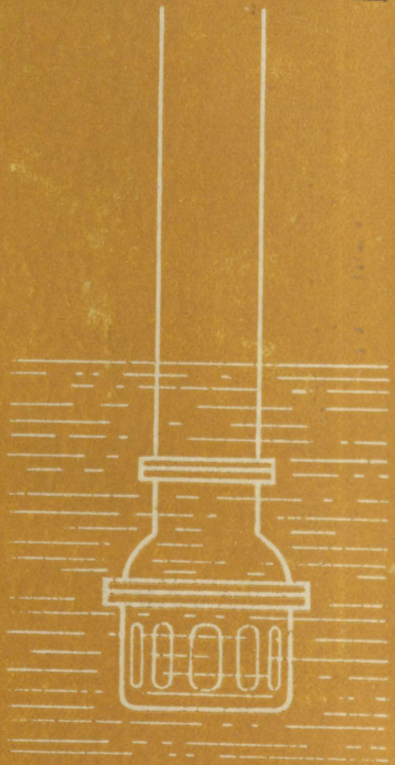
LOOMA-FARMIDE MEHHANISEERIMINE



A - 92467

LOOMAFARMIDE MEHHANISEERIMINE

TEHNOLOOGIA JA SEADMED

Koostanud V. Veinla

KIRJASTUS „VALGUS" · TALLINN 1970

636
L 73

УДК 637.125

МЕХАНИЗАЦИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ. СОСТ. *В. ВЕЙНЛА*

Важным резервом повышения производительности труда и снижения себестоимости продукции в животноводстве является внедрение рациональной технологии, механизация производственных процессов и применение средств автоматики.

В предлагаемой книге рассматриваются современные способы содержания животных и птиц, механизация производственных процессов и применяемые для этого машины, автоматизация производства, а также некоторые вопросы, связанные со строительством ферм.

Большое внимание уделено ознакомлению передового опыта механизации ферм в нашей республике, а также в других районах Советского Союза и заграницей.

Книга предназначена инженерно-техническому персоналу хозяйств и частично для зоотехников. Она может быть использована в качестве вспомогательного материала студентами Эстонской сельскохозяйственной академии и учащимися сельскохозяйственных техникумов.

238 илл., 89 табл., библ. 57 наз.

Kunstiliselt kujundanud *E. Tali*

Raamatus käsitletakse loomade ja lindude kaasaegseid pidamisviise, pidamise tehnoloogiat, tööprotsesside mehhaniseerimist ja selleks kasutatavaid seadmeid, automaatika rakendamise võimalusi ja samuti ka mõningaid farmiehituslikke küsimusi.

Peamõõk on pandud loomade pidamise erinevate tehnoloogiate käsitlemisele, nende võrdlusele ja ratsionaalse tehnoloogia selgitamisele. Tuuakse andmeid ka kompleksselt mehhaniseeritud farmide ja nende majandusliku efektiivsuse kohta.

Raamat on mõeldud majandite ja põllumajanduslike asutuste inseneridele ja tehnikutele. Ta võib olla kasulik ka loomakasvatusspetsialistidele ja abimaterjaliks EPA üliõpilastele ning põllumajandustehnikumide õpilastele.

Raamatu § 1 kirjutas O. Kolde; § 2, 24 ja 25 J. Nõmm; § 3 p. 1...2 ja § 6 P. Kutti; § 3 p. 3 A. Narusberg; eessõna § 4, 5 ja 8 V. Veinla; § 7 E. Must; § 9 p. 1...4, § 10 p. 8 ja § 11 V. Laja; § 10 p. 1...7 M. Porila; § 9 p. 5 ja § 12 P. Lepasalu; § 13 V. Masso; § 14...17 A. Zupping ja A. Käsper; § 18...23 J. Lepa; § 26 p. 1...3 J. Armolik; § 26 p. 4 B. Saimre.

4—7—1
73—70

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

EESSÕNA

Eesti NSV põllumajanduse peatootmisharuks on loomakasvatus. Majandid saavad peamise osa oma sissetulekutest loomakasvatussaaduste müügist. Nii näiteks annab piima müük umbes poole majandite sissetulekutest. Kuid piima omahind on veel kõrge, rentaablus madal ja sellest tootmisharust saadav kasum väike. Eesti NSV sovhoosides on piima omahind viimastel aastatel tõusnud: 1965. a. — 12,84 rbl./ts, 1966. a. — 14,10 rbl./ts, 1967. a. — 14,62 rbl./ts ja 1968. a. — 14,98 rbl./ts.

Sovhoosides moodustavad piima tootmise kuludest söödad umbes poole, töötasu veerandi ja muud kulud ülejäänud veerandi. Töökulu inimpäevades 1 ts piima kohta on muutunud sõjajärgsetel aastatel järgmiselt: 1945. a. — 2,69, 1950. a. — 1,36, 1955. a. — 1,49, 1960. a. — 1,00, 1965. a. — 0,85, 1966. a. — 0,86, 1967. a. — 0,83 ja 1968. a. — 0,77.

Praegu on meil piima tootmise töökulu umbes kaks korda väiksem kui Nõukogude Liidu keskmine, kuid ligikaudu kaks korda suurem kui USA-s. Meie vabariigi eesrindlikud majandid on tootnud piima aga märksa väiksema töökuluga kui ülaltoodud keskmised andmed näitavad (Vändra Veisekasvatuse Katsejaamas oli töökulu 1 ts piima tootmisel 1966. a. 0,4 inimpäeva).

Töökulu vähendamine on oluline nii omahinna alandamise seisukohalt, kui ka põllumajanduses valitseva tööjõu defitsiidi tõttu. Viimases osas nähtavasti muutub olukord edaspidi veelgi pingelisemaks, sest loomakasvatussaaduste tootmine suureneb, kuid tööjõu juurdevoolu pole ette näha, pigem vastupidi.

Tähtsamaid reserve loomakasvatussaaduste tootmise töökulu vähendamisel on ratsionaalse tehnoloogia rakendamine ja otstarbekas töökorraldus. See peab mitte ainult vähendama töökulu, vaid muutma ka töö kergemaks ja

puhtamaks, et sellega stimuleerida uute töötajate, eriti noorte farmi tööle tulekut.

Käesolevas raamatus käsitletakse loomafarmide tööde tehnoloogiat ja rakendatavaid seadmeid peamiselt nende kasutamise ja hooldamise seisukohalt. Peale meie vabariigis juurutatud tehnoloogia ja seadmete tutvustatakse vennasvabariikide ja välismaa kogemusi ning esitatakse seisukohti võimaliku arengu kohta tulevikus. Raamatus tuuakse võrdlevaid andmeid erinevate tehnoloogiate majanduslikust efektiivsusest.

Masinate ja seadmete tehnilised andmed on koondatud tabelitesse.

Raamat on määratud majandite ja põllumajanduslike asutuste inseneridele ja tehnikutele. Ta võib olla kasulik ka loomakasvatusspetsialistidele ja abimaterjaliks EPA üliõpilastele ning põllumajandustehnikumide õpilastele.

Koostaja ja autorid avaldavad tänu inseneridele J. Haabpihtile ja H. Veldile kasulike märkuste eest käsikirja läbivaatamisel.

VEEVARUSTUS JA KANALISATSIOON

§ 1. LOOMAFARMIDE VEEVARUSTUS

1. Veetarve

Loomafarmide veevarustuse korraldamisel on eelkõige vaja teada tarbitavat vooluhulka ja vee nõutavat kvaliteeti ning seejärel valida sobiv veevõtukoht.

Vajaliku vooluhulga määramisel tuleb lähtuda loomade arvust farmis ning nende keskmisest veetarbimisest. Perspektiives vooluhulga määramisel arvestatakse farmi kogu veetarbimist ning loomade arvu kasvu järgneva 10 aasta jooksul. Farmi veevajadusse kuulub peale loomade veetarbimise ka veekulu seadmete pesemiseks, loomakasvatussaaduste töötlemiseks, tuletõrje vajadusteks jne.

Keskmised ööpäevased veetarbimisnormid vastavalt loomakasvatushoonete projekteerimise tehnilistele tingimustele on antud tabelis 1.

Farmi veevõtukoha valikul on tarvis arvestada järgmiste nõuetega: 1) veevaru — farmi varustamiseks vajaliku vooluhulga saamine; 2) vee kvaliteet — võimalus kasutada vett eelneva puhastamiseta või puhastamisega; 3) veevõtukoha sanitaarne olukord — kuivõrd veevõtukoht on kaitstud reostumise eest; 4) veevõtukohast saadava vee maksumus ning vajalike tehniliste vahendite keerukus.

Arvestades ülaltoodud nõudeid on otstarbekas kasutada põhjavett, mida pinnakihid kaitsevad saastamise eest, mis ei vaja täiendavat puhastamist ja on kogu aasta vältel suhteliselt stabiilse temperatuuriga. Ainult siis, kui põhjavett pumpamiseks sobivas sügavuses ei leidu või kui vesi sisaldab lubamatult palju mineraalaineid, on otstarbekas kasutada pinnavett või vett kohalikest veekogudest.

Maa-alused veed jagunevad ülemises horisondis olevaks

Tabel 1

Põllumajandusloomade ööpäevane veetarve

Loomade liik	Veetarve 1 ühe looma kohta
Veised	
Lehmad	80
Pullid	50
Noorkari kuni 2 aastat	30
Vasikad 4 kuni 6 kuud	20
Sead	
Täiskasvanud sugukuldid ja emised	25
Emised põrsastega	60
Noorsead vanusega üle 4 kuu ning nuumikud	15
Võõrdepõrsad	6
Lambad	
Täiskasvanud lambad	10
Talled kuni 1 aasta vanuseni	3
Hobused	
Töö-, ratsa-, tõuhobused, täkud üle 1,5 aasta	60
Imetavad tõumärad	80
Sugutäkud	70
Täkud kuni 1,5 aastat	45
Linnud	
Kanad	1
Kalkunid	1
Pardid ja haned	1,25

pinnaveeks ja sügavamal maakihtide vahel olevaks põhjaveeks. Esimesse gruppi kuuluvad veekihid, mis ei ole pealt kaetud vett pidava pinnasekihiga, teise aga vett pidavate pinnasekihtide vahel olevad veed. Põhjavett, mis väljub maapinnale, nimetatakse allikaveeks. Allikavesi ei nõua farmide veevarustuses kasutamisel täiendavat puhastamist.

Põhjavee kasutamise puudusteks, võrreldes vee võtmisega lahtistest veekogudest, on enamikul juhtudel kaevude väiksem tootlikkus, vee suur mineraalainete sisaldus ning raskused veevarude määramisel.

Lahtiste veekogude (jõed, järved, kanalid jne.) vett

võib kasutada joogiks ainult pärast puhastamist. Veehaarde ümbrusse tuleb rajada vee saastamise vältimiseks sanitaartsoon.

Veepuhastusseadmete keerukus, suur maksumus ning kõrged ekspluatatsioonikulud sunnivad enamikul juhtudel loobuma lahtiste veekogude kasutamisest loomafarmide veevarustuses.

Loomafarmides ei ole otstarbekas välja ehitada erinevaid veevarustussüsteeme loomade jootmiseks ning joogivee saamiseks. Ühise veevarustussüsteemi korral peab vesi vastama kõrgendatud, s. o. joogivee nõuetele. Veel ei tohi olla lõhna, ebameeldivat kõrvalmaitset, ta peab olema värvitu ja läbipaistev. Keemiliste ainete ja bakterite hulk ei tohi ületada normides ettenähtut. Vee kvaliteet peab vastama ГОСТ 2874-54 normidele. Muude lisandite lubatava maksimaalse hulga määravad iga kord sanitaarinspektsiooni kohalikud organid.

Kare vesi sobib joogiks, kuid on vähemsobiv katelde toiteks, mootorite jahutamiseks, pesupesemiseks, saunades jne. Lubatud kloorisisaldus sõltub kloori päritolust: mineraalse päritoluga kloori lubatav sisaldus on kuni 300 mg/l ja orgaanilise päritoluga kloori puhul kuni 30 mg/l. Lämmastiku, lämmastikhappe ja ammoniaagi lisandid näitavad, et vesi on saastunud orgaaniliste ainetega. Nende lisandite olemasolul peab vett tingimata puhastama ja desinfitseerima. Piima töötlemisel kasutatav vesi peab peale eeltoodu olema võimalikult pehme ning ei tohi sisaldada rauda, magneesiumi ja mangaani, mis järsult halvendavad piimasaaduste kvaliteeti.

Loomade joogivee temperatuur ei tohi olla alla 5 ega üle 16° C.

Bakterioloogilisest seisukohast peab joogivee kolitiiter olema vähemalt 300. Loomade joogiveele esitatavad nõuded (kui inimesed vett joogiks ei tarvita) on hoopis väiksemad. Mineraalainete lubatav sisaldus loomade joogivees sõltub nende harjumusest juua kohalikku vett. Lubamatu on liigne kloriidide, sulfaatide ja karbonaatide olemasolu loomade joogivees. Nende sisaldus vees ei tohi ületada vastavalt 350, 700 ja 200 mg/l. Vesi võib olla sogane, kuid peab olema vaba orgaanilistest lisanditest, mikroorganismidest, lõhnatu, kolitiiter ei tohi olla alla 10.

2. Veevõtukohad

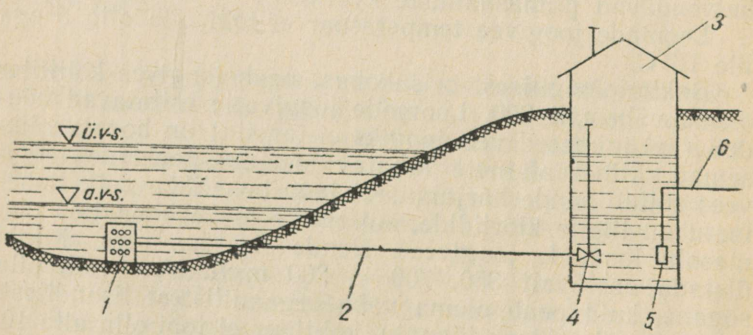
Kuna loomafarmidele vajalik vesi võetakse kas lahtistest veekogudest või maa-alustest veekihtidest, siis sõltuvad veevõtukohast ka veehaarde ja pumbamaja ehitus.

Lahtiste veevõtukohtade veehaare ehitatakse kohtadesse, kus on tagatud vee aastaringne saamine. Jõe, järve või veehoidla veerežiim peab olema soodus, veehaardekoht küllalt sügav ning kaitstud purunemise eest jääminekul.

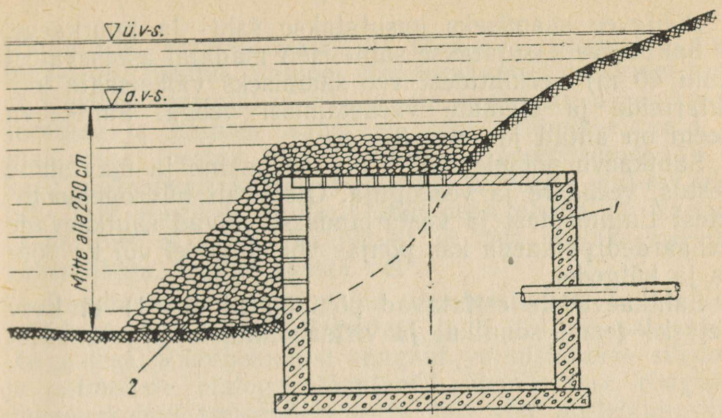
Veehaarde ehitamisel peab lähtuma järgmistest põhinõuetest: 1) veehaare tuleb ehitada asulatest ülespoole voolu ja võimalikult lähedale tarbijale; 2) veehaaret ei ole soovitatav ehitada kalda väljaulatuvatele osadele ning vee juurdevoolu (ojade, jõgede jne.) lähedusse; 3) veevõtukohas peab vee sügavus olema küllaldane, arvestades jää paksust ja vee madalaimat seisu.

Joonisel 1 on esitatud lahtise veekogu veehaarde skeem. Veevastuvõtjast (veehaarde peast) *1* saadav vesi voolab mööda isevoolutoru *2* kogumiskaevu *3*, milles asub vee pealevoolu sulgemiseks ventiil *4*. Kogumiskaevust pumbatakse vesi edasi filtri *5* ja imitoru *6* kaudu.

Kaldasse ehitatakse veehaare (joon. 2) sel juhul, kui kalda läheduses oleva vee kvaliteet tarbijat rahuldab.



Joon. 1. Lahtise veekogu veehaarde skeem: *1* — veevastuvõtja (veehaarde pea); *2* — isevoolutoru; *3* — kogumiskaev; *4* — ventiil; *5* — pumba filter ja põhjaklapp; *6* — pumba imitoru



Joon. 2. Kaldas olev veehaare: *1* — raudbetoonist veevastuvõtja, mis on ühtlasi ka kogumiskaevuks; *2* — kividest kindlustus

Kui kalda pinnas on vett hästi läbilaskev (liiv, kruus), võib kogumiskaevu ehitada vee juurdevoolu toruta, vesi filtreerub kogumiskaevu läbi pinnase, filtreerumise kiirendamiseks on soovitatav ehitada kogumiskaev 2... 2,5 m allapoole veepinda.

Veehaarde üksikute sõlmede ehitamisel on soovitatav lähtuda järgnevast.

Veevastuvõtja peab veehaardetorust olema 1,5...2 korda suurema läbimõõduga. Madalaima veeseisu korral peab veepind olema vähemalt 0,3 m kõrgemal vastuvõtja ülemisest servast. Vastuvõtja alumine serv peab olema vähemalt 0,5 m veekogu põhjast kõrgemal. Veevastuvõtja avade üldpind arvutatakse vee arvutusliku tarbe ja sissevoolu kiiruse järgi; viimane võetakse 0,2...0,3 m/s.

Isevoolutoru (joon. 1) monteeritakse 5% kaldega kogumiskaevu suunas. Veevoolu kiirus valitakse 0,6... 0,9 m/s, mis tagab toru isepuhastamise ning väldib torude ummistumist setetega.

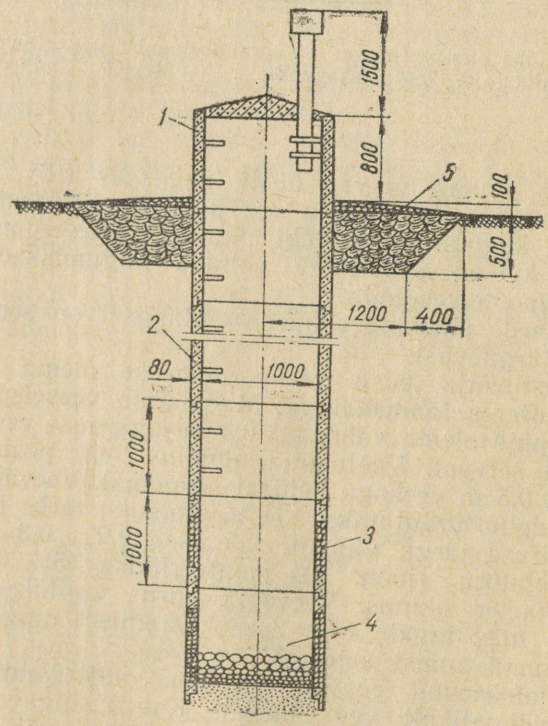
Kogumiskaevud peavad asetsema mitteüleujutataval kaldal, võimalikult vee lähedal. Kaevu sügavus peab tagama selles oleva veekihi paksuse 3 m või rohkem. Kaevu põhi tuleb ehitada vähemalt 0,5 m madalamale isevoolutoru otsast.

Põhjavee saamiseks kasutatakse šaht- ja puurkaeve.

Šahtkaeve kasutatakse suhteliselt madalal asetsevatest (kuni 40 m) veekihtidest vee saamiseks väiksemate loomafarmide ja elamute varustamisel veega. Šahtkaevu skeem on antud joonisel 3.

Šahtkaevu põhielemendid on maapealne ja maa-alune toestus, veehaare ja veekoguja. Olenevalt hüdrogeoloogilistest tingimustest ja veetarbimisest võivad šahtkaevude veehaarded paikneda kas põhjas või külgedel või ka põhjas ja külgedel.

Šahtkaevudele esitatavad põhinõuded on: 1) et kaev asetseks eemal sõnniku- ja virtsahoidlaist ning muudest



Joon. 3. Šahtkaevu skeem: *1* — maapealne toestus; *2* — maa-alune toestus; *3* — urbsest betoonist veehaarderõngas; *4* — veekoguja; *5* — savist isolatsioonikiht

võimalikest reoveeallikaist; 2) et kaevu maapealne ning maa-alune toestus ülalpool veehaaret oleks veekindel ning et toestuse materjal ei rikuks vee kvaliteeti; 3) et kaevu toestuse ja pinnase vahel ei oleks tühimikke, vaid et maa-alune toestus oleks pinnasega ümbritsetud; 4) et kaev oleks pealt kaetud veekindla katusega, millest ulatuks läbi ventilatsioonitoru, mis peab olema nii kaetud, et mustust ei satuks kaevu; 5) et vett võetaks kaevust vahenditega, mis ei saasta vett.

Raudbetoonist šahtkaevud monteeritakse 1 m läbimõõduga, 0,7...1 m kõrgustest ja 6...8 cm paksustest rõngastest. Raudbetoonist rõngaid valmistatakse siledate ja astmeliste otstega. Montaažil ühendatakse rõngaste ühenduskohad tsemendiga, eriti hea vett mitteläbilaskva ühenduse saab astmeliste otstega betoonrõngaste montaažil. Siledate betoonrõngaste ühendamisel tuleb vältida nende nihkumist üksteise suhtes, vajaduse korral asetatakse rõngaste ühenduskohale lehtmetallist suunajad. Monteeritud betoonrõngaste ühenduskohad krohvitakse seestpoolt tsemendiseguga. Raudbetoonrõngaste valmistamiseks kasutatakse betooni mark 100...150 ja tsemendisegu mark 50...100.

Šahtkaevu toestuse ladumisel tellistest kasutatakse ainult kvaliteetseid pragudeta kive, mis ei imenda niiskust üle $^1/_{20}$ oma kaalust. Šahti seina (toestuse) paksus peab olema vähemalt üks tellis. Tellistest toestus laotakse tsemendimördil ning krohvitakse tsemendiseguga.

Puurkaevud ehitatakse vee saamiseks sügaval asetsevatest suure tootlikkusega ning hästi reostumise eest kaitstud veekihtidest. Loomafarmides ja asulates kasutatavad puurkaevud on tavaliselt sügavusega 100...250 meetrit, toru siseläbimõõduga 100...250 mm.

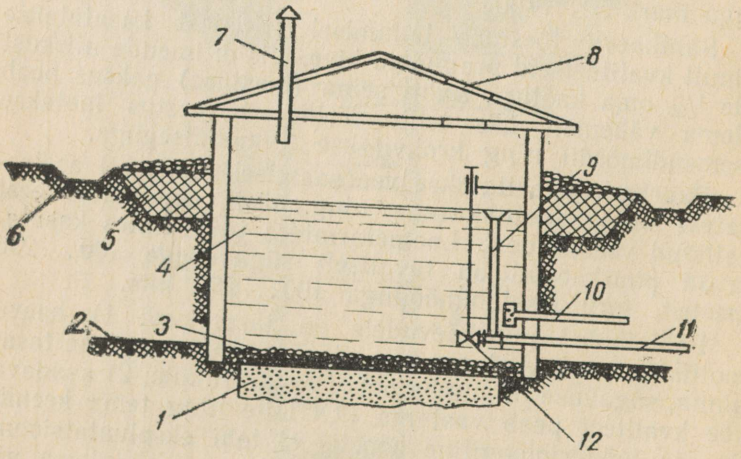
Põhinõuded puurkaevudele on järgmised: 1) kaevu tootlikkus peab vastama vee ettenähtud dünaamilise tasapinna, sügavuse ja pumba puhul arvutuslikule; 2) saadava vee kvaliteet peab vastama ГОСТ-ile ning tema keemiline ja bakterioloogiline koostis ei tohi ekspluatatsiooni ajal muutuda; 3) puurkaevu manteltoru peab olema nii paigaldatud, et pinnavesi ega ka kasutamiseks mitteettenähtud muude vettkandvate kihtide vesi ei satuks kaevu; 4) puurkaevu veehaardesse ei tohi sattuda ümbritsevast pinnasest savi- ega liivaosakesi; 5) puurkaevu

kõrvalekaldumine vertikaalist peab olema piirides, mis tagab pumba normaalse töötamise.

Puurkaevude minimaalsed läbimõõdud olenevalt tootlikkusest on antud vastavalt tehnilistele tingimustele TУCH 14-57 (tabel 2) [37].

Puurkaevu põhielemendid on veehaare koos filtriga või ilma, manteltoru ja suue. Filter võib olla kas aukudega või võrkfilter, olenevalt pinnasest. Filtrita võib ehitada ainult puurkaeve, mille veehaare asub kõvades püsivates kivimites.

Allikatest väljavoolava põhjavee kasutamiseks ehitatakse kaptaažveehaarded. **Kaptaaži** ehitamisel ja kasutamisel tuleb lähtuda (joon. 4) järgmisest: 1) kaptaaži kogutud vesi ei tohi segada allika voolu, vastasel korral võib allikas leida endale uue sängi; kaptaaž varustatakse vee ülevoolu ja väljavoolu torudega, et kaptaažikaevu oleks võimalik puhastada; vesi võetakse kaptaažist veevõtutoru abil; 2) maa-aluse allika paremaks ärakasutamiseks on soovitatav teha kaptaaž kogu veesoone süga-



Joon. 4. Allikale ehitatud kaptaaž: *1* — allikas; *2* — vett pidav pinnasekiht; *3* — põhjafilter; *4* — veehoidla; *5* — savist isolatsioonikiht; *6* — veeäravoolukraav; *7* — õhutoru; *8* — luuk; *9* — ülevooluloru; *10* — veehaardetoru; *11* — vee väljalaske toru; *12* — ventiil

Tabel 2

Puurkaevude andmed

Projekteeritud tootlikkus l/s	Manteltoru minimaalsed siseläbimõõdud mm	
	Kolbpumpadel	АП-, АПВ- ja ЭЦВ-tüüpi sügavveepumpadel
0,42	75	—
0,55 ... 0,83	100	100
1,1 ... 1,4	125	125
1,4 ... 1,7	150	150
2,2	—	150
5,5	250	200
4,2 ... 8,4	—	200
14 ... 19	—	250

vuse ulatuses; 3) kaptaaž tuleb ümbruskonnast isoleerida, nii et pinnavesi ei satuks allikasse, ja katta katusega, mida läbib ventilatsioonitoru.

3. Veetõsteseadmed

Põllumajanduses kasutatakse peamiselt kolme liiki, üksteisest tööprintsiibilt erinevaid veetõsteseadmeid: pumbad, õhktõstukid ja vesioinad. Kõige enam leiavad kasutamist pumbad, sest nende veetõstekõrgust ja tootlikkust on vastavalt vajadusele võimalik muuta.

Õhktõstukites kasutatakse suruõhu energiat. Suruõhk juhitakse kaevu segukambrisse, kus tekib vee ja õhu segu, mis veest väiksema mahukaalu tõttu väljub kaevust.

Vesioinad töötavad veevoolu poolt tekitatava hüdraulilise löögi toimel, kusjuures osa vett juhitakse tarbijale. Neid on võimalik kasutada seal, kus on olemas oja või allikas langusega vähemalt 1 m ja vee vajadus on väike.

Põllumajanduses on kõige enam levinud tsentrifugaalpumbad ning nende eriliigina keeris- ja sügavveepumbad.

Tsentrifugaalpumpadega võib vett pumbata nii lahtistest veekogudest kui ka šaht- ja puurkaevudest. Tsentrifugaalpumba (joon. 5) moodustavad kere *3* ja tööratas *4*. Viimane koosneb labadest *5*, mis on painutatud

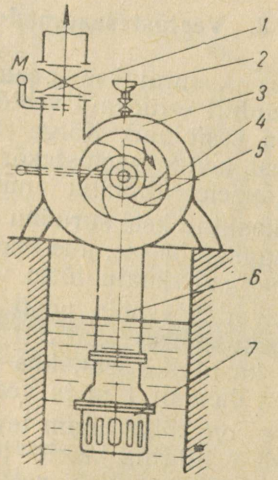
tööratta pöörlemisele vastassuunas, ja ühest või kahest kettast. Lahtist tüüpi töörattal on ketas ainult ühel küljel, kinnist tüüpi rattal aga kahel küljel. Ketaste ja labade vahel moodustuvad kanalid.

Kere keskossa kinnitatakse imitoru *6*, välisservale puutuja suunas rõhutoru. Imitoru vees oleva otsa külge on kinnitatud filtriga põhjaklapp *7*.

Enne käivitamist peab olema tsentrifugaalpumba kere ja imitoru veega täidetud. Tööratta pöörlemisel paiskub vesi tsentrifugaaljõu toimel labade vahel olevatest kanalitest rõhukambrisse, tööratta keskosas tekib alarõhk ja vett voolab pidevalt kaevust imitoru kaudu juurde. Nii tekib katkestamatu veevool veevõtukohast rõhutorusse.

Tsentrifugaalpumba tööratta konstantse pöörete arvu juures sõltub pumba tootlikkus süsteemi takistusest. Pumba nominaaltootlikkuseks konstantsel pöörete arvul loetakse tootlikkust, mille juures pumba kasutegur on suurim.

Tsentrifugaalpumba põhilisteks tehnilisteks näitajateks on vee tõstekõrgus, tootlikkus, tööratta pöörlemiskiirus, pumba võimsus ja kasutegur.



Joon. 5. Tsentrifugaalpumba skeem: *1* — rõhutoru ventiil; *2* — pumba täiteava; *3* — kere; *4* — tööratas; *5* — tööratta labad; *6* — imitoru; *7* — filtriga põhjaklapp

Pumba tõstekõrgus H määratakse valemiga

$$H = H_1 + \Sigma h,$$

kus H_1 — vee teoreetiline tõstekõrgus m;
Σh — rõhukadude summa imi- ja rõhutorus m.

Kuna tsentrifugaalpumba tootlikkus oleneb süsteemi takistusest, saab pumba tootlikkust reguleerida rõhutorus oleva ventiili *1* abil. Tsentrifugaalpump võib töötada ka suletud ventiiliga, sel juhul tarbib pump ca 30% nominaalvõimsusest. Seepärast käivitatakse tihti tsentrifugaalpumbad suletud rõhuventiiliga. Et tsentrifugaalpumba tootlikkus kasvab võrdeliselt pöörete arvuga, rõhk aga pöörete arvu ruuduga ja võimsus selle kuubiga, siis ei

Tabel 3

Tsentrifugaalpumpade tehnilised andmed

Pumba mark	Tootlikkus l/s	Rõhukõrgus m	Pöörete arv p/s	Võimsus kW		Pumba kasutegur %	Lubatav vaakummeetriline imemiskõrgus m	Tööratta läbimõõt mm
				pumba võllil	elektrimootoril			
1½K-6	1,7 3,1 3,9	20,3 17,4 14	48,3	0,7 0,9 1,0	1,5	44 55,5 53	6,6 6,7 6	128
2K-6	2,8 5,6 8,3	34,5 30,8 24	48,3	1,8 2,7 3,1	4,0	50,6 64 63,5	8,7 7,2 5,7	162
2K-9	3,1 5,6 6,1	21 17,5 17,5	48,3	1,2 1,5 1,6	2,2	56 68 66	8 6,8 6,4	129
3K-6	8,3 12,5 16,7 19,5	62 57 50 44,5	48,3	9,4 10,1 12,5 13,4	14 20	54,4 63,5 66,3 63	7,7 6,7 5,6 4,7	218
3K-9	8,3 12,5 15,0	34,8 31 27	48,3	4,6 5,5 5,8	7	62 71 71,5	7 6 2,9	168

Tabel 4

Fekaalipumpade tehnilised andmed

Pumba mark	Tootlikkus l/s	Rõhukõrgus m	Pöörete arv p/s	Elektrimootori võimsus kW	Tööratta läbimõõt mm
2,5НФ	8,9 ... 15,0	10,7 ... 9,7	24,2	2,8	195
	12,5 ... 30,0	46,5 ... 40	48,3	14 ... 20	
4НФ	20,0 ... 28,0	11 ... 10	15,4	7	300
	30,0 ... 50,0	26 ... 23	24,2	20	

ole soovitatav pöörete arvu muuta, sest pöörete arvu suurendamisel kahekordseks, kasvab küll tootlikkus kahekordseks, rõhk neljakordseks, kuid vajalik võimsus juba kaheksakordseks, samuti halveneb järsult pumba kasutegur.

Et pöörete arvu suurendamine üle 10 ... 20% toob kaasa pumba kasuteguri languse, kasutatakse suuremate rõhkude saamiseks mitmeastmelisi tsentrifugaalpumpi. Viimastel on mitu eraldi korpuses olevat pööriskambrit ühendatud järjestikku, s. o. eelmise pööriskambri rõhupool on ühendatud järgmise kambri imipoolega.

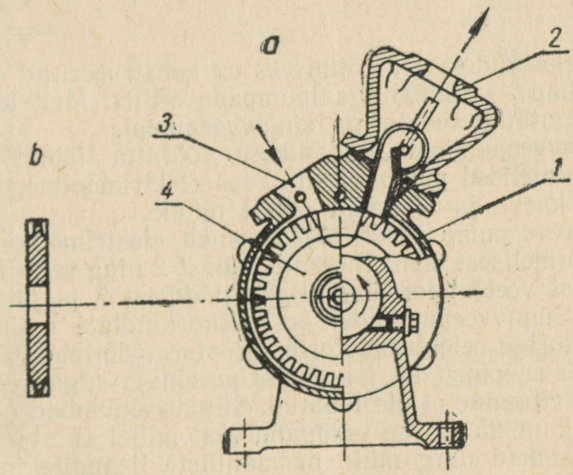
Vesi tungib alarõhu all olevasse tsentrifugaalpumba imikambrisse atmosfääri rõhu toimel. Seepärast peab tsentrifugaalpumpade imemiskõrgus olema tunduvalt alla 10 meetri. Praktiliselt on soovitatav valida imemiskõrgus mitte üle pumba passis näidatu, tavaliselt 5 ... 6 m piires.

Kõige enam kasutatakse K-tüüpi tsentrifugaalpumpi. Need on üheastmelised horisontaalsed konsoolpumbad. Pumba kinnist tüüpi tööratas on valatud malmist ja kinnitatud pumba võllile kiilu ja vasakpoolse keermega mutri abil. Pumba terasvõll toetub kahele kuullaagrile. K-tüüpi pumpade tehnilised andmed on toodud tabelis 3 [6], [45].

Sogaste vedelike, fekaali ja virtsa pumpamisel kasutatakse põllumajanduses НФ-tüüpi pumpi, mis on samuti üheastmelised horisontaalsed konsoolpumbad. Nimetatud pumpade tehnilised andmed on tabelis 4.

Keerispumbad on tsentrifugaalpumpade eriliik ja erinevad viimastest nii tehnilistelt andmetelt kui ka konstruktsioonilt. Keerispumba tööratas *4* (joon. 6) kujutab endast radiaalselt freesitud uuretega ketast. Uurded moodustavad sirged labad. Pumba keres *1* oleval töökambril on silindri kuju ning tööratta asetamisel töökambrisse moodustub perimeetriline kanal, mis on imi- ja rõhutoru vahelises osas vähemalt kahe uurde laiuse vaheseinaga katkestatud. Tööratas on asetatud töökambrisse külglõtkuga 0,05 kuni 0,15 mm. Tööratta lõtku reguleeritakse töökambri kaane alla asetatud tihendite paksuse muutmisega.

Keerispumba töötamisel haaravad tööratta labad vee kaasa ja paiskavad tsentrifugaaljõu mõjul kanalisse, tööprotsessis toimub korduv vee osakeste tungimine labadevahelisse ruumi ning tagasipaiskumise kanalisse. Kuna vedelik paiskub korduvalt vastu tööratast ning saab seetõttu suure kiirenduse, on keerispumpade töörõhk samal pöörete arvul tsentrifugaalpumba omast 2...4 korda suurem. Keerispumpi kasutatakse juhul, kui on vaja suurt rõhukõrgust ja vajalik tootlikkus on väike. Keerispumba käivitamisel on vaja ainult pumba kere veega täita,



Joon. 6. Keerispump: *a* — pumba lõige; *b* — tööratas; *1* — pumba kere; *2* — rõhukamber; *3* — imikamber; *4* — tööratas

et pump hakkaks ise vett imema. Keerispumpa on lubatud käivitada ainult avatud rõhuventiili puhul, sest vastasel korral võib pump ülerõhu tõttu puruneda. Keerispumbad sobivad töötamiseks koos rõhupaagiga automaatveetõsteseadmetes.

Põllumajanduses kasutatavate B-tüüpi keerispumpade tehnilised andmed on antud tabelis 5.

Keerispumpade tehnilised andmed Tabel 5

Pumba mark	Tootlikkus l/s	Rõhukõrgus m	Pöörete arv p/s	Elektrimootori võimsus kW	Imemiskõrgus m
1B-0,9M 1BC-0,9M	0,3 ... 1,0	35 ... 12,5	24,2	1,7 ... 1,0	6,5
1,5B-1,3M 1,5BC-1,3M	1,1 ... 2,2	50 ... 18	24,2	4,5 ... 2,8	6,5 ... 5,0
2B-1,6M 2BC-1,6M	1,9 ... 4,2	50 ... 18	24,2	4,5 ... 2,8	6,0 ... 4,0
2,5BC-1,8M2	3,0 ... 5,0	60 ... 20	24,2	7 ... 10	5,5 ... 4,0

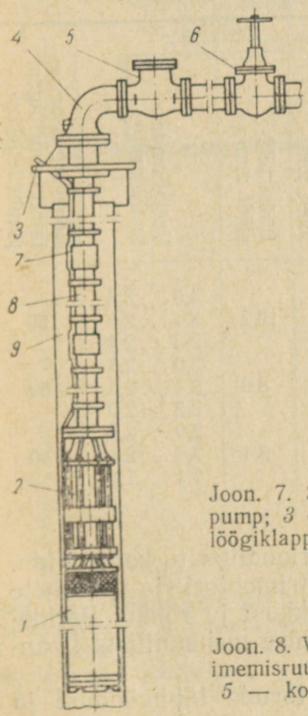
Puurkaevudest vee võtmiseks on konstrueeritud sügavveepumbad — tsentrifugaalpumpade eriliik. Meil kasutatakse uputatud mootoriga sügavveepumpi.

Sügavveepumbad on väikese tööratta läbimõõduga mitmeastmelised pumbad, mis koos elektrimootoriga uputatakse kaevu ja töötavad ainult rõhule.

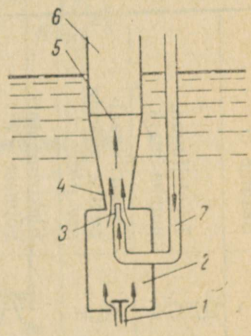
Sügavveepump (joon. 7) koosneb elektrimootorist *1*, mitmeastmelisest tsentrifugaalpumbast *2* ning selle juurde kuuluvast veetõstetorust *8*, elektrijuhtmest *7* ja juhtimiskapist. Sügavveepumpadel on niiskuskindlate mähistega lühisrootoriga elektrimootorid. Rootor pöörleb vahetult vees, mis mootorit ka jahutab. Uputamata sügavveepumpade käivitamine ei ole lubatud. Sügavveepumbad on ette nähtud kuni 25°C vee pumpamiseks, millel ei ole sööbivaid lisandeid ning mille mehaaniliste lisandite hulk ei ületa 0,01% kaalu järgi. Suure hulga mehaaniliste lisandite korral kuluvad sügavveepumbad väga kiiresti. Enne sügavveepumba uputamist peab mõõtma puurkaevu süga-

vuse, staatilise veepinna ning määrama dünaamilise veepinna projekteeritud pumpamisrežiimil. Enne agregaadi uputamist peab kontrollima pumba võlli vaba pöörlemist, pesema elektrimootori ja täitma selle puhta filtreeritud veega. Elektrimootori mähiste ja juhtme isolatsioonitakistus ei tohi olla alla 0,5 MΩ.

Sügavveepumba uputamismehhanism peab olema arvestatud pumba ja veetõstetoru ning neid täitva vee kaalule. Elektrijuhe kinnitatakse veetõstetorule iga 2...3 meetri järel. Veepumbad peavad olema uputatud kaevu nii, et pump oleks dünaamilisest veepinnast 1 kuni 1,5 meetrit sügavamal. Viimase veetõstetoru külge keeratakse äärik koos sellele monteeritud torupõlvega. Peale sügavveepumba montaaži tehakse proovikäivitamine. Proovikäivitamisel ei tohi pumpa ühendada otse vooluvõrguga, vaid seda tuleb teha pumba juhtimisjaama kaudu. Kasutusel



Joon. 7. Sügavveepump: *1* — elektrimootor; *2* — pump; *3* — tugiplaat; *4* — torupõlv; *5* — tagasilöögiklapp; *6* — ventiil; *7* — elektrijuhe; *8* — veetõstetoru; *9* — manteltoru



Joon. 8. Veejoapumba skeem: *1* — põhjaklapp; *2* — imemisruum; *3* — joatoru; *4* — segunemiskamber; *5* — koonus; *6* — veetõstetoru; *7* — rõhutoru

Sügavveepumpade tehnilised andmed — Tabel 6

Pumba mark	Manteltoru läbimõõt mm	Tootlikkus l/s	Rõhukõrgus m	Elektrimootori võimsus kW	Gabariitmõõtmed mm	Mass kg
6АПВ-9х7	150	2,0	45	2,5	1150 × 140	141
6АПВ-9х12	150	1,4	90	2,5	1305 × 140	157
ЭЦВ-6-10-80	150	2,8	80	4,5	1740 × 142	156
ЭЦВ-6-10-140	150	2,8	140	8	2220 × 142	245
ЭЦВ-6-10-185	150	2,8	185	8	2270 × 142	286
ЭЦВ-6-10-235	150	2,8	235	11	2910 × 142	356
8АПВ-9х6	200	3,9 ... 8,1	100 ... 150	12	1545 × 180	233

Veejoaseadmete ВН-2Ц-6 tehnilised andmed — Tabel 7

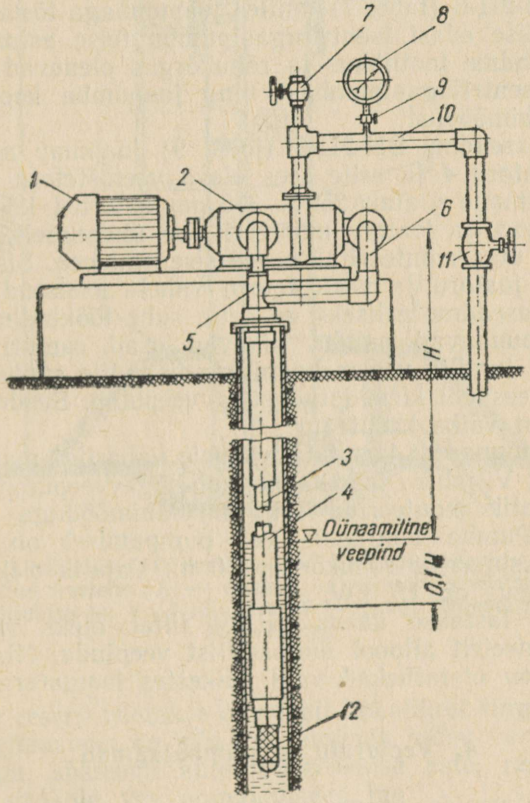
Seadme nr.	Tsentrifugaalpumba mark	Tsentrifugaalpumba pöörete arv p/s	Elektrimootori võimsus kW	Veetõstekõrgus kaevust m	Vahetatava segukambri siseläbimõõt mm	Düüsi läbimõõt mm	Veejoaseadme tootlikkus l/s	Rõhukõrgus arvestatult tsentrifugaalpumba teljest m
1	ЦДС-2	48,3	7	15 ... 20	22,2	10,2	4,0 ... 3,4	50
				20 ... 25	20,4		3,4 ... 2,8	
2	ЦДС-3	48,3	10	25 ... 30	18,9	8,9	2,8 ... 2,4	50
				30 ... 36	17,3		3,0 ... 2,4	
				36 ... 43	16,5		2,4 ... 2,3	
3	ЦДС-4	48,3	10	43 ... 50	15,7	9,4	2,3 ... 2,0	50
				50 ... 58	16,5		2,9 ... 2,5	
				58 ... 66	15,7		2,5 ... 2,1	
				66 ... 75	15,0		2,1 ... 1,9	

olevat sügavveepumpa tuleb perioodiliselt kontrollida. Selleks tuleb mõõta pumba elektrimootori ja juhtmete isolatsioonitakistust, seadme tootlikkust ja rõhku. Perioodiliselt võetakse kaevust vee analüüse mehaaniliste lisandite kontrollimiseks.

Olenevalt puurkaevude manteltorude läbimõõdust ja

kaevu tootlikkusest on ehitatud terve seeria АПВ-tüüpi sügavveepumpi kaevudele manteltoru läbimõõduga 152 kuni 254 mm (6″ kuni 10″). Teine seeria sügavveepumpi ЭЦВ on ette nähtud kaevudele manteltoru läbimõõduga 101,6 kuni 406,4 mm (4″ kuni 16″). Põllumajanduses kasutatavate АПВ- ja ЭЦВ-tüüpi sügavveepumpade põhilised tehnilised andmed on tabelis 6 [45].

Veejoapumpa (joon. 8) kasutatakse vee võtmiseks sügavatest kaevudest. See monteeritakse kaevu kahe toru



Joon. 9. Veejoaseade ВН-2Ц-6: *1* — elektrimootor; *2* — tsentrifugaalpump; *3* — veetõstetoru; *4* — joatoru; *5* — hargnemispea; *6* — joatoru; *7* — ventiil; *8* — manomeeter; *9* — ventiil; *10* — rõhutoru vee juhtimiseks tarbijaile; *11* — reguleerimisventiil; *12* — filter; *H* — veetõstekõrgus

— veetõstetoru *6* ja rõhutoru *7* abil. Enne pumpamist täidetakse kogu süsteem veega. Maapinnal oleva tsentrifugaalpumba töötamisel väljub vesi suure kiirusega joatorust *3*, haarab kaasa vee ruumist *2*, mille tagajärjel tekib vaakum, avaneb põhjaklapp *1* ning vesi voolab pidevalt ruumi *2*. Segunemiskambris toimub pidev erineva kiirusega liikuvate veejugade segunemine, segunenud veejoad tungivad koonusesse *5*, kus vee kiirusenergia muutub rõhuenergiaks ning vesi tungib veetõstetorusse *6*.

Põllumajanduses kasutatakse peamiselt veejoaseadmeid ВН-2Ц-6 (tabel 7), milles joapumbaga tõstetud vesi pumbatakse edasi tsentrifugaalpumba teise astme poolt. Veejoaseadme tootlikkus ja rõhukõrgus olenevad kasutatavast tsentrifugaalpumbast ning joapumba koonuse ja düüsi läbimõõdust.

Veejoaseadme ВН-2Ц-6 (joon. 9) joapump monteeritakse joatoru *4* ja selle sees oleva veetõstetoru *3* külge nii, et viimane ulatuks 250...300 mm joatorust kõrgemale. Veetõstetoru ja joatoru monteeritakse üheaegselt. Joatoru ülemisse otsa monteeritakse vee sisenemispea. Sisenemispeas on joatoru ja veetõstetoru vahele asetatud tihend.

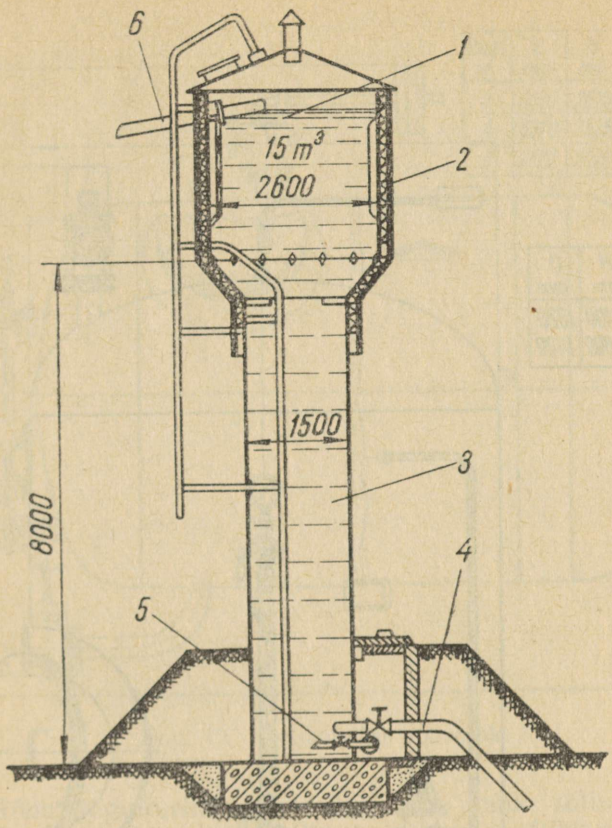
Veejoaseadme eeliseks on selle suur töökindlus, kuna kaevus puuduvad pumba liikuvad osad, samuti ei ole pump nii tundlik vee mehaaniliste lisandite suhtes, nagu seda on eespool kirjeldatud sügavveepump. Seadme puuduseks on väike kasutegur.

Kolbpumpadest kasutatakse meie vabariigi majandites peamiselt Viljandis toodetavat kolb-sügavveepumpa, mida on võimalik monteerida 100 mm läbimõõduga mantelitorusse. Pumba tootlikkus vee pumpamisel on 0,8 l/s ning maksimaalne rõhukõrgus 50 m. Vajalik elektrimootori võimsus on 1,7 kW.

Pump lastakse kaevu nii, et filter oleks vähemalt 2...2,5 meetrit allpool dünaamilist veepinda. Nimetatud pumbad on otstarbekad vaid väikestes loomafarmides.

4. Veetornid ja pumbajaamad

Loomafarmide ja maa-asulate veevarustuses kasutatakse tihti veetorne. Viimase maht sõltub loomadele ja inimestele vajalikust majandus- ja joogiveest, tuletõrjeveest ning rõhu reguleerimiseks vajalikust vee hulgast. Inimestele ja loomakasvatuses vajaliku majandus- ja

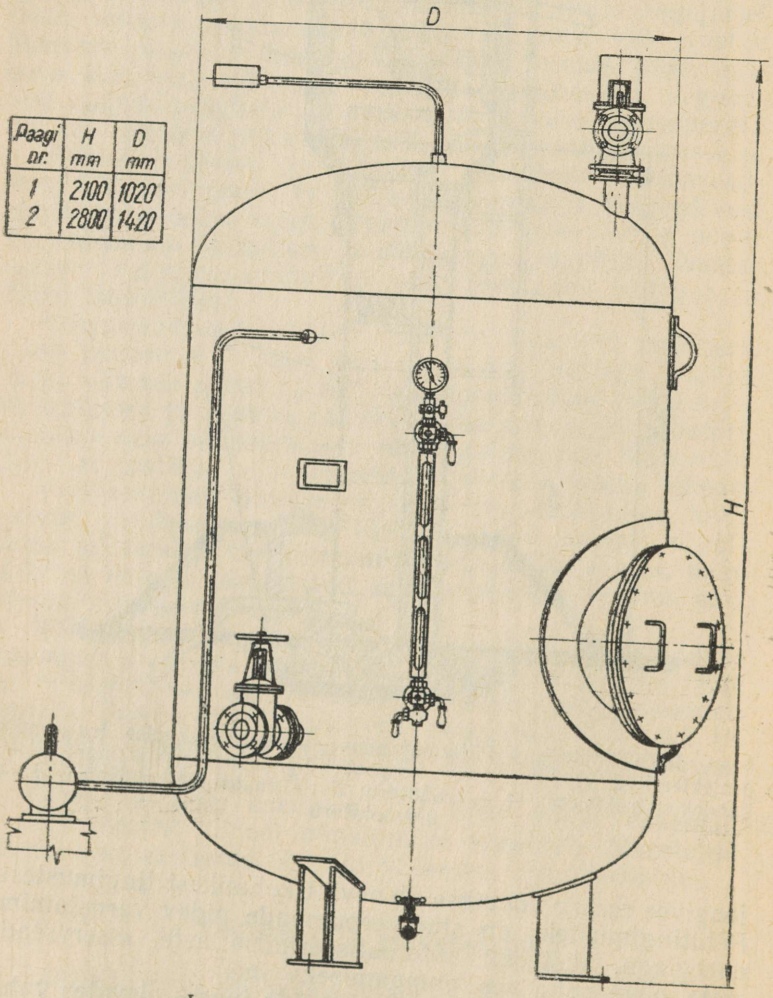


Joon. 10. Üleliidulises Põllumajanduse Elektrifiitseerimise Instituudis projekteeritud veetorn: *1* — veepaak; *2* — soojusisolatsioon; *3* — kandekonstruktsioon; *4* — rõhutoru; *5* — paagi tühjendustoru; *6* — ülevoolutoru

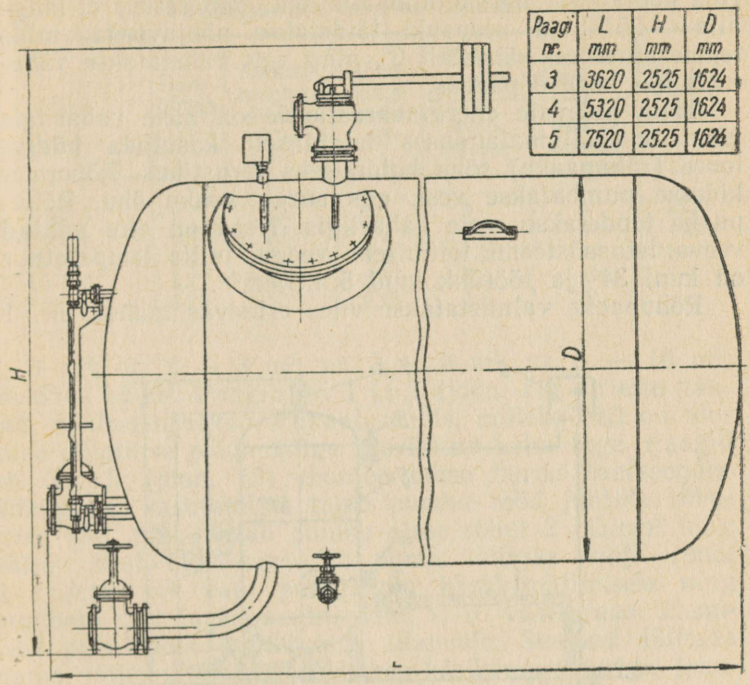
joogivee reserv võetakse olenevalt kohalikest tingimustest. Põhitingimusteks on siin veepumpade pidev varustamine energiaga, süsteemi automatiseerimise aste, reservseadmete olemasolu vee pumpamiseks jne.

