma}{t'(m + 2)} \text{ [t/h]}.$$

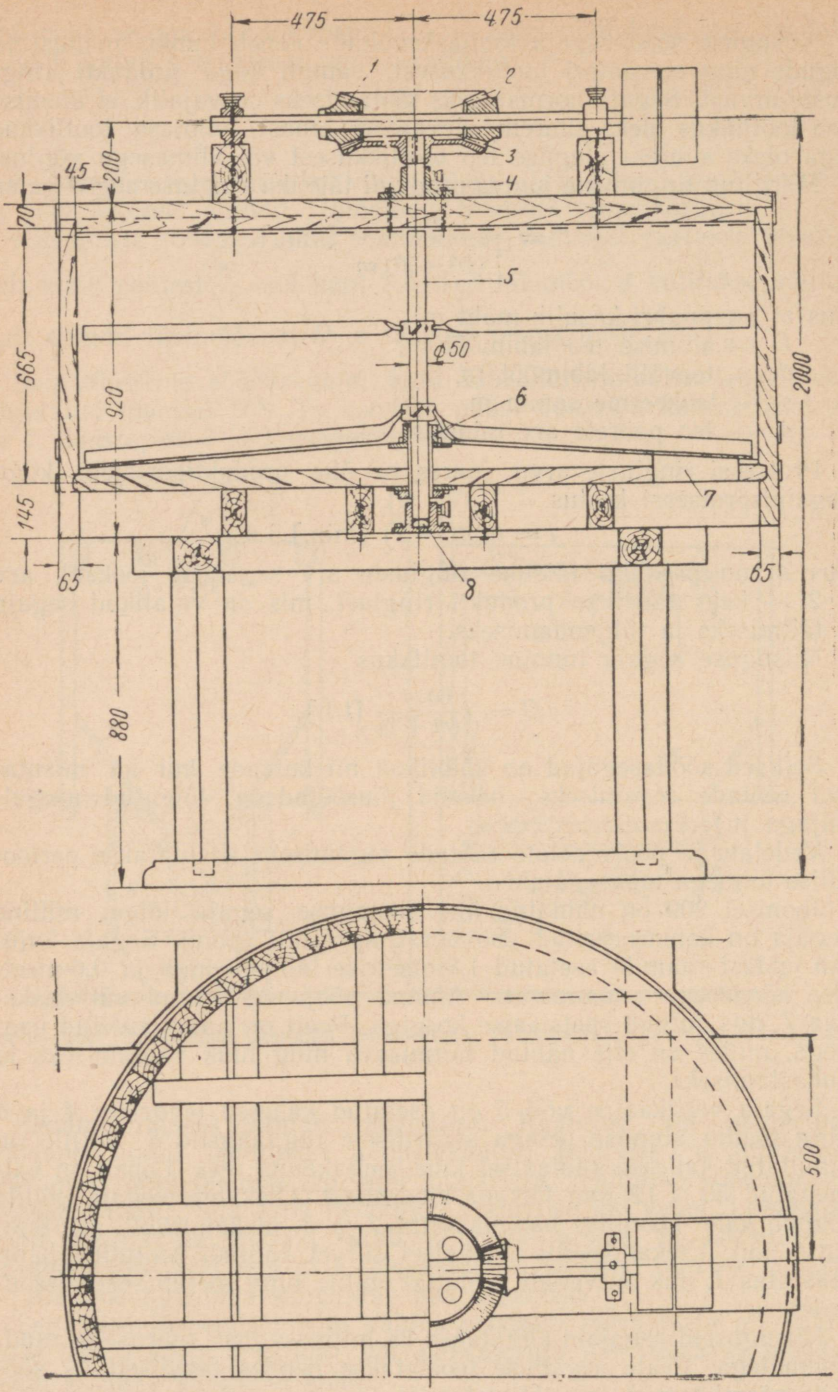
Sellised söödasegajad on kõlblikud nii kuivade kui ka niisutatud söötade segamiseks (hekslid jõusöötadega, lõigatud mugulviljaga jt.).

Vedelate ja poolvedelate söötade segamiseks kasutatakse perioodilise toimega labasegajaid.

Joonisel 209 on näidatud ühe niisuguse segaja lõige, milline segaja on konstrueeritud „Sovhosstroiprojekti" poolt. Segaja kujutab endast raamile asetatud 1,8-meetrise läbimõõduga ja 0,6-meetrise kõrgusega puuanumat. Anuma põhja on tehtud väljalaskeava *7*, mis sulgub spetsiaalse korgiga. Pealt on anum suletud kaanega, milles on ette nähtud täitmisava ning luuk vaatamiseks ja puhastamiseks.

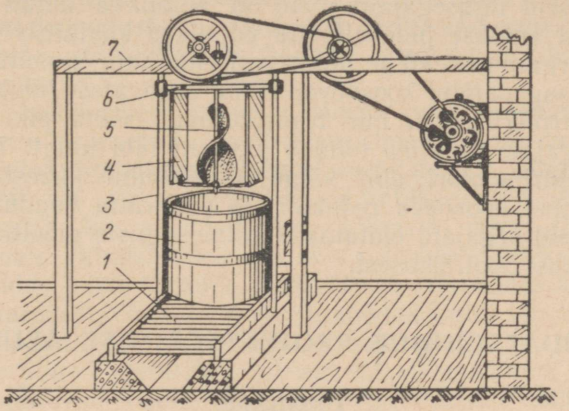
Segaja vertikaalne võll *5* on asetatud kahesse laagrisse *4* ja *6* ning toetub alumise otsaga sfäärilisele tugilaagrile *8*. Võllile on kinnitatud kaheksa radiaalset laba, neljakaupa reas. Labad on valmistatud 50 × 12 mm lõikega ribarauast. Ülekanne segaja võllile toimub kahe koonilise hammasratta *2* ja *3*, ülekandevõlli ja rihmratta abil. Ülekandevõlli aksiaalset survet kannab kooniline hammasratas *1*, mis on vabalt asetatud võllile ning toetub seadmisrõngale.

Niisuguseid segajaid ehitatakse ka mitmesuguse suurusega raudanumatega. Peale segamise teostatakse nendes tavaliselt ka söötade pärmistamist ja suhkrustamist.



Joonis 209. Vertikaalne labasöödasegaja vedelate ja tainasarnaste söötade jaoks.

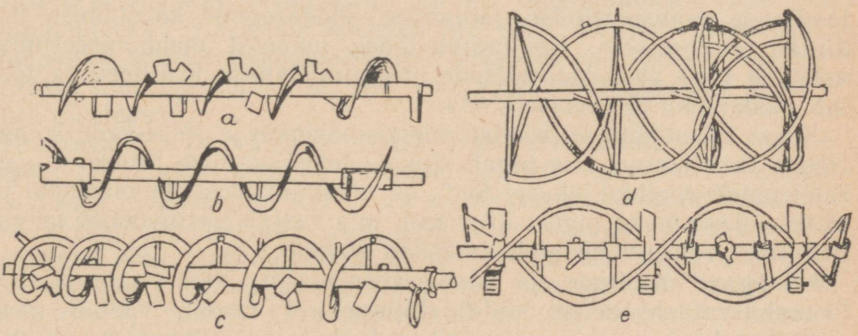
Vedelate ja poolvedelate söötade segamiseks raandades või vagonettide veokastides on olemas rippuvad labasegajad (joon. 210). Siin võib vertikaalne võll koos labadega *4* ja alumise raamiga *6* liikuda tõstemehhanismi abil piki vertikaalset juhtraami *3*. Võll



Joonis 210. Allalastav söödasegaja segamiseks raandades.

asub kahes laagris, milledest üks on kinnitatud raami ülemisele põikprussile *7*, teine aga alumisele raamile.

Niisuguste segajate labade kuju võib olla õige mitmekesine. Joonisel toodud segaja omab kaks vertikaalset laba *4*, mis moodusta-



Joonis 211. Pideva toimega tigusegajate tööorganid.

vad nende poolt läbitava ringjoone diametraalse tasapinnaga 20°-lise nurga, ja võllile kinnitatud teokujulise laba *5*.

Vertikaalsed labad loovad töötamisprotsessi ajal sööda intensiivse liikumise, nihutades söödakihte raanda või vagoneti äärtest keskkohale, vintlaba aga nihutab sööta pidevalt alt üles, s. t. tagab sööda vertikaalse liikumise. Niisugune töötamise iseloom tagab kõikide söödakihtide täieliku läbisegamise ja on eriti soovitatav sigade jaoks poolvedelate ja tainataoliste söötade valmistamisel.

Segajavõlli käitatakse elektrimootori abil kahe koonilise hammasratta ja rihmülekande kaudu. Segajavõll teeb 40 kuni 50 pööret minutis. Vajalik võimsus on 1,4—2,0 HJ.

Pideva toimega söödasegajatest kasutatakse kõige sagedamini horisontaalseid tigusegajaid. Nad on kõlblikud ainult juhul, kui kõik söödad antakse pidevalt ette vajalikus kaalulises vahekorras. Nende tööorganid on kõige mitmekesisema kuju ja ehitusega (joon. 211), kuid sagedamini koosnevad sööta segavatest lühikestest labadest ja keermeribadest, mis transpordivad sööta piki renni. Niisuguste segajate täitmine toimub pidevalt läbi luugi. Teovõlli käitatakse elektrimootori abil kõige sagedamini kahest koonilisest hammasrattast koosneva reduktori ja rihmratta kaudu.

Niisuguseid segajaid ehitatakse mitmesuguste mõõtudega, olenevalt vajalikust tootlikkusest.

SÖÖDATSEHHIDE PROJEKTEERIMISE ALUSED.

Üldalused.

Söödatöötlemismasinate kasutamist praktiseeriti kuni viimase ajani peaasjalikult üksikute seadiste rakendamise näol, mis ei olnud seotud ühtse tehnoloogilise protsessiga. Niisugune moodus, isegi mehaanilisel rakendamisel, omab rea puudusi. Ta võimaldab ainult üksikute põhioperatsioonide (purustamise, lõikamise, keetmise jt.) mehhaniseerimist, jättes terve rea töömahukaid töid (täitmise, väljalaadimise, transportimise, jaotamise, söödasegude koostamise jt.) käsitsi teostamiseks. See näitab tööde madalat mehhaniseerimisastet, ei taga vajalikku söötade ettevalmistamise kvaliteeti ja tõstab söödaühiku töötlemise hinda.

Kõige täiuslikum on söödatöötlemismasinate ja sisseseade kompleksne kasutamine, mis tagab kõikide tehnoloogilise protsessi operatsioonide vooltootlikkuse. Seda on võimalik teostada masinate ja sisseseadesüsteemi õige valiku teel, mis vastab vastuvõetud tehnoloogilise protsessi nõuetele ja tööde mahule.

Niisugune masinate- ja sisseseadesüsteem, mis on eraldatud loomakasvatushoonetest eraldi ehitusse või ruumi, vastab meie sotsialistliku loomakasvatuse nõuetele kõige täielikumalt. Söödatöötlemismasinate süsteemi kompleksne kasutamine leidis rakendamist kolhoosides ja sovhoosides söödatsehhide massilisel ehitamisel ja sisustamisel.

Niisuguste söödatsehhide ekspluatatsioonikogemused näitavad, et nimelt kõikide (või vähemalt enamuse) tööoperatsioonide mehhaniseerimise küsimuste kompleksne lahendamine kindla masinatesüsteemi abil tõstab tööde mehhaniseerimisastet, tagab söötade töötlemise kõrge kvaliteedi, kergendab maksimaalselt tööliste tööd ja vähendab tunduvalt söödaühiku töötlemise hinda.

Erilise tähtsuse on söödatsehhid omandanud NSV Liidu Ministrite Nõukogu ja ÜK(b)P Keskkomitee määruse „Kolhooside ja sovhooside produktiivse ühisloomakasvatuse arendamise kolme aasta plaanist (1949—1951)" avaldamisega. Plaanis ette nähtud loomade arvu tunduv suurenemine, loomakasvatuse produktiivsuse tõstmine ja mitme loomakasvatusfarmi sunduslik olemasolu igas majapidamises määravad söödaettevalmistamise protsesside koondamise vajaduse ühte kohta — söödatsehhi.

Enamusele kolhoosidele ja sovhoosidele peab niisugust sööda ettevalmistamise protsesside tsentraliseerimist tunnistama põhiliseks. Ainult juhul, kui üksikud farmid on üksteisest kaugel ja söötade transportimine on raskendatud, ehitatakse ühte suuremasse farmi söödatsehh, kus valmistatakse söötasid mitte ainult selle farmi tarvis, vaid valmistatakse üksikuid söötasid (näiteks kontsentraate) ka kõikide teiste farmide jaoks. Teistes farmides aga, sõltuvalt nende suurusest, ehitatakse eraldi söödaköögid, mis on määratud ainult mahlakate ja koresöötade töötlemiseks ja ratsioonide koostamiseks. Sageli ehitatakse niisugused söödaköögid juurdeehitusena, mis puutuvad loomapidamisruumiga vahetult kokku, ja siis nimetatakse neid söödaköökideks sigalate juures või söödaköökideks lautade juures jne.

Kahtlematult nõuab niisugune skeem ehitamisel suuremaid kulusid ja suuremat masinate ja seadmete hulka.

Lõpuks peab märkima niisugust suunda söödaettevalmistamise mehhaniseerimisel, nagu rajooniliste või kolhoosidevaheliste kombineeritud söötade tehaste ehitamine, mis on määratud peaasjalikult kontsentraatsöötade töötlemiseks mitme majapidamise vajaduste rahuldamiseks. Niisugune süsteem on juba leidnud kasutamist, esmajoones suurtes loomakasvatussovhoosides, mis asuvad tööstuskeskuste ümbruskonnas, ja see söödatöötlemise moodus väärib suurt tähelepanu.

Huvitavad on ja praktilise tähtsuse omandavad lähemate aastate jooksul rea traktorijaamade kogemused, mis kasutavad lepingu alusel oma tööpiirkonna kolhooside loomakasvatusfarmide teenindamiseks liikuvaid söödatöötlemisagregaate. Niisugused agregaadid koosnevad kõige sagedamini mootorist ja kontsentraatide töötlemiseks vajalike masinate komplektist, mis monteeritakse autole või järelvankrile. Nende kasutamiselevõtmine on aktuaalne samuti kodumaa lõunarajoonide sovhooside tingimustes, kus igas osakonnas on loodud loomakasvatusfarmid.

Söödatsehhi projektile esitatavad põhilised nõuded.

Antud majapidamisele söödatsehhi projekti väljatöötamisel peab lähtuma järgmistest põhiülesannetest: 1) söödaettevalmistamise tehnoloogia uusimate saavutuste laialdane kasutamine, 2) moodsa sisseseade kasutamine, mis tagab tööprotsesside maksimaalse mehhaniseerimisastme ja moodustab kindla masinatesüsteemi, 3) õige-

aegne ja häireteta vajalike tööde täitmine ja 4) maksimaalne söödaühiku ettevalmistamise hinna vähendamine.

Kõrvuti sellega peab projekt ette nägema teenindavale personalile soodsate töötingimuste loomise võimalust, samuti aga ka rahuldama sanitaar-hügieenilisi ja tulekaitse nõudeid.

Projekteerimisele peab eelnema majapidamise, millele on söödatsehh määratud, üksikasjaline tundmaõppimine, mis tagab küsimuste õige lahendamise ja lubab söödatsehhi tulevast tegevust sidestada majapidamise üldiste tootmisprotsessidega. Esmajoones on vajalikud järgmised andmed: 1) üksikute farmide karja suurus ja koosseis, arvestades selle lähemate aastate arenemisplaani; 2) loomade pidamise viis aastaaegade järgi; 3) majandus- ja tootmishoonete asetuse plaan, arvestades uute ehitamist; 4) vastuvõetud söötade liigid ja iseloomustused, arvestades söödabaasi arenemist lähemate aastate jooksul; 5) ööpäevane söödakulu üksikutes farmides hoidmisperioodide järgi; 6) põhilised kasutatavad ratsioonid; 7) veevarustusesüsteem ja veevarumisvõimalused; 8) energeetilise baasi olemasolu farmis ja selle liik; 9) olemasolevad sööda ettevalmistamise viisid ja tehnilised vahendid jt.

Projekti täitmine toimub kindlaksmääratud järjekorras, vastavalt põhitööde loetelule (arvestamata hoone projekteerimist) ja nimelt: söödatsehhi päevase tootmisvõime määramine, söötade kasutamise graafiku arvestus ja koostamine ööpäeva tundide järgi, tehnoloogilise protsessi väljatöötamine ja vajaliku sisseseade projekteerimine, mootori tarviliku võimsuse määramine, vee- ja auruvajaduse arvutus, söödatsehhi ööpäevase töögraafiku koostamine, vajaliku tööjõu arvutus ja söödaühiku töötlemise hinna määramine.

Söödatsehhi ööpäevase vajaliku tootmisvõimsuse määramine.

Söödatsehhi ööpäevane vajalik tootmisvõimsus määratakse valemiga:

$$Q = \Sigma q = q_1 + q_2 + q_3 + \ldots + q_n \text{ [t/ööpäevas]},$$

kus q_1, q_2, q_3 ... ja q_n on ööpäevased söödahulgad, mis kuuluvad töötlemisele.

Väärtused q_1, q_2, q_3 ... ja q_n määratakse igale söödaliigile eraldi, lähtudes karja arvulisest ja kvalitatiivsest koosseisust ja maksimaalsetest vastuvõetud ööpäevastest söödaratsioonidest:

$$q_1 = m_1a_1 + m_2a_2 + m_3a_3 + \ldots + m_na_n \text{ [t/ööpäevas]},$$
$$q_2 = m_1a_1 + m_2a_2 + m_3a_3 + \ldots + m_na_n \text{ [t/ööpäevas]}$$

jne.,

kus m on loomade arv liigi ja vanuse grupis ja

a — selle või teise söödaliigi kaal tonnides, vastavalt vastuvõetud ööpäevasele ratsioonile.

Sel viisil määratakse söödatsehhi vajalik ööpäevane tootmisvõime, lähtudes maksimaalsest söödakulust, iga söödaliigi järgi eraldi.

Suuruste q_1, q_2, q_3 ... ja q_n arvestamisel ei saa lähtuda a_1, a_2, a_3 ... ja a_n keskmistest väärtustest, kuna söödatsehh ei suudaks siis aasta üksikutel perioodidel rahuldada majapidamise vajadusi. Kuid ka tootmisvõimsuse üleliigne tõstmine on lubamatu, kuna see nõuab täiendavaid kulutusi ehitamiseks ja, mis kõige tähtsam, tõstab järsult alalisi ekspluatatsioonikulusid.

Söötade kulu graafiku arvutus ja koostamine ööpäeva tundide järgi.

Loomade söötmist teostatakse kindlatel kellaaegadel, mis on rangelt määratud farmi päevakorraga. Sigu söödetakse harilikult 3 või 4 korda, veiseid kõige sagedamini aga 3 korda, võrdsete vaheaegadega söötmise vahel.

Kõige levinumate päevakordade järgi on sööda väljaandmise ajad järgmised:

seakasvatusfarmides
4-kordse söötmisega:

kella 4—5
„ 10—11
„ 16—17
„ 22—23

piimafarmides
3-kordse söötmisega:

kella 6—7
„ 13—14
„ 21—22

Tavaliselt jaotatakse päevane ratsioon ebaühtlaselt üksikutele söötmistele, nii sööda kaalu kui ka koosseisu järgi. See asjaolu teeb vajalikuks ette valmistada söödatsehhis igaks söötmiseks mitmesuguste söötade erisugused hulgad.

Tabel 34

Ööpäevase ratsiooni näitlik jaotamine üksikute söötmiste järgi.

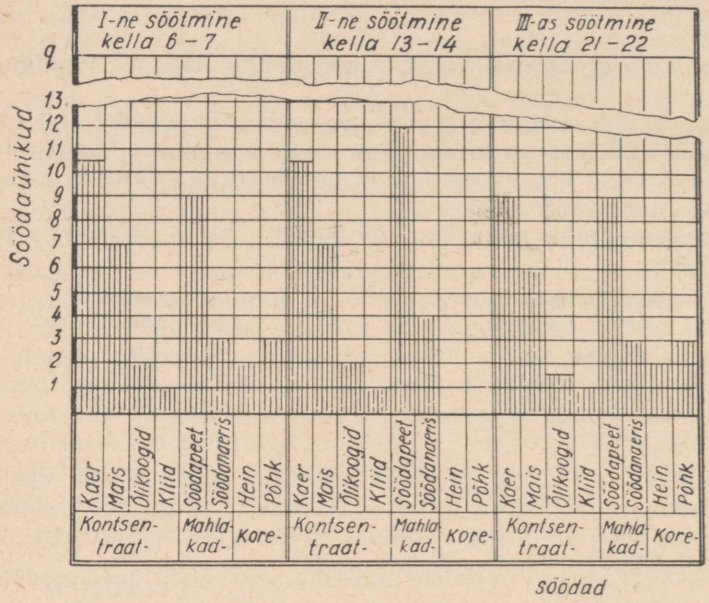
Söötmine	Sööda liik	Protsent päevasest ratsioonist
Hommikune kl. 6—7	kontsentraadid	35
	mahlakad söödad . .	30
	koresöödad	50
Päevane kl. 13—14	kontsentraadid	35
	mahlakad söödad . .	40
	koresöödad	—
Õhtune kl. 21—22	kontsentraadid	30
	mahlakad söödad . .	30
	koresöödad	50

Teades söötmiste arvu, söötmisaegade algusi ja päevase ratsiooni jagunemist üksikute söötmiste vahel, võib määrata söödaliigi hulka, mis kuulub töötlemisele iga söötmise alguseks.

Veistele näiteks jaotatakse sageli päevane ratsioon üksikute söötmiste vahel selliselt, nagu see on märgitud tabelis 34.

Sigadele jagatakse sageli ratsioon kõikide söötmiste vahel ühtlaselt, kuid seejuures mitmekesistatakse neid tingimata ühel söötmisel pärmistatud kontsentraatidega, teisel söötmisel suhkrustatud kontsentraatidega jne.

Kõik need erinevused peavad olema arvestatud nii sisseseade projekteerimisel ja valikul kui ka söödatsehhi ekspluateerimisel. On



Joonis 212. Söötade kulutamise graafik ööpäeva tundide järgi.

vaja silmas pidada, et söötade ettevalmistamine hulgal, mis on suurem antud söötmise vajadustest, on lubamatu. See on põhimõtteliseks erinevuseks söödatsehhide tegevuses, võrreldes teiste tooraineid ümbertöötavate ettevõtetega.

Kõiki söödakulu arvestusi on lihtsam läbi viia siis, kui koostada graafik, mis näitlikult on kujutatud joonisel 212.

Tehnoloogilise protsessi väljatöötamine.

Söödatsehhi tehnoloogilise protsessi üldine skeem koostatakse üksikute söötade töötlemise tehnoloogia põhjal. Selleks, et määrata tööoperatsioonide loetelu iga söödaliigi alal, on tähtis tunda söödaliigi iseloomu ja erinevusi. Teravilja puhul omab tähtsust puhtuse aste ja iseloom, niiskus, mahukaal; õlikookidel — tahvlite kuju ja mõõdud; juurviljal — suuremate mugulate mõõdud ja mullaga määrdumuse aste; kartulil — kivide olemasolu ja risustamine jne.

Peale selle on vaja eraldi arvestada seda kontsentraatide osa, mis tuleb söödatsehhi väljastpoolt juba valmispurustatuna (kliid, veskitolm, jääde jt.) ja nõuab teistsugust töötlemise tehnoloogiat.

Koos sellega on vaja määrata, missugune teravilja osa kuulub pärmistamiseks, suhkrustamiseks ja leiva küpsetamiseks, ja arvestada seda tehnoloogilises protsessis üksikute operatsioonide näol. Tavaliselt määratakse need operatsioonid ja nende maht päevaste söödaratsioonide põhjal.

Lõpuks peab teadma, millisel kujul üksikud söödad söötmisele tulevad: kas segatuna, toorelt või keedetult, üksikute roogadena jms., soojade toitude puhul aga peab teadma soovitavat temperatuuri.

Otsused on soovitav vormistada üksikute söödatöötlemise tehnoloogilise protsessi osaliste diagrammide näol, arvulised näitajad aga koondada tabelisse, mille näitlik vorm on antud tabelis 35.

Niisugune tootmisoperatsioonide loetelu lubab määrata söödatsehhi osakondi.

Seakasvatusfarmide söödatsehhides on tavaliselt olemas osakonnad kontsentraatide töötlemiseks, juur- ja mugulviljade töötlemiseks ja ratsiooniosakond.

Piimafarmide söödatsehhid aga omavad enamasti osakonnad kontsentraatide töötlemiseks, juur- ja mugulvilja töötlemiseks, koresöötade töötlemiseks ja ratsiooniosakonna.

Kahtlemata on üksikutel juhtudel võimalik mõnede operatsioonide teostamine väljaspool söödatsehhi. Näiteks, kontsentraatide jahvatamine veskil, õlgede hekseldamine eraldi küünis, heina kuivatamine spetsiaalses kuivatusruumis, hekslite hautamine aukudes väljaspool söödatsehhi jt.

Määranud osakonnad, minnakse üle iga osakonna üldise tehnoloogilise protsessi skeemi koostamisele ja määratakse seadmete vajadus.

Üldisel kujul võib kontsentraatide töötlemise osakonna skeem olla niisugune, nagu ta on toodud joonisel 213.

Siin laaditakse söödakööki toodud teravili välja vastuvõtusalve, kus ta elevaatori abil toimetatakse magnetaparaati ja sealt edasi täitepunkrisse ning purustajasse. Pärast peenestamist juhitakse produkt vastavasse valmiskontsentraatide hoidepunkrisse.

Produkti kulutamise määral antakse ta nendest punkritest ratsiooniosakonda doseerimiseks ja segamiseks. Osa temast võib olla võetud pärmistamiseks ja suhkrustamiseks.

Õlikoogid laotakse algul riita ja toimetatakse siis purustajasse. Edaspidi toimetatakse purustatud õlikoogid elevaatori abil magnetaparaati ja kogutakse vastavasse hoiupunkrisse.

Kliid toimetatakse elevaatoriga kohe magnetaparaati ja juhitakse sealt hoiupunkrisse.

Kui mitte arvestada transpordimehhanisme, on selles söödatsehhi osakonnas vaja järgmine sissesead: 1) vastuvõtusalved, 2) magnetaparaat, 3) purustaja, 4) täitepunker, 5) punkrid peenestatud

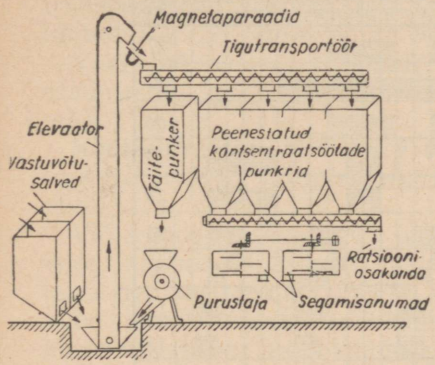
Söödatöötlemisoperatsiooni koondtabel töömahtude näitamisega.

Sööda nimetus	Söödatöötlemisoperatsiooni nimetused (järjekorras)	Töötlemisele kuuluv sööda hulk ts	Töödeldud sööda kvalitatiivne iseloomustus
KAER	vastuvõtmine	20	keskmine peenestamine
	transportimine punkrisse	20	
	puhastamine raualisanditest	20	
	purustamine	20	
	transportimine punkrisse	20	
	doseerimine	20	
	suhkrustamine	5	
	pärmistamine	7	
	segamine	20	
ÕLIKOOGID	vastuvõtmine ja riitadesse ladumine	10	keskmine peenestamine
	purustamine	10	
	transportimine punkrisse	10	
	puhastamine raualisanditest	10	
	doseerimine	10	
	segamine	10	
KLIID	vastuvõtmine	8	—
	transportimine punkrisse	8	
	puhastamine raualisanditest	8	
	doseerimine	8	
	segamine	8	
JUURVILI	vastuvõtmine	20	viilustamine
	laadimine pesijasse	20	
	pesemine	20	
	transportimine punkrisse	20	
	lõikamine	20	
	doseerimine	20	
KARTULID	vastuvõtmine	50	—
	laadimine pesijasse	50	
	pesemine	50	
	transportimine punkrisse	50	
	keetmine	50	
	muljumine	50	
	doseerimine	50	
	segamine	50	
ÕLED	hekseldamine	6	hekslite pikkus 25—30 mm
	hautajasse panemine	6	
	niisutamine	6	
	hautamine	6	
	segajasse panemine	6	

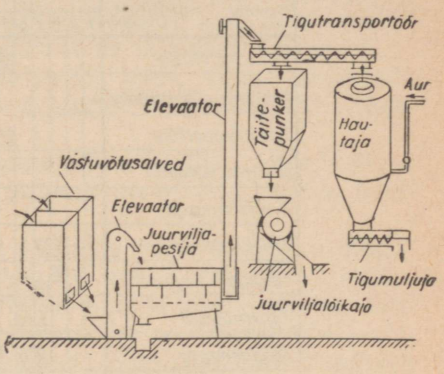
kontsentraatide hoidmiseks ja 6) segamisanumad pärmistamiseks ja suhkrustamiseks.

Juur- ja mugulvilja töötlemise osakonnale võib soovitada järgmist skeemi (joon. 214), kus näiteks kartul vastuvõtusalvest toimetatakse pesijasse, edasi täitepunkrisse, hautamistõrde ja, lasknud ta läbi muljuja, antakse üle ratsiooniosakonda. Juhul, kui juurvilja töödeldakse toorelt-söötmiseks, siis läbib ta sama teekonna, mis kartulgi, kuid hautaja asemel juhitakse juurvili lõikajasse ja antakse edasi ratsiooniosakonda.

Selle osakonna vajalik sisseseade peab koosnema: 1) vastuvõtusalvedest, 2) pesijast, 3) täitepunkrist, 4) hautaja tõrrest, 5) juurviljalõikajast ja 6) muljujast.



Joonis 213. Söödatsehhi kontsentraatide töötlemise osakonna tehnoloogilise protsessi skeem.



Joonis 214. Söödatsehhi juur- ja mugulvilja töötlemise osakonna tehnoloogilise protsessi skeem.

Vastavalt eeltoodule peab koresöötade töötlemisosakond koosnema hekslimasinast ja hautamistõrtest.

Lõpuks ratsiooniosakond, kus toimub valmissöötade jagamine, segamine ja väljaandmine, kujuneb lõplikult projektitavaks alles pärast teiste osakondade sisseseade paigutamise küsimuse lahendamist.

Selle osakonna sisseseade koosneb kaalulistest või mahulistest dosaatoritest, söödasegajast ja taarast, mis on vajalik sööda väljaandmisel lautadesse.

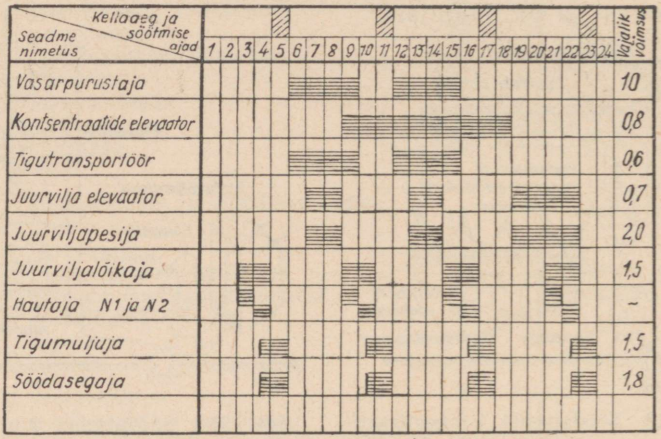
Osakondade tehnoloogilise protsessi üldskeeme on otstarbekohane ühendada, kujutades neid graafiliselt kahes-kolmes variandis mitmesuguse masinate asetusega. Viimane võimaldab põhjendatult valida transpordimehhanisme, samuti hoone mõõteid ja kuju.

Tarviliku seadmestiku projekteerimine ja valik.

Söödatsehhi valitud põhiline seadmestik peab vastama vajaliku tehnoloogilise protsessi nõuetele, omama küllaldase tootmisvõimsuse ööpäevase töömahu rahuldamiseks, peab olema lihtne ja kindel töötamisel ning nõudma vähe ruumi.

Söödatsehh arvestatakse harilikult kahe või kolme vahetusega töötamiseks ja see määratakse farmis vastu võetud päevakorra põhjal. Seepärast peab põhiliste masinate tunnilise tootlikkuse määramisel eelkõige määrama igaühele nendest maksimaalse võimaliku ööpäevase töötundide arvu.

Lähtudes söötade ettevalmistamise tingimustest, ei ole võimalik pidevalt kasutada tervet rida masinaid kogu söödatsehhi töötamise ajal. Nii näiteks rakendatakse söödasegajat, muljujat, mõnikord ka juurviljalõikajat tavaliselt tööle ainult sööda väljaandmise tundidel; kartuli ja juurvilja keetmist ei saa teostada pidevalt, kuna esimesed



Joonis 215. Masinate ööpäevase koormamise graafik.

portsjonid väljaandmise ajaks jahtuvad. Isegi niisuguseid masinaid, nagu teraviljapurustajaid, on söötade väljaandmise tundidel otstarbekohane välja lülitada, et kõik töölised võiksid keskenduda ratsioonide koostamisele ja sööda väljaandmisele.

Üksikute masinate ööpäevane tööaeg, näiteks 4-kordsel söötmisel, iga söötmise kestusega 1,5 tundi, on:

söödasegajale	$4 \times 1{,}5 = 6$ tundi
muljujale	$4 \times 1{,}5 = 6$ „
purustajale	$24 - 6 = 18$ „

Keedetud sööta ei saa hoida üle 2—3 tunni, järelikult võib hautajat ööpäevas maksimaalselt kasutada 12 tunni jooksul, juurviljalõikajat samadel põhjustel 8—12 tundi. Pesija töö, mis on teatavasti seotud hautaja ja juurviljalõikaja tööga, ei või samuti eduga olla pidevalt kasutatud.

Kolmekordsel söötmisel on üksikute masinate töötamise kestus veel väiksem.

Järelikult, üksikute masinate ööpäevase tööaja kestuse määravad söödatsehhis vastu võetud töörežiim ja töödeldava tooraine tehnoloogilised omadused.

Edaspidiste arvutuste näitlikuks muutmiseks ja hõlbustamiseks on soovitav koostada masinate ööpäevase koormamise graafik (joon. 215).

Teades ööpäevast töömahtu iga masina jaoks ($q_{öp}$) ja võimalikku töötundide arvu päevas (T), võib määrata masina vajaliku tunnise tootlikkuse.

$$Q_t = \frac{q_{öp}}{T} \text{ [t/h]}.$$

Niisugune arvestus on aluseks töömasinate täpsel valikul tehaste poolt toodetavate tüüpide hulgas.

Mis puutub abiseadistesse, nagu salved, punkrid ja igasugused transpordimehhanismid, siis projekteeritakse need igal juhul eraldi, lähtudes antud tingimustest. Neid ehitatakse tavaliselt kohapeal.

Vaatleme üksikasjalisemalt põhialuseid, mida tuleb arvestada seadmestiku valikul, lähtudes eespool toodud tehnoloogilisest skeemist.

Kontsentraatide töötlemise osakonnas (joon. 213) peavad olema vastuvõtusalved, täitmispunkrid ja punkrid peenestatud sööda hoidmiseks.

Väljastpoolt söödatsehhi toodava tooraine mahalaadimise mugavuse tagamiseks asuvad vastuvõtusalved all. Tavaliselt valmistatakse nad kastide näol, mis on kinnitatud ehituse seinale. Nende täitmine toimub seinaavauste kaudu, tühjenemine — isevoolu teel alumises osas oleva luugi kaudu, milleks kasti põhi peab olema vastava kallakuga.

Vastuvõtusalvede arv ja maht määratakse järgmiselt. Kui tooraine ümberlaadimiseks vastuvõtusalvest täitepunkrisse on ette nähtud elevaator ja tema tootlikkus on küllaldane kogu mahu ümberlaadimiseks transpordivahendi ühe sõidu jooksul, siis võib piirduda ühe vastuvõtusalvega, mille maht

$$V_{vs} = \frac{P}{\gamma\beta} \text{ [m}^3\text{]},$$

kus P on söödatsehhi üheaegselt toodava söödaportsjoni kaal t,
γ — kõige kergema söödaliigi mahukaal t/m³,
β — salve täitetegur, mis võrdub teravilja puhul 0,85—0,90, jahusöötade puhul 0,80—0,85.

Kui aga elevaator ei ole arvestatud niisugusele tootlikkusele või kui päevas kulutatavate kontsentraatide hulga sissetoomist teostatakse majanduslikel põhjustel lühikese aja jooksul, siis peab omama niisuguse arvu salvi, kuipalju on kontsentraatide liike, iga salve maht aga

$$V_{vs} = \frac{q_{öp}}{\gamma\beta} \text{ [m}^3\text{]}.$$

Täitepunkrid asuvad purustajate kohal hoone ülemises osas ja nende ülesandeks on purustajate katkestamatu töö tagamine. Punk-

rite arv valitakse olenevalt purustajate arvust, nende maht aga valitakse purustaja 0,5 Q_t ja kõige suurema kaaluga söödaliigi $q_{öp}$ piirides, olenevalt elevaatori valitud tootlikkusest ja vastuvõtusalvede arvust ning mahust.

Kui on valitud elevaator, mille tootlikkus võrdub purustaja tootlikkusega, siis on küllaldane täitepunker mahuga 0,5 Q_t.

Vastuvõtusalvede ja täitepunkrite arvu ja mahu küsimuste lahendamisel peab üldiselt lähtuma tingimusest, et nende arv vastaks töödeldavate söötade arvule, nende maht aga söötade päevasele kulule.

Punkrid peenestatud sööda hoidmiseks asetatakse tavaliselt söödatsehhi ratsiooniosakonna kohale hoone ülemisse osasse. Nende arv on määratud söödaliikide arvuga, igaühe maht aga 3-päevase söödatagavara mahutamise tarvidusega, s. t.

$$V_{hp} = \frac{3q_{öp}}{\gamma\beta} \text{ [m}^3\text{]}.$$

Niisugune peenestatud söötade tagavara on vajalik juhuks, kui toimub mehhanismide remont, kui esineb häireid tooraine juurdeveos jne., et kindlustada loomade katkestamatut varustamist söötadega.

Teravilja ja jahusöötade hoidmise punkrid ehitatakse siledaks hööveldatud laudadest, mis on kokku löödud naeltega ja tugevdatud servadest puuprussidega. Tüüpilise 5 m³-lise mahuga punkri konstruktsioon on näidatud joonisel 216. Need punkrid kinnitatakse laetaladele. Produkti vabaks väljalaskmiseks peab punkri alumiste seinte kallaku nurk olema mitte väiksem produkti loomuliku kallaku nurgast (tabel 5).

Söödatsehhi toodud tahvlites õlikoogid laotakse riita põrandale ehitatud puust kattele. Kui õlikooke tuuakse söödatsehhi hulgal, mis on võrdne näiteks 3-päevase tarvitusega, siis õlikookide maht

$$V_{ök} = \frac{3q_{öp}}{\gamma} \text{ [m}^3\text{]},$$

kus riida kõrguse puhul $h = 1{,}5$ m on õlikookide alla minev põrandapind

$$F = \frac{V_{ök}}{h} \text{ [m}^2\text{]},$$

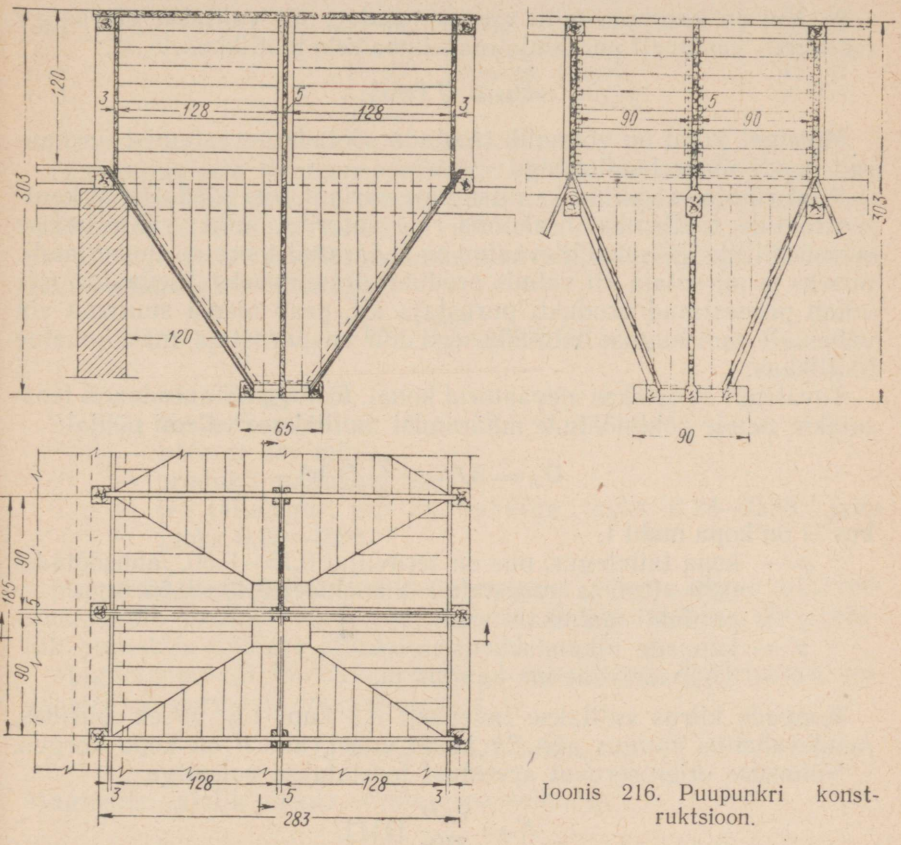
millist pinda peab sisseseade paigutamisel arvestama.

Kontsentraatide purustaja kui söödatsehhi ühe põhilise masina valik peab olema eriti hoolikas. Tavaliselt kasutatakse vasarpurustajaid kui kõige universaalsemaid. Eriti mugavad on purustajad ventilaatori ja tsüklooniga.

Kui tehnoloogiline protsess näeb ette teravilja helvestamist, või kui purustamisele kuulub ainult teravili, kasutatakse valtspurustajat. Sageli valitakse ka kiviveski ja õlikoogipurustaja. Purustaja valik peab üldse olema kooskõlastatud jõuallika liigi ja võimsusega, töö-

deldavate söödaliikidega ja nende töötlemiseks vajaliku tehnoloogiaga.

Teades päevas purustamisele kuuluva sööda hulka $Q_{öp}$, vastuvõetud purustaja töötundide arvu ööpäevas T ja purustaja tootlikkust erisuguste söötade töötlemisel Q_1', Q_2', Q_3' ja Q_n', võib määrata



Joonis 216. Puupunkri konstruktsioon.

purustaja tegeliku tööaja ja sellega kontrollida valiku õigsust.

Kui

$$Q_{öp}' = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + \ldots + q_n \quad \text{t/ööpäevas},$$

siis purustaja tegelik tööaeg

$$T' = \frac{q_1}{Q_1'} + \frac{q_2}{Q_2'} + \frac{q_3}{Q_3'} + \ldots + \frac{q_n}{Q_n'} \text{ [h]}.$$

Purustaja on kõige paremini valitud, kui $T' = T$.

Elevaator tooraine ümberlaadimiseks vastuvõtusalvedest täitepunkrisse valitakse järgmiselt:

1. Kui arvestusse on võetud üks vastuvõtusalv, mis mahutab transpordivahendi poolt üheaegselt toodud P tonni sööta, sõiduaeg aga on t tundi, siis elevaatori tootlikkus

$$Q_{el} \geqslant \frac{P}{t} \text{ [t/h]}.$$

2. Kui on kasutada mitu vastuvõtusalve, siis valitakse elevaatori tootlikkus vastavalt purustaja maksimaalsele tootlikkusele, st.:

$$Q_{el} \geqslant Q \text{ [t/h]}.$$

Mõlemal juhul on võimalik teostada söötade purustamist üheaegselt nende ümberlaadimisega.

Kuid võib olla valitud ka niisugune variant, kus söödatsehhi kontsentraatide töötlemise osakonna elevaatorite arvu vähendamise eesmärgil üks ja sama elevaator on määratud tooraine ümberlaadimiseks ja purustaja alt valmis produkti äraviimiseks. Elevaator, mis võtab peenestatud produkti purustaja alt, peab olema suurema või vähemalt samasuguse tootlikkusega kui on purustaja maksimaalne tootlikkus.

Tavaliselt ehitatakse elevaatorid kohal. Kui Q_{el} on antud, siis teostatakse nende põhimõõtude määramist tootlikkuse valemi põhjal:

$$Q_{el} = 3{,}6\, i\varphi\gamma \frac{v}{a} \text{ [t/h]},$$

kus i on kopa maht l,

φ — kopa täitetegur, mis on teraviljal 0,75—0,80, jahusöötadel 0,80—0,95 ja purustatud õlikookidel 0,40—0,50,

γ — produkti mahukaal t/m^3,

v — koppade liikumiskiirus m/sek,

a — koppade-vaheline kaugus m.

Koppade kiirus valitakse tavaliselt 0,5 kuni 1,5 m/sek piirides, nendevaheline kaugus aga $2h$ ja $3h$ vahel, kus h on kopa kõrgus.

Võimsuse orienteeruvat arvestust teostatakse valemiga:

$$N = \frac{Q_{el} H}{270\eta} \text{ [HJ]},$$

kus H on produkti tõstmise kõrgus m,

η — elevaatori kasutegur, mis olenevalt konstruktsiooni täiuslikkusest on 0,4—0,7.

Isevoolutorud või -rennid on ette nähtud produkti juhtimiseks elevaatorist masinatesse, masinast masinasse, elevaatorist punkrisse ja teistel juhtudel, kui on võimalik ära kasutada produkti omakaalu.

Teatavasti on produkti liikumine piki paigalseisvat kaldpinda võimalik ainult siis, kui produkti hõõrdetegur f vastu kaldpinda on väiksem pinna kallaku nurga tangensist, s. o. kui $f < \tan \alpha$.

Praktikaga on kindlaks tehtud puidust torude või rennide nurga α minimaalsed väärtused erisuguste söödaliikide jaoks. Nimetatud väärtused on toodud tabelis 36.

Tabel 36

Rennide kaldenurga väärtused mitmesuguste söötade jaoks.

Sööda nimetus	Kaldenurk kraadides	Sööda nimetus	Kaldenurk kraadides
Kaer	24—30	Jahu	70—80
Oder	22—27	Veskitolm	70—80
Mais	24—27	Peened tangud . . .	45—50
Rukis	22—28	Jämedad tangud . . .	40—50
Kliid	50—60		

Horisontaalsete tigutransportööride valikul on soovitav kasutada kinnise konstruktsiooniga renne, kuna nad vähendavad jahutaoliste produktide tolmamist. Nende tarvilik tootlikkus määratakse elevaatori või tigu toitva masina maksimaalse tootlikkuse põhjal. Teo tootlikkus määratakse valemiga:

$$Q_{tg} = 60\,\varphi\,\frac{\pi D^2}{4}\,sn\gamma\ [\mathrm{t/h}],$$

kus D on teo läbimõõt m,
s — teo keerme samm m,
n — pöörete arv min.,
γ — produkti mahukaal t/m³,
φ — teo täitetegur, mis on teravilja jaoks 0,28—0,35, jahu jaoks 0,25—0,30.

Magnetaparaat asetatakse kas elevaatori ülemise sõlme alla, mis transpordib produkti vastuvõtusalvedest täitepunkrisse, või vahetult purustaja toiteava alla.

Magnetaparaadi tootlikkus peab olema võrdne või suurem elevaatori või purustaja tootlikkusest, s. t.

$$Q_m \geqslant Q_{el} \text{ või } Q_m \geqslant Q_{pur}.$$

Magnetite vajalik pikkus arvutatakse valemiga:

$$L = \frac{Q_m}{q}\ [\mathrm{mm}],$$

kus q on magnetaparaadi eritootlikkus kg-s magnetite ühe mm pikkuse kohta tunnis. Permanentmagnetitega aparaatidel $q = 3{,}0$ kuni 3,5 kg/mm h ja elektromagnetilistel $q = 5{,}0$ kuni 5,5 kg/mm h.

Segamisanumate arv ja mõõdud söötade pärmistamiseks ja suhkrustamiseks määratakse sööda hulga põhjal, mis kuulub niisugusele töötlemisele ööpäevas.

Ühe anumaga ja pärmistamisprotsessi kestusega 8—9 tundi võib ette valmistada pärmistatud sööta ainult kaheks söötmiseks ööpäeva neljast söötmisest (vt. graafik joon. 215). Seepärast, kui on ette nähtud pärmistatud sööda etteandmine igal söötmisel, siis peab omatama vähemalt kaks anumat ja kasutatama neid kordamööda.

Suhkrustamisprotsess kestab 4—5 tundi ja väikeste söödahulkade juures võib läbi saada ühe anumaga.

Anumate mahu ja mõõtude määramisel peab silmas pidama, et kuivale söödale lisataks vett 150—200% kogu sööda kaalust ja et massi kiht ei tohi ületada 0,5 m.

Anuma vajalik kasulik maht söödaportsjoni jaoks kaaluga P_s kg, mis kuulub pärmistamisele või suhkrustamisele ühe söötmise jaoks, arvestades veega täitmist ja tagavara, et vältida segamisel ülevoolamist, määratakse valemiga:

$$V_{an} = \frac{2P_s}{\gamma} \text{ [m}^3\text{]},$$

kus γ on produkti mahukaal kg/m^3.

Määranud anuma kasuliku mahu ja valinud tema kõrguse h, mis võrdub 0,5—0,6 m, võib määrata anuma läbimõõdu. Konstruktiivsete kaalutluste põhjal on soovitav valida anuma läbimõõt mitte üle 1,5—1,8 m.

Söödatsehhi kontsentraatide töötlemise osakonna vajaliku sisseseade valik vaadeldud meetodil tagab täielikult vajaliku tehnoloogilise protsessi ja kõikide tööde maksimaalse mehhaniseerimise.

Vaatleme nüüd seadmete valikut juur- ja mugulvilja töötlemise osakonnale. Näiteks valime tehnoloogilise protsessi skeemi, mis on kujutatud joonisel 213.