Kui tuletõrjevett hoitakse farmide juures olevates vaba pinnaga hoidlates, peab vee hulk veetornis kindlustama tuletõrjekraanide 10-minutilise töötamise, arvestades samaaegset maksimaalset kulu muudeks vajadusteks.

Paagi nr.	H mm	D mm
1	2100	1020
2	2800	1420



Joon. 11. Vertikaalne rõhupaak



Paagi nr.	L mm	H mm	D mm
3	3620	2525	1624
4	5320	2525	1624
5	7520	2525	1624

Joon. 12. Horisontaalne rõhupaak

Rõhu reguleerimiseks vajalik vee hulk sõltub vee ööpäevase tarbimise graafikust, pumba tootlikkusest ja lülitussagedusest.

Veetornide kogumahuks on seega eespool nimetatud kolme komponendi summa. Veetorni kõrgus peab tagama, arvestades rõhukadusid torustikus, ka kõige kaugema tarbija varustamise veega.

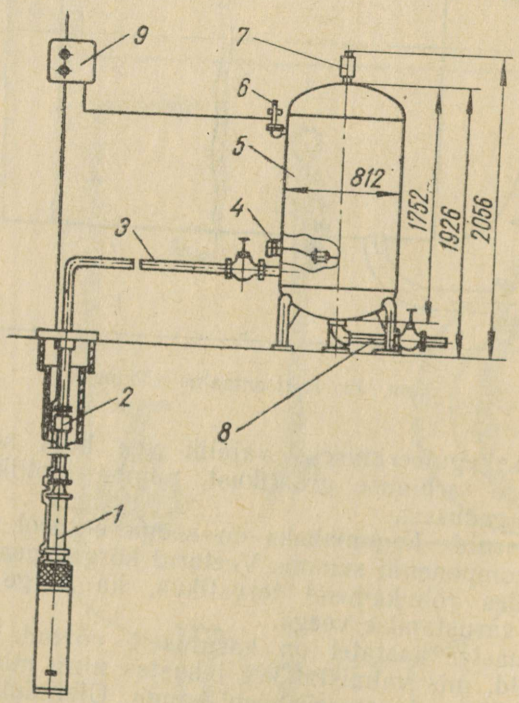
Viimastel aastatel on kasutusele võetud **täismetall-veetornid**, mis valmistatakse tehastes ning mida on võimalik tellida varustussüsteemi kaudu. Üleliidulises Põllumajanduse Elektrifitseerimise Instituudis konstrueeritud metallist veetorni (joon. 10) üldine vee mahutavus on 29 m^3, sellest veepaak 15 m^3 ning tugi 14 m^3, veetorni üldmass 2900 kg.

Metallist veetornid võivad olla nii soojusisolatsiooniga kui ka ilma. Soojusisolatsioonita veepaake võib montee-

rida kohtadesse, kus minimaalne õhutemperatuur ei lange alla —25° C ja veepaaki täidetakse põhjaveega, mille temperatuur on vähemalt 6°, ning vett vahetatakse vähemalt üks kord ööpäevas.

Tänu pidevale energiavarustusele on meie vabariigis võimalik põllumajanduses laialdaselt kasutada **hüdrofoore (rõhupaake)** rõhu hoidmiseks torustikus. Rõhupaakidesse pumbatakse vesi, mis surub kokku õhu. Rõhupaake toodetakse meie vabariigis. Need on ette nähtud veevarustussüsteemi toitmiseks veega, mille temperatuur on kuni 34° ja töörõhk kuni 5 kG/cm²*.

Rõhupaake valmistatakse viies erinevas mahus: nr. 1



Joon. 13. Veetornita automaatpumbajaam BУ-7-65 skeem: *1* — sügavveepump; *2* — ühendusmuhv; *3* — rõhutoru; *4* — õhuhulga regulaator; *5* — rõhupaak; *6* — rõhurelee; *7* — kaitseklapp; *8* — veetorustikuga ühendatud rõhutoru; *9* — juhtimiskilp

* 1 kG/cm² ≈ 100 kN/m².

Tabel 8

Pumbajaamade tehnilised andmed

Mark	Tootlikkus l/s	Elektrimootori võimsus kW	Rõhupaagi maht m^3	Rõhupaagi tööröhk kG/cm²		Mass, kg
				minimaalne	maksimaalne	
BV-5-30	1,7	2,8	0,5	1	4	272
BV-7-65	1,8	2,5	0,8	1,2	4	483
BV-10-180	2,8	8	1,2	1,2	4	—
BV-4,5-170	1,2	4,5	0,5	1,2	4	—
BV-2-25	0,55	1,7	0,16	1	4	—

— 1 m^3; nr. 2 — 3 m^3; nr. 3 — 6 m^3; nr. 4 — 10 m^3; nr. 5 — 15 m^3. Paagid nr. 1 ja 2 (joon. 11) on ette nähtud monteerimiseks vertikaalasendis, milleks neil on alumise elliptilise põhja külge keevitatud kolm tuge. Paagid nr. 3...5 (joon. 12) monteeritakse horisontaalasendis. Rõhupaagi kasutamisel tuleb pumba tööd juhtida rõhurelee abil, mis lülitab pumba sisse rõhul 2 kG/cm² ning välja rõhul 5 kG/cm². Et pump lülituks välja rõhul 5 kG/cm², on vaja pump viia käsitsijuhtimisele ning pumbata vett maksimaalnivooni, s. o. vaateklaasi ülemisest piirnäidust ca 80 mm allapoole. Seejärel lülitada pump välja ning tõsta rõhk kas käsikompressoriga (paakide nr. 1 ja 2 puhul) või suruõhusüsteemist manomeetri järgi 5 kG/cm². Seejärel tuleb süsteem viia automaatjuhtimisele ning teha paagi kontrolltühjendamine ja täitmine. Rõhupaagi tööd tuleb aeg-ajalt kontrollida. Vee pumpamisel puurkaevust suureneb õhu hulk paagis ning selle kasulik maht väheneb. Puuduse kõrvaldamiseks tuleb pump lülitada käsitsijuhtimisele ja, kui rõhk tõuseb 5 kG/cm², lasta osa õhku vaateklaasi ventiili kaudu süsteemist välja, kuni veenivoo on normaalne. Vee võtmisel veevarustusvõrgust on võimalus, et õhu hulk paagis väheneb alla normaalse, sel juhul tuleb pumbata vett lubatud maksimaalnivooni ja õhu lisamise teel (käsikompressoriga või suruõhusüsteemist) tõsta rõhk 5 kG/cm².

Veetornita automaatpumbajaamad põllumajanduses on konstrueeritud väikesemahuliste rõhupaakide baasil. Automaatpumbajaamad (joon. 13) töötavad järgmiselt: pump surub vee veevarustusvõrku ja kui pumba tootlikkus

ületab tarbitava vee hulga, surutakse kokku paagis olev õhkpadi. Suruõhu toimel antakse tarbijale vett siis, kui pump ei tööta. Vee tarbimisel rõhupaagist õhurõhk langeb ning rõhurelee lülitab pumba elektrimootori tööle. Kui vesi saavutab ettenähtud taseme, on ka õhurõhk maksimaalne ning relee lülitab pumba elektrimootori välja. Õhu hulga reguleerimiseks on seeriaviisiliselt toodetavad automaatpumbajaamad varustatud automaatse õhu hulga regulaatoriga. Tootmises olevate automaatpumbajaamade põhilised tehnilised andmed on toodud tabelis 8.

5. Loomafarmide veevarustusvõrgud

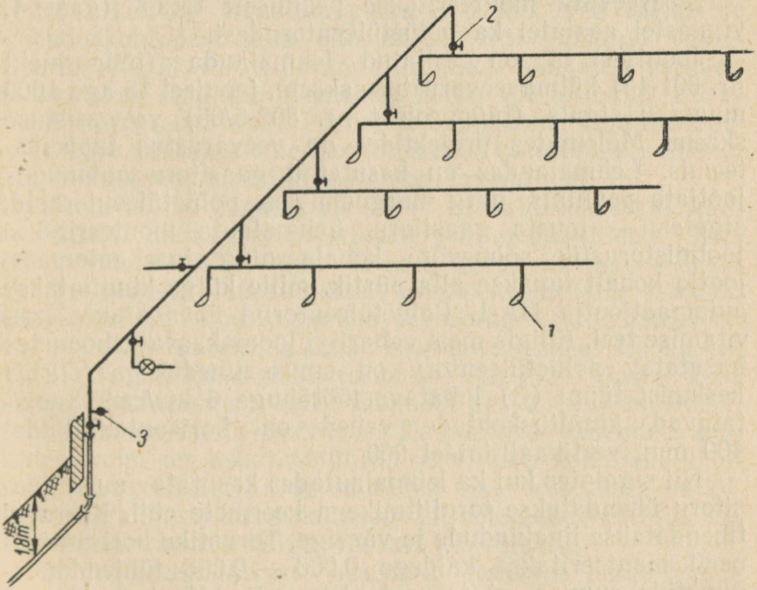
Veevarustusvõrgud juhivad vett veevõtukohast farmini, kus vesi jaotustorustiku abil viiakse vahetult tarbijani. Veevarustusvõrk jaguneb välis- ja sisevõrguks. Välisvõrgu kaudu juhitakse vesi hooneni, sisevõrgu abil aga jaotatakse vesi hoones olevatele tarbijatele. Kuju järgi plaanil jaotatakse veevarustuse välisvõrgud peamiselt tupik- ehk hargnevaiks ja ringvõrkudeks. Tupikvõrgus magistraaltorust hargnevad harud lõpevad tupikuga. Vesi liigub niisuguses võrgus ühes suunas — magistraaltorust harude poole. Ringvõrkudes suundub vesi tarbijani kahest suunast. Tupikvõrgu rajamisel kulub vähem torusid ning ta on seetõttu odavam ja teda kasutatakse enamikus loomafarmides. Ringvõrke esineb ainult lehmalautades.

Veevarustuse välisvõrk ehitatakse peamiselt malm-, asbesttsement- või polüetüleentorudest, mis monteeritakse maasse kaevatud kraavidesse. Enne torustiku monteerimist märgitakse trass, torustiku asukoht, kraavi laius ja jaotuskaevude kohad.

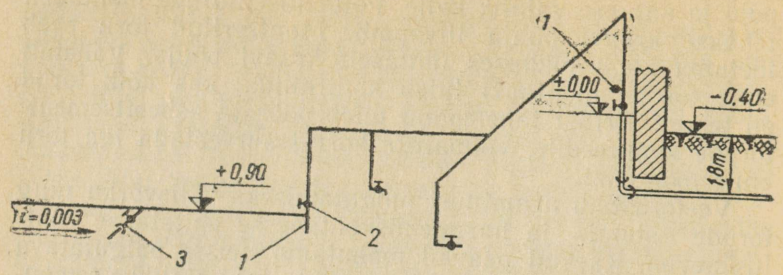
Trass märgitakse nii, et ta mööduks hoonest vähemalt 5 m, autoteest 1,5 m ning raudteest 4 m kauguselt. Kahe torustiku ristumise korral peab nende kõrguste vahe olema vähemalt 15 cm. Ristumisel kanalisatsioonitrassiga viiakse puhtaveetoru kanalisatsioonitoru pealt, vahekaugusega vähemalt 40 cm. Pärast trassi märkimist kaevatakse kraav, mille sügavus peab olema 20...30 cm suurem kui pinnase maksimaalne külmumissügavus antud kohas. Kraav kaevatakse 0,6...0,7 m laiem toru välisläbimõõdust. Kergetel pinnastel kindlustatakse kraav laudadega. Enne torude montaaži tasandatakse kraavi

põhi ja antakse vajalik kalle. Polüetüleentorude montaažil tehakse kraavi põhja liivapadi. Monteeritud toru peab toetuma kogu pikkuses ühtlaselt kraavi põhja. Vahetult enne torude montaaži tuleb kontrollida, kas kõik torud on terved. Erilist tähelepanu tuleb pöörata asbesttsementtorude kvaliteedile, võimaluse korral survestada iga toru enne montaaži.

Veetorustiku armatuuri paigutamiseks välisvõrku ning torude ristumis- ja hargnemiskohtadesse ehitatakse vaatluskaevud. Kaevud peavad mahutama neisse paigutatava toruarmatuuri ning võimaldama teha seal vajalikke remonditöid. Torude ja armatuuri paigutamisel kaevudesse tuleb juhinduda järgmistest põhinõuetest: kaevu põhja ja toru allosa vahe ei tohi olla väiksem kui 200 mm, kaevust peavad torud väljuma seinu puutumata, vahe toru ja kaevu seina vahel peab olema vähemalt 3 cm. Välisvõrgust juhitakse vesi sisevõrku, kusjuures sisend paigutatakse võimalikult hoone kõetavasse ossa. Veetoru läbimiskohale ase-



Joon. 14. Saja lehmaga lauda (tüüpprojekt nr. 801-13) külmaveevarustuse põhimõtteskeem: *1* — automaatjootjad; *2* — ventiilid; *3* — tühjenduskork



Joon. 15. Tuhande nuumiku sigala (tüüpprojekt nr. 802-5/65) külmaveevarustuse põhimõtteskeem: *1* — tühjenduskork; *2* — ventiil; *3* — ventiil ja kummivooliku ühendamise otsik

tatakse vundamenti suurema läbimõõduga toru ning pärast veetoru monteerimist tihendatakse vundamendis oleva toru ja veetoru vahe.

Siseveevõrk monteeritakse peamiselt teras- (gaasi-), viimastel aastatel ka polüetüleentorudest.

Joonisel 14 on esitatud lehmalauda (tüüpprojekt nr. 801-13) külmaveevarustuse skeem, joonisel 15 aga 1000 nuumiku sigala (tüüpprojekt nr. 802-5/65) veevarustuse skeem. Mõlemates projektides on veevarustus tupiksüsteemis. Lehmalaudas on kasutatud gaasitoru automaatjootjate pealiinis ning hargnemistes polüetüleentorusid, sigalas — musta gaasitoru. Lehmalauta monteeritakse jootmistorustik sõimevõre kohale ning iga automaatjootja kohalt tuuakse alla püstik, mille külge kinnitatakse automaatjootja ПА-1. Polüetüleentorud ühendatakse keevitamise teel. Kõigis meie vabariigi loomakasvatushoonetes kasutatav polüetüleentoru on suure tihedusega (ПВП) keskmist tüüpi (C) lubatava töörõhuga 6 kG/cm². Soovitatavad kinnituskohtade vahed on horisontaalliinidel 400 mm, vertikaalliinidel 900 mm.

Nii sigalates kui ka lehmalautades kasutatav must gaasitoru ühendatakse toruliitmikega keermete abil. Keermed tihendatakse linakiudude ja värviga. Torustiku horisontaalosad monteeritakse kaldega 0,003 ... 0,005 tühjendamispunktide suunas, et torusid oleks võimalik tarbe korral tühjaks lasta.

Veevarustusvõrgud karjamaadel ja karjakoplites ehitatakse enamasti polüetüleentorudest, mis asetatakse maa

peale või 0,5...0,8 m sügavusse, kaldega 0,003...0,005 tühjendamiskohtade suunas. Torud tühjendatakse pärast karjatamisperioodi lõppu.

Kõik monteeritud veevarustusvõrgud kontrollitakse hüdrauliliselt rõhule.

6. Veevarustusvõrgu ekspluateerimine

Veevarustusseadmete ja -võrgu häireteta ekspluateerimine oleneb õigeaegselt läbiviidavast tehniliselt hooldamisest ja esinevate avariide kiirest likvideerimisest.

Peamisteks veevarustusvõrgu avariide põhjusteks on ühenduskohtade ebatihedus, torudesse kogunevad setted, talvel ka torustike üksikute lõikude külmumine jne.

Ühenduskohtade lekkimine võib põhjustada lubamatult suurt veekadu. Näiteks on malmtorudest maa-aluse trassi lubatav veekadu 100 l ööpäevas toru läbimõõdu 1″ kohta rõhul 1 kG/cm² torustiku pikkusel 1 km. Vee väljumine ühenduskohtadest võib olla nähtav või varjatud (maa-alused võrgud, torud põranda all jne.). Varjatud veekadu määratakse kindlaks veemõõtja näidu või torustiku täiendava rõhuproovi abil. Pärast lekkimiskoha kindlakstegemist kõrvaldatakse rike kas täiendava kinnitamise, tihendi vahetamise või torustiku osa uuendamise teel.

Torustikesse kogunenud setted kõrvaldatakse kas hüdrauliliselt, hüdro-pneumaatiliselt või mehaaniliselt. Seda on soovitatav teha vähemalt kaks korda aastas — kevadel ja sügisel. Hüdrauliliselt pestakse torustik läbi nii edasi- kui ka tagasisuunalise veevooluga, mille kiirus on 4...6 korda suurem torustiku ekspluateerimisel liikuva vee kiirusest. Jämedamatest torudest võib läbi lasta koos veega ka kummikera, mille läbimõõt on 10...15 mm väiksem toru vabast läbimõõdust. Kummikera vähendab kohtades, kuhu on tekkinud palju setet, toru kohalikku läbimõõtu, vee liikumiskiirus suureneb ning sete uhutakse kiiremini ära. Enne torustiku pesemist suletakse ventiilid, mis eraldavad vastava lõigu veevarustusvõrgust.

Hüdro-pneumaatilisel pesemisel lastakse pesemisvette suruõhku, mille tagajärjel torustikus tekivad intensiivsed veekeerised. 150...200 mm läbimõõduga torustike pesemiseks kulub õhku 0,8...1,4 l/s rõhul 5 kuni 8 kG/cm².

Kõige keerulisem on torude mehaaniline puhastamine

harjade ja kraapide abil, sest torudesse tuleb sisse raiuda avad, kust puhastusriistad sisse lastakse. Selliselt puhastatakse siis, kui torudesse aastate jooksul kogunenud sete on kivistunud.

§ 2. KANALISATSIOON

1. Üldandmed

Heitvete eemaldamine asustatud punktidest ja tootmiskompleksidest on osa üldisest veemajandusest. Koos asulate veevarustusega moodustab kanalisatsioon ühe lüli mageda vee ringlusest looduses. Mageda vee varud lahtiste veekogude ja põhjavee näol on piiratud. Nende piiratud veevarude intensiivne kasutamine ja samaaegne reostamine puhastamata heitveega on viinud kriisini selle maapõuevara kasutamisel.

Lahtiste veekogude ja mereäärsete rajoonide kaitseks on NSV Liidus kehtestatud 1961. a. ja 1964. a. sanitaarnormid (nr. 372-61 ja 483-64). Uute ettevõtete, tootmishoonete ja elamute ehitamisel ja kapitaalremondil rakendatakse neid eeskirju täie rangusega.

Fekaal-majandusvee, tööstusliku- ja vähem reostunud heitvee ärajuhtimiseks, puhastamiseks ja desinfitseerimiseks vajalikku insener-ehituste, tehniliste ja sanitaarsete abinõude kompleksi asustatud punkti territooriumil nimetatakse kanalisatsiooniks.

Heitvete reostus võib olla mineraalne, orgaaniline, lahustunud, kolloidne ja bakteriaalne, nad võivad olla happelise või leeliselise reaktsiooniga. Seetõttu on kanalisatsiooni puhastusseadmete tööprotsess küllalt keerukas ja nõuab majandilt pidevat hoolt ja teenindamist.

2. Heitvee kogused

Kanalisatsiooniseadmete arvutuse aluseks võetakse normatiivsed heitvee kogused ehitusnormide (СНиП II-Г-1-62; СНиП II-Г-4-62; СНиП II-Г-5-62 ja СНиП II-Г-6-62) kohaselt. Normides antakse ööpäevased heitvee kogused. Üksikutel tundidel ööpäevas on need kogused tunduvalt suuremad. Kanalisatsiooni läbilaskevõime peab kindlustama maksimaalse koguse äravoolu.

Väikeasulate ja üksikkvartalite kanalisatsiooniseadmete läbilaskevõime määratakse üksikhoonete kohta antud heitveenormide ja vastavate ebaühtluse tegurite alusel. Suurte asulate kanalisatsiooniseadmete arvutamiseks on antud kompleksnormid ühe elaniku kohta. Nendes normides on ette nähtud peale heitvee koguse elaniku kohta veel kaudsed heitveekogused saunade, lasteasutuste, koolide, haiglate jne. arvel.

Tabel 9

Heitvee kogused loomakasvatuses

Loomade liik	Heitvee kogus ühe looma kohta ööpäevas l (söötade ettevalmistamise ja pesuveed)
Lüpsilehmad	50 . . . 70
Vasikad	10
Emised põrsastega	25 . . . 30
Kuldid, vabad emised ja nuumikud	15
Kesikud	10

Märkus. Esitatavad ligikaudsed andmed on arvutatud veetarbimisnormide alusel. Tunni ebaühtluse tegur kõikide loomaliikide kohta on 2 . . . 2,5.

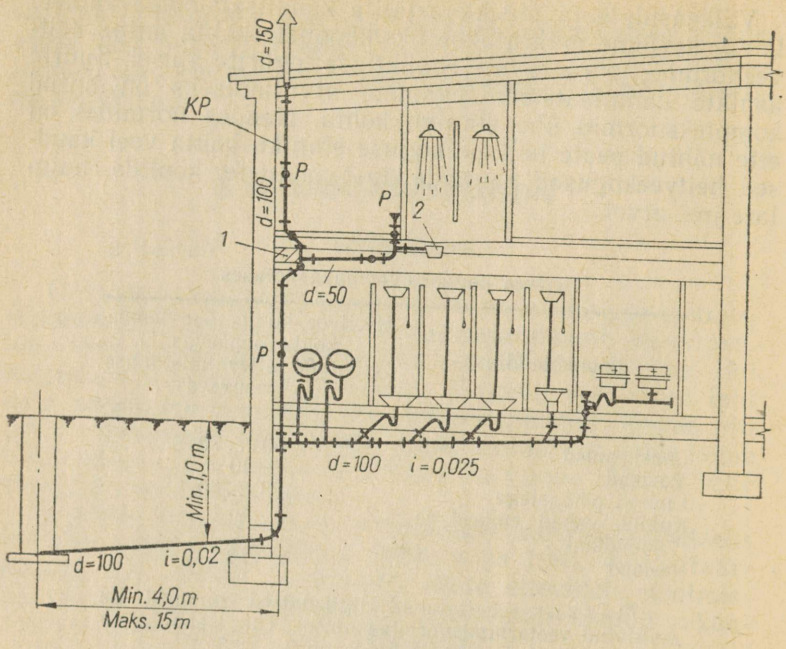
Põllumajanduslike tootmishoonete heitvee koguste kohta norme ei ole. Üksikute autorite poolt esitatud andmed on erinevad.

Tabelis 9 on toodud ligikaudsed heitvee kogused loomakasvatushoonetes.

3. Hoonete sisekanalisatsioon

Heitvee ärajuhtimine toimub torustikes isevoolu teel. Seetõttu peavad torud olema paigaldatud kindla kaldega ja võimalikult sirgjooneliselt. Torustike omavahelisel ühendusel võib voolu suundade vaheline nurk olla 30 . . . 60°, äärmisel juhul 90°.

Heitvee vastuvõtu punktide äravoolutorud ühendatakse lühimas suunas kogujatorudega. Ühekorruselistel hoonetel ühendatakse kogujatorud omavahel ühiseks majaühenduseks, nn. hooneväljundiks. Mitmekorruselistel hoonetel



Joon. 16. Hoone kanalisatsioonitorustiku skeem: *1* — raudbetoonriigel ja kanalisatsioonipüstiku käänak ümber riigli; *2* — põrandatrapp, 50 mm; *P* — puhastusavad; *KP* — kanalisatsioonipüstik

ühendatakse kogujatorud ülemiselt korruselt alumisele suunduva kanalisatsioonipüstikuga. Esimesel korrusel ühendatakse kaks või enam kanalisatsioonipüstikut omavahel ühiseks väljundiks.

Hooneväljund asetatakse vähemalt 1 m sügavusele, kusjuures alusmüüri ava toru läbiviimiseks peab olema vähemalt 300 × 300 mm.

Joonisel 16 on toodud kanalisatsioonipüstiku skeem kahekorruselises keldrita hoones. Torude puhastamiseks varustatakse nad puhastusluukide või -korkidega. Horisontaalsetele torudele läbimõõduga 50 mm paigutatakse puhastuskorgid või -luugid 8 . . . 12 m vahekaugusega, 100 . . . 150 mm läbimõõduga torudele aga vahekaugusega 10 . . . 15 m.

Heitvee vastuvõtu seadmed peavad olema varustatud vesilukuga (haisulukuga), mis tõkestab halva lõhna tun-

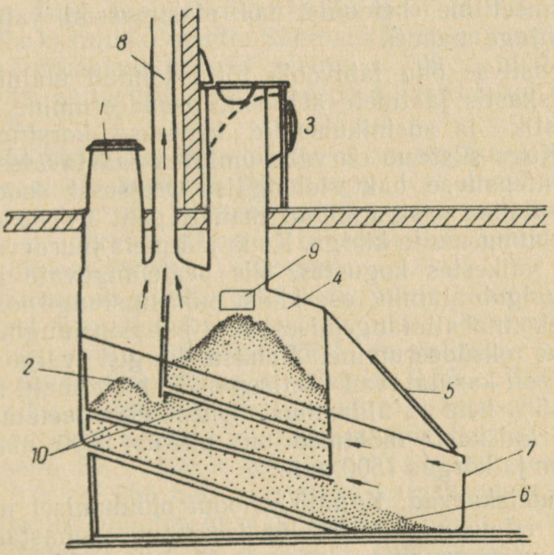
gimist torustikust ruumidesse. Põrandatrappidele ja klosetipottidele on vesilukud sisse ehitatud. Valamutele ning vannidele paigaldatakse vesilukud montaažil.

Kanalisatsioonitorude ventileerimiseks ja vesilukkudest vee väljaimemise vältimiseks on püstikutel õhustustorud. Ühekorruselistel hoonetel paigaldatakse õhustustorud hoone plaanil võimalikult heitvee vastuvõtu punktide keskossa.

Sanitaarsõlmedes ei ole soovitatav duši- ja vanniruume asetada välisseina äärde. Dušikabiini mõõtmed peavad olema mitte alla 900 × 900 mm. Põllumajanduslikes tootmishoonetes tuleb ette näha 1 kabiin iga 7 töötaja kohta.

Veeklosettide kabiini minimaalmõõtmed on 1100 × 900 mm, kui kabiini uks avaneb väljapoole, ja 1500 × 900 mm, kui kabiini uks avaneb sissepoole. Kabiini ees asugu vaheruum kätepesuvalamuga.

Kuivkäimlad. Valdavas enamikus paiknevad põllumajanduslikud tootmishooned piirkondades, kus puuduvad



Joon. 17. Kuivkäimla ja jäätmete šahti skeem: *1* — käimlapott; *2* — mustusesalv; *3* — jäätmete heiteluuk; *4* — jäätmete salv; *5* — kontroll- ja puhastusluuk; *6* — alumine jäätmete salv; *7* — õhupilud; *8* — õhukorsten; *9* — kontroll-luuk; *10* — sisemised õhukanalid

sanitaarnormidele vastavad kanalisatsiooniseadmed. Teenindavale personalile ehitatakse kuivkäimlad, mis peavad asuma hoone välisseina ääres. Meil kasutatavate kuivkäimlate joonised on kõigile tüüpprojektidele juurde lisatud. Erilist tähelepanu tuleb pöörata käimlakasti ventilatsioonile. Ventilatsioonitoru ø 150 mm tuleb viia korstna ventilatsioonilõõrini võimalikult sirgelt, langusega 0,005 ... 0,01 käimla kasti poole. Käimla kast peab olema hermeetiline. Väljaspool hoonet asuv puhastusluuk peab olema kahekordne, pealt kaetud 250 mm paksuse liivakihiga. Sellega tagatakse õhuvool kuivkloseti poti kaudu käimlakasti ja sealt korstna lõõri kaudu välja. Käimlakast tuleb väljastpoolt savikihiga isoleerida, et vältida põhjavete reostamist ja viimaste tungimist käimlakasti. Käimlakast peab olema eraldatud hoone alusmüüridest, külgedelt savist isolatsioonikihiga ja pealt silluse aluspinna ja kasti pealispinna vahelise 30 ... 50 mm vaba vahega.

Joonisel 17 on toodud Rootsis kasutatav kuivkäimla keldrisse paigaldatava kogumis-käärimiskastiga. Viimane on hermeetiline, betoonist või plastmassist valmistatud kaldpõhjaga mahuti.

Intensiivse õhu läbivoolu tõttu toimub ülalnimetatud kogumiskastis jäätmete aeroobne oksüdeerumine. Veeaur, lämmastik- ja süsinikühendid kantakse korstna kaudu välja. Kogu süsteem on vaba ümbrust saastavatest gaasidest. Intensiivse bakterioloogilise protsessi soodustamiseks kaetakse vastvalminud mahuti põhi 1 ... 2 cm paksuselt huumusmulla kihiga. Kuna jäätmete juurdevool kasti toimub väikestes kogustes, siis pealelangevate jäätmete mõjul valgub alumine osa kihist puhastusluugi poole. Heidete teekonnal allalangemisest kuni puhastusluugini toimub aeroobne oksüdeerumine. Puhastusluugist väljavõetavad jäätmed on kasutatavad väetisena: jäätmete maht moodustab *ca* 5% heidete üldmahust. Üheperekonnaelamu kogumis-käärimiskasti mõõtmed on: pikkus 2800 mm, laius 1100 mm ja kõrgus 1500 mm.

Kogumiskaevud. Kanalisatsiooni puudumisel juhitakse söötade ettevalmistamise, lüpsiseadmete puhastamise ja teenindava personali pesemisruumide heitveed kogumiskaevudesse. Kogumiskaevud tühjendatakse perioodiliselt, selginud vesi ja settinud muda veetakse rohumaadele väetisena. Kogumiskaevude maht sõltub heitvee kogusest. Silmas pidades põhjavee seisu, autotsisternide imemissüga-

vust ja sobivaid sardbetoondetaile, on kujunenud kogumiskaevude kasulikuks mahuks 11 ... 15 m^3. Otstarbekohane on 3000 mm siseläbimõõduga kogumiskaeve ehitada monteeritavatest sardbetoonrõngastest, mida valmistavad vastavad tehased. Erilist tähelepanu tuleb kogumiskaevude ehitamisel pöörata selle põhja alla ja külgseinte ümber paigaldatavale saviisolatsioonile. Isolatsioonikihi paksus peab olema vähemalt 200 mm. Isolatsiooniks kasutatav savi peab olema rasvane, liivata ja ühtlaselt läbi sõtkutud. Kogumiskaev tuleb varustada puhastusavadega ja ventilatsioonitoruga ø 150 mm.

Virtsa eemaldamine loomapidamisruumidest oleneb sõnniku eemaldamise tehnoloogiast. Osal menetlustel (restpõrandad, kraaptransportöörid) eemaldatakse virts koos sõnnikuga. Sõnniku eemaldamisel skreeperseadmete ja traktoriga tuleb sõnnikukäigust virts juhtida torustiku kaudu virtsahoidlasse. Virtsatorude soovitatav läbimõõt on mitte alla 200 mm, langus 1,5 ... 2%. Suurem langus on soovitatav, kuid see vähendab väljaspool hoonet asuva virtsahoidla kasulikku mahtu. Sõnnikukäigus asuvad virtsa vastuvõtu-kottkaevud peavad olema ø 700 ... 1000 mm. Virtsahoidla ehitusviis vastab eespool kirjeldatud kogumiskaevule.

Liivapüüdurid. Juurvilja pesuvesi on reostatud peamiselt mineraalsete settivate lisanditega. Kui muud söödaköögi heitveed ei ole juhitud juurvilja pesuvee kanalisse, võib pesuvett pärast selitamist liivapüüduris juhtida isepuhastusvõimega lahtisse veekogusse.

Liivapüüdur on piklik ristkülikukujuline bassein, mille ühest otsast voolab puhastatav vesi sisse, teisest otsast selginud vesi välja. Basseini põiklõige valitakse selline, et vee maksimaalne kiirus ei ületaks 0,15 ... 0,30 m/s. Basseini pikkus võib kõikuda 5 ... 20 m, olenevalt setitamiseks määratud ajast. Kui maksimaalne heitvee kogus läbib basseini 30 ... 120 s kestel, settivad osakesed läbimõõduga 0,2 ... 0,005 mm. Loomakasvatushoonete juures kasutatakse liivapüüdureid pikkusega 5 ... 6 m. Liivapüüduri põhi tehakse kaldega 5 ... 10% sissevooluava poole. Liivapüüduri sügavuse ja asukoha valikul tuleb silmas pidada settinud liiva eemaldamise võimalusi. Liiva väljatõstmisel šassiitõstukiga ПШ-0,4 võib liivapüüduri maksimaalne süvis maapinnast olla 2 m. Liivapüüduri sisse- ja väljavooluavade ette, *ca* 200 mm kaugusele otsaseintest,

asetatakse 200 mm laiused varilauad, mille ülemine serv on 50 ... 60 mm üle kõige kõrgema veepinna. Varilaud sissevooluava ees jaotab voolu ühtlaselt üle basseini põiklõike, väljavooluava ees aga takistab ujuvate esemete (põhk jne.) sattumist selginud vette.

Sissevoolukanal on soovitatav ehitada pealt lahtisena, põhja kaldega 4 ... 5%. Lahtist, pealt laudadega kaetud kanalit on hõlpus puhastada. Samuti on vaja, et kanal oleks võimalikult lühike. Selleks tuleb liivapüüdur ehitada vahetult vastu hoone alusmüüri. Uute hoonete ehitamisel ei valmista selle nõude täitmine erilisi raskusi. Olemasolevate hoonete alusmüüride vastu sügavama liivapüüduri ehitamine on seotud raskustega, eriti halbade pinnaste puhul.

4. Välisvõrgud

Torustikud. Kanalisatsiooni välisvõrkudeks nimetatakse väljaspool hooneid olevaid äravoolutorustikke hoone väljundeist kuni puhastusseadmeteni. Torustikus liigub heitvesi isevoolu teel. Seepärast tuleb torustik paigaldada sirgjooneliselt ja kaldu äravoolu suunas.

Asfalteeritud ja kruusatatud pindade puhul, eriti kui need talvel hoitakse lumevabad, peab rajamissügavus olema 1,5 ... 1,8 m.

Heitvesi sisaldab hõljuvas olekus lisandeid, mis väikeste voolukiiruste juures settivad. Setete ladestumise ja ummistuste vältimiseks peab voolu minimaalne kiirus torudes olema 0,7 ... 0,9 m/s. Sellele vastavalt on määratud minimaalsed langused torudele ø 150 mm 0,7%, ø 200 mm 0,5 % ja ø 250 mm 0,4%. Suurte voolukiiruste puhul vigastavad veerevad liivaterad torusid. Vastavalt toru materjalile on maksimaalselt lubatavad kiirused keraamilistel torudel kuni 5 m/s, betoon-, sardbetoon- ja asbesttsementtorudel kuni 3 m/s, lahtistes rennides kuni 6 m/s.

Kuna tegelikud vooluhulgad võivad üksikutel momentidel olla arvutuslikest suuremad, ei lubata kanalisatsioonitorude läbimõõtude määramisel arvestada kogu toru ristlõikega. Tuleb arvesse võtta toru täitetegur, s. o. toru põhjast mõõdetud veepinna kõrgus h ja toru läbimõõdu D vahekord. Torudel läbimõõduga 150 ... 300 mm peab olema $\frac{h}{D} < 0{,}6$ ja torudel 350 ... 450 mm $\frac{h}{D} < 0{,}7$. Ümmarguste

Tabel 10

Kanalisatsioonitorude läbimõõdud olenevalt vooluhulgast q (l/s) ja -kiirusest v (m/s) täiteteguril 0,6

Kalle i / Läbimõõt D mm	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,010	0,015
	q/v	q/v	q/v	q/v	q/v	q/v	q/v
150				8,5/0,77	9,08/0,83	10,18/0,92	12,47/1,13
200		15,6/0,79	17,1/0,87	18,5/0,94	19,7/1,00	22,0/1,12	27,1/1,38
250	24,5/0,80	28,2/0,92	30,7/1,01	33,4/1,09	35,6/1,16	40,0/1,30	49,0/1,60

kanalisatsioonitorude läbimõõdu määramisel võib kasutada tabelit 10.

Kanalisatsiooni välistorustikule ehitatakse vaatluskaevud kahe või enama liini kokkuvoolupunktides, torustiku käänukohtades, suuremale ristlõikele üleminekul ja punktides, kus siseneva ja väljuva toru põhja kõrguste vahe ületab 150 mm. Vaatluskaeve on otstarbekohane ehitada tööstuslikult valmistatavatest 700...3000 mm läbimõõduga betoonrõngastest.

Pumbajaamad. Asula või farmi pinnareljeefist tingituna võib olla vajalik heitvee tõstmine kõrgemal asuvasse puhastus- või immutusseadmesse. Selleks on vaja ehitada automaatselt töötav pumbajaam. Väiksema pumbajaama võib ehitada 3000 mm läbimõõduga betoonrõngastest kaevu. Selleks tuleb kaev jagada veetiheda ja rõhule vastupidava vaheseinaga kahte ossa. Kogumiskaevu osa varustada sissevooluava kohal kaldvõrega, mille varbade vahekaugus on 15 mm. Kogumiskaevu maht ja pumba tootlikkus tuleb määrata nii, et maksimaalsel juurdevoolul ei lülituks pumbaseade tööle üle kuue korra tunnis. Pumbaruumi põrand tuleb teha kõrgem kui kogumiskaevul, silmas pidades, et pump asuks kogumiskaevu kõige kõrgemast veepinnast madalamal. Sel juhul on pump käivitamise momendil veega täidetud ja automaatikaseade on lihtsam. Pumba imitoru viiakse kogumiskaevu põhjani, kuhu tehakse imipea jaoks vastav süvend. Pumbana kasutatakse НФ-tüüpi kanalisatsioonipumpa.

Pumbajaam kaetakse pealt luukidega ja varustatakse ventilatsioonitorudega. Luukides peavad olema sissepääsuavad pumbaruumi, kogumiskaevu ja võrede kohale.

5. Puhastusseadmed

Üldküsimusi. Heitvete puhtus enne veekogusse laskmist peab vastama «Pinnasevete reovetega reostamise vältimise eeskirjadele» (ГОСТ 372-61). Kanalisatsiooniseadmete vajaliku puhastusastme kindlaksmääramisel võetakse arvesse heitvee kogus ööpäevas ja saastumisaste ning lahtise veekogu nn. eelvoolu minimaalne hulk, isepuhastusvõime ja vesikonna kasutatavus üldsuse seisukohalt, nn. vesikonna sanitaarkategooria.

Igasuguse heitvee, ka sademete vee juhtimine läbivooluta tiikidesse ja kinnistesse soostunud nõgudesse on keelatud.

Seni laialt levinud väikepuhastusseadmed — septikud ja kloraatorid ehk paremal juhul septik, biofilter ja kloraator — ei kindlusta vajalikku puhastusastet ka hoolsama ekspluatatsooni puhul. Kuna enamikus majandeis puhastusseadmete hooldamisega ei tegelda, ei toimu neis seadmetes ka mingisugust puhastust. Seetõttu lubatakse septikut kasutada ainult väikeste heitvee koguste (alla 2 m^3 ööpäevas) puhul, kusjuures selginud vesi tuleb immutada pinnasesse, kui selleks on vastavad geoloogilised eeldused. Selginud vee juhtimine lahtisse veekogusse on keelatud.

Kanalisatsioonita piirkondades võib väiksemate heitveekoguste puhul kasutada kogumiskaeve, mille kirjeldus on toodud punktis 3. Kogumiskaevu jäätmete kasutamisel väetisena tuleb kinni pidada eeskirjast «Põldudele ja juurviljaaedadesse väljaveetavate jäätmete põllumajanduslikuks otstarbeks kasutamise sanitaareeskirjad».

Asula, suurema farmi, abiettevõtete või nende kompleksi kanalisatsiooni puhastusseadmete ehitamiseks ei saa anda üldkehtivat juhendit. Igal konkreetsel juhul tuleb küsimus lahendada individuaalkorras, silmas pidades kompleksi perspektiivarengut ja heitvee ärajuhtimise looduslikke tingimusi.

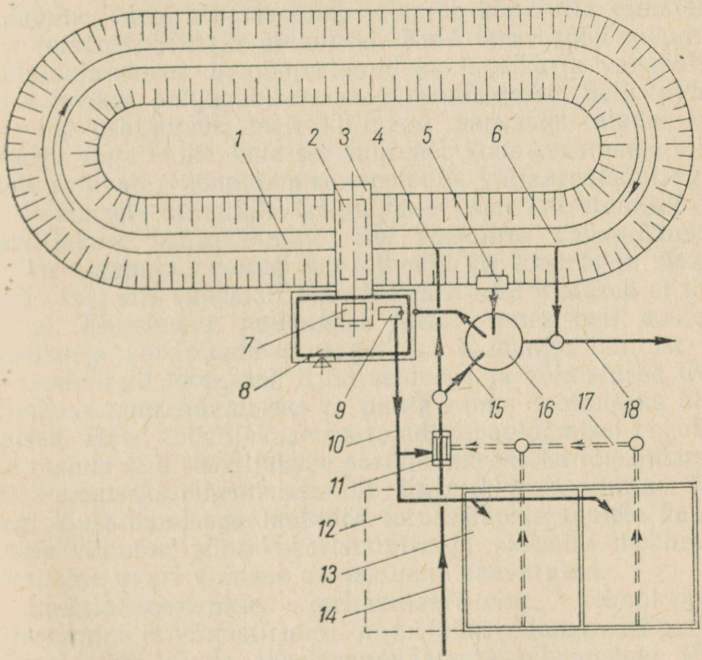
Puhastusseadmete kompleksi kuuluvad võred, liiva- ja õlipüüdurid, selgitid, metaanitankid, biofiltrid, aerotankid, järelsettebasseinid, mudaväljad, puhastatud vee desinfitseerimisseadmed, filtratsioonivälja d, bioloogilised tiigid jne.

Kompleksed heitvee väikepuhastusseadmed põllumajanduse tootmishoonetele senini puuduvad. Välismaal kasutatavad väikepuhastusseadmed (Rapid—Blocki süsteem,

ringkanal) on ennast õigustanud fekaal-majandusvee puhastusseadmetena. Eesti NSV kliima tingimustele lähedastes maades nagu Soomes ja Rootsis on nad leidnud laialdast kasutamist.

Eesti Põllumajanduse Akadeemia maaparanduse kateedris uuritakse ringkanali kasutamist tootmishoonete (söödaköökide, piima-, villa- ja tärklisetööstuse) heitvee puhastamiseks. Kuna väikepuhastusseadmetes on ringkanal meie tingimustes perspektiivne, esitame ringkanali skeemi (joon. 18).

Ringkanalis toimub bioloogiline puhastus aktiivmuda abil aeroobse protsessina. Lahtises kanalis on heitvesi



Joon. 18. Pideva toimega ringkanali skeem: *1* — ringkanal; *2* — rootor; *3* — teenindussild; *4* — kanali sissevool; *5* — väljavoolukamber; *6* — kanali tühjendustoru; *7* — reduktor ja elektrimootor; *8* — abihoone; *9* — mudapump; *10* — mudatorustik; *11* — võre; *12* — komposteerimisväljak; *13* — mudaväljak; *14* — juurdevoolukollektor; *15* — avariitorustik; *16* — selgiti; *17* — drenaaž; *18* — puhastatud heitvee äravool

pidevas ringluses vees asuva rootori toimel. Sellega rikastatakse ühtlasi heitvett õhuga. Oksüdeerimisprotsessi edukus sõltub peamiselt mudakontsentratsiooni ühtluse säilitamisest kanalis (150...200 ml/l). Selleks tuleb perioodiliselt pumbata aktiivmuda settebasseinist ringkanalisse tagasi. Talvel on vaja kanali muda kontsentratsiooni suurendada, sest madalatel temperatuuridel bioloogiline aktiivsus väheneb. Jääkmuda pumbatakse väljakutele, pärast liigse niiskuse eraldumist kogutakse ja kasutatakse kompostina väetiseks. Jääkmuda peab olema tumepruuni värvusega ega tohi haiseda. See iseloomustab ringkanali normaalset töörežiimi.

VEISEFARMIDE MEHHANISEERIMINE

§ 3. VEISTE PIDAMISVIISID

Paari viimase aastakümne kestel on veiste pidamisviisides toimunud olulisi muudatusi, mille tulemusena on traditsioonilise lõaspidamise kõrval levima hakanud vabapidamine. Meie kliimas tuleb viimane kõne alla esmajoones remontnoorkarja pidamisel. Kuid terav tööjõupuudus põllumajanduses on põhjustanud ka lüpsikarja vabapidamise levikut põhjapoolsetesse piirkondadesse. Selle pidamisviisi osatähtsus meie kliimaga sarnastel aladel on praegu väga väike, kuid see suureneb koos karmimale kliimale sobivate vabapidamise meetodite väljaarendamisega.

Peamiseks stiimuliks eri pidamisviiside katsetamisel on tööviljakuse suurendamine. Kui seejuures vabapidamise leviku algaastail loodeti kokkuhoidu ka hoonete ja sisustuse osas, siis vähemalt meie kliimas need lootused ei täitunud. Kogemuste puudumise tõttu ilmnes neil aastail lüpsikarja vabapidamisel sageli ka toodangu langust ja tervisehäireid loomadel. Kuid eeldused ja võimalused tööviljakuse suurendamiseks ja puhta piima tootmiseks olid ilmsed. Head tööviljakuse näitajad vabapidamisel ergutasid otsima teid tööviljakuse parandamiseks ka lõaspidamisel. Peamiseks lahenduseks oli siin mehhaniseerimine. Nii ongi lõaspidamisega lautades torusselüpsiseadmete kasutusele võtmine, sõnnikukoristamise ja söötmise mehhaniseerimine paari viimase aastakümne saavutused.

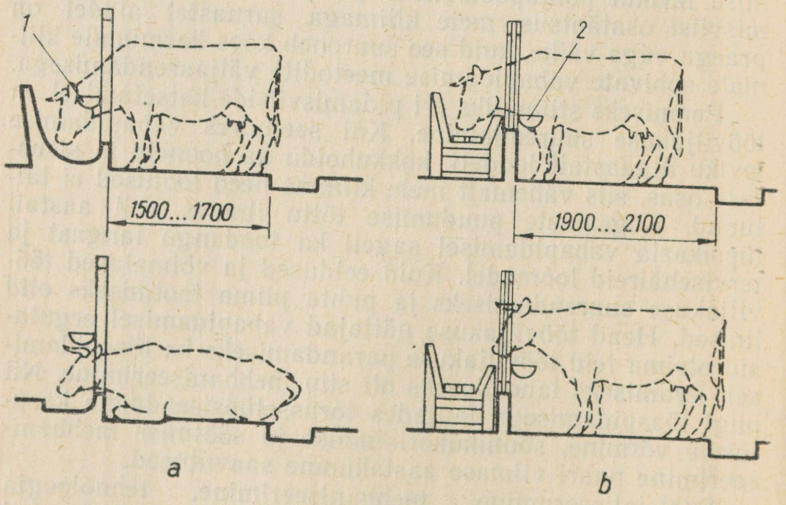
Spetsialiseerumine, mehhaniseerimine, tehnoloogia täiustamine ja viimistlemine on mõlema pidamisviisi puhul võimaldanud jõuda tähelepanuväärsete tulemusteni tööviljakuses. Nii on maailma paremates piimakarjafarmides inimtöökulu ühe lehma kohta päevas lõaspidamisel viidud 10 minuti lähedale ja vabapidamisel alla selle. Ühe ts piima kohta kulub esimesel juhul 1,5 inimtöötunni ümber ja teisel juhul alla ühe tunni.

Mõlema pidamisviisi puhul on praegu kasutusel rida

variante, sõltuvalt kliimast, tootmistingimustest ja mehhaniseerimisest. Enamikul juhtudel on uute variantide katsetamine suunatud tehnoloogia lihtsustamisele, millega on tihedalt seotud muudatused söötmisviisis, hoonestuses ja mehhaniseerimises.

1. Lüpsikarja lõaspidamine

Meil peetakse praegu ja lähematel aastatel valdav enamik lüpsikarjast lõas, ja nimelt lühikese asemega puhaslautades (joon. 19, *a*). Poolpika aseme kasutamine (joon. 19, *b*), mis nõuab rohkem tööd asemete korrastamisel ja loomade puhastamisel, on vajalik mõnel juhul statsionaarsete söödajaotusseadmete puhul. Lõaspidamist tingib meil praegu kliima, tõuloomade kasvatamisel vajalik suurem individuaalne hool, võimalus paremini söötasid



Joon. 19. Asemetüübid puhaslaudas: *a* — lühike ase. Loom asub nii seistes kui ka lamades peaga küna kohal ja tagajalgadega sõnniku renni serval. Sobiv on püstkett- või ranglõõg. Jootmisnõu *1* paigutatakse sõimevõre künapoolsele küljele; *b* — poolpikk ase suletava sõimevõrega. Vajalik on see näiteks statsionaarse söödajaotusseadme TBK-80 või liikuva söödalava SRK-100A korral. Söötade etteandmise ajal ja söötmise vaheajal on sõimevõre suletud. Lõõg — tavaline 3- või 4-haruline kett. Jootmisnõu *2* paigutatakse sõimevõre asemepoolsele küljele

jaotada, kui kogused on napid ja kvaliteet ei rahulda, ning ka harjumus ja kogemused.

Sobivate tehnoloogiliste lahenduste väljatöötamine lüpsikarja lõaspidamiseks suurtes spetsialiseeritud farmides on praegu esmajärguline vajadus. Me pole seni kasutanud neid võimalusi, mida tööviljakuse suurendamiseks pakuvad suured laudad, *resp.* farmid. Senised suured laudad on enamasti väikeste mehaaniline summa ja ka nendes kasutatav tehnoloogia väikestele lautadele kohane.

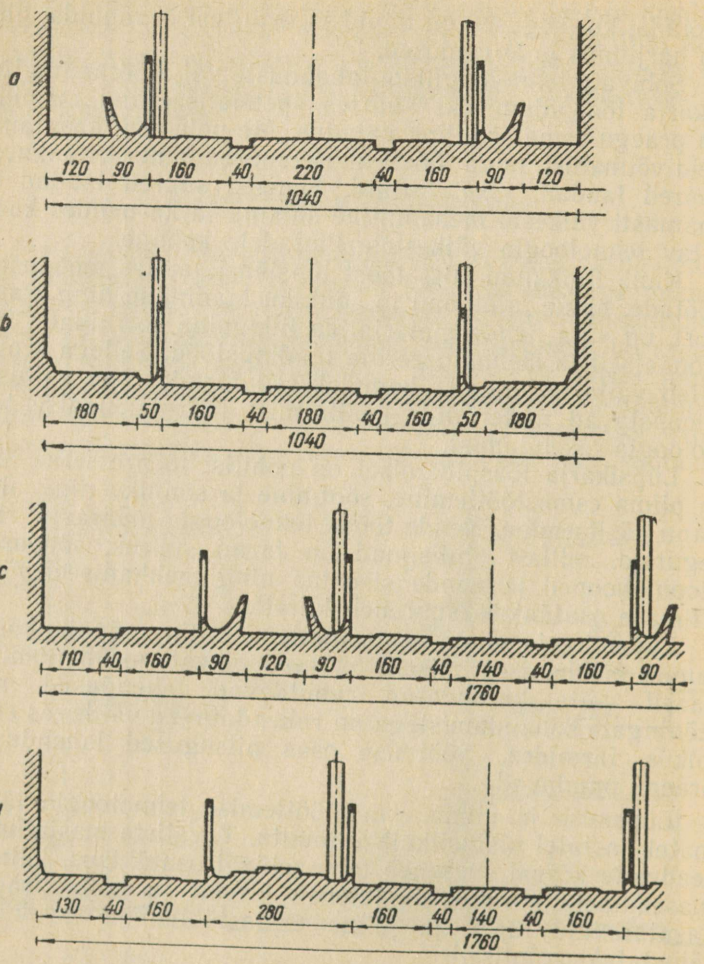
Kuna ligikaudu 50% tööst lüpsikarjalaudas moodustab söötade, piima, allapanu ja sõnniku laadimine ning transport, on vaja nende materjalide liikumine korraldada ratsionaalselt ja mehhaniseerida laadimistööd. Sellega seoses tuleb välja kujundada komplekssed farmid, kus ehitused soodustavad materjalide käsitsemist ja ratsionaalse tehnoloogia rakendamist.