On küllaldane, kui selles osakonnas omatakse kahte liiki punkreid: vastuvõtusalved, mis asuvad all, ja täitepunkrid, mis asuvad hautamistõrte ja juurviljalõikaja kohal.

Vastuvõtusalvede arv valitakse tavaliselt töödeldava juur- ja mugulvilja liikide arvu järgi, nende igaühe maht aga valitakse võrdselt ööpäevasele kulule, s. t.

$$V_{vs} = \frac{q_{öp}}{\gamma\beta} \text{ [m}^3\text{]}.$$

See tagab suurima tootmismugavuse, lubab ööpäevase söödahulga kohale tuua lühikese aja jooksul ja kaitsta sellega sööta ja söödahoidlaid külma eest.

Vastuvõtusalvedes peab olema ette nähtud restpõhjad liiva ja mulla eraldamiseks. Põhjade kaldnurk peab olema: kartuli tarbeks mitte alla 32—36°, juurvilja jaoks mitte alla 40°.

Juur- ja mugulvilja vastuvõtmise, hoidmise ja väljalaadimise küsimused lahendatakse söödatsehhides järgmiselt (joon. 217). Vastuvõtusalvede asemel varustatakse söödatsehh suure mahuga keldri- või poolkeldriruumiga, kus hoitaksegi juur- ja mugulvilja tagavara. Väljavõtmiseks ja pesijasse üleandmiseks on keldripõrand kaldu ja keldrisse monteeritakse tigutransportöör, mis vajaduse puhul lülitatakse töösse produkti keldrist pesijasse toimetamiseks. Niisuguse keldri maht on tavaliselt arvestatud ühe kuhila sisu mahutamiseks, et võimaldada kuhila lahtivõtmist talvisel ajal.

Täitepunkrite arvu ja mahu valik toimub olenevalt valitud põhiliste masinate (nagu juurviljapesija, hautaja ja juurviljalõikaja)

tootlikkusest. Kui juurviljapesija ja juurviljalõikaja on ühendatud üheks agregaadiks või valitud ühesuguse tootlikkusega, siis ei ole tarvis juurviljalõikaja kohale täitepunkrit. Täitepunker on hädavajalik ainult nende erisuguste tootlikkuste juures (kui $Q_{jp} < Q_{jl}$) või kui juurviljalõikaja töötab teisel ajal kui juurviljapesija. Tema maht määratakse igal üksikul juhul arvestusega:

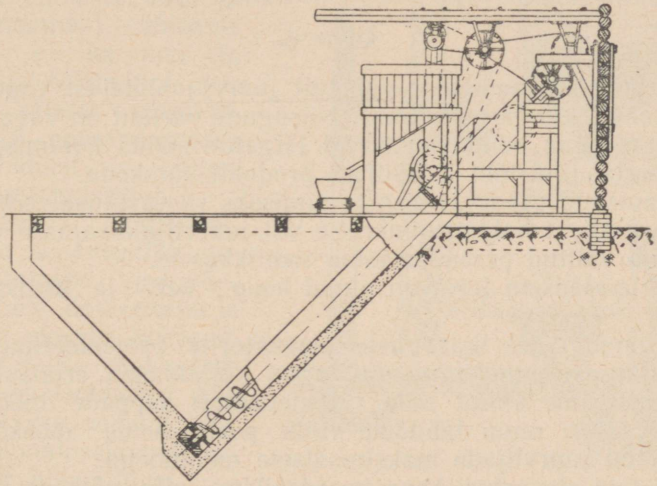
$$V_{tp} = \frac{T''(Q_{jp} - Q_{jl})}{\gamma\beta} \text{ ja } V_{tp} = \frac{q_k}{\gamma\beta} \text{ [m}^3\text{] piirides,}$$

kus T'' on juurviljapesija ja juurviljalõikaja üheaegne töö tundides,

Q_{jp} — juurviljapesija tunnine tootlikkus t/h,

Q_{jl} — juurviljalõikaja tunnine tootlikkus t/h,

q_k — korraga töötlemisele kuuluv sööda hulk t.



Joonis 217. Söödatsehhi juur- ja mugulvilja töötlemise osakonna sisustamise näide kelderhoidla ja tigutransportööriga.

Hautamistõrte kohale asetatakse täitepunkrid ainult sel juhul, kui hautamistõrte maht on väiksem sööda mahust, mis kuulub keetmisele üheks söötmiseks. Sel juhul peab omatama täitepunker, mille maht võrdub ühe hautamistõrre mahuga.

Üldiselt pole aga punkri asetamine hautamistõrre kohale otstarbekohane. Tema asemel on parem omada veel üks aurutamistõrs. Punkri olemasolu on õigustatud ainult tingimusel, kui sööda keetmine ja väljaandmine toimub lakkamatult, milline olukord aga esineb harva.

Juurviljapesija valik tootlikkuse järgi peab olema seotud kogu vaadeldava söödatsehhi osakonna masinate süsteemiga.

Väikese loomade arvuga majapidamistes ööpäevase juur- ja mugulvilja kuluga kuni 4 t teostatakse juurviljapesija täitmist

käsitsi. Sel juhul on otstarbekohane valida niisugune juurviljapesija, mille tootlikkus on võrdne ühe töölise tööviljakusega. Olenevalt vahemaast punkri ja juurviljapesija vahel ning tööde läbiviimise mugavusest valitakse ühe töölise tööviljakus 1,0—1,5 t/h.

Suure ööpäevase töömahu juures valitakse juurviljapesija vajalik tootlikkus tingimusel, et

$$Q_{jp} = \frac{q_{öp}}{T} \text{ [t/h]}.$$

Kõige otstarbekohasemateks söödatsehhide jaoks tuleb pidada kurikaspesijaid.

Juurviljalõikaja valitakse, lähtudes vastuvõetud juurviljapesija tootlikkusest või juurvilja maksimaalsest ühekordsest väljaandmisest ja söötmise ajast. Kui söötmine näiteks kestab 1 tund, siis valitakse juurviljalõikaja, mille tootlikkus

$$Q_{jl} = q_k.$$

Lõigatud sööt laaditakse vahetult juurviljalõikajast vagonetti ja toimetatakse sellega lautadesse. Niisugune variant on väga mugav, kuna ta ei nõua hoidmispunkreid lõigatud sööda hoidmiseks, väldib ümberlaadimistöid ja säilitab produkti värskena.

Mehhanismid produkti transportimiseks vastuvõtusalvedest pesijasse ja pesijast hoidmispunkrisse või juurviljalõikajasse valitakse vastavana valitud pesemismasina tootlikkusele.

Kõige laialdasem levik on olnud kopp-, kett- ja kaldkraap-elevaatoreil.

Mitte puudutades igasuguste elevaatorite projekteerimise küsimusi, kuna selle küsimuse kohta on küllaldaselt erialast kirjandust [1], märgime ainult seda, et elevaatori koppade mõõtude ja kraapelevaatori renni läbilõike valik peab olema kooskõlastatud vastuvõetud juurviljade maksimaalsete mõõtudega.

Nii ei tohi elevaatori kopa haardepikkus olla väiksem produkti maksimaalsest pikkusest l, tema laius aga mitte väiksem kui 1,5 l. Teo läbimõõt $D = 2\,l$ ja teo keerme samm $s = 0{,}60$ kuni $0{,}70D$. Transportööri kraabitsate kõrgus valitakse $h = 0{,}6\ l$ kuni $0{,}7\ l$, laius aga $B = 1{,}2\ l$ kuni $1{,}5\ l$.

Juur- ja mugulvilja vertikaalseks ümberpaigutamiseks on kõige kohasemad kahe ketiga elevaatorid, aga mööda kaldpinda ümberpaigutamiseks tigu- ja kraaptransportöörid.

Joonisel 218 on näidatud juur- ja mugulvilja pesemise sisseseade variant kõikide tööde täieliku mehhaniseerimisega.

Hautamistõrte arvu ja mahu valik oli üksikasjaliselt põhjendatud eespool.

Suure töömahu korral on kõige parem kasutada üksikuid hautamistõrsi, mis on tõstetud küllaldasele kõrgusele, et tagada keede-

[1] Vt. näiteks V. I. Kolõtšev. Põllumajanduslikkude veoste transportimise mehhaniseerimine. Сельхозгиз, 1936 (v. k.).

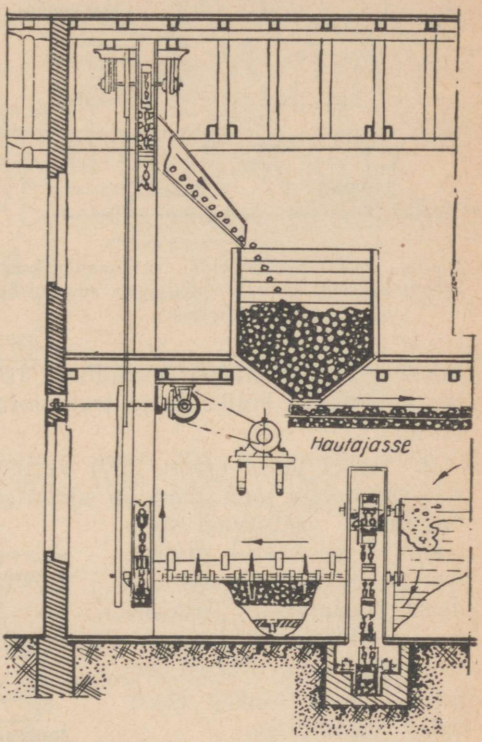
tud produkti hõlbus laadimine muljujasse või vagonetti isevoolu teel. Aurukatel tuleb üles seada eraldi ruumi.

Muljuja peab olema suure tootlikkusega, et sööta oleks võimalik ümberlaadimisteta välja anda vahetult segajasse või vagonetti. Ööpäevase keedetud söödahulga juures q_{kd}, söötmiste arvu juures ööpäevas n ja ühe söötmise ajal sööda väljaandmise kestusega t on muljuja vajalik tootlikkus

$$Q_m = \frac{q_{kd}}{nt} \text{ [t/h]}.$$

Kasutades lihtsat täiendavat sisseseadet elevaatorite ja punkrite näol ja liites masinaid ühtsesse süsteemi, on ka juur- ja mugulvilja töötlemise osakonnas täiesti võimalik saavutada operatsioonides vooltootlikkust ja kõrget mehhaniseerimisastet.

Söödatsehhi ratsioonide osakonna seadmestiku valik teostatakse vastuvõetud söötade doseerimise ja segamise skeemi kohaselt. Nii teostatakse seakasvanduste söödatsehhides, kus valmistatakse vedelat sööta, ratsioonide osakonna sisustamist ühe allpool toodud põhimõttelise skeemi alusel.



Joonis 218. Sisseseade asetuse näide söödatsehhi juur- ja mugulvilja töötlemise osakonnas, kus kõik tööd on mehhaniseeritud.

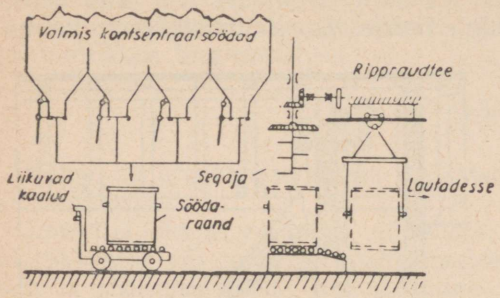
1. Esimesel korrusel nähakse ette küllaldase pinnaga ratsioonikäik, mis varustatakse kitsarööpmelise raudteega (joon. 219). Selle käigu juurde viiakse välja kõikide valmiskontsentraatide hoidmise punkrite väljalaskeavad, samuti muljuja väljalaskeava, lõigatud juurvilja punkri ja sööda pärmistamise ning suhkrustamise anumate väljalaskerennid.

Käigu rööbastele asetatakse liikuv kaal, mille platvorm on varustatud rullikutega. Kaalule asetatakse 260—300 l mahuga raand. Söödakäigu lõppu ehitatakse rullikutega varustatud platvorm, mis on ühel kõrgusel kaalu platvormiga.

Selle platvormi kohale seatakse üles vertikaalne labasegaja. Ratsioonikäik on üheröõpalise rippraudtee abil ühendatud sigalatega.

Ratsioonide koostamist, söötade segamist ja nende üleandmist sigalatesse teostatakse järgmisel viisil.

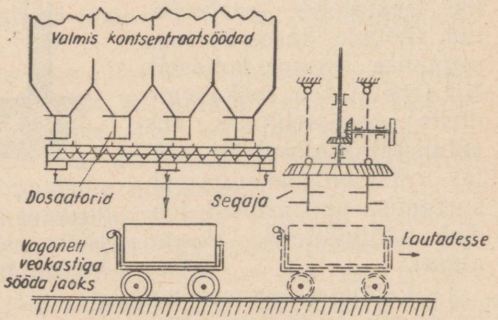
Üks tööline (kokk) asetab kaalule tühja raanda ja, tõugates liikuvaid kaalusid piki ratsioonikäiku, täidab raanda ratsioonisse minevate söötade vajalikkude kaaluliste hulkadega. Täidetud raand koos kaaludega lükatakse segamisplatvormi juurde ja juhitakse viimasele. Siin lisatakse raanda vajalikul hulgal tulist ja külma vett ning käsikangi abil lastakse segaja võll alla. Kaas, mis asub segajavõllil, katab raanda, takistades toidu segamisel väljaloksumist. Segaja-võll lastakse käiku 1—2 minutiks ja kogu söödaportsjon segatakse läbi. Pärast segamise lõpetamist tõstetakse segaja ülemisse asendisse, raand aga riputatakse rippraudtee kandekäru konksule ja transporditakse teise töölise poolt sigalasse.



Joonis 219. Söödatsehhi ratsiooniosakonna skeem (variant liikuva kaaluga ja segamisega raandades).

2. Teisel juhul (joon. 220) varustatakse söödakäik kitsarööpmelise raudteega, mis ühendab söödatsehhi sigalatega. Siin täidetakse vagonetil asetsevad spetsiaalsed veokastid punkritest söödaga ja, nagu esimesel variandilgi, lükatakse segamiseks rippuva labasegaja alla. Pärast segamist toimetatakse vagonetid sigalatesse.

Üksikute söötade doseerimine, vastavalt määratud ratsioonile, saavutatakse sel juhul doseerimiskastide või mehaaniliste dosaatorite abil, mis sobitatakse iga sööda vajalikkusele.



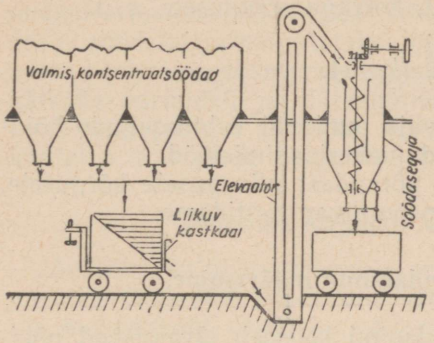
Joonis 220. Söödatsehhi ratsiooniosakonna skeem (variant doseerimiskastidega ja segamisega vagonettide veokastides).

Veisekasvanduste söödatsehhides, kus valmistatakse kuiva ja niisutatud sööta, korraldatakse ratsiooniosakond tavaliselt järgmiste skeemide kohaselt.

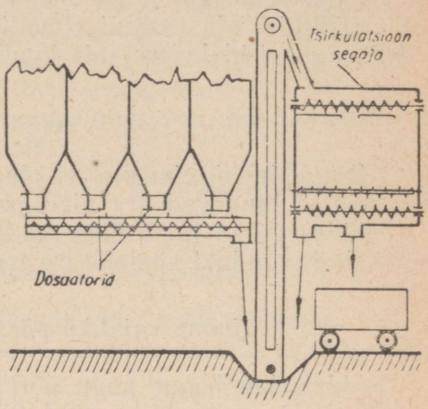
1. Ratsioonikäigu lõppu paigutatakse perioodilise toimega vertikaalne tigu-söödasegaja (joon. 221), mida täidetakse elevaatori abil. Sööta doseeritakse liikuvate kastidega vagonett-kaalude abil, mis lükatakse mööda rööpaid piki ratsioonikäiku. Kõik söödad laaditakse kindlas vahekorras elevaatori täiteavasse hulgal, mis on

võrdne segaja mahuga. Segajast toimetatakse sööt vahetult vagoneti veokasti.

2. Joonisel 222 on näidatud ratsiooniosakonna doseerimiskastidega ja perioodilise toimega tsirkulatsioonsegajaga (kahe horisontaalse teoga) sisustamise skeem, mis tagab kõrge tootlikkuse.



Joonis 221. Söödatsehhi ratsiooniosakonna skeem (variant liikuva kaaluga ja vertikaalse tigusegajaga).



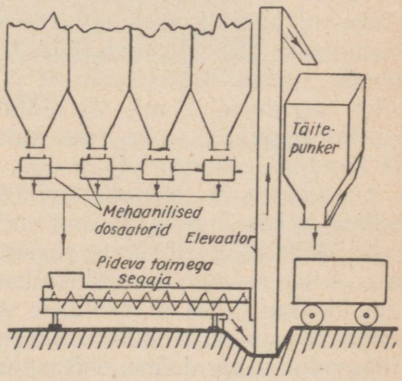
Joonis 222. Söödatsehhi ratsiooniosakonna skeem (variant doseerimiskastidega ja tsirkulatsioonsegajaga).

3. Lõpuks mainime veel skeemi (joon. 223), mis näeb ette pideva toimega segaja koos mehaaniliste dosaatoritega ratsiooni kuuluvate produktide pidevaks väljaandmiseks.

Peatumata ratsiooniosakonna üldise skeemi valiku küsimustel, kuna see lahendatakse iga majandi jaoks üksikute variantide tehnilis-majanduslike näitajate võrdlusega, tutvume ainult põhilise sisseseade valiku ja projekteerimise põhimõtetega.

Raanda või vagoneti veokasti vajalik maht määratakse ühe töölise koormamise tingimustest, kes neid rööbastel lükkab, ja see maht on tavaliselt: raandadel 260—300 l, vagonettidel 400 l. Vajalik raandade või vagonettide arv määratakse valemi järgi:

$$n = \frac{T\left(\frac{q_k'}{G}\right)}{T_1},$$



Joonis 223. Söödatsehhi ratsiooniosakonna skeem (variant mehaaniliste dosaatoritega ja pideva toimega segajaga).

kus T on sööda väljaandmise aeg ühe söötmise kestel min.,
q_k' — söödasegu hulk, mille söödatsehh peab välja andma üheks söötmiseks kg,
G — raanda või vagoneti valitud kandejõud kg,
T_1 — raanda või vagoneti täieliku ringluse aeg min.

Segaja peab igal juhul olema valitud niisuguse tootlikkusega, et ühe söötmise aja jooksul (tavaliselt 1—1,5 tundi) ta võiks segada läbi kogu söödahulga, mis kuulub korraga söötmisele, s. t.

$$Q_{sg} = \frac{q_k'}{T} \text{ [kg/h]}.$$

Niisugustel tingimustel ei ole vaja punkreid valmissegude hoidmiseks ja langevad ära üleliigsed ümberlaadimistööd.

Söödasegajad tuleb üles seada põrandast niisugusele kõrgusele, et valmis produkt voolaks ise transpordivagonettidesse.

Hoone vajaliku põrandapinna määramine.

Söödatsehhi hoone kogu põrandapind koosneb järgmistest põhiosadest: 1) seadmestiku pind, 2) pind, mis on tarvilik töötamiseks, 3) treppide ja käikude pind, 4) abiruumid (kontor, dušširuum jms.) ja 5) pinnad, mis on eraldatud söötade hoidmiseks.

Kõik arvestused tehakse eraldi iga korruse kohta. Selleks jagatakse valitud sisseseade vastavalt tehnoloogilise protsessi vastuvõetud skeemile korruste vahel ja loetakse kokku nende gabariitpindade summa. Sel juhul, kui seadmestik on ühel ja samal korrusel asetatud pealistikku, võetakse arvesse ainult seadmete gabariitmõõtude projektsioonipinnad horisontaaltasapinnas.

Töötamiseks vajalik pind määratakse lähtudes üheaegselt töötava personali arvust ja veereva koosseadu vaba liikumise võimalusest (liikuvad kaalud, raandad või vagonetid söötade doseerimiseks ja segamiseks jt.). Põrandapind F_1, mis on vajalik ühe töölise töötamiseks, oleneb töö iseloomust ja valitakse tavaliselt: 1) alalise töökoha tingimusel 2 m², 2) töötamisel labidaga 4 m², 3) koormate kandmise puhul — koorma kahekordse maksimaalse laiuse korrutis kandmisteekonna pikkusega.

Analoogiliselt tööstusettevõtete normidega võib keskmiselt ühe töölise kohta lugeda $F_1 = 4$ m².

Käikude laius üksikute masinate vahel, samuti treppide, kodade jms. laius ei tohi olla töökaitsenormide kohaselt alla üht meetrit, igal üksikul juhul määratakse see laius vastavalt tööde läbiviimise mugavuse ja hädaohutuse tingimustele. Kõik muud põrandapinna elemendid määratakse ehitusnormide järgi.

Ruumi vajalik põrandapind võib olla määratud ka teisel viisil, kus töökohtade, läbikäikude, treppide ja abiruumide pinnad väljendatakse osades sisseseade gabariitide pindade summast. Kui see summa on Σf m², siis peab hoone kogu vajalik põrandapind olema

$F = \Sigma fk$, kus k on tegur, mis määrab hoone põrandapinna osa töökohtade, läbikäikude ja abiruumide jaoks. Analoogiliselt samatüübiliste tööstusettevõtetega on k väärtus söödatsehhides 2 kuni 3 piirides.

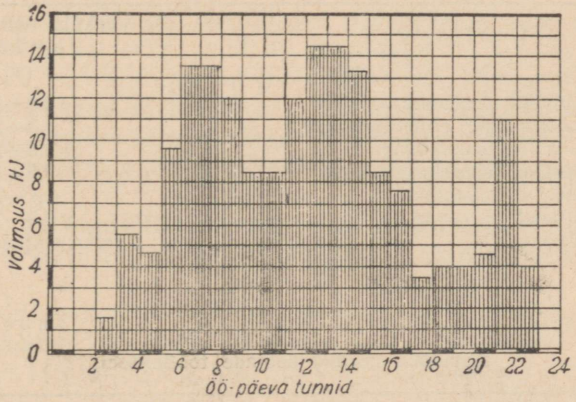
Üheaegselt F määramisega määratakse korruste arv ja hoone kuju. Korruste lõplik põrandapind täpsustatakse ehitusprojekti väljatöötamisel.

Ehituse vajaliku põrandapinna määramiseks on väga mugav ka modelleerimismeetod. Selleks tehakse valitud mõõtkavas kogu sisseseade mudelid ja paigutatakse millimeeterpaberile, vastavalt vastuvõetud tehnoloogilise protsessi skeemile, nõutavate masinavaheliste käikude normidele ja ehitusnormidele.

Valinud parima variandi, määratakse ehituse põrandapind ja kantakse sisseseade paigutus joonisele.

Jõuallika vajaliku võimsuse määramine.

Jõuallika vajaliku võimsuse määramiseks peab omatama seadmestiku töötamise ööpäevane graafik, samuti teadma iga masina või mehhanismi vajalikku võimsust.



Joonis 224. Jõuallika vajaliku võimsuse määramise graafik.

Niisugune graafik koostatakse kõikide varem vastu võetud otsuste põhjal, mis olid seadmestiku valiku aluseks, ja üksikute tööoperatsioonide täitmise järjekorra põhjal. Joonisel 215 on näidatud söödatsehhi seadmestiku näitlik ööpäevane töögraafik ühes iga masina energiakulu äranäitamisega.

Arvates kokku üheaegselt töötavate masinate võimsuse tarbimise ööpäeva tundide järgi ja kandes paberile saadud suurused valitud mõõdus, koostatakse graafik (joon. 224), mis näitab jõuallika üldist vajalikku võimsust ja tema kasutamisastet ööpäeva tundide järgi.

Tunduvate tippkoormuste olemasolu on majanduslikel kaalutlusil äärmiselt mittesoovitav ja ta on üksikute masinate valiku, samuti

töögraafiku revideerimise põhjuseks. Kuid püüe tippkoormusi tasandada ei tohi viia tehnoloogilise protsessi kahjustamisele ja rikkuda vastuvõetud päevakorda.

Vee- ja auruvajaduse arvestus.

Söödatsehhides kulutatakse vett tootmisvajaduste rahuldamiseks (tabel 37).

Üldine veekulu söödatsehhides on: nuumseakasvatusfarmides 15 kuni 20 l ööpäevas ühe looma kohta, piimafarmides aga 10 kuni 20 l.

Kuumavee- ($t = 90°$) vajadus on seakasvatusfarmide söödatsehhides 15 kuni 20% üldisest veekulust ja piimafarmide söödatsehhides 10—15%.

Aurukulu söödatsehhide põhivajaduste rahuldamiseks on märgitud tabelis 38.

Tabel 37

Veekulu normid söötade töötlemisel.

Otstarve	Veekulu norm 1 sööda kg kohta
Juur- ja mugulvilja pesemine	0,8—1,5
Koresöötade niisutamine enne hautamist	1,5—2,0
Pärmistamine ja suhkrustamine	1,5—2,0
Taina valmistamine leivaküpsetamisel	0,8—1,2
Vedelate söötade valmistamine	1,7—2,5
Nõude ja sisseseade pesemine	0,5—1,0
Aurukatla toitmine	(eriarvestuse järgi)

Tabel 38

Aurukulu normid söötade töötlemisel.

Otstarve	Aurukulu 1 kg sööda kohta kilogrammides
Juur- ja mugulvilja keetmine	0,16—0,19
Hekslite hautamine	0,40—0,60
Vee soojendamine kuni $t = 90°$	0,18—0,20

Orienteeruvate arvestuste jaoks võib pidada nuumseakasvatusfarmide söödatsehhide ööpäevast aurukulu ühe looma kohta 0,8—1,0 kg ja piimafarmide söödatsehhides 1,2—1,5 kg.

Arvestanud sel viisil külma- ja kuumavee- ning üldise auru vajaduse, ei ole raske valida torude tarvilikke läbimõõte, veesoojendamistõrte mahtu ja konstruktsiooni ning aurukatla küttepinda.

Söödatsehhide ööpäevase töögraafiku väljatöötamine.

Söödatsehhi projekteerimise lõpptööks on söödatsehhi töögraafiku väljatöötamine. Töögraafiku aluseks peab olema varem arvesse võetud lautade päevakord, söötade väljaandmise kestus, valitud sisseseade tootlikkus, tööde maht ja jõuallika võimsus.

Üheaegselt niisuguse graafiku koostamisega võetakse arvesse üksikutes töökohtades tegevuses olevate tööliste töökoormuse normid ning vahetuste arv.

Graafiku olemasolu võimaldab kontrollida üksikute agregaatide tegevuse kooskõla, määrata tööjõu-vajadust ja organiseerida söödatsehhi õiget ekspluatatsiooni pärast tema ehitamist.

Projekti väljatöötamine ülaltoodud skeemi järgi annab alused söödaühiku (ts, t) hinna arvestamiseks, mis on peamiseks projekti teostamise majandusliku otstarbekohasuse määrajaks.

TÜÜPILISTE SÖÖDATSEHHIDE ÜLDINE EHITUS.

1200—1500-pealise seakasvatusfarmi söödatsehhi projekt.[1]

Söödatsehh on arvestatud järgmisele ööpäevasele tootlikkusele: kontsentraatide töötlemiseks — 50 ts, heinajahu — 5 ts ja mugulning juurvilja 20 ts, kusjuures on lähtutud mitme üksteisest eemaldatud seakasvatusfarmi olemasolust. Niisugune söödatsehh ehitatakse ühe farmi territooriumile, mida ta teenindab täielikult, peale selle töödeldes ja välja andes kontsentraate ülejäänud majandi farmidele.

Joonisel 225 on kujutatud söödatsehhi tehnoloogilise protsessi skeem, plaan ja vertikaalsed lõiked põhiliste montaažimõõtude näitamisega.

Söödatsehh on ühekorruseline, väikese torniga ja pööninguruumi kasutamisega hoone. Kasulik põrandapind on 125 m^2. Ehituse maht — 900 m^3. Hoone otstele liituvad katusealused tooraine vastuvõtmiseks ja sööda väljaandmiseks. Esimese korruse pind on vaheseinaga jagatud kaheks ruumiks — kontsentraatide töötlemise osakonnaks ja juur- ning mugulvilja töötlemise osakonnaks.

Kontsentraatide töötlemise tehnoloogiline protsess on järgmine. Teravili ja kliid, mis tuuakse ükskõik missuguse transpordivahendiga katuse alla, laaditakse läbi seina-ava vastuvõtusalve *1*. Õlikoogid ja maisi tõlvikud laotakse põrandale.

Teravili jookseb vastuvõtusalvest *1* isevoolu teel kopp-elevaatorisse *3*, läbib magnetaparaadi *4* ja, kui on vajalik, ka traatsõela *5* ning satub täitepunkritesse *6*, mis on kinnitatud laetaladele. Mõlemad punkrid on jagatud vaheseintega *8* osaks.

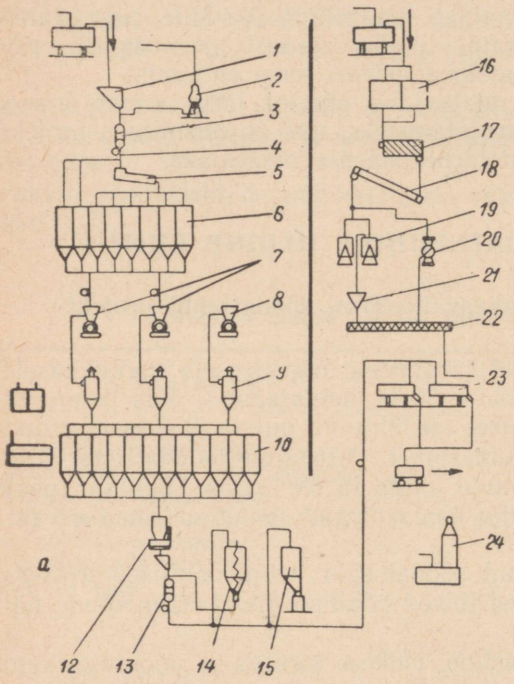
---

[1] „Sovhozstroiprojekt'i" projekt.

Täitepunkritest juhitakse produkt käiste kaudu ventilaatoriga ja tsüklooniga varustatud purustajatesse *7* (ДММ-0,3 tüüpi). Purustajad on asetatud punkrite alla vundamentidele.

Purustatud sööt juhitakse piki torusid tsükloonidesse ja kogutakse alalhoidmiseks punkritesse *10*. Punkrite kogumaht võrdub kolmepäevase söödakuluga.

Õlikoogid ja tõlvikutes mais laotakse käsitsi õlikoogipurustajasse *2* (ДЖ-0,5 tüüpi), kust nad pärast esialgset purustamist satuvad elevaatorisse *3* ning edasi läbivad sama teekonna, mis teraviligi.



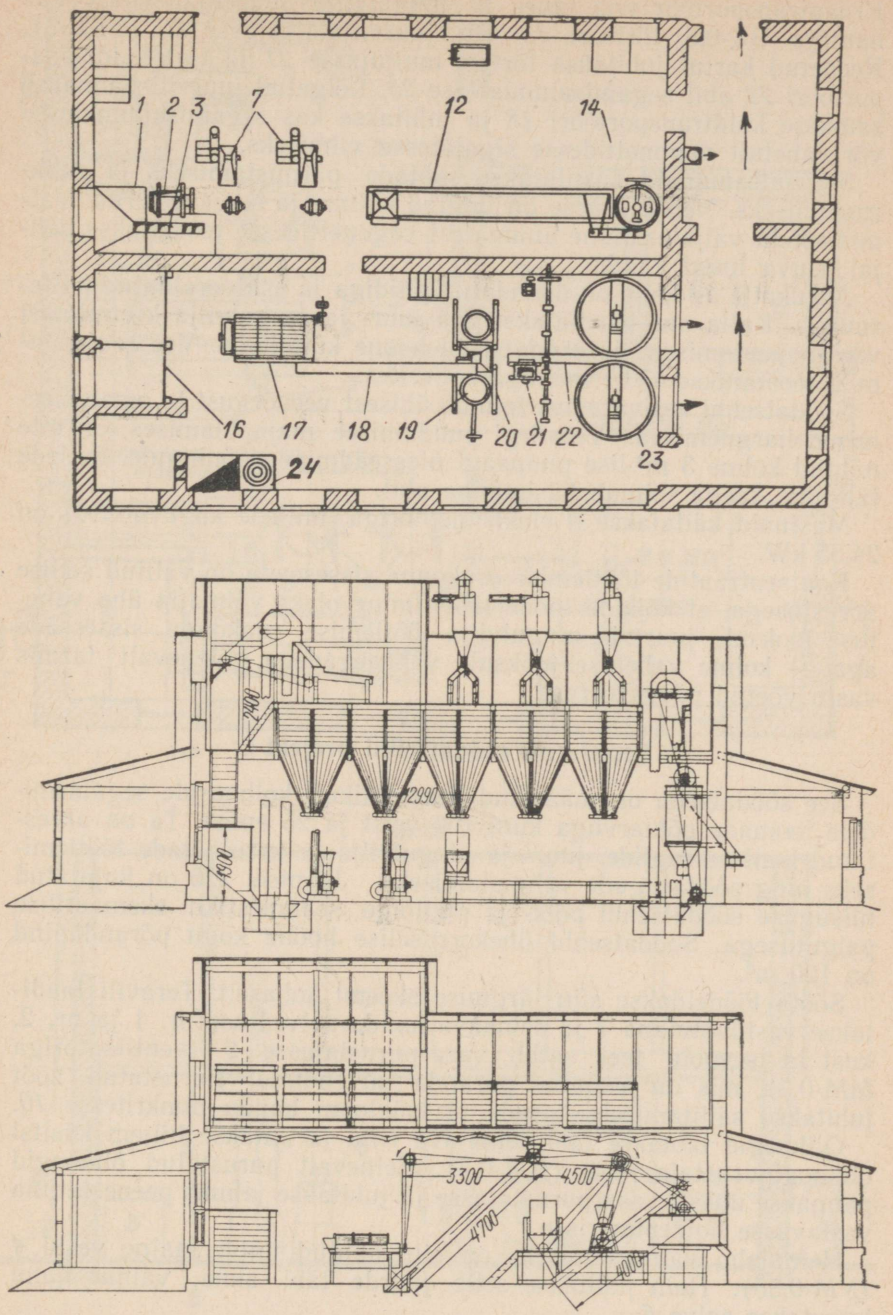
Joonis 225. „Sovhozstroiprojekt" I söödatsehhi projekt seakasvatusfarmi jaoks — tehnoloogilise protsessi skeem.

Heina hekseldamine ja jahukspurustamine toimub eraldatud küünis. Seal asub hekslimasin ja ventilaatoriga vasarpurustaja *8*. Heinajahu juhitakse läbi torude tsüklooni kaudu ühesse punkritest *10*.

Valmis kontsentraatide ja heinajahu doseerimine ja segamine on mehhaniseeritud järgmisel viisil: hoidmispunkrite alla on ehitatud rööbasestakaad *12* liikuva kaaluga, mis on varustatud kastiga. Kaalude abil kaalutakse söödad välja vastavalt antud ratsioonile, viiakse kopp-elevaatori *13* juurde ja laaditakse tema vastuvõtuavasse. Elevaator viib sööda vertikaalsesse tigusöödasegajasse *14*, mille maht on umbes 500 kg. Valmis segu (kombineeritud sööt) lastakse segajast sama elevaatori *13* täiteavasse ja juhitakse ümberasetatava käise abil kas punkrisse *15* või segamisanumatesse *23*.

Valmis kombineeritud sööda väljaandmine eemalasuvatele farmidele toimub punkrist *15* ratsioonikäigu seinast läbi lastud käise kaudu.

Juur- ja mugulvilja töötlemine toimub eraldi ruumis. Katuse alla toodud juur- ja mugulvili laaditakse vastuvõtusalvedesse *16*, millede kogumaht vastab ööpäevasele kulule. Siit laotakse juur- ja mugulvili pideva toimega juurviljapesijasse *17* (МП-2,0) käsitsi.



Joonis 225. „Sovhozstroiprojekt." Söödatsehhi projekt seakasvatusfarmi jaoks, ülal plaan, all vertikaallõiked.

Kraaptransportöör viib juur- ja mugulvilja juurviljapesijast kas hautaja ЗК-0,5 tõrtesse *19* või juurviljalõikajasse *20* (РКР-2). Keedetud kartul juhitakse tõrtest muljujasse *21* ja tigu-kaldtransportööri *22* abil segamisanumatesse *23*. Lõigatud juurvili pannakse samasse kaldtransportööri *18* ja juhitakse kas segamisanumatesse või vahetult vagonettidesse sigalatesse viimiseks.

Segamisanumaid kasutatakse söötade pärmistamiseks ja suhkrustamiseks. Nende juurde on juhitud külma- ja soojaveetorud. Valmis sööda väljalaskmine anumatest vagonettidesse teostatakse põhjal asuva luugi kaudu.

Aurukatla *24* kolle on ühendatud pliidiga ja asub eraldatud kütteruumis. Katla aur kasutatakse ära juur- ja mugulvilja keetmiseks, vee soojendamiseks ja söödatsehhi hoone kütmiseks. Vee soojendamist teostatakse 450 l mahuga boilerites.

Söödatsehhi vesivarustus toimub ühisest veevõrgust ja omab sisemised hargnemised. Veevärgi puudumisel majapidamises on ette nähtud kolme 3 m^3-lise puupaagi ülesseadmine pööningule, millede täitmine veega toimub käsipumba abil.

Masinaid käitatakse 8 elektrimootoriga, millede koguvõimsus on 24,55 kW.

Kontsentraatide töötlemise osakonna sisseseade on valitud sellise arvestusega, et kõikide tööde läbiviimine oleks võimalik ühe vahetuse jooksul, juur- ja mugulvilja töötlemise osakonna sisseseade aga — kolme vahetuse jooksul, vaheaegadega, olenevalt farmis vastu võetud päevakorrast.

Segafarmi söödatsehhi projekt [1].

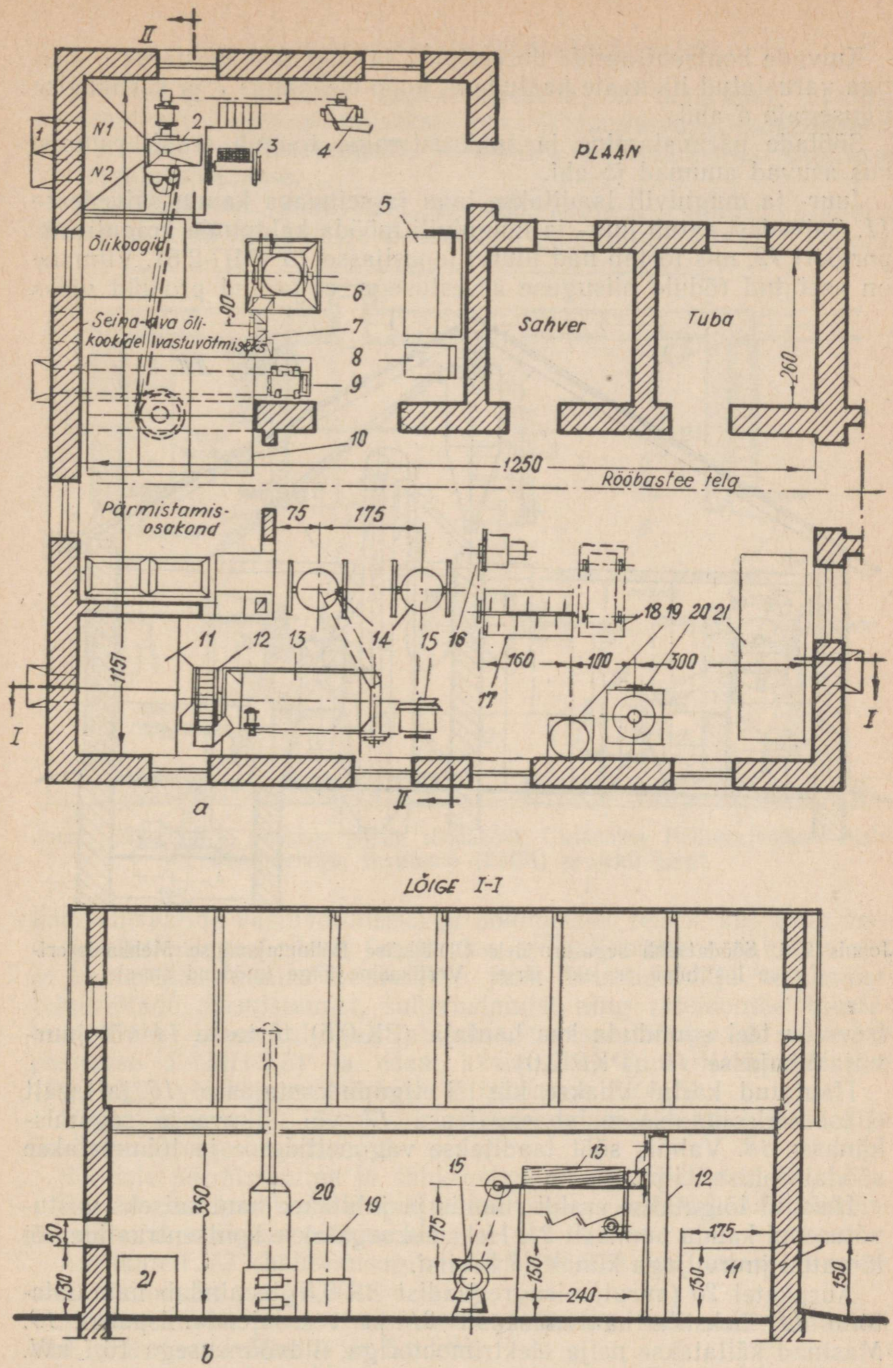
See söödatsehh on määratud peaasjalikult kolhooside segafarmidele loomade põhiarvuga kuni 100 veist ja 25 emist. Ta on arvestatud kontsentraatide, juur- ja mugulvilja ja koresöötade töötlemiseks ning söödasegude valmistamiseks. Joonisel 226 on kujutatud niisuguse söödatsehhi põik- ja pikilõige seadmestiku skemaatilise paigutusega. Söödatsehhi ühekorruselise hoone kogu põrandapind on 120 m^2.

Sööta töödeldakse siin järgmise skeemi kohaselt. Teravili laaditakse vastuvõtulaua *1* ja seinaava kaudu salvedesse nr. 1 ja nr. 2, kust ta isevoolu teel satub vasarpurustajasse *2* (ventilaatoriga ММ-0,3), mis on asetatud põranda süvendisse. Purustatud sööt juhitakse säilitamiseks torude ja tsüklooni kaudu punkritesse *10*.

Õlikoogid laotakse läbi seina-ava riita ja antakse hiljem käsitsi õlikoogipurustajasse *3* (ДЖ-0,5). Eelnevalt purustatud õlikoogid pannakse uuesti vasarpurustajasse ja juhitakse jahuks peenestatuna vastavasse hoidepunkrisse.

Heinajahu valmistamiseks on ette nähtud universaalne veski *4* (УМ-0,35). Hein juhitakse selle juurde läbi akna, valmis jahu kogutakse salve *5*.

[1] ВИМ projekt.

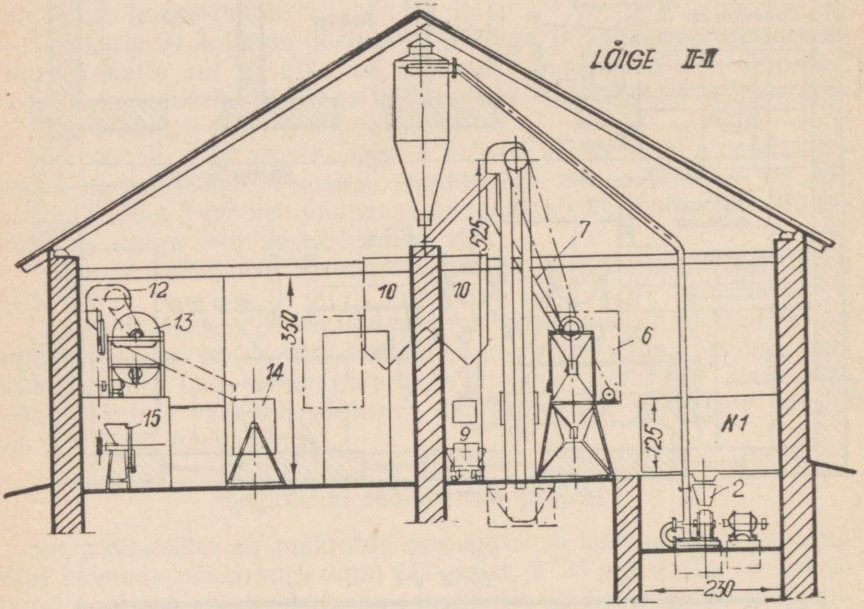


Joonis 226. Söödatsehh segafarmidele Üleliidulise Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi projekti järgi. (Plaan ja vertikaalne lõige.)

Kuivade kontsentraatide doseerimist ja segamist teostatakse kastiga varustatud liikuvate kaalude *9*, kopp-elevaatori *7* ja vertikaalse tigusegaja *6* abil.

Söötade pärmistamine ja suhkrustamine toimub eraldi ruumis, kus asuvad anumad ja ahi.

Juur- ja mugulvili laaditakse laua ja seinaava kaudu salvedesse *11*. Salvedest satub juur- ja mugulvili mööda kaldpinda kraaptransportööri *12*, mis tõstab nad juurviljapesijasse *13* (МП-2,5). Viimane on asetatud rõdule niisuguse arvestusega, et pestud produkt võiks



Joonis 226. Söödatsehh segafarmidele Üleliidulise Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi projekti järgi. Vertikaalne lõige (mõõdud sm-s).

isevoolu teel suunduda kas hautaja (ЗК-0,5) tõrtesse *14* või juurviljalõikajasse *15* (РКР-2,0).

Hautatud kartul viiakse käsitsi tigupudrustajasse *16* ja sealt edasi horisontaalsesse labasegajasse *17* või liikuvasse segamiskünasse *18*. Valmis sööt laaditakse vagonettidesse ja toimetatakse söödatsehhist välja.

Hekslid lõigatakse eraldi ruumis ja juhitakse hautamiseks vastuvõturenni kaudu puukasti *21*. Heksleid segatakse kontsentraatide või lõigatud juurviljaga künas *18* käsitsi.

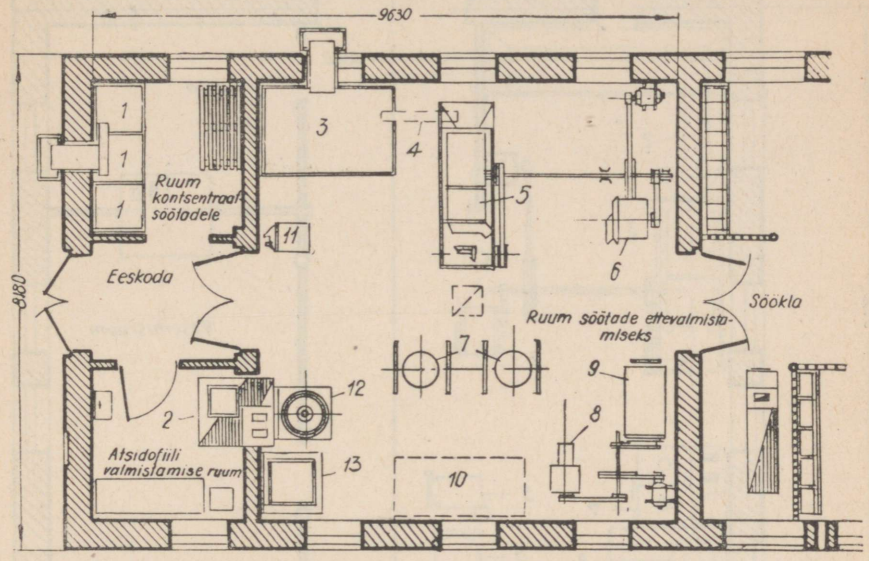
Aurukatel *20* (aurutamisagregaadist ЗК-0,5) teenindab hautamistõrsi *14*, hekslite hautamiskasti *21* ja veesoojendamispaaki *19*. Masinad käitatakse nelja elektrimootoriga, üldvõimsusega 16,1 kW.

Selle söödatsehhi puudusena tuleb märkida asjaolu, et suur osa tööoperatsioone teostatakse käsitsi.

20—25 emisega sigala söödaköögi projekt [1].

Söödaköögid sigalate juurdeehitusena on määratud valmiskontsentraatide vastuvõtmiseks, juur- ja mugulvilja töötlemiseks, söödaratsioonide koostamiseks ja nende väljaandmiseks sigalasse või sigala sööklasse.

Söödaköök ise (joon. 227) koosneb kolmest ruumist, põranda üldpinnaga 58 m². Ühesse nendest on paigutatud salved *1* valmis-



Joonis 227. 20—25 emisega sigala söödaköök Üleliidulise Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi (ВИМ) projekti järgi.

kontsentraatide vastuvõtmiseks ja hoidmiseks, teises, kus asub veesoojenduskatlaga kolle *2*, teostatakse atsidofiilsöötade valmistamist ja kolmandas ruumis teostatakse juur- ja mugulvilja töötlemist, jahusöötade pärmistamist, suhkrustamist ning ratsioonide koostamist. Juur- ja mugulviljad juhitakse transportööriga *4* salvest *3* pesijasse *5* (МП-2,5) ja edasi käsitsi kas juurviljalõikajasse *6* (РКР-2,0) või hautamistõrtessè *7* (aurutaja ЗК-0,5).

Hautatud juur- ja mugulvili antakse edasi tigumuljujasse *8* ja horisontaalsesse segajasse *9*.

Söötade pärmistamine ja suhkrustamine toimub tõrtes *10*.

Ratsioonide koostamisel kaalutakse sööta kaaludel *11*. Valmissegud viiakse sigala sööklasse.

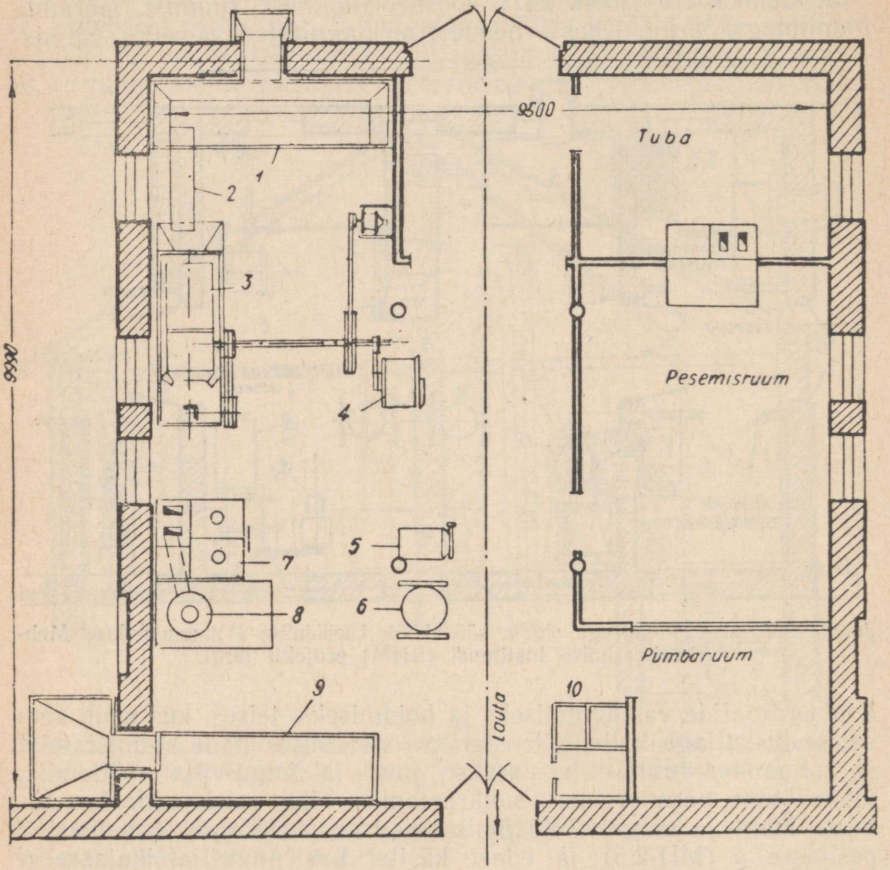
Aurukatelt *12* (hautamisagregaadilt ЗК-0,5) kasutatakse ka vee soojendamiseks paagis *13*.

Masinaid käitatakse transmissiooni kaudu kahe elektrimootori abil, millede üldvõimsus on 5,6 kW.

[1] ВИМ projekt.

50, 80 ja 100 lehmaga lauda söödaköögi ВИМ'i projekt.

Tavaliselt kujutavad niisugused söödaköögid (joon. 228) enesest ühte ühist ehitust, mis on ühendatud mehaanilise lüpsi pumbaruumiga ja pesemisruumiga.



Joonis 228. 80—100 lehmaga karjalauda söödaköök Üleliidulise Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi (ВИМ) projekti järgi.

Kontsentraatsöödad tuuakse valmilt farmi söödatsehhist ja laaditakse välja salvedesse *10*. Juur- ja mugulviljad laaditakse seinaava kaudu salvesse *1*, kust nad antakse kaldtransportööriga *2* edasi juurviljapesijasse *3* (МП-2,5). Juurviljapesijast juhitakse nad juurviljalõikajasse *4* (РКР-2,0) või osaliselt hautamistõrde *6*. Hekslid valmistatakse eraldi küünis (väljaspool söödakööki), tuuakse siis välimisse vastuvõtusalve ja sealt kasti *9* hautamiseks.

Hekslite hautamiseks ja juur- ning mugulvilja keetmiseks on üles

seatud hautaja 3K-0,2 aurukatel *8*. Vee soojendamist teostatakse veesoojendi ahjus *7*.

Ratsioonide koostamist, segamist ja söötade väljaviimist teostatakse käsitsi kaalude *5* ja maapealse või rippraudtee vagonettide abil.

Juurviljalõikaja, juurviljapesija ja transportööri käitamine toimub ühise 2,1 kW võimsusega elektrimootori ja transmissiooni abil.

LEHMADE MEHAANILISE LÜPSMISE PÕHIMÕTE JA TÖÖPROTSESS.

Üldalused.

Lehmade käsitsi lüpsmine, mis on rajatud piima väljapigistamisele nisadest, omab rea puudusi. Käsitsi lüpsmine on väsitav lüpsjatele ja põhjustab sageli käte haigestumist. Käsilüps teostub aeglaselt, mis nõuab suurt tööliste arvu, tema kvaliteet oleneb täielikult lüpsmistehnika omandamisest iga lüpsja poolt ja toob loomade ebaoskuslikul kohtlemisel sageli endaga kaasa nisade haigestumisi, üldist ärritust ja mittetäielikku väljalüpsmist. Ainult juhul, kui lüpsmine toimub vilunud ja ettevaatlikkude lüpsjate poolt, kes kohtlevad loomi rahulikult, hoolikalt ja sõbraliku tähelepanuga, olenevalt loomade individuaalsetest erinevustest, võib arvestada edu. Ka ei taga käsilüps mehaanilistest lisanditest vaba ja bakterite minimaalse sisaldusega piima saamist.

Mehaaniline lüpsmine, mis on rajatud piimaimemise põhimõttele, omab tunduvaid paremusi, võrreldes käsilüpsiga. Ta kergendab tunduvalt lüpsjate tööd, tõstab töötootlikkust rohkem kui kaks korda, erineb käsilüpsist rütmilisusega, mõju pidevusega ja kindla järjega lehma udarale ning nisale ega ole mitte ainult kahjutu, vaid ka neile vähem ärritatav. Peale selle tagatakse mehaanilisel lüpsmisel puhta piima saamine.

Mehhaniseeritud lüpsile esitatavad füsioloogilised nõuded.

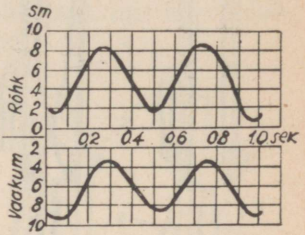
Lüpsimasinate kvaliteedi määrab esmajoones põhiliste füsioloogiliste nõuete täitmise aste, mis tuleneb nende keerukast mõjust elusorganismile. Praktika ja teaduslikud uurimised on näidanud, et kõikidest pakutud mehhaniseeritud lüpsmise põhimõtetest olid kõige vastuvõetavamateks niisugused, mis oma mõju poolest lehma udarale on ligidad loomulikule vasika mõjule imemise ajal.

Üldjoontes seisab vasika toime imemisel perioodilise hõrenduse (vaakumi) tekitamises suukoopas, mis vaheldub udara pigistami-

sega üksikute portsjonite allaneelamisel. Vaakumi suurus on mõõtmise andmetel 8—17 sm elavhõbedasammast, üksikutel momentidel, eriti kui piima on vähe, küünib 30 sm ja rohkem. Udara kokkupigistamine on 30 sm piirides, imemispulsside arv minutis on 45 kuni 70. Imemisprotsessis muljub vasikas sageli udaraid, imedes järk-järgult piima välja kõigist udaraveerandidest.

Joonisel 229 on toodud vasika imemise näitlik diagramm ühe sekundi jooksul, millest nähtub, et maksimaalne rõhk ja vaakum on teineteisele ajaliselt vastupidised.

Lüpsimasina mõju lehma udarale on määratud kindlate vaakumi ja surve suurustega ning pulsside sagedusega.



Joonis 229. Vasika imemist iseloomustav diagramm.

Kuid lehmadel arenevad sageli udaraveerandite üksikud piimanäärmed ebaühtlaselt, nisade suurus ja kuju on erinevad, samuti on erinevalt arenenud nisade lihasnäärmed, mis määravad rõngaslihaste avanemistakistust piima väljumiseks vaakumi või surve mõjul, erinev on ka piima moodustumise kiirus lüpsmise ajal jne. Kõik see nõuab masina ranget kohandamist ja universaalsust.

Igasuguse lüpsmise mooduse juures leiab aset udara ärritamine. Olenevalt nende tugevusest võivad nad olla kas füsioloogilise (normaalse) või patoloogilise (haiglase) iseloomuga.

Lüpsimasina toime ei tohi esile kutsuda udara patoloogilisi ärritusi, kuna see on seotud piimanäärmete tegevuse nõrgenemisega ja mõjub loomadele kahjulikult.

Väga suurt tähtsust omab kõikide udaraveerandite täielik väljalüpsmine, kuid üksikute veerandite erisuguse arengu tõttu ja, järelikult, erisuguse piimahulga tõttu nendes on selle läbiviimine olemasolevate masinate konstruktsioonide juures võimatu ning nõuab käsitsi järellüpsmist.

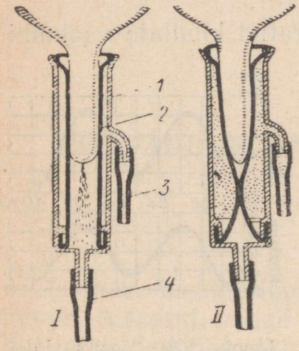
Kui selle kõige juures arvestada, et lehma udara tegevust juhib organismi närvisüsteem, siis on kerge mõista, kuivõrd keerukad ja mitmekesised on lüpsimasinatele esitatavad füsioloogilised nõuded.

Lüpsmisprotsess.

Suurest hulgast konstrueeritud lüpsiaparaatidest kasutab praktika ainult kahte, mis vastavad esitatavatele nõuetele kõige täielikumalt. Need aparaadid töötavad muutliku vaakumiga, mille nad tekitavad nisade all. Ühed nendest teostavad tööprotsessi kahe takti — imemistakti ja pigistustakti jooksul ning neid nimetatakse kahetaktilisteks, teised aga kolme takti — imemis-, pigistus- ja puhketakti jooksul ning vastavalt nimetatakse neid kolmetaktilisteks.

Vaatleme iga aparaadi tööprotsessi üksikasjalisemalt. Selleks, esialgu kogu lüpsimasina ehitust ja tööd mitte puudutades, piirdume ainult tema töömehhanismi — nisakannude vaatlemisega, mille kaudu vaakum ja surve nisale mõjuvad.

Mõlemal vaadeldaval lüpsiaparaadi tüübil on nisakannude ehitus ühesugune. Iga kann (joon. 230) koosneb kahest silindrist: välimisest, metallsilindrist *1* ja sisemisest, kummsilindrist *2*, millist nimetatakse nisakummiks. Nisakann pannakse kokkupandult nisale ja ta moodustab kaks teineteisest isoleeritud ruumi: ühe — nisa-aluse ja teise — seinavahelise.



Joonis 230. Kahetaktilise lüpsiaparaadi tööprotsessi skeem.

Nisa-alune ehk imemisruum on kummivooliku *4* abil ühendatud vaakumtorustikuga ja vaakumpumbaga, mis tagab temas pideva vaakumi. Seinavaheline ruum on kummivoolikuga *3* ühendatud erilise seadisega — pulssaatoriga, mis loob temas vaheldumisi vaakumi või atmosfäärilise rõhu.

Kahetaktilistes lüpsimasinates toimub imemistakt (asend I, joon. 230) ajal, mil seinavahelises ruumis on vaakum. Nisakumm on sealjuures normaalses, sirges olekus. Tänu rõhkude vahele nisakanalis ja imemisruumi vahel nisa rõngaslihas avaneb, piim imetakse imemisruumi ja sealt edasi lüpsikusse.

Niisugune mõju nisadele rikub normaalset vereringvoolu. Vereringvoolu taastamiseks nisas ja tema masseerimiseks vaheldub imemistakt pigistustaktiga. Selleks luuakse seinavahelises ruumis atmosfääriline rõhk (asend II, joon. 230). Rõhkude vahe tõttu surutakse sealjuures nisakumm kokku ja ta sulgeb rõngaslihase ning masseerib pigistuse teel nisa.

Edasi protsess kordub. Pulseerimissagedus on tavaliselt 48—60 korda minutis. Imemis- ja pigistustakti suhe ühe tsükli jooksul on 1 : 1 või väikese kõrvalekaldumisega pigistustakti suurenemise poole.

Enamus kaasaegseid välismaise konstruktsiooniga aparaate on kahetaktilised.

Kahetaktiliste aparaatide tööprotsessi sügavam analüüs ja uurimised [1] näitavad, et nisa masseerimine pigistustakti ajal on ilmselt mitteküllaldane. Nii esinevad nisade otstel lüpsmise lõpetamisel punetused ja aneemia, mis viitab halvale vereringlusele lüpsmise ajal nisades. Osutub, et hoolimata kummiseinte liitumisele pigistustaktil, säilib nisa alla tekkinud koonusekujulises ruumis vaakum,

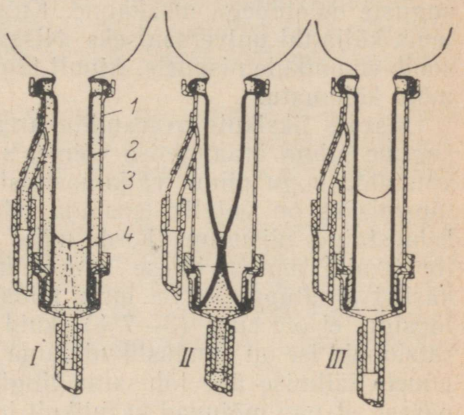
[1] Üleliidulise põllumajanduse elektrifitseerimise instituudi (ВИЭСХ) tööd. Väljaanne 5, 1936. H. A. Aronovitš „Elektrilüpsimasina töömehhanismi töötamine" (v. k.).

mis takistab normaalset vereringlust pigistustakti ajal. Peale selle on nisa pigistamise iseloom kummi poolt niisugune, et ainult esimesel momendil mõjub ta nisale masseerivalt, löögi näol alt ülesse, kogu ülejäänud aja jooksul aga (ligi 70% takti ajast) jääb surve ühesuguseks ja ainult raskendab normaalset vereringvoolu.

Kõik see loob tingimused, et nisa ei saa lüpsmise kestel üldse puhata.

Kodumaise päritoluga kolmetaktilistes lüpsiaparaatides, millede konstruktsiooni on välja töötanud Stalini preemia laureaadid V. F. Korolev, V. S. Krasnov ja D. F. Martjugin, on peale imemis- ja pigistustakti olemas veel kolmas takt — puhketakt, mis kõrvaldab kahetaktilistele aparaatidele omased puudused.

Nisakannu ehitus (joon. 231) on jäetud siin peaaegu muutmata. Imemis- ja pigistustaktid (asend I ja II) on säilitatud endistena, kuid pigistustakti aega on kärbitud ja tema lõpul on imemisruumi teatavaks ajaks juhitud atmosfääriline rõhk (asend III). Tänu sellele muutub rõhk imemis- ja seinavahelises ruumis ühesuguseks, nisakumm lakkab nisale surumast ja viimane ei ole enam mingisuguse välismõju all. Temas toimub täielik vereringvool, mis oli rikutud imemistakti ajal. Seda täiendavat, kolmandat takti, nimetatakse puhketaktiks.



Joonis 231. Kolmetaktilise lüpsiaparaadi tööprotsessi skeem.

Nagu näitasid nõukogude kolmetaktiliste lüpsiaparaatide kasutamise kogemused, võimaldas puhketakti olemasolu tunduvalt parandada lüpsimasinate tööprotsessi, lähendada nende toime iseloomu vasika loomuliku imemise iseloomule ja asetas nad esikohale terves maailmas.

Niisugune aparaat teeb tavaliselt 45—60 pulssi minutis, iga pulsi aeg aga jaguneb üksikute taktide vahel järgmiselt: imemistaktile 45%, pigistustaktile 15% ja puhketaktile 40%. Sel viisil on üle poole tsükli ajast eraldatud profülaktiliseks otstarbeks.

Kolmetaktiliste lüpsiaparaatide massilise ekspluatatsiooni kogemused kolhoosides ja sovhoosides näitavad, et nende tööprotsess vastab hästi lehmade lüpsmise füsioloogilistele nõuetele, ei kutsu üldse esile nisade ärritusi ja on universaalsem lehmade individuaalsete erinevuste suhtes.

Lehmade individuaalsed erinevused on lüpsmise tööprotsessis iseloomustatud paljude teguritega. Põhilisteks nendest on piima välja-

imemistakistuse suurus nisast, udaraveerandite arengu ühtlus, udara ehitus ja tema piima äraandmise võime, nisa kuju ning mõõdud jt.

Piima väljaimemistakistuse (lüpsitakistuse) suurus sõltub udara ja nisade lihaste arengust. Eraldatakse raskelt ja kergelt lüpstavaid lehmi. Väljaimemistakistuse ületamiseks vajalik vaakum erisugustele lehmadele kõigub suurtes piirides (10 kuni 40 sm). Vaakumi suurus kolmetaktilistes lüpsiaparaatides on 30 kuni 35 sm ja on määratud piima väljaimemise võimaldamiseks keskmiselt ja raskelt lüpstavate lehmade lüpsitakistusele.

Suurema vaakumi kasutamine kiirendab protsessi väga vähe ja ei või olla aparaatide tootlikkuse tõstmise abinõuks.

Nisade mitmesugused suurused ja kujud nõuavad ka mitmesuguste mõõtudega nisakanne. Kuid pehme elastne nisakumm teeb tema küllaltki universaalseks. Nisakummi läbimõõt on 22 mm ja ta sobib enamikule nisadele. Ainult tähtsuseta hulgale lehmadele on see mõõt kõlbmatu.

Udarate üksikute veerandite arenemise ebaühtlus ja nende erisugune piima äraandmise võime, samuti udara ehituse iseloom, ei võimalda kogu piima väljalüpsmist ühe korraga. Täielikuks väljalüpsmiseks on vajalik teostada udara masseerimist. Praktikas on kehtestatud niisugune kord, mille juures kohe pärast masinlüpsi lõpetamist masseeritakse udarat kätega ja teostatakse lehmade käsitsi järellüpsi. Piima hulk, mida saadakse käsitsi kontroll-järellüpsiga, ei ole suur (3—7%), kuid masseerimise ja järellüpsi operatsioonid ise on sunduslikud, kuna nad moodustavad füsioloogiliste nõuete täitmise ühe tähtsama tingimuse, ja on vajalikud ka sellepärast, et nad mõjuvad kasulikult lehmade piimatoodangule.

Nisakannude tööprotsessi kvaliteeti mõjutavad rakendatava vaakumi suurus, nisakummide elastsus ja pingutusaste, töötsükli üksikute taktide kestuse suhe ja pulseerimissagedus. Kolmetaktilistes lüpsiaparaatides on need suurused valitud võrdluskatsete teel ja ekspluatatsioonikogemuste põhjal ning neist peab ülaltoodud piirides rangelt kinni pidama.

Tuleb märkida veel nn. „üheruumiliste nisakannude" olemasolu välismaises praktikas. Üheruumiline nisakann kujutab metallsilindrit, mille ülemisse laiendatud ossa on kinnitatud kummirõngas, avausega nisa jaoks.

Nisakannu juhitakse vaheldumisi vaakum ja atmosfääriline rõhk. Vaakumi ajal toimub piima äraimemine, rõhu ajal aga nisa puhkab. Niisuguse tööprotsessi puuduseks on masseeriva toime täielik puudumine.

Lõpuks, ükskõik missuguste nisakannude tööprotsessis eraldatakse kolme võimalikku töökorda, ja nimelt: 1) taktidelt üheaegne kõigis neljas kannus, 2) paariline, taktidelt järjestikuline (algul kaks eesmist, seejärel kaks tagumist, või algul kaks parempoolset, seejärel kaks vasakpoolset) ja 3) taktidelt määramata.

Nõukogude kolmetaktilistes lüpsimasinates on vastu võetud esimene töökord. Nagu osutub, ei avalda kaks viimast moodust tööprotsessile mingisugust positiivset mõju.

Lüpsimasinate klassifikatsioon.

Igasugune lüpsimasin koosneb peale nisakannude veel vaakumpumbast, jõuallikast, anumast piima kogumiseks ja täiendavast aparatuurist.

Olenevalt ehitusest ja kasutamisviisist eraldatakse liikuvaid, poolstatsionaarseid ja statsionaarseid lüpsimasinaid.

Esimeste hulka kuuluvad niisugused, milledel pump ja mootor on monteeritud liikuva vankri raamile, ja neid veetakse koos ühe-kahe lüpsiaparaadiga piki lauda latrite ridasid. Suure majandi tingimustes on need kõlbmatud.

Poolstatsionaarsed lüpsimasinad, mis on saanud kõige laiema leviku osaliseks, koosnevad lauta liikumatuna ülesseatud pumbast, mootorist ja vaakumtorustikust, lüpsiaparaadid aga on ümberkantavad.

Statsionaarseid lüpsimasinaid kasutatakse lautadest eraldatud lüpsisaalide sisustamisel. Sel juhul on lüpsimasina kõikidel osadel oma kindlad asukohad (lüpsmislatrid), kuhu lehmad lüpsile tuuakse. Niisugune süsteem lubab koguda piima ja seda torude kaudu edasi anda vahetult piimakööki, tõstab lüpsiseadmestiku kasutamisastet ja mehhaniseerib suurel määral tööd.

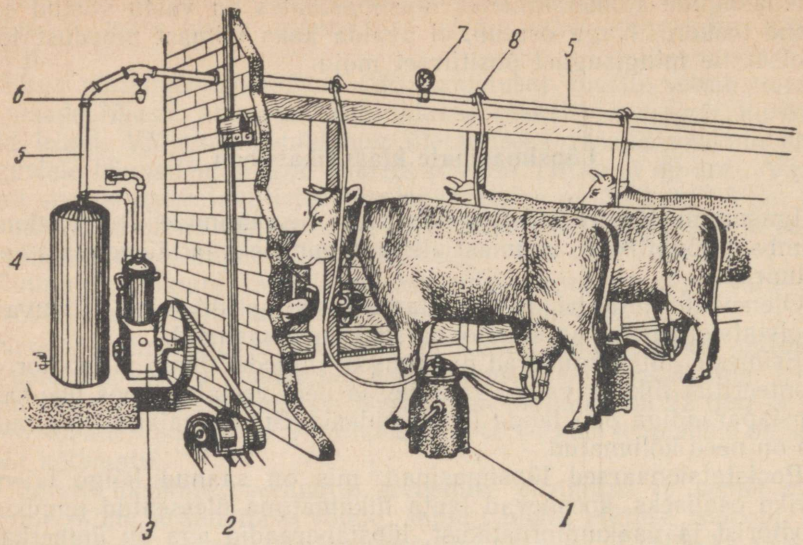
LÜPSISEADME „KOLMETAKTILINE ВИМ" EHITUS JA TOIME.

Lüpsiseadme ehitus.

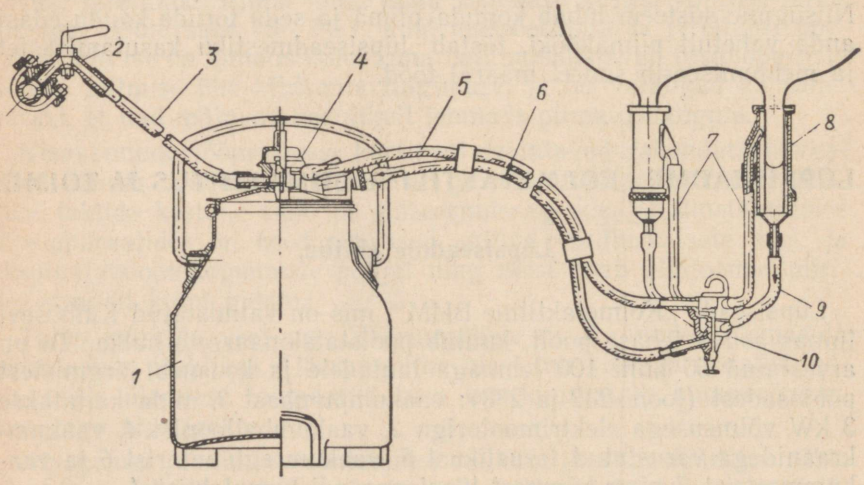
Lüpsiseade „Kolmetaktiline ВИМ", mis on valmistatud Kuibõševi linnas asuva tehase poolt, kuulub poolstatsionaarsete hulka. Ta on arvestatud 50 kuni 100 lehmaga lautadele ja koosneb järgmistest põhiosadest (joon. 232 ja 233): vaakumpumbast *3*, mida käitatakse 3 kW võimsusega elektrimootoriga *2*, vaakumballoonist *4*, vaakumkraanidega varustatud torustikust *5*, vaakumregulaatorist *6* ja vaakummeetrist *7* ning kümnest lüpsiaparaadi komplektist *1*.

Mootor, pump ja balloon seatakse üles eraldi ruumi. Pump tekitab töötamisel balloonis ja torustikus 30—35 sm suuruse vaakumi. Ümberkantavad lüpsiaparaadid ühendatakse 1,8—2,0 m pikkuste kummivoolikute abil vaakumkraanidega.

Komplektne lüpsiaparaat koosneb 16-liitrise mahuga mahavõetava kaanega lüpsikust *1*, pulssaatorist *4*, mis on asetatud lüpsiku kaanele ja mille ülesandeks on nisakannude seinavaheliste ruumide



Joonis 232. Poolstatsionaarse lüpsiseadme „Kolmetaktiline ВИМ" üldvaade.



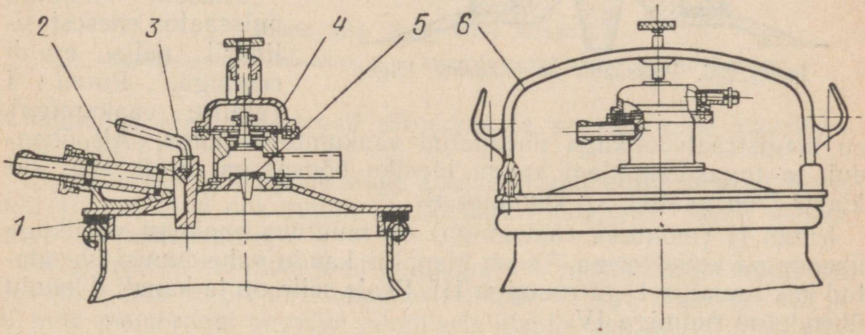
Joonis 233. Lüpsiseadme „Kolmetaktiline ВИМ" lüpsiaparaadi komplekt.

ümberlülitamine vaakumilt atmosfääri, neljast nisakannust ja kollektorist *2*, mis kogub piima kõikidest nisakannudest ja mille ülesandeks on nisakannude imemisruumi automaatne ümberlülitamine vaakumilt atmosfäärile.

Lüpsik, pulssaator, kollektor ja nisakannud on omavahel seotud kummivoolikute ja kummitorudega. Igaüks neist omab järgmised ülesanded: 1) magistraalvoolik *3* juhib alalise vaakumi üldisest torustikust pulssaatorisse ja lüpsikusse; 2) muutuva vaakumi voolik *5* ühendab pulssaatorit kollektori ülemise ruumiga ja on vaakumi ja atmosfäärilise rõhu andmiseks kollektorisse; 3) piimavoolik *6* ühendab lüpsiku kaant kollektori alumise ruumiga; tema ülesandeks on alalise vaakumi juhtimine lüpsikust kollektori alumisse ruumi, samal ajal on ta ühtlasi piimajuhtmeks; 4) muutuva vaakumi torud *7*, arvult neli, ühendavad kollektori ülemist ruumi nisakannude seinavahelise ruumiga ja täidavad sama otstarvet, mis muutuva vaakumi voolik, ja 5) piimatorud *9*, arvult samuti neli, ühendavad kollektori alumist ruumi nisakannude imemisruumidega. Nende kaudu voolab piim kollektorisse ja juhitakse muutuv vaakum kollektorist nisakannude imemisruumidesse.

Lüpsiaparaadi ehitus ja töötamine.

Alumiiniumist stantsitud lüpsik omab kaks käepidet: ühe kandmiseks ja teise, alumise, tema hõlpsaks kallutamiseks piima väljavalamisel. Tema maht on umbes 16 l.



Joonis 234. Lüpsiku kaas pulssaatoriga.

Alumiiniumist valatud lüpsiku kaas (joon. 234) on tiheda sulgemise saavutamise eesmärgil varustatud rõngakujulise kummitihendiga *1*. Töötamise ajal imetakse kaas vaakumi mõjul lüpsiku külge. Pealt omab kaas kaks avaust: ühe keskkohal tagasilöögiklapi *5* jaoks ja teise — piimakraani *3* jaoks, ning vaatlemisklaasi *2* toruharuga piimavooliku jaoks, ja sanga *6*.

Tagasilöögiklapp takistab õhu ja mustuse sattumist üldisest torustikust lüpsikusse, mis võib juhtuda pumba äkilisel peatumisel või magistraalvooliku mahatulemisel lüpsikraanilt.

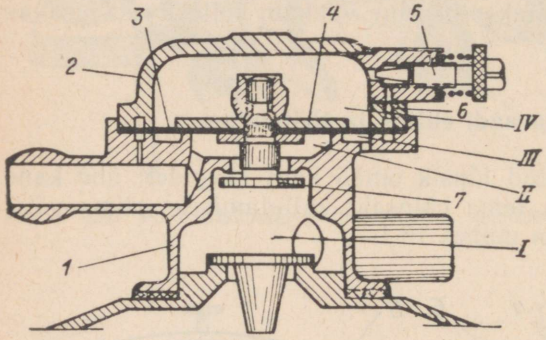
Piimakraani ülesandeks on vaakumi väljalülitamine nisakannude

mahavõtmisel nisadelt ja õhu laskmine lüpsikusse, kui on vaja selle kaas pealt ära võtta.

Vaatlemisklaas koos piimatoru haruga on pingutusmutri abil kinnitatud kaane nõjase pesadesse. Ühenduse tiheduse tagavad kummitihendid, mis asuvad klaastorukese mõlemal otsal. Torukese kaudu võib vaadelda piima väljavoolamist lüpsmise ajal.

Kaane sang on kaarekujuline ja kinnitatud kaanele kruvidega. Keskkohal on sangas kruvi, mis hoiab pulssaatorit *4*, külgede peal aga kaks konksu, milledele riputatakse kollektor ja nisakannud aparaadi kandmisel.

Pulssaator (joon. 235) on pumba poolt tekitatava alalise vaakumi muutmiseks muutvaks, mis on vajalik nisakannude ja kollektori töötamiseks. Ta koosneb kerest *1*, kere kaanest *2*, kummimembraanist *3*, kahest klapist — ülemisest *4* ja alumisest *7*, mis on kinnitatud ühisele vardale membraaniga, ja reguleerimiskruvist *5*.



Joonis 235. Pulssaator (vertikaalne lõige).

Üldiselt kujutab pulssaator enesest silindrit nelja eraldi ruumiga. Ruum I (alalise vaakumiga) on magistraalvoolikuga ühendatud vaakumtorustikuga. Alt ühendub ta tagasilöögiklapi kaudu lüpsiku õõnsusega, pealt aga, kui klapp *7* on avatud, — ruumiga II.

Ruum II (muutuva vaakumiga) on muutuva vaakumi voolikuga ühendatud kollektoriga. Ta on klappide kaudu vaheldumisi ühendatud kas ruumiga I või ruumiga III. Peale selle on ta kanali *6* kaudu ühendatud ruumiga IV.

Ruum III (alalise atmosfäärilise rõhuga) omab külgseintes rea avausi, mis ühendavad teda välisatmosfääriga. Pealt on ta suletud kummimembraaniga. Alt on ta ühendatud klapi *4* kaudu ruumiga II.

Ruum IV (muutuva vaakumiga), mis asub membraani kohal, on kanali *6* kaudu ühendatud ruumiga II. Kanali *6* ristlõiget võib muuta kruviga (nõelaga).

Pulssaatori tegevus toimub automaatselt. Sel eesmärgil on membraani ning alumise ja ülemise klapi läbimõõdud valitud kindla suhtega, ja nimelt: membraani läbimõõt on suurem ülemise klapi omast, viimase läbimõõt aga suurem alumise klapi läbimõõdust. Konstruktiivselt on nende läbimõõdud vastavalt 45, 33 ja 12 mm.

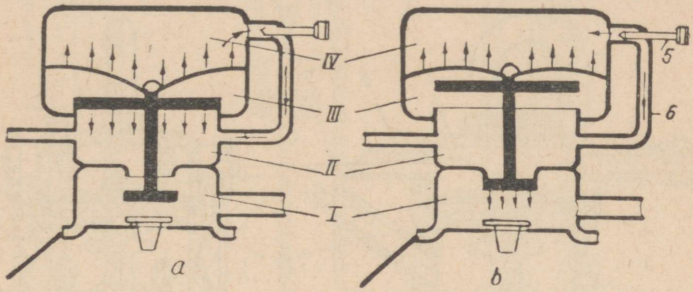
Vaatleme pulssaatori töötamist (joonis 236, *a* ja *b*). Aparaadi sisselülitamisel (joon. 236, *a*) tekib ruumis I vaakum, õhk imetakse

ruumist II välja, ülemine klapp sulgub, alumine avaneb ja ruumis II tekib samuti vaakum.

Kuna ruumis III on atmosfääriline rõhk, siis mõjub ülemisele klapile jõud, mis on suunatud alla ja on proportsionaalne rõhkude vahega ning klapi pinnaga.

Niisugune klappide asetus vastab imemistaktile.

Kuna aga ruum II on kanali *6* kaudu ühendatud ruumiga IV, siis kandub vaakum ka viimasesse ning tekib jõud, mis surub membraanile alt üles ja mis on proportsionaalne rõhkude vahe ja membraani pinnaga. Kuna membraani pind on suurem ülemise klapi pinnast, siis teataval momendil jõud, mis mõjub membraanile alt üles, ületab jõu, mis mõjub ülemisele klapile ülalt alla, mille tõttu membraan



Joonis 236. Pulssaatori skeem

a — klappide asend imemistaktil, *b* — klappide asend surve- ja puhketaktidel.

ja mõlemad klapid tõusevad ülespoole ja asuvad uude asendisse (joon. 236, *b*).

Uues asendis on ülemine klapp avatud, alumine aga suletud. Ruumist III suundub õhk ruumi II. Niisugune klappide asend vastab surve- ja puhketaktile.

Sel momendil mõjuvad jõud on järgmised: membraanile mõjub alt üles jõud, mis on proportsionaalne rõhkude vahega ruumides III ja IV ning membraani pinnaga, alumisele klapile aga mõjub ülalt alla jõud, mis on proportsionaalne rõhkude vahega ruumides II ja I ning alumise klapi pinnaga. Kuna alumise klapi pind on palju väiksem membraani pinnast, siis jõud, mis on suunatud alt üles, on tugevam ja hoiab membraani ja klapid ülemises asendis. Kuid varsti asendub vaakum ruumis IV kanali *6* kaudu atmosfäärilise rõhuga ruumist II. Koos sellega väheneb järk-järgult jõudude vahe membraanile ja alumisele klapile. Järelikult, mõne aja järel langeb varras koos klappide ja membraaniga alla asendisse, nagu märgitud joonisel 236, *a*. Edaspidi kordub kogu protsess uuesti.

Klappide ümberlülituse sagedus sõltub kanali *6* läbilõikest ja reguleeritakse kruviga *5*. Normaalne ümberlülituste arv minutis peab olema 45—60.

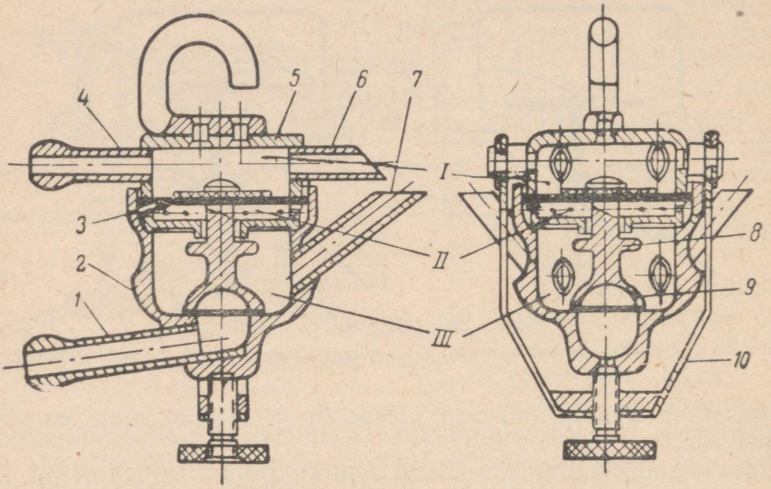
Sel viisil pulssaator, saades pumbalt ruumi I alalist vaakumit,

muudab selle muutlikuks ja annab selle ruumist II piki voolikut edasi kollektorisse ja nisakannudesse.

Kollektor (joon. 237) koosneb kerest *2*, kaanest *5*, kummimembraanist *3*, alumisest klapist *9* ja ülemisest klapist *8*, mis on ühendatud membraaniga, juhtvardast ja keermega sangast *10*.

Kere alumises osas on viis avaust, mis on varustatud toruotsikutega (ühendamiseks piimavoolikuga ja piimatorudega). Toruga *1* ühendatakse piimavoolik, nelja toruga *7* aga nisakannude piimatorud.

Kollektori kaanel on samuti viis toru. Nendest toruga *4* ühendatakse muutuva vaakumi voolik, nelja toruga *6* aga — muutuva vaakumi torud, mis ühendavad nisakannude seinavahelisi ruume.



Joonis 237. Kollektor (vertikaalne lõige).

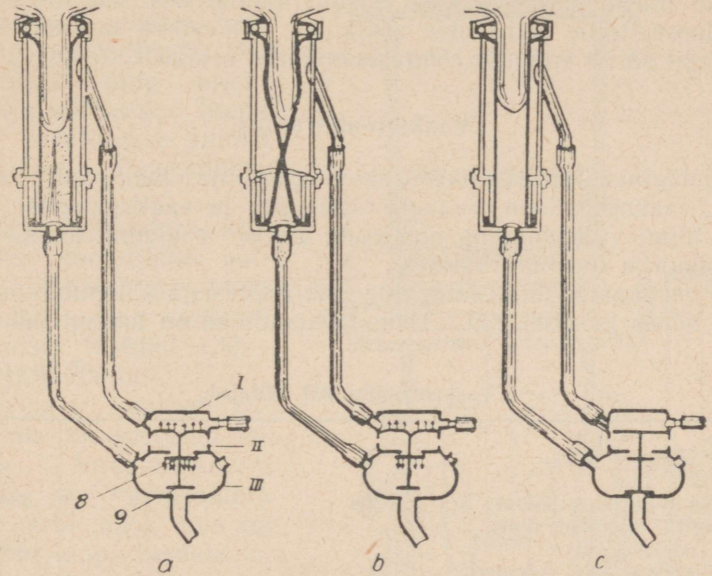
Kollektoril on kolm ruumi: ülemine I, kuhu juhitakse muutuv vaakum pulssaatorist, keskmine II, mis on alati läbi kere avauste ühenduses atmosfäärilise rõhuga, ja alumine III, mis on piimakogujaks, samuti muutuva vaakumi loomiseks nisakannude imemisruumides.

Kollektor töötab pulssaatori mõjul. Klappide ümberlülitamiseks on kollektori membraani ja ülemise ning alumise klapi läbimõõdud valitud kindla suhtega ja on vastavalt 40, 10 ja 14 mm. Vaatleme skeemide järgi kollektori tööd (joon. 238, *a*, *b* ja *c*).

Kui pulssaator annab ruumi I vaakumi, siis rõhkude vahe mõjul ruumides I ja II tõuseb membraan koos klappidega asendisse, nagu see on näidatud joonisel 238, *a*. Selles asendis on klapp *8* suletud, klapp *9* aga avatud. Nüüd levib vaakum ruumist I nisakannude seinavahelistesse ruumidesse ja piimavooliku, avatud alumise klapi ning ruumi III kaudu ka nisakannude imemisruumidesse. Niisugune positsioon vastab imemistaktile. Piim voolab nisakannudest piimatorude kaudu ruumi III ja sealt mööda piimavoolikut lüpsikusse.

Kui pulssaator lülitub ümber ja hakkab vaakumi asemel kollektori ruumi I ja padrunite seinavahelistesse ruumidesse levitama atmosfäärilist rõhku, siis toimuvad järgmised muutused.

Õhu juurdevoolamise alguses tõmbuvad nisakummid kokku ja pigistavad nisasid (joon. 238, *b*), mis vaakumi olemasolul imemisruumides määrab pigistustakti; õhu juurdevoolamise lõpuks aga tõuseb kollektori ruumis I rõhk ja sunnib membraani koos klappidega laskuma alla, asendisse, nagu see on kujutatud joonisel 238, *c*.



Joonis 238. Kollektori skeem

a — klappide asend imemistaktil, *b* — klappide asend survetaktil, *c* — klappide asend puhketaktil.

Selles asendis sulgeb alumine klapp vaakumi juurdepääsu piimavoolikust ruumi III, ülemine klapp aga avab atmosfäärilisele rõhule pääsu ruumist II ruumi III ja padrunite imemisruumidesse. Järelikult, padruni mõlemas ruumis on atmosfääriline rõhk, mis vastab puhketaktile.

Sel viisil muutub pigistustakt õhu etteandmise ajal pulssaatori poolt kollektori abil kaheks taktiks, s. o. pigistus- ja puhketaktiks. Niisugune kollektori ehitus ongi nõukogude kolmetaktilise lüpsimasina iseloomustavaks erinevuseks.

Ühe tsükli aeg on pulssaatori ja kollektori membraanide ning klappide pindalade suhte valiku abil jaotatud taktide vahel järgmiselt: imemistakt — 45%, pigistustakt 15% ja puhketakt 40%.

Nisakannud (joon. 231) olid üksikasjaliselt kirjeldatud eelmises peatükis. Siin märgime ainult õige monteerimise vajaduse, mis omab suurt praktilist tähtsust. Nisakummi peab olema siledast kum-

mist. Tema mõõted vabas olekus peavad olema: pikkus 152 mm, sisemine läbimõõt 22 mm ja seinte paksus 3 mm.

Nisakannude monteerimist peab toimetama agregaadile lisatud abinõudega. Nisakummi ülemine avaus peab asuma täpselt padruni keskel, servad aga olgu niipalju sisse keeratud, et avause läbimõõt oleks 22 mm.

Nisakummi ülemises otsas tekkinud rõngakujuline laiendus imeb nisakannu nisa külge, mis on eriti tähtis puhketakti ajal. Töötamisel kandub imemistaktil vaakum imemisruumist osaliselt üle rõngaslaiendusse, mille tõttu nisa sel kohal mõnevõrra laieneb. Puhketakti ajal säilib vaakum rõngaslaienduses osaliselt.

Vaakum-aparatuur.

Kirjeldatava lüpsiseadme vaakum-aparatuuri kuuluvad: vaakumpump, vaakumballoon, vaakum-regulaator ja vaakummeeter.

BH-tüüpi vaakumpump hoolitseb alalise vaakumi loomise eest torustikus ja lüpsiaparaatides.

See vertikaalne, ühesilindriline, õhkjahutusega kolbpump on kujutatud lõikes joonisel 239. Tema põhiandmed on toodud tabelis 39.

Tabel 39

Vaakumpumba BH näitajad.

Silindri läbimõõt mm	180
Kolvi käik mm	140
Väntvõlli normaalne pöörete arv minutis	380—400
Rihmaratta läbimõõt mm	400
Vajalik võimsus HJ	3,0—3,5
Gabariitmõõdud mm: kõrgus	780
laius	440
Sisselaske- ja väljalasketorude läbimõõt mm	50
Tootlikkus m^3/h	60

Pump töötab järgmiselt. Kolvi liikumisel alla avaneb sisselaske ketasklapp *1* ja õhk imetakse vaakumballoonist ja torustikust silindri kaane avause *2* kaudu silindrisse. Kolvi jõudmisel alumisse surnud punkti sulgub sisselaskeklapp vedru mõjul. Kolvi üles liikumisel surutakse sisseimetud õhk kokku. Tõusnud rõhu tõttu avaneb nüüd väljalaskeklapp *3* ja õhk heidetakse silindri kaane harutorule kinnitatud toru kaudu välja.

Niisugune pumba pidev toime loob vaakumballoonis ja torustikus vajaliku vaakumi. Pumba tootlikkus vastab 10 lüpsiaparaadi üheaegsele töötamisele.

Pumba väntvõll toetub kahele kaherealisele kuullaagrile. Kepsu alumine pea on varustatud babiidist laagrikaussidega, ülemine aga pronksist pukslaagriga. Pumba hõõrduvate osade määrimiseks valatakse karterisse: suvel — avtooli *T*, talvel aga masinaõli *M*. Õli tasapinda määratakse õliklaasi abil. Tasapind peab asuma klaasi keskel. Hõõrduvate osade määrimine toimub pritsimise teel.

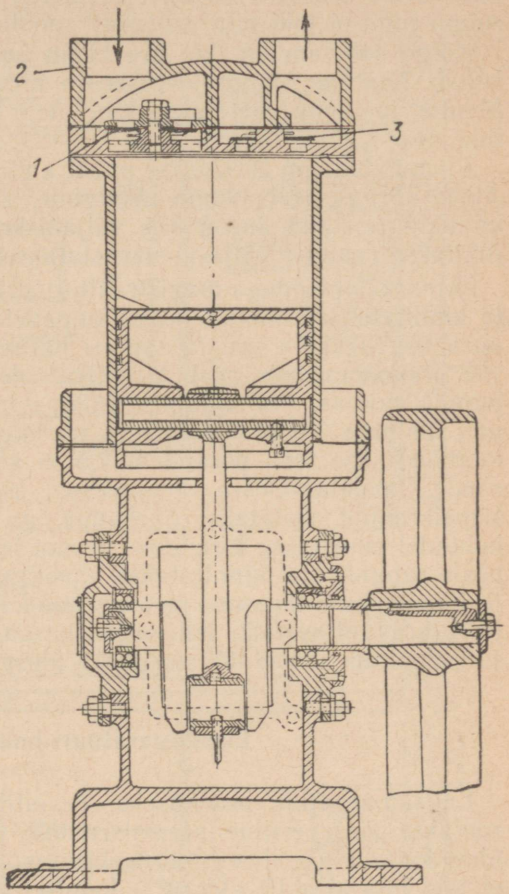
Vaakumballoon kujutab enesest õõnsat silindrit läbimõõduga 400 mm ja kõrgusega 960 mm, ning tema ülesandeks on vaakumi tasandamine torustikus, samuti mustuse ja niiskuse pumpa sattumise takistamine.

Balloon on varustatud avaustega tema ühendamiseks pumba imitoruga ja magistraaltorustikuga. Ballooni alumises osas on hermeetiliselt suletav luuk ballooni perioodiliseks puhastamiseks ning kraan vee väljalaskmiseks. Sama kraani kasutatakse pumba käivitamise kergendamiseks.

Vaakumregulaator kinnitatakse torustikule ballooni lähedal ning tema ülesandeks on vaakumi normaalsel tasemel (30—35 sm) hoidmine.

Regulaator koosneb kerest, mis on keeratud torustiku torukolmikusse, klapist ja vastukaalust õõnsa karbi näol, mis on riputatud klapi vardale.

Kui vaakumi suurus torustikus ületab normaalse, siis klapp koos vastukaaluga tõuseb ning laseb kere külgavauste kaudu õhku torustikku. Vastukaalu reguleeritakse kohal liiva lisandamise või vähendamise teel karbis.



Joonis 239. Kolb-vaakumpump (vertikaalne lõige).

Vaakumpumba tootlikkus, klapi kaal koos vastukaaluga ja klapi ristlõige on valitud selliselt, et 10 lüpsiaparaadi üheaegsel töötamisel on klapp pooleldi avatud. See tagab vaakumi ühtsuse ükskõik missuguse töötavate nisakannude arvu juures.

Vaakummeeter ühendatakse torustikuga ja ta on vaakumi suuruse kontrollimiseks. Vaakummeetri skaala on tavaliselt jagatud 20 mm vahedeks ja näitab 0 kuni 760 elavhõbedasamba piirides. On soovitav perioodiliselt võrrelda töötava vaakummeetri näitusid kontrollvaakummeetriga.

Lüpsiseadme monteerimine.

Lüpsiseadme jõuallikad peavad olema üles seatud eraldi ruumi, mis väldib töötava mootori ja pumba kära tungimist lauta. Selle ruumi pind ei tohi olla, sõltuvalt mootori tüübist, alla 5,5—6,0 m².

Kõige sobivam on, kui see ruum asetseb lauda otsas või keskkohas. Lautade tüüpprojektides on niisugused ruumid ette nähtud. Mootor ja pump asetatakse kindlatele vundamentidele; nende võllide omavaheline kaugus olgu 1,5—2,0 m.

Vaakumballoon asetatakse puust alusele mootori ja pumba vahele. Aluse kõrgus peab olema niisugune, et ballooni kraani alla oleks võimalik asetada ämber vee väljalaskmisel. Pumba väljalasketoru juhitakse ruumist välja ja varustatakse õlipüüdjaga.

25 mm läbimõõduga magistraaltorustik juhitakse piki latrite ridasid ja kinnitatakse vahetult latrite tulpadele eriliste nõjaste abil. Piima auramisel tekkiva vee ja samuti pärast torustiku pesemist jäänud vee äravoolamiseks peab torustikul olema väike kallak ($i = 0{,}01$) pumba suunas. Teenindamise hõlbustamiseks ei pea torustiku kõrgus ületama 1,8 m ega olema madalam 1,6 m-st. Käikude kohal monteeritakse toru põrandast 2,5 m kõrgusele. Torustiku üksikute osade madalamatesse kohtadesse asetatakse väljalaskekraanid. Lüpsikraanid asetatakse ühekaupa iga kahe latri kohta. Kraanide kohtadel puuritakse torudesse 10 mm läbimõõduga avaused, millede peale rangide abil kinnitatakse lüpsikraanid. Magistraalvoolikutesse ja lüpsikutesse mustuse ja auru kondensaadi sattumise vältimiseks tuleb kraanid asetada selliselt, et kraanide algkanal oleks toru horisontaalpinna suhtes 45° nurga all ülespoole.

Lüpsiaparatuuri hooldamine.