Lüpsikarja lõaspidamisel on põhilisi tööprotsesse lüps ja piima esmastöötlemine, söötmine ja sõnniku ning allapanu käsitsemine. Nende tööde tehnoloogia määravad rida tegureid, millest olulisimad on farmi suurus, söödaratsioon, hooned ja nende sisustus ning mehhaniseerimine. Viimase osatähtsus suureneb kiirelt.

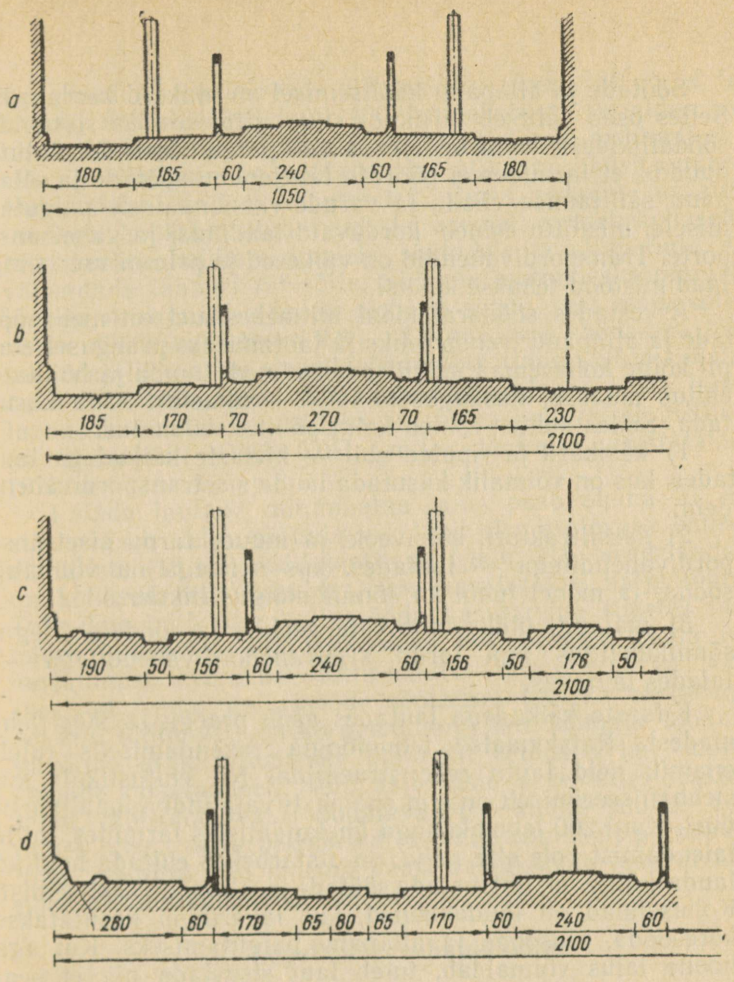
Lüpsmise ja piima esmastöötlemise ning sõnnikukoristamise mehhaniseerimiseks on saadaolevate mehhanismide baasil välja kujundatud rahuldavad lahendused, mis mõningate kohandamistega on rakendatavad valdavas enamikus farmides. Söötmise osas niisugused lahendused praegu puuduvad.

Lüpsmise ja piima esmastöötlemise tehnoloogia lähematel aastatel ulatuslikult ei muutu. Tavaliste masinlüpsiseadmete kõrval suureneb torusselüpsi osatähtsus, külmutusseadmete kasutamine laieneb järsult ja kõiki praegu kasutatavaid lüpsi- ja piima esmastöötlemise seadmeid täiustatakse oluliselt.

Sõnnikukoristamise mehhaniseerimise tase on praegu madal (ainult 33% lautadest on varustatud sõnniku eemaldamise seadmetega), kuid mehhaniseerimise areng on ka siin kiire. Lähematel aastatel hakatakse laialdaselt kasutama kett-kraaptransportööri koos vagonetiga ВНЭ-1Б või ka sõnnikukopaga, samuti rakendatakse traktoribuldooserit ja väiksemates lautades mõnel pool trossiveoga kühvlit. Kasutusele tuleb veel latt-transportöör ja mõnes laudas sõnniku käsitsemine vedelana.



Joon. 20. Kitsaste käikudega lautade ümbersisustamise võimalusi (lautade lõiked — skeemid): *a* — kaherealine tüüplaut — söötade transport on võimalik laudakäru või rippteega, allapanu transport majandi üldkasutatavate veokitega; *b* — ümbersisustatud kaherealine laut — söötade ja allapanu transport autorolleri või farmi sisetranspordivahenditega (šassiitraktor, hobuveok); *c* — neljarealine tüüplaut — söötade ja allapanu transport laudakärudega; *d* — ümbersisustatud neljarealine tüüplaut — söötade transport on võimalik farmi sisetranspordivahenditega ja autorolleriga, allapanu transport autorolleri või laudakäruga



Joon. 21. Laiade lautade variante: *a* — kaherealine tüüplaut, sisustatud nagu lai laut: söödalavalt pääseb läbi 10 m³ söödajaotiga ja muude veokitega, sõnnikukäigust šassiitraktori ja hobuveokiga. Sõnnik koristatakse šassiitraktori frontaallaadija või traktoribuldooseriga; *b* — neljarealine lai, kahe sööda- ja kolme sõnnikukäiguga laut (eksperimentaalprojekt šifr 187 ja nr. 66-06): läbipääs sööda- ja sõnnikukäikudest samade veokitega nagu eelmisel, ka sõnnik koristatakse samal viisil; *c* — neljarealine laut nagu *b*. Läbipääs käikudest ka samade veokitega, kuid sõnnik koristatakse kett-kraaptransportööriga TCH-3Б; *d* — neljarealine lai, kolme sööda- ja kahe sõnnikukäiguga laut. Söödalavalt ja sõnnikukäigust pääseb läbi ülalnimetatud veokitega. Sõnnik koristatakse šassiitraktori frontaallaadijaga, mille kopal on sõnnikukäigule vastav profiil

Söötade ja allapanu käsitsemisel on olukord keerukam. Selles osas valitseb farmides suur mitmekesisus sõltuvalt söödaliikidest, hoonetest ja varude paigutusest. On üldine puudus, et farmides ei pöörata tähelepanu söötade ja allapanu säilitamise viisile ja varude ratsionaalsele paigutamisele, mistõttu esineb korduvaid laadimisi ja vahetransporte. Transpordivahendid on väikesed ja primitiivsed ning laadimistööd tehakse käsitsi.

Arvestades söödaratsiooni mitmekesisust on meil söötade ja allapanu transpordiks ja jaotamiseks praegusel etapil kõige kohasemad mobiilsed seadmed. Lauda ja hoidlate ehitus määrab, missuguseid neist seadmetest saab kasutada. Selles suhtes esineb kolm põhilist võimalust:

1) käsikäru ja ripptee abil — kitsaste käikudega lautades, kus on võimalik kasutada lauda sisetranspordivahendeid;

2) šassiitraktori, hobuveoki ja muude farmi sisetranspordivahenditega — lautades, kus nendega on võimalik sööda- ja mõnel juhul ka sõnnikukäigus liikuda;

3) majandi üldkasutatavate veokite ja söödajaotitega, sõnnikukäigus aga farmi sisetranspordivahenditega — laiades lautades.

Kitsaste käikudega lautades asub praegu *ca* 90% lehmadest. Ratsionaalse tehnoloogia rakendamiseks tuleb enamik neid lautu rekonstrueerida. Nii ehituslikult kui mehhaniseerimiselt on siin enamasti vaja individuaallahendusi. Kuni 200 lehmakohaga ühelaudalistes farmides, mille laiendamist pole ette näha, on otstarbekas ehitada hoidlad lauda külge, et lihtsustada söötade ja allapanu käsitsemist. Kohaseimad on laudahooned, kus lakaruumi kasutatakse koresööda, jõusööda ja allapanu paigutamiseks. Kui aga hoone laius võimaldab, tuleb laut sisustada nii, et seal saaks kasutada transpordivahendeid, mis osaliseltki liigutsid väljaspool laudahoonet, nagu autoroller, elektrikäru jm. (joon. 20). Teise võimalusena tuleb edaspidi kõne alla kitsaste käikudega lautade sisustamine statsionaarsete söödajaotusseadmetega. Vaja on kaaluda ka kitsaste lautade ümbersisustamist noorloomalautadeks ja lüpsikarjale uue, laiadest lautadest koosneva farmi ehitamist.

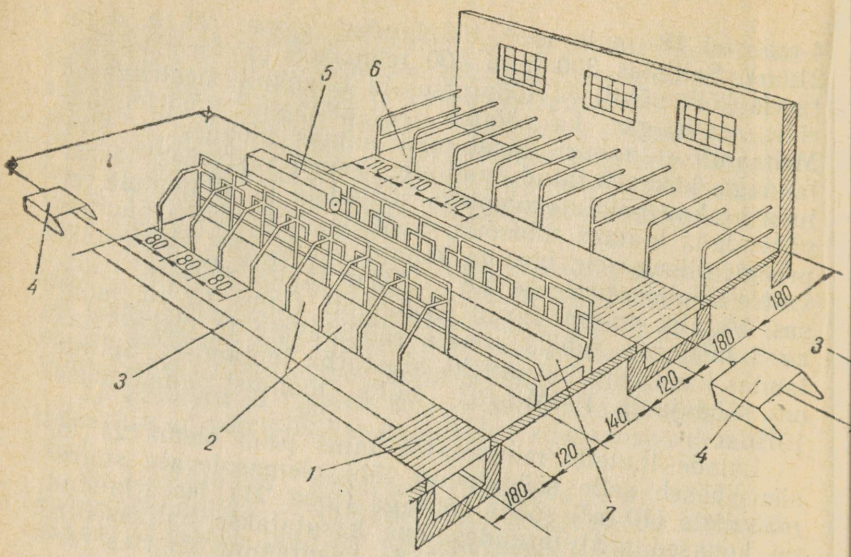
Farmi sisetranspordivahenditega läbisõidetavate sööda-lavadega lautade vajadus suureneb seoses üle 200 lehmakohaga mitmest laudast koosnevate farmide loomisega. Siia kuuluvad varem ehitatud rekonstrueeritavad ja uued

4-realised 18 m laiused tüüplaudad (joon. 20, *b*, *d* ja 21, *a*). Sellistes 300 kuni 400 lehmakohaga farmides on tarvis kõik põhilised tööprotsessid täielikult mehhaniseerida, sealhulgas ka söötade ja allapanu käsitsemine. Mehaanilise laaduri kasutamist silmas pidades on siin laudaga kokkuehitatud hoidlate asemel otstarbekohasem luua keskne hoidlatekompleks söötadele ja allapanule, et vähendada laaduri tühisõite. Söötade jaotamiseks puudub praegu niisugusele farmile kohane seade, sest olemasolevatele söödajaotitele on 2,8 ... 2,9 m laiune söödalava kitsas. Vajalik on nn. farmi söödajaoti (laius 1,7 m, maht *ca* 5 m^3), mis sobiks kitsale söödalavale ja oleks laias laudas kasutatav ka näiteks alusturba jaotamisel. Selline on söödajaoti РММ-5,0П, mille tootmist alustatakse 1970. a.

Laiade lautade minimaalne laius peab olema 21 m, siis pääseb selle söödalavalt läbi olemasolevate suuremahuliste (10 m^3) söödajaotitega (joon. 21). Need laudad on kohased eriti farmides, kus kasutatakse haljassööta. Tulevikus näib aga haljassööda kasutamine suurtes farmides kujunevat ulatuslikumaks kui praegu. Seda nii karjatamise keerukuse tõttu suures farmis kui ka põhjusel, et laudas haljassööda söötmisel (või ka aastaringsel silo söötmisel) on kõrgetoodanguliste lehmade toodanguvõime ärakasutamiseks paremad eeldused kui suurte karjade karjatamisel. Neid asjaolusid arvestades peaksid laiad, läbisõidetavate söödalavadega laudad suurtes farmides olema otstarbekohased ja tehnoloogiliselt painduvamad, mistõttu nad lähema paari aastakümne jooksul tõenäoliselt moraalselt ei vanane.

2. Lüpsikarja vabapidamine

Kiiresti süvenev tööjõupuudus loomakasvatuses toob meil edaspidi paratamatult päevakorda ka lüpsikarja vabapidamise. Vaatamata sellele, et käesolevaks ajaks on välja selgitatud vabapidamise põhinõuded ja sellise farmi kujundamise ning sisustamise põhilahendused, erinevad üksikud farmid siiski suuresti tehnoloogialt. Seda põhjustavad erinevad tootmistingimused. Ühtlasi näitab see, et vabapidamisviis on hästi paindlik ja kohandatav erinevatele oludele. Kaugemat perspektiivi silmas pidades on vabapidamisel lõaspidamisega võrreldes veel kindel eelis: põhilisi tööprotsesse on lihtsam automatiseerida. Selle-



Joon. 22. Latritega puhkeala ja söötmisalaga vabalauda skeem: *1* — pilupõrand vahekäigus; *2* — söötmislatter; *3* — sõnnikuskreeperi veokett; *4* — skreeper; *5* — silo etteande tigu; *6* — latrid; *7* — sööda kün a.

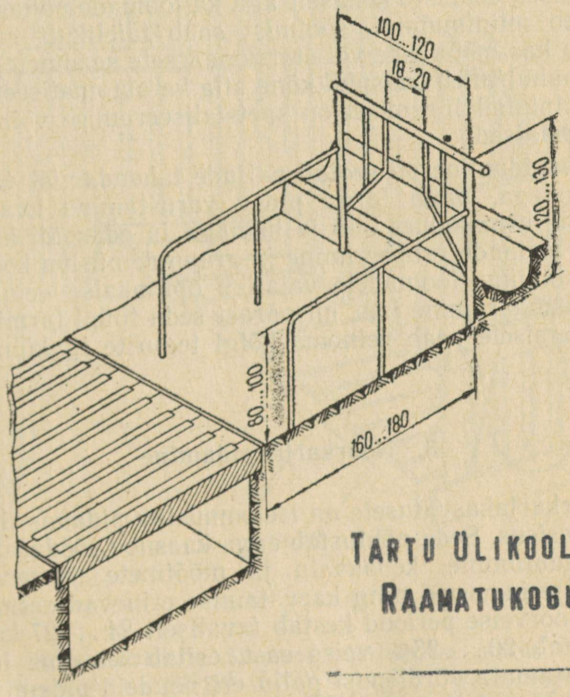
Latrid on allapanuta, põrand kaetud immutatud puidu või matiga. Pilupõrand on raudbetoonprussidest. Sõnnikuskreeperi töö on automatiseeritud. Võimalik on automatiseerida ka silo etteandmist sellekohase seadmetesüsteemiga, mis võib koosneda näiteks tornhoidlast, väljalaadimisseadmest ja etteandeteost

kohaseid näiteid leidub juba praegu sõnnkukoristamisel ja söötmisel ning mõne operatsiooni juures ka lüpsmisel.

Praegusaegse vabapidamisega lüpsikarjafarmi ehituskompleksi kuuluvad järgmised alaosad: 1) loomade puhkeala, 2) söötmisala, 3) jootmiskohad, 4) sulud haigete ja indlejate eraldamiseks, 5) lüpsieelne ja -järgne lehmade kogunemisala, 6) lüpsiruum lüpsiplatsiga, kus on võimalik ka jõusööda normeeritud söötmine, 7) piima jahutamise, säilitamise ja muud abiruumid, 8) poegimis- ja vasikalaut, 9) sööda- ja allapanuhoidlad. Kogemused näitavad, et neist neli esimest peavad meie kliima tõttu paiknema hästi ventileeritavas soojustatud laudahoones, kus temperatuur ka kõige külmemal perioodil ei lange alla 0° C. Samuti ei tohi lüpsieelsel ja -järgsel kogunemisalal lan-

geda temperatuur alla nulli, rääkimata normaalseks tööks vajalikust soojusest lüpsiplatsil ja muudes ruumides.

Kõige olulisemaid täiustusi vabapidamisel on viimase kümne aasta jooksul olnud puhkelatrite ja pilupõrandate kasutusele võtmine. Puhkeala sisustamine latritega võimaldab tunduvalt vähendada allapanukulu või pidada loomi isegi täiesti ilma allapanuta, kusjuures loomad on puhtamad kui latriteta puhkealal, pealeastumisest tingitud udaravigastusi on vähem, töökulu on väiksem ja mõnevõrra saab säästa puhkeala pinda. Pilupõrandate ehitamine käikudesse ja söötmisalale võimaldab igapäevasel sõnnikukoristamisel vähendada tööd miinimumini ja automatiseerida sõnniku eemaldamist pilupõranda alt (joon. 22). Mõnel



TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

Joon. 23. Puhke- ja söötmislatter vabapidamisega laudas: latritevaheline käik on pilupõrandaga; söödalava on otstarbekohane ehitada nii, et oleks läbisõidetav söödajaoti ja muude veokitega, mida majandis kasutatakse söötade transpordiks

pool eelistatakse siiski ka praegu avaraid, ilma latriteta puhkealasid, näiteks seal, kus aluspõhku on külluses.

Mitmesugustest vabapidamisega farmitüüpidest võiksid meil kõne alla tulla kaks: 1) kus laudad on sisustatud latritega puhkealaga ja eraldi söötmisalaga (joon. 22) ja 2) kus lautades on puhke-söötmislatrid söödalava ääres (joon. 23). Kuigi teisel tüübil on eeliseid ruumi säästmise ja mitut liiki söötade normeeritud andmise puhul, kasutatakse seda siiski vähem. Põhjuseks on loomade suurem saastumine puhke-söötmislatrites, suurem allapanu- ja töökulu. Esmajoones tuleks katsetada tõenäoliselt esimest tüüpi.

Tööviljakuse tõus vabapidamisel saavutatakse lihtsama tehnoloogia ja töötajate ulatuslikuma spetsialiseerumise abil, kusjuures ajakulu sõnnikukoristamisel ja asemete korrastamisel, eelduste kohaselt aga ka loomade puhastamisel väheneb miinimumini, söötmist saab täielikult mehhaniseerida kas mobiilsete või statsionaarsete seadmetega (viimase puhul tuleb edaspidi kõne alla ka automatiseerimine) ja lüpsiplatsil lüpsmisel on spetsialiseerumise võimalused maksimaalsed.

Vabapidamine on seotud paljude lahendamist vajavate küsimustega, nagu farmi pidev varustamine kvaliteetse söödaga, esmajoones silo ja heinaga ja edaspidi ka heinsiloga, loomade grupeerimine ja gruppide püsiva koosseisu kindlustamine, loomadele vajaliku optimaalse «eluruumi» kindlaksmääramine jne., mispärast seda tüüpi farmi väljakujundamisele peab eelnema kõigi tegurite igakülne kaalumine.

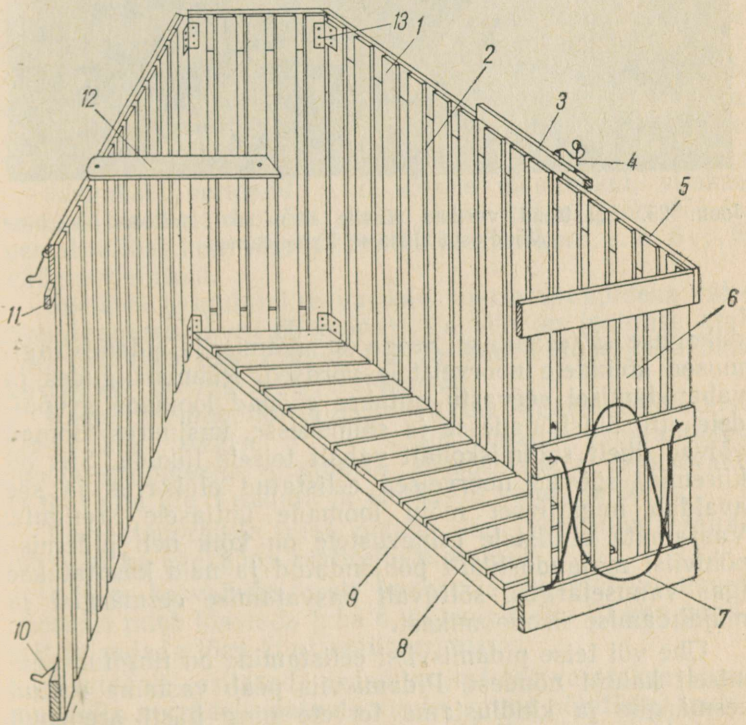
3. Noorkarja pidamine

Noorkarjakasvatusele on iseloomustav pidamisrühmade mitmekesisus. Seda põhjustab eaga kaasnev söödaratsiooni kiire muutumine, kehakaalu ja mõõtmete suurenemine, soolised erinevused ning kasvatamise erinevad eesmärgid. Kuigi noorveise periood kestab tavaliselt 24 ... 27 kuud ja moodustab 20 ... 25% veise east, esitab see oma lühidusele vaatamata võrdlemisi palju eri nõudeid pidamistingimuste suhtes. Nii on erinevaid pidamisrühmi, kus noorveiseid koos pidada ei saa, üle 30.

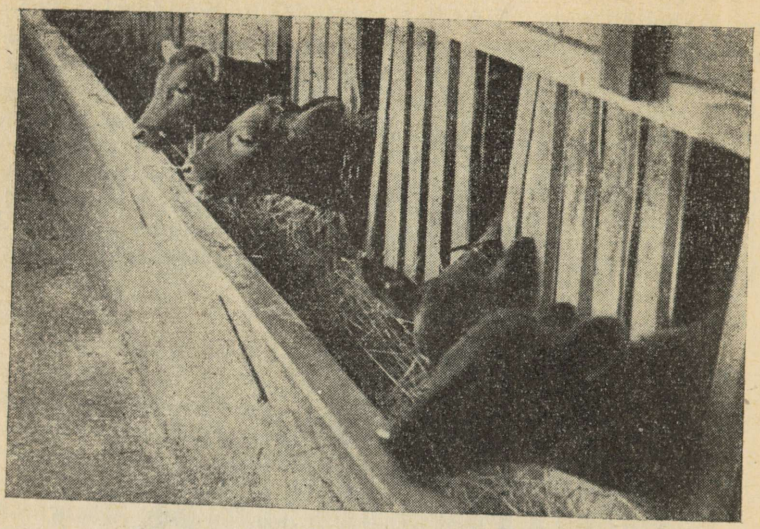
Eriti tähtis on pidamisviisi ja kasvatamise eesmärgi

omavaheline seos. Avarates ruumides vabapidamine soodustab ainevahetuse ja elutegevuse intensiivistumist. See on vajalik remontnoorkarja kasvatamisel. Vähene liikumine soodustab rasva talletamist ja nuumakonditsiooni tekkimist. See on vajalik lihaks kasvatatava noorkarja juures.

Noorkarja pidamise põhilisi viise on neli: üksiksulgudes, rühmasulgudes, lõas- ja vabapidamine. Üksiksulgudes ja lõaspidamisel on loomad üksteisest eraldatud ja söödad jaotatakse portsjoniteks. Sööda jaotamine suurendab töökulu, kuid tagab igale loomale ratsioonis ettenähtud söö-



Joon. 24. Kitsas üksiksulg. Sisemine laius 40 cm, pikkus 115 cm ja kõrgus 90 cm: *1* — püstlipid (1 × 5 cm); *2* — lippide vahe (3 cm); *3* — tugiliist; *4* — polt; *5* — servalaud (2,5 × 10 cm); *6* — peaava (16 × 27 cm); *7* — ämbrihoidjad; *8* — põhjalaudade vahe; *9* — põhi; *10* — kramp; *11* — esikülje tugi; *12* — šarniirne ühenduslaud; *13* — hinged



Joon. 25. Lõastatud vasikad lõssile ülemineku perioodil Vorbuse Jõudluspärilikkuse Katsejaamas

dakoguse kättesaamise. Seega on söötmis- ja pidamistingimused kõikidele noorveistele võrdsed. Rühmasulgudes ja vabapidamisel seevastu antakse söödad loomade gruppidele ette ühiskünadesse ja sõimedesse, kusjuures loomad võivad ühelt söötmiskohalt vabalt teisele liikuda. Siis on kiiremini söövad noorveised eelistatud olukorras ja see avaldab negatiivset mõju loomade ühtlasele arengule. Vaatamata olulistele erinevustele on kõik neli pidamise põhiviisi majanduslikult põhjendatud ja neid kasutatakse igas vanusejärgus, sõltuvalt kasvatamise eesmärgist ja majandamise ökonoomikast.

Ühe või teise pidamisviisi eelistamine on tingitud peamiselt kahest nõudest. Pidamisviis peab vastama seatud eesmärgile ja kindlustama tervete ning hästi arenenud remontnoorveiste üleskasvatamise või nuumnoorveistest kvaliteetse toodangu saamise. Teiseks peab pidamisviis võimaldama noorveiste söötmist ja hooldamist vähese inimtöökuluga ja odavalt.

Töö õigel organiseerimisel ja lauda nõuetekohasel sisustamisel võimaldavad kõik pidamisviisid kasutada töö-

jõudu ökonoomselt. Noorkarja pidamine organiseeritakse harilikult kahe vanusejärgu kaupa, tehes vahet vasika- ja vanema noorkarja kasvatamise vahel. Vasika vanusejärk koosneb ternespiima-, täispiima-, lõssile ülemineku ja lõssiperioodist ja lõpeb 6 kuu vanuseks saamisega. Lõssiperioodi algul (vanus 1,5 ... 3 kuud) joodetakse lõssi kaks korda päevas, perioodi teisel poolel (vanus 4 ... 6 kuud) üks kord. On arusaadav, et erineva jootmisrežiimiga vasikaid koos pidada ei saa. Vanema noorkarja pidamisviisi valiku aluseks tuleb võtta kasvatamise eesmärgid ja tööjõu ning laudapinna ökonoomne kasutamine.

Vasikate pidamise esimeseks perioodiks on ternespiimaperiood. Kümnenda elupäevani tuleb vasikaid pidada lüpsikarjalaudas kitsastes üksiksulgudes (joon. 24). Siin saab ta puhast lüpsisooja emapiima. Kitsas sulus saab vasikas noormaalselt magama heita ja tõusta, kuid ei saa end ringi keerata. Sellega on välditud oma väljaheidete lakkumine ja sellest tingitud kõhuhaigused.

Järgmisel perioodil, s. o. lõssile üleminekul, viiakse vasikad vasikalauta, lõastatakse sõime külge (joon. 25) ja peetakse lõas kuni lõssile täieliku üleminekuni, s. o. 6 ... 8 nädala vanuseni.

Seejärel paigutatakse vasikad suurte gruppidena rühmasulgudesse (kuni 60-kaupa). Ka siin on jootmise ajal vaja kasutada fiksaatoreid. Pullvasikad eraldatakse lehmvasikatest tavaliselt 4- ... 6-kuuselt.

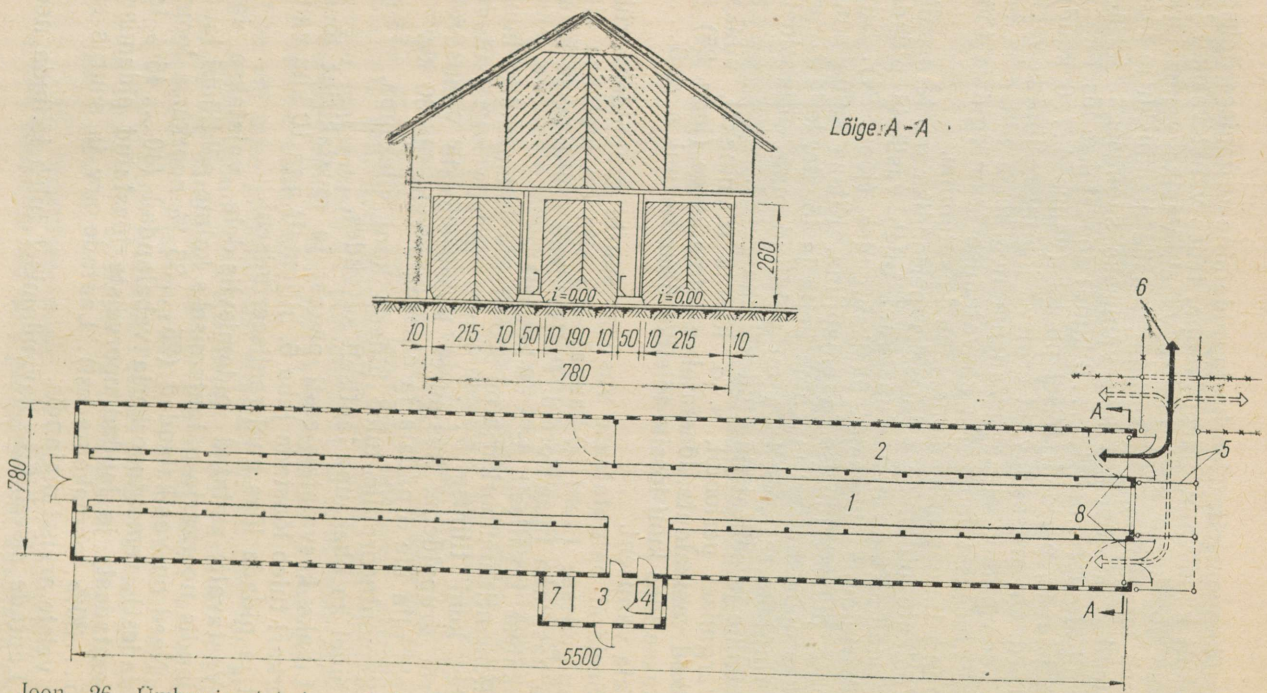
Remontlehmnoorkarja on soovitatav seitsmendast kuust alates kuni tiinuse 5 ... 8 kuuni pidada vabalautades suurte gruppidena, kusjuures koospeetavate vanusevahe ei tohi olla üle 6 nädala ja eluskaalu vahe üle 30 kg.

Remontnoorpulle tuleb pidada kuni viiekaupa, erandjuhtudel ka ühekaupa lahtiselt sulgudes.

Lihaks kasvatatav eesti punast ja mustakirjut tõugu noorkari tuleb lõastada juba 6, hiljemalt aga 10 kuu vanuselt ja pidada lõas kuni realiseerimiseni.

Vastavalt esitatud pidamisviisidele vajatakse igas majandis noorkarja paigutamiseks kolme põhitüüpi lautasid. Need on vasikalaudad (25 ... 35 % noorkarja loomakohtadest), remontnoorkarja vabalaudad (40 ... 45% loomakohtadest) ja laudad noorveiste lõastatud pidamiseks (25 ... 30% loomakohtadest). Lautade arv ja suurus sõltub veiste arvust majandis.

Lautade siseehituse kavandamisel tuleb lähtuda noor-



Joon. 26. Ümbersisustatud vasikalaut Vorbuse Jõudluspärilikkuse Katsejaamas: *1* — söödakäik; *2* — suur rühmasulg kuni 60 vasikale; *3* — kõrvalruum; *4* — statsionaarne kaal; *5* — lauda välisväravad; *6* — vasikate liikumise tee laudast koplisse ja tagasi; *7* — jõusöödaruum; *8* — laudaukse kaitseväravad

karja talitaja töö iseloomust. Nagu töö uurimisel selgus, kulutab talitaja 75...80% tööajast materjalide transpordivahendile laadimiseks, transpordiks ja mahalaadimiseks.

Selle töökulu vähendamiseks peavad noorkarjalauda talituskäigud olema mobiilsete transpordivahenditega (ratastraktor, söödajaoti, frontaallaadija, järelvanker) otse läbisõidetavad. Et mobiilsete transpordivahenditega laudas häireteta liikuda, on vaja põrandad betoneerida ja ehitada need ristlõikes horisontaalsed, sõimed ja seinaääred varustada rattasuunajatega, abi- ning kõrvalruumid ehitada lauda kõrvale ühte otsa ja konstrueerida vahetarad ustena avatavad nagu Vorbuse Jõudluspärilikkuse Katsejaama noorkarjalautades (joon. 26). Kõige ratsionaalsem tee noorkarja pidamise korraldamisel on üleminek süsteemipärasele kasvatamisele, mis võimaldab spetsialiseerumist nii töös kui ka lautade sisustamisel.

§ 4. SÖÖTADE JAOTAMISE MEHHANISEERIMINE

1. Farmi sisetranspordi iseärasused

Kõige töömahukam loomakasvatuses on materjalide transport. Lõaspidamisega veiselautades kulub selleks umbes 50% kogu töökulust.

Farmi sisetranspordil on rida iseärasusi: 1) veoste liigi ja omaduste mitmekesisus; 2) suur ööpäevane veoste hulk, kuid suhteliselt väike veokaugus; 3) transpordivahenditega liikumine loomakasvatushoonetes ja hoidlates kui ka väljaspool neid; 4) ebaühtlane koormus ööpäevas ja aastaringselt.

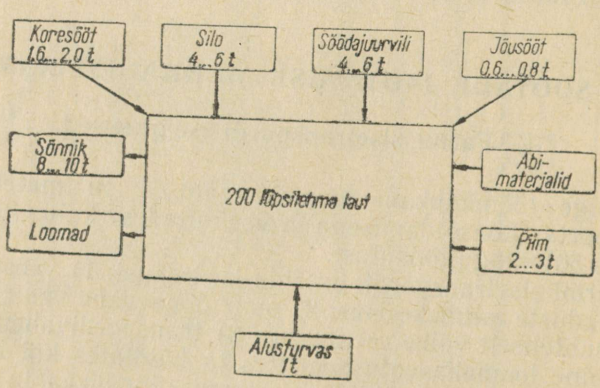
Nendest iseärasustest tuleneb rida erinõudeid transpordivahendi liigi, kuju, gabariitide ja liikumiskiiruse, samuti ka transporditööde organiseerimise kohta. Tingituna veoste mitmekesisusest on kord tarvis suure veokastiga veokit suhteliselt väikese mahukaaluga materjalide jaoks, teine kord aga tiheda kasti või paagiga veovahendit puist- või vedelate materjalide veoks. Väikese veokauguse tõttu ei avalda transpordivahendi liikumiskiirus töökulule olulist mõju, küll aga võib suur kiirus raskendada manööverdamist loomakasvatushoones või hoidlas. Veoste rohkusest tingituna on transpordi töökulu vähendamise peamiseks reserviks veoste peale- ja mahalaadimise otstarbekas kor-

raldamine. Kuna liikuda tuleb loomakasvatushoonetes ja hoidlates, peavad transpordivahendi ja koorma gabariidid vastama hoone käikude gabariitidele. Või õigemini, hoone käigud tuleb ehitada loomapidamise tehnoloogia kohaselt valitud transpordivahendite gabariitidele vastavalt.

2. Loomafarmide veoste liigid

Loomafarmide peamisteks veosteks on söödad, sõnnik, allapanu, loomad, piim ja mitmesugused abimaterjalid.

Omaduste järgi liigitatakse veosed 1) mahukateks (koresööt, aluspõhk), 2) tükilisteks (juurvili, küttepuit), 3) puistuvateks (jõusööt, peenestatud alusturvas), 4) vedelateks (piim, seasööt).



Joon. 27. 200-kohalise lauda veostevoolu skeem

Farmi veoste vooluks nimetatakse ööpäevas (harvem aastas) veetava veose või kõigi veoste hulka. Joonisel 27 on skemaatiliselt kujutatud 200 lüpsilehma lauda juurde või juurest ööpäevas veetavad tähtsamad veosed. Nagu skeemist nähtub, ulatub sellise lauda ööpäevane veoste vool põhiveoste osas 28,8 tonnini, sellest söötasid 14,8 t.

3. Söötade jaotamise mehhaniseerimise üldküsimusi

Söötmine koosneb järgmistest etappidest: 1) söötade laadimine hoidlas või laadimisplatsil transpordivahendile; 2) söötade vedu söötmiskohale; 3) söötade jaotamine loomadele.

Söötade transpordi- ja jaotamisseadmed on mobiilsed ja statsionaarsed. Mobiilsed seadmed on kas iseliikuvad (traktor, elektrikäru, autoroller jne.) või veetavad (käsikäru, söödajaoti jne.). Statsionaarsete seadmete hulka kuuluvad mitmesugused transportöörid ning ka ripp- ja maapealsed rööbasteed.

Söötade jaotamise mehhaniseerimise eesmärgiks on töökulu vähendamine, töö kergendamine ja toodangu omahinna alandamine. Lõaspidamisega veiselautades kulub söötade veoks ja jaotamiseks 20...25% kogu tööst. Võrreldes teiste laudatöödega, nagu lüpsmine ja sõnniku eemaldamine, on söötade jaotamise mehhaniseerimine märksa raskem, mistõttu ka selle tase on väga madal. 1966. a. lõpul jaotati Nõukogude Liidus söötasid mehhaniseeritult ainult 3% veistele. Mehhaniseerimist raskendab vajadus jaotada väga erinevate omadustega söötasid kindlates kogustes vastavalt loomade toodangule. Olemasolevate lautade ja hoidlate puhul tuleb mehhaniseerimisel arvestada ka nende kujundust ja mõõtmeid.

Söötade jaotamise lihtsustamise seisukohalt on huvipakkuv söödaratsiooni lihtsustamine, eelkõige söödaliikide vähendamine. Välismaa kogemustest on teada, et mõnedes majandites kasutatakse veiste põhisöödana heinsilo, millele antakse veel lisaks vastava koostisega segasööta. Arvestades meil väljakujunenud külvipindade struktuuri, pole lähemal ajal ette näha veiste söötmisel üleminekut ühele põhisöödale. Nähtavasti ka lähemas tulevikus on vaja veistele jaotada koresööta, silo, juurvilja ja jõusööta.

Teine jaotamise lihtsustamise võimalus on söötadele enam-vähem ühesuguse kuju ja tükisuuruse andmine. Selleks tuleb ka teised söödad peenestada nagu silo. Peenestatud koresööta ja juurvilja on võimalik jaotada universaalsete haakesöödajaotitega. Söötade, eriti koresöötade peenestamine on energiamahukas protsess. Kui seda aga teha heina koristamise juures, näiteks põllul esialgselt kuivanud heina transpordivahendile laadimisel, on selleks vaja ainult pisut võimsamat traktorit. Koresööda peenes-

tamine lihtsustab mitte ainult tema jaotamist loomadele, vaid ka transpordivahendile ja hoidlasse laadimist. Pealegi mahub peenestatud koresööta transpordivahendisse ja hoidlasse märksa rohkem. Koresööda peenestamist koristamisel või hoidlasse laadimisel kasutatakse laialdaselt ka välisriikides, näiteks Saksa Demokraatlikus Vabariigis.

Juurvilja võib lõigata vahetult enne jaotamist. Seda tuleks teha koos pesemisega. Seni meie vabariigis juurvilja enne lüpsikarjale söötmist ei pesta ja ehitatud tüüplautades puuduvad selleks võimalused. Kui aga edaspidi hakatakse laialdasemalt juurvilja kombainidega koristama ja säilitama lauda juures asuvates hoidlates, jääb juurvilja mitmekordne ümberlaadimine ära, muld ei pudene maha ja pesemine muutub hädavajalikuks. Sel juhul tuleb arvesse ka lõikamine.

Söötade jaotamise seisukohalt tuleb juurviljale eelistada silo. Kuid käesoleval ajal levinud sileerimisviiside ja silohoidlate (tranšeede) juures on silomassi kadu suur ja tema kvaliteet jätab soovida. Pealegi alandab suurte silokoguste söötmine piima kvaliteeti. Enamik majandeid kasvatab silokultuuride kõrval ka söödajuurvilja, hoolimata sellest, et juurvilja kasvatamine nõuab rohkem tööjõudu ja on seni veel tunduvalt vähem mehhaniseeritud.

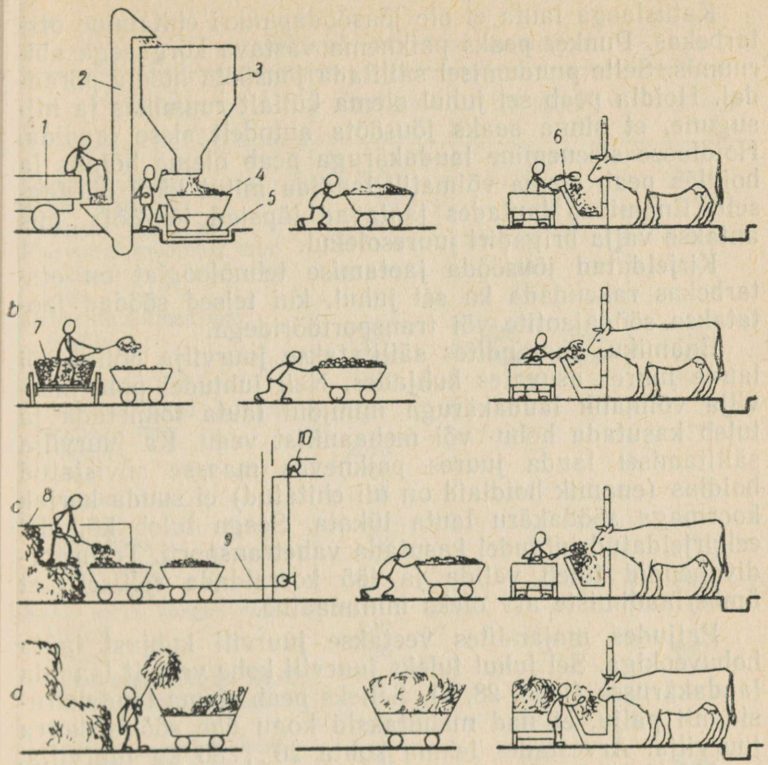
4. Söötade jaotamine mobiilsete seadmetega

Laudakärud on kõige levinumad sööda jaotamise seadmed veiselautades. Nende abil on võimalik vedada kõiki põhilisi sööte. Seejuures toimub söötade pealelaadimine, vedu ja enamasti ka mahalaadimine käsitsi. Laudakäru kasutamisel peab lauda- ja abiruumide põrand olema tasane ja sile ning ukseavad lävepakkudeta.

Täislaaditud käru lükkamine tasasel laudapõrandal on karjakule jõukohane, kuid liikumine väljaspool lauta ka kõva kattega teedel käib juba üle jõu. Seepärast peab söödad vedama väljaspool lauta asuvatest hoidlatest veovahendiga (vints, hobuveoga plaat jne.). Nii nagu kõigi teiste transpordivahendite puhul on ka laudakäru kasutamisel oluline laadimisoperatsioonide minimaalne arv.

Põhiliste söötade laudakäruga jaotamise tehnoloogilised skeemid on esitatud joonisel 28.

Jõusööta on otstarbekas hoida lauda lakaruumis punkris. Punker peab olema nii ehitatud, et jõusööt siibri ava-



Joon. 28. Laudakäruga söötade jaotamise tehnoloogilised skeemid: *a* — jõusööt; *b* — juurvili; *c* — silo; *d* — koresööt; *1* — transpordivahend; *2* — koppelevaator; *3* — punker; *4* — laudakäru; *5* — kaal; *6* — söödaküna; *7* — transpordivahend; *8* — silohoidla; *9* — veotross; *10* — vints

misel välja valguks. Kui lauta jõusöödapunkri alla paigutada kaal (joon. 28, *a*), millele võib laudakäru peale lükata, siis saab lühimat teed mööda ja väikseima töökuluga sööda loomadele ette toimetada. Jõusööt tuleb jaotada loomadele mõõdukühviga. Koppelevaatori vastuvõtukolu tuleb ehitada suurem ja paigutada nii, et sinna saaks jõusööta tühjendada ka kallurautodelt või suuretonnaažilistelt jõusööda tsentraliseeritud veoautodelt. Kui jõusööta veetakse spetsiaalsete pneumotransportööriga varustatud jahuveoautodega, siis koppelevaatorit pole vaja.

Katuslaega lauta ei ole jõusöödapunkri ehitamine otstarbekas. Punker peaks paiknema vastava kõrgusega abiruumis. Selle puudumisel säilitada jõusööta hoidla põrandal. Hoidla peab sel juhul olema küllalt ruumikas ja niisugune, et sinna saaks jõusööta autodelt sisse laadida. Hoidlasse sisenemine laudakäruga peab olema hõlpus ja hoidlas peab olema võimalik laadida mitut käru üheaegselt. Enamikus lautades jaotavad lüpsjad jõusööta, mis antakse välja brigadiri juuresolekul.

Kirjeldatud jõusööda jaotamise tehnoloogiat on otstarbekas rakendada ka sel juhul, kui teised söödad jaotatakse söödajaotite või transportööridega.

Enamikus majandites säilitatakse juurvilja põllul või lauda juures asuvates kuhjades. Neil juhtudel pole juurvilja võimalik laudakäruga inimjõul lauta toimetada ja tuleb kasutada hobu- või mehaanilist vedu. Ka juurvilja säilitamisel lauda juures paiknevas maasse süvistatud hoidlas (enamik hoidlaid on nii ehitatud) ei suuda karjak koormaga söödakäru lauta lükata. Seega tuleb kõikidel eelkirjeldatud juhtudel kasutada vahetransporti. Transpordivahendid tuleb valida ja töö korraldada selliselt, et ümberlaadimiste arv oleks minimaalne.

Paljudes majandites veetakse juurvili kuhjast lauta hobuveokiga. Sel juhul tuleks juurvili kohe veokilt laadida laudakärusse (joon. 28, *b*). Selleks peab olema laudakärusid nii palju, et nad mahutaksid kogu ühe söötmiskorra juurvilja. Arvestades lehma kohta 20 ... 30 kg juurvilja, on 200 lüpsilehmaga laudas vaja 13 ... 20 laudakäru.

Originaalselt ja küllaltki otstarbekalt on juurvilja vedu korraldatud R. Pälsoni nimelise sovhoosi Edro 200 lehma laudas, kus 350 m kaugusel asuvatest kuhjadest veeti juurvili lauta hobuveoga plaadil, millele olid peale lükatud laudakärud. R. Siniaasa andmetel kulus 1 ts juurvilja söötmiseks 4,2 min inimtööd. Samadel andmetel kulus V. I. Lenini nim. sovhoosi Mäeotsa laudas juurvilja vedamiseks hobuvankriga 200 m kaugusel olevatest kuhjadest lauta, laudakärudesse ümberlaadimiseks ja söötmiseks 7,2 min 1 ts kohta. Vaatluspäeval polnud lund, mistõttu hobune jõudis plaadiga vedada vaid üht laudakäru. Talvel saab plaadile panna rohkem kärusid ja töökulu väheneb veelgi.

Viimasel ajal kasutatakse silohoidlatena peamiselt lauda vahetus läheduses asuvaid tranšeesid. Need võivad

Tabel 11

Laudakärude tehnilised andmed

Näitaja	TP-350	TÜ-250Б	UTP-0,3
Kandevõime kg	350	250	300
Kasti maht m^3	0,35	0,2	0,25
Veokorvi maht m^3	—	0,65	—
Platvormi mõõtmed mm:			
pikkus	—	1100	—
laius	—	800	—
Gabariitmõõtmed mm:			
pikkus	1470	1640 ... 1930	1375
laius	740	800 ... 1020	700
kõrgus	940	900	890
Gabariitmõõtmed kõrgendustega mm:		—	—
pikkus	2015	—	—
laius	740	—	—
kõrgus	1190	77	75
Mass kg:			
veokastiga	62	63	—
platvormiga	—	83	—
veokorviga	—	—	890
Kasti serva kõrgus mm:			
küljelt	940		
otsast	720	—	890
Väljalaadimiskõrgus kasti täielikul kallutamisel mm:	—	330	—
Tasasel põrandal lükkamiseks vajalik jõud N*	176	176	176

* 1 N = 0,102 kG.

olla kas maapealsed või osaliselt süvistatud. Siloga täidetud laudakäru võib sellisest tranšeest lauta toimetada elektrimootoriga käitatava vintsi ja trossi abil (joon. 28, *c*). Tühjad laudakärud lükatakse inimjõul tranšeesse ja täidetakse seal siloga. Kärusid peab olema nii palju, et nad ühe söötmiskorra silo mahutaksid. Täidetud kärud haagitakse vahelülide abil üksteise taha ja veetakse vintsi abil lauta. Laudas lükatakse kärusid inimjõul. Säärase skeemi järgi on otstarbekas kärusid lauta vedada siis, kui silohoidla asub lauda pikitelje suunas. Lauda otsas risti asuvatest tranšeedest trossi ja vintsi abil söödakärude lauta vedamiseks tuleb kasutada juhtplokke.

Lauda vahetust lähedusest silo lauta vedamine hobuveokiga ja ümberlaadimine käsikärusse on ülalkirjeldatud viisist töömahukam ja kallim.

Kui lahtine hein asub lauda lakaruumis, siis selle jaotamiseks tavaliselt käsikärusid ei kasutata. Hein visatakse lae luukidest söödakäiku ja jaotatakse hargiga käsitsi. Laudakäruga võib lahtist või pallitud heina vedada lauda otsas asuvast küünist (joon. 28, *d*).

Laudakärude tehnilised andmed on toodud tabelis 11. Laudakäru ei ole perspektiivne söödajaotamisseade, sest ta nõuab rasket käsitsitööd. Kuid käesoleval ajal laialt levinud kitsaste söödakäikudega tüüplautades võimaldavad nad töö otstarbeka organiseerimise ja söödavarude soodsa paigutamise korral tunduvalt kergendada tööd ja vähendada töökulu.

Hobuvankrit võib kasutada mitte ainult söötade veoks, vaid ka nende jaotamiseks. 1,2 m laiadest söödakäikudest pole võimalik hobuvankriga läbi sõita. 18 m laiades neljarealistes lautades saab söödakäigust hobuvankriga läbi sõita, kui käik on kujundatud söödalavana ja ka lauda otsas olevad väravad on vastava laiusega. Raudrehvidega hobuvankri kasutamine laudas pole soovitatav, sest rautatud rattad lõhuvad kiiresti söödakäigu betooni. Tuleb arvestada ka seda, et talvel sügava lumega ei saa vankriga söödahoidlate või kuhjade juures sõita, kuid reega on jälle laudas raske liikuda. Hobuvankrist pole võimalik kallutamisega sööta maha laadida nagu laudakärust.

Tavalisest hobuvankrist otstarbekam on kummiratastega hobukaarik. Sellel on madalal asuv suurem kallutatav veokast, rattad ei lõhu söödakäigu põrandat. Ta võimaldab lahtihoitud teel ka talvel sõita, kuid nõuab laiemat söödakäiku ja suuremaid väravaid.

Autorollerit ja elektrikäru saab kasutada sööda jaotamiseks kitsastes (1,2 m laiad) söödakäikudes. Meie vabariigi majandites on seni peamiselt kasutatud autorollerit. Elektrikärude kasutamisel peab farmis olema akude laadimise seade ja võimalused akude ja käru muude elektriseadmete nõuetekohaseks hooldamiseks. Tavaliselt nõuavad kärud pärast seitsmetunnist tööd umbes niisama pikka laadimisaega. Tööstuses kasutatavad väikeste täiskummiratastega elektrikärud farmi sisetranspordiks ei sobi, sest nendega pole võimalik väljaspool hooneid liikuda. Farmis tuleks kasutada õhukummidega suurema kliirensiga käru-

sid. Elektrikäru oluliseks eeliseks on see, et tema töötamisel ei teki loomaruumide õhku saastavat heitgaasi.

Autorolleri ja elektrikäru tehnilised andmed on tabelis 12.

Autorolleriga võib vedada kõiki veisefarmis kasutatavaid söötasid. Enamikus lautades teda jõusööda veoks ei kasutata, sest söödakogused on suhteliselt väikesed ja jõusööta jaotavad lüpsjad. 200 lehmaga laudas on vaja kaks autorollerit.

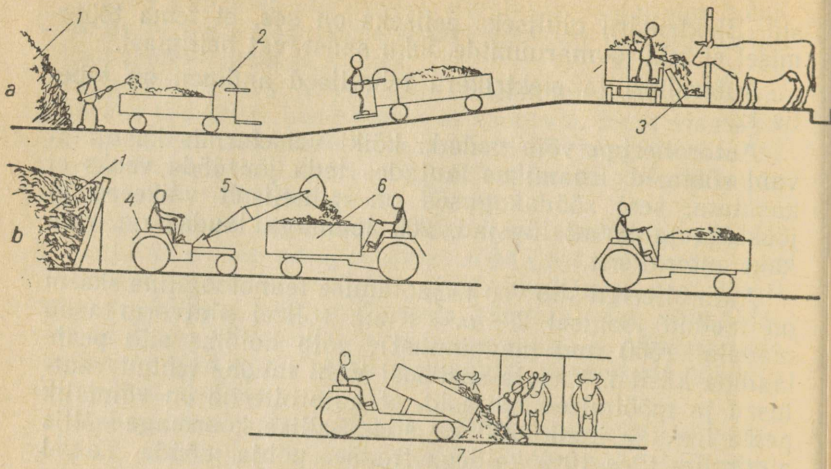
Autorolleriga silo veo ja jaotamise tehnoloogiline skeem on toodud joonisel 29, *a*. Kuna rolleri platvorm asub madalal (550 mm maapinnast), võib hoidlas silo peale laadida käsitsi. Vasula sovhoosi Vahi laudas tehtud vaatlused ja mõõtmised näitasid, et autorollerile on võimalik peale laadida kuni 1200 kg silo. Sellise koormaga sõitis autoroller üles 10% kaldega tranšee põhja mööda. Talvel asetatakse libisemise vältimiseks ratastele ketid.