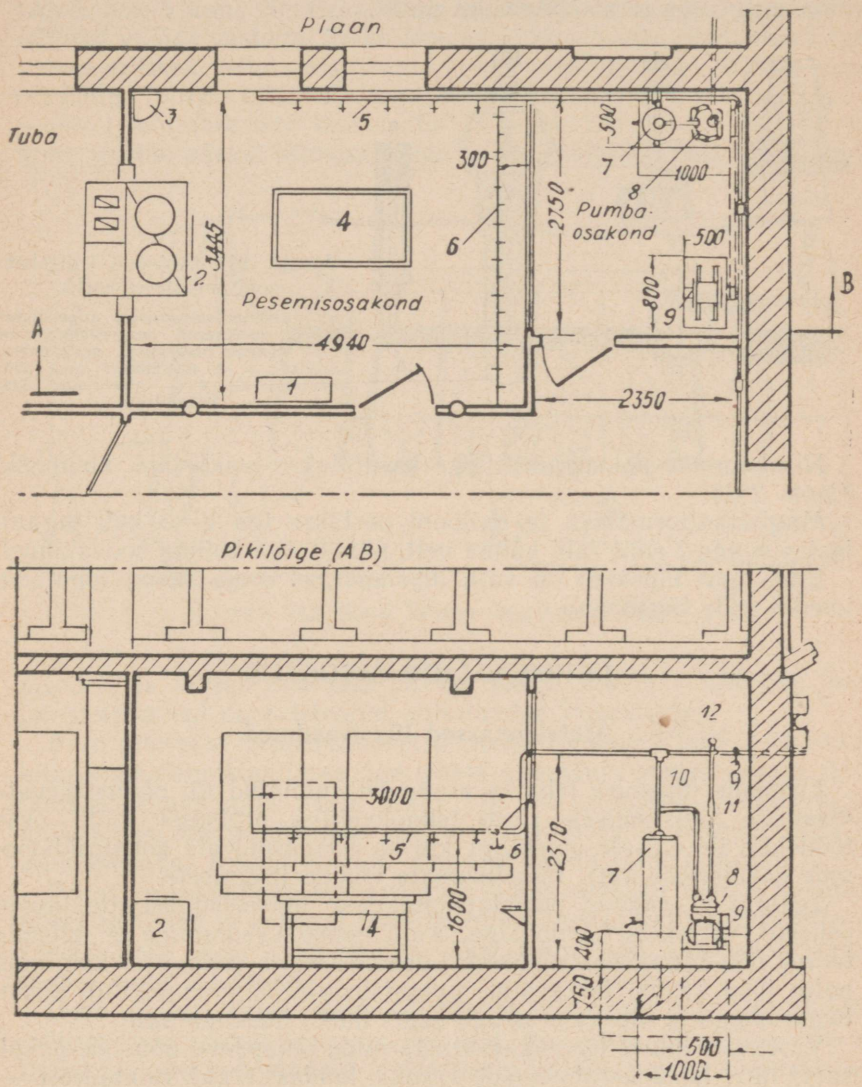
Lüpsiaparaatide pesemiseks, desinfitseerimiseks ja hoidmiseks seatakse sisse eriline pesemisruum. See peab asuma kas lauda ühes kojas või erilises juurdeehituses. Pesemisruumi põrandapind ei tohi olla alla 13—15 m². Joonisel 240 on näidatud pesemis- ja pumbaruumide sisseseadmise variant.

Pesemisruum peab omama järgmise seadmestiku: vaakumtorustiku *5* mitme kraaniga (mis hargneb üldisest magistraaltorustikust), külma- ja kuumaveekraanid, konksud *6* aparatuuri kuivatamiseks ja hoidmiseks ning laua *4* aparatuuri lahtivõtmiseks ja kokkupanemiseks. Peale selle peab pesemisruumis olema seadis vee soojendamiseks, kas katla, keetja või elektrikeetja näol.

Iga lüpsmise lõpetamisel peab lüpsiaparaate pestama algul külma veega, siis kuuma soodalahusega (0,4% lahus temperatuuri juures mitte alla 60°) ning lõpuks puhta kuuma veega.

Pesemist teostatakse vee mitmekordse läbiimemise teel läbi nisakannude vaakumi abil. Selleks ühendatakse lüpsiaparaat magistraal-

voolikuga vaakumtorustiku kraaniga ja, avanud viimase, lülitatakse aparaat töösse. Nisakannud koos kollektoriga pannakse külma veega täidetud ämbrisse ja imetakse lüpsikusse 2—3 l vett. Pärast vaakumtorustiku väljalülitamist avatakse lüpsiku kaas, pestakse lüpsik puhtaks ja valatakse vesi välja.

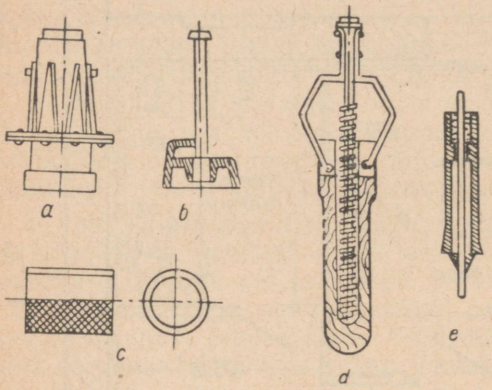


Joonis 240. Lehmalauda pumba- ja pesemisruumide plaan ja vertikaalne lõige

1 — kapp kummist osade hoidmiseks, *2* — veesoojenduspaagid, *3* — pesukauss, *4* — laud aparatuuri lahtivõtmiseks ja kokkupanemiseks, *5* — pesemistorustik, *6* — nagid lüpsiaparaatide riputamiseks, *7* — vaakumballoon, *8* — vaakumpump, *9* — elektrimootor, *10* — väljumistoru, *11* — vaakumregulaator, *12* — magistraaltorustik lehmalauta.

Hiljem pestakse aparaati samal viisil soodalahusega ja kuuma veega, puhastatakse tema üksikud osad harjadega ja pestakse neid soodalahuses.

Peale igapäevase pesemise tuleb aparaat iga 5—6 päeva tagant (peale pulssaatori) koost lahti võtta ja kõik osad hoolikalt puhastada ning vees ja soodalahuses pesta.



Joonis 241. Abinõud nisakannude monteerimiseks

a — rõnga asetamiseks nisakummi, *b* — nisakummi pealetõmbamiseks, *c* — rõngas nisakummi pealetõmbamiseks, *d* — nisakummi otsa ärakeeramiseks, *e* — nisakummi äralõikamiseks.

Nisakannude kokkupanemiseks kasutatakse vastavaid abinõusid (joon. 241).

Magistraaltorustikku ja ballooni pestakse iga 2—3 kuu tagant, lastes nendest enne läbi külma vett, pärast aga kuuma soodalahust.

Enne igat lüpsmist on vaja lüpsiaparaat sooja veega loputada, imedes seda lüpsikusse.

LÜPSISAALIDE SISUSTUS.

Statsionaarsed lüpsiseadmed.

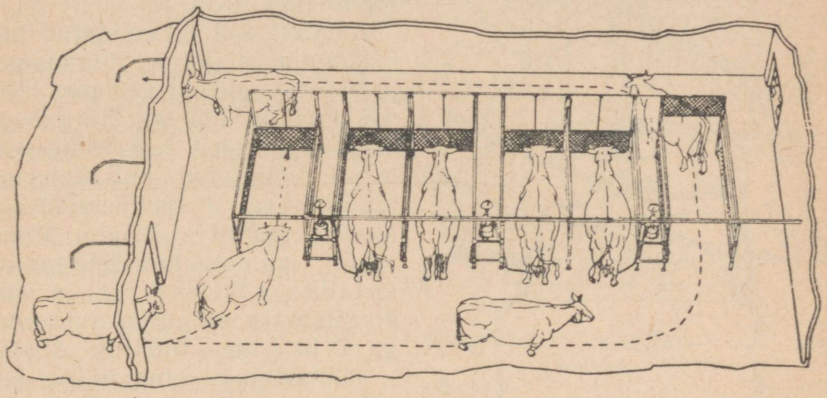
Lehmade lüpsmise tehnika areng on suunatud nii olemasolevate masinate täiustamisele (eriti tehnoloogilise protsessi mõju osas töödeldavale elusale objektile) kui ka olemasolevate konstruktsioonide kasutamise uute, täiuslikumate viiside leidmisele.

Teatavasti omavad poolstatsionaarsed lüpsiseadmed tunduvaid eeliseid, võrreldes käsilüpsiga. Kuid nende kasutamine ei lahenda tervet rida tänapäeva nõudeid. Lüpsiprotsessis peab veel kulutama palju tööd käsitsi tehtavatele operatsioonidele, piim puutub kokku lauda õhuga ja lüpsmine nõuab suurt hulka lüpsiaparaate.

Vastavalt suurte loomakasvatusfarmide tänapäeva nõuetele pakub suurt huvi lüpsioperatsioonide viimine laudast eraldi ruumidesse — lüpsisaalidesse, mis on varustatud statsionaarse lüpsiseadmega.

Niisugused statsionaarsed lüpsiseadmed võimaldavad luua kõige soodsamaid tingimusi bakteritest puhta piima saamiseks, kõikide tööoperatsioonide mehhaniseerimisastme tõstmiseks ja lüpsiaparatuuri detailide tunduvaks vähendamiseks.

Üldisel kujul on lehmade lüpsmise skeem lüpsisaalides järgmine. Eraldi ruum — lüpsisaal, mis asub lauda kõrval või kahe lauda vahel, varustatakse eriliste latritega (joon. 242). Latrite arv võib olla ükskõik missugune ja ta määratakse arvestuse teel loomade arvu ja vastuvõetud töögraafiku järgi. Praktikas tuntud näidetes on nende arv 6 kuni 20. Graafikuga määratud kellaaegadel juhitakse lehmad mööda vastavat käiku lüpsisaali lüpsmisele. Saali sissekäigu juures eriliselt selleks sisustatud kohal valmistab üks tööline lehmi ühekaupa lüpsiks ette (udara pesemine, kuivatamine, massaaž jne.), seejärel juhitakse nad lüpsisaalis olevaisse latritesse. Siin asetab teine tööline pärast esimese piima käsitsi väljalüpsmist nisakannud



Joonis 242. Kuue latriga lüpsmissaali skeem.

nisadele ja lülitab aparaadi töösse, jälgib lüpsmise käiku ja teostab needsamad operatsioonid, mis laudas lüpsmiselgi.

Piim juhitakse nisakannudest piimvooliku kaudu latrile riputatud kinnisesse piimakogujasse. Iga lehma piimaanni arvestamiseks riputatakse piimakoguja kaalu külge või varustatakse mõõtmisjoonlauaga. Iga lehma lüpsmise lõpetamisel lülitatakse aparaat välja ja piim imetakse torude kinnise süsteemi kaudu piimatalitusse.

Pärast nisakannude mahavõtmist lehma nisadelt toimub tavaline udara massaaž ja kontroll-järellüpsmine. Lehma väljalaskmine teostatakse latri ukse avamise teel, kust lehm piki eraldatud käiku tagasi lauta juhitakse.

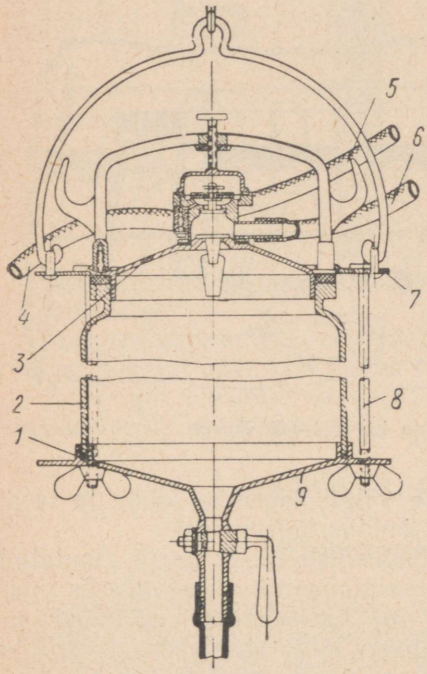
Peale ülalmainitud eeliste võimaldab niisugune lüpsmine kõikide tööliste tööd spetsialiseerida. Sel ajal, kui lehmi lüpstakse, võivad teised töölised puhastada ja pesta lauda latreid, jagada söötasid jne. Lehmade liikumine lüpsisaali ja tagasi lauta on aga nendele vajalikuks vahelduseks.

Lüpsiseade niisuguste saalide sisustamiseks võib olla igasugune ja ta koosneb peamiselt samadest agregaatidest nagu poolstatsionaarne lüpsiseadegi.

Lüpsisaalides asetseb järgmine seadmestik: vaakumpumba agregaat, vaakumtorustik, piimatorustik, lüpsiaparatuur, mis koosneb nisakannudest, kollektorist ja pulssaatorist, piimakoguja ning eriline piimareliiser, mis seatakse üles piimatalitusse piimatorustiku lõppu.

Statsionaarsete lüpsiseadmete aparatuuri ehituse erinevused.

Lüpsisaalide lüpsiaparatuuri ehituse näitena toome lüpsiaparaatide „Kolmetaktiline ВИМ" rekonstruktsiooni projekti kirjelduse, mis on autori osavõtul välja töötatud Leningradi Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudi (ЛИМСХ) poolt.



Joonis 243. Rippuv lüpsiaparaat — piimakoguja.

Joonisel 243 on näidatud piimakoguja läbilõige. Piimakoguja kujutab enesest 210 mm läbimõõduga ja 400 mm kõrgusega klaasist silindrit *2*. Silindri peale on kinnitatud pulssaatoriga lüpsiku kaas *3* (kolmetaktiliselt lüpsiaparaadilt). Alt on kinnitatud piimaväljalaskekraaniga metallist põhi *9*. Kaas ja põhi kinnitatakse silindrile surverõnga *7* ja kolme tiibkruvi *8* abil.

Piimakoguja riputatakse latrisse põrandast 2 m kõrgusele kas skaalaga varustatud vedrukaalule või vahetult latri posti konksule. Pulssaator ühendatakse magistraalvooliku *6* abil vaakumtorustikuga, pikendatud piimavoolik *4* ja muutuva vaakumi voolik *5* aga ühendatakse kolmetaktilise lüpsiaparaadi kollektori ja nisakannudega.

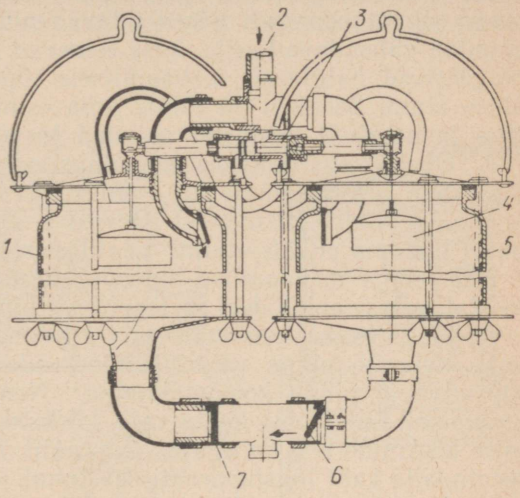
Oma ehituse ja toime poolest ei erine niisugune lüpsiaparaat millegagi eespool kirjeldatuist, välja arvatud tavalise lüpsiku asendamine klaasanumaga.

Piimakoguja põhjakraan ühendatakse vooliku abil piimatorustikuga, mis on tõmmatud paralleelselt vaakumtorustikule ning mis on suunatud piimatalitusse. Lehma lüpsmise lõpetamisel lülitatakse aparaat välja, avatakse piimakoguja kraan ja piim imetakse piimatorustiku kaudu piimatalitusse.

Lüpsiaparaatide arv saalis valitakse selliselt, et iga kahe latri kohta oleks üks aparaat.

Piima väljalaskmist kinnisest piimatorustikusüsteemist piimaköö-

gis asuvasse lahtisesse piimapaaki teostatakse erilise seadise — reliiseri abil (joon. 244). Reliiser ühendatakse piimatorustiku väljumisotsaga *2* ja ta koosneb kahest klaasanumast *5* ning kolviga vaakumümberlülitajast *3*. Igas anumas on klapiga varustatud ujuk *4*. Anumad täituvad piimaga vaheldumisi. Olenevalt ümberlülitaja *3* kolvi asendist, tekib igas anumas kas vaakum või atmosfääriline rõhk.



Joonis 244. Piimareliiser.

Joonisel on näidatud asend, kus vasakus anumas on vaakum, paremas aga atmosfääriline rõhk. Selle asendi juures on väljavooluklapp *7* rõhkude vahe tõttu suletud. Piim voolab toru *2* kaudu vasakusse anumasse. Samal ajal on paremas anumas atmosfääriline rõhk ja piim voolab avatud väljavooluklapi *6* kaudu vabalt paaki. Anuma täitumisel tõuseb ujuk koos klapiga ja avab vaakumi juurdepääsu ümberlülitaja *3* silindrisse. Tänu rõhkude vahele, paigutub kolb uude asendisse ning juhib vaakumi paremasse anumasse. Üheaegselt hakkab vasakusse anumasse voolama õhk ja avanenud klapi *7* kaudu tühjeneb anum piimast.

Piimareliiser võib olla ka teise konstruktsiooniga, näiteks, ühe anumaga ja membraantüüpi ümberlülitajaga.

Seega kasutab poolstatsionaarse kolmetaktilise ВИМ lüpsiseadme vähese rekonstrueerimise teel saadud statsionaarne lüpsiseade kõiki ВИМ lüpsiseadme positiivseid omadusi ja täiendab mehaanilist lüpsmist rea uute väärtuslikkude omadustega.

MEHAANILISE LÜPSMISE ORGANISEERIMINE.

Karja eduka üleviimise käsilüpsilt mehaanilisele lüpsile tagab kindel ettevalmistuste süsteem.

1. On vajalik hoolikas lehmade valik mehaaniliseks lüpsmiseks. Masinlüpsile ei tohi üle viia haigete udaratega, udarapõletikule vastuvõtlikke, vigastatud nisadega, mittesümmeetrilise udara ning nisade mõõtude ja kuju tunduvate kõrvalekaldumistega lehmi.

Lehmade valik peab toimuma väikeste gruppidena (15—20 looma), kusjuures teisele grupile üle minnakse pärast seda, kui

lüpsitehnika ühe grupiga on juba omandatud. See võimaldab ära hoida esialgu tehtud vigade levimist kogu karjale. Lehmade valikut peab teostama loomaarst või zootehnik.

2. Mehaanilise lüpsmise esimesest kasutuselevõtmise päevast alates peab olema organiseeritud lehmade hoolikas kontroll ja vaatlus. Lehmad reageerivad uuele lüpsiviisile mitmesuguselt: ühed tõstavad piimatoodangut, teised jätavad piimatoodangu endiseks, kolmandad vähendavad seda, kuid esinevad ka niisugused lehmad, kes reageerivad haiglaselt mehaanilisele lüpsmisele või peavad piima üldse kinni. Seetõttu on tähtis juba esimestel päevadel mitte vigu teha ja aegsasti vastavad abinõud tarvitusele võtta.

3. Üheks väga tähtsaks masinlüpsi eduka kasutamise teguriks on lüpsjatele lüpsimasinate kasutamise ja hooldamise reeglite õigeaegne õpetamine. Esimesest päevast peale peab teenindavalt personalilt nõudma ettekirjutatud reeglitest ranget kinnipidamist.

Ühe lehma mehaanilise lüpsmise protsess koosneb reast käsitsiteostatavatest abitöödest ja tegelikust lüpsmisest.

Abitööde hulka kuuluvad: udara pesemine, kuivatamine ja massaaž, esimese piima väljalüpsmine, udara massaaž, käsitsi järellüpsmine ja piima kokkuvalamine. Nende tööde teostamiseks on keskmiselt ühe lehma kohta vaja 3,5 kuni 4,5 minutit, tegeliku lüpsmise keskmine aeg on aga 5—7 minutit. Üks lüpsja võib üheaegselt teenindada kaht lüpsiaparaati ehk tunni jooksul 14—18 lehma.

Poolstatsionaarsete lüpsiaparaatide vajalik hulk oleneb lüpsilehmade arvust majapidamises, ühe lehma lüpsmise ajast ja majapidamises vastu võetud töögraafikust.

Sellesse või teise lauta paigutatud lehmade lüpsmise aeg ei pea teiste tööde hõlbustamiseks ja läbiviimise võimaldamiseks ületama 1,5 tundi. Järelikult peavad kõik selle lauda lehmad olema lüpstud suhteliselt lühikese aja jooksul. Kui arvata, et lüpsmine toimub kolm korda päevas, siis kogukoormus aparaadile on ainult 4,5 tundi päevas.

Statsionaarsetel agregaatidel, mis on üles seatud lüpsisaalides, võib lüpsiaparaatide kasutamine olla kõrgem ja ta küünib kuni 8—10 tunnini päevas.

Sel juhul võib aparaatide arv olla määratud valemiga:

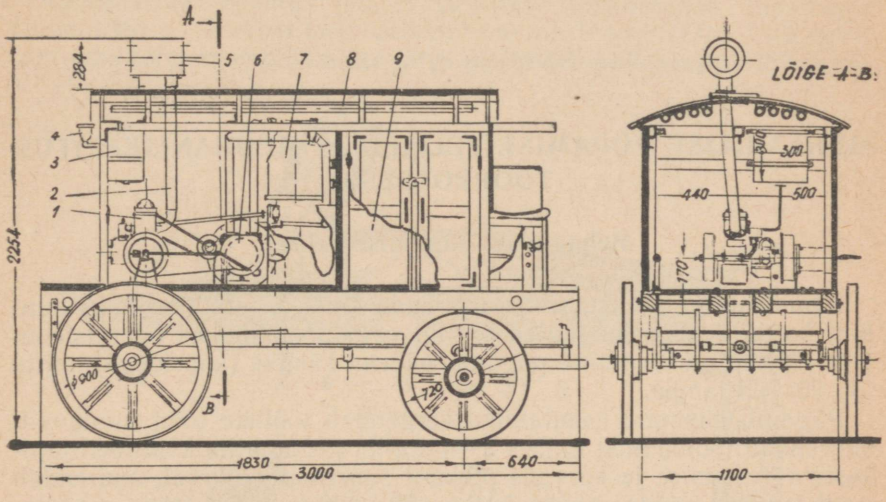
$$n = \frac{a \cdot t}{T},$$

kus n on lüpsiaparaatide vajalik arv,
a — lüpsilehmade arv,
t — ühe lehma lüpsmise aeg minutites koos aparatuuri pealepanemise ja mahavõtmise ajaga,
T — kõikide lehmade lüpsiaeg minutites, vastuvõetud päevakorra järgi.

Suveperioodil, kui karjamaa on asulast kaugel ning karja mitmekordne edasi-tagasi ajamine ei ole otstarbekohane, kasutatakse karjamaal ajutisi lüpsiseadmeid või siis liikuvaid seadmeid.

Selleks ehitatakse allika ligidusse karjamaa keskkohale kerge varjualune ja paigutatakse selle alla lüpsiseade mõne lüpsiaparaadiga. Varjualuse kõrvale piiratakse lehmade jaoks taraga maa-ala, kust nad lüpsmisele tuuakse.

Mootor ja pump paigutatakse ajutisele alusele ja vaakumtorustik kinnitatakse postidele. Sageli tuleb niisuguseid varjualuseid ja seadmeid suve jooksul ühest kohast teise üle viia. Neil juhtudel on parem omada liikuvat agregaati.



Joonis 245. Liikuv lüpsiseade karjamaal kasutamiseks

1 — bensiinimootor, võimsusega 4—5 HJ, *2* — mootori väljalasketoru, *3* — bensiinipaak, *4* — bensiinipaagi lehter, *5* — summutaja, *6* — vaakumpump, *7* — vaakumballoon, *8* — torustiku komplekti paigutus, *9* — riiulitega kapp lüpsiaparatuuri hoidmiseks.

Joonisel 245 on näidatud 10 aparaadiga varustatud liikuv lüpsiagregaat. Ta kujutab enesest kaetud kahehobusevankrit. Sees on vanker vaheseinaga kaheks pooleks jagatud.

Tagumises pooles on kinnitatud 4—5 HJ ühesilindriline bensiini- või naftamootor ja rotatsioonvaakumpump, esimene pool aga, mis on varustatud riiulite ja pesadega, on lüpsiaparatuuri hoidmiseks. Kaheksast 3 m pikkusega torust koosnev vaakumtorustiku komplekt kinnitatakse ümbersõitudel vankri katuse all olevatesse pesadesse.

Töökohale jõudmisel paigutatakse niisugune agregaat varjualuse kõrvale, torud liidetakse ja kinnitatakse postidele ning vaakum juhitakse kraanide kaudu lüpsiaparaatidesse.

Sageli varustatakse liikuvad lüpsiagregaadid jahutajatega piima jahutamiseks selle parema säilitamise eesmärgil.

MEHAANILISE PÜGAMISE EELISED JA MEHHANISEERITUD TÖÖPROTSESS.

Mehaanilise pügamise eelised.

Lammaste pügamist, sõltuvalt nende tõust, teostatakse kaks kuni neli korda aastas, kusjuures see on väga töömahukas operatsioon. Üks tööline on suuteline pügama päevas käsitsi (kääridega) mitte üle 20—25 lamba.

Pügamismasinate kasutamine kergendab tööliste tööd tunduvalt, suurendab tööjõudlust umbes 3—4 korda, tõstab villa kvaliteeti jupikeste vähenemise ja karvade pikkuse suurenemise arvel, suurendab igalt lambalt saadava villa hulka 150—400 g võrra (tänu madalamale ja ühtlasemale mahalõikamisele) ning on vähem kardetav loomadele haavade tekitamise mõttes.

Tunduv tööjõudluse tõus võimaldab lühendada pügamise aega, mis omab suurt majanduslikku tähtsust.

Lammaste mehaanilise pügamise kasutamise suured kogemused kolhoosides ja sovhoosides näitavad, et pügamisseadmestiku hankimise ja kasutamise kulud kattuvad juba esimese aasta jooksul.

Pügamisseadmete klassifikatsioon.

Lähtudes praktikas kasutatavatest lammaste pidamise tingimustest, karjamaade kaugusest farmidest ja lambakarja suurusest, teostatakse lammaste pügamist kas farmi kinnistes ruumides või vahetult karjamaal. Vastavalt sellele kasutatakse kas liikuvaid või statsionaarseid pügamisagregaate.

Mõlemat tüüpi agregaadid, olenevalt kasutatavast energialiigist, jagatakse elektrilisteks ja mehaanilisteks agregaatideks. Nad võivad olla 22, 12 ja 4—6 pügamismasinaga.

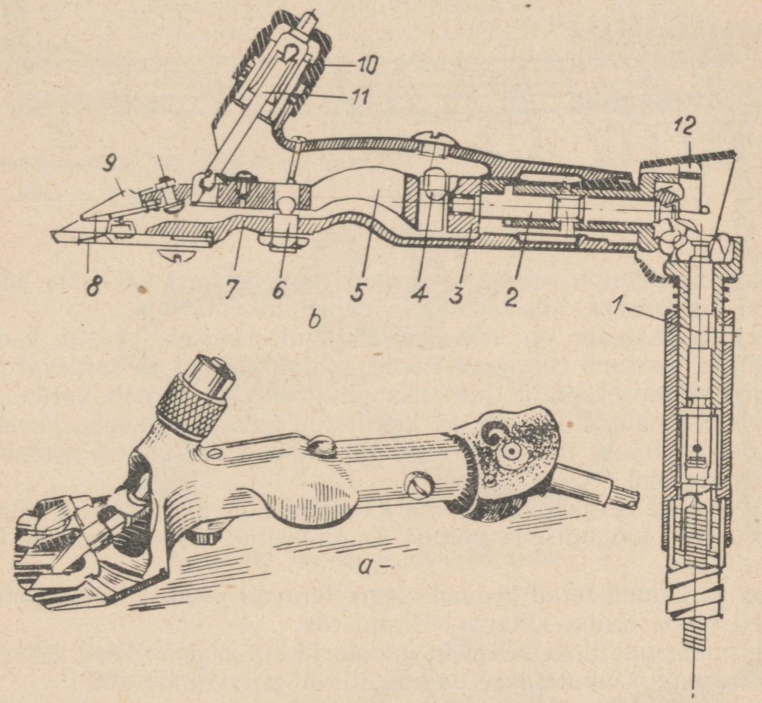
Niisuguste agregaatide kõrval kasutatakse elektrifitseeritud farmides lammaste pügamiseks laialdaselt komplektseid individuaalseid masinaid.

Olenematult agregaadi tüübist jaotatakse pügamismasinaid, lähtudes ühendamisviisist mootoriga. Masinad võivad olla ühendatud jõuallikaga kas paindvõlliga, liigendilise põlvvõlliga või elektrimootoriga, mis on monteeritud vahetult masina käepidemesse.

Kõige laiema leviku on leidnud paindvõlliga masinad.

Pügamismasinate ehitus ja töötamine.

Agregaatide enamus on varustatud ühetüübilise masinaga (joon. 246) — Rostovi mehaanikatehase masinaga ШЗМ. Lõikeaparaat oma töötamise põhimõtte järgi meenutab niidumasina lõikeapa-



Joonis 246. Pügamismasin ШЗМ

a — üldvaade, *b* — lõige.

raati, ning tema haardelaius on 76,2 mm. Masin on ühesuguselt kõlblik paindvõlliga ja põlvvõlliga käitamiseks ning koosneb kerest, lõikeaparaadist, ülekandemehhanismist ja reguleerimismehhanismist.

Kere on valatud, õõnes ja ühendab kõiki masinaosasid. Kere eesotsa allpoolne pind on lõikeaparaadi kammi kinnitamiseks, peal aga asetseb kerel torukujuline nõjas reguleerimismehhanismi tarbeks.

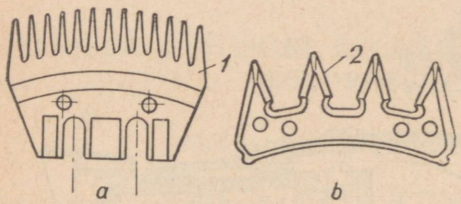
Lõikeaparaat koosneb terasplaadist valmistatud 13 hambaga kammist *1* (joon. 247) ja noast *2* (nelja segmendiga terasplaat). Kammi

hambad (täpsemalt nende külgpinnad) on passiivseks lõikeosaks. Nuga on asetatud kammile ja ta liigub edasi-tagasi. Noa käik on 26 mm, käikude arv minutis 1400.

Kamm on kinnitatud kerele kahe kruviga, nuga aga ühendatakse kahe survekäpa *9* (joon. 246) otstega kahe avause abil.

Ülekandemehhanism asub keres ja koosneb ekstsentrikvõllist *2*, ekstsentrikust *3*, rullikust *4*, nookurist *5* ja tema teljest *6*.

Paindvõll või põlvvõll paneb hammasrattaliigendi *12* ja ülekandevõlli *1* kaudu ekstsentrikvõlli pöörlema. Ekstsentriku sõrmele on vabalt asetatud rullik *4*, mis asub nookuri *5* vertikaalses soones. Nookur toetub keskel kuulikujulisele teljele *6*. Ekstsentrikvõlli sõrme



Joonis 247. Lõikeaparaat
a — kamm, *b* — nuga.

pöörlemine muutub rulliku ja nookuri abil nookuri välisotsa edasi-tagasi liikumiseks, mis omakorda paneb liikuma noa.

Survemehhanism on noa surve reguleerimiseks vastu kammi pinda. Ta koosneb survemutrist *10*, juhtpuksist *11* ja survevardast. Mutri keeramisel liigub juhtpuks allapoole ja vajutab varda abil nookuri *5* otsale. Viimasele on kinnitatud kaks survekäppa ja nuga. Ühtlaseks surveks noa otstele on survekäpad ühendatud nookuriga vedrukeste abil.

Liigend *12* kergendab masina käsitamist ja parandab paindvõlli või põlvvõlli töötamise tingimusi. Ta on kaetud kestaga, masina kere aga riidega.

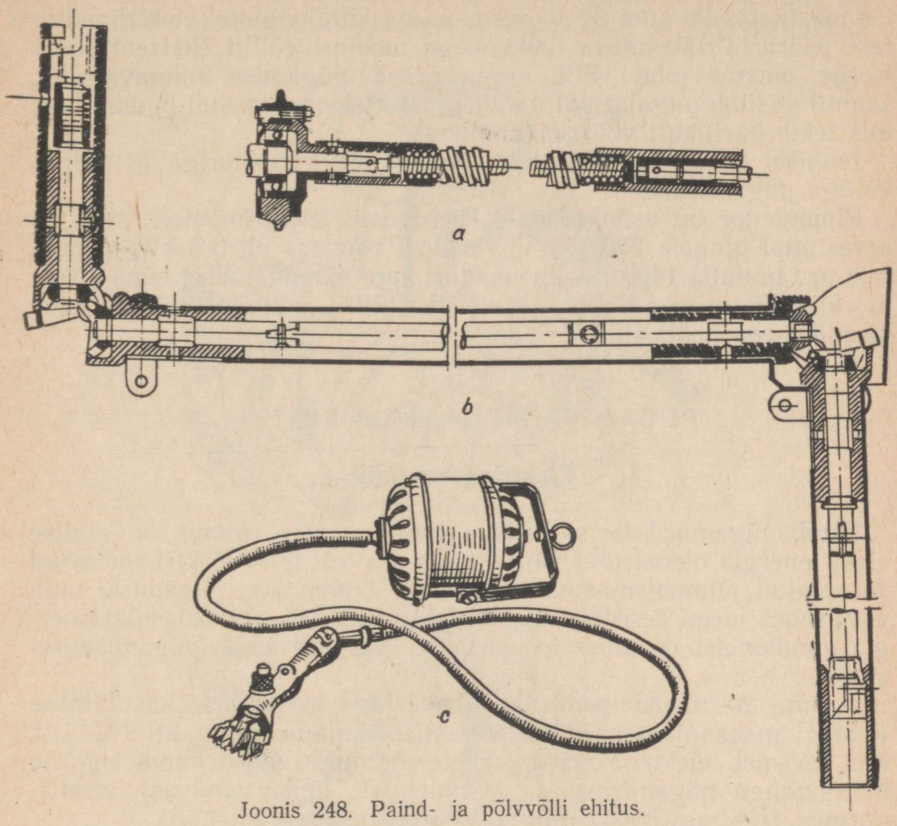
Noa ja kammi terad peavad olema teravad. Nad võetakse perioodiliselt maha erilise käiaga teritamiseks.

Pöörmomendi ülekanne elektrimootorilt või mehaaniliselt agregaadilt masinale saavutatakse paindvõlli või põlvvõllide abil.

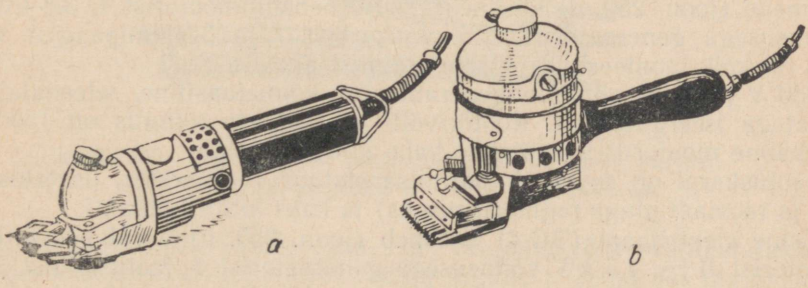
Paindvõll (joon. 248, *a*) pikkusega 2 m, koosneb südamikust, soomuskattest (nn. „kõrist") ja kahest peast. Südamik, läbimõõduga 10 mm, koosneb mitmest spiraali keeratud terastraadist. Tema otstele on joodetud keermega varustatud pea. Südamik asub soomuskattes, mis koosneb profileeritud teraslindist keeratud torust. Soomuskatte otstele on samuti keevitatud pead, millede abil ta ühendatakse pügamismasinaga ja jõuallika flantšiga. Südamiku hõõrumise vähendamiseks vastu soomuskatet peab teda perioodiliselt määrima solidooliga. Et südamik end lahti ei keriks ja pead otsast ära ei tuleks, peab elektrimootor pöörlema vastu kellaosuti suunda (kui vaadata võlli otsale).

Põlvvõll koosneb kolmest võllist, läbimõõduga 10 mm, mis on suletud torudesse ja ühendatud omavahel hammasratta liigenditega.

Võlli otstel olevad pead ühendavad võlli pügamismasina jõuallikaga. Võll ühendatakse elektrimootoriga lühema põlvega. Torud kaitsevad



Joonis 248. Paind- ja põlvvõlli ehitus.



Joonis 249. Pügamismasinad, elektrimootoritega käepidemes.

võlle villa pealekerimise eest. Liigendid on kaetud nahast kestadega.

Paindvõllid on kasutamisel mugavamad kui põlvvõllid, kuigi viimased on pikaealisemad.

Elektrimootoriga varustatud pügamismasinal (joon. 249), võib mootor olla käepidemel põigiti, pikuti või vertikaalselt. Sellise pügamismasina kaal on 1,1 kuni 1,7 kg. Tavaliselt kasutatakse niisugustes masinates 26 kuni 50 W võimsusega kiirekäigulisi elektrimootoreid pöördeid vähendava ülekandega mootori võllilt ekstsentrikule. Kerge, elastne juhe võlli asemel teeb pügamise mugavamaks, samuti väsitab pügajat palju vähem reaktsioonmomendi puudumine, mis tekib harilikult võlli väänamisest.

Joonisel 248, *c* on näidatud rippuva elektrimootoriga ja paindvõlliga pügamismasin.

Rippmootor on asünkroonne keerdvoolu elektrimootor, mis on arvestatud pingele 220/380 V. Mootori võimsus on 0,2 kW ja pöörete arv minutis 1400. Elektrimootori kere maandatakse, tema sisse- ja väljalülitamiseks kasutatakse erilist lülitit, mida käsitatakse kahe käepidemega nööri abil.

PÜGAMISAGREGAATIDE EHITUS.

Elektriagregaadid.

Lambapügamisel farmi territooriumil asuvas ruumis on alalise elektrienergia olemasolul vaja omada üks või mitu elektrimootoriga varustatud pügamismasina komplekti. Lammaste pügamisel aga väljaspool farmi territooriumi (karjamaal) või alalise elektrienergia puudumisel farmides kasutatakse liikuvaid elektripügamisagregaate.

5- kuni 20-tuhande-pealise lambakarjaga majandites kasutatakse Rostovi mehaanikatehase 12 pügamismasinaga agregaati PCA-12, mis koosneb elektrijaamast, kaheteistkümnest elektrimootoriga ja paindvõlliga pügamismasina komplektist, ümberkandvast elektrivõrgust (juhtmestikust) ning kahest teritusaparaadist.

Selle agregaadi elektrijaamu ehitatakse kahte tüüpi: ЭС-1 ja ЭС-4. Esimene (joon. 250, *a*) koosneb 4,5 HJ bensiinimootorist *4*, 3,8 kW võimsusega generaatorist *2*, jaotuskarbist *1* ja bensiinipaagist *3*, mis on kõik monteeritud ühisele malmist alusele.

230 V pingega sünkroongeneraator on kolmefaasiline, seleenalaldajatega iseergutusega. Rootorivõlli pöörete arv minutis on 1500. Ülekanne mootorilt teostatakse kahe kiilrihma abil.

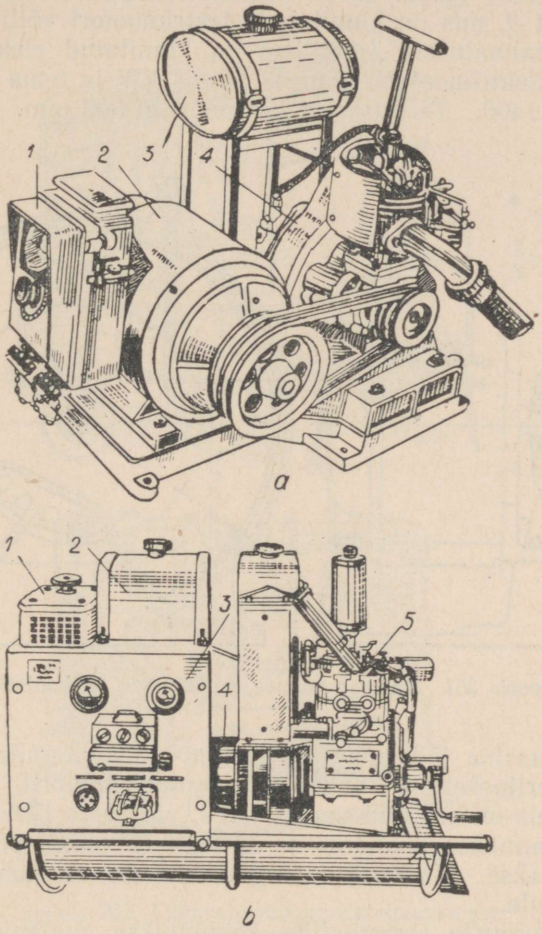
Jaotuskarpi on asetatud juhtimisarmatuur (voltmeeter, lisatakistus ja reostaat pinge reguleerimiseks) ja kaks lülituskontakti.

Teine elektrijaam (ЭС-4) koosneb (joon. 250, *b*) 6 HJ bensiinimootorist Л $^{6}/_{3}$, 4,5 kW võimsusega generaatorist *4*, jaotuskilbist *3*, reostaadist *1* ja bensiinipaagist *2*, mis on kinnitatud torudest kokku keevitatud raamile.

Mootor ja generaator on siin ühendatud reduktori abil, mis koosneb kahest kestasse paigutatud hammasrattast. Reduktori ülekandearv on 1 : 1,5.

Generaator on sünkroonne, kolmefaasiline, 230 V pingega ja iseergutusega. Rootori võlli pöörete arv minutis on 1500.

Pinge reguleerimist teostab kinnine reostaat. Jaotuskilbile on monteeritud voltmeeter, ampermeeter, kolm lülitit ja sulavkaitsmed.

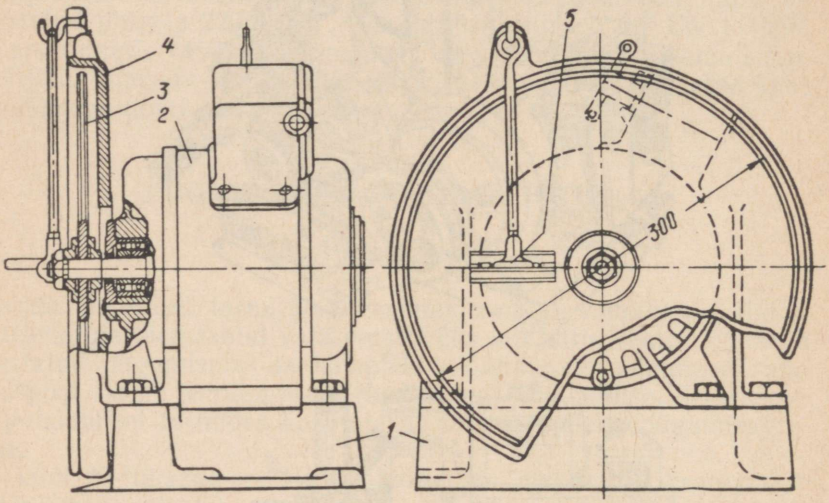


Joonis 250. Ümberkantava pügamisagregaadi PCA-12 jõujaam.
a — ЭС-1 4,5 HJ mootoriga, *b* — ЭС-4 6 HJ mootoriga.

Agregaadi ümberkantav jõu- ja valgustusvõrk valmistatakse kolmesoonelisest kummiisolatsiooniga juhtmest. Tema üks ots ühendatakse harklüliti abil elektrijaama jaotuskilbi kontaktiga (või lülitiga). Pügamismasinate ja teritusaparaatide elektrimootorite ühendamiseks on võrk varustatud 14 kolme poolusega kontaktiga, mis asuvad üksteisest 1,8 m kaugusel. Peale selle on lampide ühendamiseks olemas seitse kontakti.

Võrgu juhtmed riputatakse piki lauda, mis on 1,5 m kõrgusel kinnitatud postidele. Kõik elektrimootorid maandatakse eraldi juhtme ja varda abil, mis on kaevatud maasse. Agregaat on varustatud kaheteistkümne elektrimootoriga.

Teritusaparaat (joon. 251) koosneb elektrimootorist *2*, malmist terituskettast *3*, mis on kinnitatud elektrimootori võllile, kaitsekestast *4* ja malmalusest *1*, millele on kinnitatud elektrimootor ja kaitsekest. Elektrimootori võimsus on 0,4 kW ja tema võlli pöörete arv minutis 1400. Teritusketta läbimõõt on 300 mm.



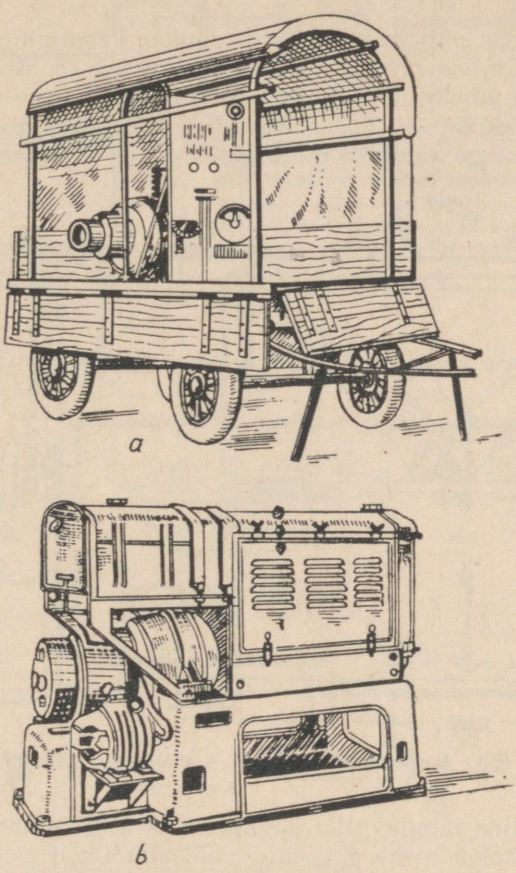
Joonis 251. Aparaat nugade ja kammide teritamiseks.

Pügamismasina lõikeaparaadi kammi- ja noaterade teritamiseks kantakse teritustkettale õhuke kiht smirgelpulbrit, teralisusega 150—200, mis on segatud masinaõliga, või pasta ГОИ kiht. Kamm või nuga pannakse hoidjasse *5*, millega ta vastu pöörleva ketta pinda surutakse. Töötamise kergendamiseks on hoidja riputatud kesta konksule.

Peale niisuguste agregaatide kasutatakse majapidamistes üle 20 tuhande lambaga samuti 22 pügamismasinaga agregaate kas liikuva elektrijaamaga РМЗ (joon. 252, *a*) või ümberveetava elektrijaamaga „Ревтруд" (joon. 252, *b*).

Esimene on monteeritud traktori või auto järelvankrile ja omab 15 kW võimsusega generaatori, mille käitamine toimub traktori rihmaseibilt. Teine on monteeritud malmalusele. Alusele on asetatud 45 HJ automootor ja 8 kW võimsusega generaator. Mootori pöörded on vähendatud kuni 1500 minutis, mispuhul mootori võimsus on 19—20 HJ. Generaator on mootoriga ühendatud elastse muhvi abil.

3 kuni 10 tuhande lambaga majapidamistele ehitatakse pügamismasinate mehaanilise ajamiga agregaate. Joonisel 253 on näidatud niisuguse agregaadi üldvaade, mis käitab nelja pügamismasinat.



Joonis 252. Liikuvate pügamisagregaatide jõujaamad

a — РМ3, *b* — „Ревтруд".

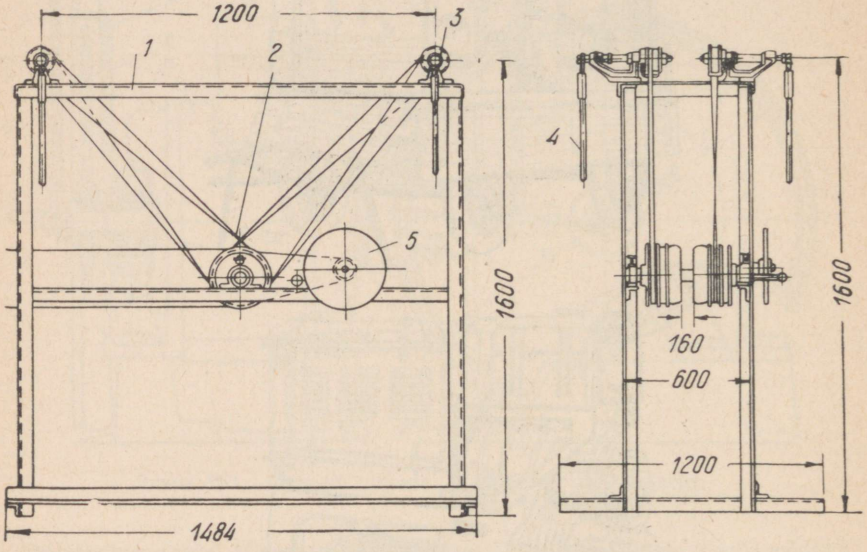
Eelnimetatu kujutab enesest nurkrauast raami, mille keskosale on kinnitatud rihmratastega varustatud transmissioonvõll *2*. Raami ülemistele taladele on kinnitatud pügamismasinate jaoks neli individuaalset ajamit *3*. Iga ajam omab töö- ja tühikäigu rihmratta, mis on rihmaga ühendatud transmissioonvõlli vastava rihmarattaga, ning hammasratta liigendi *4*, millega ühendatakse pügamismasina paindvõll või põlvvõll.

Transmissioonvõlli käitab 3 HJ võimsusega mootor. Agregaadi raamile on paigutatud teritusaparaat *5*.

Samasuguseid agregaate toodetakse ka kuue pügamismasinaga.

Pügamispunktide organiseerimine.

Selle või teise pügamisagregaadi edukas kasutamine oleneb tunduval määral tööde organiseerimisest. Suurim tööjõudlus saavutatakse siis, kui pügamine toimub selleks eriliselt sisse seatud ruumides või varjualuste all eraldi või ühistel 0,3—0,4 m kõrgusega ja 1—1,2 m laiusega laudadel, kõik abitööd aga (lammaste kokkuaja-



Joonis 253. Mehaanilise ajamiga, 4 masinaga pügamisseadis.

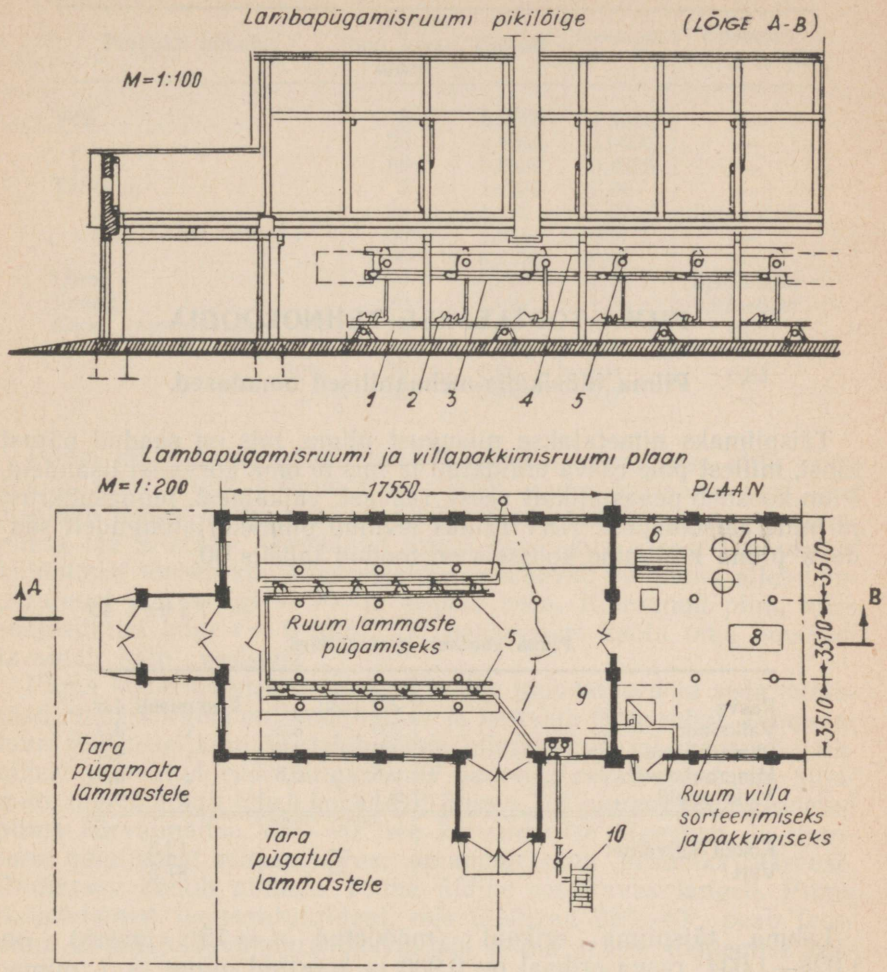
mine ja tõstmine lauale, villa kogumine ja äraviimine, nugade teritus jt.) teostatakse mitte pügajate, vaid abitööliste poolt.

Pügamise ajaks peavad lambad olema puhtad, kuid mitte märjad, kuna märga villa on raske masinaga pügada ja ta läheb pallides kiiresti roiskuma. Iga töökoha juures peab olema masina pesemiseks higirasvast ämber veega ja hari.

Lammaste pügamisel farmi territooriumil on otstarbekohane omada selleks eraldatud ruum — nn. pügamispunkt. Joonisel 254 on näidatud elektriagregaadi PCA-12 kasutamise skeem lambalaudas pügamispunkti sisseseadmisel. Siin on ruum mõõtudega, 10 × 25 m, jagatud vaheseinaga kaheks osaks.

Ühte ossa on üles seatud lauad lammaste pügamiseks ja elektrivõrk koos elektrimootorite ja pügamismasinatega, teises teostatakse aga villa töötlemist ja pakkimist. Elektrijaam asub väljaspool ruumi

varjualuse all. Hoone kõrvale piiratakse taradega väljakud lammaste jaoks. Seadmestiku paigutus on näha joonistel.



Joonis 254. Pügamispunkti lambalaudas sisseseadmise skeem.

1 — pügamislauad, *2* — pügamismasinad, *3* — laud elektrivõrgu kinnitamiseks, *4* — laud elektrimootorite kinnitamiseks, *5* — elektrimootorid, *6* — villa sorteerimise lauad, *7* — villa pakkimine, *8* — kaalud, *9* — teritusaparaadid, *10* — elektrijaam.

Lammaste pügamisel stepis on soovitatav ehitada ajutised varjualused, mille postidele paigutatakse elektrivõrk ja mootorid.

Pügamisagregaatide ekspluatatsioon peab toimuma vastavalt väljatöötatud instruktsioonidele.

PIIMA TÖÖTLEMISE TEHNOLOOGIA

Piima füüsikalis-mehaanilised omadused.

Täispiimaks nimetatakse niisugust piima, mis on saadud pärast lüpsi, millest pole rasva eraldatud ja mis ei oma kõrvalisi lisandeid. Piim koosneb peaasjalikult veest, rasvast, valkainest, piimasuhkrust ja mineraalsooladest. NSV Liidus levinud piimakarjatõugudelt saadava piima keskmine koosseis on toodud tabelis 40.

Tabel 40

Piima koosseis protsentides.

Rasva	3,2 kuni 5,0	keskmiselt 4,0
Valkainet	3,0 „ 3,5	„ 3,2
Piimasuhkrut	4,2 „ 4,7	„ 4,5
Mineraalainet	0,6 „ 0,8	„ 0,7
Muid aineid	0,1	„ 0,1
Kokku kuivainet	—	12,5
Vett	—	87,5

Lehma täispiima erikaal (mõõdetud $t = 15°$ juures) on 1,028—1,034; rasva erikaal on 0,930 ja kooritud piima (s. t. piima, kust rasv on eraldatud) erikaal — 1,036.

Piimarasv asub piimas väikeste hõljuvate rasvakerakeste näol. Rasvakerakeste mõõted on 1,5—10 mikronit. Molekulaarjõudude mõjul ei ühine rasvakerakesed ühtsesse rasvakihti ja võivad piimas vabalt liikuda. Sellele omadusele ja rasva ning teda ümbritseva piimaemulsiooni erikaalude erinevusele on rajatud rasva eraldamine nii settimise kui ka tsentrifuugimise teel.

Valkainete põhimassi moodustab kaseiin. Tema on kolloidses seisundis ja seetõttu on piima viskoossus suurem vee omast. Tabelis 41 on antud piima ja mõnede piimasaaduste viskoossuse, erikaalu ja erisoojuse suurused.

Piima ja piimasaaduste viskoossuse, erikaalu ja erisoojuse suurused.

Produkti nimetus	Temperatuur kraadides	Erikaal	Viskoossus puaasides	Erisoojus cal/kg kraad.
Vesi	5	0,9999	1,5083	—
„	20	0,9982	1,0000	—
„	60	0,9832	0,4676	—
Täispiim	5	1,0330	2,96	—
„	20	1,029	1,79	0,94—0,95
„	60	1,011	0,71	—
„	80	0,9996	0,57	—
Lõss	20	1,036	1,70	0,95—0,96
Vadak	20	1,027	1,25	0,97—0,98
Koor, rasvasisaldus 15%	20	1,02	5,0	0,88
„ „ „	60	1,00	1,5	—
„ „ 30%	20	1,00	9,0	0,83
„ „ „	60	0,98	3,0	—

Piima külmumine toimub tema koosseisu keerulisuse tõttu väga ebaühtlaselt. Algul hakkab $t = -0{,}55°$ juures külmuma vesi, mis sisaldab teatud hulga teisi aineid ja moodustab sealjuures peaaegu puhta jää kristalle. Ülejäänud piima osad, kus pärast vee osalist külmumist tõuseb kuivainetesisaldus, hakkavad külmuma alles temperatuuri juures ligi — 10° ja allpool seda. Külmunud piim, olles soojendatud kuni $t = 3$ kuni 35°, peaaegu ei kaota oma omadusi ja ainult näib „vesisena".

Piima soojendamisel toimuvad temas muudatused ja seda suuremad, mida kõrgem on temperatuur ja kestvam tema mõju. Temperatuuri tõusmisel kuni 50° tekib piima pinnale kile, mis koosneb valkainest ja teatud rasvahulgast. 60° juures hakkab muutuma albumiin, mis lõplikult läheb kokku 80° juures. 70° juures ilmub keedetud piima kõrvalmaitse, 85°—90° see kõrvalmaitse tugevneb, ja tingituna muutustest piimasuhkrus, omandab piim pruunika värvuse. Piimarasv kerkib pinnale. Piima üldine seeditavus langeb. Piima soojendamist temperatuurideni, mis ületavad 35°—40°, peab teostama ainult hädavajaduse korral või piima erilise töötlemise eesmärgil.

Piim kujutab enesest väga soodsat keskkonda paljude bakterite liikide eluks ja arenguks. Prof. V. Fleišmann'i [1] andmetel osutus piimaproovis, mis võeti varsti pärast lüpsmist, 9000 bakterit 1 sm³. Sama proov, hoidmisel 15° juures, sisaldas baktereid:

1	tunni	möödumisel	32 000
2	„	„	36 000
4	„	„	40 000
7	„	„	60 000
9	„	„	120 000
25	„	„	5 000 000

[1] V. Fleišmann, Piim ja piimaasjandus. 1937 (v. k.).

Sellega ongi seletatav, et piim, juhul, kui ei ole tarvitusele võetud vastavad abinõud, rikneb kiiresti ja võib olla paljude haiguste levitajaks.

Mikroorganismide arengut piimas võib tunduvalt pidurdada: 1) hügieenireeglitest range kinnipidamisega piima saamisel (lüpsmisel), 2) viivitamatu filtreerimisega pärast lüpsmist, 3) kiire piima äraviimisega laudast piimatalitusse, 4) piima jahutamisega 4 kuni 5°, 5) piima hoidmisega äraandmise või ümbertöötamise momendini võimalikult madala temperatuuri juures ja 6) üksikutel juhtudel erilise termilise töötlemisega (pastöriseerimisega) ning järgneva jahutamisega.

Jahutamine omab piima säilitamiseks suurt tähtsust. Madala temperatuuri juures (4°—5°) lakkab mikroorganismide elutegevus peaaegu täielikult ja piim säilib pikemat aega riknematult.

Kõige soodsamalt arenevad piimas bakterid, millede temperatuurne optimum on lähedane äsjalüpstud piima temperatuurile (25°—37°). Esmajärjekorras kuuluvad nende hulka piimabakterid, mis muudavad piimasuhkru käärimise teel piimahappeks.

Piim on väga tundlik kõrvalistele lõhnadele. Piima viivitamatu kõrvaldamine laudast mitte ainult vähendab bakteritesisaldust, vaid vabastab piima ka kõrvalistest lõhnadest.

Pastöriseerimise teel saavutatakse väga efektiivne mikroorganismide hävitamine, mis teeb piima kindlamaks säilitamisel ja peaaegu ohutuks haigusitekitavate bakterite üleandmise suhtes. Pastöriseerimise efektiivsus, s. t. mikroorganismide hävitamisaste, oleneb soojendamistemperatuurist ja selle kestusest.

Katsetega on kindlaks tehtud, et 20-minutisel hoidmisel mitmesugustes temperatuurides hävib järgmine bakterite hulk:

50°	temperatuuris	—	68%	bakterite algarvust
55°	„	—	80%	„ „
60°	„	—	99,4%	„ „
65°	„	—	99,85%	„ „
70°	„	—	99,9%	„ „

Vastavalt OCT-316 peavad piima füüsikalis-keemilised omadused vastama järgmistele nõuetele: rasvasisaldus mitte alla 3,2%, rasvast vabastatud kuivainesisaldus mitte alla 8,5%, happelisus (Thörner'i kraadides) mitte üle 20—22° ja temperatuur mitte üle 10°.

Kehtiv määrustik piima äraandmise korra kohta kolhooside ja sovhooside poolt piimatehastesse ja piimavarumispunktidesse määrab hinnangu skaala, mis arvestab äraantava piima rasvasisaldust, happelisust, mehaanilist risustumist ja bakteriaalseid näitajaid. Mida kõrgemad on piima näitajad, seda kõrgem on ta hinnang.

Kõik see nõuab kolhoosidelt ja sovhoosidelt kõrget piimatootmise kultuuri ja sisustatud piimatalituste sunduslikku olemasolu.

Piima algtöötlemise tehnoloogilise protsessi skeemid.

Kolhoosides ja sovhoosides saadava piimatoodangu otstarbekohaseks ja täielikuks kasutamiseks on organiseeritud suur võrk linnade piimatehaste, rajooniliste või- ja juustutööstuste ja piimavarumispunktide näol. Enamus majandeid annab piima ülalnimetatud ettevõtetesse peamiselt rõõsa täispiima näol.

Mida ligemal piimatehased või varumispunktid piimafarmile asuvad või mida paremad on teed nende vahel, seda lihtsam on kolhoosides ja sovhoosides täispiima hoidmise ning töötlemise organiseerimine ja tehnoloogiline protsess. Teatavasti kutsub piima vedu suvisel ajal kaugele halva tee juures esile tunduva piimahulga riknemise. Nii, näiteks, Leningradi linna piimatehaste andmete järgi on nendele suvel toodavast piimast 30% kõrgendatud happelisusega, mis on esmajoones tingitud ebatäiuslikust hoidmisest, töötlemisest ja transportimisest.

Olenevalt otstarbest, eraldatakse kaht farmide piimatalituste tüüpi: 1) piima töötlemiseks ja hoidmiseks ja 2) piima töötlemiseks, hoidmiseks ja ümbertöötamiseks. Esimesed seatakse sisse majapidamistes, mis annavad oma piima piimatehastele ja piimavarumispunktidesse täispiimana. Need piimatalitused täidavad järgmisi funktsioone: piima kogumine ja vastuvõtmine farmi lautadest ja mõnikord ka farmi osakondadest pärast igat lüpsmist, piima kaalumine, puhastamine mehaanilistest lisanditest, jahutamine järgneva hoidmisega vee- või jäävannides kuni üleandmiseni ja piima valamine piimakannudesse ning tema üleandmine.

Sageli niisugustes piimatalitustes piim pastöriseeritakse, kusjuures mõnikord osa piimast, mis läheb majapidamise omatarviduse rahuldamiseks, töödeldakse ümber piimasaadusteks.

Piimatalitused piima töötlemiseks, hoidmiseks ja ümbertöötamiseks seatakse sisse majapidamistes, mis ei ole suutelised piima täispiimana üle andma (kas suure transportimiskauguse, halva tee jms. tõttu). Niisugused piimatalitused, olenevalt piima põhiosa ümbertöötamise viisist, võivad omada mitmesuguseid funktsioone. Nii teostatakse piimaköögis piima üleandmisel pastöriseeritud kujul järgmised tööd: piima vastuvõtmine, kaalumine, puhastus, pastöriseerimine, viivitamatu jahutus kuni $t = 4 - 6°$, valamine toobritesse või kannudesse, hoidmine vannides äraandmiseni, ettevalmistus äraandmiseks ja äraandmine.

Toodangu äraandmisel koore näol toimub piima vastuvõtmine, kaalumine, puhastus, soojendamine 35 kuni 40°, koore lahutamine, koore jahutamine 4 kuni 6°, koore laialivalamine kannudesse ja hoidmine äraandmiseni.

Sealjuures kuulub saadud lõss samuti töötlemisele. Kui seda kasutatakse noorkarjale jootmiseks, siis see jahutatakse, valatakse toobritesse, kannudesse või piimavanni ja hoitakse seal söötmise ajani. Enne söötmist soojendatakse lõssi vajalik hulk 35 kuni 40°.

Kui lõssist valmistatakse kohupiima, siis hapendatakse lõssi kohe

pärast koore lahutamist vannides, hiljem see keedetakse ja pressitakse lihtsate käsivõtete teel kohupiimaks, mida hoitakse külmas ruumis.

Lõpuks, toodangu äraandmisel võina teostatakse piima vastuvõtmine, kaalumine, puhastamine, soojendamine 35 kuni 40°, koore lahutamine, jahutamine 4 kuni 6°, või kokkulöömine ja töötlemine, või pakkimine ja hoidmine.

Või võib olla valmistatud ka pastöriseeritud koorest. Sel juhul pastöriseeritakse koor pärast lahutamist ja jahutatakse viivitamatult pastöriseerimise järel. Selle skeemi järgi saadud lõssi töötlemine ei erine ülalpool kirjeldatud lõssi töötlemise viisist.

Peale kirjeldatud põhiliste tehnoloogiliste protsesside võivad majapidamises olla veel teised, näiteks hapukoore valmistamine, lõssist hapupiima ja atsidofiliini valmistamine jt.

Kõiki ülaltoodud piima töötlemise ja ümbertöötamise tehnoloogiliste protsesside operatsioone võib jagada põhilisteks ja abioperatsioonideks. Esimeste hulka kuuluvad need operatsioonid, mis on seotud piimale mehaaniliselt või termiliselt mõjuvate protsessidega (jahutamine, soojendamine, koorelahutamine, või kokkulöömine, puhastamine jt.). Teiste hulka kuuluvad operatsioonid, mis ei kutsu esile piima struktuuri või omaduste muutumist (kaalumine, transportimine, ümbervalamine jne.).

Vastavalt piima töötlemise ja ümbertöötamise operatsioonidele on olemas masinad ja aparaadid, millede abil teostatakse termilised ja mehaanilised protsessid ning abioperatsioonid. Kõik nad koos moodustavad piimatöötlemismasinate grupi.

PIIMA JAHUTAMINE.

Lihtsamad jahutamisviisid.

Piima ja koore jahutamine on üks tehnoloogilise protsessi üldskeemi põhilisi tööprotsesse piima töötlemisel ja ümbertöötamisel farmide piimatalituste oludes.

Eriti tähtsaks muutub piima jahutamine suvisel ajal, mil ümbritseva õhu suhteliselt kõrge temperatuur ei võimalda jahutamata piima pikaajalisemat hoidmist ilma tema happelisuse tõusmiseta üle lubatud piiri.

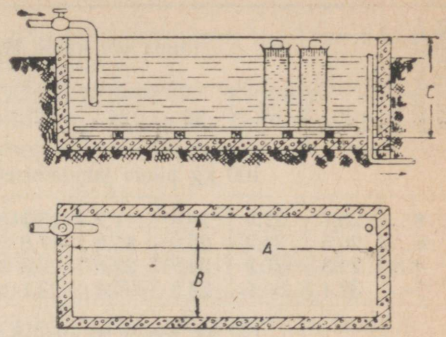
Piima jahutamine teostatakse kas basseinides jäise veega või piimajahutajate abil. Esimene jahutusviis on lihtne ja leiab laialdast kasutamist, kuid on kõlblik ainult väikeste piimahulkade jahutamiseks ega lahenda tööde mehhaniseerimise küsimust.

Basseinid või vannid veega või jäise veega (joon. 255) seatakse üles päikesest varjatud eraldi ruumi. Niisuguste basseinide seinad ja põhi valmistatakse betoonist või laotakse telliskividest, mis kaetakse tsementseguga. Toobrite ja piimakannude väljavõtmise ja sissepanemise hõlbustamiseks ehitatakse basseinid allapoole põranda pinda 0,4—0,6 m võrra.

Olenevalt piimakannude arvust, mis kuuluvad üheaegselt jahutamisele, ehitatakse basseinid mõõtudega, nagu see on märgitud tabelis 42.

Pideva veetsirkulatsiooniga veebasseinides võib piima jahutada mitte alla 13—15° veejäävannides, kus vette lisatakse killustatud jääd, 3 kuni 5°.

Kannude seinte paremaks jahutamiseks juhitakse külm vesi vastuvõtutoru kaudu peaaegu basseini põhjani. Soojenedes tsirkuleerib vesi kannude vahel, tõuseb ülespoole ja voolab basseini vastasotsas asuva väljavoolutoru kaudu välja. Basseini põhja asetatakse puust rest, mis hoiab ära kannude vigastamise nende basseini asetamisel vastu betoonist põhja ja võimaldab vee tsirkuleerimist kannude põhjade all.



Joonis 255. Vee-jäävanni skeem piima jahutamiseks toobrites või kannudes.

Tabel 42

Basseinide mõõdud ja maht piima jahutamiseks kannudes.

Kannude arv	Basseini sisemised mõõdud m			Basseini maht m^3
	pikkus	laius	kõrgus	
4	0,9	0,9	0,8	0,65
6	1,3	0,9	0,8	0,93
8	1,7	0,9	0,8	1,22
12	2,6	0,9	0,8	1,87
16	3,4	0,9	0,8	2,44
20	4,4	0,9	0,8	3,20

Tabelis 43 on toodud orienteeruv jääkulu piima ja koore jahutamisel.

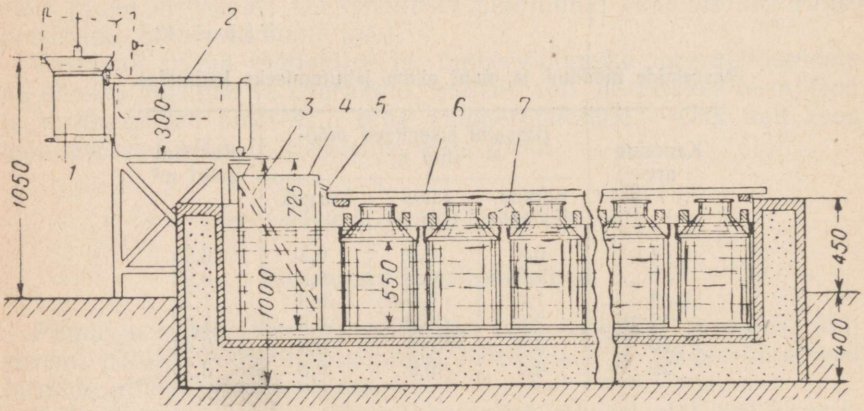
Kannudes vee või vee—jääbasseini asetatud piim jahtub aeglaselt ja ebaühtlaselt. Jahtumise kiirendamiseks ja ühtlustamiseks on soovitav aeg-ajalt segada piima segajaga.

Piimavarumispunktides kasutatakse laialdaselt piima jahutamist basseinides, mis on valmistatud skeemi järgi, nagu see on näidatud joonisel 256. Veega või vee ja jääga täidetud basseini asetatakse konvektsioonjahutaja *4* ja tühjad kannud, mis on veepinnale kerkimise takistamiseks kinnitatud põikliistudega *7*. Kannude kohal asub raamil kaks renni *6* avaustega iga kannu kohal. Basseini kõrvale seatakse üles alus, millele monteeritakse väike piimapaak *2* võrkfiltriga ja ämber-piimamõõtja *1*.

Tabel 43

Jääkulu piima jahutamisel kannudes vee—jääbasseinides.

Jahutamisel temperatuurini	Piima või koore algtemperatuur kraadides										
	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10
	100 kg piima jahutamiseks on tarvis jääd kg										
8	23,7	21,5	19,4	17,2	15,1	12,9	10,8	8,6	6,5	4,3	2,2
6	26,5	24,2	22,0	19,8	17,6	15,4	13,4	11,0	8,8	6,6	4,4
4	29,3	27,1	24,8	22,6	20,3	18,1	15,8	13,6	11,3	9,0	6,8
2	32,4	30,1	27,8	25,4	23,1	20,8	18,5	16,2	13,9	11,6	9,3
	100 kg koore jahutamiseks on tarvis jääd kg										
8	21,4	19,5	17,5	15,6	13,6	11,7	9,7	7,8	5,8	3,9	2,0
6	23,9	21,9	19,9	17,9	15,9	14,0	12,0	10,0	8,0	6,0	4,0
4	26,5	24,5	22,5	20,4	18,4	16,3	14,3	12,2	10,2	8,2	6,1
2	29,3	27,2	25,1	23,0	20,9	18,8	16,7	14,6	12,5	10,5	8,4



Joonis 256. Piima jahutamine konvektsioonjahutaja abil vannis.

Üleliidulise Piima Teadusliku Uurimise Instituudi (ВНИМИ) konstruktsiooniga konventsioonjahutaja kujutab enesest kahekordse seinaga raudsilindrit. Ülemises osas on silindril tühjendamistoru *5* ja toruga *3* varustatud vastuvõtulehter. Toru *3* on juhitud silindri alumisse ossa. Asetatuna basseini vette, jahutatakse silindri seinad veega nii seest- kui ka väljastpoolt.

Piim valatakse algul piimamõõtjasse, millest ta voolab filtrisse ja sealt piimapaaki. Paagist juhitakse piim kraani kaudu jahutaja lehtrisse ja piim täidab toru kaudu jahutaja seinavahelise ruumi. Siin piim jahtub, eraldades oma soojuse läbi seinte veele ja voolab pidevalt tühjendamistoru *5* kaudu renni *6*. Rennist voolab piim kan-

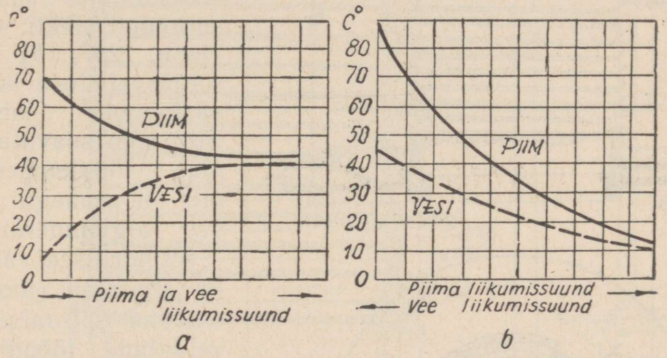
nudesse, kus jahutusprotsess jätkub. Piim võib olla juhitud mitmesse kannu üheaegselt või järgemööda. Viimasel juhul suletakse vastavad avaused rennis korkidega.

Niisugune viis võimaldab piima jahutamisprotsessi tunduvalt kiirendada ja nõuab väiksemat vee- ja jääkulu.

Protsess kulgeb veel paremini, kui kannudesse asetada rauast lehtrid (alusega allapoole). Sel juhul voolab piim õhukese kihina piki kannu seinu alla, millest paraneb soojusülekanne.

Piimajahutajad.

Vajaduse korral jahutada suuri piimahulki, samuti kõikidel piima või koore jahutamise juhtudel pärast pastöriseerimist või koorelahutamist, kasutatakse erilisi piimajahutajaid. Farmide piimatali-



Joonis 257. Jahutajate temperatuurigraafikud

a — paralleelse vooluga, *b* — vastuvooluga.

tustes kasutatavad jahutajad jagatakse: piima ja külmutusvahendi voolamissuundade järgi — paralleelse ja vastuvooluga jahutajateks, tööpinna kuju järgi — silindrilisteks ja lamedateks, ja sektsioonide arvu järgi — ühe- ja kahesektsioonilisteks jahutajateks.

Peale selle iseloomustatakse kõiki jahutajaid veel oma jahutuspinna suuruse järgi, seoses tootlikkusega.

Külmutusvahendina, mis võtab läbi seina piimalt tema soojuse, kasutatakse: vett, vett jääga ja soolvett (näiteks keedusoolalahust), mida jahutatakse enne jahutusseadme abil.

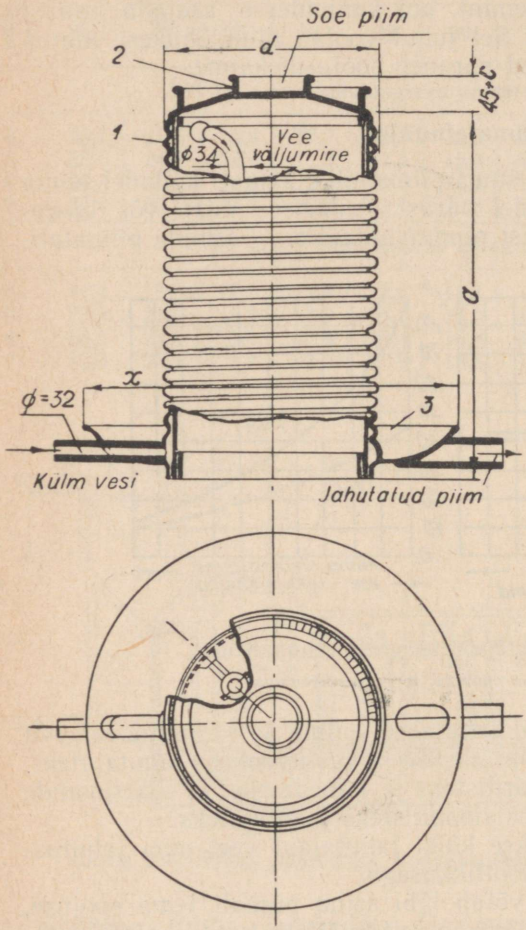
Tutvume piimajahutajate põhitüüpide ehitusega ja toimega.

Paralleelne jahutaja kujutab enesest painutatud tinutatud vasklehte, mille ühte poolt pidi voolab piim või koor, teiselt poolt vesi või soolvesi. Niisuguse voolu tagajärjel tekib läbi seina vedelikkude vahel soojusvahetus. Soojusvahetuse iseloom oleneb sel juhul jahutava ja jahutatava vedeliku temperatuuride vahest ja soojusülekandetegurist. Seda iseloomustab graafik (joon. 257, *a*).

Algperioodil toimub soojusvahetus kiiresti, kuna vedelikkude temperatuuride vahe on suur, lõpuks aga, kui temperatuurid ühtlustuvad,

kaob soojusvahetus peaaegu täielikult. Niisuguse jahutajaga on raske saavutada sügavat jahutust.

Vastuvoolu jahutaja koosneb kahekordsetest seintest või reast torudest, milledest voolab läbi alt üles jahutatav vedelik, väljastpoolt aga voolab ülalt alla piim või koor.



Joonis 258. Silindriline vastuvooluga jahutaja.

Siin toimub soojusvahetus samuti läbi seinte, kuid külm vesi astub soojusvahetusse piimaga, mis on juba jahutatud jahutaja ülemises osas, mis lubab veele lisada tunduvalt rohkem soojust ja saavutada suuremat efekti. Graafik (joon. 257, *b*) näitab soojusvahetuse iseloomu vastuvoolu jahutajas. Siin võib saavutada piima lõpptemperatuuri, mis on peaaegu võrdne vee algtemperatuuriga.

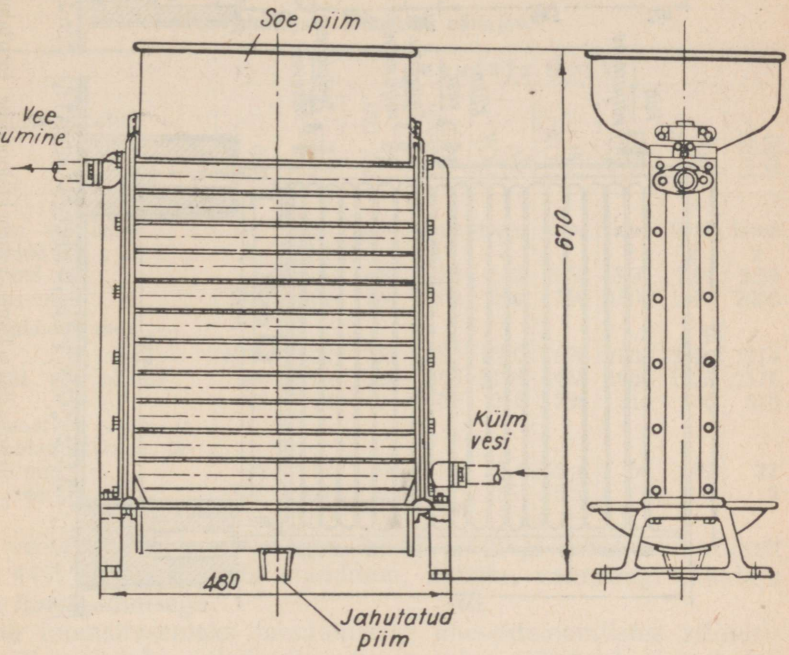
Silindrilised vastuvoolu jahutajad (joon. 258) omavad spiraalselt rihveldatud tööpinna *1*, mis on valmistatud tinutatud vaskplekist ja kujutab enesest kesta, mis on asetatud siledale vasksilindrile. Seinavaheline ruum, mis omab spiraaltoru kuju, vastab väliskesta rihvlitele ja seal tsirkuleerib vesi, liikumissuunaga alt üles.

Jahutajale asetatakse peale kaas *2*, mille külgseinte alumistes osades asetseb rida avausi piima ühtlaseks väljumiseks tööpinnale. Jahutaja alumises osas on küna *3* jahutatud piima kogumiseks ja tema väljajuhtimiseks.

Piim, väljudes kaane avaustest, voolab õhukese kihina mööda rihveldatud pinda alla ja annab läbi seinte oma soojuse üle sees tsirkuleerivale veele. Vee temperatuuri juures 10° võib niisuguse jahutajaga jahutada piima 12 kuni 13°. Intensiivsemaks jahutami-

seks peab külmutusvahendina kasutama soolvett või jääga jahutatud vett.

Lamedate vastuvoolu torujahutajate (joon. 259) tööpind on moodustatud horisontaalsetest tinutatud vask- või raudtorudest. Torud, arvult 10 kuni 40, asetatakse tihedalt üksteise kohale ja joodetakse ömbluskohas kokku. Torude otsad lõpevad püsttugede avades, kus nad valtsitakse kinni ja kaetakse kollektoritega (joon. 260). Vee või mõne teise külmutusvahendi suunamiseks ühest torust teise ja tema



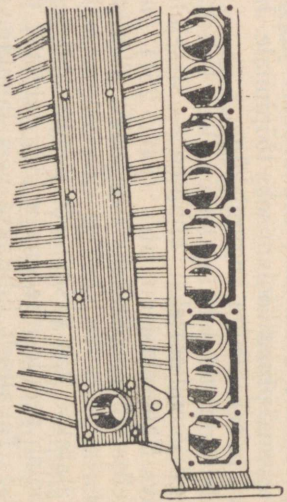
Joonis 259. Lame ühesektsiooniline vastuvooluga torujahutaja.

teekonna sik-sakikujuliseks muutmiseks on kollektorisse tehtud vastavad vaheseinad.

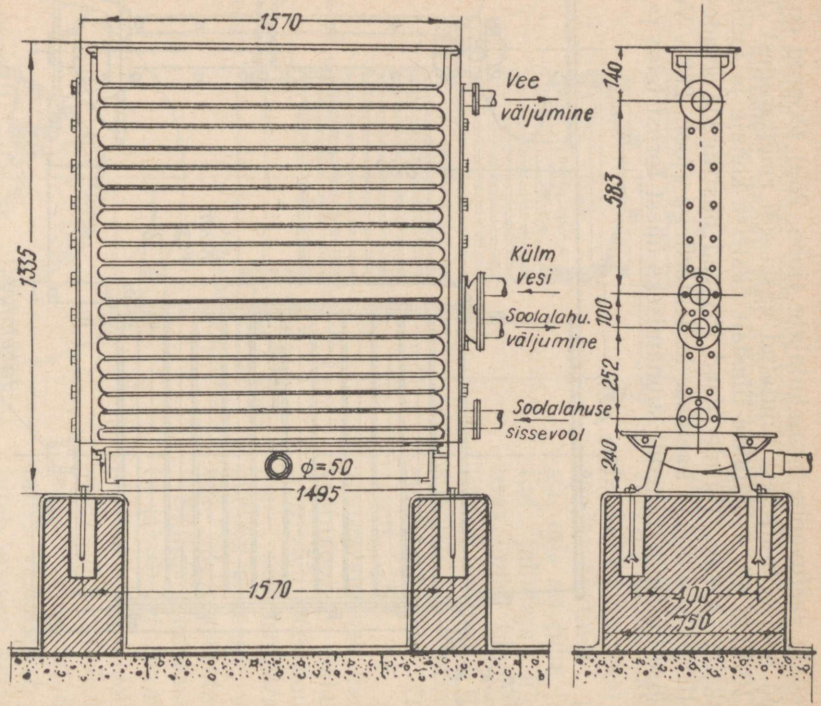
Jahutaja kohale asetatakse mahavõetav jagamisküna, milles on kaks rida avausi piima voolamiseks tööpinnale. Jahutaja alla on paigutatud väljalasketoruga kogumisküna.

Ühesektsioonilistel jahutajatel on ühel kollektoril kaks harutoru veetorudega ühendamiseks: alumine — sissejuhtiv ja ülemine — väljajuhtiv. Kahesektsioonilistes (joon. 261) on niisuguseid harutorusid neli — ülemised kaks vee jaoks, alumised kaks — soolvee jaoks.

Piim valatakse kas käsitsi või pumba abil jagamisküna sse, millest ta voolab peente niredena mööda lainelist tööpinda alla kogumisküna sse. Tavaliselt juhitakse vesi jahutajasse vahetult veevõrgust ja ta tsirkuleerib torudes voolates alt üles. Soojenenud vesi



Joonis 260. Torujahutaja kollektori konstruktsioon.



Joonis 261. Lame kahesektsiooniline torujahutaja.

juhitakse kanalisatsiooni või, mis veel parem, eraldi paaki vee pärastpoolseks kasutamiseks nõude pesemiseks ja teisteks majanduslikeks otstarveteks. Kahesektsioonilistes jahutajates toidetakse alumist sektsiooni soolveega eraldi pumba abil.

Ühesektsioonilised jahutajad ehitatakse tootlikkusega 100, 200, 500 ja 750 l/h ning kahesektsioonilised — 1000, 1500 ja 2000 l/h. Jahutajate tehnilised põhinäitajad on toodud tabelis 44.

Tabel 44

Piimajahutajate tehnilised näitajad.

Näitaja nimetus	Jahutaja mark								
	ОХК-350	ЦХ-1000	ПХ-100	ПХ-200	ПОХ-500	ПОХ-750	ПОХ-1000	ПОХ-1500	ПОХ-2000
Silindriline või lame . .	sil.	sil.	lame	lame	lame	lame	lame	lame	lame
Sektsioonide arv	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Jahutuspind m²	2,3	4,5	0,45	0,88	2,39	3,52	3,92	7,91	9,59
Tootlikkus l/h	350	1000	100	200	500	750	1000	1500	2000
Gabariitmõõdud mm:									
kõrgus	1015	1100	754	800	1000	1690	1335	2214	2214
läbimõõt või pikkus .	840	1100	527	880	1106	1465	1650	1825	2175
Kaal kg	48	64	31	52	215	238	316	450	510
Vee ja soolvee sisse- ja väljavoolamistorude läbimõõt mm	32	32	18	18	25,4	25,4	50	32	32
Lubatav veerõhk at . . .	0,3	0,3	,5	0,5	0,5	0,5	2	2	2

Kui veevõrgu rõhk on suurem antud jahutaja lubatavast rõhust (tabel 44), siis peab teda alandama, näiteks, vahepaagi jahutaja kohale ülesseadmisega.

Piima intensiivsemaks jahutamiseks ühesektsioonilistes silindrilistes või lamedates jahutajates kasutatakse nõndanimetatud frigaatorseadist. Siin voolab vesi algul jääga täidetud vanni, kus ta jahutatakse; hiljem antakse jahutatud vesi pumbaga jahutajasse. Niisugune viis võimaldab jahutada piima 5 kuni 7°.

Kahesektsioonilistes jahutajates toidetakse tavaliselt ülemist veesektsiooni veevõrgu veega, alumist aga — kas jääfrigaatoriga jahutatud veega või soolveega.

Kui majapidamises puudub veevõrk või tingimustes, kus vesi on defitsiitne, samuti juhtudel, kui rõhk veevärgis ületab jahutaja torude lubatava rõhu, siis on soovitav kasutada järgmist seadme skeemi (joon. 262). Vesi juhitakse jahutaja ülemisse sektsiooni paagist *6* ja pärast selle läbimist kogutakse pumbaga *2* eraldi paaki *5* edaspidiseks ärakasutamiseks. Alumist sektsiooni toidetakse frigaatorist *4* jääsoolveega, mis pumba *3* abil sunnitakse tsirkuleerima mööda kinnist ringi.

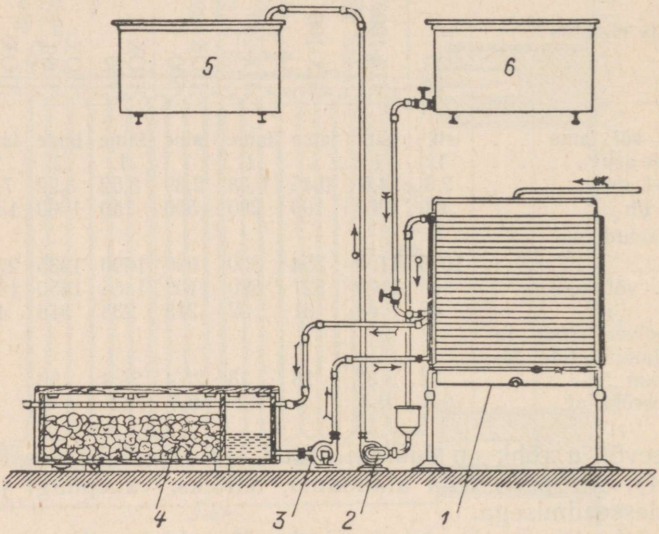
Iga jahutaja normaalseks töötamiseks on vaja, et ta oleks rangelt looditud mõlemas suunas (pikkuses ja laiuses), vastasel juhul voo-

lab piim mööda tööpinda alla ebaühtlase kihina ja eraldub viimaselt tilkadena.

Enne piima juhtimist jahutajasse pestakse jahutaja tööpind ja jahutatakse üheaegselt torusid juurdevoolu veetoru ventiili õigeaegse avamise teel. Soolveesektsioon lülitatakse töösse alles pärast piima sissejuhtimist.

Töö lõpetamisel peab jahutaja tööpind olema hoolikalt pestud, algul sooja või külma veega, pärast soodalahusega ja lõpuks kuuma veega.

Niisuguste jahutajate puuduseks on lahtine jahutusprotsess, mille juures tekivad piima kaod auramisel, piima risustumine mikroorga-



Joonis 262. Jää kasutamisega jahutusseade.

nismidega ja osaline vitamiinide lagunemine hapendumise tagajärjel õhu hapniku mõjul. Nende asjaolude tõttu asendatakse piimatehaste praktikas lahtised jahutajad täiuslikumatega — kinniste plaatjahutajatega.

Selle või teise jahutajatüübi ja tema tööpinna suuruse valik konkreetsetele majapidamistingimustele teostatakse olemasolevate variantide tehnilis-majandusliku võrdlushinnangu teel.

Teades üldist piima hulka, mis kuulub jahutamisele ööpäeva jooksul, tema alg- ja lõpptemperatuuri ning põhilise külmutusvahendi saamise tingimusi, on kerge valida vajalik jahutaja.

Allpool tuuakse põhilised tehnoloogilised arvestused, mis esinevad jahutajate kasutamisega seotud küsimuste lahendamisel.

Soojuse hulk, mille piim annab jahutaja tööpinna kaudu ära, määratakse valemiga:

$$Q = F\alpha(t_1 - t_2)T \text{ [cal]}, \qquad (1)$$

kus F on jahutaja tööpind m²,
α — soojusülekande tegur, mis näitab, kui suur soojuse hulk antakse 1 m² pinnaga seina kaudu külmutusvahendile 1 tunni jooksul temperatuuride vahe juures mõlemal pool seina 1 kraad. α mõõtühik = cal/m² h °C,
t_1 ja t_2 — keskmine temperatuuride vahe mõlemal pool jahutaja seina,
T — jahutusprotsessi aeg tundides.

Vaatleme üksikasjalisemalt valemi (1) suuruste tähtsust.

Jahutajate töö- ehk jahutuspinnaks F nimetatakse seda jahutaja pinna osa, mis ühelt poolt on ümbritsetud piimaga, teiselt poolt — külmutusvahendiga. Lamedatel ümmarguste torudega torujahutajatel on

$$F = (\pi d - 2a)ln \ [m^2],$$

kus d on torude läbimõõt m,
a — torudevahelise liiteosa laius m,
l — torude töötava osa pikkus m ja
n — torude arv.

Silindriliste jahutajate tööpind võib ligikaudselt olla määratud järgmisel viisil.

Kogu tööpind koosneb rihveldatud kesta keermetest ja tema alumisest silindrilisest osast. Ühe (keskmise) keerme pinna arvestamiseks arvame keerme pinna võrdseks ringjoone pikkuse korrutisega keerme kontuuri pikkusega, s. t.

$$f = \pi \left(\frac{D+d}{2}\right) \cdot S, \qquad (2)$$

kus D on keerme välimine läbimõõt,
d — keerme sisemine läbimõõt ja
S — keerme kontuuri pikkus.

Alumise silindrilise osa pind keskmise kõrguse $\frac{H+h}{2}$ juures

$$f_1 = \pi D \frac{H+h}{2}.$$

Kogu töötav pind keermete arvu n puhul

$$F = fn + f_1 \ [m^2]. \qquad (3)$$

Soojusülekande teguri α väärtus sõltub mitmest asjaolust. Põhilisteks nendest on piimajahutajate ja teiste termiliste piimaaparaatide puhul: 1) seinte materjal ja paksus, millede kaudu toimub soojusülekanne, 2) vedelikkude voolamiskiirused, mis voolavad mööda seinte pindasid, 3) vedelikkude eneste omadused (viskoossus, erisoojus, soojusjuhtivus jt.) ja 4) jahutatava ja jahutava vedeliku temperatuur, soojendamisel aga soojendatava vedeliku ja soojendava keha (vesi, aur jt.) temperatuur.

Mitte peatudes soojusülekande teguri suuruse määramise meetodi kirjeldamisel, kuna need küsimused kuuluvad soojustehnika [1] üldise kursuse valdkonda, toome allpool ainult valmis soojusülekandeteguri suurused, mis on saadud põhiliste juhtumite jaoks kas arvestamiste või katsete teel (tab. 45).

Piima algtemperatuur (t_a) on määratud tootmistingimustega ja on tavaliselt pärast lüpsmist jahutatavale piimale 33—35°, lõssile ja koorele pärast koore lahutamist 30—35°, piimale ja koorele pärast pastöriseerimist 63—85°.

Jahutamise lõpptemperatuur (t_1) on määratud tehnoloogiliste nõuetega. Sagedamini teostatakse jahutamist 4 kuni 5°-ni.

Piima või koore jahutamise kogu protsessi jooksul ei jää temperatuuride vahe ($t_1 - t_2$) konstantseks, vaid muutub pidevalt. Seetõttu peab arvestustes kasutama keskmist temperatuuride logaritmilist diferentsi. Grasshof'i võrrandi järgi on temperatuuride keskmine logaritmiline diferents

$$\Delta t_k = \frac{\Delta t_a - \Delta t_1}{2{,}3 \log \frac{\Delta t_a}{\Delta t_1}}, \qquad (4)$$

kus Δt_a on jahutatava ja jahutaja vedeliku temperatuuride diferents jahutamise algul,

Δt_1 — jahutatava ja jahutaja vedeliku temperatuuride diferents jahutamise lõpul.

Tabel 45

Mõned α väärtused piima ja piimasaaduste jahutamise ja soojendamise tingimustes.

Soojusülekande tingimused (läbi metallseina)	Soojusülekande tegur α cal/m² h°C
Piima jahutamisel kannudes seisvas vees (piima või vee segamiseta)	120— 150
Sama, piima segamisega	200— 300
Sama, nii vee kui ka piima energilisel segamisel	300— 400
Piima jahutamisel veega läbi seina konvektsioonjahutajates	800—1500
Sama, koore jahutamisel	700—1000
Piima soojendamisel läbi seina auruga pastörisaatorites	1500—2200
Sama, koore soojendamisel	1000—1500
Vee soojendamisel auruga läbi seina	800—1000
Piima soojendamisel läbi seina veega plaatpastörisaatorites	3000—5000

[1] Vt. näiteks, M. A. Mihhejev. Soojusülekande alused, 1949; G. A. Kuk. Piimatööstusettevõtete põhilise sisseseade teooria ja arvestus (v. k.).

Kui näiteks vastuvoolu jahutajasse juhitakse piim, temperatuuriga 83°, piim väljub aga jahutajast temperatuuriga 15° ja vesi juhitakse alt jahutajasse, temperatuuriga 12°, ning väljub temast temperatuuriga 36°, siis on temperatuuride diferents jahutamisprotsessi algul

$$\Delta t_a = 83 - 36 = 47°,$$

protsessi lõpuks aga

$$\Delta t_1 = 15 - 12 = 3°.$$

Keskmine logaritmiline temperatuuride diferents aga:

$$t_k = \frac{47 - 3}{2{,}3 \log \frac{27}{3}} = \frac{44}{2{,}75} = 15{,}9°.$$

Kui jätta arvestamata soojuskadu ümbritsevasse keskkonda, siis võib jahutaja soojusvahetuse bilanssi aegühiku kestel väljendada võrrandiga:

$$Mc(t_a - t_1) = M_1 c_1 (t_a' - t_1'), \qquad (5)$$

kus M on töödeldava produkti kaal kg,
M_1 — külmutusvahendi kaal kg,
c — produkti erisoojus,
c_1 — külmutusvahendi erisoojus,
t_a ja t_1 — produkti alg- ja lõpptemperatuurid,
t_a' ja t_1' — külmutusvahendi alg- ja lõpptemperatuurid.

Võrrandid (1) ja (5) võimaldavad lahendada rea ülesandeid. Kui on olemas jahutaja, tööpinnaga F m² ja t_a, t_1, t_a' ning t_1' suurused on antud, siis võib määrata jahutaja tunnise tootlikkuse.

Pideva protsessi juures on soojuse hulk, mille piim läbi seinte annab tunnis külmutusvahendile, $Q = F\alpha(t_1 - t_2)$ ning on võrdne M kg piimalt võetud soojuse hulgaga (maha arvatud soojuse hulk, mille piim on kaotanud ümbritsevasse keskkonda), s. o.

$$Q = Mc(t_a - t_1) - q \text{ [cal]},$$

kus q on soojuse kaod jahutajat ümbritsevasse keskkonda cal/h, mis on võrdne 3 kuni 7% üldisest soojusbilansist.

Järelikult on jahutaja tunnine tootlikkus

$$M = \frac{Q + q}{c(t_a - t_1)} \text{ [kg]}. \qquad (6)$$

Kui tunnine tootlikkus M on antud, samuti aga on teada t_a, t_1, t_a' ja t_1', ning on vaja määrata jahutaja tööpind, siis teostatakse seda arvestust valemiga

$$F = \frac{Mc(t_a - t_1)}{\alpha(t_1 - t_2)} = \frac{Q}{\alpha \Delta t_k} \text{ [m²]}. \qquad (7)$$

Selles valemis ei ole arvestatud q väärtust ja järelikult on jahutaja tööpind F valitud teatava varuga.

Vajaliku külmutusvahendi hulga arvestust M kg produkti jahutamiseks teostatakse valemiga

$$M_1 = \frac{Mc(t_a - t_1)}{c_1(t_a' - t_1')} \text{ [kg]}. \quad (8)$$

Külmutusseadmed.

Nagu juba eespool märgitud, võimaldab jahutamine voolava veega alandada piima temperatuuri mitte alla 13°, kuna vee temperatuur on harva madalam kui 10°.

Kui jahutamisel kasutada jääd või frigaatorseadist, siis võib jahutamise võimalikke piire alandada 3 kuni 4°, veele keedusoola lisamisel aga võib piima jahutada kuni 0°.