Sööda jaotamisel 1,2 m laias söödakäigus on soovitatav autorolleri juhtimise hõlbustamiseks ja söödakünade vigastamise vältimiseks kinnitada platvormi nurkadesse 100 kuni 150 mm läbimõõduga juhtrullid. Need veerevad mööda söödakünа tagaseina ja väldivad platvormi puutumist küna vastu. Kuna autorolleri platvorm on ainult veidi

Tabel 12

Autorolleri ja elektrikäru tehnilised andmed

Näitaja	Autoroller ET-1,5	Elektrikäru ЭК-2
Kandevõime kg	1500	2000
Platvormi mõõtmed mm:		
pikkus	1600	2045
laius	1110	1140
kõrgus maapinnast	550	600
Gabariitmõõtmed mm:		
pikkus	2480	2785
laius	1110	1140
kõrgus	1200	1310
Mass kg	460	1500
Liikumiskiirus m/s:		
maksimaalne	4,2	2,8
minimaalne	0,7	1,1
Minimaalne pöörderaadius m	3,2	2,8



Joon. 29. Silo jaotamise tehnoloogilised skeemid: *a* — autorolleriga; *b* — šassiitraktoriga; *1* — silohoidla; *2* — autoroller; *3* — söödaküna; *4* — šassiitraktor; *5* — laadija T 150; *6* — kallutatav veokast; *7* — söödalava

(kuni 300 mm) madalam söödaküna tagaservast, on sööda käsitsi künasse laadimine hõlpus ja kerge.

Nii toimub ka juurvilja vedu ja jaotamine lauda juures asuvast hoidlast või kuhjast. Põllul asuvast kuhjast juurvilja veoks autoroller ei sobi, sest ta liikumiskiirus on väike ja sügavas poris ning paksus lumes sõita ei saa. Heinte jaotamisel lauda lakast ei anna autorolleri kasutamine olulist efekti. Ta sobib pallitud heina veoks lauda lähedal asuvast küünist.

Laudalähedastest söödahoidlatest võimaldab autoroller või elektrikäru kõiki söötasid ühekordse laadimisega loomadele ette toimetada. Hoolimata käsitsi laadimisest on karjakute töö siiski kergem ja tööviljakus suurem kui käsikärudega veol. Autorollerite laialdast kasutamist on seni piiranud nende vähene tootmine ja kõrge hind.

Šassiitraktor, millele on paigaldatud kallutatav veokast, leiab söötade veol ja jaotamisel üha laialdasemat rakendamist. Meil kasutatakse peamiselt šassiitraktoreid T-16 ja RS 09 (tabel 13). Šassiitraktorit pole võimalik rakendada 1,2 m laiade söödakäikudega laudas. 18 m

Tabel 13

Veokastiga šassiitraktorite tehnilised andmed

Näitaja	T-16 veokast ПШ-0,75	RS 09 (GT 124) veokast KA1
Kandevõime kg	750	1100
Kasti maht m^3	1,0	0,88
Kasti sisemõõtmed mm:		
pikkus	2133	2060
laius	1400	1420
kõrgus	340	300
Gabariitmõõtmed koos traktoriga mm:		
pikkus	3705	4200*
laius	1530	1500
kõrgus		2500
Laadimiskõrgus mm:		
kasti põhjani	1060	1085
kasti servani	1400	1385
Kasti kallutusnurk:		
ette	maks. 45°	maks. 50°
küljele	maks. 45°	maks. 45°
Kallutamiseks kuluv aeg s:		
ette		10
küljele		8
Mass kg:		
kastil	180	333
koos traktoriga	1510	1703
Liikumiskiirus m/s:		
maksimaalne	5,4	4,3
minimaalne	0,32	0,26
Minimaalne pöörderaadius m	3,3	3,4

* Koos veorauaga.

laias laudas saab šassiitraktorit sööda veoks kasutada vaid sel juhul, kui söödakäik on kujundatud söödalavana (joon. 20, *b* ja *d*). Traktori juhtimise kergendamiseks on lava keskele jäetud rattasuunaja. Automaatjootjad on soovitatav paigutada lehmaaseme poolsele küljele. Kuid ikkagi peab traktorit juhtima hoolikalt, sest söödalava on kitsavõitu.

Kuna šassiitraktori veokast asub küllalt kõrgel, peab sööta peale laadima traktorilaadijaga. Saku näidissovhoosi Lokuti farmis kasutatakse laudatöödeks kaht šassiitraktorit — T-16 ja RS 09. Viimane on varustatud frontaallaadijaga T 150 (tabel 14), mille abil laaditakse silo

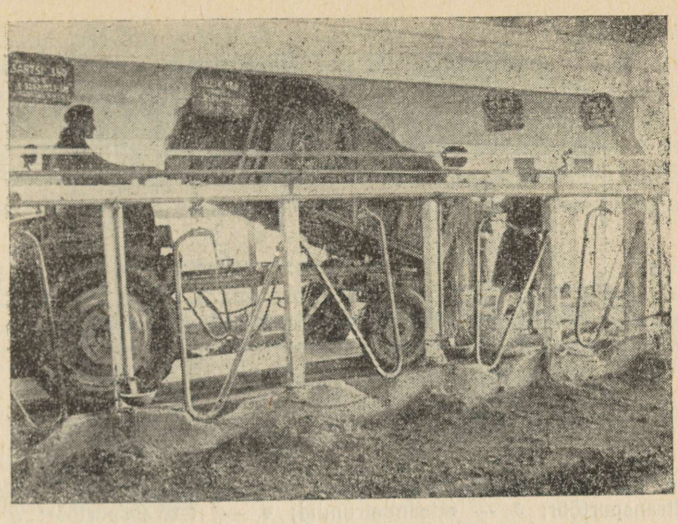
Tabel 14

Šassiitraktorite laadijate tehnilised andmed

Näitaja	T-16 laadija ПШ-0,4	RS 09 (GT 124) frontaal-laadija T 150
Tõstejõud N*	3920	1960
Maksimaalne lahtirebimisjõud N		4900
Laadimiskõrgus m	3,0	2,7
Tõstekiirus (koormata) m/s		0,34
Langetamiskiirus m/s		0,43
Suurim laadimissügavus m	2	—
Noole pöördenurk	230°	—
Gabariitmõõtmed koos traktoriga mm:		
pikkus	4400	6600
laius	2000	2200
kõrgus	3780	3300
Noole väljaulatus sambast mm:		
suurim	3960	—
väikseim	1200	—
Tööorgani väljaulatus šassii raamist mm:		
kõige alumises asendis	—	2200
horisontaalasendis	—	2500
kõige ülemises asendis	—	1600
Mass kg:		
laadijal	800	680**
koos traktoriga	2130	2050

* 1 N = 0,102 kG.
** Koos vastukaaludega.

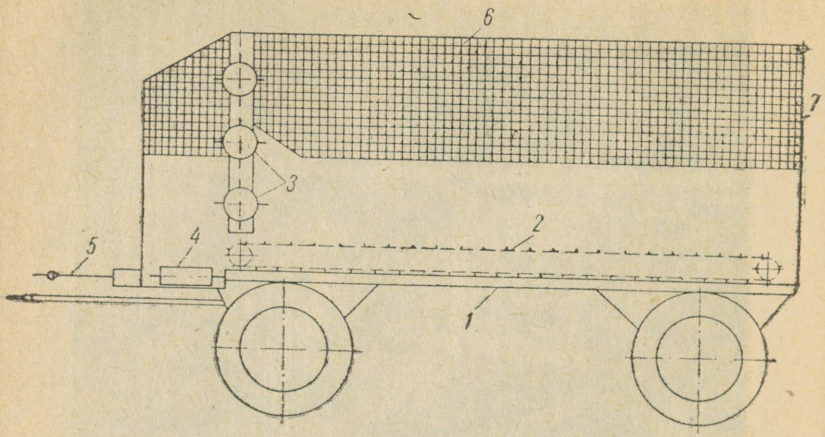
šassiitraktori T-16 veokasti (joon. 29, *b*) ja veetakse lauda söödakäiku. Kallutatud veokastist tõmbab karjak vastava konksuga silo osade kaupa maha ja lükkab söödakünasse (joon. 30). Analoogiliselt võib jaotada ka juurvilja. Frontaallaadija T 150 rakendamiseks peab juurviljahoidla olema *ca* 3 m kõrge ja küllalt avar. Sööta võib šassiitraktorile laadida ka laadijaga ПШ-0,4. Lahtise heina vedamisel ei saa šassiitraktorit täielikult koormata, sest veokast on väike. Liiga kõrge koorem piirab nähtavust traktori juhtimisel ning takistab torusselüpsiseadmetega lautades ka piimatoru alt läbisõitu käikude kohal. Veokasti väikese kandevõime ja väikeste mõõtmete tõttu pole



Joon. 30. Haljassööda jaotamine šassiitraktoriga Saku näidissovhoosi Lokuti farmis

söötade vedu kaugematelt põldudelt šassiitraktoriga majanduslikult otstarbekas. Šassiitraktoril on autorolleriga võrreldes nii eeliseid kui ka puudusi. Eelised on järgmised: 1) universaalsus (võimalik kasutada ka teistel töödel); 2) vähenõudlikkus teede suhtes ja 3) kallutatav veokast. Puudused: 1) nõuab laiemat söödakäiku ja kõrgemaid väravaid; 2) käsitsi pealelaadimine on raskem; mehaanilise laadija kasutamisel on vaja kaht traktorit, mis väikeses farmis end majanduslikult ei õigusta; 3) traktorist ei saa abiks olla söötade mahalaadimisel nagu autorolleri juht; 4) traktorile on vaja traktoristi, autorolleriga tuleb toime karjak.

Haakesöödajaotitega on võimalik mehhaniseerida mitte ainult söötade vedu, vaid ka loomadele jaotamist. Nii meil Nõukogude Liidus kui ka välismaal toodetakse palju eri marki söödajaoteid, kuid nende põhiskeemid on analoogilised. Nad koosnevad ühe- või kaheteljelisest järelvankrist (joon. 31) *1*, mille põhjal on kett-liisttransportöör *2*. Jaoti kere esiosas on ristlinttransportöör *4*, mille ots ulatub jaoti kerest välja. Materjali peenestamiseks ja ühtlasemaks etteandmiseks on sõrmedega trumlid *3* (biite-



Joon. 31. Haakesöödajaoti põhiskeem: *1* — järelvanker; *2* — kettliisttransportöör; *3* — etteandetrumlid; *4* — risttransportöör; *5* — kardaanvõll; *6* — kere; *7* — tagumine luuk

rid). Jaotil on kõrge, ülaosas enamasti võrgust kere *6*. Kere tagumine luuk *7* on avatav. Jaoti mehhanismid käitatakse traktori jõuvõtuvõllilt kardaanvõlli *5* abil. Jaotite tehnilised andmed on toodud tabelis 15. Haakesöödajaotit saab kasutada läbisõidetavate laiade söödakäikudega (minimaalne laius 2,2 m) lautades, mis on sisustatud kas sõimedega või söödalavaga (joon. 21). Käikude otstes asuvad väravad peavad samuti olema küllalt laiad ja kõrged. Jaoti on edukalt rakendatav ka lisahaljassööda etteandmiseks suvelaagrites. 18 m laiades neljarealistes tüüplautades ei ole söödajaotit võimalik kasutada.

Söödajaotiga võib jaotada peenestatud haljassööta, silo, lõigatud juurvilja, juurviljapealseid ja ka peenestatud koresööta. Teda võib kasutada ka statsionaarsetele söödajaotitele sööda etteandmiseks ja doseerimiseks ning silomassi vedamiseks hoidlatesse. Ka allapanu jaotamiseks on ta rakendatav.

Söötade käsitsi laadimine söödajaotisse pole võimalik ja kasutada tuleb mehaanilisi seadmeid. Kui sööta veetakse otse põllult, toimub pealelaadimine söödakoristusmasinaga (silokombain СК-2,6 või КС-2,6, niitja-peenesti КИК-1,4, КИР-1,5 või «Futtermeister»). Hoidlatesse pai-

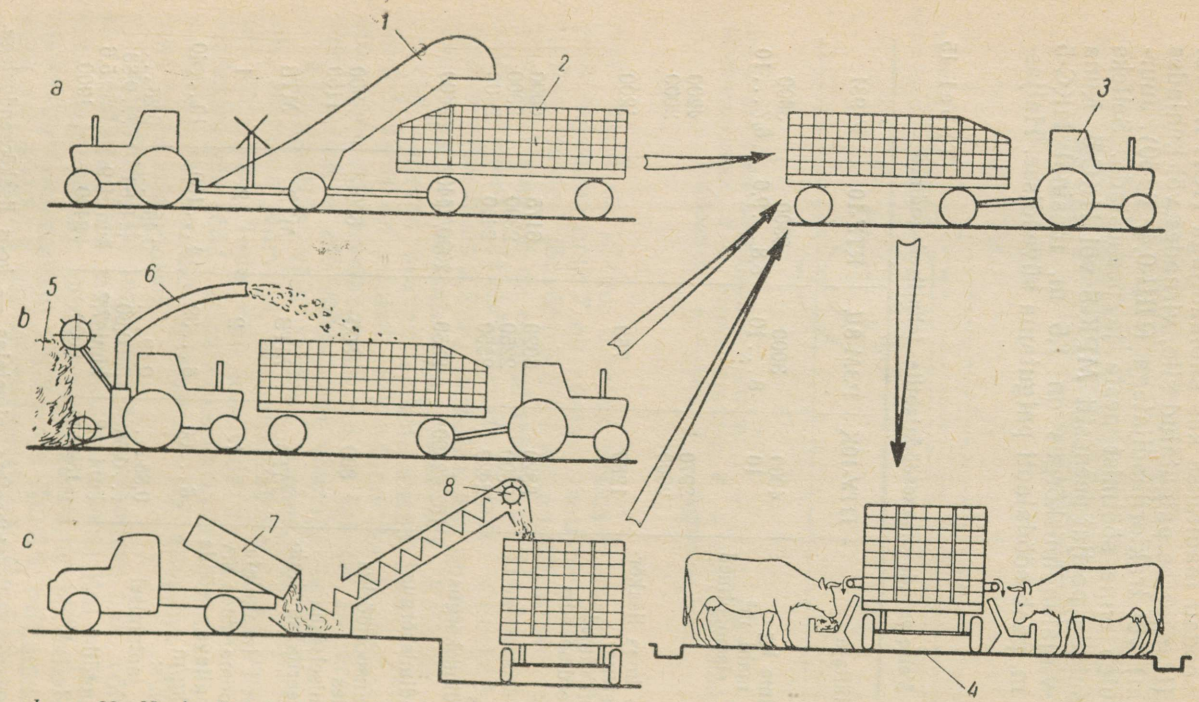
gutatud söödad laaditakse kas silolaadijaga ПСН-1М või ФН-1,2 (tranšeesse paigutatud silo, virnades või kuhjades asuv hein) või traktorilaadijatega (ПШ-0,4, Т 150). Juurviljad tuleb enne söötmist pesta ja peenestada. Selleks võib kasutada pesijat-peenestit МРК-5 või ИКС-5. Kuna МРК-5 väljalaadimiskõrgus on 1,5 m, masinal ИКС-5 aga 1,9 m, peab söödajaoti paigutama süvendisse. Haljas-

Tabel 15

Veiselautade haakesöödajaotite tehnilised andmed

Näitaja	ПТУ-10К	РЗМ-8Д	КТУ-10	F 931
Kandevõime kg	4000	3000	3300	3000
Veokasti maht m^3	10	8...10	5,8...9,6	6,7...10
Veokasti sisemõõtmed mm:				
pikkus	3970			4200
laius	2000			2000
kõrgus koos lisakõrgendustega	1260	750		1200
Gabariitmõõtmed transpordiasendis mm:				
pikkus	5820	6020	6175	6000
laius	2300	2250	2300	2300
kõrgus	2420	2350	2440	2400
Sisselaadimiskõrgus mm:	1820/2360*	2350	2090/2440*	2400
Väljalaadimiskõrgus mm:				
põiktransportööriga laadides	800	800	800	900
laadimisel taha				1150
Agregateeritakse traktoriga	МТЗ	МТЗ	МТЗ	МТЗ
Üheaegselt teenindatavate loomaridade arv	1	2	2	1
Väljalaaditava sööda hulk kg/m	6...60	6...39	4...100	10...40
Kiirus m/s:				
sööda jaotamisel	0,38... ...0,68	0,49... ...0,60	0,46... ...0,80	0,28... ...0,83
transpordil	kuni 4,2	kuni 7,2	kuni 6,9	5,6
Mass kg	1800	2000	2400	1900

* Lugejas — põhikastiga, nimetajas — koos lisakõrgendustega.



Joon. 32. Haakesöödajaotiga söötade jaotamise tehnoloogilised skeemid: *a* — haljassööt; *b* — silo; *c* — juurvili; *1* — niitja-peenesti; *2* — söödajaoti; *3* — МТЗ-tüüpi traktor; *4* — söödakäik; *5* — silotranšee; *6* — silolaadija ПСН-1М; *7* — kallurauto; *8* — pesija-peenesti ИКС-5

sööda, silo ja juurvilja jaotamise tehnoloogilised skeemid on esitatud joonisel 32.

Söödajaoti peab võimaldama ratsioonis ettenähtud söödakoguse võimalikult ühtlaselt loomadele ette anda. Söödakogust meetri kohta saab reguleerida liisttransportööri ja traktori liikumiskiirusega. Jaotusühtlus oleneb sööda jaotisse laadimise ühtlusest, sööda osade suurusest ja tööorganite töörežiimi kooskõlastatusest. Sööta võib laadida jaotisse kuni ülemise biiteri teljeni. Peene sööda puhul peab biiterite ringkiirus olema 2...3, pikemal söödal (rohusilo) 5...6 m/s. Kui sööt hakkab jaotist otsa saama, valgub ta selle põhjas laiali ja jaotusühtlus langeb järsult. Vanemad söödajaotid (ПТУ-10К) võimaldavad jaotada sööta korraga ühele loomareale, uuemad (КТУ-10) kahele. Viimasel juhul peab söödakünade vahekaugus täpselt vastama jaoti töölaiusele. Sööda laialipaiskumist ja ka automaatjootjatesse sattumist takistab jaotile riputatud kaitsekilp. Neljarealises laudas peab lauda otsas olema vaba ruumi agregaadi pööramiseks ja teise söödakäiku sõitmiseks. Sööda jaotamise ebaühtlus kõigub 10...20%, kui siloosakeste pikkus ei ületa 40 mm ja kõrssöödal 100 mm. Pikemad osakesed halvendavad jaotamise ühtlust ja suurendavad tarbitavat võimsust.

Insener A. Matvejev soovitab söödajaoti ПТУ-10К kasutamisel järgmist režiimi: agregaadi edasiliikumise kiirus 0,55...0,68 m/s; väljalaadimistransportööri kiirus 1 m/s, pikitransportööril — 0,021 m/s ja söödaosakeste pikkus 25...50 mm [40].

Meil kasutatavad söödajaotid agregateeritakse traktoriga МТЗ.

Eeltoodust selgub, et haakesöödajaotid võimaldavad mehhaniseerida söötade vedu ja jaotamist ning koos laadimisseadmetega ka pealelaadimist, kuid nende rakendamine on võimalik ainult laiade söödakäikudega lautades. Pealegi nõuab jaoti kaht traktorit (üks veab jaotit, teise abil laaditakse sööta), mis vähese koormatuse korral muudab tootmise kallimaks.

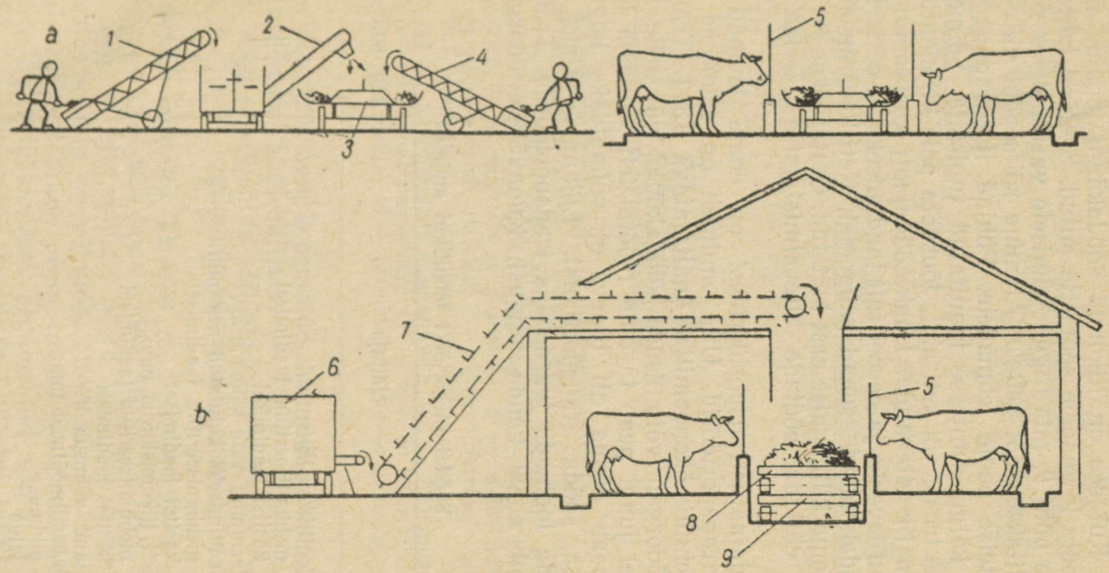
5. Söötade jaotamine statsionaarsete seadmetega

Statsionaarsete söödajaotusseadmete hulka kuuluvad liikuvad söödalavad ja sõimepõhjad ning kett-, latt- ja tigutransportöörid. Sööt laaditakse nendele doseeritult. Selleks võib kasutada statsionaarseid dosaatoreid või ka haakesöödajaoteid. Statsionaarsed söödajaotusseadmed ei nõua laiu söödakäike ja nende rakendamine on võimalik ka olemasolevates 18 m laiades lautades. Nad on eriti efektiivsed, kui sööta saab laadimis- ja doseerimisseadmetega anda otse söödahoidlatest transpordiseadmele. Paraku ei võimalda seda meil enam levinud silotranšeed, juurviljahoidlad ja heinaküünid. Kõige kohasemad on sel puhul tornhoidlad, mis paiknevad vahetult lauda otsas söödakäikude kõrval. Statsionaarsed söödajaotusseadmed võimaldavad söödakoguseid normeerida, mõned tüübid (liikuv söödalava) aga ka vastava doseerimisseadme puhul individuaalselt sööta.

Liikuvad söödalavad sobivad sellistes lautades, kus kaks rida veiseid on peadega vastamisi, nii et ühest söödakäigust söödetakse mõlemat rida. Söödalava on lehmarea pikkune ja koosneb kaheteljelistest platvormidest, mis üksteise külge haagitult liiguvad söödakäigus rööbastel. Söötade laadimiseks tõmmatakse söödalavad trossi abil laudast välja hoidlate plokki või söödahoidlate vahele (joon. 33, *a*). Söötade eelnev peenestamine oleneb laadimis- ja doseerimisseadmete nõuetest. Liikuva söödalava abil võib jaotada nii pikka heina kui ka peenestamata juurvilja. Sööta laaditakse peale lava liikumise ajal. Laaditud lava söödakäigus liikumisel tuleb sõimevõre sulgeda, et esimesed veised ei saaks varem sööma hakata. Suletava sõimevõre puhul peab ase olema poolpikk.

Söödalava võimaldab laudaruumi kokku hoida ja tema kasutamisel on vaja ainult sööt doseeritult lavale laadida. Oluliseks puuduseks on seadme kohmakus, pika rööbastee vajadus ning silotranšeest, heinaküünist ja juurviljahoidlast söötade lavale toimetamise tülikus.

Liikuvad sõimepõhjad söötade jaotamiseks loodi Aasovi-Mustamere Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituudis. Söötade jaotamise skeem on toodud joonisel 33, *b*. Sööt laaditakse doseeritult söödajaotiga *6* lauda keskosas paiknevale kett-liisttransportöörile *7*, mis tõstab sööda lauda laele. Sealt puistatakse sööt teeninduskäigus oleva



Joon. 33. Söötade jaotamine liikuva söödalavaga ja sõimepõhjadega: *a* — söödalavaga; *b* — sõimepõhjadega; *1* — juurviljatransportöör; *2* — juurvilja pesija-lõikaja; *3* — liikuv söödalava; *4* — silotransportöör; *5* — suletav sõimevõre; *6* — haakesöödajaoti; *7* — kett-liisttransportöör; *8* — ülemine põhi; *9* — alumine põhi

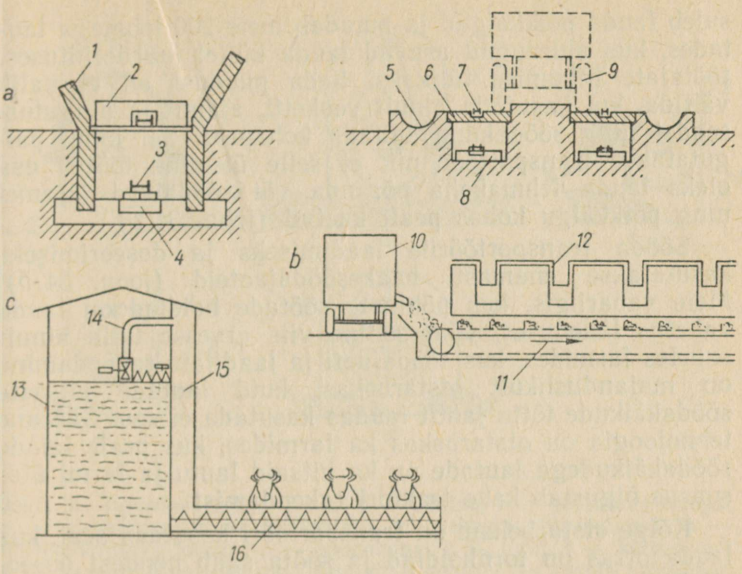
laadimisrenni kaudu ühtlase kihina renni all liikuvale sõimepõhjale. Algul laaditakse sööt pealmisele sõimepõhjale *8*. Kui see on liikunud söödakäigu lõpuni, on ühe laudapoole loomadele sööt ette antud. Seejärel käitatakse alumine põhi *9*, mis liigub eelmisele vastupidises suunas, ja laaditakse sööt sellele. Alumine sõimepõhi viib sööda lauda teise poole lehmadele. Põhjad liiguvad servapidi mööda käigu seintesse kinnitatud tugirulle. Sõimepõhju veetakse trossi või keti abil. Jõusööta pole kirjeldatud viisil võimalik ette anda. Haakesöödajaoti kasutamine söötade juurdeveoks ja doseeritult laadimiseks on otstarbekas, kui söödahoidlad asuvad kaugemal. Kett-liisttransportöör peab olema külmumise eest kaitstud. Otstarbekas on lauda küljele ehitada söötade ettevalmistamise ja laadimise ruum.

Söödajaotustransportööridest on enam levinud kett- ja tigutransportöörid. USA andmeil on esimesed paremate tehnilis-ökonoomiliste näitajatega [34]. Transportööri tööorgan võib asuda söödakünas või selle kohal. Esimesel juhul peab ta oma mõõtmetelt vastama künale ja ta peab olema nii tugev, et võimaldaks kogu ühe loomarea sööda transportimist. Liikumise ajaks tuleb tõkestada loomade juurdepääs transportöörile. Transportöör võib edasi kanda haigusi. Künavälise tööorganiga

Tabel 16

Söödatransportööri tehnilised andmed

Näitaja	TBK-80A
Tootlikkus kg/s:	
mehhaniseeritud laadimisel	3,9
käsitsi laadimisel	1,3
Teenindatavate lehmade arv	55
Laadimiseks kulutatud aeg min:	
mehhaniseeritud laadimisel	4,7
käsitsi laadimisel	13,3
Keti liikumiskiirus m/s:	
mehhaniseeritud laadimisel	0,45
käsitsi laadimisel	0,09
Ajami võimsus kW	4,5
Gabariitmõõtmed mm:	
pikkus	7750
laius	685
kõrgus	860
Mass kg	3550



Joon. 34. Söötade jaotamine kett- ja tigutransportööridega: *a* — betoonist söödaküna ja söödalava; *b* — kett-transportööriga söötade jaotamise skeem; *c* — tigutransportööriga söötade jaotamise skeem; *1* — sööda küna; *2* — kett-transportööri töötav haru; *3* — kett-transportööri tühikäigu haru; *4* — puitklots ja juhtlaudis; *5* — söödaküna; *6* — söödatransportööri süvendi puitkate; *7* — avariiolukorras söödatransportööri tühikäiguharu; *8* — transportööri töötav haru; *9* — mobiilne transpordivahend avarii korral kasutamiseks; *10* — haakesöödajaoti; *11* — sööda kett-kraaptransportöör; *12* — suletav sõimevõre; *13* — silotorn; *14* — silolaadija; *15* — laadimisšaht; *16* — söödajaotamistigu

transportöör on vähem koormatud, loomadega kokkupuute puudumise tõttu hügieenilisem ja üldiselt kergem ning odavam, kuid ei võimalda söödakünade puhastamist jäätmetest ja tema tugikonstruktsioonid risustavad lauda käike.

Söödatransportööre TBK-80 toodetakse kahes modifikatsioonis — TBK-80A koos söödakünaga ja TBK-80Б — künata. See on ette nähtud ühele kuni 80 m pikkusele loomareale. Sellega on võimalik ette anda kõiki söötasid peale jõusööda. Söötade peenestamine pole nõutav, kuid transportöör on töökindlam peenestatud söötasid jaotades. TBK-80 on võimalik kasutada kitsastes lautades.

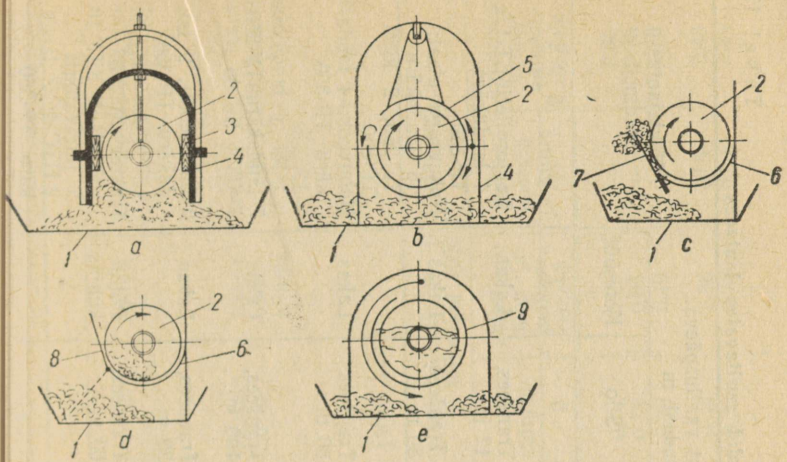
Puidust söödakünaga transportöör TBK-80A (tabel 16)

suleb lauda põikkäigud ja muudab meie 200 lehmaga lautades, kus abiruumid asuvad lauda küljel juurdeehituses, töötajate liikumise tülikaks. Seda puudust on võimalik vältida, kui kasutada ainult veoketti, ajamit ja pingutusseadet ning söödaküna ehitada kohapeal. Sel juhul paigutatakse transportöör nii, et selle ülemine töötav osa oleks lauda lehmakoha põranda või söödalava tasemel ning põikkäigu kohas pealt kaetud (joon. 34, *a*).

Sööda transportöörile laadimiseks ja doseerimiseks kasutatakse enamasti haakesöödajaoteid (joon. 34, *b*). Meie vabariigis, kus põhiliste söötade hoidlad on lauda vahetus läheduses, võib selline viis arvesse tulla ainult suurtes farmides, kus söödajaoti ja laadijate rakendamine on majanduslikult otstarbekas, kuid lautade kitsaste söödakäikude tõttu jaotit laudas kasutada ei saa. Säärane tehnoloogia on otstarbekas ka farmides, kus peale laiade söödakäikudega lautade on ka kitsaid lautu ja farmi üldsuurus õigustab kahe traktori rakendamist.

Kõige otstarbekam on transportööri kasutada seal, kus lauda otsas on tornhoidlad ja sööta saab nendest doseeritult otse transportöörile laadida. Sellisel juhul on võimalik ka söötade jaotamise seadmete programmjuhtimine ja kogu protsessi automatiseerimine. Sellist söötade jaotamise tehnoloogiat tuleb pidada tulevikus perspektiivseks. Söödalavaga võrreldes on TBK-80-tüüpi transportöör kompaktsem, ei vaja pikka rööbasteed ja on küllaldase töökindluse puhul ka efektiivsem.

Tigutransportööre kasutatakse välismaal laialdaselt sööda jaotamiseks. Nende abil on võimalik jaotada peenestatud söötasid. Lahtine tigu (joon. 35, *a*) asub otse söödakünas ja loomale antav söödahulk oleneb söödaküna ja tõstetavate külgseinte vahekaugusest, kusjuures söödaküna täitmine algab laadimiskolu poolt. Sööda transportimise ajal peab loomade juurdepääs teole olema tõkestatud. Pööratava toruga teo abil (joon. 35, *b*) saab sööta üheaegselt künasse laadida kogu teo pikkuses. Seepärast koosneb toru omavahel pööratavatest sektsioonidest. Laadimiskolu pool peavad toru sektsioonide väljalaadimisavad olema vastavalt suuremale söödakogusele ülespoole pööratud. Kogu pikkusele väljalaaditava sööda hulka saab muuta toru pööramisega. Vastavalt söödaliigile valitud väljalaadimispilu asend reguleerib väljalaaditava sööda hulka. Ülevooluteo (joon. 35, *c*) poolt laaditava sööda



Joon. 35. Tigusöödajaotite tüübid: *a* — lahtine; *b* — pööratava toruga; *c* — ülevooluga; *d* — kallutatava külgseinaga (ülevooluga); *e* — ümberpööratava toruga; *1* — söödaküna; *2* — tigu; *3* — külgseinad; *4* — kaared; *5* — pööratav toru; *6* — renn; *7* — reguleerimisplaat; *8* — kallutatav külgsein; *9* — ümberpööratav toru

hulka muudab reguleerimisplaadi asend. Teo ülekoormamise ohtu pole. Pööratava külgseinaga ülevooluteol (joon. 35, *d*) laaditakse sööt üheaegselt kogu küna pikkuses külgseina allapööramisega. Allapööramise kordade arvuga reguleeritakse sööda hulka. Ümberpööratava toruga teol (joon. 35, *e*) kallutatakse sööt künasse pärast seda, kui teo toru on söödaga ühtlaselt täitunud. Sööda kogust muudetakse kallutuskordade arvuga.

Tigusöödajaoteid kasutatakse enamasti komplektis tornhoidlatega ja nende juurde kuuluvate sööda väljalaadimise seadmetega (joon. 34, *c*). Jaotusteo pikkus peab vastama loomarea pikkusele. Sellist masinate süsteemi on võimalik tööle rakendada automaatikaseadmete abil.

6. Söötade jaotamise viiside võrdlus

Eesti NSV-s 200-kohalistes lautades rakendatud söötade jaotamise tehnoloogiat uuris R. Siniaas. Vaatlusobjektid valiti vabariigi eesrindlikest majanditest, nii et oleksid haaratud võimalikult mitmesuguse töökorraldusega, teh-

Tabel 17

Söödavarude paigutus ja kasutatud transpordivahendid uuritavates lautades

Lauda tähis	Majandi ja lauda nimetus	Loomakohtade arv	Söödavarude asukoht vaatluspäeval ja kaugus laudast m				Söödajaotusseadmed
			Jõusööt	Söödajuurvili	Silo	Koresööt	
1	2	3	4	5	6	7	8
I	Vasula sovhoosi Vahi laut	200	Lauda otsas hoidlas	Lauda otsas hoidlas	Tranšees, 12 m	Lakas	2 autorollerit ET-1,5; 4 laudakäru TP-350
II	R. Pälsoni nim. sovhoosi Edro laut	204	Lakas punkris	Kuhjas, 350 m	Tranšees, 80 m	Lakas	Hobuveoga plaat; 10 laudakäru TУ-250; 2 käru TP-350
III	Jõgeva Sordiaretusjaama näidissovhoosi Ellakvere laut	204	Lauda küljel hoidlas	Kuhjas, 150 m	Tranšees, 80 m	Lakas	Hobuveok; 4 laudakäru TP-350
IV	E. Vilde nim. kolhoosi Koeravere laut	196	Lakas hoidlas	Lauda otsas hoidlas	Tranšees, 100 m	Lakas	7 laudakäru TУ-250
V	V. I. Lenini nim. näidissovhoosi Mäeotsa laut	204	Lakas punkris	Kuhjas, 200 m	Tranšees, 20 m	Lakas	2 hobuveokit; 9 laudakäru TP-350
VI	Tartu näidissovhoosi Rahinge laut	212	Lauda otsas hoidlas	Kuhjas, 200 m	Tranšees, 60 m	Põllul kuhjas	Traktor MTЗ-52; söödajaoti KTУ-10; 2 järelvankrit 2-ПТС-4; 2 laudakäru TP-350
VII	Heimtali sovhoosi Seamiku laut	204	Lauda küljel hoidlas	Vaatluspäeval õuel hunnikus, muidu lauda otsas hoidlas	Tranšees, 20 m	Lakas	2 autorollerit ET-1,5; 4 laudakäru TP-350
VIII	Saku näidissovhoosi Lokuti farm	460 (212 lüpsilehma)	Lauda otsas küünis	Laudas hunnikus	Tranšees, 150 m	Lauda otsas küünis	Traktor RS 09 laadijaga T 150; traktor T-16; 7 laudakäru TУ-250

Tabel 18

Töö- ja ekspluatatsioonikulud 1 t sööda (silo) kohta

Söödajaotusseadme nimetus ja mark	Töökulu minutites		Ekspluatatsioonikulud rbl. aastasel töömahul 1600 t				
	laudas	koos juurdeveoga	kokku	töötasu	amortisatsioon ja jooksev remont	elektrienergia ja kütus	kulutused hoonevälistele töödele
Ripptee ДП-300	96	107	1,36	0,78	0,22	—	0,36
Laudakäru	96	107	1,22	0,78	0,06	—	0,38
Tigusöödajaoti	36	47	0,88	0,29	0,10	0,11	0,38
Söödatransportöör ТВК-80:							
käsitsi laadimisega	43	54	1,37	0,46	0,38	0,05	0,48
mehhaniseeritud laadimisega	6,6	24	1,00	0,33	0,38	0,05	0,24
Haakesöödajaoti РЗМ-8	2,4	13	1,21	—	—	—	—
Haakesöödajaoti ПТУ-10К	2,4	13	1,20	—	—	—	—

Laut	Jõusööt				Juurvili				Koresööt			
	1 ts sööda kohta	1 hooldatava looma kohta			1 ts sööda kohta	1 hooldatava looma kohta			1 ts sööda kohta	1 hooldatava looma kohta		
		sööta kg	lüpsjate tööd	karjaku tööd		sööta kg	lüpsjate tööd	karjaku tööd		sööta kg	lüpsjate tööd	karjaku tööd
I	22,5	3,3	0,74	—	7,5	46,8	2,53	0,98	32,0	5,0	—	1,53
II	10,3	3,0	0,18	0,13	4,2	20,5	0,43	0,43	25,6	5,7	0,54	0,92
III	12,9	3,0	0,39	—	7,6	20,0	—	1,52	30,5	6,0	—	2,7
IV	21,4	3,6	0,55	0,20	9,7	10,0	0,97	—	28,4	9,0	2,55	—
V	10,1	5,0	0,53	—	7,2	10,0	0,44	0,27	19,5	5,5	0,43	0,17
VI	6,3	4,3	—	0,27	8,4	31,3	—	2,64	14,2	9,46	—	1,34
VII	10,3	3,0	0,24	0,07	7,0	50,5	—	3,5	12,0	4,8	—	0,62
VIII	15,7	3,3	0,47	0,05	10,7	3,0	0,26	—	48,0	2,47	1,19	0,2

* Vaatluspäevadel oli laudas 45 tiinet mullikat ja seetõttu oli piimatoodang
** Kuna vaatluspäeval oli ühes laudas noorkari, siis on piimakogus kohta pole täiesti võrreldav, sest noorkari sai vähem sööta.

noloogiaga ning seadmestikuga laudad. Söötade paigutamine uuritud lautades ja sööda jaotamisel kasutatud seadmed on esitatud tabelis 17.

Nagu nähtub söötade jaotamise töökulu (tabel 19) ja arvutuslike ekspluatatsioonikulude (tabel 20) andmetest oli töökulu ühe looma kohta minimaalne farmis VIII, kus kasutati sööda jaotamiseks ja laadimiseks šassiitraktoreid. Kuid need andmed pole teistega täielikult võrreldavad, sest farmi ühes laudas oli noorkari. 200 lüpsilehmaga lautadest oli minimaalne töökulu ühe hooldatava looma kohta lautades V ja IV. Toodud töö- ja ekspluatatsioonikulude andmed ei iseloomusta ainult rakendatud tehnoloogia ja seadmete efektiivsust, vaid ka töö organiseerimise ja intensiivsuse taset. Näiteks lautades I ja VII rakendati ühesugust tehnoloogiat ja samu seadmeid ning ka sööda-varude paigutus oli samasugune. Esimeses oli töökulu ühe hooldatava looma kohta 6,57 min, teises 5,6 min,

ɔtamisel minutites

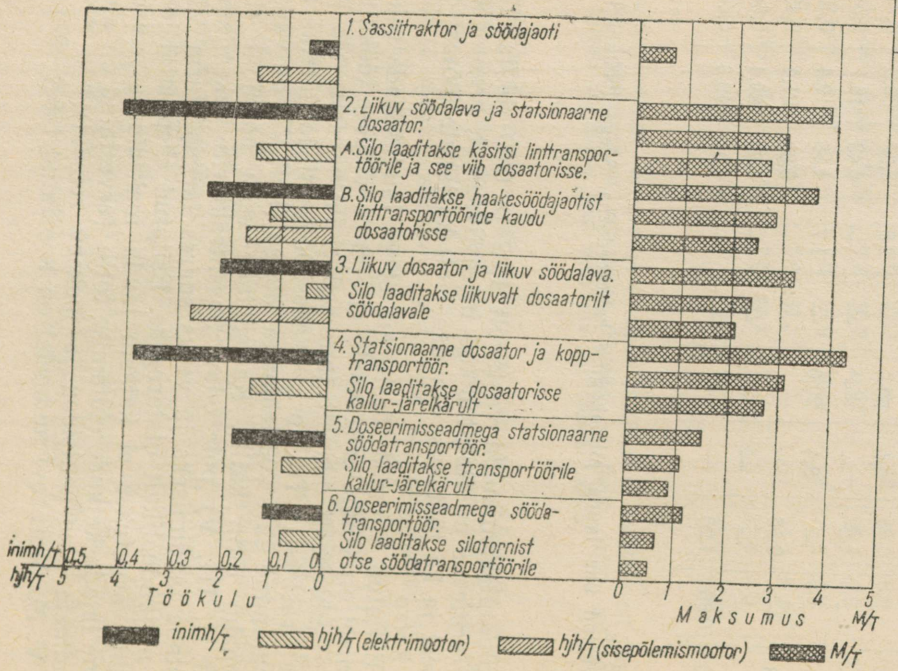
	Silo			Haljassööt				Üldtöökulu söötmisel			
	1 hooldatava looma kohta				1 hooldatava looma kohta						
kohta	sööta kg	lüpsjate tööd	karjaku tööd	1 ts sööda kohta	sööta kg	lüpsjate tööd	karjaku tööd	1 hooldatava looma kohta	% lauda üldtöökulust	1 söötühikule	1 ts piimale
—	—	—	—	—	—	—	—	6,57	22,0	0,75	83,6
—	—	—	—	5,4	30,8	0,78	0,89	4,82	18,6	0,53	64,2
—	—	—	—	5,6	50,5	—	2,8	8,07	33,3	0,71	130,0*
—	—	—	—	—	—	—	—	4,43	16,1	0,51	56,0
—	—	—	—	8,4	20,0	—	1,7	4,36	19,4	0,50	51,8
2,9	19,3	—	0,56	—	—	—	—	5,38	21,4	0,43	74,7
—	—	—	—	—	—	—	—	5,64	24,4	0,64	60,5
10,6	20,0	0,86	1,26	—	—	—	—	4,04	19,5	0,64	49,1**

ainult 11,65 ts.
inglikult võetud ühe lauda piimakoguse kahekordsena. Seega töökulu 1 ts piima

ekspluatatsioonikulud vastavalt 1,32 ja 0,60 rbl./ts. Toodud erinevus on tingitud töö intensiivsusest, organiseerimisest ja ka töötasust (laudas I oli karjakute töötasu üle 1,5 korra kõrgem).

Esitatud andmed tõestavad, et ka laudakärude rakendamisel on võimalik söötasid ette anda väikese töökuluga ning suhteliselt odavalt (andmed ei iseloomusta töö füüsilist raskust). Traktori, haakesöödajaoti ja järelkärude kasutamine ühes 200 lehmaga laudas (laut VI) on väikese töömahu tõttu kallis. Ka söötade vedu hobujõul (laudad II, III, V) pole odav. Sassiitraktorite rakendamine söötade laadimiseks ja veoks suures farmis (farm VIII) on majanduslikult otstarbekas. Esitatud ekspluatatsioonikulude arvutuses ei kajastu lauda maksumuse suurenemine laiade käikude ehitamise tõttu (arvestatud on ainult seadmete amortisatsioon ja jooksev remont).

V. M. Morozovi andmetel on koostatud tabel 18 [41].



Statsionaarse söödajaotusseadme pikkus, m	Suhteline maksumus		
	Keskmiselt	Käikumise piirid	
	100	50	149
110	519	347	646
55	409	288	505
37	373	268	461
110	496	301	635
55	386	242	495
37	350	221	450
110	435	238	554
55	326	178	414
37	289	158	369
110	576		
55	419		
37	369		
115	204		
60	147		
42	128		
115	155		
60	99		
42	80		

Joon. 36. Töö- ja ekspluatatsioonikulud silo söötmisel 200-kohalistes lehmalautades

Tabel 20

Ekspluatatsioonikulud söötmisel rbl. 1 ts piima kohta

Laut	Amortisatsioon	Jooksev remont	Töötasu	Hobutransport	Kütus	Kokku
I	0,07	0,07	1,16	—	0,02	1,32
II	0,05	0,04	0,59	0,47	—	1,15
III	0,03	0,02	0,91	0,60	—	1,56
IV	0,01	0,01	0,70	--	—	0,72
V	0,05	0,04	0,61	0,58	---	1,28
VI	0,27	0,24	1,25	—	0,18	1,94
VII	0,03	0,03	0,51	—	0,03	0,60
VIII	0,06	0,05	0,63	—	0,06	0,80

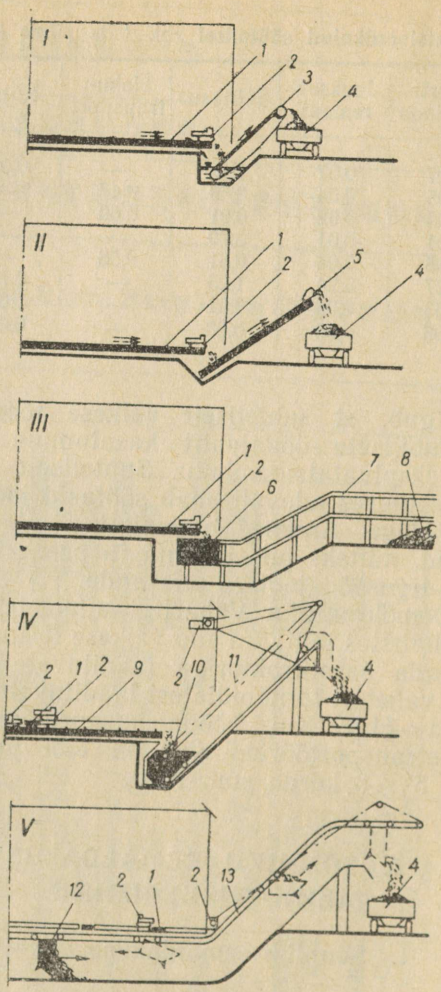
Nendest selgub, et suhteliselt väikese töömahu puhul vähendab mobiilsete söödajaotite kasutamine küll töökulu, kuid mitte ekspluatatsioonikulu. Suhteliselt väikese töökuluga ja seejuures odavalt saab söötasid jaotada söödatransportööridega. Andmed on esitatud silo kohta, sest teisi söötasid, näiteks pikka heina ja peenestamata juurvilja ei saa tigusöödajaotiga ette anda.

Saksa Demokraatliku Vabariigi andmetel (joon. 36) saab 200-kohalistes lautades silo väikese töökuluga ja odavalt ette anda šassiitraktoriga laaditavate haakesöödajaotitega ja vahetult tornhoidlatest laaditavate söödatransportööridega [1]. Kui söödatransportööre laaditakse käsitsi vahetransportööride abil, on töö- ja ekspluatatsioonikulud 5...6 korda suuremad.

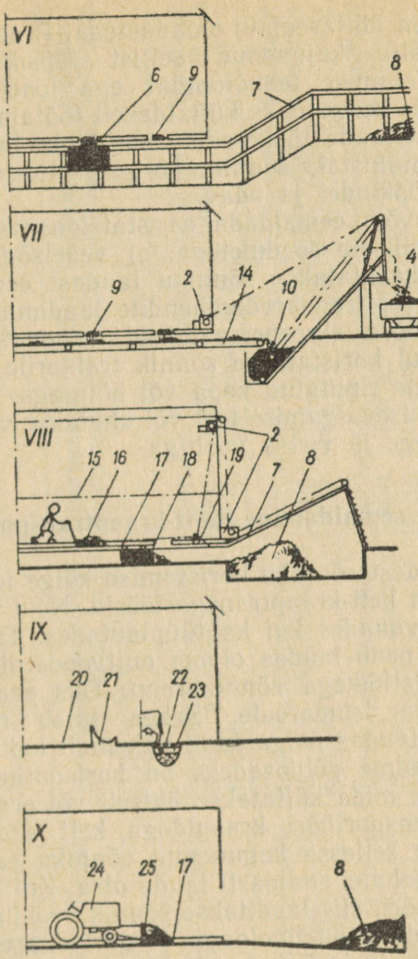
§ 5. SÕNNIKU EEMALDAMISE MEHHANISEERIMINE

1. Sõnniku eemaldamise viisid

Mahukamaid töid veiselautades peale lüpsmise ja söötmise on sõnniku eemaldamine. Koos allapanu jaotamisega kulub selleks kuni 20% tööajast. Pealegi on sõnniku koristamine raske ja ebameeldiv. Töökulu vähendamiseks ja töö kergendamiseks kasutatakse sõnniku koristamisel palju erinevaid tehnoloogiaid ja seadmete komplekte (joon. 37). Sõnniku koristamise mehhaniseerimine on mõnevõrra lihtsam kui söötade jaotamise korraldamine,



Joon. 37. Sõnniku eemaldamise tehnoloogilised skeemid: *I* — kett-kraaptransportööriga ТСН-3,0; *II* — kett-kraaptransportööriga ТСН-3,0Б; *III* — kett-kraaptransportööri ja vagonetiga ВНЭ-1Б; *IV* — kett-kraaptransportööri, latt-kraaptransportööri ja sõnnikukopaga; *V* — kett-kraaptransportööri ja sügavrenniga skreeperseadmega; *VI* — latt-kraaptransportööri ja vagonetiga ВНЭ-1Б; *VII* — latt-kraaptransportööri, linttransportööri ja sõnnikukopaga; *VIII* — käsiskreeperi ja ristskreeperseadmega; *IX* — resti alt vedelsõnniku eemaldamisega; *X* — traktori sõnnikukopaga; *1* — horisontaaltransportöör; *2* — ajam;



3 — kaldtransportöör; *4* — transpordivahend; *5* — kaldtransportöör (mõlemad harud ühes kaldtasapinnas); *6* — vagonett; *7* — estakaad; *8* — sõnnikuhoidla; *9* — latt-kraaptransportöör; *10* — sõnnikukopp; *11* — kopa veotross; *12* — sügavrenni skreeper; *13* — skreeperi juhttee; *14* — linttransportöör; *15* — lülitustross; *16* — käsitsi tagasiveetav skreeper; *17* — lai sõnnikurenn; *18* — trossiga tagasiveetav skreeper; *19* — käsitsi tagasiveetava skreeperi trossi juhtploki alus; *20* — söödakäik; *21* — söödaküna; *22* — rest; *23* — vedelsõnniku kanal; *24* — traktor; *25* — traktori sõnnikukopp

sest sõnnik on ühtlasemate omadustega. Praegu pole veel täielikult välja kujunenud sellist lüpsikarjalautadest sõnniku koristamise tehnoloogiat ega loodud seadmete komplekti, mis kergendaks küllaldaselt töötajate tööd, vastaks täielikult lauda töökorraldusele, looks laudas soodsa sisekliima, kindlustaks sõnniku kõrge kvaliteedi ning oleks samal ajal töökindel ja odav.