Soolvee kasutamine nõuab suurt jääkulu. Peab üldse märkima, et suurte piimahulkade jää abil jahutamine omab rea puudusi. Ta nõuab jäähoidlate ehitamist, suurte jäähulkade varumist ja hoidmist, on seotud suure mahuga käsitsiteostatavate töödega jää transportimisel, raiumisel ja kastidesse (frigaatoritesse) panemisel ja, mis eriti tähtis, ei taga piimatalitustes nõutavat hügieeni. Eriti raskendatud ja keerukas on jää varumine ja hoidmine lõunarajoonides, kus teda vajatakse suurel hulgal.

Täiuslikumaks jahutamismooduseks on külmetusmasinate või seadmete kasutamine, mis toodavad „kunstlikku" külma.

Külmutusseadmeid, mis on leidnud laialdast kasutamist piima- ja toiduainetööstuses, hakatakse viimasel ajal juurutama põllumajandusse, esmajoones sovhooside ja kolhooside suurtesse loomakasvatusfarmidesse.

Kõige laiemalt on levinud nõndanimetatud kompressoriga jahutusseadmed, mis töötavad selliste vedelikkude abil, mis muutuvad auruks temperatuuril, mis on tunduvalt madalamad nullisest temperatuurist ja, vastupidi, eelneva rõhu ja veega jahutuse mõjul muutuvad uuesti vedelaks. Kergestiauruvate vedelikkude aurude vedelaks muutmiseks on vaja energiat, samal ajal aga on nende vedelikkude uuesti auruks muutmiseks küllalt ainult rõhu alandamisest.

Külmutusvahenditena kasutatakse kergestiauruvaid vedelikke nagu ammoniaaki (NH_3), süsihappegaasi (CO_2), väävlishapet ja kloormetüüli (CH_3Cl).

Ammoniaagi auramisprotsess toimub temperatuuril —33,5°, süsihappegaasil temperatuuril —78,5°.

Tüüpiline ammoniaagiga külmutusseade (joon. 263) koosneb elektrimootori *3* poolt käitatavast kompressorist *2*, kondensaatorist *4*, redutseerimisventiilist *5* ja aurustajast *1*. Kompressor, kondensaator, ventiil ja aurustaja on seotud omavahel torustikuga ja moodustavad ühtse kinnise ahela.

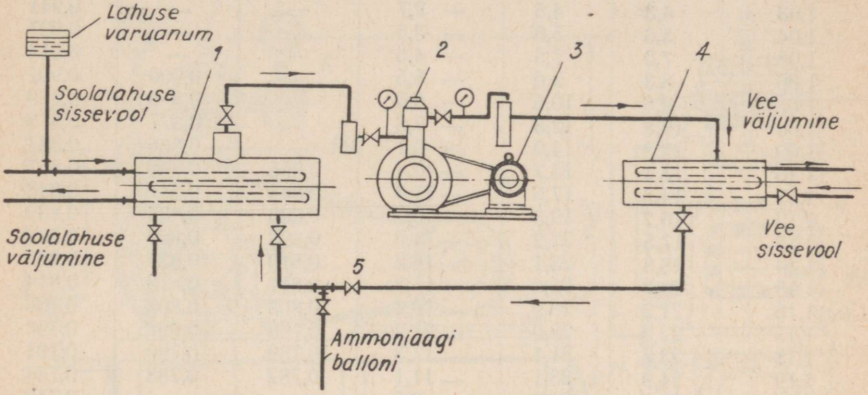
Seade töötab järgmiselt. Kompressor imeb aurustajast gaasi ja surub ta kokku 9 kuni 14 at. Komprimeerimisel tõuseb gaasi tem-

peratuur umbes 35—40°. Kompressor surub kokkusurutud gaasi kondensaatorisse. Kondensaatori kesta sisse on asetatud keerdtoru, milles tsirkuleerib veevõrgust sisse juhitud külm vesi.

Kondensaatoris muutuvad komprimeeritud ammoniaagi aurud algul vedelaks, ühtlasi jahtub vedel ammoniaak peaaegu jahutusvee temperatuurini.

Kondensaatorist voolav vedel ammoniaak läbib redutseerimisventiili, kus ta rõhk alaneb 2—3 at.

Torustiku kaudu saabub vedelik ventiilist aurustajasse, mis nagu kondensaatorgi, koosneb kestast ja torudesüsteemist. Tingituna rõhu alanemisest aurustajas vedel ammoniaak aurustub. Ammo-



Joonis 263. Ammoniaagiga külmetusseadme skeem.

niaagi auramisega kaasneb ümbritsevast keskkonnast sellele protsessile vajaliku aurumissoojuse võtmine.

Edasi imetakse gaas uuesti kompressorisse ja kogu protsess kordub, kulgedes pidevalt.

Sel viisil on aurustaja kestas alati gaas, temperatuuriga —25° kuni —33°. Saadava külma juhtimiseks ja kasutamiseks on aurustaja torud ühendatud piimajahutajaga. Aurustaja torud on täidetud soolveega ja pumba abil on loodud temas tsirkulatsioon. Kui vajatakse külmutusseadet piimasaaduste säilitamiseks, varustatakse piimasaaduste hoiuruum radiaatoritega, milledesse juhitakse aurustajast külma soolvett.

Soolveena kasutatakse mitmesuguse kontsentratsiooniga keedusoolalahuseid. Mida kõrgem on lahuse kontsentratsioon, seda madalam on tema külmumistäpp.

Tabelis 46 on toodud andmed, mis iseloomustavad keedusoolalahuseid. Lahuse kontsentratsiooni valik sõltub piima antud jahutustemperatuurist või külmutusruumi nõutavast temperatuurist. Soolvee külmumistemperatuur peab olema piima jahutustemperatuurist või külmutusruumi temperatuurist madalam vähemalt 10° võrra. Tavaliselt kasutatakse piima jahutamisel lahust, mis koosneb 18—21 kg soolast 100 liitri vee kohta.

Tabel 46

Keedusoola- (NaCl) lahused.

Erikaal temperatuuri juures + 15° (g/sm³)	Soolasisaldus		Külmumistemperatuur	Lahuse erisoojus cal/kg °C temperatuuril		
	lahuses protsentides	100 veeosa kohta		— 10°	— 5°	0°
1,00	0,1	0,1	0,0	—	—	1,001
1,01	1,5	1,5	— 0,8	—	—	0,973
1,02	2,9	3,0	— 1,7	—	—	0,956
1,03	4,3	4,5	— 2,7	—	—	0,941
1,04	5,6	5,9	— 3,6	—	—	0,927
1,05	7,0	7,5	— 4,6	—	—	0,914
1,06	8,3	9,0	— 5,5	—	0,900	0,901
1,07	9,6	10,6	— 6,6	—	0,888	0,889
1,08	10,8	12,3	— 7,8	—	0,877	0,878
1,09	12,3	14,0	— 9,1	—	0,866	0,867
1,10	13,6	15,7	— 10,4	0,855	0,856	0,857
1,11	14,9	17,5	— 11,8	0,845	0,847	0,848
1,12	16,2	19,3	— 13,2	0,836	0,838	0,839
1,13	17,5	21,2	— 14,6	0,828	0,829	0,830
1,14	18,8	23,1	— 16,2	0,819	0,821	0,822
1,15	20,0	25,0	— 17,8	0,811	0,813	0,814
1,16	21,2	26,9	— 19,4	0,803	0,805	0,806
1,17	22,4	29,0	— 21,2	0,796	0,797	0,798
1,18	23,7	31,1	— 17,3	0,789	0,790	0,791
1,19	24,9	33,1	— 11,1	0,782	0,783	0,784
1,20	26,1	35,3	— 2,7	—	—	0,778
1,203	26,3	35,7	0,0	—	—	0,776

Ammoniaagiga külmetusseadme konstruktsiooni näitena vaatleme Odessa tehase 10 000 cal/h tootlikkusega seadet И-10.

Peale aurustaja on kõik selle seadme (joon. 264) osad kinnitatud nurkrauast valmistatud raamile ühiseks agregaadiks. Agregaat koosneb kompressorist *4*, kondensaatorist *11*, mudakogujast *1*, sisselaskeventiilist *9*, ammoniaagi manovaakummeetrist *2*, ventiilist õhu väljalaskmiseks *3*, ammoniaagi manomeetrist *5*, surveventiilist *6*, õlilisamisventiilist *10*, elektrimootorist *7*, õlieraldajast *13*, raamist ja veorihma kaitsekilbist *8*.

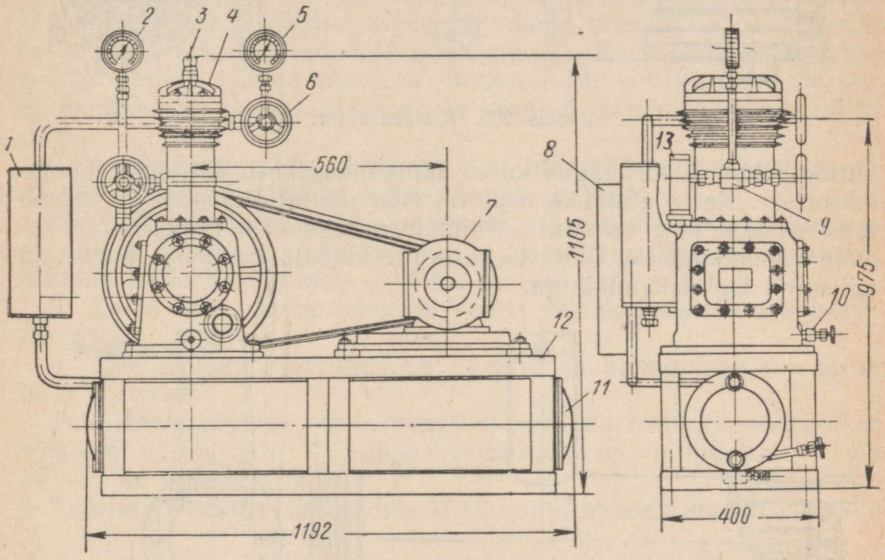
Kompressor on kahesilindriline, vertikaalne, otsevooluga ja lihtsa toimega. Silindrite läbimõõt on 75 mm, kolvi käik 85 mm, võlli pöörete arv minutis 500. Silindrite teoreetiline maht on 22,5 m³/h. Jahutus toimub õhuga, määrimine pritsimise teel. Rihmratta (mis täidab ka hooratta ülesandeid) läbimõõt on 370 mm. Kompressorit käitab elektrimootor kiilrihmade abil.

Klapid on plaadikujulised. Sisselaskeklapid asuvad kolvide põhjades, surveklapid silindrite peal. Surveklapid on surutud pesadele vedrudega ja nad täidavad samuti kaitseventiilide ülesannet. Juhul, kui silindrisse sattunud vedela ammoniaagi tõttu toimub hüdrauli-

line löök, siis võtab vedru ta enda kanda, mis väldib kompressori võimalikke vigastusi.

Kompressor on varustatud kaitseklapiga, mis asub silindriploki seesmises surveõõnsuses. Ta kujutab enesest otsakut, millesse on asetatud malmplaat. Kui imemis- ja surverõhu vahe tõuseb liiga kõrgele, siis plaat puruneb ja gaas juhitakse surveõõnsusest imiõõnsusesse. Plaat on arvestatud 18 at rõhkude diferentsile.

Gaas juhitakse aurustajast torude kaudu vahetult kompressori silindrite alumisse ossa ja karteriruumi, seepärast peab karteriruum olema hermeetiliselt suletud.

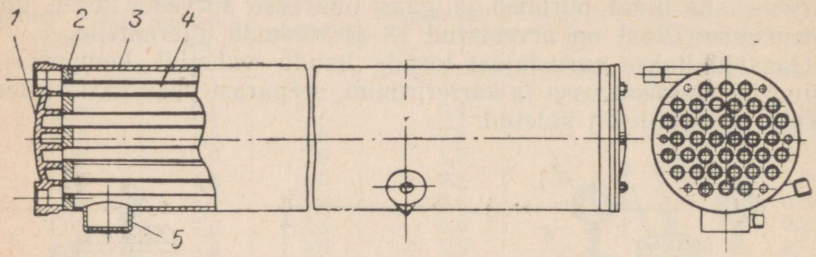


Joonis 264. Kompressoriga И-10 ammoniaagiga külmutusseadme üldvaade.

Kondensaator (joon. 265) on horisontaalne, paljukäiguline, torutrummel-konstruktsiooniga ja omab jahutuspinda 3 m². Tema ülesandeks on kompressori poolt kokku surutud ammoniaagiauru vedelaks muutmine.

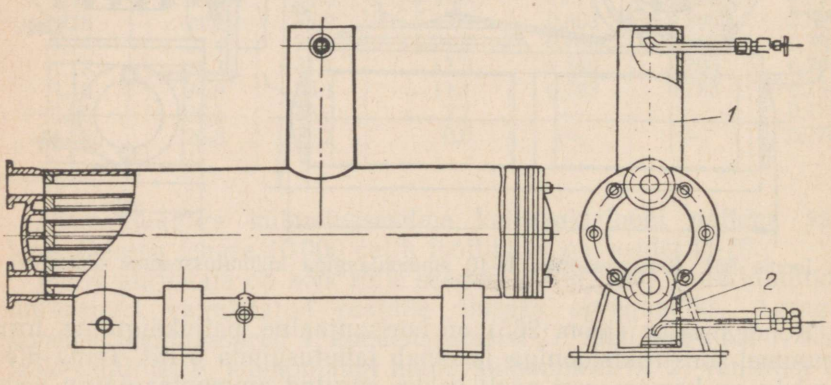
Kondensaatori kest on valmistatud terastorust *3*, mille otstele on keevitatud restid *2*. Restide avaustesse on keevitatud tõmmatud torud *4*. Restid on kaetud ribidega varustatud malmkaantega *1*, mis jagavad torud sektsioonidesse. Üks malmkaas on varustatud kahe avausega vee juurdevoolu ja väljavoolu torudega ühendamiseks. Vesi juhitakse alumisse torusse, sealt läbib ta järjestikku kõik kondensaatori torusektsioonid ja voolab ülemist toru kaudu välja. Ammoniaagitorude ühendamiseks on kondensaatori kestal kaks otsakut, kuna õli kogumiseks, mis satub kondensaatorisse koos ammoniaagiaurudega, on kesta alumisse ossa ette nähtud õlikoguja *5*. Õli väljalaskmist teostatakse perioodiliselt väljalaskeventiili kaudu.

Aurustaja (joon. 266) on horisontaalne, toru-trummel-konstruktsiooniga, paljukäiguline, ja omab 4 m² jahutuspinna (soolvee suhtes). Tema üldine ehitus on sarnane kondensaatori ehitusega. Aurustaja sisemine maht on täidetud vedela ammoniaagiga, torudes voolab aga soolvesi. Aurustaja kesta ülemises osas on kuiv-



Joonis 265. Kondensaator.

aurukollektor *1*, mis tagab kuiva ammoniaagiauru sattumise kompressorisse. Kesta alumises osas on ette nähtud õlikoguja *2*. Aurustaja seatakse üles vahetult põrandale agregaadi kõrvale. Külmakadude vähendamiseks ümbritsevasse keskkonda kaetakse aurustaja välispind isolatsioonikihiga.



Joonis 266. Aurustaja.

Aurustaja ja kompressori vahele gaasitorustikku asetatakse mudakoguja, mis hoiab ära mustuse ja juhusliku tagi ning rooste sattumise torudest kompressorisse. Ta kujutab enesest kinnist silindrit, millesse on asetatud võrkfilter. Ammoniaagiaurud puhastatakse filtri võrgust läbimisel. Filtrit puhastatakse perioodiliselt. Ammoniaagiaurud, läbides kompressori, kannavad osaliselt ära tema määrdeõli ja, sadestudes õlikondensaatori või aurustaja torude pinnale, alandavad nende soojusülekannet. Selle vältimiseks on kondensaatori ja aurustaja vahele üles seatud õlikoguja. Ta kujutab enesest kahe toruga silindrit. Gaas juhitakse silindrisse ülemises torus olevate avauste kaudu, välja tuleb ta alumise toru otsast. Õli

eraldumine toimub tingituna järsust segu liikumissuuna ja kiiruse muutmisest, kusjuures õliosakesed eralduvad gaasist ja kogunevad silindri põhja. Siit lastakse õli aeg-ajalt ventiili kaudu välja. Ammoniaagiauru temperatuuri mõõtmiseks on õlikoguja ülemisse ossa keevitatud hülss, millesse valatakse õli ja asetatakse termomeeter.

Ühendustorud, millede kaudu voolab ammoniaak, on tõmmatud terasest ja arvutatud protsessi maksimaalsele rõhule.

Külmutusseadme süsteemi täitmine ammoniaagiga teostatakse järgmiselt.

1. Pärast kogu süsteemi läbipuhumist ja puhastamist liivast ja tagist proovitakse kõikide osade ühenduste tihedust. Proov teostatakse kompressorilt saadud 16 at õhurõhuga. Kui 12 t jooksul manomeetri näidud jäävad peaaegu muutmatuks, siis garanteerib see, et montaaž on teostatud õigesti ja tagatud on gaasi kadude vältimine.

2. Sama kompressori abil (ventiilide ümberlülitamise teel) eemaldatakse süsteemist õhk ja temas luuakse vaakum.

3. Külmutusseadme gaasijuhtmestikuga ühendatakse ammoniaagiballoon. On otstarbekohane enne ammoniaagi väljalaskmise algust asetada balloon kaaludele ja teda kaaluda.

4. Lasta käiku kompressor ja avada vee tsirkulatsioon kondensaatoris.

5. Avada ammoniaagiballooni ventiil ja ammoniaak üle pumbata süsteemi.

Täie ja tühjendatud ammoniaagiballooni kaalumisega määratakse süsteemi täitmisaste. Täielikuks täitmiseks on normaalselt tarvis 35—40 kg ammoniaaki.

Tabelis 47 on toodud seadme И-10 tehniline iseloomustus.

Tabel 47

Ammoniaagi külmutusseadme И-10 tehniline iseloomustus.

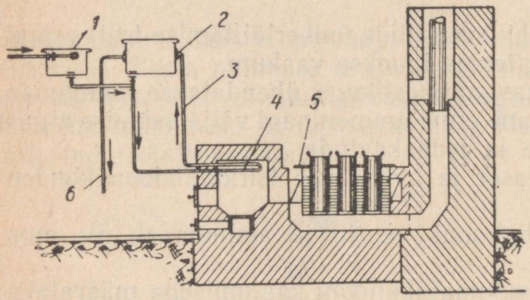
Andmed	Suurus
Külmatootlikkus cal/h	10 000
Efektiivne võimsuse kulu HJ	3,3
Elektrimootori võimsus kW	5,2
Veekulu jahutamiseks l/h	3000
Külmutusvahendi (ammoniaagi) hulk süsteemi täitmiseks kg	35—40
Seadme (aurustajata) gabariitmõõdud mm:	
pikkus	1250
laius	535
kõrgus	1150
Aurustaja gabariitmõõdud mm:	
pikkus	1370
laius	410
kõrgus	830
Soolveetorustiku läbimõõt mm	50
Seadme (aurustajata) kaal kg	480
Aurustaja kaal kg	250

PIIMA KUUMUTAMINE.

Lihtsamad piimakuumutamise moodused.

Farmide piimatalituste tingimustes teostatakse piima ja piimasaaduste kuumutamist järgmistel juhtudel: 1) enne koore lahutamist rasva paremaks eraldamiseks — temperatuurini 35—40°; 2) piima, koore või lõssi pastöriseerimisel nendes olevate mikroorganismide hävitamise ja nende säilivuskindluse tõstmise eesmärgil — temperatuurini 63° või 85°; 3) enne piima ja lõssi söötmist noorkarjale — temperatuurini 35—40° ja 4) real juhtudel piima algelisel piimasaadusteks ümbertöötamisel.

Kuumutamine teostatakse kas tulega või aurpastörisaatoritega. Esimesel juhtumil soojendatakse piima ja piimasaadusi vahetult tulisesse vette asetatud nõudega, teisel aga kas piima läbilaskmisega õhukese kihina mööda tulist pinda või kaheseinalistes vannides.



Joonis 267. Tulekasti skeem piima soojendamiseks ja pastöriseerimiseks.

Õhukesekihiline ehk kiirpastöriseerimine on kõige täiuslikum kuumutamismenetlus ja seisab selles, et piim või koor, läbides õhukese kihina tulise pinna, soojeneb mõne sekundi vältel temperatuurini 85° ja jahutatakse viivitamatult temperatuurini 4—8°.

Pastöriseerimist kaheseinalistes vannides nimetatakse pikaajaliseks. Siin soojendatakse piim või koor, mis on vanni valatud kindla portsjonina, aegamööda temperatuurini 60—63°, hoitakse teda selles temperatuuris mitte alla 30 minutit ja hiljem jahutatakse.

Veesoojenduskastid kujutavad enesest lihtsamaid aparaate piima ja piimasaaduste soojendamiseks, vahel aga ka pikaajaliseks pastöriseerimiseks. Nad on kõlblikud väikestele farmidele ja juhtudel, kui majapidamise piima põhiline hulk antakse piimatööstusse rõõsalt, teine osa aga, mis leiab kasutamist majapidamises, pastöriseeritakse.

Üks täiuslikumaid veesoojenduskaste, mis on kujutatud joon. 267, koosneb tellistest koldest, millesse on sisse ehitatud raudkatel *5*. Katel täidetakse veega ja temasse asetatakse piimaga täidetud toobrid. Koldegaasid, läbides alumist kanalit ja külgkanaleid, soojendavad katlas olevat vett. Selleks, et piim kiiremini ja ühtlasemalt soojeneks, segatakse teda aeg-ajalt piimasegaja abil.

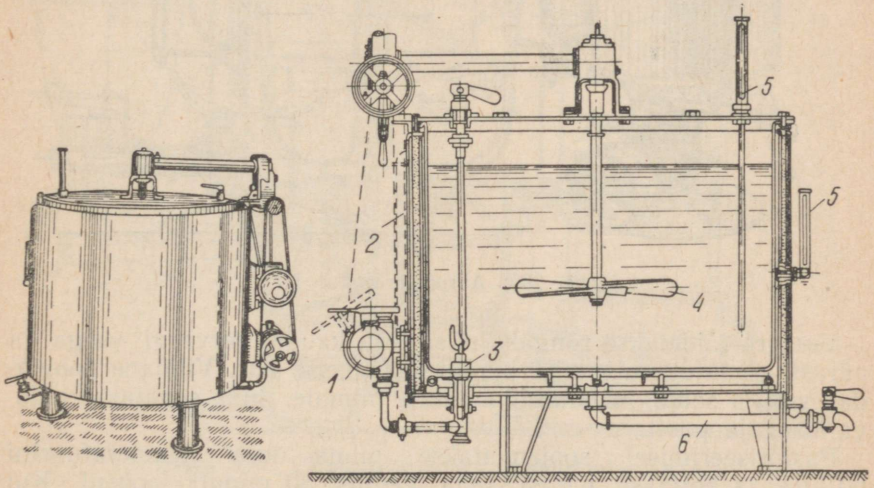
Niisuguse kolde lõõri ülemisse ossa asetatakse raudtoru suitsu ja koldegaaside jaoks, teine kanal aga toru ümber on aurude väljaimemiseks ruumist. Piimanõude pesemiseks vajaliku vee soojenemine toimub kolde ülemisse ossa kinnitatud raudtorust spiraali *4* ja kahe veepaagi abil.

Spiraaltorus soojendatud vesi juhitakse toru *3* kaudu paaki *2*, spiraaltoru aga täitub külmema veega sama paagi alumisest osast. Seoses kuuma vee kulutamisega täitub paak *2* veega paagist *1*, milles on olemas kerakujuline ujuk suluklapiga, mis hoiab vee ühel tasapinnal.

Piima pastöriseerimine.

Täiuslikumaks aparaadiks piima pikaajaliseks pastöriseerimiseks, tema soojendamiseks enne koorelahutamist, samuti piima jahutamiseks pärast pastöriseerimist, on tehase „Sojuzprodmašina" pastörisaator ВДП (joon. 268).

Ta kujutab enesest 300- või 600-liitrise mahuga kaheseinalist silindrilist vanni. Välimised raudseinad on isoleeritud asbestkihiga



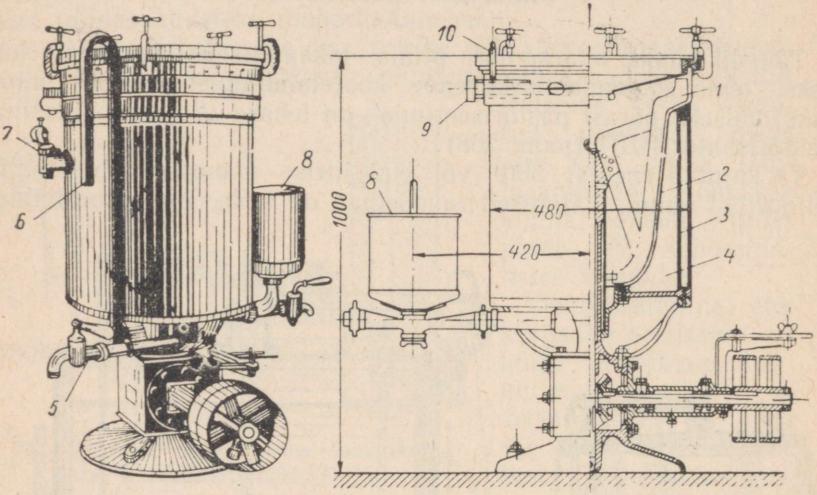
Joonis 268. Pastörisaatori ВДП üldvaade ja vertikaalne lõige.

ja kaetud õhukese raudplekiga. Sisemised seinad on vasest ja tinutatud. Välimise ja sisemise seina vahele on moodustatud veesärk, mille põhja on pandud rõngakujuline auru- ja veejuhtimistoru. Toru kogu pikkusel on olemas avaused auru ja vee ühtlaseks väljavoolamiseks. Rõngakujuline toru on ühendatud välimise ühendustoruga *6*, millel on torukolmik auru- ja veetorustiku ühendamiseks ning väljalaskekraan. Ülemises osas on veesärk ühendatud ülevoolutoruga *2*.

Vanni põhja on kinnitatud äärik korgiga *3*, millel on käepide, mis on välja toodud kaande. Ääriku alla on ühendatud piimapumba *1* imemistoru.

Vanni kaane keskkohale on kinnitatud propellersegaja *4*, mille paneb ülekanderihma ja kahe koonilise hammasrattapaari kaudu pöörlema elektrimootor. Segaja ülekandevõll on rihmajamiga sidestatud pumbaga ja paneb viimase pöörlema. Piima ja vee temperatuuri kontrollimiseks on üles seatud kaks termomeetrit *5*.

Piim valatakse vanni avatud kaane kaudu piimapaagist isevoolu teel või pumba *1* abil. Selleks otstarbeks ühendatakse pumba imitoru tiibmutrite abil piimapaagi toruga.



Joonis 269. Aurpastörisaator ПП.

Veesärk täidetakse rõngakujulise toru kaudu veevärgi veega ja pärast kraanide sulgemist juhitakse temasse aur. Viimane soojendab vett ja soojus kandub läbi seinte piimale, mida segatakse pidevalt segaja poolt.

Pastöriseerimisel soojendatakse piima kuni temperatuurini 60—63° ja hoitakse pärast seda vannis 30 minuti jooksul. Kui piimatalituses on eraldi torujahutaja, siis on kasulikum kuum piim pumbaga vannist ära imeda ja läbi jahutaja lasta. Piima võib jahutada ka vannis, kuid suure veekuluga ja ainult temperatuurini 12—13°.

Piima soojendamisel enne koorelahutamist on eelkirjeldatud vannid mugavad selle poolest, et piima ei ole tarvis üle valada paaki, vaid võib kohe pumbata koorelahutajasse.

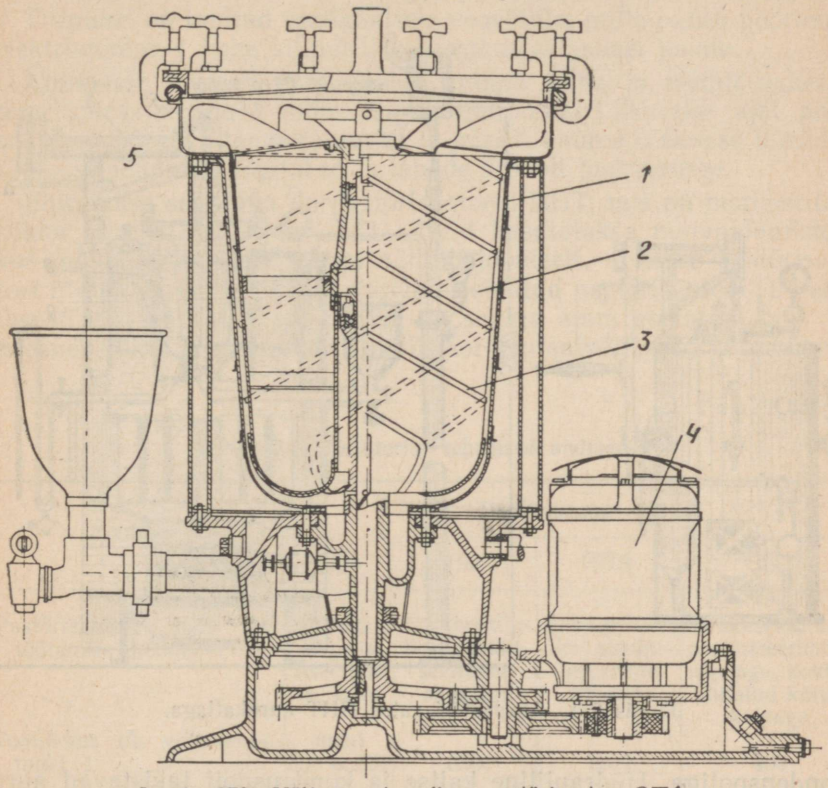
Sageli kasutatakse niisugust pastörisaatorit piima hapendamiseks, hoides teda nõutavas temperatuuris mitme tunni jooksul.

Kiirpastöriseerimisaparaatidest on leidnud laialdast levikut segajaga aurpastörisaatorid ПП (joon. 269).

Kiirpastörisaatoreid ehitatakse mitmes mõõdus ja nii alumise kui ka ülemise segaja-ajami asetusega.

Pastörisaatori ПП ehitus on järgmine:

Õõnsale malmalusele on kinnitatud poltidega katlarauast välimine silinder *3*. Väljastpoolt on silinder isoleeritud ja kaetud õhukese raudplekiga. Silindri sisse on asetatud vasest tinutatud anum *2*, mis on tüvikoonuse kujuline ja oma ülemises osas laiendatud lehtriks. Vahel kinnitatakse anuma välispinnale riba ribisid, millede



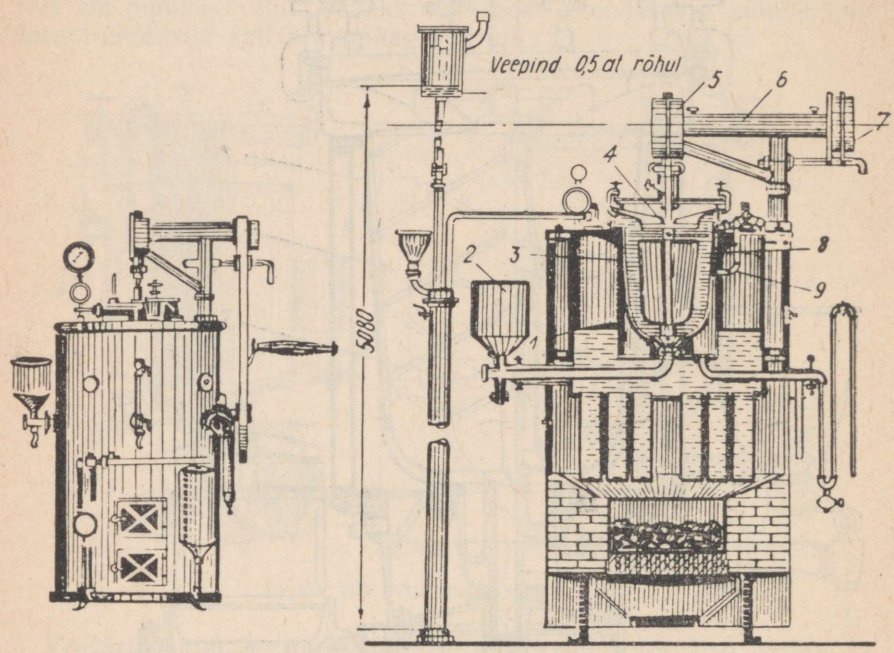
Joonis 270. Väljasurvetrumliga pastörisaator ОПА.

servad on painutatud ülespoole. Nad suurendavad anuma tugevust ja, mis kõige tähtsam, hoiavad ära paksu kondensaadikihi tekkimist pinnale, parandades sellega soojusülekannet läbi seinte. Pealt on anum kaetud mahavõetava kaanega, mis on kinnitatud klambrite abil. Tihenduseks on kaane alla pandud rõngakujuline kummtihend. Kaane keskele on tehtud avaus auru ja gaaside väljajuhtimiseks, mis eralduvad piimast tema soojendamise ajal.

Anuma sisse on monteeritud kolme- või neljalabaline segaja *1*, mille labade kuju on valmistatud vastavalt anuma seinale. Alumises osas on segajal puks, mille abil ta ühendatakse vertikaalse ülekandevõlliga.

Segaja ülekandemehhanism koosneb tühi- ja veorihmrattast, kahest koonilisest hammasrattast ja vertikaalsest ning horisontaalsest ülekandevõllist.

Aur, juhituna seinavahelisse ruumi *4*, annab oma soojuse läbi anuma seinte piimale, kondenseerib ja väljub pastörisaatorist vee näol alumise torujatku *5* kaudu. See harutoru on painutatud toru abil ühendatud hüdraulilise kaitsmega *6*, mis võimaldab 0,5 m kõrguse veesamba. Mõnedes konstruktsioonides on harutoru *5* ühendatud



Joonis 271. Aurpastörisaator ПНТ aurukatlaga.

kondenspotiga. Hüdrauliline kaitse ja kondenspott takistavad auru väljumist aurusärgist.

Pastörisaatorit toidetakse tavaliselt heite- (kasutatud) või värske auruga rõhul 0,1—0,2 at. Rõhku aurusärgis reguleeritakse automaatselt kaitseklapiga *7*.

Piim juhitakse piimapaagist lehtrisse *8* eraldi pumba abil või isevoolu teel ja ta satub harutoru kaudu anumasse. Kiirestipöörlev segaja, mis pannakse pöörlema enne piima sisselaskmist, surub piima vastu anuma seina, moodustades piimast paraboloidse lehtri. Pidevalt juurde tulev piim surub varem nõus oleva piima üles. Selle tagajärjel, samuti segaja labade mõjul, tõuseb piim peene kihina mööda anuma tuliseid seinu üles, soojeneb ja rõhu mõjul, mille loovad segaja labade ülemised otsad, väljub ülemisse harutorusse *9*.

Tekitatud rõhk on täiesti küllaldane piima tõstmiseks 2 m kõrgusele, mis tagab piima etteandmise ükskõik missugusesse jahutajasse.

Väljuva piima temperatuuri kontrollitakse termomeetriga *10* ja reguleeritakse auruventiili abil etteantava auruhulga muutmisega.

Pastörisaatorites ОПА (joon. 270) on segaja asemele anumasse *1* asetatud vasest tinutatud väljasurvetrummel *2*. Trumli külgpinnale on külge joodetud spiraalsed ribad *3*, trumli peale aga radiaalsed labad *5*.

Trummel on tapitud vertikaalsele veovõllile, mille paneb pöörlema elektrimootor *4* kahe silindrilise hammasrattapaari kaudu.

Anumasse *1* tulev piim voolab anuma seina ja trumli vahesse ning spiraallabade *3* mõjul liigub ülespoole. Liikumise ajal piim soojeneb nõutava temperatuurini ja pärast anuma ülemisse laiendatud ossa jõudmist visatakse ta labade *5* poolt harutorusse.

Ehitatakse segajaga aurpastörisaatorid ПНТ, mis on monteeritud kokku aurukatlaga (joon. 271). Neid kasutatakse majapidamistes, kus puudub aurukatel. Nagu nähtub jooniselt, ei erine pastörisaatori üldine ehitus tegelikult varemkirjeldatud pastörisaatori ПП ehitusest, välja arvatud ajam. Siin on segaja ajam asetatud üles ja koosneb tühi- ja veorihmrattast *7*, horisontaalvõllist *6*, kahest koo-

Tabel 48

Piimapastörisaatorite tehnilised andmed.

Andmed	Pastörisaatori tüüp			
	ВДП	ПП	ОПА	ПНТ
Pastörisaatori tüüp ja töötamise põhimõte . .	pikaajalise pastöriseerimise vann	õhukesekihiline pastöriseerimine segajaga	õhukesekihiline pastöriseerimine trumliga	õhukesekihiline pastöriseerimine segajaga, kokkuehitatud küttekoldega
Tootlikkus l/h või vanni maht l	maht 300 ja 600	350	1000	400
Aparaadi küttepind m² .	2,0 ja 3,50	0,55	0,60	0,47
Piima maksimaalne võimalik soojendamise temperatuur kraadides . .	72	95	98	95
Auru lubatav rõhk at . .	0,5	0,5	0,5	0,5
Segaja või trumli pöörete arv minutis	50—60	250—320	367	348
Elektrimootori vajalik võimsus HJ	0,5	0,5	1,0	0,6
Gabariitmõõdud mm:				
pikkus	1800	940	1135	1600
laius	1200	530	640	1160
kõrgus	1480	1081	1175	2000
Kaal kg	376	210	180	676

nilisest hammasrattast, mis on kaetud karbiga *5*, ja vertikaalvõllist *4*. Vertikaalvõll on segajavõlliga ühendatud muhvi abil.

Selle pastörisaatori aurukatla ehitus ja toime on analoogiline söödaaurutamisagregaatide aurukatelde ehituse ja toimega.

Mitmesuguste pastörisaatorite põhilised tehnilised andmed on antud tabelis 48.

Iga pastörisaator peab olema rangelt vertikaalselt asetatud kindlale alusele. Pastörisaatorites ПП ja ПНТ võib segaja pöörete arvu muutmise teel piima tõstmise kõrgust (pärast soojendamist) reguleerida, et teda vahetult jahutajasse juhtida.

Piimajahutaja antud kõrguse juures võib segaja vajalik pöörete arv olla määratud järgmiselt:

Vaadeldes segaja labade ülemiste otste toimet, nagu tsentrifugaalpumba labade toimet, võib arvata, et piima tõstmine toimub kineetilise energia arvel, mille piim omandab enne väljumistorusse sattumist. Järelikult võib, kasutades mehaanika põhivõrrandit, kirjutada, et:

$$\frac{mv^2}{2} = PH,$$

kus m on piima mass,
v — piima kiirus torusse sisenemise momendil m/sek,
P — piima kaal kg,
H — teoreetiline tõstmiskõrgus m.

Kuna kaal $P = mg$, siis

$$\frac{mv^2}{2} = mgH.$$

Koondades võrrandi paremat ja vasakut poolt, saame:

$$\frac{v^2}{2} = gH,$$

kust leiame teoreetilise tõstekõrguse

$$H = \frac{v^2}{2g} \text{ [m]},$$

kus v on piima kiirus enne sattumist torusse, mis on võrdne segaja labade ülemiste otste kiirusega, ja
g — raskustungi kiirendus, mis on võrdne 9,81 m/sek^2.

Tingituna hõõrdekadudest torudes on piima tegelik tõstekõrgus 0,2—0,5 m võrra arvutatust väiksem.

Teades segaja laba otsa välispunkti joonkiirust, on lihtne määrata segaja pöörete arvu.

Kuna

$$v = 2\pi rn,$$

kus r on segaja raadius ja
n — segaja pöörete arv sekundis,
võib piima tõstmiskõrguse määramise valemile anda järgmise kuju:

$$H = \frac{(2\pi rn)^2}{2g},$$

kus

$$n = \sqrt{\frac{2gH}{4\pi^2 r^2}} \text{ [p/sek]}.$$

Pastörisaatorites ПП ja ПНТ piima tõstekõrguse juures 0,5—2,5 m piirides muutub segaja pöörete arv minutis vastavalt tabelile 49.

Igas vaadeldud pastörisaatoris oleneb aurukulu pastörisaatori tootlikkusest, produkti erisoojusest, produkti soojendamise temperatuurist, soojendava auru omadustest ja pastörisaatori kasutegurist. Nimetatud suuruste tundmisel määratakse tunnine aurukulu soojusbilansist:

$$Mc(t_2 - t_1) = P(i - t_k)\eta,$$

kus M on pastörisaatori tootlikkus kg/h,
c — produkti erisoojus cal/kg °C,
$t_2 - t_1$ — produkti alg- ja lõpptemperatuuride vahe,
P — kulutatud auru hulk kg/h,
i — auru soojussisaldus cal/kg,
t_k — pastörisaatorist lahkuva kondenseerunud vee soojussisaldus cal/kg, mis on arvatud arvuliselt võrdseks sama vee temperatuuriga,
η — pastörisaatori kasutegur, mis on võrdne 0,8—0,9.

Arvutusvalem aurukulu määramiseks omandab järgmise kuju:

$$P' = \frac{Mc(t_2 - t_1)}{(i - t_k)\eta} \text{ [kg/h]}.$$

Tabel 49

Piima tõstekõrguse sõltuvus pastörisaatori segaja pöörete arvust.

Tõstekõrgus m	Pastörisaatori segaja pöörete arv minutis	
	pastörisaator ПП	pastörisaator ПНТ
0,5	210	260
1,0	240	300
1,5	270	340
2,0	300	390
2,5	320	400

PIIMA SEPAREERIMINE.

Koorelahutajate konstruktsioon.

Piima separeerimiseks nimetatakse mehaanilist menetlust täispiima lahutamiseks kooreks ja lõssiks. Seda teostatakse separaatorite ehk koorelahutajate abil ja see menetlus omab rea eeliseid, võrreldes koore eraldamisega muudel moodustel. Nii saab, tänu protsessi lühiajalisusele ja pidevusele, separeerimisel täiesti värsket koort ja lõssi, rasvaeraldamise aste küünib 99,98%, sel ajal kui piima hoidmisega rasva eraldamisel see ei ületa 70—75%. Separeerimisel puhastatakse koor ja lõss täiendavalt mehaanilisest risust, millest tingituna koor on alati puhtam. Koore rasvasisaldust on võimalik suurtes piirides reguleerida, vastavalt koore otstarbele.

Piima separeerimisel vahetult farmi piimatalituste poolt ja toodangu äraandmisel koorena, hapukoorena ja võina saavad majandid värsket lõssi noorkarja söötmiseks omast karjast ja hoiavad tunduvalt kokku transpordi ja piimanõude soetuskulude arvel.

Piimaseparaatorid (koorelahutajad) jagunevad konstruktiivsete erinevuste poolest kolme gruppi:

1. Lahtised — kus piima etteandmine ja koore ning lõssi väljumine toimub lahtiselt, s. t. õhu juurdepääsuga. Nad võivad olla käsiajamiga kui ka mehaaniliselt rakendatavad. Lahtised koorelahutajad ehitatakse tootlikkusega 60 kuni 2000 l/h.
2. Poollahtised (ehk poolhermeetilised) — kus piima etteandmine

Tabel 50

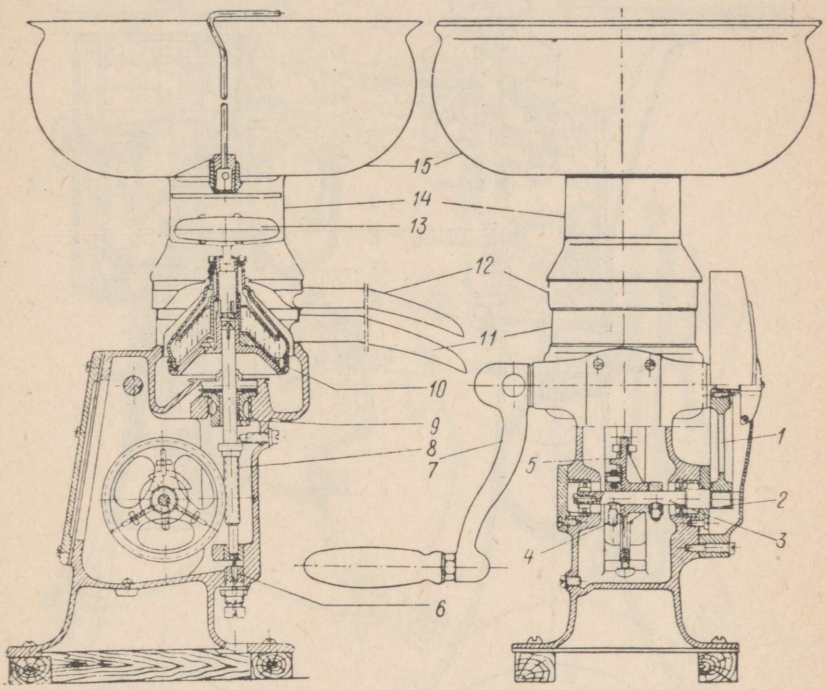
Koorelahutajate põhilised tehnilised andmed.

Andmete nimetus	„Dzeržinets" Molotovis	„Volga" Kuibõševi tehas	„Uraal-6" Dzeržinski-nimeline tehas Molotovis	„Zvezda-6" Molmašstroi tehas Moskvas	OCK-1000 Bolševski Masinaehitustehas
Tootlikkus l/h . . .	60	100	600	600	1000
Ajami liik	käsi	käsi	käsi ja transmissioonilt	käsi	transmissioonilt
Käsivända või veorihmratta pöörete arv minutis . .	70	60	vända 45, ratta 750	45	800
Trumli pöörete arv minutis	9700	9200	7250	7200	7200
Taldrikute arv trumlis	11—14	16—18	42—45	45—48	52
Trumli kaal kg . . .	1,0	1,35	8,6	8,1	16
Gabariitmõõdud mm:					
pikkus	360	450	850	900	615
laius	315	450	740	500	485
kõrgus	450	540	1340	1270	760
Üldkaal kg	7,5	22,5	120	98	160

on lahtine, koore ja lõssi (või ainult lõssi) väljumine aga kinnine ning see toimub torudesüsteemi kaudu rõhu mõjul, mille loob koorelahutaja. Poollahtised koorelahutajad on ainult mehaanilise veoga ja nad ehitatakse tootlikkusega 1000 kuni 5000 l/h.

3. Kinnised (ehk hermeetilised) — kus piima etteandmine ja koore ning lõssi väljumine on eraldatud välisõhust. Need koorelahutajad on ainult mehaanilise ajamiga ja neid ehitatakse tootlikkusega 1200 kuni 5000 l/h.

Kinnised ja poollahtised koorelahutajad omavad, võrreldes lahtistega, selle eelise, et piim tööprotsessi ajal ei hapendu õhuhapnikuga,



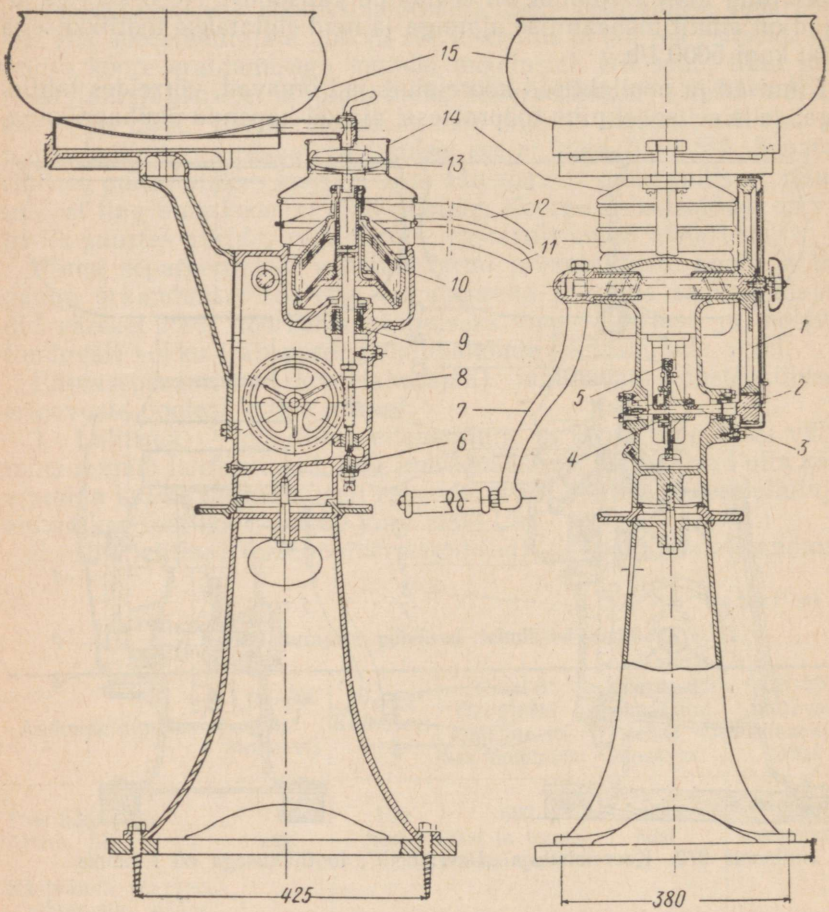
Joonis 272. Koorelahutaja „Dzeržinets", tootlikkusega 60 l tunnis.

ei tekita vahtu, mis segab tööd, ei kao auramise teel ega risustu õhu bakteritest. Neid koorelahutajaid kasutatakse peamiselt suurtes piimatööstustes. Farmide piimatalituste oludes kasutatakse aga tavaliselt lahtisi koorelahutajaid nii käsiajamiga kui ka mehaanilise veoga.

Tabelis 50 on antud kodumaise päritoluga lahtiste koorelahutajate tehnilised andmed. Joonistel 272, 273 ja 274 on näidatud mõnede lahtiste koorelahutajate üldvaated ja läbilõiked.

Lahtised koorelahutajad koosnevad kerest, ülekandemehhanismist, trumlist ja piimaanumast.

Koorelahutaja kere on valatud malmist õõnsa karbi näol ja on kõikide osade kooshoidmiseks. Väikese tootlikkusega (60, 100 l/h) koorelahutajate kered valmistatakse madalad (joon. 272), arvestusega, et nad kinnitatakse vahetult lauale. Kõikidel teistel valmistatakse kered kõrged või monteeritakse nad õõnsatele malmalustele



Joonis 273. Koorelahutaja „Zvezda-6", tootlikkusega 600 l tunnis.

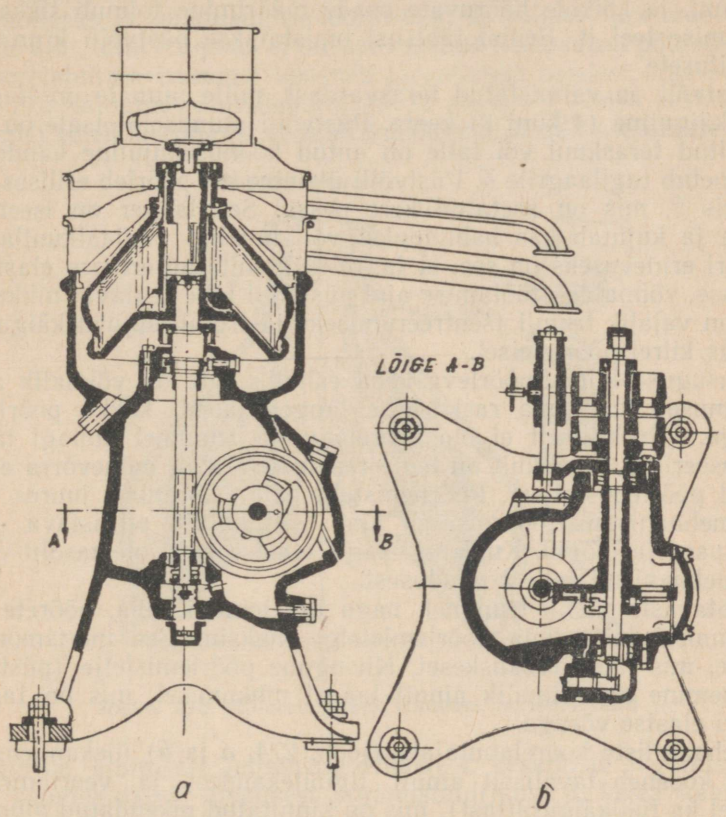
(joon. 273). Sel juhul asetatakse koorelahutaja kerega või alusega vundamendile ja kinnitatakse poltidega.

Käsiajamiga koorelahutajate ülekandemehhanismi ülesandeks on trumli pöörlema panemine, pöörete arvuga 6000 kuni 10 000 minutis. Ülekandemehhanism koosneb ühest silindriliste hammasrataste paarist ja tiguülekandest ning on järgmise ehitusega.

Ülemise võlli (joon. 272 ja 273) vabadele otstele on jäigalt tapitud vänt *7* ja suur silindriline hammasratas *1*. Viimane, olles ala-

liselt sidestatud väikese silindrilise hammasrattaga *2*, paneb pöörlema alumise võlli *3*.

Kere sees on võllile *3* asetatud põrkratas *4* ja tiguratas *5*. Põrkratas on kinnitatud võllile jäigalt, ratas *5* aga on asetatud võllile *3* vabalt. Ta sidurdub üheks tervikuks võlliga põrkratta abil, siis kui vänta hakatakse ringi ajama.



Joonis 274. Mehaanilise ajamiga koorelahutaja OCK-1000, tootlikkusega 1000 l/h.

Tiguratas *5* annab pöörlemise edasi vertikaalsele tiguvõllile — püstvõllile *8*, mille ülemisele otsale on vabalt peale asetatud lahutajatrummel *10*.

Vända pöörlemisel põrkrattal *4* olev põrklink haarab tiguhammasratta *5* pinnal olevast tigurattast kinni ja paneb hammasratta kaasa pöörlema. Vända pöörlemise aeglustamise juhul ja tema peatumisel langeb põrkratta põrklink alla ja vabastab tiguratta *5*, mis püstvõlliga trumli *10* ühenduses jätkab inertsi mõjul tühjalt pöörlemist võllil kuni trumli täieliku peatumiseni. Niisuguse „vabakäigu" olemasolu koorelahutaja ülekandemehhanismis vähendab osade kulumist ja loob mugavusi koorelahutajate teenindamisel.

Kuna koorelahutaja trummel pöörleb väga suure kiirusega, peavad kõik tema ja ülekandemehhanismi osad olema hoolikalt valmistatud, et tagada nende töötamiseks vastavaid tingimusi. Sel eesmärgil valmistatakse enamusel koorelahutajatel hammasrattad viltuse hambaga, alumine võll asetatakse kuullaagritele, tiguratas valmistatakse pronksist, nähakse kindlasti ette „vabakäik", kasutatakse kere sees õlivanni, ja kõikide hõõruvate osade määrimine toimub rikkalikult pritsimise teel jt. Erilist tähtsust omistatakse püstvõlli kinnitusele ja ehitusele.

Püstvõll on valmistatud terasvardast, mille pinnale on lõigatud paljukäiguline (4 kuni 8) keere. Püstvõlli alumisele otsale on sisse pressitud teraskuul või talle on antud koonusekujuline kandetapp, mis toetub tugilaagrile *6*. Püstvõlli ülemine ots pöörleb erilises tugilaagris *9*, mis on asetatud kere pessa. See laager on iseenesest lihtne ja kujutab kas babiidpuksi või tavalist radiaalkuullaagrit. Laagri erinevuseks on see, et ta, olles kinnitatud erilisse elastsesse võrusse, võimaldab töötamise ajal püstvõlli telje teatavat nihkumist, mis on vajalik trumli tsentreerumiseks ja trumli sujuva käigu saamiseks kiirel pöörlemisel.

Igasuguse kiirestipöörleva keha rahulik käik on võimalik ainult tingimusel, kui tema raskuskese langeb täiesti kokku pöörlemisteljega. Praktiliselt ei ole koorelahutaja trummel kunagi täpselt balanseeritud, järelikult on tema raskuskese alati mõnevõrra eemaldatud pöörlemisteljest. Pöörlemistelje jäiga kinnituse juures tekiksid mehhanismis tööprotsessi ajal vältimatult purustava jõuga põrutused ja löögid. Kuid tugilaagri elastse võru olemasolu vabastab mehhanismi sellest puudusest.

Teatavasti püüab trummel, nagu iga teinegi keha, pöörete arvu kasvamisel lähendada pöörlemistelge maksimaalse inertsmomendi teljele, mis läbib raskuskeset. Niisugune pöörlemistelje (püstvõlli) lähenemine on võimalik ainult laagri nihkumisel, mis on tagatud laagri elastse võruga.

Mehaaniliste koorelahutajate (joon. 274, *a* ja *b*) ülekandemehhanism koosneb tavaliselt ainult tiguülekandest ja veorihmrattast (vahel ka tühikäigurattast), mis on kinnitatud pikendatud alumisele võllile.

Mehaaniliste koorelahutajate detailide üldine ehitus (välja arvatud konstruktiivsed mõõted) on samasugune kui käsiajamiga koorelahutajatel. Joonisel 274 läbilõikes kujutatud Bolševski Masinaehitustehase mehaaniline koorelahutaja OCK-1000 on varustatud kahe rihmrattaga *2* ja *3* ning lülituskahvliga *1*, mis võimaldab koorelahutaja käikulaskmisel transmissiooni või elektrimootori veorihma üle viia tühikäigurattalt veorattale. Sellega saavutatakse trumli sujuv kiirendus.

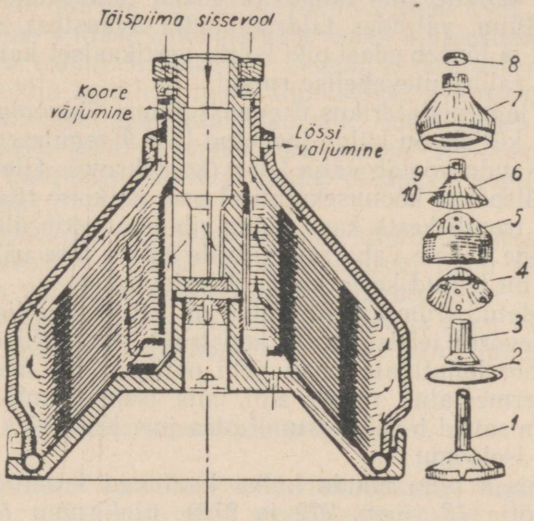
Koorelahutajatel „Zvezda-6" (moderniseeritud) on ette nähtud üleminemise võimalus käsiajamilt elektriajamile. Selleks otstarbeks on alumine võll pikendatud ja ta vabale otsale on tapitud rihmaratas. Rihmaratta paneb pöörlema elektrimootor kiilrihma abil, mis

on asetatud kere aluse alumisse ossa. Rihma pingutust reguleeritakse pingutusrulli abil, mis on kinnitatud nõjasele.

Mõnikord ühendatakse mehaaniliselt käitatavate koorelahutajate tiguhammasratas võlliga põrkratta asemel friktsioonsiduriga.

Enamus koorelahutajate ülekandemehhanisme on varustatud kõlistiga-lugejaga. See on vajalik kindlate pöörete arvu säilitamise võimaldamiseks ja on niisuguse ehitusega, et heliseb iga käsivända pöörde ajal, kuni trummel ei ole saavutanud normaalset pöörete arvu.

Koorelahutaja trummel koosneb järgmistest osadest, mis on joonisel 275 näidatud lahtivõetuina: kesta alusest *1* õõnsa kesktoruga, kummist tihendusrõngast *2*, taldrikuhoidjast *3*, mis asetatakse aluse



Joonis 275. Koorelahutaja trummel ja tema osad.

kesktorule, alumisest jagamistaldrikust *4*, keskmiste jagamistaldrikute komplektist *5*, ülemisest jagamistaldrikust *6*, kesta kaanest *7* ja kinnitusmutrist või rõngast *8*.

All, kesta põhjas, asetseb pesa trumli paigutamiseks püstvõlli otsa. Pessa on kinnitatud kiil, mis läheb ühendamisel püstvõlli otsas olevasse lõhesse. Aluse kesktoru ülemises osas on mutri jaoks keere. Toru keskosas on tehtud kolm avaust, millede kaudu piim väljub trumlisse. Vahel on kesktoru ja alus valmistatud eraldi.

Tihendusrõngas asetatakse väljatreitud soonde ja ta on kesta aluse ja kaane hermeetiliseks ühendamiseks.

Taldrikuhoidja *3* on asetatud aluse toru otsa ja kinnitatud kindlas asendis tihvti abil. Tema sisepinnale on tehtud kolm vertikaalset kanalit, mis lõpevad all läbiminevate avaustega, välispinnal aga asetseb kolm tahku, milledele asetataksegi jagamistaldrikud. Juhul, kui kesta alus ja kesktoru on valmistatud eraldi, siis täidab taldrikuhoidja osa toru.

Alumise *4* ja keskmiste *5* jagamistaldrikute ülesandeks on trumlis asuva piima jagamine tööprotsessi ajal õhukesteks kihtideks, mis, nagu me seda näeme edaspidi, tunduvalt kiirendab rasvakerakeste eraldumist piimast.

Taldrikud on stantsitud valgest plekist. Nad asetatakse keskavaustega taldrikuhoidja tahkudele üksteise peale. Taldriku vahede moodustamiseks on igale taldrikule tinutatud 0,40—0,45 mm paksused ribad. Alumisele taldrikule on niisugused ribad kinnitatud ka altpoolt, et hoida vahet alumise taldriku ja piimajagaja vahel.

Igas taldrikus on kolm avaust. Kui kogu taldrikutekomplekt on kokku pandud taldrikuhoidjale, moodustavad need avaused kolm vertikaalset kanalit, mis langevad kokku taldrikuhoidja alumiste avaustega. Piim, väljudes taldrikuhoidja avaustest, satub alumise taldriku alla ja tõuseb edasi piki kolme vertikaalset kanalit üles ning täidab kogu taldrikutevahelise ruumi.

Ülemises jagamistaldrikus *6* avausi piima läbivoolamiseks ei ole. Tema kurgu küljele on külge joodetud liist *9* reguleeriva õõnsa kruviga, mille kaudu voolab välja koor (koorekruvi). Ülemise jagamistaldriku pealispinna koonusekujulisel osal on kolm ribi *10*, milledele on asetatud trumli kesta kaas. Tänu ribidele, tekib ülemise taldriku ja kesta kaane vahele vaba ruum, mille kaudu lõss väljub väljumisavasse, mis on tehtud kesta kaane ülemisse otsa.

Ülalkirjeldatud trumliosade ehitus on kõige tüüpilisem, kuigi leidub ka mõnevõrra teistsuguseid konstruktsioone. Nii on suure tootlikkusega koorelahutajate kesta põhi potikujuline, mis kinnitatakse kaanega keermestatud rõnga abil, mis teeb trumli tugevamaks; koore väljumisavad tehakse trumli otsa jne. Kuid kõik see ei muuda trumlite töö iseloomu.

Koorelahutaja piimanõude hulka kuuluvad kraaniga varustatud piimavastuvõtja *15* (joon. 272 ja 273), ujukiruum *14* ujukiga *13*, koorekoguja *12* ja lõssikoguja *11*.

Piimavastuvõtja kujutab enesest kaussi, millesse valatakse piim enne separeerimist. Väikestes koorelahutajates on ta kinnitatud vahetult trumli kohale ja omab põhja keskkohas kraani, suurtes aga — trumli kõrvale ja on kinnitatud kere nõjasele. Sel juhul on kraan toru abil suunatud ujukiruumi keskkohta.

Suure tootlikkusega koorelahutajatesse juhitakse piim tavaliselt pumba abil vahetult torustiku kaudu ujukiruumi ja piimavastuvõtjat ei vajata.

Ujukiruumi keskkohas on kalibreeritud toru, mille kaudu piim voolab trumlisse. Selle toru ristlõige määrab koorelahutaja tootlikkuse ja see valitakse vastavalt trumli läbilaskevõimele.

Ujukiruumis oleva ujuki ülesandeks on piima juurdevoolu reguleerimine ja püsiva piima taseme hoidmine. Piima tasapinna tõusmisel suleb ujuk kraani avause.

Üksikute suure tootlikkusega koorelahutajate puhul kasutatakse mitut asendatavat ujukiruumi düüsi, et võimaldada tootlikkuse reguleerimist, sõltuvalt töödeldava piima rasvasisaldusest. Düüsi vaja-

liku läbimõõdu valik antud tootlikkusele või tootlikkuse määramine antud düüsi läbimõõdu järgi teostatakse valemiga:

$$Q = 125\, kd^2 \sqrt{h}\ [l/h],$$

kus Q on koorelahutaja tootlikkus,

k — piima väljavoolamistegur düüsist (mis on võrdne 0,93—0,97),

d — ujukiruumi düüsi väljumisotsa sisemine läbimõõt sm,

h — piimasamba kõrgus, mõõdetud piima ülemisest nivoost ujukiruumi düüsi alumise otsani sm.

Piim, mis on eelnevalt filtreeritud ja soojendatud 35—40°, juhitakse käsitsi või pumba abil piimavastuvõtjasse (või otse ujukiruumi) ja voolab ühtlase katkestamatu joana ujukiruumi toru kaudu kiirestipöörleva trumli sisemusse. Trumli kesktorust jookseb piim piki taldrikuhoidja kanaleid tema alumistesse avaustesse ja väljub nende kaudu alumise jagamistaldriku alla. Edasi tõuseb piim mööda taldrikute avauste poolt moodustatud kolme vertikaalset kanalit üles, jaguneb taldrikute vahele ja täidab pikapeale kogu trumli sisemise vaba ruumi.

Pidevalt juurdevoolavate piimahulkade hüdrostaatilise rõhu mõjul tekib trumli sisemuses kindel vool, liikumissuunaga alt üles, kusjuures üks osa väljub koorekruvi avause kaudu, teine — (lõss) aga kesta kaane otsal asuva avause kaudu. Koore ja lõssi väljavoolavad joad satuvad igaüks eraldi kogujasse, kust neid juhitakse eraldi nõudesse.

Koorelahutajate tööprotsess.

Piima jagunemine kooreks ja lõssiks toimub trumlis pidevalt tsentrifugaaljõu mõjul, mis tekib trumli pöörlemisel.

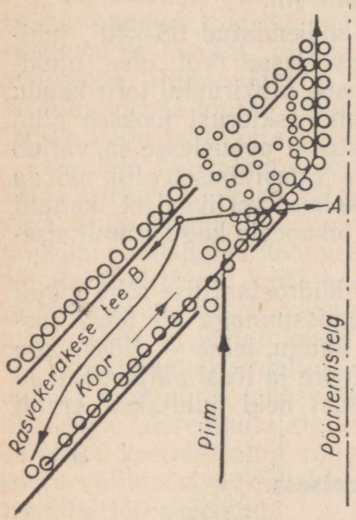
Rasv esineb täispiimas üksikute pisikeste kerakeste näol. Kerakeste erikaal on väiksem piima vadaku erikaalust, milles nad asuvad. Seetõttu kerkivad rahulikult seisvas piimas kerakesed pinnale, moodustades koorekihi.

Koorelahutaja trumlis mõjustab piima tsentrifugaaljõud, mis on mitu tuhat korda suurem raskusjõust. Tsentrifugaaljõu mõjul kerakesed samuti „kerkivad", kuid suunaga trumli äärtelt tema pöörlemistelje suunas. Rasvakerakeste liikumist taldrikutevahelises ruumis võib kujutada järgmiselt (joonis 276).

Piim, sattunud kesktorusse, läbib taldrikuhoidja kanalid, tõuseb ülespoole piki taldrikutekomplekti avausi ja jaguneb õhukeste kihtidena taldrikute vahele. Sealjuures kogunevad kõige suuremad rasvakerakesed, mis omavad maksimaalse pinnalekerkimise kiiruse, kohe pärast piimajagaja kanalitest väljumist viimase ümber ja tõusevad ülespoole piki vahet, mis on moodustunud taldrikuhoidja ning välisseina ja taldrikute sisemiste servade vahele. Keskmised ja väikesed kerakesed aga, sattunud koos vedeliku vooluga taldrikuvahelistesse ruumidesse, satuvad kahe põhilise jõu mõju alla: tsentrifugaaljõu

ja piima voolu mõju alla. Tsentrifugaaljõu mõjul surutakse rasvakerakesed trumli pöörlemistelje suunas (nagu näidatud joonisel noolega *A*), piima voolu mõjul aga kistakse rasvakerakesed kaasa taldrikutekomplekti välisäärte suunas (joonisel märgitud noolega *B*).

Pöörlemisteljest kaugenemisel piima voolukiirus langeb, kuna elav ristlõige suureneb, tsentrifugaaljõud aga raadiuse suurenemisega kasvab. Järelikult kasvab rasvakerakeste pinnale kerkimise kiirus pöörlemisteljest eemaldumise määral. Väiksemad rasvakerakesed haarab piimavool algul kaasa taldrikute välisäärteni ja nad hakkavad kerkima ainult suurima tsentrifugaaljõu mõjul.



Joonis 276. Rasvakerakeste liikumise skeem trumli taldrikuvahelises ruumis.

Pinnalekerkimise ja piimavoolu mõju tagajärjel on rasvakerakesel niisugune teekond, nagu see on skemaatiliselt näidatud joonega joonisel 276.

Kogunedes iga taldrikuvahelise ruumi alumise taldriku ülemisele pinnale, vähendavad rasvakerakesed antud kihi erikaalu ja liiguvad ülespoole piki taldriku pinda, moodustades pideva koorevoolu.

Sel viisil tekib iga taldriku pinnal pidev koorevool, mis liigub piimavoolule vastupidises suunas. See võimaldab koorel trumlist väljuda. Summaarne koorevool, kogunedes taldrikuhoidja ümber, liigub ülespoole, satub ülemise taldriku alla ja väljub koore väljumisava kaudu.

Rasvast vabanenud piima (lõssi) vool, väljudes taldrikuvahelistest ruumidest trumli välisääre suunas, liigub samuti ülespoole, satub ülemise taldriku ja trumli kesta vahel olevasse ruumi ja väljub.

Üldiselt koosneb koorelahutaja töö kolmest üksteisega seotud protsessist: vedeliku voolust läbi trumli, rasvakerade kerkimisest ja koorevoolude tekkimisest.

Rasvakerade kerkimise nähtus moodustabki koorelahutamisprotsessi olemuse.

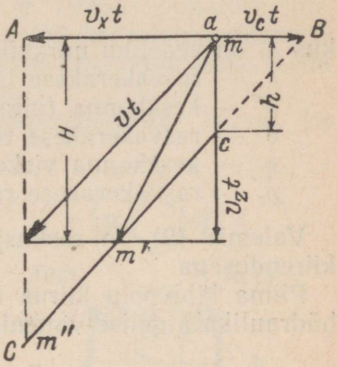
Koore piimast eraldumise täiuslikkus oleneb reast tegureist. Nendest põhilisteks on: trumli pöörlemiskiirus, töödeldava piima temperatuur ja kvaliteet ning ajaühiku jooksul trumlist läbi voolava piima hulk.

Pöörlemiskiiruse suurenemisega suureneb ka tsentrifugaaljõud, järelikult suureneb ka rasvakerade kerkimise kiirus. Selle tagajärjel jõuavad ka väikseimad rasvakerad piima trumlis olemise aja jooksul läbida taldrikutevahelise teekonna ja sattuda üldisesse koorevoolu.

Parim koore eraldamine saavutatakse siis, kui piima temperatuur on 35—40°. Madalama temperatuuri juures on piimal suurem viskoossus, mis suurendab piimakihis rasvakerakeste liikumistakistust. Kerakeste arv, mis ei jõua koorevooludeni, suureneb. Samuti alaneb rasvaeraldamise täiuslikkus kõrgendatud happelisusega (üle 20° Thörneri järgi), risustatud ja eriti piimal, mis sisaldab palju väikese läbimõõduga rasvakerakesi.

Kiirendatud piima läbivoolul (s. o. kõrgendatud tootlikkuse puhul) halveneb koore eraldamine, kuna väheneb piima viibimise aeg trumlis.

Koorelahutamisprotsessi uurimised, piimaseparaatorite rasvaeraldamise arvestus ja põhiliste näitajate määramine on kõige täiuslikumalt kirjeldatud professor G. I. Bremeri [1] töödes. Allpool toome koorelahutamise tööprotsessi sügavamaks mõistmiseks üksikuid väljavõtteid mainitud töödest.



Joonis 277. Koorelahutaja poolt eraldatavate rasvakerakeste maksimaalse suuruse määramise küsimuse juurde.

Lähtudes jõudude mõjust rasvakerakestele taldrikuvahelises ruumis, fikseeris prof. G. I. Bremer meetodi väikseima rasvakera suuruse määramiseks, mis läheb üle kooresse ükskõik missuguse koorelahutaja töötamisel.

Selleks, et rasvakerakene satuks koorevoolu, on tarvilik niisugune piimavoolu kiiruse ja kerkimiskiiruse suhe, mis tagaks kera jõudmise koorevoolu vedeliku taldrikuvahelise ruumi läbimise ajal.

Kõige ebasoodsamal juhul rasvakerake, mis asub punktis m (joonis 277), jõuab koorevoolu punktis m''. Selles kohas jõuavad koorevoolusse kõige väiksemad rasvakerakesed, milledel on kõige väiksem kerkimiskiirus. Arusaadavalt peab koorelahutaja olema arvestatud päris kindlale rasvakerade minimaalsele suurusele, mis ei pea sattuma lõssi. See suurus on määratud vedeliku läbivoolu ja rasvakerakeste kerkimise kiiruste suhtega.

Jättes arutlemise lihtsustamiseks arvestamata lõigu $m'm''$ ja tähistanud kerakese keskmise kerkimiskiiruse v_c-ga, keskmist taldrikuvahelist ruumi läbiva voolu kiiruse v_x-ga on lihtne välja arvutada nende kiiruste suhe.

Jooniselt leiame, et kiiruse v horisontaalne projektsioon on v_x. Kolmnurkade ABC ja aBc sarnasusest järeldub proportsioon:

$$\frac{v_c}{v_x} = \frac{h}{H}. \qquad (1)$$

[1] Põllumajandusmasinate teooria, konstruktsioon ja tootmine, akadeemik V. P. Gorjatškini toimetusel, III köide, 1936. a., G. I. Bremer. Piimaseparaatorid (Teooria ja arvestus) (v. k.).

Niisugusele suhtele vastavad sellise minimaalse rasvakerakese kiiruste v_c ja v_x keskmised väärtused, mis tagavad kerakese saabumise koorevoolusse vedeliku läbivoolul taldrikuvahelises ruumis punktis m'. Kõik mõõtudelt väiksemad rasvakerakesed, mis kerkivad samast piirtäpist m, satuvad lõssi. Rasvakera minimaalse läbimõõdu võib kindlaks teha valemiga (1), asetanud temasse kiiruste väärtused.

Rasvakerakeste kerkimiskiirus määratakse Stoks'i valemiga:

$$v_c = \frac{2}{9}\omega^2 \varrho_c r^2 \frac{\delta' - \delta}{\eta} \text{ [sm/sek]}, \qquad (2)$$

kus ω on vedeliku nurkkiirus,
r — rasvakerakese läbimõõt mm,
δ' — keskkonna (piimavedeliku) tihedus g/sm³,
δ — rasvakerakese tihedus g/sm³,
η — keskkonna viskoossus,
ϱ_c — rasvakerakese radiaalne kaugus pöörlemisteljest sm.

Valemis (2) on raskusjõu kiirendus asendatud tsentrifugaaljõu kiirendusega.

Piima läbivoolu kiirus läbi taldrikuvahelise ruumi on määratud hüdraulika algelise valemiga:

$$v_x = \frac{Q}{z2\pi\varrho_x h} \text{ [sm/sek]}, \qquad (3)$$

kus Q on koorelahutaja tootlikkus sm³/sek,
z — taldrikuvaheliste ruumide (taldrikute) arv,
ϱ_x — rasvakerakeste kaugus pöörlemisteljest piki raadiust sm,
h — vertikaalne taldrikute vahe sm.

Asetanud leitud v_x ja v_c suurused valemisse (1) ja teinud vastava teisenduse, saame:

$$\left(\frac{\delta' - \delta}{\eta} r^2\right)\left(\frac{z\pi\varrho_x\varrho_c H\omega^2}{Q}\right) = 2{,}25. \qquad (4)$$

Selle võrrandi vasakus sulus asuvad kõik suurused, mis iseloomustavad piima separeerimise omadusi. Tähistame selle suuruse E-ga, s. t.

$$\frac{\delta' - \delta}{\eta} r^2 = E,$$

ja nimetame ta piima lahutatavusteguriks.

Võrrandi (4) paremas sulus asuvad kõik suurused, mis iseloomustavad koorelahutaja lahutamisvõimet. Selle suuruse märgime F-ga, s. t. et

$$\frac{z\pi\varrho_x\varrho_c H\omega^2}{Q} = F,$$

ja nimetame ta koorelahutaja lahutamisteguriks.

Mida suurem on piima lahutatavustegur E, seda väiksem on

koorelahutaja vajalik lahutamistegur F, et teostada koorelahutamist vajaliku rasvaeraldamise astmega.

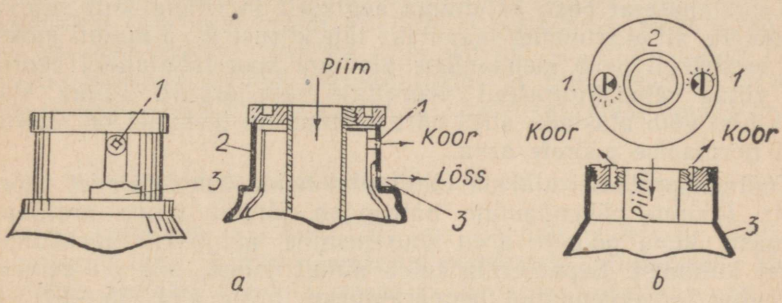
Kasutades valemit (4), võib iga koorelahutaja jaoks leida kindla minimaalse rasvakera raadiuse r_{teor}, milline kera läheb üle kooresse.

Tegelikult esinevad koorelahutaja tööprotsessis lõssis rasvakerad, mis on suurema suurusega kui r_{teor}. Suhe

$$\frac{r_{teor}}{r_{teg}} = \beta \qquad (5)$$

määrab koorelahutaja täiuslikkuse astme ja annab võimaluse hinnata konstruktsiooni kvaliteeti. Väärtus β on koorelahutamisprotsessi kasutegur. Mida ligem on r_{teor} suurus r_{teg} suurusele, seda kõrgem on antud koorelahutaja kasutegur.

Koorelahutaja töötamisel toimub rasvaeraldamise kõrval ka



Joonis 278. Koore rasvasisalduse reguleerimiskruvide ehitus.

piima puhastus mehaanilistest lisanditest. Mustuseosakesed heidetakse tööprotsessi ajal vastu trumli sisemisi seinu ja nad moodustavad seinal kihi. Selle tõttu on tarvis iga 1—1,5 tunni tagant katkestada töö, trummel lahti võtta ja kõik ta osad läbi pesta.

Koore rasvasisaldust reguleeritakse kruvidega, mis asetsevad koore või lõssi väljumisavades. Praktikas tuleb koore ja lõssi omavahelist suhet sageli muuta. See saavutatakse koorekruvi asendi muutmisega.

Joonisel 278 *a* ja *b* on näidatud levinumad koorekruvide *1* variandid, mis on seatud ülemisele jagamistaldrikule *2*.

Nende toime aluseks on vedeliku väljavoolamiskiiruse muutumine väljavooluava muutumatu läbilõike juures.

Kui kruvi *1* (joon. 278, *a*) keerata sissepoole, siis kaugus tema otsast kuni pöörlemisteljeni väheneb, järelikult aga väheneb ka tsentrifugaaljõud, mis loob surve. Surve vähenemisega langeb koore väljavoolu kiirus läbi kruvi avause ja väheneb koore väljumise hulk. Seejuures on koor paksem ja tema rasvasisalduse protsent kõrgem.

Sama tagajärg on, kui kruvid asuvad taldriku peal (joon. 278, *b*) ja omavad ekstsentrilised avaused. Pöörates kruvi avaga pöörlemistelje poole (nagu näidatud joonisel), kahandame koore välju-

mise hulka, aga ava pöörlemisteljelt eemaldamisel suurendame koore väljumise hulka.

Kui niisugused kruvid on asetatud lõssi, aga mitte koore väljumiskohtadesse, siis jääb koore väljumishulga reguleerimise põhimõte endiseks. Igasugune lõssi väljumishulga muutmine kutsub esile vastava koore väljumishulga muutumise.

Siit tulenebki koorelahutajate jagamine: „koore reguleerimisega" ja „lõssi reguleerimisega".

Iga koorelahutaja peab olema üles seatud rangelt vertikaalselt ja kinnitatud alusele kindlalt. Koorelahutaja hõõrduvate osade määrimiseks peab kasutama separaatoriõli „Д" ja „Т". Õli õlivannis vahetada iga kuu, pestes sealjuures kõik detailid petrooliga. Eraldi tilkõlitite olemasolul peab neid iga päev enne töö algust täitma õliga.

Koorelahutajat peab käivitama aeglaselt ja võimalikult sujuvalt, tõugeteta, nii et trummel saavutaks täie kiiruse 2—3 minuti jooksul. Sel eesmärgil peab mehaanilise ajamiga koorelahutajatel veorihm üle viima vabakäigurattalt veorattale järk-järgult. Piima sissejuhtimist võib alustada alles pärast seda, kui trummel on saavutanud normaalse pöörete arvu.

Töötamisprotsessi ajal on tähtis alal hoida trumli alalist pöörete arvu. Pöörete vähendamine halvendab järsult rasva eraldamist piimast, kuna pöörete arvu suurenemine põhjustab mehhanismi kiiret kulumist. Separeerida tuleb ainult piima, mis on eelnevalt kurnatud ja soojendatud temperatuurini mitte alla 35—40°. Iga tunni-poolteise järel tuleb koorelahutaja peatada, lahti võtta ja mustusest puhastada.

Piima läbilaskmise lõpetamisel valatakse koorelahutaja kaussi sooja vett või lõssi, jättes koorelahutaja käima koore lõpliku väljumiseni trumlist.

Pärast töö lõpetamist võetakse kõik piimaga kokku puutuvad koorelahutaja osad lahti ja pestakse nad hoolikalt soodalahuses ja vees ning jäetakse lahtivõetuina kuivama kuni järgmise kasutamiseni.

VÕI VALMISTAMINE.

Tööprotsess.

Või valmistusprotsess seisab rasva eraldamises koorest ja tema ümbertöötamises võiks. Nagu teada, on rasv äsjalüpstud piimas vedelas olekus väikseimate kerakeste näol ja ta muutub püdelaks massiks alles pärast koore pikaajalisemat seismist ja jahutamist. Rasvakerakesed on ümbritsetud piimaplasmiga, mis takistab nende vaba liitumist. Kui rasvakerakestega piima või koort tugevasti loksutada temperatuuri 10—17° juures, siis puutuvad rasvakerakesed teineteisega kokku ja moodustavad massi, mida nimetatakse võiks.

Tavaliselt teostatakse võivalmistust mitte vahetult piimast, vaid hapendatud koorest. Kokkulöömise tagajärjel tekivad kuni 2 mm läbimõõduga võitombukesed, mida nimetatakse võiteradeks. Võiterad ujuvad võipiimas, mis on või valmistusel kõrvalsaaduseks. Terade liitumisel saadud mass ongi töötlemata ehk toorvõi, mida edaspidi vastavalt töödeldakse (pestakse, soolatakse, värvitakse, pressitakse, vormitakse jne.).

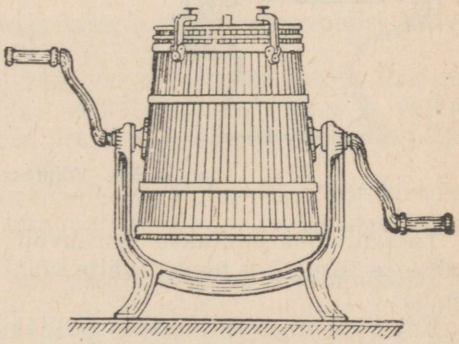
Sel viisil koosneb kogu võivalmistamise tehnoloogiline protsess kolmest põhilisest osast: koore ettevalmistamisest kokkulöömiseks, koore kokkulöömisest toorvõiks ja või töötlemisest.

Koore ettevalmistamist teostatakse erilistes koorevannides, mis kujutavad endast kaheseinalisi termilisi aparaate, milledes hoitakse koort mõne tunni kestel vajaliku temperatuuri juures. Sageli teostatakse koore ettevalmistamist pastöriseerimisvannides.

Väikeste piimahulkade ümbertöötamisel lüüakse või kokku ja töödeldakse tavaliselt eraldi. Selleks kasutatakse mitmesuguseid käsi- või mehaanilise ajamiga võimasinaid ja võitöötlejaid (võipresse). Mehhaniseeritud piimatalitustes ja piimatehastes tarvitatakse võivalmistajaid, mis teostavad järjestikku kõiki operatsioone.

Võimasinate ja võivalmistajate ehitus ja toime.

Lihtne võimasin (joonis 279) on tihedalt suletava kaanega tammepuust tünn, mis on kinnitatud pöörlevalt malmalusele. Tema sisemusse asetatakse puust raam ja temasse valatakse aegsasti ette valmistatud koore-portsjon. Tünn täidetakse 30—40%-liselt üldmahust. Niisuguseid võimasinaid nimetatakse pöörleva tünniga võimasinateks.



Joonis 279. Pöörleva tünniga käsitsi käitatav võimasin.

Tünni pöörlemisega saavutatakse pidev koore loksumine vastu seinu ja raami, mille tagajärjel rasvakerakesed, põrgates üksteise vastu, moodustavad võitera. Kokkulöömise kestus on 40—50 minutit.

Esineb mehaanilise ajamiga võimasinaid, millede tünn seisab paigal, raam aga pöörleb. Tünni sisepinnale on kinnitatud puust vertikaalsed liistud, mis takistavad vedeliku libisemist piki tünni seina ja suurendavad lööke.

Pöörlevatel võimasinatel valitakse niisugune pöörete arv, et pöörlemisel tekkiv tsentrifugaaljõud oleks mõnevõrra väiksem piimale või koorele mõjuvast raskusjõust. Sel juhul eraldub vedelik põhjast või seinast momendil, kui ta asub ülemises asendis. Vedeliku kukku-

mine teatud kõrguselt tekitab vajalike osakeste lööke, mis kutsuvad esile rasvakerakeste liitumise teraks. Tünni pöörlemiskiiruse suurendamisel on vedelik tsentrifugaaljõu mõjul surutud vastu seinu ja ta ei eraldu seintest ning lööke ei teki.

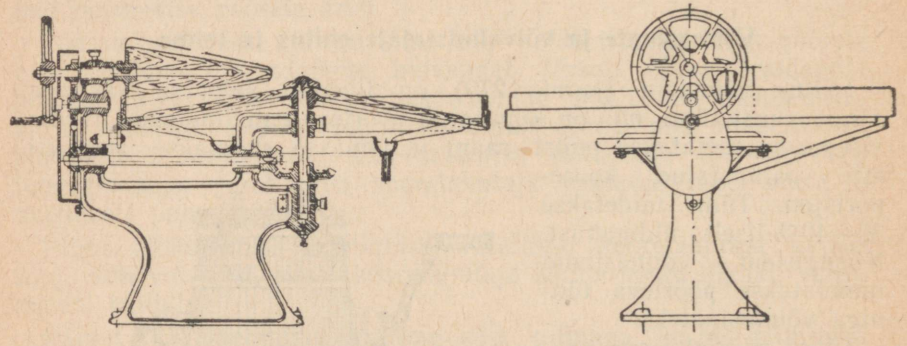
Pöörete piirarvu võib määrata tsentrifugaal- ja raskusjõu võrdsuse suhtest:

$$n_{ü} = \frac{30}{\sqrt{r}} \text{ [p/min]}.$$

Tegelik pöörete arv peab olema 20—30% väiksem pöörete piirarvust. Professor Kuk [1] soovitab arvutustel valida

$$n = \frac{24}{\sqrt{r}} \text{ [p/min]}.$$

Võimasinates saadud toorvõid töödeldakse edasi võipressidel. Joonisel 280 on kujutatud käsiajamiga võipress, mis koosneb ümmargusest horisontaaltasapinnal pöörlevast rihvelpinnaga lauast ja koonilisest rihvelvaltsist, mis on seatud laua kohale ja pöörleb vertikaalses tasapinnas.



Joonis 280. Võipress (võitöötleja).

Toorvõi kiht juhitakse korduvalt valtsi alla, pressitakse, segatakse ja surutakse temast välja võipiimajäägid, mis voolavad laualt maha.

Või riknemise vältimiseks valitakse valtsi ja rihvlite mõõdud, laua kallak ning valtsi ja laua ringkiirused selliselt, et kogu valtsi pikkusel valtsi ja laua vastavate punktide joonkiirused kokku langeksid.

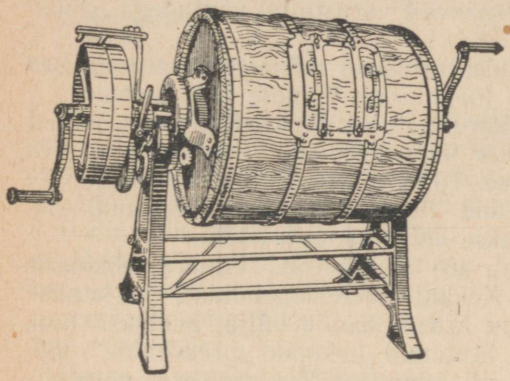
Mehaaniliselt rakendatavad võipressid ehitatakse sama skeemi järgi kui käsitsi rakendatavad võipressidki ja nende pöörleva laua läbimõõt küünib 1,50 m-ni.

Täiuslikum on või valmistamine kombineeritud võimasinate ehk võivalmistajate abil. Neid ehitatakse nii mehaaniliselt kui ka käsitsi

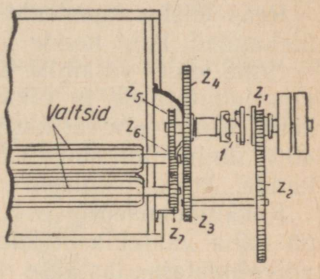
[1] G. A. Kuk. Piimatööstuse ettevõtete põhisisseseade teooria ja arvestus. Snabtehizdat, 1934. a.

käitatavaina, kasuliku mahuga 45, 100, 160, 500 ja rohkem liitrit. Kolhoosides ja sovhoosides kasutatavad võivalmistajad on peaaegu ühesuguse ehitusega. Seetõttu vaatleme siin nendest ainult ühte, nimelt võivalmistajat M-400 (joon. 281). Ta kujutab enesest puust (tammelaudadest) tünni, mis toetub tappidega malmalusele. Tema üldine maht on 400 l, kasulik maht — 160 l. Tünni külgpinnal on 400 × 300 mm kaanega varustatud luuk. Kaane tihedus saavutatakse kummitihendi abil.

Tünnile on monteeritud klaasiga kaetud vaateaken, kraan võipiima väljalaskmiseks ja vedruga õhuklapp. Tünni sisemusse on



Joonis 281. Võivalmistaja M-400 üldvaade.



Joonis 282. Võivalmistaja M-400 ülekandemehhanismi skeem.

kinnitatud tammepuust avaustega laba ja kaks tammepuust rihveldatud valtsi, mõõdetega 900 × 115 × 115 mm.

Ülekandemehhanism (joonis 282) on arvestatud kahele tööasendile: esimesel (või kokkulöömise asendis) teevad tünn ja valtsid 40 pööret minutis ja teisel (või pressimise asend) teeb tünn 2,46 pööret minutis ning valtsid — 40.

Kogu ülekandemehhanism on monteeritud aluse jalale ja koosneb neljast silindrilisest hammasrattapaarist, töö- ja vabakäigu rihmrattast ning sidurist.

Veovõllile on asetatud kaks hammasratast z_1 ja z_5. Hammasratas z_1 on asetatud libisevale kiilule ja on ühendatud siduriga *1*. Siduri teine pool on kinnitatud tünni tapile. Sisselülitatud siduriga pannakse tünn pöörlema ja ta teeb samapalju pöördeid kui veorataski (normaalselt 40 pööret minutis).

Võlli vasakul otsal olev hammasratas z_5 on alaliselt sidestatud pressimisvaltsi hammasrattaga z_6. Teise valtsi paneb pöörlema esimene.

Kuna hammasrattad z_5, z_6 ja z_7 omavad ühesuguse hammaste arvu, võrduvad valtside pöörlemiskiirused järelikult tünni pöörlemiskiirusega, ja kuna valtsid pöörlevad koos tünniga, jäävad nad tünni suhtes liikumatuiks. Niisugune mehhanismi asend vastab või kokkulöömisele.

Või töötlemiseks peab tünni pöörlemist aeglustama, valtse aga tünni suhtes panema pöörlema. See saavutatakse hammasratastest z_2 ja z_3 koosneva vaheülekande ja tünni tapile kinnitatud hammasratta z_4 abil. Lülitanud välja siduri ja lülitanud sisse vaheülekande, saame niisuguse mehhanismi asendi, kus pöörlemine kandub tünnile hammasrataste z_1, z_2, z_3 ja z_4 kaudu. Sealjuures on tünni pööretе arv minutis 2,46. Valtsid pöörlevad aga endiselt 40 pööret minutis. Niisuguses asendis haaravad valtsid tünni poolt juurde juhitud või, tõmbavad ta endi vahelt läbi ja suruvad temast välja võipiima jäänused, s. t. täidavad võipressi ülesannet.

Võivalmistaja M-400 on täiendavalt varustatud väntadega käsitsi käitamiseks.

Reas teistes konstruktsioonides esinevad mõnevõrra teistsugused ülekanded, kuid nende üldine töötamise põhimõte jääb samaks.

Enne koore valamist tünni aurutatakse tünn kuuma veega, pärast aga jahutatakse ja niisutatakse külma veega. Viimane hoiab ära koore tünni seintele kleepumise. Tünn täidetakse koorega mitte üle 40% tünni üldmahust. Sulgenud tihedalt kaane ja asetanud ülekande „kokkulöömisele", lastakse võivalmistaja käiku.

Kokkulöömiseprotsess kestab 40—45 minutit. Võitera tekkimine on näha vaateklaasi kaudu. Kokkulöömise lõpetamisel peatatakse võivalmistaja, lastakse võipiim kraani kaudu välja, avatakse luuk võipiima väljavoolamiseks ja, lülitanud ülekande „pressimine", töödeldakse võid vastavalt võisordi tehnoloogilise protsessi nõuetele.

PIIMATALITUSTE ABISISSESEADE.

Piimanõud.

Piim ja enamus tema saadusi on aktiivsed keemilised ained, mis hävitavalt mõjuvad reale temaga kokku puutuvaile metallidele. See tingib ühelt poolt piimanõude ja aparatuuri kiire riknemise ja teiselt poolt piima ja tema saaduste riknemise, millest tekib piimatoodetele ebameeldiv, nõndanimetatud metalliline kõrvalmaik.

Tabelis 51 on toodud andmed mõnede metallide lahustuvuse kohta piimas.

Peale selle allub rida metalle korrosioonile ja nende kasutamine pealispinna kaitsekatteta on täiesti lubamatu.

Kõige kasutatavamad materjalid piimanõude valmistamiseks on raud ja teras, mis on kaetud puhta tina (seatinalisanditeta) kihiga. Kuid tina kulub kiiresti, eriti pesemisel kõvade harjadega ja nõuab seepärast sagedat korduvat tinutamist.

Alumiiniumi kasutamist, kuigi ta on keemiliselt kindel piima suhtes, piirab ta mitteküllaldane mehaaniline tugevus ja omadus kiiresti lahustuda leelistes, mida piimanõude pesemisel tarvitatakse.

Heaks piimanõude valmistamise materjaliks on roostevaba teras, mis tõrjub viimasel ajal eduga välja tinutatud nõude kasutamise.

Tabel 51

Metallplaatide kaalu vähenemine (mg/sm² ööpäeva jooksul).

Metallid	Piim happelisusega 30° Th.		Hapupiimavesi happelisusega 75° Th. 45° C juures
	18° C	65° C	
Vask	0,07	0,04	0,45
Tina	0,0125	0,15	—
Raud	0,041	0,71	2,10
Nikkel	0,095	0,09	—
Alumiinium	0,0195	0,57	0,30
Tsink	0,0575	0,18	—
Roostevaba teras	kuni 0,015	kuni 0,34	0,38

Liikumatult üles seatud piimapaakide ja vannide valmistamisel on leidnud laialdast kasutamist emailkihiga kaetud raud.

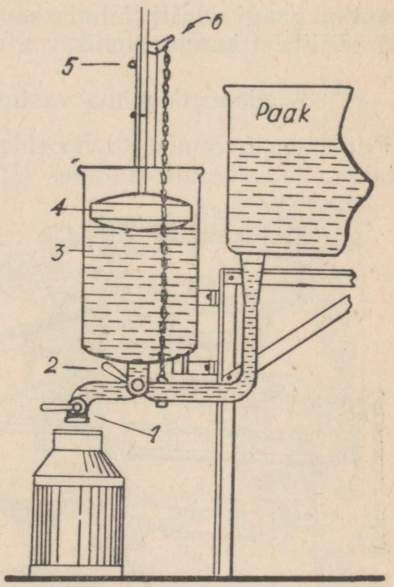
Tänu oma kõrgele soojusjuhtivusele, leiab vask laialdast kasutamist termilistes aparaatides, kuid kindlasti tinutatuna.

Peale muu peavad piimanõud (samuti kõik aparaadid) omama mugava kuju puhastamiseks ja pesemiseks ning olema kergesti lahtivõetavad.

Peale kannude ja toobrite kasutatakse piimatalitustes veel erilisi piimapaake ja -tankisid.

Piimapaagid on piima vastuvõtmiseks ja hoidmiseks. Nad valmistatakse 0,9—1,0 mm paksusest tinutatud dekapeeritud raudplekist ja tugevdatakse nurkrauast sõrestikuga. Piima väljavalamiseks on paagi põhi pikuti või põigiti kallakuga ja tema madalamasse kohta on kinnitatud väljalaskekraan.

Koore settimise vältimiseks varustatakse piimapaagid kas propeller- või labatüüpi segajatega, mis käitatakse elektrimootoriga. Veel parem on piima hoidmiseks kasutada tankjahutajaid, mis kujutavad enesest kahekordsete seintega vertikaalseid või horisontaalseid silindreid. Neid täidetakse piimaga pumba abil toru kaudu. Piima väljalaskmine toimub alumise kraani kaudu.



Joonis 283. Piimamõõtja piimakannude täitmiseks.

Seintevaheline ruum on täidetud tsirkuleeriva külma veega või soolveega, mis tagab piima alaliselt madala temperatuuri. Mõnikord

asetatakse seinte vahele keerdtoru auru juurdejuhtimiseks ja piima soojendamiseks.

Piimapaake ja -tanke on soovitav üles seada kõrgusele, mis võimaldab kannude täitmist piimaga isevoolu teel.

Kannude täitmiseks on mugav kasutada erilist piimamõõtjat-poolautomaati (joonis 283).

Piimamõõtja-poolautomaat koosneb 50—60 l mahuga silindrilisest paagist *3*, ujukist *4* ja väljavoolutorust kolmekäigulise kraaniga *2* ning väljalaskekraanist *1*.

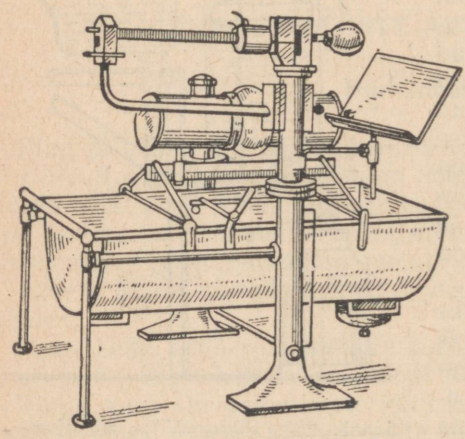
Ujuki liistule on kantud jaotused ja nende vastas asuvad avaused toe *5* jaoks. Liist on juhitud läbi kaane pilu, mis hoiab teda vertikaalses asendis. Kraan *2* on pideme ja keti abil ühendatud kaheõlalise kangiga *6*.