Sõnnikut võib eemaldada a) statsionaarsete seadmetega, b) mobiilsete seadmetega, c) vedelsõnnikuna. Esimesel juhul kasutatakse sõnniku laudast eemaldamiseks ja hoidlasse või transpordivahendile laadimiseks kett- ja latt-transportööre, skreeperseadmeid, vagonette, koppasid jt. Teisel juhul koristatakse sõnnik traktorile või harvem ka autorollerile riputatud kopa või hõlmaga. Vedelsõnnik eemaldatakse isevalgumise teel või uhutakse välja pumbatud vee või vee ja virtsa vooluga.

2. Sõnniku eemaldamine kett-kraaptransportööridega

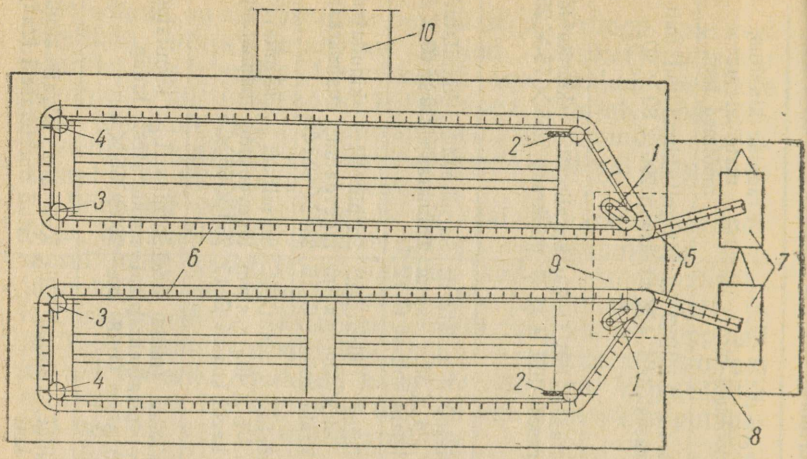
Veiselautadest sõnniku koristamise kõige levinumateks seadmeteks on kett-kraaptransportöörid. Neid on võimalik kasutada nii vanades kui ka tüüplautades. Transportööri kasutamiseks peab laudas olema puitvooderdisega 320 × × 120 mm ristlõikega sõnnikurenn. Üks seade on ette nähtud kahele lehmareale. Seega tuleb neljarealises 200-kohalises laudas paigaldada vähemalt kaks komplekti seadmeid. Seadme põhiosadeks on horisontaal- ja kaldtransportöörid, mida käitatakse ühiselt või eraldi ajamilt. Horisontaaltransportööri kraapidega kett asub sõnnikurennis ja viib sellesse kogunenud sõnniku renni mööda väljalaadimiskohale, enamasti lauda otsa. Kui kasutatakse kaldtransportööri, siis laaditakse sõnnik veokile. Seega on sõnniku eemaldamise tehnoloogia järgmine: asemetel oleva sõnniku käsitsi kraapimine renni, sõnniku viimine horisontaaltransportööriga väljalaadimiskohale; kaldtransportööriga veokile laadimine; veoki traktoriga põllule vedamine ja sõnniku kallutamine patareisse.

Sõnniku kraapimisel kett-kraaptransportööri renni on soovitatav alustada ajami juurest ja liikuda vastu keti liikumise suunda. See vähendab keti ja ajami koormust.

Meie majandites kasutatavate kett-kraaptransportööride tehnilised andmed on toodud tabelis 21. Praegu on tootmises transportöörid TCH-3,0Б ja TCH-2.

Sõnniku eemaldamise kett-kraaptransportöörid

Transportööri mark	Ajami tüüp ja võimsus kW	Keti liikumiskiirus m/s	Keti tüüp ja mõõtmed mm	Kraapide kinnitus, materjal ja mõõtmed mm
ТСГУ-2,0	Kiilrihmülekanne ja reduktor $N = 2{,}8$; kaldtransportööril eraldi ajam $N = 1{,}0$	Horisontaaltransportööril 0,087, kaldtransportööril 0,3	Ümarterasest lüli Ø 12, lameterasest lüli 4×40	Jäigalt kinnitatud puitkraap $290 \times 80 \times 40$
ТСНК-2,0	Ühine ajam, reduktor $N = 2{,}8$	Horisontaaltransportööril 0,15 (0,20), kaldtransportööril 0,35 (0,50)	Ümarterasest lüli Ø 12, lameterasest lüli 4×30	Šarniirselt kinnitatud puitkraap $255 \times 75 \times 25$
ТСН-3,0	Ühine ajam, reduktor $N = 2{,}8$	Horisontaaltransportööril 0,2, kaldtransportööril 0,51	Lahtivõetav plaatkett: plaat 4×30, sõrm Ø 15, kaela kohast Ø 12	Šarniirselt kinnitatud malmkraap $250 \times 60 \times 5$
ТСН-3,0А	Ühine ajam, kiilrihmülekanne, reduktor, kaitsesidur, $N = 2{,}8$	Horisontaaltransportööril 0,2, kaldtransportööril 0,51	Lahtivõetav plaatkett: plaat 4×40, sõrm Ø 15, kaela kohast Ø 12	Šarniirselt kinnitatud tugevdatud malmkraap $250 \times 60 \times 5$
ТСН-3,0А «усиленный»	Kiilrihmülekanne ja reduktor $N = 2{,}8$, kaldtransportööril eraldi ajam $N = 1{,}0$	Horisontaaltransportööril 0,2, kaldtransportööril 0,71	Lahtivõetav plaatkett: plaat 5×40, sõrm Ø 18, kaela kohast Ø 15	Šarniirselt kinnitatud tugevdatud malmkraap $250 \times 60 \times 5$
ТСН-3,0Б	Kiilrihmülekanne ja reduktor $N = 4{,}0$, kaldtransportööril eraldi ajam $N = 1{,}5$	Horisontaaltransportööril 0,19, kaldtransportööril 0,72	Lahtivõetav (mitte iseavanev) plaatkett: plaat 6×40, sõrm Ø 18, kaela kohast Ø 15	Šarniirselt kinnitatud nurkterasest kraap $250 \times 55 \times 5$
ТСН-2	Ühine ajam; kiilrihm ja hammasülekanne, $N = 4{,}5$	Horisontaal- ja kaldosal 0,19	Ruumiline, valatud lülidega kett	Keti alla jäigalt kinnitatud nurkterasest kraap



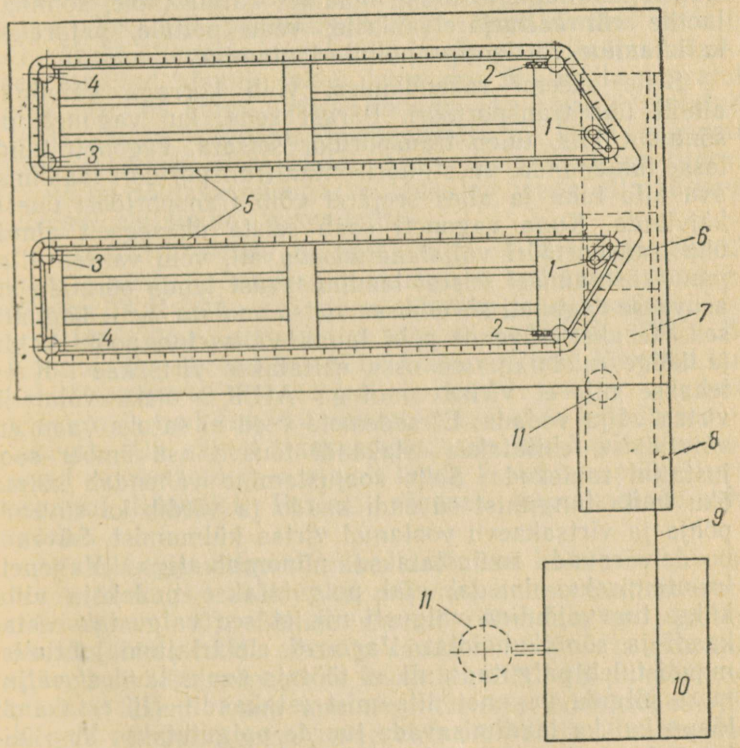
Joon. 38. Kett-kraaptransportööride asetus kaldtransportööride kasutamisel: *1* — ajamid; *2* — pingutusseadmed; *3* ja *4* — pöörderattad; *5* — kaldtransportöörid; *6* — horisontaaltransportööride rennid; *7* — transpordivahendid; *8* — soojak; *9* — kaldtransportööride süvendid; *10* — lauda abiruumid

Kett-kraaptransportööride paigutamisel lauta kasutatakse erinevaid skeeme. Samuti komplekteeritakse neid erinevate laadimisseadmetega.

Kaldtransportööridega laaditakse sõnnik transpordivahenditele, mis paiknevad lauda otsas asuvas soojakus (joon. 38). Kuna 200 lüpsilehmaga laudast saadakse ööpäevas 8...10 t sõnnikut, siis on soovitatav kasutada kahte üksteise taha haagitud kallurkäru või sõnnikulaotit. Soojak on laudaruumiga ühendatud kaldtransportööride avade kaudu, et laudast soe õhk sisse pääseks. Soojaku laius peab olema *ca* 6 m, et traktoriga oleks võimalik transportööride otste alt vabalt läbi sõita. Kaldtransportööride süvend tuleks virtsa ärajuhtimiseks varustada kanalisatsiooniga. Pole otstarbekas kaldtransportööre soojustada nende ümber ehitatud täidisseintega torude abil. Transpordivahend jääb sel juhul välja ja pealelaaditud sõnnik külmub. Torus asuvat transportööri on raske hooldada ja reguleerida.

Sellel sõnniku eemaldamise viisil on järgmised eelised: 1) on võimalik sõnnikut täiendava laadimiseta põllule

vedada; 2) pole vaja mingeid lisaseadmeid, peale kettkraaptransportööri; 3) lauda ümbrus on sõnnikust puhas. Puuduste hulka kuuluvad: 1) on vaja kaks korda ööpäevas sõnnikut põllule vedada. Kui muudeks laudatöödeks traktorit ei rakendata ja laut asub keskusest eemal, kulub traktori sõitmiseks lauda juurde palju aega ning on kulukas; 2) teede lagunemise perioodil on põllule vedu raskendatud; 3) on vaja soojakut kaldtransportööride ja transpordivahendite paigutamiseks; 4) kuna kraaptransportööre tuleb käivitada vähemalt 3...4 korda ööpäevas.



Joon. 39. Sõnniku eemaldamise seadmete asetus vagoneti ВНЭ-1Б kasutamisel: *1* — horisontaaltransportööride ajamid; *2* — pingutusseadmed; *3* ja *4* — pöörderattad; *5* — horisontaaltransportööride rennid; *6* — vagonett; *7* — vagoneti süvend; *8* — soojustatud tuulekoda; *9* — estakaad; *10* — sõnnikuhoidla; *11* — virtsakaevud

siis veokid peavad kogu aeg olema kaldtransportööride all ja neid ei saa kasutada teistel töödel; 5) vanemat tüüpi kaldtransportöörid (ТСН-3,0А) ei vii vedelat sõnnikut hästi veokisse.

Vagonetiga ВНЭ-1Б on võimalik horisontaaltransportööridega kogutud sõnnikut hoidlasse või soovi korral ka transpordivahendisse laadida (joon. 39). Sel juhul on sõnniku laudast eemaldamise ja põllule veo tehnoloogia järgmine: sõnniku käsitsi kraapimine asemetelt horisontaaltransportööri renni; horisontaaltransportööriga viimine laadimiskohale; vagonetiga transportimine hoidlasse; traktorilaadijaga tõstmine hoidlast kallurautole, sõnnikulaotile või kallurjärelvankrile; vedu põllule, patareisse kallutamine või laotiga põllule laotamine.

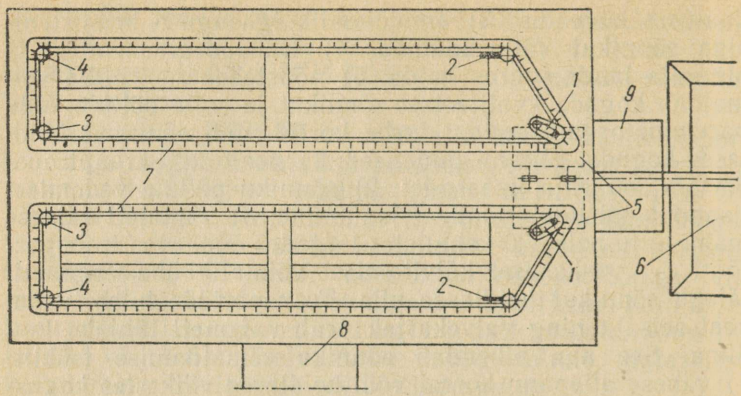
Selle skeemi rakendamisel võib korraga käivitada ainult ühe transportööri. Pärast seda, kui vagonett on sõnnikut täis, tuleb transportöör seisata, vagonett hoidlasse tühjendada, uuesti horisontaaltransportööri laadimisava alla tuua ja alles seejärel võib transportööri uuesti käivitada. Kuna vagonett saab seista üheaegselt ainult ühe transportööri väljalaadimisava all, võib vähese allapanu kasutamisel teisest laadimisavast lauda põranda all asuvasse vagoneti süvendisse virtsa voolata. Selle kogumiseks tehakse süvendi põhi lauda välisseina poole kaldu ja kõige madalamasse ossa ehitatakse virtsakaev. Kaev tehakse nii, et virtsaveoautoga АНЖ-2 oleks võimalik virtsa välja vedada. Et sademete veed ei satuks vagoneti süvendisse, ehitatakse estakaadi tõusva osa ümber soojustatud tuulekoda. Selle soojustamine vähendab külma õhu lauta tungimist süvendi kaudu ja väldib ka süvendi põhja ja virtsakaevu voolanud virtsa külmumist. Süvendi pendelväravad soojustatakse mineraalvatiga. Vagoneti kasutamiseks pimedal ajal paigutatakse tuulekoja viilu külge tugevajõuline valgusti nii, et see valgustaks estakaadi ja sõnnikuhoidlat. Vagoneti elektriajami juhtimisnupud tuleb paigutada nii, et töötaja saaks laudast väljumata jälgida vagoneti liikumist estakaadil. Nii estakaadi lõppu kui ka laadimisavade juurde paigutatakse lõpplülitid, mis vastavasse elektriskeemi lülitatuna ei võimalda horisontaaltransportööri enne käivitada, kui vagonett on järjekordse laadimisava all.

Selle skeemi eelised: 1) sõnnikut saab hoidlasse laadida; 2) seadmed ei karda külma, sest vagonett on põran-

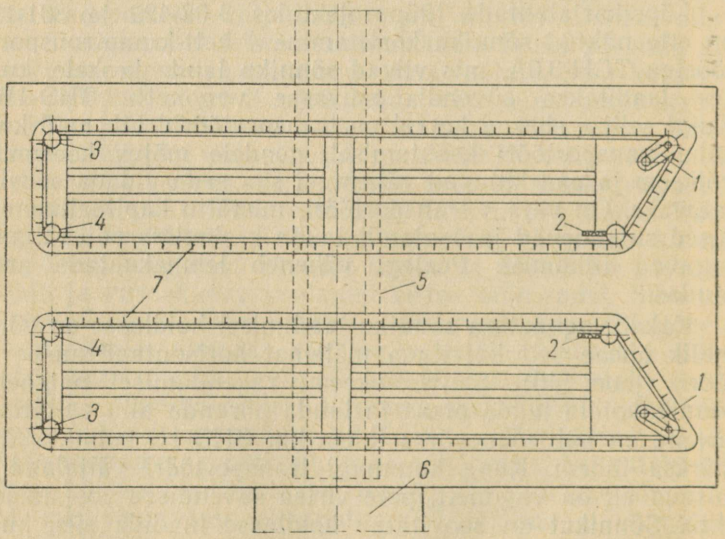
daaluses süvendis; 3) on võimalik igasuguse konsistentsiga sõnnikut välja laadida; 4) transpordivahendeid ei ole vaja lauda juures hoida; 5) nõuetekohane hoidla võimaldab koguda kvaliteetset sõnnikut ja selle põllule vedu paremini organiseerida; tarbe korral võib sõnnikut hoidlasse koguda. Skeemi puudused: 1) peale kett-kraaptransportööri on vaja lisaseadet; 2) sõnniku põllule vedamisel lisandub täiendav hoidlast laadimine; 3) vagoneti väikese mahu tõttu pole 200-kohalistes lautades ööpäevas transportööri 3-...4-kordsel käivitamisel võimalik ühe vagonetitäiega sõnnikut hoidlasse viia. Transportöör tuleb vahepeal seisata ning valvekarjak peab vagoneti tühjaks laadima. See aga pikendab sõnniku eemaldamise tsüklit; 4) vähese allapanu korral võib hoidlasse väikestes kogustes laaditud sõnnik talvel külmuda; 5) hoidla korratul ehitamisel on lauda ümbrus sõnniku ja virtsaga reostatud (eriti vähese allapanu kasutamisel); 6) kuna vagonett asub estakaadi ühel küljel, peab viimane olema tugev; 7) kõrge põhjaveeseisuga kohtades on lauda alla sügava süvendi ehitamine raskendatud.

Lüpsikarjalautade tüüpprojektides 8-02-429 ja 801-12 on ette nähtud sõnniku koristamine 4 kett-kraaptransportööriga TCH-3,0A, mis viivad sõnniku lauda keskele, kus see laaditakse süvendis asuvasse vagonetti ВНЭ-1Б. Kuigi sellise skeemi korral on transportöörid lühemad kui kahe transportööri kasutamisel, nendele mõjuv koormus väiksem ja nad kuluvad vähem, ei saa seda pidada soovitatavaks. On vaja 4 transportööri, mistõttu kapitaalmahutused suurenevad ja 4 ajamit lauda keskmises põikkäigus segavad liikumist. Pealegi väheneb lehmakohtade arv laudas.

Kaksikvagonetiga sõnniku laadimisel hoidlasse on võimalik üheaegselt käivitada mõlemat horisontaaltransportööri (joon. 40). Sellise skeemi rakendamisel paikneb sõnnikuhoidla lauda otsas ja lauda põranda alla ehitatud süvend on küll mõnevõrra laiem kui ВНЭ-1Б puhul, kuid märksa lühem. Kuna kummagi transportööri väljalaadimisava all on vagonett, pole virtsa süvendisse voolamise ohtu. Sõnnikut on soovitatav hoidlasse laadida siis, kui mõlemad vagonetid on täidetud. Siis on estakaad ja vagonettide raam sümmeetriliselt koormatud, vagoneti raami jooksurattad ei kiilu kinni ja seda on kergem vedada. Kogemused ja mõõtmised tõestavad, et ühtlaselt täidetud



Joon. 40. Sõnniku eemaldamise seadmete asetus kaksikvagoneti kasutamisel: *1* — horisontaaltransportööride ajamid; *2* — pingutusseadmed; *3* ja *4* — pöörderattad; *5* — vagonetid; *6* — sõnnikuhoidla; *7* — horisontaaltransportööride rennid; *8* — lauda abiruumid; *9* — soojustatud tuulekoda



Joon. 41. Sõnniku eemaldamise seadmete asetus sügavrenniga skreeperseadme kasutamisel: *1* — horisontaaltransportööride ajamid; *2* — pingutusseadmed; *3* ja *4* — pöörderattad; *5* — skreeperseadme sügavrenn; *6* — lauda abiruumid; *7* — horisontaaltransportööride rennid

kaksikvagoneti väljavedamisel ei ole ajami tarbimisvõimsus ja trossi veojõud suuremad kui vagonetil ВНЭ-1Б. Kaksikvagoneti kasutamisel lüheneb ka sõnniku koristamise tsükkel. Kahe sõnnikutransportööri üheaegne käivitamine on otstarbekas vaid sel juhul, kui sõnniku koristamisega tegelevad kaks karjakut. Ühe karjaku puhul suurendab kahe transportööri üheaegne töölepanek vaid elektrienergia kulu, sest karjak ei saa üheaegselt kraapida asemetelt sõnnikut mõlema transportööri renni.

Kaksikvagonette ei toodeta veel seeriaviisiliselt, nad on alles katsetamisel. Selline seade on ehitatud Rakvere rajooni E. Vilde nimelises kolhoosis.

Sügavrenniga skreeperseadme kasutamisel säilitatakse sõnnik lauda keskosa alla ehitatud sügavas rennis, mis on sõnnikuhoidlaks (joon. 41). Renni mahub tavaliselt laudaperioodil 6...10 päeva sõnnik. Sõnniku eemaldamise tehnoloogia on järgmine: sõnniku kraapimine horisontaaltransportööri renni, transportimine laudaalusesse hoidlasse, transpordivahendile tõstmine skreeperiga, põllule vedu, patareisse kallutamine või põllule laotamine. Skreeperseadme ehitust ja ekspluateerimist käsitletakse üksikasjalikumalt punktis 4.

Selle skeemi eelised on järgmised: 1) põrandaaluses hoidlas sõnnik ei külmu; 2) nii laut kui ka selle ümbrus on puhas; 3) sügavrenni võib koguda igasuguse konsistentsiga sõnnikut; 4) sõnniku kvaliteet on hea; 5) võrreldes igapäevase põllule veoga on tööd hõlpsam organiseerida, võrreldes aga väljas oleva hoidlaga, on sõnnikukaod väiksemad ja üks laadimine vähem; 6) kett-kraaptransportööri tootlikkus tõuseb, kuna sõnnikut laaditakse sügavrenni mõlemalt harult.

Puudustest tuleb märkida: 1) sügavrenni ehitamine nõuab suurt töö- ja metallikulu; 2) kõrge põhjaveeseisuga kohtades nõuab süvendi veest isoleerimine lisakulusid; 3) sõnnikut veab ka kett-kraaptransportööri ajami ja pingutusseadme vaheline osa, kuna seal on renn laiem, jääb osa sõnnikust maha ja seda tuleb aeg-ajalt käsitsi koristada.

Kirjeldatud viisidel on võimalik, olenevalt valitud skeemist, sõnnikut viia kas lauda otsa või keskele ja laadida kas veokile või hoidlasse. Kõigil neil skeemidel on omased kett-kraaptransportöörile iseloomulikud puudused: 1) vähe sobivad pika põhusõnniku koristamiseks; 2) nõuavad kitsa

renni tõttu ööpäevas 3-...4-kordset käivitamist; 3) veavad sõnnikut laudas ringi, mistõttu korraga nihutatava sõnniku kogus ja seega ka ajamile ja ketile mõjuvad jõud on suured; 4) kett venib ja vajab pingutamist; 5) renni puitvooderdis kulub.

3. Sõnniku eemaldamine latt-kraaptransportööridega

Kett-kraaptransportööride puuduste tõttu jätkuvad täiuslikuma tehnoloogia otsingud ja kohaste seadmete väljatöötamine. Huvipakkuvaim on latt-kraaptransportöör, mille veoorgan (latt) juba oma konstruktsioonilt lubab eeldada suuremat töökindlust. Samuti võimaldab latt-transportöör viia sõnnikut väljalaadimiskohale lühemat teed mööda kui kett-transportöör.

Latt-kraaptransportööri latt liigub edasi-tagasi, kusjuures edasikäigul pöördub tööorgan (kraap) lati suhtes risti ja lükkab sõnnikut edasi, tagasikäigul pöördub kraap lati kõrvale ja libiseb sõnnikust mööda. Meie vabariigis ehitatud latt-kraaptransportööride tehnilised andmed on tabelis 22

Latt-transportööre võib lautadesse mitmeti paigutada. Samuti võib neid komplekteerida mitmesuguste sõnniku hoidlasse või veokile laadimise seadmetega.

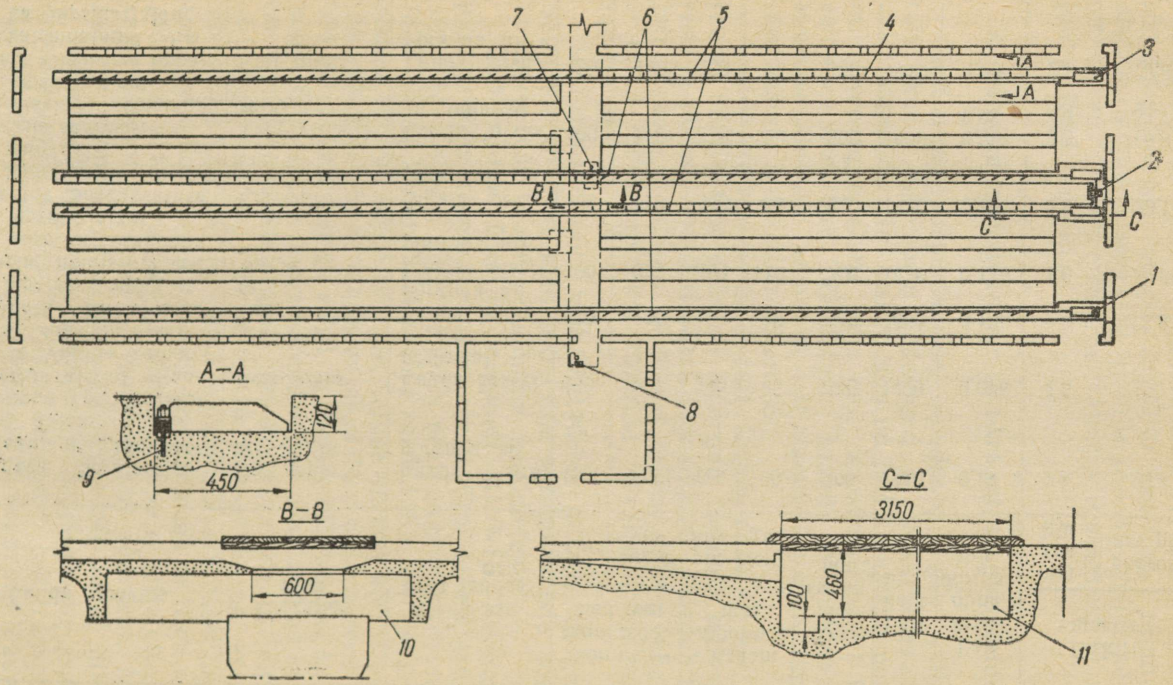
Latt-transportööri ja vagoneti ВНЭ-1Б kasutamisel paigutatakse viimane lauda keskel põranda all asuvasse süvendisse (joon. 42). Sel juhul peab saama iga transportööri eraldi käivitada. Kraabid tuleb latile nii asetada, et sõnnik liiguks lauda keskele. Sellise skeemi korral on lati liikumisel paremale lauda vasakpoolses osas asuvad kraabid tööasendis (latiga risti) ja sõnnik nihutatakse keskosa poole. Samal ajal lauda parempoolses osas asuvad kraabid on tühikäigu asendis (lati juurde pööratud) ja libisevad sõnnikust mööda. Lati liikumisel vasakule on kraapide asend vastupidine ja lauda parempoolsest osast nihutatakse sõnnikut lauda keskosa poole. Seega ei liigu sõnnik pidevalt, vaid järk-järgult ühe kraabi eest teise ette. Korraga nihutatakse pooles rennis olevat sõnnikut. Maksimaalne sõnniku nihutamise tee on poole renni pikkune.

Sõnniku koristamise tehnoloogia on järgmine: asemetel oleva sõnniku käsitsi kraapimine renni; latt-transportööriga sõnniku viimine lauda keskele ja vagonetti laadimine; vagonetiga hoidlasse vedu; transpordivahendile tõstmine

Tabel 22

Sõnniku eemaldamise latt-kraaptransportöörid

Lauda nimetus	Ülekande tüüp	Ajami asukoht laudas	Sõnnikurenni mõõtmed mm		Kraabi mõõtmed mm		Kraapide samm mm	Lati käik mm	Lati keskmine kiirus m/s	Elektrimootor	
			laius	sügavus	pikkus	kõrgus				võimsus kW	pöörete arv p/s
Jõgeva Sordiaretusjaama näidissovhoosi Ellakvere osakonna lüpsikarjalaut	Kett-keps ja kett-kuliss	Lauda otsas põranda all	450	110	415	90	900	1710	0,19	2,8	23,7
Harju rajooni «Rahva Võidu» kolhoosi lüpsikarjalaut	Kett-kuliss	Lauda keskel põrandal	450	110	340	85	850	1420	0,075	4,5	23,7
Vändra Katsejaama lüpsikarjalaut	Tapplatt-ketiratas	Lauda keskel põranda all	500	130	425	110	700	1800	0,185	2,8	15,8
Tartu näidissovhoosi Vorbuse osakonna lüpsikarjalaut	Sama	Lauda otsas põranda all	500	320	400	110	700	1430	0,175	1,0	15,8
Kehtna Seakasvatuse Katsejaama kontrollsigala	Kett-varb	Sigala otsas põrandal	400	110	340	95	850	1420	0,15	2,8	23,7
Ravila sovhoosi Viskla osakonna lüpsikarjalaut	Tapplatt-ketiratas	Lauda otsas põranda all	400	110	350	80	900	1650	0,25 0,28	2,8 1,7	15,8 23,7
EPA Ülenurme õppekatsemajandi Erika lüpsikarjalaut	Kett-kuliss	Lauda otsas põranda all	450	120	400	95	850	1710	0,26	2,8	15,8



Joon. 42. Sõnniku eemaldamise seadmete asetus latt-kraaptransportööri ja vagoneti ВНЭ-1Б kasutamisel: *1*, *2* ja *3* — latt-transportööride ajamid; *4* — latt; *5* — parempoolsed kraabid; *6* — vasakpoolsed kraabid; *7* — vagonett; *8* — vagoneti ajam; *9* — lati juhtliist; *10* — vagoneti süvend; *11* — ajami süvend

traktorilaadijaga; põllule vedu; patareisse kallutamine või põllule laotamine.

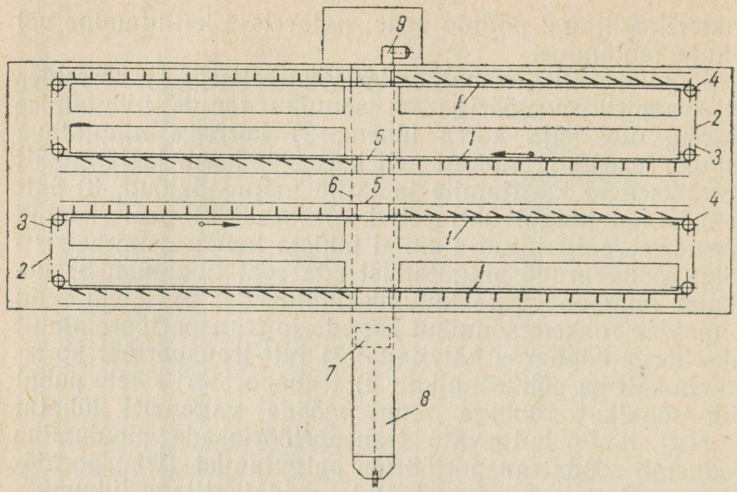
Sõnniku sellise eemaldamise viisi eelised: 1) võrreldes kett-kraaptransportööriga on sõnniku rennis nihutamise teekond üle nelja korra lühem; 2) korraga nihutatava sõnniku kogus on samuti neli korda väiksem ja järelikult on väiksemad ka ajamile ja latile mõjuvad jõud; 3) latt on mõlemal käigul ühtlaselt koormatud; 4) pealt kaetud süvendisse paigutatud ajam ei takista lauda otsmisse ristkäiku söödavarude paigutamist ega seal liikumist; 5) betoonist renn on suure kulumiskindlusega; 6) laiem renn võimaldab rohkem sõnnikut koguda ja transportööre ainult kaks korda ööpäevas käivitada; 7) latt-transportöör koristab edukalt ka põhusõnnikut; 8) transportööri rikete puhul võib sõnnikut roobiga renni mööda vagonetti lükata; 9) risti lauta kulgevate transportööriosade puudumine soodustab söödatransportööride paigutamist (transportööride rennid ei ristu omavahel) ja söödajaotitega liikumist.

Seniste kogemuste järgi on selle viisi puudusteks: 1) transportööri renni valmistamine nõuab suuremat hoolikust, sest see peab olema sile ja tasane; 2) transportöör tuleb täpselt paigaldada (juhtliistud peavad olema ühel sirgel); 3) ebatasase renni korral tuleb kraape sobitada; 4) pika edasi-tagasi käigu saamiseks vajalik ajam on keerukam ja pikk; 5) on vaja nelja transportööriajamit; 6) latt töötab ühel käigul survele, peab nõtkumise vältimiseks asuma juhtliistudel ja olema küllalt jäik.

Selle skeemi järgi eemaldatakse sõnnik EPA Ülenurme õppe- ja katsemajandi Erika laudas.

Suletud kontuuriga latt-kraaptransportööriga on samuti võimalik sõnnikut lauda keskele viia (joon. 43). Seejuures pole aga võimalik kasutada vagonetti ВНЭ-1Б, kuna sõnnikut laaditakse üheaegselt kahelt transportööriharult. Suletud kontuuriga latt-transportööri võib komplekteerida sügavrenniga skreeperseadmega. Sel juhul on võimalik üheaegselt tööle rakendada mõlemad laudas asuvad transportöörid. Viimaste latid on omavahel ühendatud rullpukskettide ja ühendusvarbade abil. Trossiga ühendamine pole otstarbekas, sest ammoniaagi keskkonnas korrodeeruvad traadikiud kiiresti ja purunevad.

Selle skeemi puhul on sõnniku laudast eemaldamise ja põllule veo tehnoloogia järgmine: asemetel oleva sõnniku käsitsi kraapimine renni; latt-transportööriga



Joon. 43. Sõnniku eemaldamise seadmete asetus latt-kraaptransportööri ja sügavrenniga skreeperseadme kasutamisel: *1* — transportööride latid; *2* — ühendusvarvad; *3* — rullpuksketid; *4* — pöörderattad; *5* — ajamid; *6* — skreeperseadme renn; *7* — skreeper; *8* — kaldestakaad; *9* — skreeperseadme ajam

sõnniku viimine lauda keskele; transpordivahendile laadimine skreeperiga; põllule vedu; patareisse kallutamine või põllule laotamine.

Kui võrrelda eelmisega, on selle skeemi eelised järgmised: 1) ühe ajamiga saab käitada kaht latti; 2) latt töötab mõlemal käigul tõmbele ja võib seepärast olla nõrgem ning väiksema jäikusega; 3) lati juhtliiste pole vaja. Esinevad ka puudused: 1) ajamile ja latile mõjuvad jõud on üle kahe korra suuremad ja need sõlmed peavad vastavalt olema ka tugevamad; 2) juurde tulevad lattide ühendusosad ja pöörderattad, millega suureneb hooldamist vajavate ja kuluvate detailide arv; 3) tootlikkuse osas olulist efekti ei saavutata, sest karjak ei saa üheaegselt mõlemasse renni sõnnikut kraapida; 4) lauda keskel olevad ajamid asuvad põrandal ja takistavad keskmises ristkäigus liikumist. Sel skeemil on ka kõik eespool kirjeldatud sügavrenniga skreeperseadme eelised ja puudused.

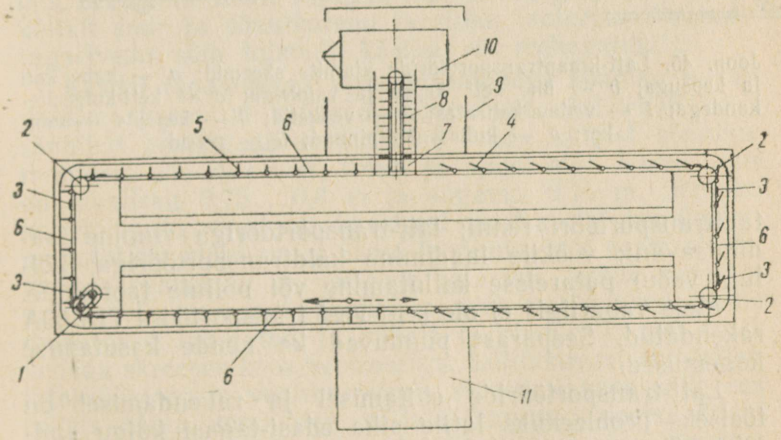
Latt-kraaptransportöör ТШ-30А koosneb suletud kontuuriga latt-kraaptransportöörist ja kaldtransportöörist

(joon. 44), mis on võetud kett-kraaptransportöörilt ТСН-3Б. Latid ühendatakse ТСН-3Б ketiga. Horisontaaltransportöör käitatakse reverseeritava elektrimootoriga ajami abil.

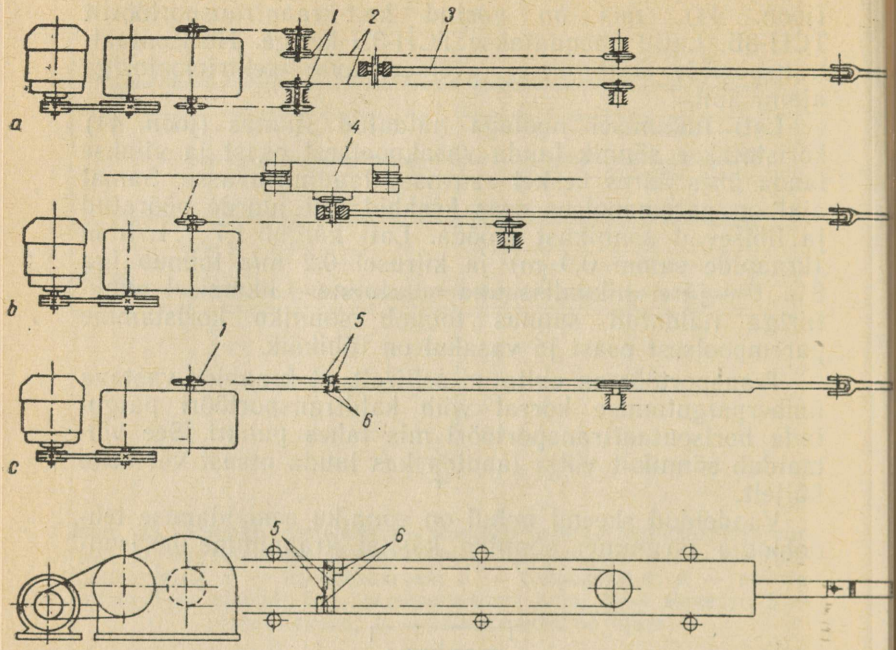
Lati liikumisel noolega näidatud suunas (joon. 44) koristatakse sõnnik lauda vasakpoolsest osast ja viiakse lauda ühes ääres keskel asuvasse laadimisavasse. Samal ajal on parempoolses osas kraabid lati juurde pööratud ja libisevad sõnnikust mööda. Lati käigul 1,7...1,75 m (kraapide samm 0,9 m) ja kiirusel 0,2 m/s toimub iga 8...9 s järel liikumissuuna muutmine. Liikumisel punktiiriga näidatud suunas toimub sõnniku koristamine parempoolsest osast ja vasakul on tühikäik.

Transportöör on ehitatud selliselt, et kraapide vastava ümberpaigutamise korral võib kaldtransportööri paigutada horisontaaltransportööri mis tahes punkti. See võimaldab sõnnikut välja laadida kas lauda otsast või selle küljelt.

Vaadeldud skeemi puhul on sõnniku eemaldamise tehnoloogia järgmine: sõnniku käsitsi kraapimine horison-



Joon. 44. Sõnniku eemaldamise seadmete asetus latt-kraaptransportööri ТШ-30А kasutamisel: *1* — horisontaaltransportööri ajam; *2* — pöörderattad; *3* — ühendusketid; *4* — parempoolsed kraabid; *5* — vasakpoolsed kraabid; *6* — latid; *7* — sõnnikulaadimisava; *8* — kaldtransportöör; *9* — soojak; *10* — transpordivahend; *11* — lauda abiruumid



Joon. 45. Latt-kraaptransportööride ajamite skeemid: *a* — kahe keti ja kepsuga; *b* — ühe keti, kepsu ja vankriga; *c* — kett-kulissülekandega; *1* — vedav ketiratas; *2* — veoketid; *3* — keps; *4* — vanker; *5* — kulissi juhtpinnad; *6* — nukid

taaltransportööri renni; latt-transportööriga viimine laadimisavani; veokile laadimine kaldtransportööriga; põllule vedu; patareisse kallutamine või põllule laotamine.

Meie vabariigis ei ole seni veel transportööre ТШ-30А rakendatud. Seepärast puuduvad ka nende kasutamise kogemused.

Latt-transportööride ehitamisel ja rakendamisel on tõsiseks probleemiks latile pika edasi-tagasi käigu andmine. Transportööril ТШ-30А toimub see elektrimootori reverseerimisega. Koormuse all 8...9 sekundi järel reverseeritav elektrimootor ja selle käivitusaparatuur töötavad rasketes tingimustes. Töökindla ajami saamiseks tuleb kasutada eriehitusega mootorit ja käivitusaparatuuri, samuti nõuab selline elektriajam kvalifitseeritud hoolda-

mist. Arvestades eeltoodut on püütud luua sellist ajamit, kus elektrimootori reverseerimist ei toimuks.

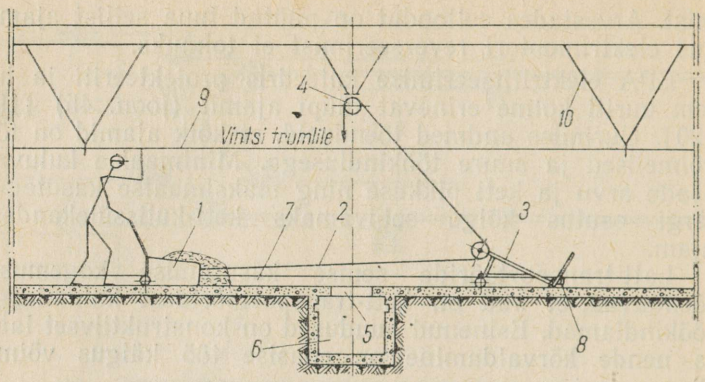
EPA elektrifitseerimise kateedris projekteeriti ja hiljem uuriti kolme erinevat tüüpi ajamit (joon. 45) [19], [20]. Uurimise andmed tõendasid, et kõik ajamid on töövõimelised ja suure töökindlusega. Minimaalse kuluvate osade arvu ja keti pikkuse ning maksimaalse kasuteguri järgi osutus kõige sobivamaks kett-kulissülekandega ajam.

Latt-transportööride senise kasutamise kogemused tõendavad, et nad on kett-transportööridest kulumis- ja töökindlamad. Esinenud puudused on konstruktiivset laadi ja nende kõrvaldamine on edasise töö käigus võimalik.

4. Sõnniku eemaldamine skreeperseadmetega

Skreeperseadme tööorgan on kühvli-, kasti- või raamile kinnitatud vertikaalse seina kujuline skreeper, mida veetakse trossi või ketiga. Kuna tööorganeid on enamasti üks, peab selle maht vajaliku tootlikkuse saamiseks olema küllalt suur ja sõnnikurenn tarviliku laiusega. Skreeperi tagasivedu võib toimuda käsitsi või mehaaniliselt.

Käsitsi tagasiveoga skreeperseadmega sõnniku eemaldamise skeem on esitatud joonisel 46. Sel viisil saab sõnnikut eemaldada neljarealise lauda kõigist sõnnikurennidest ühe skreeperi, trossi ja ajami abil. Renni laius on tavaliselt 0,75...0,8 m ja sügavus 0,15 m. Sõnniku koristamiseks renni vasakpoolsest osast asetatakse ümberpaigutatava ploki raami tapid laadimisavast paremal olevatesse pesadesse ja veetakse ratastele toetuv skreeper vasakpoolsesse renni. Seejuures peab veotrummel olema reduktorist lahutatud ja vabalt pöörlema. Tagasi tuleb vedada skreeper koos veotrossiga. Lülitustrossi abil käivitatakse ajam ja veotross veab skreeperi koos selle ees rennis oleva sõnnikuga väljalaadimisava poole. Avani jõudmisel tõmmatakse uuesti lülitustrossi ning skreeper peatub. Tema ees olev sõnnik kukub laadimisavast ristkanalisse. Lülitustross on ühendatud ajami elektriskeemis oleva trummellülitiga. Trossi tõmbamisel 1) mootor käivitub, kühvel hakkab liikuma; 2) mootor jääb seisma, kühvel peatub; 3) elektromagnetiline sidur lahutab veotrumli aja-



Joon. 46. Käsitsi tagasiveoga skreeperseadmega sõnniku eemaldamise skeem: *1* — skreeper; *2* — veotross; *3* — ümberpaigutatava ploki raam; *4* — iseseaduv plokk; *5* — sõnniku väljalaadimise ava; *6* — ristskreeperi kanal; *7* — sõnnikurenn; *8* — plokiraami pesad sõnnikurenni külgseintes; *9* — lülitustross; *10* — lülitustrossi kandurid

mist. Kui sõnnikut koristatakse üks kord ööpäevas, siis tuleb 200-kohalise lauda sõnnikurenni ühest poolest tõmmata 7...8 skreeperitäit. Viimase töökäigu ajal pühib karjak luuaga renni servadele väljavalgunud sõnniku skreeperi ette. Kui renni vasakpoolne osa on sõnnikust tühi, asetatakse ümberpaigutatav plokk laadimisavast vasakul pool olevatesse pesadesse ja koristatakse eelkirjeldatud viisil sõnnik ka parempoolsest rennist. Pärast ühest rennist sõnniku koristamist viiakse plokk ja skreeper teise renni ja veetakse sellest sõnnik välja. Nii on võimalik koristada sõnnikut kõigist neljast rennist.

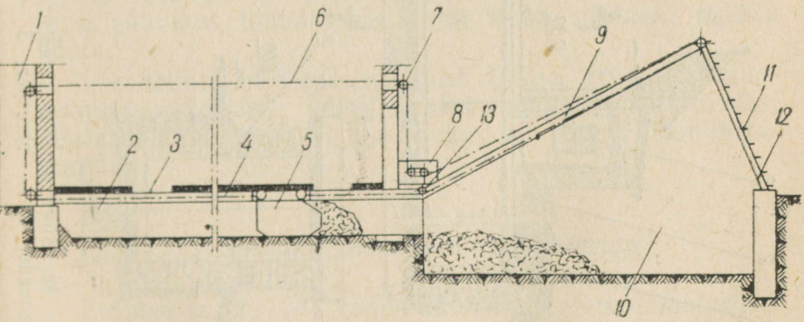
Mehaanilise tagasiveoga skreeperseadmega võib sõnniku ristkanalist hoidlasse vedada (joon. 47). Selle seadme skreeper on kinnitatud karpraudadest juhtpindade vahel liikuvale ratastega raamile. Skreeperi tagasein on šarniirselt kinnitatud ning tõuseb skreeperi tagasiliikumisel üles ning laseb sõnniku läbi. Ristskreeperi käivitussagedus oleneb kanali ja skreeperi mahust. Sõnnikuhoidla täielikumaks täitmiseks on juhttee laudaväline osa ülespoole kaldu.

Esitatud skeemi korral on sõnniku laudast eemalda-

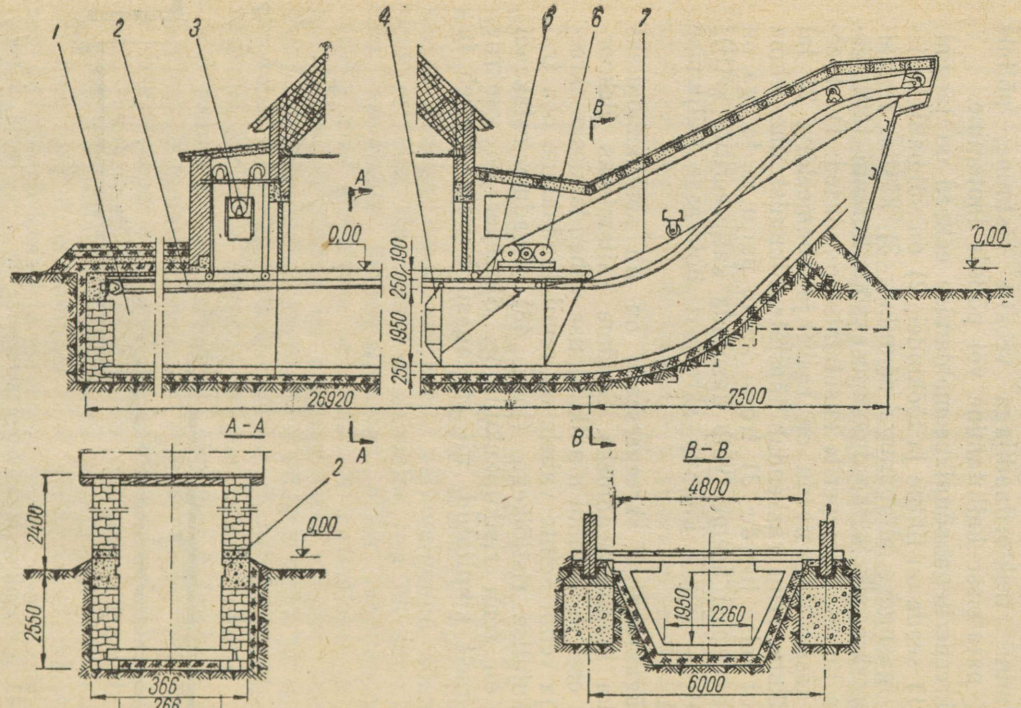
mise ja põllule veo tehnoloogia järgmine: sõnniku käsitsi kraapimine renni; sõnniku tõmbamine skreeperiga lauda keskele väljalaadimisavasse ja skreeperi käsitsi tagasivedu; mehaanilise tagasiveoga skreeperi abil hoidlasse laadimine; traktorilaadijaga veokile tõstmine; põllule vedu; patareisse kallutamine või põllule laotamine.

Skreeperitega sõnnikueemaldamise eelised on järgmised: 1) seade on lihtne ja töökindel; 2) on võimalik kasutada igasuguse allapanuga sõnnikut; 3) käsitsi tagasiveoga skreeper töötab igasuguse sõnnikurenni täitumisastme juures. Skreeperite kasutamise puudused: 1) skreeperi käsitsi tagasivedu on raske ja ebameeldiv; 2) lai sõnnikune renn raskendab lüpsjate liikumist ühe lehma juurest teise juurde; 3) trossi kulub palju ja ta iga on lühike (trossi asemel võib kasutada kalibreeritud ketti); 4) talvel sõnnik külmub skreeperi hoidlasse väljumise kohal.

Sügavrenniga skreeperseade on nii sõnnikuhoidlaks kui ka laadimisseadmeks. Seadme kaitsmiseks ülekoormuse eest ja sõnniku kinnikiilumise vähendamiseks skreeperi ja renni seinte vahele on renni laudaalune osa trapetsikujulise ristlõikega (joon. 48). Seadme estakaadi osas on renn ristkülikukujuline. Skreeper on vankrile šarniirselt kinnitatud, nii et tagasiliikumisel tõuseb ta



Joon. 47. Mehaanilise tagasiveoga skreeperseade: *1* — lauda abiruumid; *2* — sõnnikukanal: *3* — lauda sõnnikurenn; *4* — rööbastee; *5* — skreeper; *6* — tross; *7* — plokk; *8* — ajam; *9* — estakaad; *10* — sõnnikuhoidla; *11* — ülesronimise pulgad; *12* — estakaadi tugi; *13* — trossi juhtrullik



Joon. 48. Sügavrenniga skreeperseade: *1* — sõnnikurenn; *2* — karprauast juhttee; *3* — pingutusseade; *4* — skreeper; *5* — skreeperi vanker; *6* — vints; *7* — tross

sõnniku peale ja libiseb üle selle. Skreeperi vankrit veetakse trossiga kahetrumlilise vintsi abil. Trossi pikenemise kompenseerimiseks ja ühtlase eelpinge tagamiseks on vastukaaluga pingutusseade.

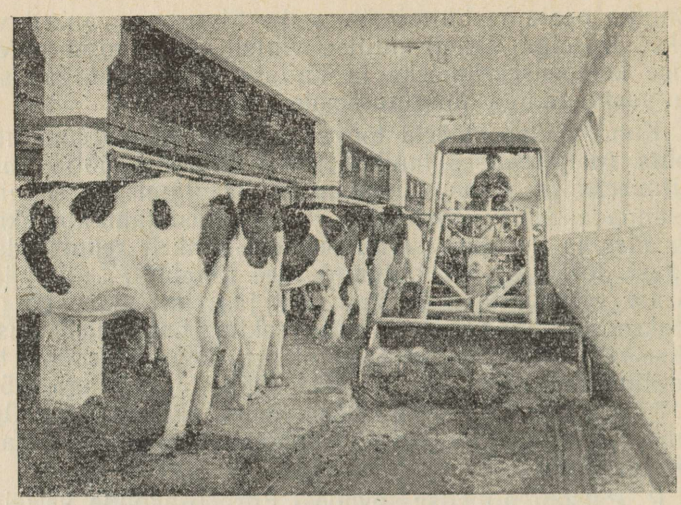
Kuna transportöörid toovad sõnniku sügavrenni nelja kohta (neljarealises laudas), on vaja renni ühtlasemaks täitmiseks ja mahu täielikumaks kasutamiseks sõnnikut tasandada. Selleks tõstetakse vastava käsiajami abil skreeper üles ja veetakse selles asendis vankrit rennis edasi-tagasi. Kui renn on täitunud (see toimub 7...10 päeva pärast, olenevalt lauda suurusest ja renni mahust), laaditakse sõnnik skreeperi abil veokile. Laadimist alustatakse renni estakaadipoolsest otsast. Skreeperseadme teoreetiline tootlikkus on 8,0...11 kg/s, tegelik aga 5,5... ...7 kg/s. Laadimisel lükatakse sõnnik skreeperi ees algul renni horisontaalosas ja siis kaldestakaadi mööda transpordivahendisse.