Kui kraani *2* pide on pööratud paremale, satub piim tankist paaki *3*, ja täidab selle. Seejuures tõuseb ujuk koos liistuga üles ja kui tugi jõuab kangini *6*, pöördub kraani pide automaatselt vasakule, piima juurdevool paaki *3* katkeb ja juhul, kui väljalaskekraan on avatud, voolab piim paagist selle alla asetatud kannu.

Töölise ülesandeks jääb ainult kannude vahetamine ja kraani *2* avamine paagi uuesti täitmiseks. Sellise aparaadi tootlikkus on kuni 100 36-liitrist kannu tunnis.

Seadmestik piima vastuvõtmiseks ja kaalumiseks.

Piima vastuvõtmist sovhooside ja kolhooside piimafarmides teostatakse: 1) vahetult lautades lüpsmise ajal igalt lehmalt eraldi, 2) piimatalituses piimapartii äraandmisel, mis on saadud iga lüpsiga iga lauda farmide või sovhooside osakondade poolt, ja 3) piimatalituses piima töötlemise ja ümbertöötamise protsessi ajal ja valmisproduktsiooni väljaandmisel.



Joonis 284. Piimakaal.

Igalt lehmalt saadud piima hulka määratakse tavaliselt mahuliselt piimamõõtja abil, piimatalitustes aga lihtsate detsimaalkaalude või spetsiaalsete piimakaaludega.

Piimamõõtja kujutab enesest 10 l mahuga silindrilist anumat, mis on valmistatud dekapeeritud plekist. Temasse on asetatud õõnes rauast valmistatud ujuk, mis on varustatud vardaga. Vardale on kantud skaala, mis on jagatud 0,1-liitrilisteks vahedeks. Ujuki varda ülemine ots on vabalt lastud läbi anuma sanga avause.

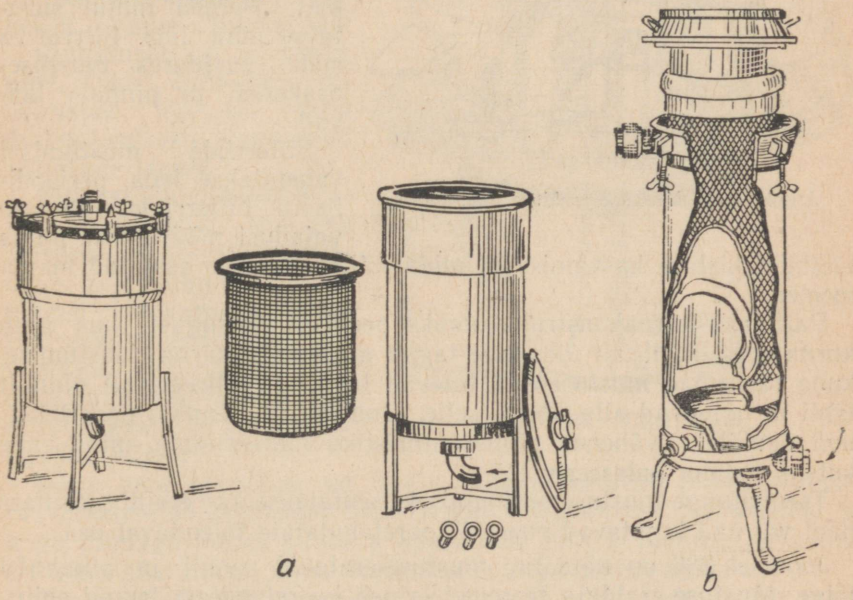
Anuma täitmisel piimaga tõuseb ujuk koos vardaga ülespoole ja, vastavalt piima hulgale, näitab tema mahtu. Piimamõõtjad peavad olema kontrollitud ja tembeldatud kaalu- ja mõõdukomitee poolt. Piimamõõtjate abil on võimatu määrata piima täpset hulka, kuna seda segab tavaliselt vaht.

Tavaliste detsimaalkaalude kasutamisel peab kaalumist teostatama kaks korda ja arvestuse teel määratama piima puhaskaal. See on seotud suure aja- ja töökuluga. Spetsiaalsed piimakaalud (joonis 284) ehitatakse reservuaaridega, mahuga 50 kuni 500 liitrit ja nad näitavad kohe piima puhaskaalu kg-s.

Kaalude piimapaagi tühjendamist teostatakse klapi avamise teel paagi põhjas. Piimakaalud seatakse tavaliselt üles nii kõrgele, et nende alla mahuksid vabalt piimakannud ja -toobrid. Tavaliselt juhitakse piim piimakaalu paagist vahetult kaalude kõrvale ülesseatud piimapaaki.

Piima kurnamise ja puhastamise vahendid.

Piima puhastamist tuleb teostada viivitamatult pärast lüpsmist ja see peab tagama igasuguste juhuslikkude mehaaniliste lisandite täieliku eemaldamise.

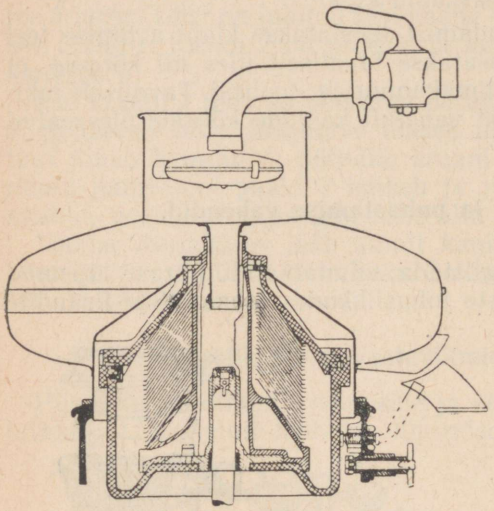


Joonis 285. Piimakurnad.

On tuntud kaks piima puhastamise moodust: kurnamine läbi mingisuguse keskkonna (metallvõrk, riie, vatt jne.) ja tsentrifuugimine, mis põhineb piima ja lisandite erikaalude erinevusele.

Kurnamist teostatakse kas lihtsate lahtiste kurnade abil, milledes piima läbisurumine läbi filtreeriva materjali toimub ainult hüdrostaatilise rõhu mõjul, või kinniste kurnade abil kunstliku hüdraulilise rõhu mõjul, mille loob pump.

Lihtsates lahtistes kurnades läbib piim messingist tinutatud võrgu (avauste arvuga mitte alla 400 sm^2) või vatikihi, mis asetatakse harvale restile. Neid peab soovitama ainult piima eelpuhastamiseks lautades lüpsmise ajal. Piimatalitus aga peab omama täiusliku hüdraulilise kurna (filtri) või tsentrifuugi.



Joonis 286. Mustuse-eraldaja trummel.

Joonisel 285, *a* ja *b* on kujutatud kaks kinnist silindrilist vertikaalset kurna. Kumbki neist koosneb välimisest silindrist, kaanest, kahest harutorust (vastuvõtu- ja väljalasketorust) ja sisemisest võrksilindrist. Võrksilindri sisse on paigutatud filtreerivast riidest (tihe linane riie, flanell jt.) valmistatud kott. Pumba mõjul surutakse piim läbi filtreeriva riide, kusjuures mustuseosakesed ta pinnale jäävad.

Filterriide mustumisel vahetatakse teda perioodiliselt. Filterriide vahetuse vajadust määratakse piima läbimistakistuse kasvamisega, mida näitab kurnale asetatud manomeeter.

Parimaks kurnakonstruktsiooniks peetakse niisugust, kus piim kurna sees liigub alt üles. See tagab aeglasema kurna risustumise, kuna raskemad mustuseosad tulevad tavaliselt filtreerivalt pinnalt lahti ja langevad alla. Peale selle, tänu kurna ülemises osas tekkinud õhukihile, väheneb piimajuhtmestiku vibreerimine, mida esile kutsub pumba pulsseeriv töö.

Tsentrifuuge mustuse eraldamiseks ehitatakse kas eraldi masinate näol või nad kujutavad enesest koorelahutajate täiendavat osa.

Joonisel 286 on näidatud mustuse-eraldaja trumli ja piimanõu lõige. Mustuse-eraldaja trummel erineb koorelahutaja trumli ehitusest esiteks jagamistaldrikute väiksema läbimõõduga, mille eesmärgiks on suurema vaba ruumi saamine trumli seinte juures mehaaniliste lisandite ja punsunud kaseiini kogumiseks, teiseks — avauste puudumisega taldrikutes, ja kolmandaks — ülemise jagamistaldriku puudumisega.

Siin suundub piimavool pärast trumli sisemusse sattumist piimajagaja alumiste kanalite kaudu trumli äärtele. Mehaanilised lisandid ja punsunud kaseiin heidetakse tsentrifugaaljõu mõjul trumli seintele, piim aga suundub piki taldriku vahesid üles väljumisava poole. Sealjuures eraldunud koor koguneb osaliselt keskmise toru ümber ja, liikudes üles, seguneb uuesti piimaga.

Tänu suurendatud trumli vabale ruumile on võimalik mustuseeraldajate pidev töötamine 3—4 tunni jooksul.

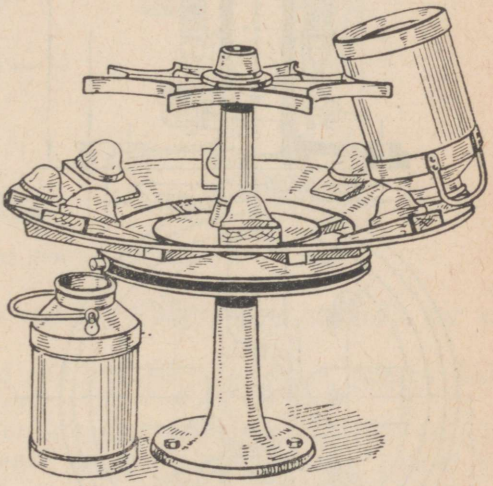
Muus ei erine nende ehitus ja toime tavalistest koorelahutajatest. Vahel varustatakse koorelahutajad kahe trumliga — piima puhastamiseks ja separeerimiseks.

Seadmed piimanõude pesemiseks.

Piimakannude kiirel tühjendamisel jääb osa piimast (150—200 g), mis ei jõua välja voolata, nende seintele. Nende jääkide kogumiseks on määratud tilgakoguja (joon. 287), mis seatakse üles piimakaalude või vastuvõtupaagi kõrvale. Ta kujutab enesest vabalt pöörlevat ringalust, millele on kinnitatud kaheksa puust hoiekühmu.

Ringalusel on kooniline pind, mis kallakuga on suunatud keskele piima äravoolamiseks liikumatule alumisele lauale.

Piimast tühjendatud kannud keeratakse põhjaga ülespoole ja asetatakse avadega hoidekühmudele. Senikaua, kui kannud pööratud olekus teevad täisringi, voolavad piimajäägid nendest välja tilgakoguja alumisele lauale ja sealt allapandud nõusse.



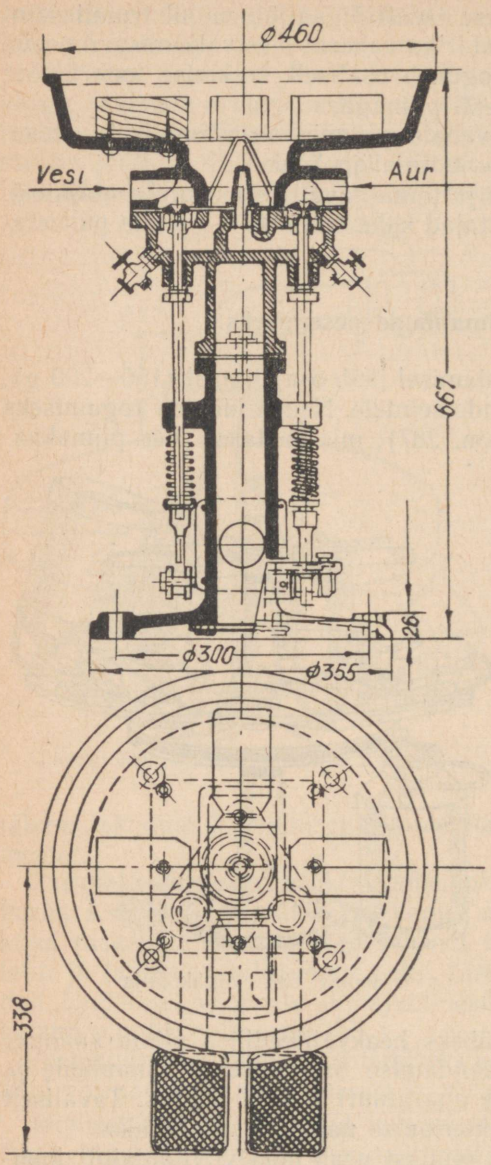
Joonis 287. Tilgakoguja.

Nagu juba märgitud, on üheks heakvaliteedilise piima saamise ja värskuse säilitamisaja pikendamise tingimuseks piimanõude ja kogu piimaga kokku puutuva aparatuuri piinlik puhtus. Tavaliselt on nõud suurimaks piima bakteriaalse nakatamise allikaks.

Pärast nõude tühjendamist piimast peab neid viivitamatult loputama külma puhta veega, siis aga põhjalikult puhastama, steriliseerima ja kuivatama.

Nende tööde käsitsi läbiviimisel ei ole võimalik tagada vajalikku kvaliteeti ja isegi keskmistes majapidamistes moodustab see küllaltki töömahuka operatsiooni.

Seetõttu on spetsiaalsete piimakannude läbiaurutamise ja loputamise aparaatide kasutamiselevõtmine hädavajalik, suurtes majapidamistes aga on otstarbekohane omada peale selle veel harjadega pesemismasinaid.



Joonis 288. Seade piimakannude pesemiseks ja aurutamiseks.

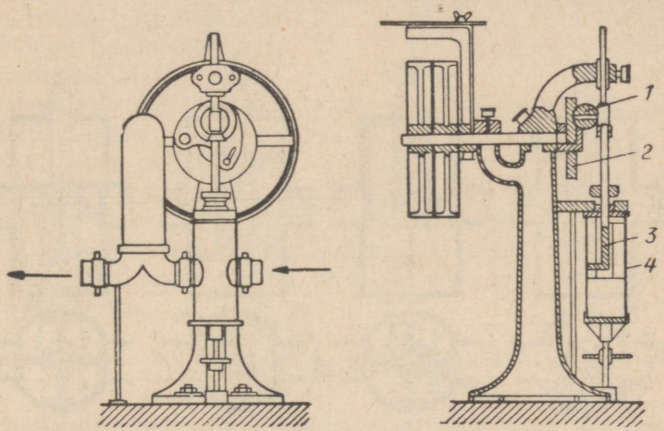
Purskauruti (joonis 288) kujutab enesest kausiga varustatud õõnsat malmalust. Tema juurde on juhitud kaks toru külma ja kuuma vee jaoks. Vee väljapääs on suletud vastavate ventiilidega, mis on avatavad pedaalidega. Vajutamisel jalaga sellele või teisele pedaalile avaneb vastav ventiil ja vesi läbib avanenud ventiili ning suundub koonilistesse düüsidesse.

Pesemisele kuuluvad piimakannud keeratakse põhjaga üles ja asetatakse kaelaga kausi põhjal olevale puust alusele. Siis vajutatakse jalaga pedaalile ja piimakann pestakse enne külma vee tugeva joaga, hiljem aga kuuma veega. Vesi jookseb avause kaudu malmalusesse ja ta juhitakse kanalisatsiooni. Vahel juhitakse purskaurutisse kuuma vee asemel auru eraldi aurutekitajast.

Seda tüüpi täiuslikumad purskaurutid ehitatakse kannude üheaegse välispinna pesemise võimalusega. Selleks on kausi kohal olemas kast luukidega ja täiendavad düüsidega varustatud torud. Avatud luukide kaudu asetatakse piimakannud kasti, luuk suletakse ja piimakann töödeldakse vee ja auruga nii seest- kui ka väljastpoolt.

Farmide piimatalituste ehitamisel tuleb põhiline seadmestik selliselt asetada, et piim voolaks ühest masinast teise isevoolu teel. See saavutatakse esmajoones üksikute piimaköögiruumide põrandate kaskaadilise (astmelise) paigutamisega. Kuid seda täiel määral saavutada ei õnnestu ja seepärast peab kasutama pumpade abi.

Piimapumbad peavad oma konstruktsiooni poolest olema sellised, et nad 1) oleksid lihtsalt koost lahtivõetavad — pesemiseks pärast igat tarvitamist, 2) oma toimega ei purustaks ega lömastaks piima rasvaterakesi ja 3) võimaldaksid ajaühikus etteantava vedeliku-



Joonis 289. Pöörleva kolviga piimapumba üldvaade.

hulga reguleerimist. Selleks otstarbeks ehitatakse nii kolb- kui ka tsentrifugaalpumpasid.

Joonisel 289 on kujutatud pöörleva kolviga erilise pumba üldvaade ja vertikaalne läbilõige.

Selle pumba erinevuseks on klappide puudumine. Klapid on siin asendatud jagajakolvi toimega, mis peale pikiliikumise pöörab ka ümber oma vertikaalse telje.

Silinder *4* on kinnitatud aluse küljele. Tema ülemine ots toetub kaane soonde, milles on tihend kolvivarda jaoks. Silindri alumisel otsal on mahavõetav kaas. Pumba lahtivõtmiseks pesemisel vabastatakse toe kruvi, võetakse alumine kaas koos kruviga maha ja pärast silindri allapoole laskmist võetakse ta kolvilt maha.

Silindri keskosas on kaks avaust toruharude ühendamiseks imitoruga ja survetoruga.

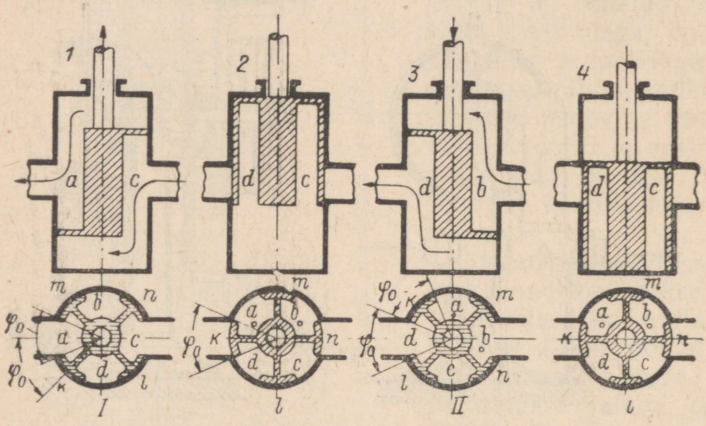
Kolb *3* on kinnitatud varva otsale keermega ja temas on neli vertikaalset kanalit (joonis 290), milledest kaks on suletud pealt ja kaks alt. Varva paneb liikuma väntketas *2*, millele on ekstsentriliselt kinnitatud sõlm *1*. Vända sõrm läbib sõlme, mis on vardaga jäigalt ühendatud.

Tänu niisugusele ehitusele saab kolb üheaegselt piki- ja pöörduva liikumise. Iga väntketta pöörde juures teeb kolb kaks käiku, mis on võrdsed sõlme kahekordse ekstsentrilisusega. Samaaegselt pöördub kolb 180° nurga (+ 90° ja — 90°) võrra.

Pumba toimet selgitab skeem, mis kujutab kolbi neljas isesuguses asendis silindri imiavause ja surveavause suhtes.

Asendis *1* (kolb liigub üles) suureneb kolvialuse ruumi *c* maht, mille tõttu toimub vedeliku imemine silindrisse, kolvipealse ruumi *a* maht aga väheneb ja varem siia sisse imetud vedelik surutakse survetorusse.

Asendis *2* asub kolb ülemises surnudseisus ja on selliselt pööratud, et suleb oma seintega silindri avad.



Joonis 290. Piimapumba kolvi toime.

Liikumisel allapoole (asend *3*) kolb pöördub ja avab järk-järgult silindri avaused. Sealjuures suurenev maht *b* kutsub esile vedeliku sisseimemise, vähenev maht *d* aga — väljasurumise.

Alumisse surnudseisu jõudmise momendil (asend *4*) suleb kolb silindri avaused oma kahe teise seinapaariga.

Sel viisil loob silindri avauste järkjärguline avamine ja sulgemine pumba töötamise sujuvuse ega kutsu esile mingil viisil tunduvaid löökе vedelikule.

Piima etteandmise ühtluse mööda survetoru tagab õhukupli olemasolu.

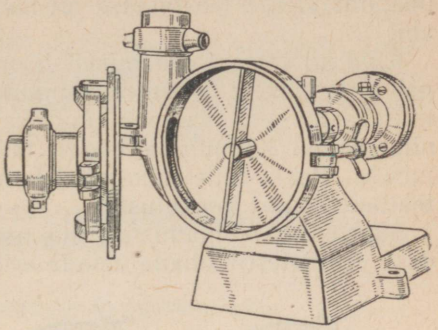
Terassõlme lihtsa ümberasetusega on võimalik muuta ekstsentrilisust ning pumba tootlikkust.

Pöörleva kolviga pumpasid ehitatakse mitme mõõduga — tootlikkusega 500 kuni 8000 l/h. Rihmaratas teeb tavaliselt 50—75 pööret minutis.

Tsentrifugaalpumbad on kõlblikud nii piima kui ka tema saaduste pumpamiseks. Lihtsamal kujul on piima tsentrifugaalpump kujutatud joonisel 291. Ta moodustub külgseinaga kokkuvalatud kerest, kus

imitoru on asetatud külgseina keskele, survetoru aga külgseina äärele. Pumba võllile, mis käitatakse rihmratta veorihma poolt või mis on vahetult ühendatud elektrimootori võlliga, on kinnitatud labad, mis ongi pumba töörattaks.

Imitoru kaudu sisse imetud vedelik juhitakse kere keskele ja kiirestipöörlevate labade mõjul tekib vedelikule mõjuv tsentrifugaaljõud, mis muutub tõstejõuks. Piimatalitustes on soovitav pumbad üles seada põrandale, et vältida liigset imemiskõrgust.



Joonis 291. Piima tsentrifugaalpumba üldvaade.

Piimapumpade ühendamine piimatorustikuga teostatakse käsitsikinnitatavate ühendusmuhvidega, mis võimaldab kogu süsteemi kiiret monteerimist. Piima jaoks kasutatavad torud valmistatakse tinutatud vasest, alumiiniumist või roostevabast terasest. Torude üksikud lülid ühendatakse käsitsi kinnikeeratavate mutrite abil, mis võimaldavad neid pesemiseks ja puhastamiseks kergesti lahti võtta.

Transpordivahendid.

Tavaliselt tuuakse piim piimatalitusse kannudes ja antakse pärast töötlemist ning hoidmist piimatalitusest välja samuti kannudes. Nendes transporditakse piim tehasesse või piimavarumispunkti ja antakse seal ära.

Piimaga täidetud kannude ümberasetamine piimatalituse piirides nõuab töölistelt suurt jõupingutust ja seda võib tunduvalt kergendada mitmesuguste lihtsate abinõudega.

Nii näiteks on kannude transportimiseks eeskojast kaaludeni otstarbekohane valmistada siledatest raudlehtedest tee ja kannusid neidpidi nihutada. Selleks otstarbeks peavad lehed olema 1—1,5 mm paksused ja kindlalt kinnitatud põrandale. Võimaluse korral on hea see raud teele asetada 3—5°-lise kallakuga liikumise suunas.

Veel parem on veoste ümberpaigutamiseks piimatalituse piirides ehitada rulltransportöör, mis koosneb torutükkidest (rullidest), mis on otstega pöörlevalt kinnitatud nurkrauast raamile. Rullide pikkus peab olema 0,4—0,5 m, nende telgede vahe 0,15—0,16 m ja läbimõõt 50—75 mm.

Niisugused transportöörid võivad olla lahtivõetavad ja neid võib üle viia ühelt kohalt teise. Kui asetada need kallakuga 3—4° liikumise suunas, siis veerevad kannud oma raskuse mõjul iseenesest.

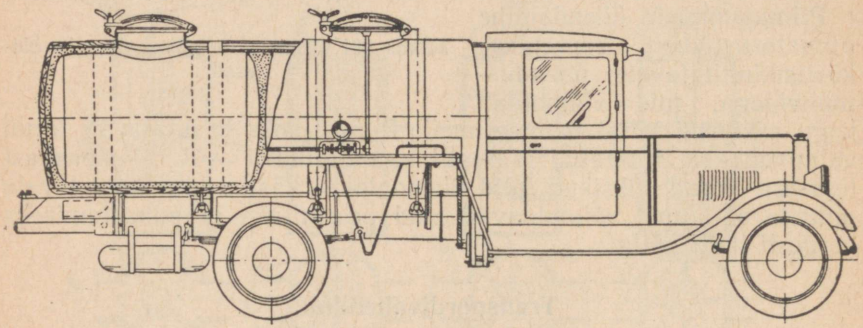
Suurtes piimatalitustes on vaja rulltransportöörid asetada ka tühjade kannude liikumisteedele, näiteks, kaaludest pesijateni, pesijast

hoideriiulini jne. See kergendab tunduvalt tööliste tööd, kiirendab tööprotsessi ja väldib kannude ja ruumi põranda vigastamist.

Piima vedu kannudes majapidamisest tehastesse või piimavarumispunktidesse teostatakse nii hobuveokitega kui ka autotranspordi abil.

Kuid niisugusel vedamisviisil on rida puudusi. Suvisel ajal soojeneb piim kiiresti ja osutub kannude äraandmise momendiks nõuetele mittevastavaks, mis toob suurt kahju majapidamisele. Talvisel ajal piim sageli külmub ja nõuab täiendavat tööd kannude soojendamiseks. Peale selle muutuvad kannud varsti tarvitamiskõlbmatuks, tekitades suuri lisakulusid.

Suurtes majapidamistes, mis asuvad kaugel piimavarumispunktidest, on otstarbekohane omada eriline autosistern piima tarbeks.



Joonis 292. Autosistern piima veoks.

Niisugused sisternid ehitatakse 1000 kuni 3000 liitrilise mahuga ja asetatakse nad autode šassiidele (joonis 292).

Sistern ise koosneb ühest või kahest eraldatud sektsioonist. Kahesektsiooniline on mugavam, kuna ta võimaldab kahe erisuguse kvaliteediga piima üheaegset vedu, ilma et neid oleks tarvis segada, samuti võib selline sisternauto teenindada kaht majapidamist. Sisternid on valmistatud 5—7 mm paksusest alumiiniumist, 3—4 mm paksusest roostevabast terasest, või siis terasest, mis on kaetud tinakihiga või emailiga. Pealt on sistern kaetud isolatsioonkihiga ja plekist kestaga.

Iga sektsioon on pealt varustatud hermeetiliselt suletava luugiga, alt aga väljalasketoru kraaniga.

Piimaga täitmiseks ja tühjendamiseks on sisternil rotatsioonpump, käitamisega auto transmissioonilt. Pump on õhutorustikuga ühendatud iga sisterni sektsiooniga ja teda võib sulgventiili abil ümber lülitada igas sektsioonis kas vaakumi või rõhu tekitamiseks.

Selle või teise sektsiooni täitmiseks piimaga ühendatakse sisterni toru ots voolikuga, mis läheb piimapaaki, pump lülitatakse vaakumile ja piim täidab rõhkude vahe mõjul sisterni. Piima tasapinna kontrolli sisernis teostatakse signaalujukiga, mis liigub vabalt

torus sisterni sees. Sisterni täitumise määral ujuk tõuseb ja täitumise lõppemise momendil ühendab elektrijuhtmete otsad, mis on lülitatud auto elektriseadmete süsteemi. Selle tagajärjel läitub signaallamp.

Sisterni tühjendamine tehases või varumispunktis toimub olenevalt viimaste vastuvõtuseadmete ehitusest kas isevoolu teel tühjendustoru ja vooliku kaudu või õhupumba ümberlülitamise teel rõhule sisternis, mille mõjul piim tõstetakse soovitud kõrgusele.

FARMIDE MEHHANISEERITUD PIIMATALITUSTE SISSESEADMINE.

Piimatalitus piima hoidmiseks ja töötlemiseks.

Ülalvaadeldud tehniliste abinõude ratsionaalne kasutamine piima töötlemiseks ja ümbertöötamiseks on võimalik ainult nende ülesseadmisel erilisse eraldatud ruumi — piimatalitusse.

Piimatalituse ehitus, tema mõõdud ja sisseseade peavad igal üksikul juhul vastama vajalikule ööpäevasele tootlikkusele ja valitud vastavale tehnoloogilisele protsessile ning võivad olla kõige mitmekesisemad. Siinkohas ei ole võimalik kirjeldada kõiki variante ja seetõttu piirdume ainult nendest kõige tüüpilisemate vaatlemisega.

Joonisel 293 on toodud farmi tüüpilise piimatalituse skemaatiline plaan, mis on määratud piima hoidmiseks ja töötlemiseks.

Ta koosneb kolmest ruumist: *I* — vastuvõturuumist, *II* — aparaadiruumist ja *III* — piimahoidlast. Üldine kasulik põrandapind on 50—60 m². Nimetatud hoonel on kõrvalehitus *IV*, mille põrandapind on 15 m², see on vajalik piimanõude hoidmiseks. Piimapumpadeta läbisaamise võimaluseks on vastuvõturuumi põrand ehitatud 0,8—1,0 m võrra kõrgemale kui teistes ruumides.

Tehnoloogiline protsess niisuguses piimatalituses on järgmine.

Lautadest kannudes toodud piim laaditakse maha eeskotta ja valatakse piimakaaludesse. Kannude vedamise kergendamiseks on tee kojast kaaludeni kaetud raudlehtedega või varustatud rulltransportööriga.

Üheaegselt kaalumisega võetakse piima proov tema happelisuse ja rasvasisalduse määramiseks. Selleks otstarbeks peab piimatalituses olema vajalik laboratoorne seadmestik.

Tühjad kannud asetatakse ümberkeeratud asendis tilgakogujale piimajääkide väljavoolamiseks kannude seintelt ja toimetatakse siis edasi pesemiseks ja aurutamiseks.

Kaalutud piim kurnatakse ja valatakse vastuvõtupaaki. Sealjuures, sõltuvalt kasutatava kurna tüübist, toimub piima edasiandmine kaaludelt kas isevoolu teel või pumba abil.

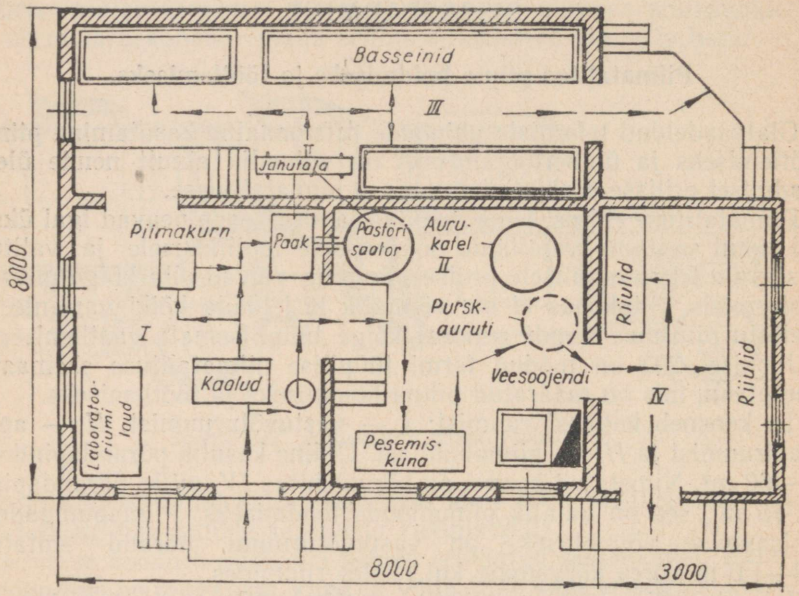
Vastuvõtupaagist juhitakse piim jahutajasse, jahutatakse temperatuurini mitte üle 3—5° ja valatakse lamedatesse toobritesse või kan-

nudesse. Täidetud kannud asetatakse vee-jäävannidesse, kus nad hoitakse piima äravedamiseni tehasesse.

Kui piim antakse tehasele üle pastöriseerituna, siis juhitakse piim vastuvõtmispaagist algul pastörisaatorisse, sealt aga jahutajasse ja hoitakse toobrites vee-jäävannides kuni ärasaatmiseni.

Ärasaatmise momendiks valatakse piim kannudesse, suletakse, plombeeritakse ja veetakse piki raudlehti või transportööri abil peale-laadimiseks eeskotta.

Tühjad kannud toimetatakse vastuvõturuumist ruumi, kus lihtsamal juhul on ehitatud veesoojendus tulega ja pesemisküna. Sel juhul



Joonis 293. Farmi tüüppiimatalituse skeem-plaan piima hoidmiseks ja töötlemiseks.

pestakse kannud käsitsi, mille järel nad pannakse ümberkeeratud asendis riiulitele kuivama. Puhtad kannud antakse välja lautadesse enne lüpsmist.

Suure tootlikkusega (läbilaskevõimega) piimatalitustesse peab olema üles seatud eraldi aurukatel, aparaat vee soojendamiseks ja kannude purskaurutaja. Sel juhul võib vahetu küttekoldega pastörisaatori asemel üles seada pastörisaator ПП või pastörisaatorvann ВДП.

Kirjeldatud tüüpi piimatalituste sisseseade valitakse tavaliselt niisuguse arvestusega, et piim, mis on saadud ühest lüpsist, võiks olla vastu võetud ja töödeldud 1—1,5 tunni jooksul.

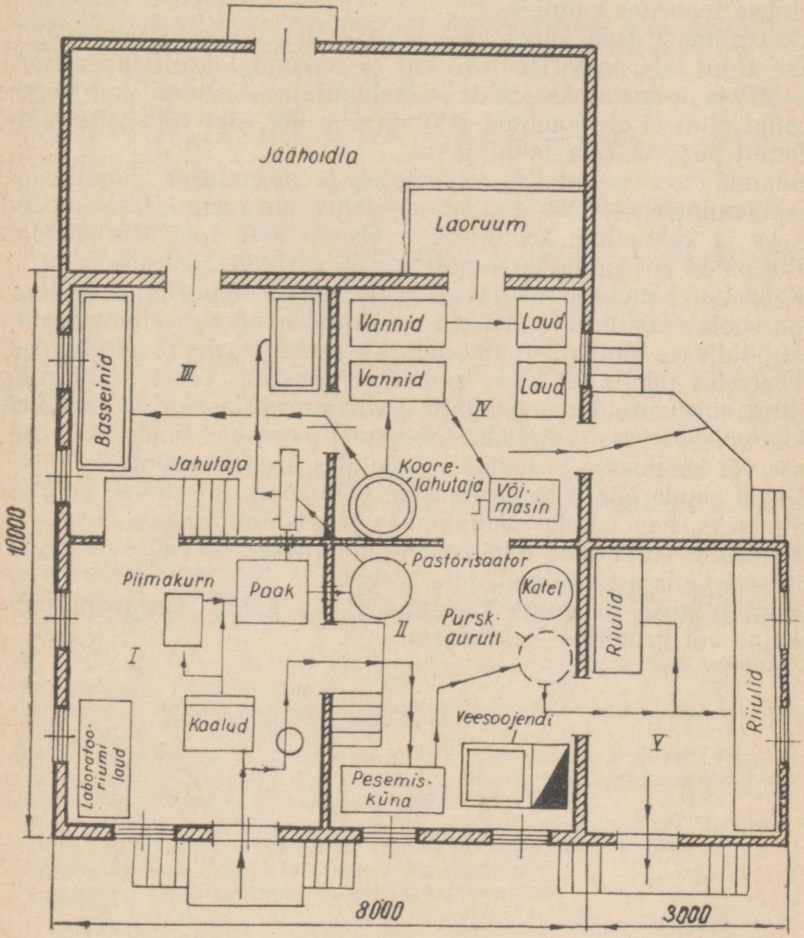
Jahutaja tootlikkus ei tohi olla väiksem pastörisaatori omast, vee-jäävannide üldine maht aga määratakse maksimaalse piima-

hulga järgi, mis võib koguneda ärasaatmiseni. Tavaliselt antakse piim välja üks kord päevas hommikuti, järelikult peab vann mahutama päevase ja õhtuse lüpsi piima. Hommikune piim antakse välja kohe pärast lüpsmist ja jahutamist.

Piima hoidmisel paakides või tankides jääb üldine tehnoloogilise protsessi skeem samasuguseks, kuid vajalik põrandapind on väiksem ja käsitsitehtava töö hulk võib olla aga viidud miinimumini.

Piimatalitus piima hoidmiseks, töötlemiseks ja ümbertöötamiseks.

Vaatleme niisugust farmi piimatalituse näidet, mille ülesandeks ei ole ainult täispiima töötlemine, vaid tema osa või kogu piima



Joonis 294. Farmi tüüppiimatalituse skeem-plaan piima hoidmiseks, töötlemiseks ja ümbertöötamiseks.

ümbertöötlemine hapukooreks, võiks ja kohupiimaks, või kus või asemel antakse ära koor.

Selles piimatalituses (joonis 294) on peale eespool vaadeldud piimatalituse tüübi sisseseade, mis on paigutatud ruumidesse *I*, *II*, *III* ja *V*, olemas veel täiendav ruum *IV*, kuhu on üles seatud koorelahutaja, kaks auruvanni lõssi hapendamiseks ja kohupiima keetmiseks, võivalmistaja ja lauad.

Selle piimatalituse tehnoloogilise protsessi skeem võib olla teostatud mitmes variandis. Piimatalitusse toodud piim kaalutakse, kurnatakse ja kogutakse vastuvõtupaaki.

Kui osa piimast antakse välja täispiima näol, siis toimetatakse ta paagist jahutajasse. Kui see piimaosa antakse välja pastöriseeritult, siis juhitakse ta paagist pastörisaatorisse, sealt jahutajasse ja hoitakse toobrites vannides.

Osa piimast (või kõik), mis läheb võiks ümbertöötamisele, lastakse algul läbi pastörisaatori, kus ta soojendatakse temperatuurini 35—40° ja toimetatakse sealt koorelahutajasse. Juhul, kui värskelt lüpstud piim ei ole jõudnud jahtuda alla 30°, siis võib teda juhtida vahetult paagist koorelahutajasse.

Saadud koor kogutakse toobritesse ja asetatakse jahutamiseks vee-jäävannidesse, lõss aga toimetatakse auruvannidesse hapendamiseks ja kohupiima keetmiseks. Osa lõssist võib olla eraldatud eraldi paaki või kannudesse põrsaste ja vasikate söötmiseks.

Keedetud kohupiim tõstetakse vannidest laudadele, kus temast välja voolab põhiline vadakuosa, ja kantakse pärast eelnevat jahutamist hoidlasse lõplikuks jahutamiseks, pressimiseks ja säilitamiseks.

Toobrites jahutatud koor laaditakse värskelt, vahel ka mõningal määral auruvannides hapendatult, võivalmistajasse, kus ta lüüakse kokku võiks. Pärast vajalikku töötlemist pannakse saadud või tünnidesse või kastidesse ja hoitakse hoidlates äraandmiseni.

Peale nende põhiliste protsesside võib lõssi, mis läheb noorkarja söötmiseks, hapendada hapupiimaks ja atsidofiliiniks.

Jääkelder ehitatakse tavaliselt piimatalituse kõrvale või juurdeehitusena, mis asub piimahoidla kõrval.

Piimatalituse masinate käitamiseks on kõige mugavam individuaalne või grupiline elektriajam.

SOOVITATAV KIRJANDUS.

Альбом проектов сельского и колхозного строительства. 1948.

Альбом механизации трудоемких процессов в животноводстве. Выпуски I, II и III. Сельхозгиз, 1949.

Н. М. Аронович. О работе исполнительного механизма электродоильной машины. Сельхозгиз, 1938.

Проф. Г. И. Бремер. Молочные сепараторы (теория и расчет). Сборник. Теория, конструкция и производство с-х. машин, под редакцией акад. Горячкина В. П., т. III, Сельхозгиз, 1936.

Инж. И. И. Волчков. Эксплоатация и ремонт молочных сепараторов. Гостехиздат, 1948.

Проф. Гейштовт. Механическое оборудование сахарных заводов, ч. I, Гостехиздат, 1937.

Акад. В. П. Горячкин. Собрание сочинений.

А. П. Дмитроченко, А. М. Вильнер и И. Я. Гуревич. Корма и их использование. Сельхозгиз, 1948.

Акад. М. Г. Евреинов. Применение электричества в сельском хозяйстве. Сельхозгиз, 1948.

Записки центральной научно-исследовательской лаборатории кормовой и комбикормовой промышленности и Пушкинской зоотехнической лаборатории, под ред. проф. М. И. Дьякова, выпуски 1—20, 1939.

Проф. В. И. Ильченко. Мельничные, крупяные и элеваторные машины. Гостехиздат, 1938.

Проф. П. А. Козьмин. Мукомольно-крупяное производство. 1926.

Проф. В. И. Колычев. Механизация транспорта массовых грузов в сельском хозяйстве, 1936.

В. Ф. Королев и др. Механическое доение коров. 1949.

В. С. Краснов и др. Механизация трудоемких процессов в животноводстве. Сельхозгиз, 1940.

Проф. Г. А. Кук. Теория и расчет основного оборудования предприятий молочной промышленности. 1934.

Проф. М. Н. Летошнев. Сельскохозяйственные машины. 1949.

Проф. С. В. Парашук и др. Технология молока и молочных продуктов. 1939.

Н. Г. Соминич. Основы проектирования кормоцехов для животноводческих хозяйств. Сборник трудов ЛИМСХ № 5. 1948.

Справочник по механизации животноводческих хозяйств, под редакцией В. С. Краснова. Сельхозгиз, 1949.

Б. Г. Турбин, С. А. Иофинов, Н. Г. Соминич и П. В. Стальнов. Механизация и электрификация сельского хозяйства, строительство сельскохозяйственных построек. Сельхозгиз, 1949.

Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин, под редакцией акад. В. П. Горячкина. т. I—VII, 1935, 1936 и 1940 гг.

Типовые проекты конторы «Сельхозстройпроект».

Типовые проекты конторы «Совхозпроектмонтаж».

SISUKORD.

Sissejuhatus 3

Kolhooside ja sovhooside loomakasvatusfarmide üldine ehitus ja lautade sisustus

Loomakasvatusfarmide üldine ehitus ja nende tootmisprotsessid 7
Farmide tüübid ja hoonete paigutus 7
Tööde organiseerimine farmis ja tootmisprotsesside mehhaniseerimine 13
Loomakasvatushooned ja nendele esitatavad nõuded, seoses farmide mehhaniseerimisega 15
Loomakasvatushooned 15
Loomapidamisruumidele esitatavad tehnilised nõuded, seoses tööprotsesside mehhaniseerimisega 20
Loomakasvatusruumide sisustus 21
Latrid ja sõimed 21
Lõad 24
Automaatjootjad 27
Loomakasvatusruumide ventilatsioon 32
Loomakasvatusruumide ventilatsioonile esitatavad sanitaarsed ja zootehnilised nõuded 32
Õhuvahetuse arvestus 34
Ventilatsiooniseadmete süsteemid ja arvestus 36
Loomade ja ruumide puhastamine ning pesemine 44
Üldalused 44
Loomade puhastamise ja pesemise moodused ja abinõud 45
Sisseseade loomakasvatusruumide koristamiseks ja puhastamiseks . 49
Mehhaniseeritud sõnnikuhoidlad 50

Farmisisese transpordi mehhaniseerimine

Loomakasvatusfarmide veoste ringluse arvestus 58
Transpordivahendite klassifikatsioon 58
Transporditavate materjalide liigid ja nende iseloomustus 58
Veoste ringluse määramine 60
Farmisisese transpordi tee valik 64
Rööbasteta farmisisene transport 65
Üldalused 65
Käsikärud ja -vankrid 66
Elektrikärud 68
Üherööpalised rippraudteed 70
Üldalused 70
Toed 72
Kandekonstruktsioon 73
Rööbas ja tema kinnitamine 74
Pöörangud ja pöörderingid 77
Veerev koossead 82

Maapealsed rööbasteed 87
Üldalused 87
Muldkeha ehitus 88
Tee pealisehitis 88
Veerev koossead 93
Farmisisese transpordi ekspluatatsioon 97
Tootlikkus 97
Veotakistus 99
Rippraudteede ja maapealsete rööbasteede montaaž 101
Hooldamine 103
Ohutustehnika 104

Söödaettevalmistamise mehhaniseerimine

Söötade töötlemise tehnoloogia 105
Söötade töötlemise vajaduse põhjused 105
Juur- ja mugulvilja töötlemise tehnoloogia 107
Koresöötade töötlemise tehnoloogia 108
Teraviljasöötade töötlemise tehnoloogia 109
Brikettsöötade töötlemise tehnoloogia 110
Söötade puhastamine ja pesemine 112
Teravilja ja jahusöötade puhastamine 112
Juur- ja mugulvilja pesemine 116
Mugul- ja juurvilja lõikamine 126
Mugul- ja juurvilja lõikamismasinatele esitatavad nõuded 126
Mugul- ja juurvilja lõikamismasinate tüübid ja nende ehitus . . . 126
Mugul- ja juurvilja lõikamismasinate tööorganid ja tööprotsessi analüüs 130
Mugul- ja juurviljade takistus lõikamisel 134
Juurviljalõikajate tootlikkus 135
Mugul- ja juurvilja lõikamismasinate hooldamine 137
Teravilja ja brikettsöötade peenestamine 137
Peenestamismasinatele esitatavad nõuded 137
Peenestamise põhimõtted ja masinate tüübid 138
Peenestamisastme määramise meetod 141
Tera purustamistakistus 143
Vasarpurustajad 146
Kividega veskid 160
Teravilja valtsveskid 171
Õlikoogipurustajad 180
Teravilja ja brikettsöötade peenestamismasinate ekspluatatsioon . . 184
Koresööda ja haljasmassi lõikamine 185
Koresöötade ja haljasmassi lõikamismasinate klassifikatsioon ja tööskeemid 185
Silolõikajate ja hekslimasinate tööprotsess ja tööosad 188
Hekslimasinate ehitus 194
Silolõikajate üldehitus 204
Silohoidlad, nende täitmise ning silo tihendamise ja väljavõtmise mehhaniseerimine 209
Söötade keetmine ja aurutamine 212
Aurutajate klassifikatsioon ja skeemid 212
Soojusenähtuste iseloom söötade keetmisel ja hautamisel 214
Aurukulu määramine keetmisel ja hautamisel 215
Aurugahautajad 220
Elektrihautajad 230
Söödahautajate ekspluatatsioon 232
Keedetud juur- ja mugulvilja muljumine 236
Söötade doseerimine ja segamine 238
Söötade doseerimine 238
Söötade segamine 241

Söödatsehhide projekteerimise alused 248
Üldalused 248
Söödatsehhi projektile esitatavad põhilised nõuded 249
Söödatsehhi ööpäevase vajaliku tootmisvõimsuse määramine 250
Söötade kulu graafiku arvutus ja koostamine ööpäeva tundide järgi 251
Tehnoloogilise protsessi väljatöötamine 252
Tarviliku seadmestiku projekteerimine ja valik 255
Hoone vajaliku põrandapinna määramine 268
Jõuallika vajaliku võimsuse määramine 269
Vee- ja auruvajaduse arvestus 270
Söödatsehhide ööpäevase töögraafiku väljatöötamine 271
Tüüpiliste söödatsehhide üldine ehitus 271
1200—1500-pealise seakasvatusfarmi söödatsehhi projekt 271
Segafarmi söödatsehhi projekt 274
20—25 emisega sigala söödaköögi projekt 277
50, 80 ja 100 lehmaga lauda söödaköögi ВИМ'i projekt 278

Lehmalüpsi mehhaniseerimine

Lehmade mehaanilise lüpsmise põhimõte ja tööprotsess 280
Üldalused 280
Mehhaniseeritud lüpsile esitatavad füsioloogilised nõuded 280
Lüpsmisprotsess 281
Lüpsimasinate klassifikatsioon 285
Lüpsiseadme „Kolmetaktiline ВИМ" ehitus ja toime 285
Lüpsiseadme ehitus 285
Lüpsiaparaadi ehitus ja töötamine 287
Vaakum-aparatuur 292
Lüpsiseadme monteerimine 294
Lüpsiaparatuuri hooldamine 294
Lüpsisaalide sisustus 296
Statsionaarsed lüpsiseadmed 296
Statsionaarsete lüpsiseadmete aparatuuri ehituse erinevused 298
Mehaanilise lüpsmise organiseerimine 299

Lambapügamise mehhaniseerimine

Mehaanilise pügamise eelised ja mehhaniseeritud tööprotsess 302
Mehaanilise pügamise eelised 302
Pügamisseadmete klassifikatsioon 302
Pügamismasinate ehitus ja töötamine 303
Pügamisagregaatide ehitus 306
Elektriagregaadid 306
Mehaanilised agregaadid 309
Pügamispunktide organiseerimine 310

Piimatalituse seadmestik

Piima töötlemise tehnoloogia 312
Piima füüsikalis-mehaanilised omadused 312
Piima algtöötlemise tehnoloogilise protsessi skeemid 315
Piima jahutamine 316
Lihtsamad jahutamisviisid 316
Piimajahutajad 319
Külmutusseadmed 328
Piima kuumutamine 334
Lihtsamad piimakuumutamise moodused 334
Piima pastöriseerimine 335

Piima separeerimine 342
Koorelahutajate konstruktsioon 342
Koorelahutajate tööprotsess 349
Või valmistamine 354
Tööprotsess 354
Võimasinate ja võivalmistajate ehitus ja toime 355
Piimatalituste abisisseseade 358
Piimanõud 358
Seadmestik piima vastuvõtmiseks ja kaalumiseks 360
Piima kurnamise ja puhastamise vahendid 361
Seadmed piimanõude pesemiseks 363
Piimapumbad 365
Transpordivahendid 367
Farmide mehhaniseeritud piimatalituste sisseseadmine 369
Piimatalitus piima hoidmiseks ja töötlemiseks 369
Piimatalitus piima hoidmiseks, töötlemiseks ja ümbertöötamiseks . . 371
Soovitatav kirjandus 373

Toimetaja A. Kaskneem.
Tehniline toimetaja K. Einberg.
Korrektorid
R. Eliste ja A. Kiho.

Ladumisele antud 23. VI 1952.
Trükkimisele antud 23. X 1952.
Trükiarv 2000. Paber 60 : 92, 1/16.
Trükipoognaid 23,75. Arvutuspoognaid 25,21. MB-20503.
Hans Heidemanni nimeline trükikoda
Tartu, Vallikraavi 4. Tellimise nr. 2480.

На эстонском языке.

Hind rbl. 8.60

Rbl. 8.60

A
19502
7852538

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00785253 8