R. Pälsoni nimelise sovhoosi Edro osakonna veiselaudas, kus esimene seda tüüpi seade ehitati, kasutati eraldi trumlitega kahetrumlilist vintsi T-136. Sõnniku laadimisel pidurdati estakaadi jalamil tagasiveotrossi trummel ja veotrossiga, mis oli skreeperile kinnitatud, tõmmati skreeper horisontaalasendisse ja veeti estakaadi mööda üles [8], [21]. Selle seadme juures tehtud mõõtmised näitasid, et estakaadi jalamil ja estakaadil veotrossile mõjuv jõud ja ajami tarbimisvõimsus on väga suured. Täiustatud seadme juures loobuti skreeperi horisontaalasendisse tõstmisest ning sõnnikut lohistatakse kogu renni ulatuses mööda põhja.

Tõenäoliselt skreeperiseadmed (välja arvatud sügavrenniga skreeper) veiselautades sõnniku koristamisel laialdast kasutamist ei leia ja nad on pigem ülemineku-vormiks.

5. Sõnniku eemaldamine traktoriga

Eespool (p. 2...4) vaadeldud sõnnikueemaldamisviisidel rakendati statsionaarseid seadmeid. Kõigile neile on iseloomulik see, et seadme rikkis olekul sõnnikut üldse eemaldada ei saa. Seadme asendamine töö ajal ei tule arvesse, sest see nõuab palju aega ja suuri kulutusi. Traktoriga sõnniku eemaldamise peaeelis seisnebki selles,



Joon. 49. Sõnniku koristamine šassiitraktori RS 09 laadijaga T 150 Saku näidissovhoosi Lokuta veiselaudas

et ühe traktori väljalangemisel võib selle asendada teisega.

Traktori rakendamisel sõnniku eemaldamiseks tuleb arvestada lauda suurust ja loomade arvu, hoonete ja eriti sõnnikukäigu mõõtmeid, lüpsmise ja söötade jaotamise viisi. Traktori rakendamine on majanduslikult otstarbekas suuremates farmides. Traktor on sobiv siis, kui lüpstakse asemetel piimatorusse või lüpsiplatsidel, sest ta võimaldab sõnnikut koristada ka lehmade käiguteelt, kust statsionaarsete seadmete korral tuleks sõnnik käsitsi koristada. Sõnnikuhoidla peaks asetsema lauda otsas selle pikitelje suunas. Traktorist peab olema kvalifitseeritud ja hoolas. Traktorit tuleb hoida soojas garaažis; traktori hoidmine laudas ja seal käivitamine pole soovitatav. Sõnnikurennide kuju ja asetus on toodud eespool (joon. 21, *a* ja *b*). Renni minimaalne laius peab olema 1,7 m. Virtsa kogumiseks peavad olema virtsarenn ja virtsakaevud. Restiga kaetud virtsarennid ei ole otstarbekad, sest traktoriga sõnniku koristamisel rest saastub ja ei lase enam virtsa läbi. Tuleks kasutada lahtisi kolm- või

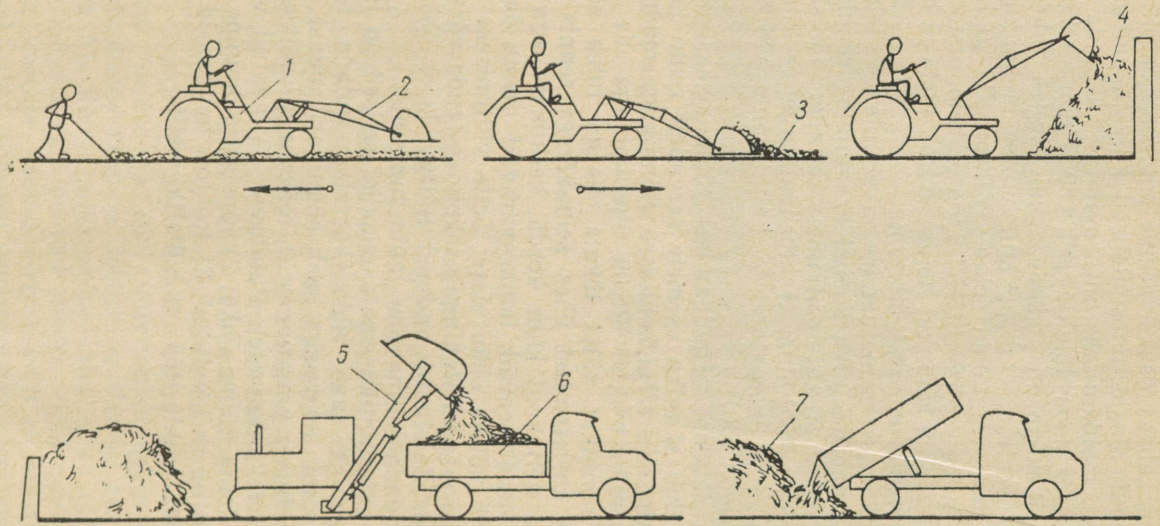
nelinurkse ristlõikega virtsarenne. Virtsarenn jagab sõnnikurenni kaheks osaks: aseme pool on sõnnik ja see osa, kus liigub lüpsja, on suhteliselt kuiv ja puhas.

Sõnniku eemaldamiseks on soovitatav kasutada šassiitraktorit RS 09 koos laadijaga T 150 (joon. 49). Kuna laadija sõnnikukopp on pikkade aisade küljes, tuleb traktorit täpselt juhtida, et kopp külgsuunas ei kõiguks ega vigastaks lehmi või lauda seina. Traktori ДТ-20 kasutamine koos buldooseriga БСН-1,5 on vähem otstarbekas, sest ta ei võimalda sõnnikut hoidlas virna tõsta ja hakkab sõnnikuses rennis kergesti libisema.

Sõnniku laudast eemaldamise ja põllule veo tehnoloogia on järgmine: sõnniku käsitsi kraapimine renni; traktoriga tagurpidi renni sõitmine; sõnniku lohistamine hoidlasse; virna tõstmine; traktorilaadijaga veokile tõstmine; põllule vedu; patareisse kallutamine või põllule laotamine (joon. 50).

Sõnniku laudast eemaldamisel töötab kaks inimest. Karjak kraabib sõnniku asemete servadelt renni ja traktorist lükkab selle välja hoidlasse. Sõnnikuga määrdunud rennis ei suuda traktor RS 09 ühe korraga üle 200... ...250 kg sõnnikut välja lükata. Seega tuleb sõnniku kahekordsel koristamisel ühes seinaäärses rennis edasitagasi sõita neli kuni kuus korda, keskmises aga 6...9 korda. Sel ajal peavad lauda väravad olema lahti ja talvel tungib külma õhku sisse. Selle vältimiseks ehitati Tartu näidissovhoosi Rahinge osakonnas lauda väravatele õhkkardinad. Esialgsed andmed näitavad, et õhkkardin aitab vähendada külma õhu lauta tungimist.

Kirjeldatud sõnnikueemaldamisviisi eelised on järgmised: 1) traktorit saab rikke korral asendada teisega; 2) ühe ja sama seadmega saab sõnnikut laudast eemaldada ja hoidlasse paigutada; 3) töökulu on väiksem kui statsionaarsetel seadmetel. Puudused: 1) avatud väravatest tungib lauta külma õhku; 2) lüpsjate liikumine sõnnikuses rennis on raskendatud; 3) traktori heitgaasid tungivad lauta; 4) traktoritöö on küllaltki kallis.



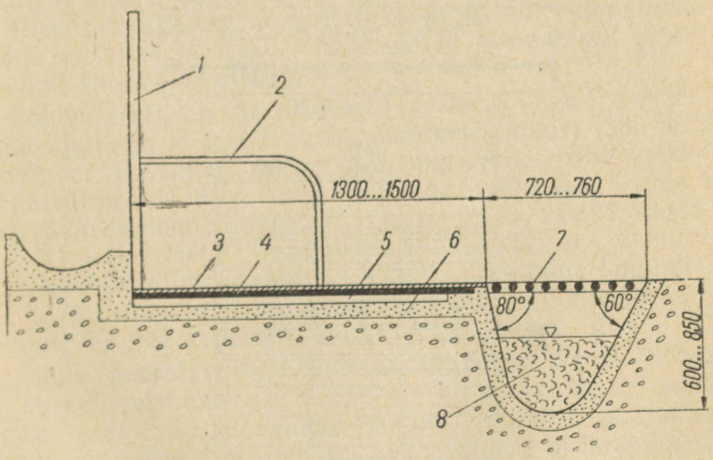
Joon. 50. Traktoriga sõnniku eemaldamise skeem: *1* — šassiitraktor RS 09; *2* — laadija T 150; *3* — lauda sõnnikurenn; *4* — sõnnikuhoidla; *5* — laadija PU-0,6; *6* — kallurauto; *7* — sõnnikupatarei

6. Restpõrandad ja vedelsõnniku eemaldamine

Viimastel aastatel on Lääne-Euroopa riikides laialdaselt levinud restpõrandad. Neid on ehitatud Nõukogude Liidus, sealhulgas ka meie vabariigis. Restpõranda korral langevad loomade väljaheited restile, kust kukuvad ise või sõtkutakse loomade jalgadega läbi resti allolevasse sõnnikukanalisse või -hoidlasse. Restpõranda korral kas loobutakse üldse allapanust või kasutatakse seda peenestatuna vähesel määral.

Laudal võib olla täielik või osaline restpõrand. Täieliku restpõrandaga lautasid kasutatakse vabapidamisel. Lõaspidamisega lautades kaetakse restiga aseme tagaosa (joon. 51). Enamasti kasutatakse lühikest aset ja resti pealispind on aseme tasemel. On oluline, et lehm seisaks tagajalgadega aseme serval ja väljaheited langeksid restile. Lamamisel ei tohi udar restil asuda, sest see põhjustab nisade ja udara vigastusi. Kui ase on liiga lühike ja lehm seisab jalgadega restil, võib see põhjustada sõrgade ja kannaliigeste vigastusi.

Välismaal kasutatakse allapanuta pidamist ja asemete katmist kummimattidega. Seejuures tehakse aseme pikkus

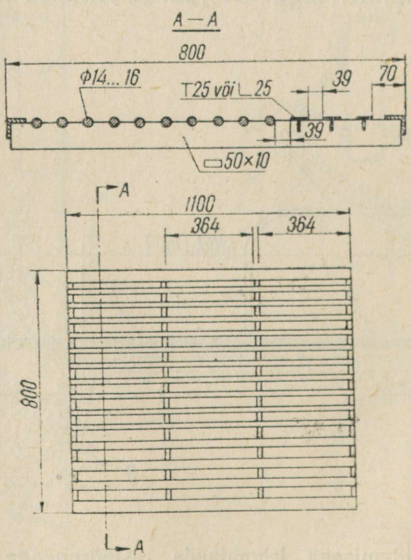


Joon. 51. Lõaspidamisega lehmalauda restpõrandaga aseme lõige: *1* — sõimevõre; *2* — eralduskaar; *3* — kummimatt; *4* — betoon; *5* — soojusisolatsioon; *6* — betoon; *7* — rest; *8* — vedelsõnniku kanal

lühema lehma järgi, pikematel lehmadel aga tõmmatakse kummimatt osaliselt restile [17].

Rest valmistatakse puidust, betoonist, malmist, terasest või plastmassidest. Puit on väikese vastupidavusega. Betoonrestid on vastupidavad, kuid küllaldase tugevuse saamiseks peavad varvad olema laiad, peale selle põhjustavad betoonvarbade karedad külgpinnad sõnniku kleepumist, teravad servad aga võivad vigastada sõrgu. Parimaks resti materjaliks on plastmass, sest ta ei korrodeeru, on elastne ja sileda pinnaga, kuid praegu veel defitsiitne. Heaks resti materjaliks on ka teras. Soovitatakse kasutada kombineeritud profiilidest valmistatud resti (joon. 52) [17]. T-profiiliga varvad paigutatakse lehma aseme poole, sest nendel on suurem pind ja lehmal on parem seista. Ümaratest varbadest restiosal on aga suur vaba pind.

Vedelsõnnik eemaldatakse resti alt neljal viisil: 1) mehaaniliste seadmetega (skreeperseade, kett- või latttransportöör); 2) paisutamisega; 3) paisutamise ja pumpamisega ja 4) pideva valgumisega.



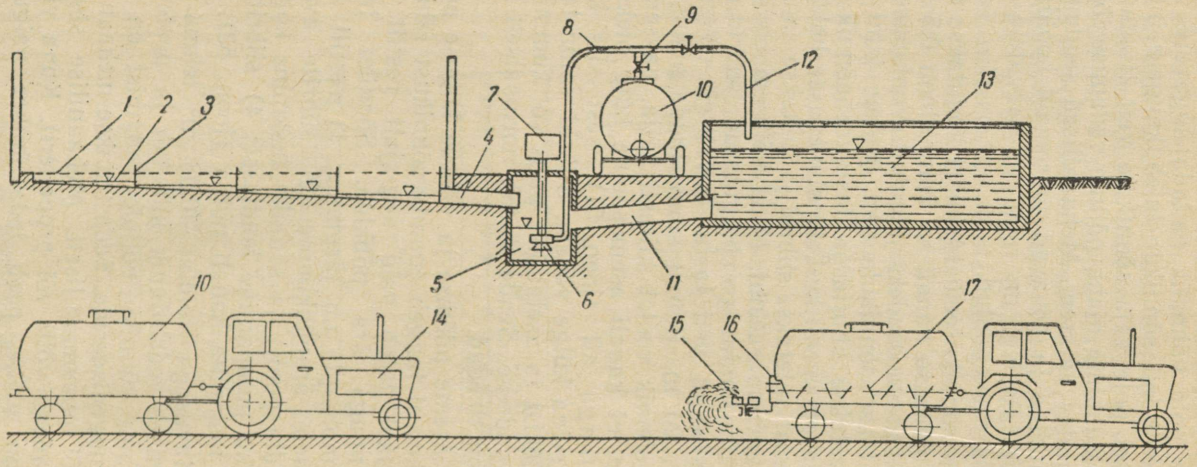
Joon. 52. Kombineeritud rest

Mehaanilisi seadmeid kasutatakse siis, kui põhjaveeseis on kõrge ja pole võimalik ehitada sügavaid vedelsõnnikukanaleid või kui sõnnikut tuleb kaugele juhtida. Nende kasutamisel pole vaja sõnnikule vett lisada; seetõttu on ka sõnnikuhoidla maht, põllule vedamise töökulu ja transpordi vajadus väiksem. Mehaanilised seadmed on aga vähem töökindlad ja nõuavad suuremaid hooldamise ja remondikulusid. Pealegi on resti all asuvatele seadmetele juurdepääs raskendatud.

Paisutamisega sõnniku eemaldamisel kogutakse vedelsõnnik resti all olevasse kanalisse. Kanalil on 0,5...1% kalle ja ta on siibritega osadeks jaotatud. Voolamise soodustamiseks lisatakse sõnnikule vett. Kolme kuni nelja päeva pärast avatakse siibrid ja lastakse sõnnik välja voolata kas lauda otsas või keskel paiknevasse hoidlasse. Pärast tühjendamist suletakse siibrid ja lastakse kanalisse umbes 0,1 m sügavune veekiht. Mida väiksem on kanali kalle ja mida tihedamini on paigutatud siibrid, seda vähem on tarvis algul vett lasta. Tavaliselt on siibrite vahekaugus 10...20 m. Kanali suure kalde puhul tekib oht, et vedelam sõnnik voolab kiiresti välja, paksem aga setib. On oluline, et kanali asemepoolne külg oleks võimalikult suure nurga all (joon. 51), sest siis kuivab sõnnikut kanali seina külge vähem. Siibrid valmistatakse tavaliselt terasplekist ja asetatakse puit- või kummitihenditega metallraamidesse. Seade töötab normaalselt ainult siis, kui siibrid on tihedad.

Sobiva resti, aseme pikkuse ja vähese koguse peenestatud allapanu korral langeb enamik sõnnikust läbi resti kanalisse. Karjakul tuleb vaid aeg-ajalt restilt pikad sõõdajäätmed luuaga ära pühkida. Sõnniku laudast eemaldamise tehnoloogia on järgmine: 1) restilt sõõdaja sõnnikujäätmete ärapühkimine; 2) siibrite avamine (alustatakse hoidla poolt) ja sõnniku laskmine kogumiskaevu; 3) sõnniku pumpamine hoidlasse; 4) siibrite sulgemine; 5) vee laskmine kanali põhja (joon. 53).

Suure mahutavusega hoidlas (0,08 m^3 lehma kohta ööpäevas) seismisel vedelsõnnik kihistub ja peale tekib tugev koorik. Enne sõnniku põllule vedamist on tarvis teda segada, homogeniseerida. Seda tehakse mehaaniliselt, hüdrauliliselt või pneumaatiliselt. Mehaanilise segajana kasutatakse labadega võlli või propellerit. Kuna viimase segamisulatus on väike, peab teda ümber paigutama.



Joon. 53. Restpõranda ja paisutamisega sõnniku eemaldamise skeem: *1* — rest; *2* — sõnnikukanal; *3* — siiber; *4* — väljavoolutoru; *5* — kogumiskaev; *6* — sõnnikupump; *7* — pumba elektrimootor; *8* — rõhutorustik; *9* — veokile laadimise toru; *10* — vedelsõnnikulaoti; *11* — tagasivoolutoru; *12* — hoidla täitmise torustik; *13* — sõnnikuhoidla; *14* — traktor; *15* — laotamisketas; *16* — siiber; *17* — segisti

Suruõhuga segamisel juhitakse hoidla põhja torude kaudu suruõhku. Sel juhul vajatakse võimsaid kompressoreid ja tekib palju gaasi, kusjuures osa ammoniaaki lendub. Hüdraulilisel segamisel juhitakse pumbast hoidla erinevatesse osadesse tugevad vedeliku (virtsa ja vee segu) joad, mis purustavad kooriku ja segavad massi.

Sõnniku väljaveo tehnoloogia on järgmine: 1) sõnniku segamine hoidlas (pumba *6* abil) (joon. 53); 2) laotisse pumpamine; 3) põllule vedu; 4) laotamine.

Kirjeldatud eemaldamisviisi eelised on: 1) puuduvad kiiresti kuluvad ja remonti vajavad mehaanilised seadmed; 2) õigesti projekteeritud ja ehitatud seadmel ja sobival töö organiseerimisel on töökulu väiksem kui mehaaniliste seadmetega koristamisel; 3) allapanu osas jääb töö ära või väheneb. Puudused on järgmised: 1) on vaja lisada vett (0,015...0,020 m^3 lehma kohta ööpäevas); 2) vee lisamine tõstab tunduvalt transporditööde mahtu; 3) vajatakse suurt, talvel soojustatud sõnnikuhoidlat; 4) meil puuduvad praegu veel sobivad lõikeseadisega vedelsõnnikupumbad, mistõttu söödajäätmete sattumisel hoidlasse on sõnniku väljalaadimine raskendatud; 5) sõnniku segamine hoidlas on lõplikult lahendamata; 6) olemasolevate väikese mahu ja laotamislaiusega vedelsõnnikulaotite tööjõudlus on madal ja nad rikuvad künnimaa mulla struktuuri; 7) rohke vee lisamine alandab sõnniku väetusväärtust.

Kohane on vedelsõnnikut laotada farmi lähedastele rohumaadele, eeldusel et on olemas võimas lõikeseadisega sõnnikupump, vedelsõnniku torustik ning vastavad pihustid.

Paisutamise ja pumpamisega vedelsõnniku eemaldamise seade ja tehnoloogia on sarnane eeltooduga. Erinevus seisneb selles, et kanali tühjendamise kiirendamiseks pumbatakse selle kaugemasse otsa hoidlast võetud vedelsõnnikut juurde. Sel juhul kasutatakse ka tühjade kanalite esialgseks täitmiseks hoidlast pumbatud vee ja virtsa segu. See viis võimaldab mõnevõrra vähendada lisatava vee hulka, kuid muudab seadme kallimaks (on vaja ehitada tagasipumpamise torustik).

Pideva valgumisega vedelsõnniku eemaldamine on kasutusel alles mõned aastad. Sel viisil eemaldatakse sõnnik laudast isevalgumise teel. Restialune kanal on ristkülikukujulise ristlõikega, horisontaalne ja siibriteta.

Tavaliselt asetatakse üks siiber sõnnikuhoidla juurde, kuid ka see on avatud nii, et tema serv oleks 0,02... ...0,03 m üle kanalis asuva vedelsõnniku taseme. Siibri ülesanne on vältida hoidlast gaaside ja tõmbetuule lauta tungimist. Allapanu ei kasutata ja sõnnikule vett ei lisata. Sõnniku isevalgumisel moodustab tema pealispind kaldpinna langusega 0,01...0,02. Sellest lähtudes valitakse ka kanali sügavus. Antud süsteemi puhul söödajäätmeid sõnnikukanalisse sattuda ei tohi.

Torustikuga eemaldatakse vedelsõnnik laudast, kus pole restpõrandat. Seade sarnaneb kanalisatsiooniga. Lauda sõnnikurenni all on kaldu asetatud asbesttsementdist 0,25...0,30 m läbimõõduga toru. Iga viie kuni kuue lehma kohta on üks sõnniku laadimise ava. Torus voolab suure kiirusega (2...3 m/s) vedelik (vee ja virtsa segu). Laadimisavast allaheidetud sõnnik uhutakse vedelikujoaga kogumiskaevu, kust ta edasi hoidlasse pumbatakse. Pumba juurest kanalisatsioonitoru lõppu kulgeva rõhutoru kaudu toimub uhtmisvedeliku retsirkulatsioon. See viis võeti kasutusele seoses sõnnikust biogaasi tootmisega. Restpõrandaga võrreldes tal eeliseid pole, vaid ehituselt on ta kallim, töökulu on suurem ja esinevad vedelsõnniku eemaldamise tüüpilised puudused (suur hoidla, lõikeorganiga pump, vee lisamine, sõnniku segamise vajadus jne.).

7. Sõnniku eemaldamise viiside võrdlus

Eesti NSV-s 200-kohalistes lautades rakendatud sõnniku eemaldamise tehnoloogiat uuris T. Kulu. Sõnniku eemaldamise ja säilitamise viisid on esitatud tabelis 23. Uurimise andmed näitavad, et minimaalse töökuluga eemaldati sõnnik laudas VIII (vaadeldi sõnniku koristamist kogu 460 veise farmist ja töökulu on arvestatud kogu farmi kohta keskmisena) ja laudas VI, kus selleks kasutati traktorit RS 09 (tabel 24).

Statsionaarsete seadmetega eemaldati sõnnik minimaalse töö- ja elektrienergia kuluga laudas V. Minimaalne energiakulu on ka arusaadav, sest kühvel veeti käsitsi tagasi. Võrreldes teiste statsionaarsete seadmetega on töö sellega füüsiliselt palju raskem. Transportööridega sõnniku koristamisel oli suurim töö- ja energiakulu laudas I. See oli eelkõige tingitud transportööride sagedasest käivita-

Tabel 23

Sõnniku eemaldamise seadmed ja säilitamise viisid uuritavates lautades

Lauda tähis	Majandi ja lauda nimetus	Lauda tüüp	Loomakohtade arv	Sõnniku eemaldamise seadmed	Sõnniku säilitamise viis
I	Vasula sovhoosi Vahi laut	Neljarealine lakaruumiga tüüplaut	200	2 transportööri ТСН-3,0Б koos kald-transportööridega, 2 järelvankrit ПТС-2	Põllul patareis
II	R. Pälsoni nim. sovhoosi Edro laut	Neljarealine lakaruumiga tüüplaut	204	2 transportööri ТСН-3,0А, sügavrenniga skreeperseade	Lauda all sügavas rennis, põllul patareis
III	Jõgeva Sordiaretusjaama näidissovhoosi Ellakvere laut	Neljarealine lakaruumiga tüüplaut	204	4 latt-transportööri, vagonett ВНЭ-1Б	Lauda küljel hoidlas
IV	E. Vilde nim. kolhoosi Koeravere laut	Neljarealine lakaruumi ja ülessõiduga tüüplaut	196	2 transportööri ТСН-3,0Б, vagonett ВНЭ-2	Lauda otsas hoidlas
V	V. I. Lenini nim. näidissovhoosi Mäeotsa laut	Neljarealine lakaruumiga tüüplaut	204	Käsitsi tagasiveoga skreeper; risti lauta mehaaniline skreeper	Lauda küljel hoidlas
VI	Tartu näidissovhoosi Rahinge laut	Neljarealine katuslaega eksperimentaallaut	212	Sõnnikukopaga traktor RS 09	Lauda otsas hoidlas
VII	Heimtali sovhoosi Seamiku laut	Neljarealine lakaruumi ja ülessõiduga tüüplaut	204	Restpõrand	Lauda küljel hoidlas
VIII	Saku näidissovhoosi Lokuti farm	2 katuslaega neljarealist eksperimentaallauta	460 (212 lüpsilehma)	Traktor RS 09 laadijaga T 150	Lauda otsas hoidlas

Tabel 24

Töö- ja elektrienergia kulu laudast sõnniku eemaldamisel 1 t kohta

Laut	Töökulu minutites			Elektrienergia kulu kWh*		
	kokku	rennidest eemaldamisel	hoidlasse või veokile laadimisel	kokku	rennidest eemaldamisel	hoidlasse või veokile laadimisel
I	34,0	29,7	4,3	1,70	1,40	0,30
II	33,8	31,3	2,5	1,02	0,89	0,13
III	32,4	26,3	6,1	0,72	0,64	0,08
IV	31,0	27,2	3,8	1,06	0,66	0,40
V	20,1	17,0	3,1	0,38	0,25	0,13
VI	17,0	14,3	2,7	—	—	—
VII	42,2	42,2	—	—	—	—
VIII	13,8	10,4	3,4	—	—	—

* 1 kWh = 3,6 MJ.

Tabel 25

Ekspluatatsioonikulud sõnniku koristamisel rbl./t

Laut	Amortisatsioon	Jooksev remont	Töötasu	Elektrienergia ja kütus	Kokku
I	0,06	0,08	0,34	0,02	0,50
II	0,08	0,11	0,25	0,01	0,45
III	0,09	0,12	0,22	0,01	0,44
IV	0,12	0,16	0,17	0,01	0,46
V	0,03	0,04	0,24	0,01	0,32
VI	0,15	0,09	0,38	0,02	0,64
VII*	—	—	—	—	—
VIII	0,02	0,01	0,35	0,02	0,40

* Sõnnikukanalite ja restide maksumuse kohta ei saadud andmeid.

misest. Valvurid käivitasid transportööri tihti, et renn oleks sõnnikust võimalikult tühi ja loomad ei määriks ennast. Vähenes loomade puhastamiseks kulutatud aeg.

Väga suur oli töökulu laudas VII, kus kasutati restpõrandat. Peamine osa ajast kulus sõnniku resti vahelt alla ajamiseks ja vedela sõnniku segamiseks selle väljauhtmisel. Kirjanduse andmetel on selle meetodi peaeeli-

Tabel 26

Töö- ja ekspluatatsioonikulud 1 t sõnniku kohta
(laudast eemaldamisel ja veokile laadimisel)

Sõnnikukoristusseade	Töökulu min					Ekspluatatsioonikulud rbl.			
	asemetelt renni kraapimine	vagonetti laadimine	hoidlasse vedu ja väljalaadimine	veokile laadimine	kokku	töötasu	amortisatsioon ja jooksev remont	elektrienergia	kokku
Ripptee ДП-300	120	42	12	42	216	1,76	0,20	—	1,96
Laudakäru	120	42	12	42	216	1,76	0,01	—	1,77
Skreeperseade	121	—	—	1	122	0,98	0,15	0,02	1,15
Kraaptransportöör ТСНК-2,0	120	—	—	1	121	0,97	0,13	0,07	1,17
Kraaptransportöör ТСН-3,0	120	—	—	1	121	0,97	0,12	0,04	1,13
Latt-transportöör ТШ-30	120	—	—	1	121	0,97	0,25	0,03	1,25

Tabel 27

Töökulu sõnniku laudast eemaldamisel

Sõnniku eemaldamise viis	Ööpäevane töökulu 1 tingveise* kohta min
Lõaspidamisega laudad	
Sõnnikuhark, käsikäru	2,5
Traktor koos frontaallaadijaga	1,0
Restpõrand, paisutamisega vedelsõnniku eemaldamine	0,9
Kett-kraaptransportöör	0,5
Restpõranda ja üksikboksidega vabalaut	0,3

* Tingveis — 500 kg elusmassiga veis.

seks just väheneb töökulu, vaatlusandmed aga näitasid vastupidist. Nähtavasti pole selles laudas restpõrand õigesti ehitatud (restivarbade vahed ja materjal, sööda-jäätmete sattumine restile, siibrite ebatihedus jne.).

Minimaalse töökuluga laaditi sõnnik veokile laudas II (sügavrenniga skreeperseade). Ka energiakulu, vaatamata seadme mootori suurele võimsusele (10 kW), oli üks minimaalsetest. Selle põhjuseks oli skreeperseadme suur tootlikkus.

Ekspluatatsioonikulude arvutus tõendab (tabel 25), et šassiitraktori kasutamine ainult sõnniku eemaldamiseks 200-kohalises laudas pole majanduslikult otstarbekas (laut VI). Kui aga farm on suurem ja traktorit kasutatakse ka söötade jaotamisel, siis on olukord teistsugune (laut VIII). Vaatamata sellele, et töö- ja ekspluatatsioonikulud on minimaalsed laudas V, ei saa seda meetodit pidada perspektiivseks, sest ta nõuab rasket füüsilist tööd ja halvendab lüpsjate töötingimusi.

Ülaltoodud andmeid kinnitavad ka teiste autorite analoogilised uurimised [11]. V. M. Morozovi andmetel koostatud tabel 26 [41] näitab, et sõnnikutransportööride kasutamine võimaldab peaaegu kaks korda kokku hoida tööd, töö on kergem ja ekspluatatsioonikulud tunduvalt väiksemad kui ripptee või laudakäru kasutamisel. Saksa Demokraatliku Vabariigi andmetel (tabel 27) saab lõaspidamisega laudas väikseima töökuluga eemaldada sõnnikut kett-kraaptransportööri abil. Kuid tuleb arvestada, et Saksa Demokraatlikus Vabariigis on kett-kraaptranspor-

Tabel 28

Andmeid allapanu käsitsemise kohta

Lauda* tähis	Allapanu				Lehma kohta päevas	
	liik ja asukoht	kaugus laudast m	transpordivahend	kogus lehma kohta päevas kg	töökulu min	teekond m
I	Turvas, betoneeritud õues hunnikus	10	Vaatluspäeval laudakäru TP-350, muidu autoroller ET-1,5	6,2	0,81	5
II	Turvas, õues hunnikus	25	Laudakäru TP-350	5,1	0,67	6
III	Turvas ja põhk, õues hunnikus	50	Hobuveok, laudakäru TP-350	6,0	0,56	7
IV	Turvas, lauda lakas	—	Laudakäru TP-350	4,0	0,61	4
V	Turvas, õues hunnikus	50	Hobuveok	5,1	0,52	7
VI	Turvas, õues hunnikus	80	Hobuveok	4,5	0,54	10
VII	Turvas, õues hunnikus	25	Autoroller ET-1,5	6,0	0,76	7
VIII	Turvas, õues hunnikus	500	Veokastiga šassiitraktor T-16, laadijaga T 150 šassiitraktor RS 09	5,0	0,50	15

* Majandite ja lautade nimed tabelis 23.

tööri renni laiuseks 0,52 m (meil 0,32). Laiema sõnnikurenni, aseme sobiva pikkuse ja otstarbeka lõa korral väheneb tunduvalt töö sõnniku renni kraapimisel, aga nagu näitavad uurimused, moodustabki see töökulu peaosa. Ka võimaldab laiem renn transportööri harvem käivitada, mis omakorda vähendab töökulu veelgi.

8. Allapanu käsitsemine

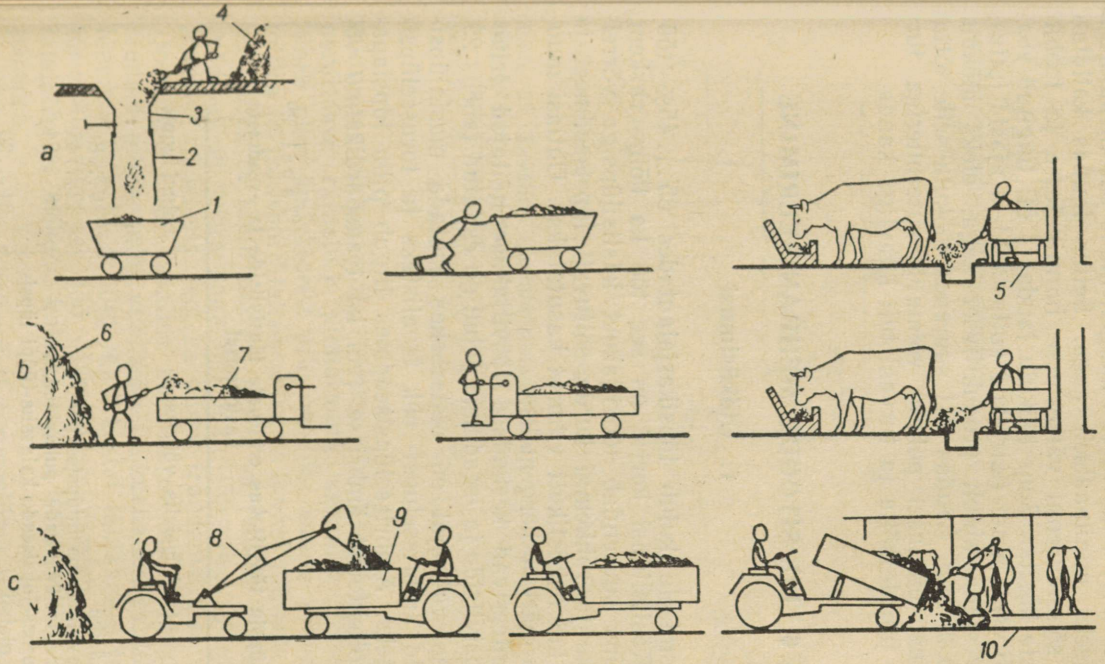
Allapanu võimaldab 1) luua loomadele kuiva, puhta, pehme ja sooja aseme; 2) hoida veiseid naha saastamise, külmetumise ja libisemise eest; 3) hoida lauda õhk puhtana ja kuivana; 4) saada puhtamat piima; 5) suurendada laudasõnniku kogust ja parandada selle kvaliteeti.

Meie vabariigi veiselautades kasutatakse allapanuks peamiselt turvast. Vabapidamisega noorloomalautades on soovitatav kasutada turvast ja põhku. Lüpsikarjalautades soovitatakse kasutada 4...6 kg 30...40% niiskusesisaldusega turvast lehma kohta päevas.

Turvast säilitatakse lauda lakaruumis või lauda juures paiknevas hoidlas. Senised kogemused tõendavad, et katmata aunas on raske kuiva turvast rahuldavalt säilitada.

Alusturba veo ja jaotamise tehnoloogilised skeemid on esitatud joonisel 54. 1,2 m laiade sõnnikukäikudega laudas, kus allapanu asetseb lauda lael, võib jaotamiseks kasutada laudakäru. Turbatolmu lauta sattumise vähendamiseks on allaheitešahti otsas kott, mille kaudu turvas langeb otse kärusse. Vaatamata sellele, pole lubatud turvast laadida lüpsi ajal või vahetult enne seda. Allapanu toimetatakse asemetele käsitsi. Kitsaste (1,2 m) sõnnikukäikudega laudas, kui allapanu asub lauda juures aunas, ei ole käsikäruga turvast lauta võimalik vedada. Kasutada võib autorollerit (joon. 54, *b*). Allapanu laotatakse asemetele ka sel juhul käsitsi. Kui sõnniku eemaldamisel kasutatakse šassiitraktorit, võib ka allapanu vedada selle abil (joon. 54, *c*). Aunast või hoidlast laaditakse turvas peale laadijaga. Sõnnikurenni lastakse turvas veokast kallutamisega, asemetele loobitakse aga käsitsi.

On mõeldav ka allapanu jaotamine loomade asemetele haakesöödajaotiga, kuid praegu toodetavad söödajaotid on ülemäära laiad.



Joon. 54. Turvasallapanu jaotamise tehnoloogilised skeemid: *a* — laudakäruga; *b* — autorolleriga; *c* — šassiitraktoriga; *1* — laudakäru; *2* — tolmukott; *3* — allapanu šaht; *4* — allapanu lauda lael; *5* — 1,2 m lai sõnnikukäik; *6* — turbaaun; *7* — autoroller; *8* — laadijaga T 150 šassiitraktor RS 09; *9* — veokastiga šassiitraktor RS 09; *10* — 1,7 m lai sõnnikurenn

Allapanu jaotamise viis ja selleks kulutatud tööaeg T. Kulu andmetel on esitatud tabelis 28. Vaatamata sellele, et laudas VIII asus turvas kaugel, kulus šassiitraktoriga jaotamiseks minimaalselt aega. Selles laudas kallutati turvas sõnnikurenni väikestesse hunnikutesse ja loobiti asemetele käsitsi. Suur töökulu laudas I oli tingitud ebaproduktiivsest ajast (karjakud suitsetasid ja ajasid juttu), kui arvestada ainult produktiivset aega, oleks töökulu 0,3...0,35 min. Laudas VII suurenes töökulu selle tõttu, et pehmel pinnasel polnud võimalik autorolleriga turbaauna juurde sõita ja turvast tuli kühvliga kanda.

§ 6. LÜPSITÖÖDE MEHHANISEERIMINE

1. Üldküsimusi

Lüpsmisele kulub lüpsikarjalautades 35...45% tööajast. Käsitsilüpsi korral on see töö ka kõige raskem. Masinlüps suurendab tööviljakust käsitsilüpsiga võrreldes kaks ja rohkemgi korda, sõltuvalt lüpsiseadmest ja sellest, kui oskuslikult viimast kasutatakse. Ühtlasi muutub töö märksa kergemaks.

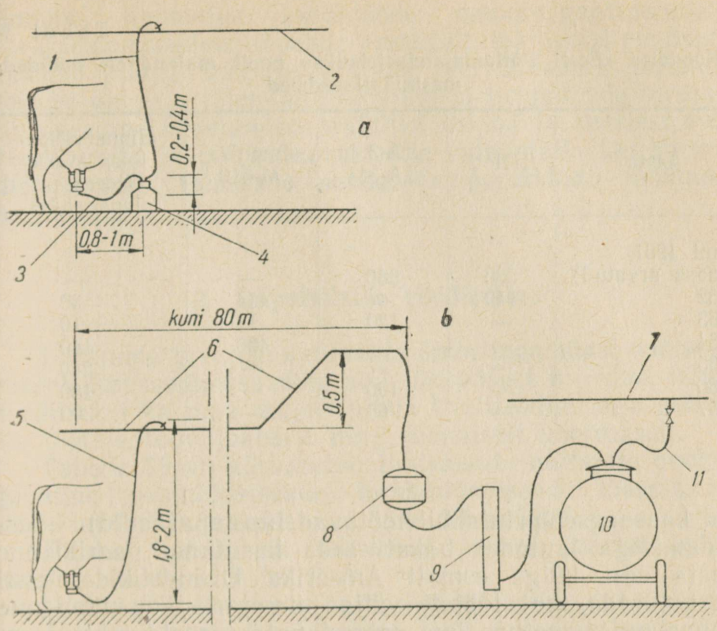
Orienteerivad keskmised tööviljakuse näitajad erinevate lüpsiviiside ja -seadmete puhul on esitatud tabelis 29.

Käesoleval ajal on otstarbekas jaotada masinlüpsiseadmeid ämbrisselüpsi- ehk tavalisteks ja torusselüpsiseadmeteks. Ämbrisselüpsiseadmes liigub piim lüpsiaparaadi kollektorist ämbrisse (või ka transpordikannu või

Tabel 29

Lüpsja tööviljakus erinevate lüpsiviiside ja -seadmete kasutamisel

Lüpsiviis või -seade	Lehmi tunnis
Käsitsi	6...8
Tavaline masinlüpsiseade	12...18
Torusselüpsiseade puhaslaudas	18...24
Torusselüpsiseade kalasaba-tüüpi lüpsiplatsil	24...30
Lüpsikarussell (torusselüps)	40...50



Joon. 55. Tavalise masinlüpsiseadme (*a*) ja torusselüpsiseadme (*b*) tööprintsiip: *1* — vaakumvoolik; *2* — vaakumtoru; *3* — piimavoolik; *4* — masinlüpsiämber; *5* — piimavoolik; *6* — piimatoru; *7* — vaakumtoru; *8* — piimakoguja koos kurnaga; *9* — plaatjahuti; *10* — hermeetiline piimatank; *11* — vaakumvoolik

liikuvasse piimatanki), millega piim kantakse (või transporditakse ratastel) piimaruumi kurnale. Teisel juhul läheb piim kollektorist piimavooliku kaudu piimatorusse, milles ta transporditakse vaakumi toimel piimahoiuruumi, kusjuures ta läbib ühtlasi kurna ja jahuti. Torusselüpsiseadmes on seega vaakumil peale lüpsmise (piima väljaimemise nisadest) veel ka piima transportimise ülesanne (joon. 55). Kui tavalise masinlüpsi puhul kulub piima laudast piimaruumi viimiseks ja kurnamiseks 10 . . . 15% lüpsiajast ja 30 . . . 40% lüpsi kestel läbikäidud teest, siis torusselüpsiga see töö säästetakse. Samuti puutub piim laudaõhuga vähem kokku, mille tõttu piima kvaliteet paraneb.

Uus-Meremaal rakendati torusselüpsi karjamaa lüpsiplatsidel juba käesoleva sajandi algul (s. o. ajal, mil ilmu-

Tabel 30

Koondise «Eesti Põllumajandustehnika» poolt majanditele müüdud masinlüpsiseadmed

Aasta	ДПР-2	ДА-3 ja ДА-3М	«Impuls» М-610	«Impuls Pipeline» М-620 (torusselüpsiseade)
Kuni 1961 (kaasa arvatud)	500	686	—	—
1962	140	—	454	30
1963	—	120	18	10
1964	—	—	400	140
1965	—	—	—	240
1966	—	100	—	180
1967	—	65	—	300

sid kaasaegsel printsiibil töötavad lüpsiaparaadid). Lõaspidamisega lautades hakati seda kasutama paarikümne aasta eest kõige esmalt Ameerika Ühendriikides, eriti pärast seda, kui töötati välja piimatorustiku niisugune puhastamismenetlus, kus polnud vaja torusid lahti monteerida. Meie vabariigis võeti esimene torusselüpsiseade lõaspidamisega laudas ekspluatatsiooni 1963. aasta algul, piimatoruga lüpsiplats aga aasta varem.

Tavalist masinlüpsiseadet kasutatakse lehmade lüpsmiseks esmajoones lõaspidamisega laudas ja lihtsate, majandis kohapeal valmistatud karjamaa-lüpsiseadmete puhul. Torusselüpsi kasutamispiirkond on laiem: kõige kohasem on seda rakendada igat tüüpi lüpsiplatsidel vabapidamisega lautades ja statsionaarsetel ning liikuvatel karjamaa-lüpsiseadmetel, kuid viimastel aastatel on ta ulatuslikult levinud ka lõaspidamisega lautades.

Meie vabariigis lüpstakse praegu enam kui 90% ühiskarja lehmadest masinaga ja juba kõige lähemal ajal ulatub see protsent saja lähedale. Lüpsiseadmete arvu suurenemist iseloomustab tabel 30.

Tabelist selgub, et viimastel aastatel on tunduvalt suurenenud torusselüpsiseadmete arv. Ligikaudu 30% masinlüpsiga lautadest on praegu varustatud torusselüpsiseadmetega. Kuid peaaegu $^1/_2$ neist seadmeist on praegu kasutusel tavaliste masinlüpsiseadmetena. Selleks on mitmesugused põhjused, nagu oskustega kaadri puu-

dumine, saamatus laudatööde ümberorganiseerimisel torusselüpsiseadme nõuetele vastavalt, tehnilised puudused seadme juures, monteerimisvead jne. Olukorra parandamiseks on vaja täiendada lüpsjate ja brigadiride torusselüpsiseadme kasutamise praktilisi oskusi ja senisest suuremal arvul ja põhjalikumalt ette valmistada karjabrigadire, samuti täiustada seadet ja parandada montaaži kvaliteeti.

2. Lüpsiviiside võrdlemine

Lüpsmine tavalise kantavate ämbritega lüpsiseadmega erineb torusselüpsiseadme abil lüpsmisest nii lüpsi kvaliteedilt kui ka oma mõjult piima kvaliteedile, aga samuti ka töötaja tööviljakuselt ning füüsiliselt koormuselt.

Tabelis 31 on kõrvutatud tähtsamate näitajate poolest tavaline masinlüpsiseade, torusselüpsiseade lõaspidamisega laudas ja torusselüpsiseade lüpsiplatsil.

Hinded tabelis on suhtelised ja on saadud kolme seadme võrdlemise teel.

Normaalse lüpsmise oluliseks eelduseks on stabiilne vaakum nisakannudes ja piima kiire ärajuhtimine kollektorist. Need nõuded on kõige paremini täidetud tavaliste

Tabel 31

Lüpsiseadmete võrdlusandmeid

Näitaja	Tavaline lüpsiseade	Torusselüpsiseade	
		laudas	lüpsiplatsil
Lüpsmise kvaliteet (vaakumi stabiilsus jne.)	3*	1	2...3
Eeldused kvaliteetse piima saamiseks	1	2	3
Tööviljakus	1	2	3
Füüsiline koormus lüpsmisel	suur	keskmine	väike
Eeldused tööoperatsioonide edasiseks mehhaniseerimiseks ja automatiseerimiseks	1	2	3
Seadme soetamiskulud ühe lehma kohta	väikesed	suured	väikesed

* 1 — halb, 2 — rahuldav, 3 — hea.

lüpsiseadmete juures, samuti ka lühikese piimatoruga lüpsiplatsidel. Eriti siis, kui toru on monteeritud madalale ja kaldu, nii et piim voolab selles isevoolu teel platsilt piimaruumi jahutile, kusjuures piima tõstmine vaakumi toimel kollektorist piimavoolikut mööda kõrgemal asuvasse piimatorusse jääb ära. Suhteliselt halvem olukord on pika piimatorustikuga torusselüpsiseadme puhul, kus vaakumi kõikumisi põhjustavad piima tõstmine piimavooliku kaudu kollektorist piimakraanini (1,7 kuni 2 m kõrgusele) ja transportimine piimatorus, eriti tõusude ületamine (joon. 55).

Käesoleval ajal ongi lauda torusselüpsiseadmete täiustamisel üheks peamiseks eesmärgiks nimetatud puuduste kõrvaldamine.

Parimaid eeldusi kvaliteetse piima saamiseks pakub lüpsmine lüpsiplatsil, kus tingimused on kõige hügieenilisemad: õhk on tolmuvaba ja ebasoovitavate lõhnadega vähem saastunud kui laudas ning udarate pesemiseks on duššidest võimalik kasutada rikkalikult puhast paraja temperatuuriga vett.

Ka võimalused lüpsioperatsioonide edasiseks mehhaniseerimiseks ja automatiseerimiseks (udarate pesemine, kuivatamine, massaaž, vaakumi katkestamine nisakannudes piimavoolu lõppemisel, piimahulga määramine ja registreerimine jne.) on lüpsiplatsil kõige paremad.

Tööviljakus on väikseim tavalise masinlüpsiseadmega lüpsmisel, sellest 15...30% suurem lauda torusselüpsiseadme, aga kõige suurem lüpsiplatsi kasutamisel. Samal ajal on lüpsja füüsiline koormus, vastupidi, kõige suurem tavalise seadme puhul ja väikseim lüpsiplatsil.

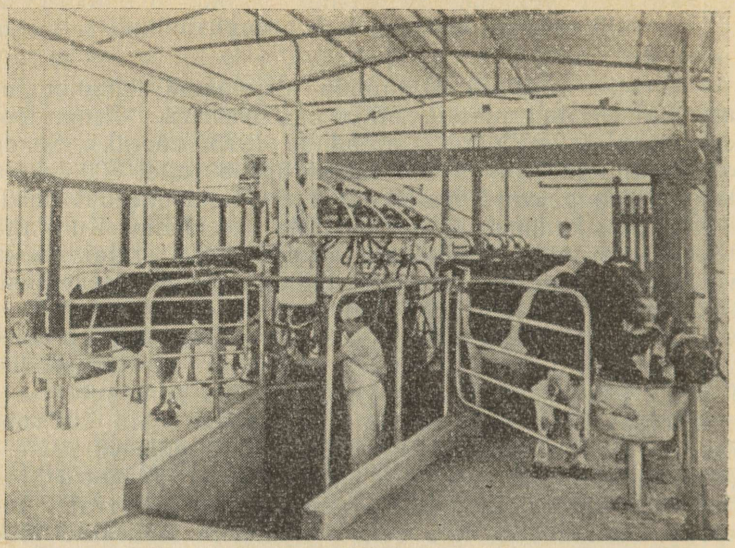
Soetamiskulud on kõige madalamad tavalisel ämbrisselüpsiseadmel, sellest aga 5...6 korda suuremad lauda torusselüpsiseadmel. Viimasega ligikaudu ühes hinnas on kalasaba-tüüpi lüpsiplatsi sisustus. Lüpsiplatsi kasutamisel olenevad kulud suuresti farmi suurusest ja töö organiseerimisest, sest sama plats võib teenindada kas ainult 120 lehma või kuni 360 lehma.

Nagu kinnitavad nii kodu- kui ka välismaa andmed, on lüpsitöid võimalik kõige efektiivsemalt mehhaniseerida lüpsiplatsidel.

3. Masinlüpsiseadmete arengusuunad

Tuleviku lüpsiplatsi näitena kirjeldame tehnoloogiat automatiseeritud platsil, mida üks Ameerika firma loodab kasutamiskõlblikuks arendada 1975. aastaks. Seade on kavandatud nii, et üks mees lüpsab sellel 500 lehma kaks korda päevas. Platsil on 2×6 tandem-tüüpi lüpsikohta, kuus kummalgi pool süvistatud keskkäiku. Kuna iga lehma saab lasta lüpsikohale või sellelt ära eraldi, on ka võimalik arvestada lehmade individuaalseid iseärasusi, mida aga kalasaba-tüüpi plats ega ka lüpsikarussell ei võimalda. Lüpsiaparaate hoiavad vertikaalteljel pöörlevad kangid. Lehma lüpsmist kontrollib elektronseadis. Platsile tulekul pestakse kõigepealt lehma udar automaatselt töötavate duššide abil ja kuivatatakse sooja õhu voolus. Edasi läheb lehm vabale lüpsikohale, mille värav seejärel automaatselt sulgub. Elektronandur loeb lehma kaelarihmalt numbri ja annab signaali edasi vastavale jõusööda automaadile, mis sellele numbrile määratud jõusöödakoguse puistab vastava lüpsikoha künasse. Lüpsja paneb alla lüpsiaparaadi nisakannud — see on ka ainuke tegevus, millega lüpsja on platsil otseselt seotud. Udara tervislikku seisukorda kontrollib eriline elektronseadis, mis registreerib vähimagi ebanormaalsuse piima koostises. Ta teeb seda täpsemalt, kui suudab määrata lüpsja eellüpsi ajal. Ebanormaalsuse esinemisel süttib signaaltuli. Ühtlasi registreerib seade juhtumi perfokaardile. Automaatselt registreeritakse ka igal lüpsil saadav piima kogus. Viimase alusel reguleeritakse ka järgmiseks lüpsiks jõusöödakogused. Piimavoolu lõppemisel lülitub automaatselt välja vaakum, nisakannud langevad nisadelt hoidjaisse — värav avaneb automaatselt ja lehm võib lahkuda platsilt. Igal lüpsikorral kulub lüpsjal lehma kohta keskmiselt 30 sekundit. Piimatorustik ja lüpsiaparaadid puhastatakse pärast lüpsi programmjuhtimisega automaatseadme abil.

Ligikaudu samas suunas täiustab lüpsiplatsi ka Saksa DV tehas VEB Elfa, mille toodangut («Impuls»-lüpsiseadmeid) meile praegu imporditakse. Uuel kalasaba-tüüpi lüpsiplatsil (joon. 56) on automaatseadmed udara lüpsiks ettevalmistamiseks ja vaakumi katkestamiseks piimavoolu lõppemisel. Igal lüpsikorral on võimalik piima hulka määrata vastava mõõteanuma näidu põhjal. Piimatorus-

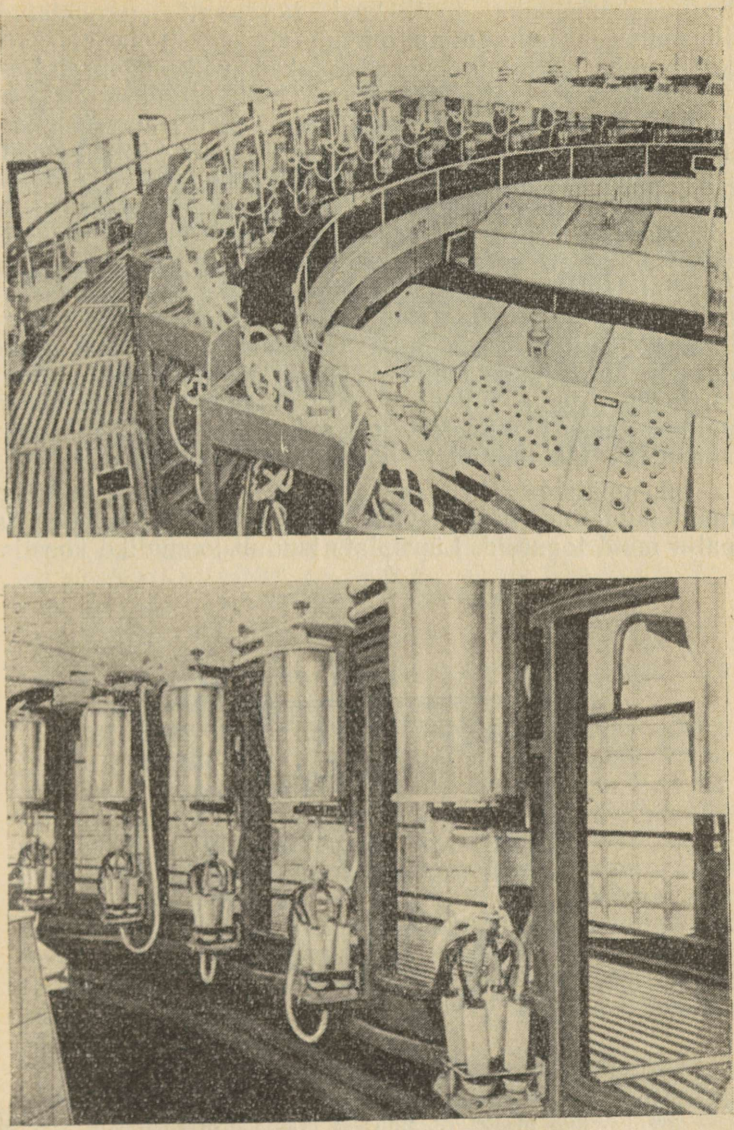


Joon. 56. Kalasaba-tüüpi lüpsiplats «Impuls» M 632. Võrreldes varasematega on platsi täiustatud piimamõõteballoonide, jõusõõdadosaatorite ja pneumaatiliselt juhitavate väravatega. Platsil on 2 × 5 lehmakohta ja seal töötab üks lüpsja

tiku, lüpsiaparaatide ja mõõteanumate puhastamine toimub poolautomaatse ringloputussüsteemi abil. Platsil on pneumaatilised uste avajad-sulgejad ja iga lüpsikoha jaoks on oma lüpsiaparaat, mis suurendab platsi läbilaskevõimet. Platsi tööjõudlus on kuni 35 lehma lüpsja kohta tunnis.

Teise uudse seadmena on samas väljatöötamisel kaht tüüpi lüpsikarussellid: 16 lehmakohaga tandem- ja 40 kohaga kalasaba-tüüpi karussell. Nende juures on lisaks eelkirjeldatule täielikult automatiseeritud ka piimatorustiku puhastamine. Seadme tootlikkus on 40...50 lehma lüpsja kohta tunnis (joon. 57). Mõlemad tüübid on ette nähtud suurtele farmidele, kus on 600 ja rohkem lehma.

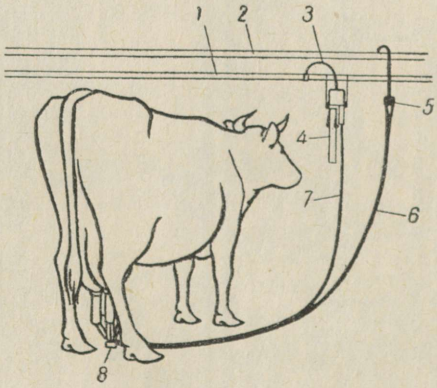
On alustatud ka uute, kaasaegsete kodumaiste lüpsi- ja piima esmastöötlemise seadmete tootmist. Põhiliseks lüpsiviisiks on torusselüps nii laudas kui ka lüpsiplatsil. Uutel torusselüpsiseadmetel on mitmeid täiustusi. Näiteks



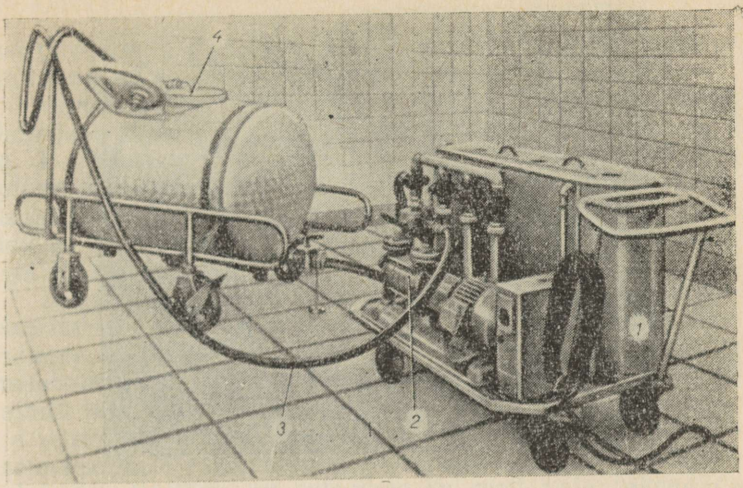
Joon. 57. Lüpsikarussell «Impuls» M 691-40. Lüpsikarussellil on 40 kalasaba-tüüpi paigutusega lehmakohta. Ta on ette nähtud 440 kuni 1000 lehmaga farmi, viimasel juhul töötatakse kahes vahetuses. Tootlikkus on kuni 200 lehma tunnis

on vaakumpumba tootlikkust tunduvalt suurendatud, lüpsmine ja jahutamine toimub üheaegselt ja pidevalt, kusjuures jahutamiseks kasutatakse väikesegabariidilist ja efektiivset plaatjahutit. Piima hulk nii üksikutel lehmadel (kontroll-lüpsi puhul) kui ka lehmarühmadel (lüpsja lehmagrupil) määratakse vastavate poolautomaatsete mõõteseadistega. Lüpsiseade varustatakse eritüüpi kraanidega, mis ühendavad lüpsiaparaadi vaakum- ja piimatoruga üheaegselt. Torustikke on võimalik monteerida lauta nii, et see ei sega söödajaoti liikumist jne. Lüpsiplatsidest hakatakse tootma tandem- ja kalasabatüüpi platse. Need varustatakse madalale asetatud piimatoruga, automaatsete piimamõõtjatega mõõteanumate asemel, automaatse puhastamisseadmega, jõusöödadosaatoritega, uste avamise mehhanismidega jne. Seadmed valmistatakse kvaliteetsetest materjalidest, mis suurendavad nende töökindlust ja hõlbustavad hooldamist.

Lüpsiplatside rakendamisel on vaja arvestada ka kõiki muid laudatöid, pidamisviisi, olemasolevat hoonestust ja palju muid tegureid. Lüpsiplats kuulub loomuliku koostis-



Joon. 58. Kontroll-lüpsiseade torusselüpsi jaoks: *1* — piimatoru; *2* — vaakumtoru; *3* — piimavoolik, mis ühendab mõõteriista piimatoruga; *4* — gradueeritud mõõtetoru, millesse eraldatakse 1,7% läbi seadme voolavast piimast; mõõtetoru on vahetatav: lehma lüpsmise lõpetamisel ta eraldatakse ja asendatakse tühjaga, et kohe võiks alustada järgmise lehma lüpsmist; *5* — pulsaator; *6* — vahelduvvaakumi voolik; *7* — piimavoolik; *8* — kollektor

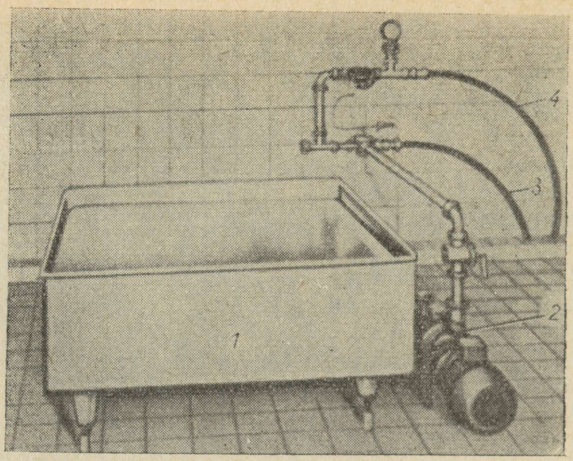


Joon. 59. Piimatankide puhastusseade: *1* — puhastuslahuste mahutid; *2* — pump; *3* — rõhuvoolik; *4* — pöörleva pihustite komplektiga varustatud kaas. Tanki puhastamiseks pritsitakse selle sisepinda pöörlevatest pihustitest ettenähtud aja vältel 8...10 atü rõhu all pesemis- ja desinfitseerimislahustega

osana vabapidamisega farmide (lautade) juurde. Lõaspidamisega lautades on ta seni vähe levinud.

Meil lüpstakse peamiselt tavaliste masinlüpsiseadmete ja lauta monteeritud torusselüpsiseadmete abil. Viimase leviku eeltingimuseks tulevikus on seadme tehniline täiustamine, kaadri kvalifikatsiooni tõus ja töö organiseerimise parandamine. Nii on praegu katsetamisel abinõud vaakumi stabiliseerimiseks nisakannudes ja piima kiireks ärajuhtimiseks kollektorist. Kontroll-lüpsil võetakse kasutusele lihtsad ja käsitsemisel mugavad piima hulga mõõtmise seadmed, mis ühtlasi eraldavad vajaliku piimakoguse rasvaproovi (joon. 58) jaoks, ja piimamõõtjad, mis võimaldavad määrata torust läbivoolava, s. t. iga lüpsja poolt lüpstud piima hulga.

On välja töötatud programmjuhtimisega piimatorustiku puhastamisseadmed, samuti piimatankide puhastamise poolautomaadid (joon. 59) jne. Samal ajal on ka väljaarendamisel ja eluõigust võitmas spetsialiseeritud individuaalne laudatöö organiseerimine, millel on kindlaid eeliseid just torusselüpsi kasutamisel.



Joon. 60. Seade piima kaugtranspordiks torustiku abil. Lauda piimaruumis asuv seadmestiku osa: *1* — piimamahuti; *2* — piimapump; *3* — piimatoru; *4* — suruõhutoru. Pumba *2* abil pumbatakse piim toru *3* kaudu piimatööstusse. Pumpamise lõpul lastakse piimatööstusest toru *4* kaudu torru *3* suruõhku, mis lükkab toru tühjendamise punni otse piima järel läbi piimatoru piimatööstusse. Sellele järgneb torustiku puhastamine ringloputussüsteemi abil. Ringloputuseks vajaliku silmuse moodustavad piima- ja suruõhutoru. Noolega on märgitud suruõhu liikumissuund

Sel puhul spetsialiseeruvad laudatöölised kindlatele tööaladele, mille eest nad täielikult vastutavad. Näiteks lüpsjad ainult lüpsavad ja vastutavad ühtlasi oma lehmade tervise, toodangu ja piima kvaliteedi eest; söötjate ülesandeks on kõigi söötade kohaletoimetamine ja ettejagamine, valvekarjakutel loomade puhastamine, lauda korrastamine jne. Selline tööjaotus võimaldab laudatöötajatel kergemini omandada hea erialase vilumuse ja kõrge tööviljakuse.

Lüpsitöö hõlbustamiseks lõaspidamisega lautades, esmajoones piima kandmise vähendamiseks, on katsetatud ja mõnel pool kasutusel tavalise masinlüpsiseadme modifikatsioone, nagu lüpsmine kaherattalisele kärule asetatud transpordikannu või eriplatvormile paigutatud transpordikannudesse, lüpsmine sõnnikukäigus liikuvasse piimatanki jne. Need seadmed on torusselüpsiseadmega

võrreldes väga odavad, kuid nad pole suurtes lautades mitmesugustel põhjustel otstarbekohasteks osutunud.

Progressiivse viisina on piima esmastöötlemisel praegu kasutusel piima hulgikäsitsemine tankmeetodil (vt. § 7 p. 1). Uudisarenguna on aga juba praktikasse levimas piima kaugtransport torustiku kaudu (joon. 60). Torutransporti kasutatakse nii majandi ja piimatööstuse vahel kui ka suurfarmi mitme lauda piima kogumiseks hoidlasse või töötlemispunkti.

Seega on lüpsmise ja piima esmastöötlemise mehhaniseerimisel tehtud viimastel aastatel silmapaistvaid edusamme. On asutud ka neid tööprotsesse ja -operatsioone mehhaniseerima ja automatiseerima, mida seni arvati ainult inimest korralikult tegevat (udara ettevalmistamine ja seisukorra kontroll, nisakannude altvõtmine jne.). Uudsete seadmete rakendamine on esmajoones võimalik lüpsiplatsidel. Seetõttu on tulevikus ka meil vaja rakendada selliseid lüpsikarja pidamisviise ja tehnoloogiat, mis võimaldaks kasutada suure tootlikkusega automatiseeritud lüpsiplatse.

4. Lüpsitööde mehhaniseerimine lõaspidamisega laudas

Meie lautades sobivad nii tavalised masinlüpsiseadmed kui ka torusselüpsiseadmed iga tehnoloogiaga, mida kasutatakse muudel laudatöödel, s. o. söötmisel ja sõnniku koristamisel. Sealjuures on mõningaid eri nõudeid, mida tuleb silmas pidada. Tavalist seadet pole näiteks soovitatav monteerida lautadesse, kus sõnnik koristatakse traktoribuldooseriga. Neis lautades on enamasti raske hoida sõnnikukäik nii puhas, et vastaks hügieeninõuetele ämbrisselüpsmisel. Torusselüpsiseadme puhul esinevad mõningad raskused läbisõidetavate sööda- ja sõnnikukäikudega lautades, kus piimatoru tuleb monteerida käikude ületamiseks kõrgele, mis halvendab seadme tööd. Üheks väljapääsuks on siin piimatorude monteerimine lauda keskpõikkäigus põranda alla.

Mõlemal seadmel on eeliseid ja puudusi, nagu selgus tabelist 31. Neid ja veel muid asjaolusid tuleb arvestada seadme soetamisel.

Tavalised masinlüpsiseadmed on lihtsad, töökindlad ja nende käsitsemiseks on meil praegu igas majandis vajalikke oskusi ja kogemusi.

Lüpsiseadmetest töötavad kolmetaktilisel režiimil ДА-3М ja «Volga», kahetaktilised on Saksa DV-st imporditav «Impuls» M-59 ja kodumaistest ДПР-2 ning ДА-2 «Maiga». Kahest viimasest kasutatakse meil praegu ainult üksikuid seadmeid.

Ekspluatatsioonilistelt omadustelt on kolm esimest seadet praktiliselt võrdsed ja vastavad kaasaegsetele lüpsiseadmetele esitatavatele nõuetele. On siiski tähelepanekuid, et füsioloogilisest seisukohast on kolmetaktilised lüpsiaparaadid lehmadele kohasemad kui kahetaktilised: nad näivad vähemal määral mastiite põhjustavat kui kahetaktilised. Vahe ilmneb rohkem siis, kui lüpsitehnika ja lüpsiaparaatide käsitsemine on puudulik. Kõige enam mastiidijuhtusid on täheldatud kahetaktilisele töörežiimile ümberseadistatud lüpsiaparaatide ДА-3М ja «Volga» kasutamisel.

Lüpsiseadme soetamisel tuleb arvestada esmajoones seda, missugused seadmed on seni majandis kasutusel. Kui kogu majandis on ühte tüüpi lüpsiseadmed, siis on nende korraspidamine ja varuosadega täiustamine hõlpsam.

Individuaalselt hooldatava lehmagrupi suuruseks tavalise lüpsiseadme kasutamisel on 25...35 (40) lehma. Arv sõltub muude tööde osatähtsusest, mis lüpsjal peale lüpsmise on teha, ajakulust ja füüsilisest koormusest nendel töödel. Kui lüpsja peale lüpsmise ja piimainventari puhastamise jaotab kohaletoodud (ja kärudesse laaditud) söödad ning korrastab osaliselt ka asemed (allapanu on kohale toodud ja laotatud), siis võib lehmagrupp olla maksimaalse suurusega. Vilunud lüpsjal ei kulu antud arvu lehmade lüpsmiseks üle kahe tunni, s. t. lüpsiaeg on normaalse pikkusega.

Kogemused ja uurimisandmed kinnitavad, et lüpsmisel saadakse kõige paremaid tulemusi individuaalselt töötades. Põhjuseks on asjaolu, et lüpsja toimingud lüpsi kestel on arvukad ja mitmekesised ning seotud omavahel kindlate ajaintervallidega. Seetõttu pole siin rühmatöö otstarbekohane. Väga raske on kooskõlastada töötajate tegevust ja otsese vastutuse puudumise tõttu sagenevad udarahäired, väheneb toodang, suureneb ahtruse esinemine jne. Seetõttu on käesoleval ajal rühmatööst kõikjal loobutud.

Ämbrisselüpsmisel kasutab lüpsja normaalselt kaht

kuni kolme, mõnel juhul ka nelja aparaati. Väiksemad arvud on maksvad kahetaktiliste, suuremad kolmetaktiliste kohta. Põhinõudeks on lüpsta udar tühjaks masina abil. Käsitsi vaid kontrollitakse kahtluse korral udara olukorda pärast nisakannude altvõtmist. Lehmade õige kohtlemise, õige lüpsitehnika ja korras lüpsiseadme puhul jääb käsitsi järellüps ära. Ainult üksikud, enamasti vanemad lehmad, keda varem on lüpstud käsitsi, vajavad järellüpsmist. Mõnes laudas või lüpsja lehmagrupis on aga käsitsi järellüpsi vajavaid lehmi üle 10% või esineb nn. «teistkordse sõõrdumisega» lehmi. See osutab ilmselt lehmade ebaõigele kohtlemisele ja valele lüpsitehnikale (mitteõigeaegne või puudulik lehma ettevalmistamine lüpsiks, nisakannude enneaegne allapanek või liiga kauaks allajätmine, vaheldumisi lüpsmine mõnel lüpsikorral masinaga, mõnel käsitsi jne.) või mittekorras lüpsiseadmele (vaakum pole normis ja on ebastabiilne, lüpsiaparaadi pulsaator, nisakummid jne. pole korras). Siia ei kuulu muidugi need üksikud lehmad, kes udara, nisade või ka närvikava ebanormaalsuste tõttu pole masinaga lüpstavad ja kes varem või hiljem tuleb karjast välja praakida.

Tööajakulu orienteeruv struktuur ämbrisselüpsil on esitatud tabelis 32.

Tabel 32

Töökulu struktuur lüpsmisel ämbrisselüpsiseadmega
(ühe lehma kohta lüpsikorral)

Tegevus	Ajakulu min
Lehma ettevalmistamine lüpsiks ja eellüps	1,1*
Udarapesuvee ja nisakannude desolahuse vahetamine	0,2
Nisakannude allapanek	0,5
Lüpsi jälgimine ja udara kontroll	0,5
Nisakannude altvõtmine ja kastmine desolahusesse	0,5
Piima kandmine kurnale ja kurnamine	0,6
Käsitsi järellüps	0,2
Muud tegevused	0,2
Kokku	3,8

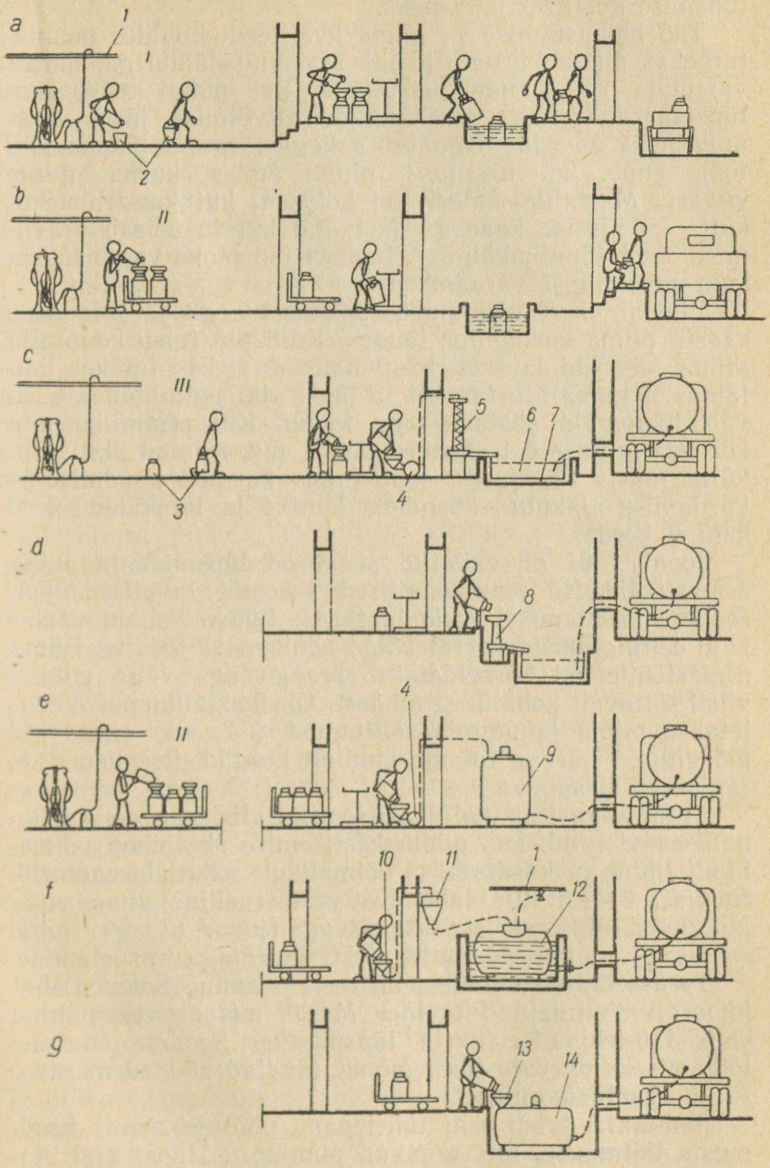
* Üksiktegevuste ajakulu hulgas on ka lüpsja liikumise ja lüpsiinventari edasikandmise aeg.

Need arvud iseloomustavad keskmist töötajat, kes lüpstes 15...16 lehma tunnis, täidab korralikule lüpsile esitatavaid nõudeid, kindlustab lehmade hea tervise ja toodangu. Sõltuvalt lüpsjast, töötingimustest ja lehmadest esineb nendest arvudest tunduvaid kõrvalekaldumisi ning tunnis lüpstud lehmade arv kõigub 12-st 20-ni või isegi rohkem. Töötaja intelligents, teadmised ja oskused mõjutavad lüpsmisel töötulemusi rohkem kui ühegi teise töö juures loomakasvatuses.

Masinlüpsiks hästi kohaste lehmade korral on võimalik ajakulu, võrreldes tabelis 32 toodud arvudega, vähendada lehma lüpsiks ettevalmistamise, masinaga ja käsitsi järellüpsi ning lüpsi jälgimise arvel. Kui töötingimused on eriti soodsad (kuivad puhtad asemed, piima laudas kurnamine, täiesti terve kari), saab veel tööd säästa esmajoones piima kurnale kandmise ja kurnamise, lehmade ettevalmistamise ja nisakannude desolahusesse kastmise arvel. Kokku võib sel puhul lüpsja üksiktegevuste ajakulu lehma kohta vähendada kolme minutini

---

Joon. 61. Lüpsi- ja piima esmastöötlemise viise tavalise lüpsiseadme puhul: *I* — piim valatakse masinlüpsiämbrist kandelüpsikusse ja viiakse sellega kurnamisruumi (praegu enam levinud tööviis); *II* — piim kurnatakse platvormkärule asetatud transpordikannudesse laudas, see võimaldab suurt ajasäästu; *III* — piim kantakse kurnamisruumi masinlüpsiämbriga, ümber valamata (soovitatav tööviis), see on hügieenilisem ja aegasäästvam kui *I* viis; *a* ja *b* — piima esmastöötlemine transpordikannudes, aegunud viis; *c* — piim jahutatakse lamejahutil ja säilitatakse jääveebasseini asetatud piimavannis, kõrge lamejahuti tõttu tuleb kasutada piimapumpa, mis on tülikas; *d* — sama, mis eelmine, kuid madal lamejahuti ja süvendbasseini asetatud piimavann võimaldab pumbata läbi saada; *e* — piim jahutatakse ja säilitatakse tankis TÜM-1200, viimase kõrguse tõttu tuleb kasutada piimapumpa; *f* — piim eeljahutatakse vaakumjahutiga ja jahutatakse ja säilitatakse jääveebasseini asetatud hermeetilises piimatankis, vaakumiga imetakse piim vastuvõtunõust läbi kurna ja eeljahuti tanki; *g* — piim jahutatakse ja säilitatakse süvendisse paigutatud jahutus-säilitustankis BO-1000, mis on soodsalt madala ehitusega; see viis on vaadelduist kõige lihtsam; *1* — vaakumtoru; *2* — kandelüpsik; *3* — lüpsiaparaadi varuämber; *4* — piimapump; *5* — kõrge lamejahuti; *6* — piimavann; *7* — jääveebassein; *8* — madal lamejahuti; *9* — jahutus-säilitustank TÜM-1200; *10* — piima vastuvõtunõu; *11* — vaakumjahuti koos kurnaga; *12* — jääveebasseini asetatud hermeetiline piimatank; *13* — kurn; *14* — jahutus-säilitustank BO-1000


a
1
I
2
b
II
c
III
3
4
5
6
7
d
8
e
II
4
9
f
10
11
1
12
g
13
14

lüpsikorral ja rohkemgi, ilma et lüpsinõuete täitmine ja lüpsmise kvaliteet halveneks.

Töö hõlbustamise ja piima kvaliteedi huvides on otstarbekas piima kurnale kanda masinlüpsiämbriga, ümber valamata nn. kandelüpsikutesse. Sel puhul asetatakse lüpsiaparaadi kaas nisakannude altvõtmise järel varuämbrile ja aparaat pannakse sellega järgmise lehma alla tööle enne, kui kasutusel olnud ämber kurna juurde viiakse. Masinlüpsiämbrit on hõlpsam kui kandelüpsikut katta ka ajutise kaanega (sel ajal kui ta seisab äraviimise ootel sõnnikukäigus). Ladusa töö jaoks vajab lüpsja kaht masinlüpsi varuämbrit.

Lihtsal viisil võimaldab lüpsmisel aega ja jalavaeva säästa piima kurnamine laudas. Kuid see tuleb kõne alla ainult siis, kui laut on hästi õhustatud, kasutatakse küllaldaselt kuiva alusturvast ja lüpsi ajal pole laudas teravalt lõhnavaid söötasid ega tolmu. Kui piima kurnata korraga mitmesse transpordikannu, mis asuvad platvormkärul lüpsja läheduses, saab piima kurnale kandmise ja kurnamise ajakulu vähendada kuni 4 ja läbikäidud teed kuni 6 korda.

Joonisel 61 on esitatud peamised lüpsmise ja piima esmastöötlemise tehnoloogilised skeemid tavalise lüpsiseadme kasutamisel meie lautades. Lüpsmisel on vastavate eeltingimuste korral kõige edukam II tööviis. Piima esmastöötlemist korraldatakse praegu aga väga mitmel viisil sõltuvalt kohalikest oludest. Üksikasjalikumalt käsitletakse piima jahutamist-säilitamist § 7, siin olgu vaid märgitud, et areng toimub kindlalt hulgikäsitsemise, s. o. tankmeetodi suunas.

Mitmesugustest hulgikäsitsemise viisidest on ratsionaalsemad need, kus piima käsitsemise skeem on võimalikult lihtne ja kasutatakse võimalikult vähe abiseadmeid. Joonisel 61 esitatud lahendustest on selline viimane — jahutus-säilitustanki kasutamisega (joon. 61, *g*), mille eelduseks on katkestamatu elektrienergiaga varustamine.

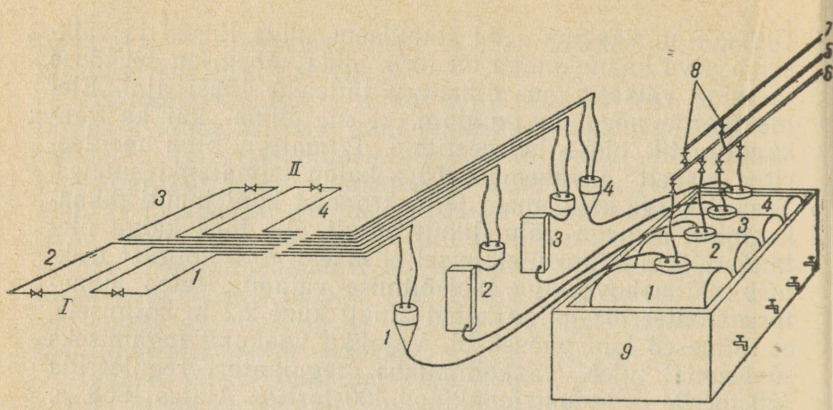
Torusselüpsiseadmetest on meil peamine Saksa DV-st imporditud «Impuls-Pipeline» M 620, mis on ette nähtud kuni 110-lehmalise karja lüpsmiseks. Seadme edukaks töötamiseks on vaja täita mõned kindlad nõuded montaažil ja ekspluateerimisel.

Montaažil tuleb eriti tähelepanu pöörata nende tingimuste täitmisele, mis tagavad piimatorus lüpsi ajal stabiilse ja normikohase vaakumi, s. o. 350 ... 380 torri *.

Üldiselt on vaakum seda stabiilsem, mida lühem ja väiksema arvu käänakutega on toru, mida vähem on sel tõuse ja mida väiksem on piimatoru täiteaste lüpsi ajal. Elementaarne nõue on muidugi, et nii piima- kui ka vaakumtorustik oleks hermeetiline. Piimatoru olgu monteeritud sirgelt ja vähemalt 0,5% kaldu piimatanki suunas. Trassil kõige kaugemast piimakraanist kuni jahuti piimakogujani esinegu võimalikult ainult üks tõus käigu ületamisel. Kui käigu ületamisel ei määra toru kõrgust traktori- või hobuveokiga läbisõitmise vajadus, tuleb piimatoru monteerida käigu kohal ainult kuni 2,2 m kõrgusele, et inimesed läbi pääseksid. Vajaliku vaakumi tagamiseks süsteemis tuleb vaakumpumba regulaator reguleerida 550 torrile ja reduktsioonklapp 400 torrile. Alates 1968. a. on seadme lüpsiaparaatide kollektori põhjakoonuses 0,5 mm läbimõõduga õhuava, mis soodustab piima äravoolu piimatorusse. Sellise avaga on soovitatav varustada ka varasemad lüpsiaparaadid. Reduktsioonklapp tuleb sel juhul reguleerida 430 ... 450 torrile.

Peale nende nõuete täitmise on vaja monteerimisel veel silmas pidada, et hiljem seadme ekspluateerimisel lüpsjate töö kulgeks ladusalt ja häireteta. Selleks tuleb 200-kohalisse lauta monteerida kaks seadet mitte ühise vaakummagistraaliga, vaid täiesti eraldi. Nii välditakse seadmete ekspluateerimisel asjatuid ootamisi. Kui ühel laudapoolel on lüps lõpetatud, saab seal kohe alustada torustiku puhastamisega. See pole võimalik, kui seadmetel kogu lauda ulatuses on ühine vaakummagistraal. Majandite kogemused näitavad, et töötajate individuaalse vastutuse, loomade tervise ja kõrgema toodangu huvides tuleb seade monteerida selliselt, et igal lüpsjal oleks oma eraldi piimatank. Ainult üksikutes majandites on olnud võimalik küsimust rahuldavalt lahendada nii, et toodetud piim jaotatakse lüpsjatele individuaalarvestuseks kontrolllüpsi alusel. Vanemate tüvikoonusjahutitega seadmete puhul on lihtne igale lüpsjale paigaldada oma piimatank; seda muidugi juhul, kui ühe seadmega töötab 2 lüpsjat, nagu on normaalne. Praeguse plaatjahutiga seadme puhul läheb aga kogu piim ühele jahutile. Siin peab seadet paratamatult täiustama lisajahutiga-kurnaga, vaakumi stabiilsuse tagamiseks on aga vajalik kolmas vaakumpump (joon. 62).

* 1 torr = 133,3 N/m².



Joon. 62. 200-kohalise lauda torusselüpsiseadme piimaliini skeem: seade on täiustatud kahe lisajahutiga, et igal lüpsjal oleks oma piimatank; *I*, *1* ja *2* — esimese laudapoole piimatorustiku silmused ja vastavad jahutid ning piimatankid; *II*, *3* ja *4* — teise laudapoole piimatorustiku silmused, jahutid ja piimatankid; *1* ja *4* — tüvikoonusjahutid; *2* ja *3* — plaatjahutid; *5* — esimese laudapoole vaakumpumba haruvaakumtoru; *6* — teise laudapoole vaakumpumba haruvaakumtoru; *7* — abivaakumpumba vaakumtoru, mis kraanide *8* abil ühendatakse põhivaakumpumpade harutorudega; *9* — jääveebassein

Kui pole võimalik hankida teist plaatjahutit, tuleb kasutada olemasolevaid tüvikoonusjahuteid. Et nende jahutusvõime on puudulik, peab piima säilitustankis täiendavalt jahutama. Tank paigutatakse kas jääveebasseini, varustatakse jahutussärgiga või jahutusspiraaliga.

Teatud määral aitab individuaalset vastutust tõsta ka kahe kurna-piimakoguja monteerimine plaatjahuti ette (joon. 63): kummalgi lüpsjal on oma kurn (piimatoru silmusel), mis võimaldab otsustada piima puhtuse üle, piima kogus tuleb aga jaotada kontroll-lüpsi alusel.

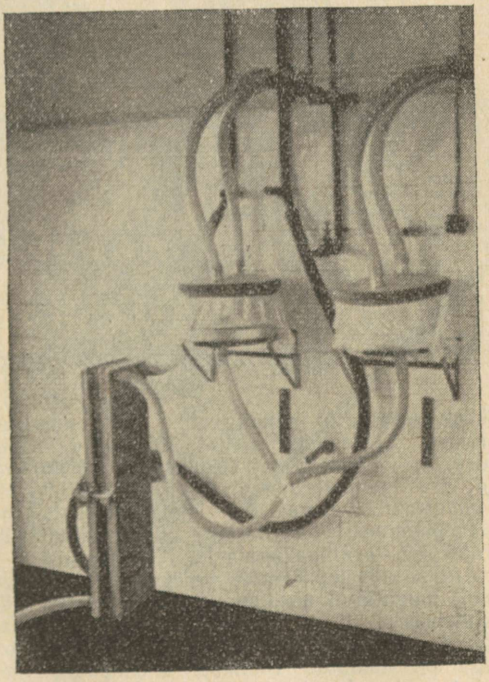
Oluline montaažinõue on veel puhastusseadme torustiku paigaldamine selliselt, et piimatorustiku puhastamisel oleks töötajal hõlpus ühendada piimatorude otsi reliisri imi- ja toitetoruga ning muuta iga lüpsi järel puhastuslahuste liikumissuunda piimatorustikus. Puhastusseadme torustiku montaaži põhimõttelisi skeeme ja vastavaid voolikute ühendamisviise plaatjahuti kasutamisel on antud joonisel 64.

Vaakumi stabiilsuse huvides on soovitatav ühte piimatorusse lüpsta korraga mitte rohkem kui nelja aparaa-

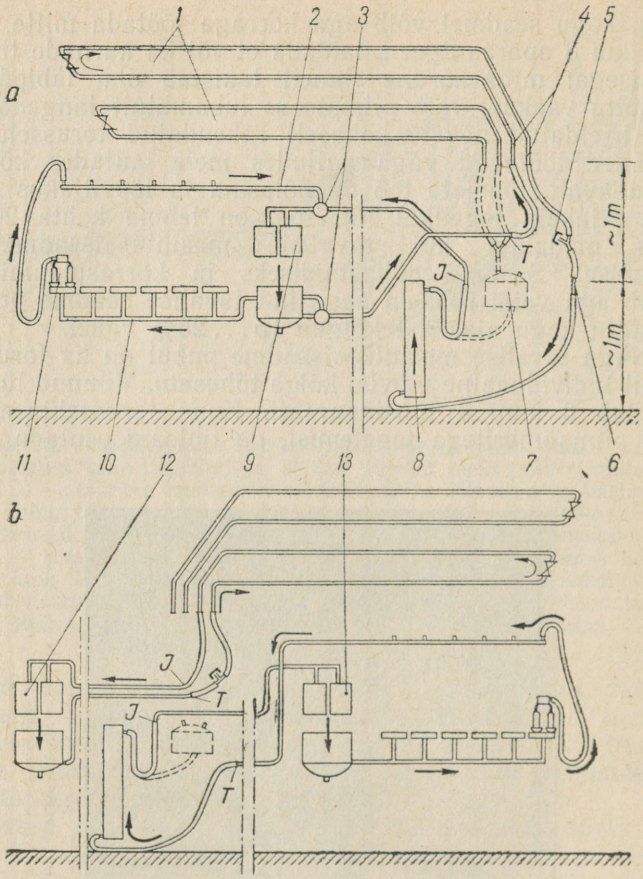
diga, kogu seadmel võib aga korraga töötada mitte rohkem kui 8 aparaadiga. Liialdada ei või ka kurnade tihendamisega: mitmekordne flanell takistab õhu läbipääsu, mistõttu vaakum võib piimatorus lubamatult langeda.

Kirjeldatud nõuete kohaselt rakendatud torusselüpsiseadmed töötavad väga paljudes meie lautades kõigiti rahuldavalt, lüpsjate töö on hõlpsam ja tööviljakus suurem. Ajakulu tegelikul lüpsitööl on lehma kohta 20... 30% madalam kui tavaliste masinlüpsiseadmetega lüpsmisel. Seadme puhastamiseks ja korraspidamiseks kulub aga veidi rohkem aega kui tavalise seadme puhul, mistõttu kogu ajasääst kõigub 15...25% vahel.

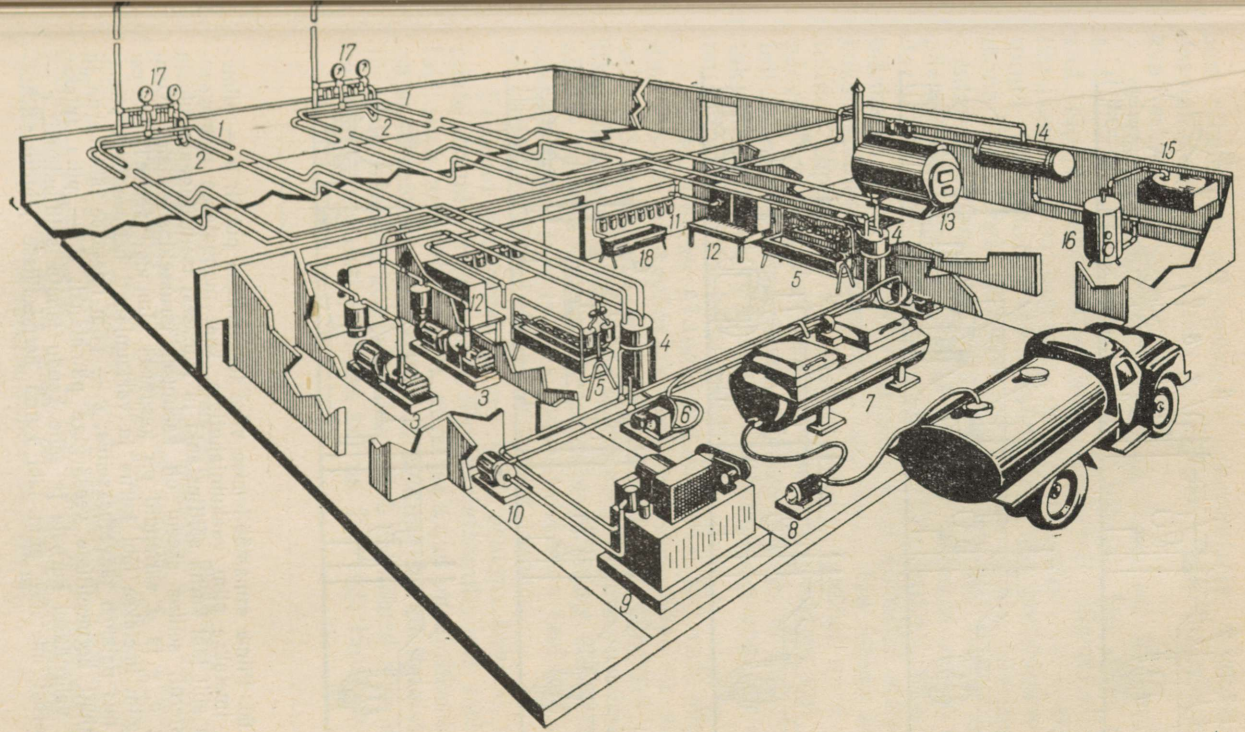
Nagu tavalise masinlüpsiseadme puhul on ka torusselüpsil individuaalne tööviis kõige tõhusam. Vilunud lüpsja kasutab 3 kuni 4 lüpsiaparaati. Kuna torusselüpsmisel pole piimaämbritega tegelemist, on lihtsam osutada roh-



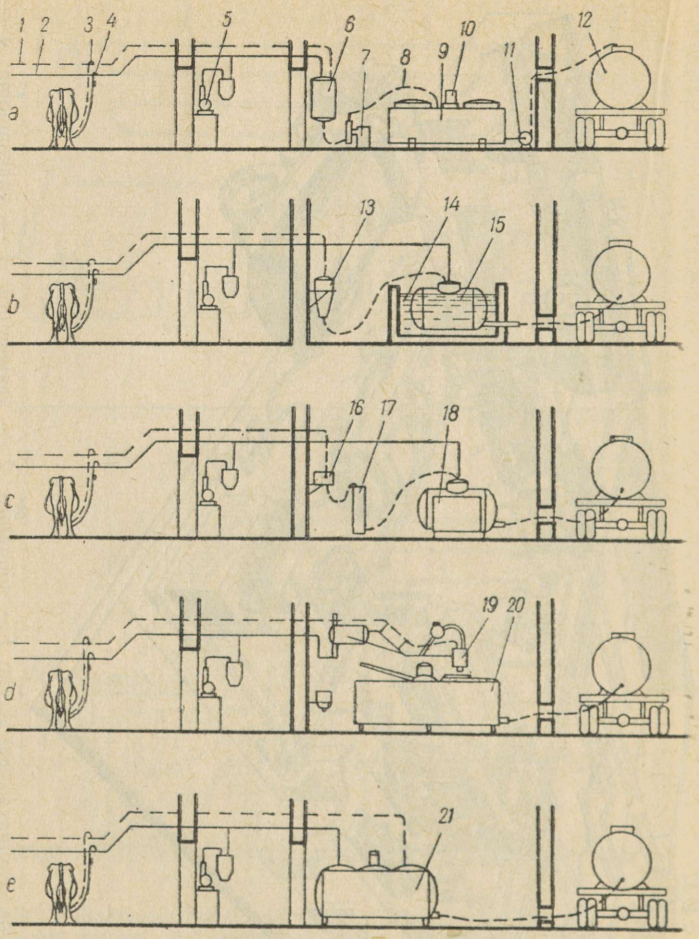
Joon. 63. Kahe piimakoguja ja kurnaga plaatjahuti



Joon. 64. Puhastusseadme ja piimatorustiku ühendamisskeem: *a*) seadmel on üks reliiser; *b*) seadmel on kaks reliisrit; *1* — piimatorustiku silmused laudas; *2* — lüpsiaparaatide puhastamisseadme imitoru; *3* — kolmikkraanid; *4* — piimatorude otsad; *5* — kork Y-tüki ühe haru sulgemiseks puhastamise ajaks; *6* — viniduurtorust vahetükk suure piimavooliku ja piimatoru otstel olevate piimavoolikute ühendamiseks puhastamise ajaks; *7* — piimakoguja koos kurnaga; *8* — plaatjahuti; *9* — reliiser; *10* — lüpsiaparaatide pesemisseadme toitetoru; *11* — pesemisseadmele paigutatud nisakannud; *12* — reliiser piimatorustiku silmuste puhastamiseks; *13* — reliiser lüpsiaparaatide ja plaatjahuti puhastamiseks; *J* — reliisri imitoru ots; *T* — reliisri toitetoru ots. Katkendjoonega on näidatud voolikute ühendamine lüpsmise ajal. Nooled osutavad puhastamislahuste liikumissuunda



Joon. 65. Torusselüpsiseadme «Daugava» 200 skeem: *1* — piimatoru; *2* — vaakumtoru; *3* — vaakumpump; *4* — piima vaakumjahuti; *5* — lüpsiseadme puhastamisseade; *6* — piima membraanpump; *7* — piimatank; *8* — piima tsentrifugaalpump; *9* — külmutusseade; *10* — jahutusveepump; *11* — mõõtesilindrid kontroll-lüpsi jaoks; *12* — tagavaraosade kapp; *13* — aurukatel; *14* — boiler; *15* — soojaveepaak; *16* — elektriboiler; *17* — vaakumregulaator; *18* — vann



Joon. 66. Piima esmastöötlemise viise torusselüpsi puhul: *a* — piimatorust imetakse piim vaakumjahutisse, kust pumbatakse membraanpumba abil läbi kurna säilitustanki ja viimasest tsentrifugaalpumbaga veotsisterni; selline skeem on kasutusel torusselüpsiseadmel «Daugava»; *b*, *c* ja *d* variandid on kasutusel «Impuls-Pipeline'i» juures: *b* — piim imetakse läbi kurna ja vaakumjahuti hermeetilisse piimatanki, mis paikneb jääveebasseinis; *c* — piim imetakse läbi kurna ja plaatjahuti hermeetilisse veesärgiga piimatanki; *d* — piim antakse reliisri vahendusel kurnale ja selle kaudu jahutus-säilitustanki; *e* — piimatorust imetakse piim läbi kurna hermeetilisse jahutus-säilitus-

kem tähelepanu udarapesuvee vahetamisele, nisakannude desolahusesse kastmisele ja eellüpsile, mis on eelduseks kvaliteetsema piima saamisel.

Normaalne lehmade arv lüpsja kohta on 50 kuni 60, s. t. ühe lüpsiseadmega töötab 2 lüpsjat. Sel juhul peavad lüpsjad spetsialiseeruma peamiselt lüpsmisele ja lüpsiseadme hooldamisele, millele lisandub ka vastpoeginud lehmade ja ternespiimavasikate hooldamine ja mõne söödaliigi (jõusööt) jaotamine. Kuna lüpsiks ja seadme hooldamiseks kulub 6,5...8 minutit looma kohta päevas (kui lüpsvaid lehmi on 80% loomade arvust laudas), siis loetletud ülesannetega kokku kujuneb tööpäeva pikkuseks 8,5...9 tundi. Seepärast on küllaltki otstarbekaks osutunud töökorraldus, kus 100...110 lehma kohta tuleb 2 lüpsjat ja üks asenduslüpsja. Igaühel on 4 tööpäeva järel 2 puhkepäeva. Torusselüpsiseadme kui küllalt keeruka seadme juures on väga oluline, et seda kasutaks vilunud, püsiva koosseisuga töötajate grupp. See nõue on eeltoodud juhul hästi täidetud.

Võttes aluseks 41-tunnise töönädala, kujuneb siintoodud töö- ja puhkepäevade jaotuse puhul tööpäeva pikkuseks 8,8 tundi, mis on kooskõlas eespool märgitud vajaliku tööpäeva pikkusega. Sõltuvalt mehhaniseerimisest, sööda- ja allapanuvarude paigutusest ning töökorraldusest on selles laudas lüpsjatele lisaks vaja veel karjakuid ja karjak-valvureid, kokku 3 kuni 4 inimest.

Esitatud töökorraldus on meil praegu kohane keskmiste tootmistingimustega lüpsikarjafarmile, kus veel küllalt suur arv lehmi pole päris sobivad masinlüpsiks ja vajavad seetõttu aegaviitvat individuaalset kohtlemist, kus lüpsjate erialane ettevalmistus jätab mõnikord soovida ja seadmed pole alati parimas korras. Kui aga lüpsjate vilu-

---

tanki; *1* — piimatoru; *2* — vaakumtoru; *3* — piimakraan ja -voolik; *4* — vaakumkraan ja -voolik ning pulsaator; *5* — vaakumpump; *6* — vaakumjahuti; *7* — piima membraanpump; *8* — piimavoolik; *9* — piimasäilitustank; *10* — segisti ajam; *11* — piima tsentrifugaalpump; *12* — piimaveotsistern; *13* — tüvikoonus-vaakumjahuti koos kurnaga; *14* — jääveebassein; *15* — hermeetiline piimatank; *16* — piimakoguja koos kurnaga; *17* — plaatjahuti; *18* — hermeetiline veesärgiga piimatank; *19* — reliiser; *20* — jahutus-säilitustank; *21* — hermeetiline jahutus-säilitustank

mus on suur, torusselüpsiseade heas korras ja lehmad masinlüpsiks kohased, võib lüpsja täieliku spetsialiseerumise korral toime tulla eelmärgitust kuni kaks korda suurema arvu lehmade lüpsmisega. Näiteks on Eesti Loomakasvatuse Instituudi Tartu näidissovhoosi mõnes laudas lüpsja lehmagrupi suurus kuni 113 lehma.

Peale kirjeldatud torusselüpsiseadme on vennasvabariikides kasutusel Läti NSV-s toodetav torusselüpsiseade «Daugava» 100 ja 200. Üldiselt tööprintsiibilt sarnaneb see eelkirjeldatuga (joon. 65). Viimastel aastatel on seadet mitmeti täiustatud ja erinevalt joonisel esitatust on seade nüüd plaatjahutiga.

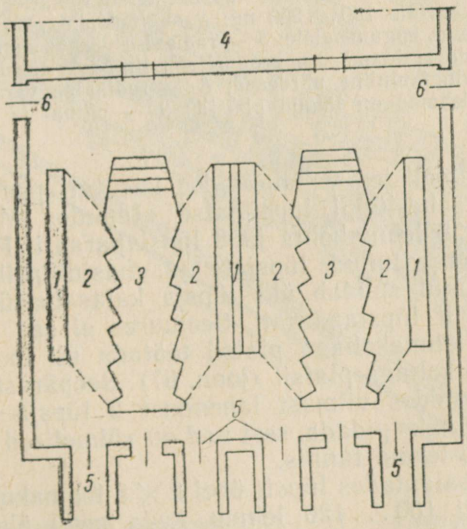
Vastandina lüpsmisele tavalise masinlüpsiseadmega, kus lüpsmise tehnoloogia ja tööviljakus sõltub märgatavalt sellest, kuidas piima kurna juurde toimetatakse ja kurnatakse, ei esine torusse lüpsmisel olulisi erinevusi lüpsiviisides. Erinevused lüpsmise ja piima esmastöötlemise kompleksses tehnoloogias on siin tingitud peamiselt mitmesugustest piima jahutamis- ja säilitamisviisidest. Joonisel 66 on esitatud mõned põhimõttelised piima esmastöötlemise kaasaegsed lahendused torusselüpsi puhul. Siin on perspektiivne hermeetiline jahutus-säilitustank, kus piima jahutatakse ja säilitatakse ettenähtud temperatuuril (4° C) täielikult automatiseeritud külmutusseadmega (joon. 66, *e*).

Lüpsmine lüpsiplatsil lehmade lõaspidamisega lautades on praegu alles katsetamisjärgus. Kuid lüpsiplatside intensiivse arengu tulemusel ja paljude lüpsioperatsioonide automatiseerimisel võib ka täiuslike lüpsiplatside rakendamine lõaspidamisega lautades otstarbekohaseks osutuda. Laudas on vaja korraldada loomade ladus ringliiklus, asemed varustada automaatselt sulguvate lõõgadega, ette näha käikude mehhaniseeritud puhastamine jne. Peale tööviljakuse suurendamise ja töö hõlbustamise lüpsmisel võimaldab selline tehnoloogia saada ka kvaliteetsemat piima kui laudas asemetel lüpsmisel.

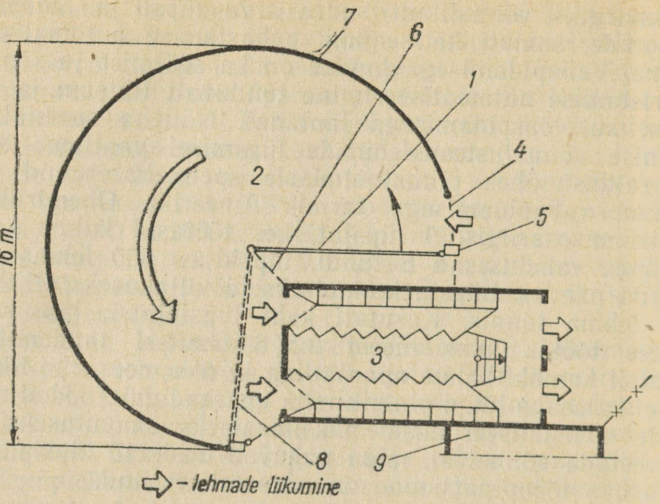
5. Lüpsmine lehmade vabapidamisel

Vabapidamisega karjafarmis lüpstakse lüpsiplatsil või lüpsikarussellil. Lüpsiplatsi kasutatakse enamasti kuni 600 lehmaga farmides, lüpsikarusselli aga veel suuremates. Lüpsiplatside ja lüpsikarussellide edasiarendamisel on

eesmärgiks võimalikult suure arvu lüpsi- ja abioperatsioonide, samuti ka seadme puhastamise automatiseerimine. Vabapidamisega laudas on ka söötmise ja sõnniku koristamise automatiseerimine tunduvalt lihtsam ja odavam kui lõaspidamisega lautades. Näitena spetsialiseerumise võimalustest lehmade lüpsmisel vaatleme tööde korraldust ühes piimatootmisele spetsialiseerunud 1000 lehma vabapidamisega farmis Ameerika Ühendriikides Arizona osariigis. 9 lüpsjat, kes töötasid kolme kaupa kolmes vahetuses à 8 tundi, lüpsid *ca* 900 lehma kaks korda päevas. Lüpsja keskmiseks tööviljakuseks oli 25 ... 30 lehma tunnis. Kasutati kaht lüpsiplatsi: igas vahetuses töötas kaks meest 2×6-kohalisel tandem-tüüpi platsil kumbki kolme aparaadiga ja üks mees 2×4-kohalisel kalasaba-tüüpi platsil nelja aparaadiga. Toodud näide pole spetsialiseerumise maksimaalseks saavutuseks, kui arvestada võimalusi, mida pakuvad uusimad lüpsiplatsid, kus osa tööoperatsioone on automatiseeritud.



Joon. 67. Kaks 2×5 lehmakohaga kalasaba-tüüpi lüpsiplatsi: *1* — dosaatoritega jõusöödakünad; *2* — lehmakohad; *3* — lüpsja asukoht; *4* — piima- ja muud abiruumid; *5* — lehmade pääs lüpsiplatsile; *6* — lehmade väljapääs platsilt



Joon. 68. Mehaaniline karjus lehmade ajamiseks lüpsiplatsile: *1* — radiaalne värav; *2* — lehmade lüpsieelne kõva kattega kogumisala 100-pealisele karjale 160...200 m²; *3* — lüpsiplats; *4* — värav lehmade laskmiseks kogumisalale; *5* — radiaalse värava ajam; *6* — värav nende lehmade eraldamiseks, keda ei soovita lasta lüpsiplatsile; *7* — kogumisala ringikujuline piirdeaed; *8* — radiaalne värav lõppseisus, kui kõik lehmad on läinud platsile; *9* — piima- ja abiruumid.

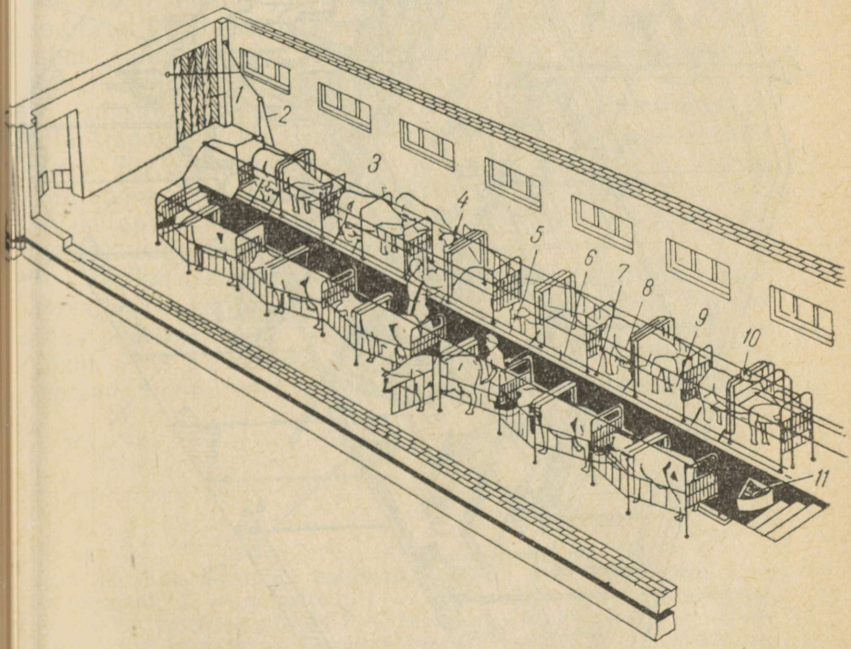
Meie katselistes vabalautades kasutati peaaegu eranditult kalasaba-tüüpi lüpsiplatse «Impuls» M 610-16FM, kus oli 2×8 lehmakohta ja 8 lüpsiaparaati. Praktika on näidanud, et vilunud lüpsjate ja masinlüpsiks kohaste lehmade puhul suudab üks lüpsja kalasaba-tüüpi platsil käsitseda viit lüpsiaparaati. Seejuures ei saa kaks lüpsjat 2×10 lehmakohaga platsil töötada nii tootlikult kui kahel 2×5 kohaga platsil (joon. 67). Seepärast võib suuremates farmides viimast lahendust 2 lüpsja jaoks otstarbekohasemaks pidada, sest nad on võimelised lüpsma 60 ja rohkemgi lehma tunnis.

Meie vabalautades lüpsti ühel 2×8 loomakohaga platsil enamasti 100...120 lehma, keda peeti ühes grupis, kusjuures platsi keskmiseks tootlikkuseks oli 42...52 lehma tunnis. Platsil töötasid kaks lüpsjat ja üks abijõud, kes ajas lehmi platsile, kuid oli koormatud ainult 50% ulatuses. Kuid on ilmne, et vabapidamise olulisemat

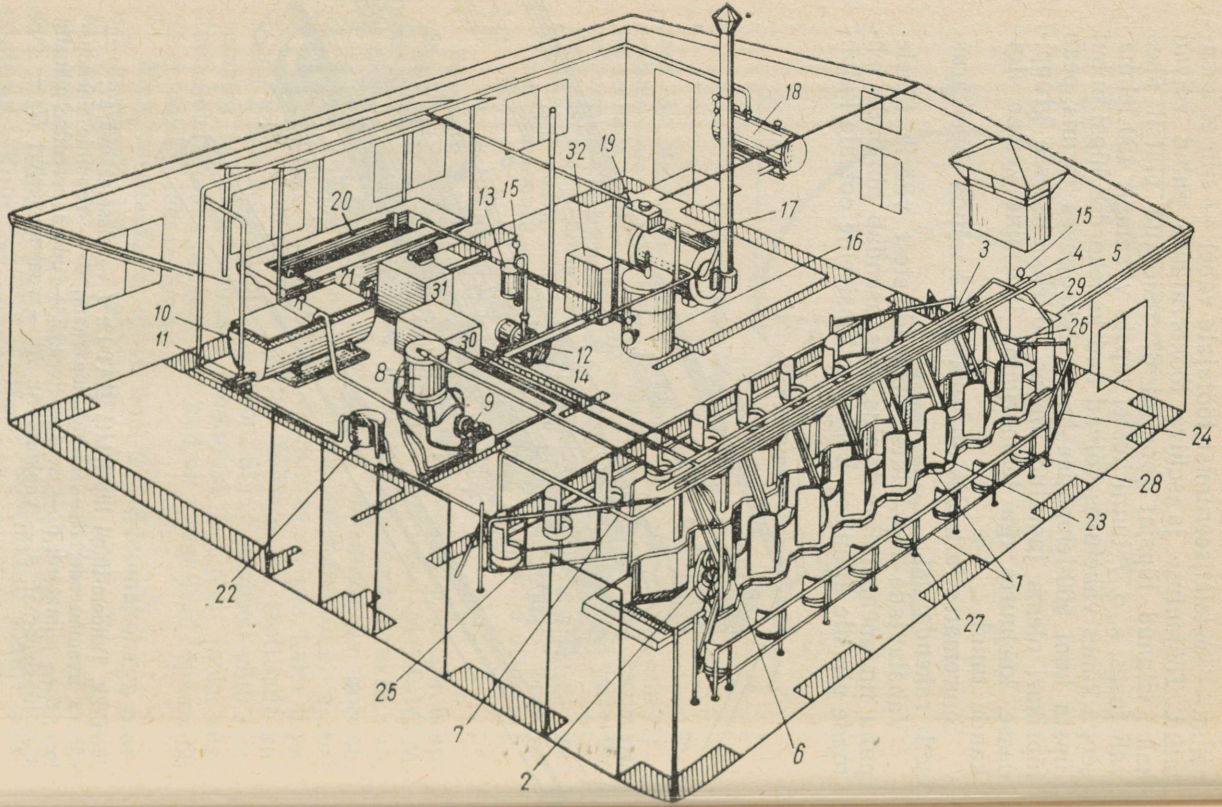
eelist — spetsialiseerumist töötajate vahel — siin ei kasutatud. Tööjaotuse ja sobiva töökorralduse puhul võivad kaks vilunud lüpsjat joonisel 67 näidatud platsil ühes vahetuses, s. o. 7 tunni kestel lüpsta vähemalt 450 lehma, seega kahes vahetuses võivad nad kahekordse lüpsi puhul lüpsta kuni 500-lehmalise karja. Niisuguses farmis peab lüpsikari olema jaotatud umbes 60-lehmalistesse gruppidesse, kusjuures iga lehmarühma lüpsmine kestab ligikaudu tunni.

Suuremates farmides on juba vaja kaaluda lüpsikarusselli rakendamist.

Vabalautade lüpsiplatsi abiseadmetest väärib tähelepanu nn. mehaaniline karjus, mis asendab abijõudu lehmade platsile ajamisel. Lehmade lüpsieelne ooteala kujun-



Joon. 69. Tandem-tüüpi lüpsiplats ДАТ-12: *1* — sisselaskevärav; *2* — värava avamisseade; *3* — П-kujuline raam; *4* — raamide ühendustoru; *5* — piimatoru; *6* — soojaveetoru; *7* — udara pesemise pihusti; *8* — lüpsiaparaat; *9* — vaakumtoru; *10* — vaakummeeter; *11* — jõukast


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32

datakse kas ringina või tänavana, millel on liikuv värav (joon. 68). Elektriajam, mida lüpsja saab käivitada lüpsiplatsilt, nihutab väravat aeglaselt lüpsiplatsi sissepääsuuste suunas. Nii surutakse lehmad platsi uste ette tihedalt kokku ja viimaste avamisel astuvad nad otsekohe platsile.

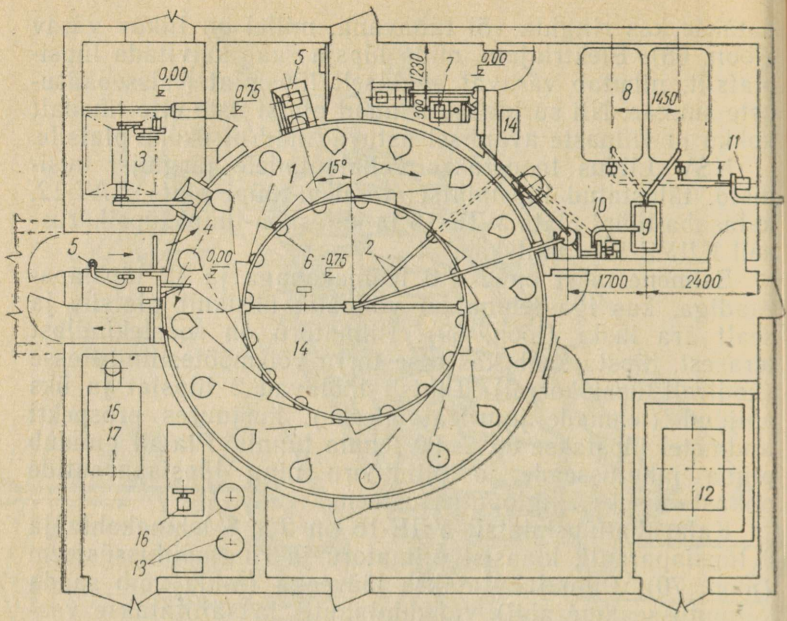
NSV Liidus toodetakse vabalautadele järgmisi uusimaid, täiustatud lüpsiplatse: tandem-tüüpi plats ДАТ-12, kalasaba-tüüpi plats УДЕ-16 ja kalasaba-tüüpi lüpsikarusell КДУЕ-16 «Omitška».

Esimene neist on 2×6 lehmakohaga ja 12 lüpsiaparaadiga, kus iga lehma on võimalik üksikult platsile ja sealt ära lasta (joon. 69). Piimatoru on roostekindlast terasest, lüpsta saab kas otse torru või mõõtesilindritesse (kontroll-lüpsi korral). Platsil töötavad 2 lüpsjat ja üks abijõud (lehmade juurdeajamiseks), kusjuures prospekti andmetel lüpstakse 80...90 lehma tunnis. Platsil puudub piima jahutusseade ja piimatoru ning lüpsiaparaatide puhastamiseks ringloputussüsteem.

Kalasaba-lüpsiplatsil УДЕ-16 on 2×8 lehmakohta ja 8 lüpsiaparaati, klaasist piimatoru ja ringloputussüsteem (joon. 70). Piim jahutatakse jääveega (mida võib saada külmutusseadme abil) vaakumjahutis ja säilitatakse vastavas tankis. Prospekti kohaselt töötab platsil 2 inimest tootlikkusega 50...60 lehma tunnis.

Lüpsikarusselli КДУЕ-16 «Omitška» platvormile mahub korraga 16 lehma, platvorm teeb 6...8 minuti jooksul ühe pöörde, mille kestel udarad tühjaks lüpstakse (joon. 71). Seadmega töötavad 5 inimest, kellest 2 on lüpsjad, kusjuures tootlikkus on 120...160 lehma tunnis.

Joon. 70. Kalasaba-tüüpi lüpsiplats УДЕ-16: *1* — lüpsikohad; *2* — lüpsiaparaat; *3* — piimatoru; *4* — vaakumtoru; *5* — soojaveetoru; *6* — udara pesemise pihusti; *7* — puhastamislahuste toru; *8* — piimajahuti koos kurnaga; *9* — piima membraanpump; *10* — piimatank; *11* — piima tsentrifugaalpump; *12* — vaakumpump; *13* — vaakumballoon; *14* — vaakumregulaator; *15* — vaakummeeter; *16* — elektriboiler; *17* — aurukatel; *18* — boiler; *19* — udarapesemisvee paak; *20* — jääveebassein; *21* — jahutusveepump; *22* — puhastamislahuste mahuti; *23* — kilp; *24* — sissepääsuvärav; *25* — väljapääsuvärav; *26* — värava käsitsemise kangid; *27* — jõusöödakünа; *29* — ühendusraam; *30...32* — külmutusseade



Joon. 71. Lüpsikarussell КДУЕ-16 «Omitška»: *1* — karusselli platvorm; *2* — lüpsiseadme torud; *3* — jõusöödа etteandmise seade; *4* — lüpsikohtade väravate avamise mehhanism; *5* — udarate pesemise seade; *6* — lüpsiaparaat; *7* — vaakumpump; *8* — piima¹ank; *9* — piima puhasti-jahuti OOM-1000; *10* — piima membraanpump; *11* — piima tsentrifugaalpump; *12* — külmutusseade; *13* — elektriboiler; *14* — elektrikilp; *15* — aurukatel КВ-100; *16* — veepump; *17* — boiler

Piimatoru on alumiiniumist. Piim läbib oma teekonnal kuni säilitustanki ТМГ-2 puhasti-jahuti ООМ-1000, mis töötab komplektis külmutusseadmega МХУ-12. Seade on varustatud ringloputussüsteemiga.

Meie vabariigis puuduvad praegu kogemused nende seadmete kasutamise kohta.

6. Lüpsmine karjamaal

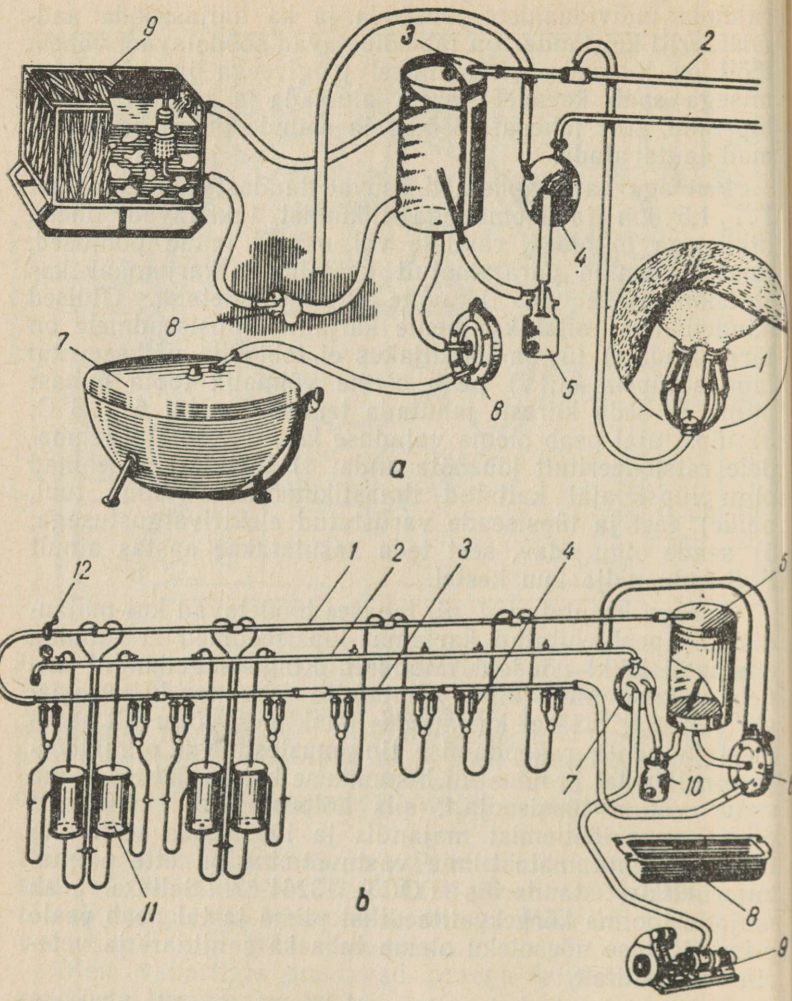
Lauda lähedal asuvate karjamaade puhul on suvel laudas lüpsmine kõige ökonoomsem ja otstarbekohasem. Lauda masinlüpsiseadet kasutatakse seega kogu aasta kestel. Piima jahutamine ja säilitamine ning lüpsi- ja piimainventari puhastamine on lihtne. Hõlpsam on kor-

raldada individuaalset jõusööda ja ka haljassööda andmist, eriti kui laudas on läbisõidetavad söödalavad, vähem tööd on loomade varustamisel joogiveega jne. Karjatamisega saab kevadel varem alustada ja sügisel hiljem lõpetada, sest jahedatel öödel ja sadude puhul saab lehmad lauta ajada.

Kui aga karjatamisalad asuvad laudast kaugemal kui 1...1,5 km ja loomadega liikumist takistavad tiheda liiklusega autoteed, raudtee või mõned muud põhjused, tuleb lüpsmine paratamatult korraldada karjamaal kas statsionaarsete või liikuvate lüpsiseadmetega. Üldised nõuded, mis esitatakse heale karjamaa-lüpsiseadmele on järgmised: 1) lüpsja tööviljakus ei tohi olla väiksem kui laudas lüpsmisel; 2) peab olema võimalik toota puhast piima ja seda kiiresti jahutada temperatuurini 6...8° C; 3) lüpsi ajal peab olema vajaduse korral võimalik lehmadele ratsioneeritult jõusööta anda; 4) töötajad ja lehmad olgu lüpsi ajal kaitstud ilmastikumõjude (vihm, tuul, päike) eest ja lüpsiseade varustatud elektrivalgustusega; 5) seade olgu odav, sest teda kasutatakse aastas ainult ligikaudu nelja kuu kestel.

Praegu kasutatavad, nii tehases toodetavad kui majandis kohapeal ehitatud karjamaa-lüpsiseadmed ei rahulda enamasti kõiki nõudeid täielikult. Kõige sagedamini esineb raskusi piima kiire jahutamise osas, kuid suuremal või vähemal määral ka muudes punktides, sõltuvalt seadmest ja nende rakendamise tingimustest. Kui piimatööstus on lähedal ja nõus nii hommikuse kui ka õhtuse piima vastu võtma lüpsisoojalt, siis hõlbustab see tunduvalt piima esmastöötlemist majandis ja lüpsiseade võib olla lihtsam. Jahutamata piima vastuvõtmine on ette nähtud ka riiklikus standardis ГОСТ 13264-67. Selleks peab majand tootma kõrgekvaliteedilist piima ja tal peab pealc piimatööstuse nõusoleku olema luba ka sanitaar- ja veterinaarorganitelt.

Kui karjatamisalad paiknevad koos ja koplite süsteem on välja kujundatud, on otstarbekas kasutada paikset (statsionaarset) lüpsiplatsi. See võimaldab mõnevõrra paremini korraldada tööd lüpsmisel, samuti piima esmastöötlemisel ja lüpsi- ning piimainventari puhastamisel ja hooldamisel. Kaugus koplitest lüpsikohale ei või olla üle 1 km. Hajutatult asetsevate karjamaade puhul on aga vajalik liikuv lüpsiseade.



Joon. 72. Liikuva lüpsiseadme УДС-4 piimaliini ja ringloputussüsteemi skeemid: *a* — piimaliin: *1* — lüpsiaparaat; *2* — piimatoru; *3* — jahuti; *4* — vaakumballoon; *5* — kaitseklapp; *6* — piima membraanpump; *7* — piimatank; *8* — jahutusveepump; *9* — jääveekast; *b* — ringloputussüsteem: *1* — piimatoru; *2* — vaakumtoru; *3* — loputustoru; *4* — nisakannud; *5* — jahuti; *6* — piimapump; *7* — vaakumballoon; *8* — pesemisvann; *9* — mootor ja vaakumpump; *10* — kaitseklapp; *11* — piima mõõtesilinder; *12* — kraan

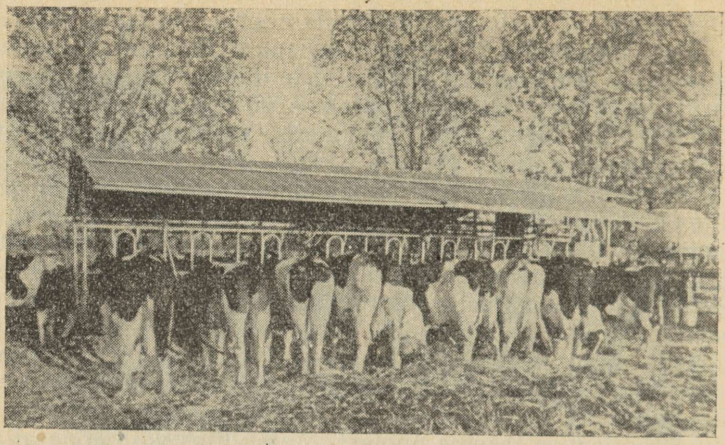
Praegu on karjatamisgruppide suurus enamasti 100... ...120 lehma. Kuid seoses suuremate farmide kujundamisega ja 200-...230-kohaliste lautade ehitamisega on tarvis seadmeid, millega lüpstakse 200 lehma 2...2,5 tunni jooksul. Niisuguste seadmete kasutamiskogemused praegu puuduvad.

Kohalikele oludele ja võimalustele vastavalt on majandites ehitatud väga mitmesuguseid statsionaarseid ja suuremal arvul just liikuvaid lüpsiseadmeid, mis on enamasti ligi 2 korda odavamad kui tehastes toodetavad. Kasutusel on lihtsad lüpsikuurid, samuti ka kalasaba- ja ka mõned paralleel-tüüpi lüpsiplatsid. Viimastel paiknevad lehmad kõrvuti nagu laudas sõime ääres (vt. joon. 72). Piimatoruga ja ringloputussüsteemiga statsionaarsed platsid ei jää maha tehase omadest nii tööviljakuse kui ka piima esmastöötlemise taseme poolest. Majandites võib kõne alla tulla näiteks 24 lehmakohaga piimatoruga varustatud paralleel-tüüpi lüpsiplatsi ehitamine 200 lehma lüpsmiseks. Sellel töötaksid 4 lüpsjat igaüks 3 aparaadiga kuuel lehmakohal.

Mõnes majandis on karjamaale monteeritud Saksa DV-st imporditud statsionaarseid kalasaba-tüüpi 2×3 lehmakohaga lüpsiplatse M 610-16FM.

Veel suurem mitmekesisus valitseb majandites ehitatud lüpsivankrite osas. Viimaste oluliseks nõudeks, et neid oleks võimalik kui mitte igaks lüpsiks, siis vähemalt iga päev paigutada uuele, puhtale kohale karjakoplis. Veokile on monteeritud tavalise lüpsiseadme vaakumagregaat, vajaliku pikkusega vaakumtoru ja lüpsmiseks kasutatakse enamasti ämbrisselüpsi aparaate. Kuid esineb ka lahendusi, kus pikendatud piimavoolikute kaudu lüpstakse otse veokile paigutatud ühisesse piimatanki. Lehmad lõastatakse seadme külge kaelaketiga. Paremaiks tuleb lugeda neid konstruktsioone, mis on kerged, presentkatusega, jõusööda söötmise künadega ja elektrivalgustusega.

Tehases toodetavaist on karjamaal lüpsmiseks kasutatud peamiselt liikuvaid seadmeid. Paralleel-tüüpi lüpsiplatside УДМ-8, УДС-1 ja УДС-3 asemel on nüüd lüpsiplats УДС-4 (joon. 72), mis on УДС-3 täiustatud tüüp. Kuna meie majandites andis kõige paremaid tulemusi УДС-3, siis on tõenäoline, et ka УДС-4 on vastuvõetav. Erinevalt eelmistest variantidest on viimasel ka ringloputussüsteem. Peale nende kasutatakse Saksa DV-st impor-



Joon. 73. Lüpsivanker «Impuls» M 686-8. Lüpsivankril on kummalgi poolel 8 lehmakohta automaatselt sulguvate lõõgadega ja 4 lüpsiaparaati. Sama tüüpi vankril M 685-12 on mõlemal poolel 12 lehmakohta ja 6 aparaati. Vanker on varustatud piimatoru, ringloputussüsteemi ja jõusööda söötmise künadega

ditud kalasaba-tüüpi lüpsiplatse M 820-16FWi ja paaril viimasel aastal lüpsivankreid M 685-12 ja M 686-8 (joon. 73). Kalasaba-tüüpi platsi juurutamisel oli raskusi, sest lehmade harjutamine nõudis hoolt ja aega, samuti oli lüpsjate töö ümberkorraldamine sageli keerukas. Ka on platsi ümberpaigutamine küllalt aegaviitev (võtab kahel mehel traktori abil ligi $^1/_2$ päeva). Seepärast paigutatakse platsi suve jooksul ümber ainult 4...5 korda kahele-kolmele ettevalmistatud kohale. Esialgsete tähelepanekute järgi on kohaseimad lüpsivankrid. Nendest esimesel on kummalgi vankripoolel 12 ja teisel 8 lehmakohta ning vastavalt 4 ja 6 lüpsiaparaati. Vankrid on varustatud jõusöödakünadega ja automaatselt sulguvate lõõgadega.

Tööviljakuse erinevused, sõltuvalt lüpsja oskusest ja muudest tingimustest, on karjamaa-lüpsiseadmete kasutamisel suuremad kui laudaseadmete juures. Orienteerivalt võib statsionaarsetel kui ka liikuvatel seadmetel, kus kahe lehmakoha jaoks on üks lüpsiaparaat ja lüpstakse piimatorusse, arvestada aparaadi kohta 6...7 (8) lüpstud lehma tunnis. Lüpsmisel ämbrisse on see arv 1 võrra

väiksem. Kui lüpsjal on vähem aparaate, lüpsab ta aparaadi kohta rohkem lehmi tunnis. Lüpsja poolt kasutatavate aparaatide arv on lüpsivankri kasutamisel 2...3, paralleel-tüüpi lüpsiplatsil ämbrisselüpsmisel 2...3, torusselüpsmisel 3...4, kalasaba-tüüpi lüpsiplatsil ämbrisselüpsmisel 3 ja torusselüpsmisel 4...5. Tööviljakuse tõstmisele statsionaarsetel platsidel aitab kaasa otstarbeka kujuga ja kõva kattega lehmade lüpsieelne ooteala, liikuvate seadmete puhul aga lüpsieelse ooteala piiramine elektrikarjusega.

Tabelis 33 on toodud ülevaade põhilistest lauda- ja vastavatest karjamaalüpsiviisidest. Seejuures on arvestatud meil seni kasutatud lüpsiseadmeid, nende tootlikkust ja nõuet, et lüpsmine karjamaal peab tööviljakuselt vastama laudas lüpsmisele.

Kõige lihtsam on lahendus I variandi puhul, kus talvel ja suvel lüpstakse laudas. II ja III variandi puhul oleks aga vaja, et tavalise masinlüpsiseadmega lauda (S-a) karja lüpsmisel karjamaal oleks lüpsja tööviljakus 12...16 lehma tunnis ja torusselüpsiseadmega lauda (S-b) karja lüpsmisel 20...25 lehma tunnis.

Variandi II S-a korral on otstarbekas ehitada lüpsiplats majandis kohapeal ja monteerida sellele vaakumtoru. Suveks paigaldatakse sinna veel laudaseadme vaakumpump ja muud vajalikud sõlmed. Lüpstakse ämbrisse. Ka lüpsiinventari puhastamist ja piima jahutamist saab siin nõuetekohaselt korraldada. Variandi II S-b puhul on aga soovitatav karjamaa-lüpsiseade varustada piimatoruga, et saavutada vajalikku tööviljakust. Kõige ökonoomsem on jällegi kohapeal ehitatud lüpsiplats, millele monteeritakse piimatoru ja ringloputussüsteem lauda torusselüpsiseadme baasil. Plats varustatakse kohalikele tingimustele vastava piima jahutamise ja säilitamise seadmega. Selliseid näiteid leidub paljudes majandites, nagu Vändra Katsejaamas, Kehtna Näidissovhoos-tehnikumis, Tori näidissovhoosis jne.

Variandile III S-a vastav olukord esineb praegu meie majandites õige sagedasti ja ka lähematel aastatel püsib see nii. Majandis kohapeal ehitatud lüpsivanker, millel kasutatakse tavalise lüpsiseadme vaakumagregaati ja lüpsiaparaate, on ligikaudu 1,5 korda odavam kui liikuv paralleel-tüüpi lüpsiplats УДС-3 või УДС-4. Kuid lüpsivanker ei rahulda tööviljakuse osas ja kui lüpsjal on

Tabel 33

Lüpsiviise lauda- ja karjamaaperioodil

Variant	Aasta-aeg	Talvine pidamis- ja suvine karjatamisviis	Lehmade arv ühe lüpsja kohta	Lüpsi mehhaniseerimine
1	2	3	4	5
I	Talv	Lõaspidamisega 100...240 lehmaga laudas	25...35	T-a. Tavaline masinlüpsiseade
			50...60	T-b. Torusselüpsiseade
	Suvi	Laudalähedastel karjamaadel	25...35	S-a. Tavaline masinlüpsiseade } Lüps laudas
			50...60	S-b. Torusselüpsiseade } Lüps laudas
II	Talv	Lõaspidamisega 100...240 lehmaga laudas	25...35	T-a. Tavaline masinlüpsiseade
			50...60	T-b. Torusselüpsiseade
	Suvi	100...120-pealise karjatamisgrupina laudast eemal, ühes massiivis asuvatel karjamaadel	25...35	S-a. 1...2 statsionaarset paralleel- või kalasabatüüpi lüpsiplatsi, kus lüpstakse tavalise masinlüpsiseadme abil kantavatesse lüpsiämbritesse
		Lõaspidamisega	50...60	S-b. 1...2 statsionaarset piimatoruga paralleel- või kalasaba-tüüpi lüpsiplatsi või liikuvad lüpsiplatsid УДС-4, M820-16FWf, M685-12, M686-8 ühel või kahel ettevalmistatud kohal

Tabel 33 (järg)

1	2	3	4	5
III	Talv	Lõaspidamisega 100...240 lehmaga laudas	25...35	T-a. Tavaline masinlüpsiseade
			50...60	T-b. Torusselüpsiseade
	Suvi	100...120-pealise karjatamisgrupina hajali asuvatel karjamaadel, põld- ja niiduheina ädalal	25...35	S-a. Lüpsivanker või, soovitatavam, liikuv lüpsiplats УДС-4, mis iga päev uuele kohale paigutatakse
			50...60	S-b. Liikuv seade УДС-4, mida iga päev uude kohta paigutatakse, lüpsivankrid M 685-12, M 686-8 või ka kalasaba-lüpsiplats M 820-16FWf kahel-kolmel ettevalmistatud kohal

hooldada rohkem kui 25 lehma, tuleb kaaluda nimetatud lüpsiplatside soetamist. Variandi III S-b puhul on tarvis, et karjatamisperioodil oleks lüpsja tööviljakus ka liikuva seadme kasutamisel niisama suur kui laudas lüpsmisel (20...25 lehma tunnis). Seda võimaldavad seadmed УДС-4 ja lüpsivanker М685-12. Tabeli näited on lihtsustatud raamskeemid. Tegelikult esineb väga erinevaid olukordi, kus tuleb rakendada nende skeemide mitmesuguseid kombinatsioone.

7. Masinlüpsiseadmete hooldamine

Lüpsiseadmete hooldamine peab tagama lüpsiaparaatide ja kogu seadme korraliku töötamise ning hea sanitaarse seisukorra, seega ka lehmade nõuetekohase lüpsmise ning kvaliteetse puhta piima saamise.

Vaakumagregaadi hooldamine. Korras vaakumagregaat peab hoidma püsiva, ettenähtud suurusega vaakumi kogu torustikus.

Igapäevaseid hooldamistöid on õlinivoo kontrollimine vaakumpumba õlimahutis enne ja pärast lüpsi, vajaduse korral õli lisamine ja nõelklapi ava puhastamine (kui näiteks lüpsi kestel õlinivoo ei langenud). Pumpadel PBH-40/350 ja «Gigant» on õlikulu normaalne, kui õli nivoo mahutis langeb 1...2 mm tunnis. Soovitatav on kasutada kompressoriõli «М».

Igapäevasel hooldamisel tuleb pärast igat lüpsi vaakumballooni ja torustiku tõusuharude all olevad kondensaadi väljalaske kraanid avada, kui kraanide asemel pole automaatselt avanevaid klappe. Enne pumba seiskamist tuleb avada vaakumregulaatori klapp, et vähendada pumba rootori tagurpidi pöörlemist.

Perioodiliselt tuleb määrida pumba laagreid (üks kord kvartalis), kontrollida pumba olukorda täieliku lahtivõtmise teel (kord poolaastas), pesta läbi vaakumtorustik (vähemalt kord kvartalis) ja jälgida, et vaakumregulaator töötaks normaalselt, kinnituspoldid ei oleks lõtvunud, ega esineks lekkimisi vaakumkraanide ja kondensaadi väljalaskeklappide juures ning mujal.

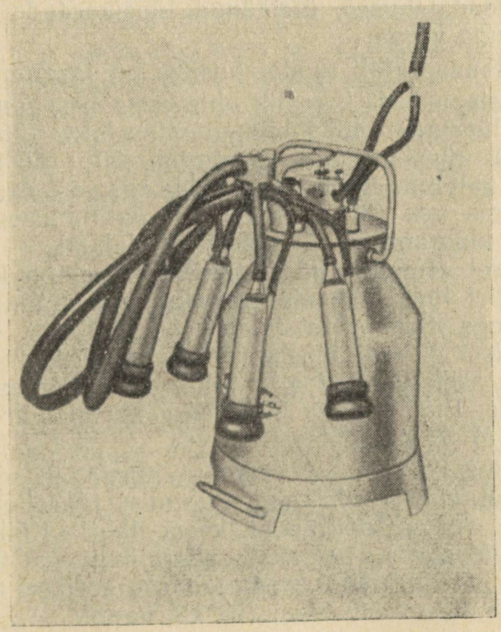
Torusselüpsiseadmel vajab peale loetletud hooldustööde pidevat, igapäevast järelevalvet ja kontrolli piimakraanide ja kogu piimatorustiku seisukord (hermeetilisus), reliisri

pulsivõimendi ja imisilindrite klapid, lüpsiaparaatide puhastusseadme vaakumtoru niplite ja puhastuslahuste jaotajate hermeetilisus ning piimakoguja tihendusvööde korrasolek.

Selliseks igapäevaseks järelevalveks ja puuduste märkamiseks peab olema võimeline iga lüpsja, kuid keerukamad tööd rikete kõrvaldamisel, kus on vaja tööriistu ja varuosi, peab tegema eriettevalmistusega töötaja (farmimehaanik), kes ühtlasi vastutab seadmete töökorras oleku eest.

Tavalise masinlüpsiseadme lüpsiaparaatide hooldamine. Puudulikult puhastatud ja desinfitseeritud lüpsiaparaadid võivad olla peamiseks piima saastumise põhjuseks masinlüpsil.

Tuleb eristada igapäevast lüpsiaparaatide puhastamist



Joon. 74. Kandeasendis lüpsiaparaat. Sellises asendis tuleb lüpsiaparaat pärast lüpsmist välisest saastast puhastada veega tugevalt uhtudes ja harja abil. Alles seejärel võib nisakannud panna leige vee ämbrisse, et aparaati läbi loputada

ja nn. suurpuhastust, mida teostatakse talvel üks ja suvel kaks korda nädalas.

Igapäevasel hooldamisel ja puhastamisel tuleb lüpsiaparaat enne lüpsmist kuuma veega (85...95° C) läbi loputada, kusjuures ühtlasi kontrollitakse aparaadi korrasolekut.

Pärast lüpsmist on kõigepealt vaja nisakannud ja voolikud väljastpoolt puhastada. Selleks tuleb kandeasendis olevale lüpsiaparaadile (joon. 74) juhtida vooliku abil rikkalikult vett ja pesta harjaga korralikult kõik välispinnad roojast ja muust saastast. Alles seejärel võib alustada tavalist aparaadi sisemist läbiloputamist. Üldlevinud viga on, et nisakannud (mis sageli on väljastpoolt saastatud lehma väljaheidetega) pannakse leige vee ämbrisse, et lasta sisse imeda vett aparaadi läbiloputamiseks. Sel juhul on ju loputusvesi saastunud!

Iga päev tuleb ühe lüpsikorra järel aparaate pesta kuumas soodalahuses, ülejäänud lüpsikordade järel aga puhta kuuma veega.

Puhastamise käik soodalahusega on järgmine:

1) lüpsiaparaadi korralik uhteveega pesemine väljastpoolt; 2) lüpsiaparaadi läbiloputamine leige (25...30° C) veega; 3) lüpsiaparaadi pesemine 50...60° C kuuma 0,4%-lise kaltsineeritud sooda lahusega; 4) desinfitseerimine kuuma vee (85...95° C) või desolahusega (0,1... 0,2%-line klooramiini või kloorlubja lahus).

Tavalisel «Impuls» M 59 lüpsiseadmel on komplektis stend, millel lüpsi vaheajal hoitakse nisakanne täidetuna desolahusega. Seda võtet tuleb kasutada!

Pesemisel ei tohi lüpsiaparaadi kaant koos pulsaatoriga vette asetada. Sellega viiakse pulsaator enneaegselt rivist välja. Eriti tundlik niiskuse vastu on lüpsiaparaadi «Impuls» M 59 pulsaator.

Suurpuhastuse korral võetakse lüpsiaparaadid pärast lüpsijärgset välist puhastamist-uhtmist ja sellele järgnenud leige veega loputamist koost lahti. Kõik detailid (peale pulsaatori) pestakse põhjalikult 50° C kuuma 0,4%-lises kaltsineeritud sooda lahuses, seejärel asetatakse nad 20 minutiks keeva vee (95° C) vanni.

Suurpuhastuse ajal korralikult puhtaks pestud kummidetailid pannakse «puhkama» ja asendatakse teise komplektiga.

Tavalise lüpsiseadme juures teostab kirjeldatud hool-

damistöid lüpsja ise. Korralikuks hooldamiseks peab pesemisruumis olema vajalik inventar: laud, 2-osaline pesemisvann, tagavaraosade kapp, nagid aparaatide hoidmiseks lüpsi vaheajal ning sooja- ja külmaveevarustus.

Torusselüpsiseadme hooldamine. Torusselüpsiseadme puhastamisel on vaja eriti rangelt kinni pidada ettenähtud protseduurist. Seadmestikku pestakse ja desinfitseeritakse spetsiaalsete keemiliste ainetega torustikku lahti monteerimata.

Meil praegu saadaolevate pesemis- ja desinfitseerimisvahendite abil puhastatakse piimatorustik ja lüpsiaparaadid järgneva menetluse kohaselt: 1) loputamine leige veega 5 minuti kestel — igast piimatoru silmusest imetakse reliisri abil läbi 40 l leiget vett; 2) pesemine 0,4...0,5%-lise kaltsineeritud sooda 70° C lahusega 10...15 minuti kestel; 3) desinfitseerimine 0,2%-lise klooramiini või kloorlubja külma lahusega.

Torustikus tekkiva sademe, nn. piimakivi perioodiliseks kõrvaldamiseks lülitatakse sellesse tsüklisse 1. ja 2. punkti vahele pesemine happelise lahusega. Seda tehakse 2... 4-nädalaste vaheaegadega, sõltuvalt sademe tekkimise intensiivsusest. Happelise lahusena kasutatakse 0,5... 1%-list lämmastik-, sool- või viinhappe kuuma (80° C) lahust.

Lüpsi lõpul tuleb piimatorust läbi lasta plastmasskäsn piimajääkide viimiseks torustikust kurnale. Sellega välditakse ühe seadme kohta päevas 4...5 liitri piima sattumist kanalisatsiooni, mis aasta kohta tähendaks enam kui 1500 liitri kaotsiminekut.

Ka siin tuleb silmas pidada, et aparaatide puhastamisel ei satuks välispindadel olev saast sellesse vette, millega loputatakse või pestakse aparaadi sisemisi, piimaga kokkupuutuvaid pindu. Vanemat tüüpi seadmete vaakumjahutid koos piimakogujatega, piimatankid ja piimavoolikud, samuti kontroll-lüpsikud puhastatakse käsitsi, kasutades vastavaid harju ja eespool nimetatud lahuseid. Uuemat tüüpi seadmete plaatjahuti puhastatakse ringloputussüsteemi abil ja ainult üks kord kuus võetakse ta lahti, et puhastada harjadega.

Peale igapäevase lüpsijärgse puhastamise tehakse kord nädalas lüpsiaparaatide suurpuhastust, nagu see on üldiseks nõudeks.

Tabel 34

Aastane pesemis- ja desoainete vajadus lüpsiseadmete puhastamisel

Aine nimetus	Kasutamiskontsentratsioon %	Vajadus aastas kg	
		Tavaline ämbrisselüpsiseade 100 lehmale	Torusselüpsiseade 110 lehmale
Leelisesed pesemisained			
Kaltsineeritud sooda (Na_2CO_3)	0,4	300	400
Seebikivi (NaOH)	0,1	80	100
Pesusooda ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$)	0,6	450	600
Vesiklaas ($Na_2Si_4O_9$)	0,1	80	—
Happelised pesemisained			
Soolhape (HCl)	1	—	45
Lämmastikhape (HNO_3)	1	—	75
Viinhape ($C_4H_6O_6$)	0,5	—	15
Desoained			
Klooramiin Б	0,2	30	40
Kloorlubi	0,2	90	140
Preparaat ДС-К	0,1	50	80
Preparaat ДТС-К	0,05	30	40

Meil praegu saadaolevate pesemis- ja desoainete aastane vajadus lüpsiseadmete puhastamiseks on antud tabelis 34. Olgu märgitud, et lähemal ajal on loota sääraseid puhastamispreparaate, millel samaaegselt on pesev ja desinfitseeriv toime. Sellega lüheneb puhastamisprotseduur, mis tähendab ajasäästu.

Torusselüpsiseadmete puhastamise eest hoolitsevad majandites lüpsjad või vastav tööline. Orienteeriv puhastamise ajakulu lehma kohta päevas on kahekordse lüpsi puhul vanemat tüüpi seadmetel 1,9 ... 2,5 minutit, sellest lüpsieelne 0,4 ... 0,6 ja lüpsijärgne ligikaudu 1,5 minutit.

§ 7. PIIMA ESMASTÖÖTLEMISE MEHHANISEERIMINE

1. Piima esmastöötlemise viisid

Käesoleval ajal toimub kõigis eesrindlikes maades esmastöötlemise kiire mehhaniseerimine, mis on tingitud peamiselt piimatootmise laienemisest ja tööjõu vähesusest. Piima töötlemist farmis on ka laiaulatuslikult katsetatud. Tööde eesmärgiks on olnud sellise meetodi väljaselgitamine, mille puhul piima töötlemisele kuluks kõige vähem inimtööd, piima kvaliteet oleks kõrgeim, töötlemine odavaim ja skeem lihtsaim. Mida vähem piima käsitsi tõstetakse, seda vähem kulub inimtööd. Kogemused on näidanud, et piima jahutamist laudas on võimalik täielikult automatiseerida. Kuid kaasaegsete seadmete rakendamine meie suurmajandites pakub häid võimalusi kvaliteetse piima tootmiseks ja inimtöö vähendamiseks ainult juhul, kui seadmed on töökindlad ja nende hooldamise nõuded täidetud.

Piima esmastöötlemisel kasutatakse meil mitmesuguseid seadmeid, kusjuures piimajahutusviiside ja -seadmete arv ulatub mitmekümneni. Kolhooside ja sovhooside farmides kasutatakse peamiselt kahte piima käsitsemise viisi — tank- ja kannmeetodit.

Tankmeetod on selline piima esmastöötlemise viis, mille puhul piima jahutamine või säilitamine laudas toimub vannides ja tankides, transportimine piimatööstusse aga tsisternautodes, kusjuures enamikul juhtudel kasutatakse ka torusselüpsi ja külmutusmasinat. Piim läheb lüpsimasinast piimatorustikku mööda kiirjahutisse, kus ta jahutatakse automatiseeritud külmutusmasina poolt jahutatud jäävee abil, ja sealt piimatanki. Piim imetakse tankist tsisternautosse vaakumi toimel.

Kannmeetod on selline esmastöötlemise viis, mille puhul lüpstud piim tuuakse laudast piimaruumi käsitsi lüpsiämbritega või transpordikäruga ja kurnatakse piimakannudesse. Edasi tõstetakse piimakannud veebasseini, kuhu eelnevalt on asetatud jääd. Basseinist väljalaadimine veoautole ja tööstuses kannude tühjaksvalamine toimub käsitsi.

Paljudes lautades toimub piima esmastöötlemine ka vahepealsetel viisidel. Nii näiteks piimakannude kasuta-

misel jahutatakse basseinis vett külmutusmasina abil ja transpordiks kasutatakse tsisternautot, mis tunduvalt kergendab tööd.

Piima esmastöötlemist on meil laiaulatuslikult uuritud. Selgus, et tankmeetodi kasutusele võtmisel väheneb töökulu, piima töötlemine on odavam ja piim bakterioloogiliselt puhtam.

Nii näiteks on piima jahutamine külmutusmasinaga tankseadmete abil keskmiselt 2,4 korda odavam kui transpordikannudega veebasseinis (maksumused vastavalt 11,4 ja 27,2 kopikat 1 ts piima kohta). Kui arvestada ka tsisternтranspordist saadavat kokkuhoidu, siis väheneb ühe tonni toodetava piima omahind 2 rubla 68 kopika võrra. Tankmeetodi rakendamisega alaneb piima omahind 2,4%: muud kulud vähenevad 10,3%, jahutus- ja transpordikulud on aga 44,2% odavamad. Praeguse tootmistaseme juures annaks tankmeetodi rakendamine kogu vabariigis kokkuhoidu kaks miljonit rubla aastas.

Külmutusmasinaga tankseadmete kasutamisel jagunevad kulutused järgmiselt: amortisatsioon — 5 kop. 1 ts piima kohta ehk 43% jahutamise üldmaksumusest; elektrienergia — 2,2 kWh* 1 ts piima kohta ehk 20% üldmaksumusest; hooldamine — vastavalt 1,5 kop. ja 13%; inimtöö — 12%; vesi — 130 l 1 ts kohta ehk 8%; piimakadu — 30 g 1 ts kohta ehk 4%.

Kannmeetodil on kulutuste jaotus järgmine: looduslik jää — suvel 16 kop. 1 ts piima kohta ehk 39% üldmaksumusest; inimtöö — 24%; piimakadu — 340 g 1 ts kohta ehk 19%; amortisatsioon — 3,4 kop. ehk 12%; vesi — 280 l 1 ts kohta ehk 6%.

Sulamiskadusid arvestamata kulub 1 ts piima jahutamiseks 49 kg jääd. Vabariigi majandite 40 lauda juurde varutud jää keskmine maksumus kuhjas oli 3 rbl. 18 kop. tonn. Loodusliku jää hind ja tema kasutamiskulu moodustavad kokku 62% piima jahutamise üldmaksumusest (21 kop. 1 ts piima kohta).

Piima jahutamine külmutusmasinaga on tunduvalt (2,3 korda) odavam kui jahutamine loodusliku jääga. Külmutusmasinaga tankseadmetes on piima jahutamise üldmaksumus suvel 11,5 kopikat 1 ts piima kohta, jääjahutusega tankseadmetes 20,9 kopikat (1,8 korda kõr-

---

* 1 kWh = $3{,}6 \cdot 10^6$ J.

Tabel 35

Tank- ja kannmeetodi võrdlevad andmed (1 ts piima kohta)

Nimetus	Tank-meetod	Kann-meetod
Keskmine kapitaalmahutus 100 lehmaga laudas rbl.	1690	410
Esmase käsitsemise üldmaksumus kop.	11,4	27,2
Amortisatsioonikulu kop.	5,0	3,4
Elektrienergia kulu kWh	2,2	—
Külmutusmasina hooldamiskulu kop.	1,5	—
Inimtöökulu min	3,3	12,2
Veekulu l	130	280
Piimakadu g	30	340
Jääkulu (suvel) kg	—	49
Protsentides käsitsemise üldmaksumusest:		
amortisatsioon	43	12
elektrienergia	20	—
külmutusmasina hooldamine	13	—
inimtöö	12	24
vesi	8	6
piimakadu	4	19
jää	—	39
Piima temperatuur (perspektiivsetel seadmetel) °C:		
õhtul lüpsmise lõpul	8	33
hommikul lüpsmise algul	7	7
hommikul lüpsmise lõpul	8	19
Mikroobide arv ühes milliliitris tööstusse saadetud piimas suvel, tuh.:		
üldiduarv	397	1833
piimhappebakterid	261	1134
kaseolüüdid	56	340
Koli-tiiter	10^3	10^4
Piima transpordikulu (piimatööstusse) kop.	24	35
Inimtöökulu piima veol tööstusse min.	10,6	32,8
Piima esmastöötlemise ja transpordikulu kokku kop.	35,4	62,2

gem) ja transpordikannude kasutamisel 33,8 kopikat (2,9 korda kõrgem). Need arvud näitavad selgesti külmutusmasina eeliseid võrreldes loodusliku jää kasutamisega. Piimaveokulud tsisternautoga on 24 kopikat 1 ts kohta, tavalise veoautoga aga 35 kopikat ehk 46% kõrgemad. Ühe tonnkilomeetri kohta on kulud tsisternauto puhul 10,7 kopikat ja veoauto korral 12,7 kopikat.

Tankjahutusel on inimtöökulu 3,7 korda väiksem kui kannjahutusel (vastavalt 3,3 ja 12,2 min 1 ts piima kohta). Peamist inimtöö kokkuhoidu annavad tankseadmed suvel, kui ühe ts piima kohta kulub 2,9 min 17 min asemel (5,9 korda vähem). Tankseadmete kasutusele võtmisega väheneb ajakulu 1 t piima kohta 1,5 tunni võrra. Tankseadmete rakendamine annaks kogu vabariigi kohta arvestatuna aastast tööaja kokkuhoidu ligikaudu üks miljon tundi, mis võrdub 460 inimese aastase tööajaga. Tsisternautodega piima transportimisel tööstusse on inimtöökulu 1 ts piima kohta 10,6 min, veoautoga aga 32,8 min ehk 3,1 korda kõrgem. Kogu transpordikuludest moodustab töötasu veoauto kasutamisel 51%, tsisternauto puhul ainult 37%.

Katsed on näidanud, et tankmeetodil jahutatud piima kvaliteet on kõrgem kui kannudes jahutatud piimal. Tankidest võetud piimaproovide 1 ml-s oli üldiduarv 397 000, piimahappebaktereid 261 000 ja kaseolüüte 56 000, mis on vastavalt 4,6, 4,4 ja 6,1 korda madalam kannupiima mikroobide arvust. Tankmeetodi ja kannmeetodi võrdlevad andmed on toodud tabelis 35.

Piima esmastöötlemise tankmeetod on juurdunud meie vabariigi majandites väga kiiresti. Külmutusmasinate abil

Tabel 36

Vabariigi majanditele aastatel 1959... 1967 müüdud piima käsitsemise tankseadmed ja külmutusmasinad

Seadme nimetus	Seadmete arv
Plaatjahutiga torusselüpsiseade «Impuls-Pipeline»	480
Vaakumjahutitega torusselüpsiseade «Impuls-Pipeline»	420
Külmutusmasin НФ-56	349
Jahutusagregaat KSA-500L	220
Jahutus-säilitusseade ISB-1000	102
Kompressor-kondensaatoragregaat L902/500TA	30
Statsionaarne lüpsiplats «Impuls»	18
Külmutusmasin АК-2ВФ8/4	10
Jahutus-säilitusseade AXV-1000	5
Külmutusmasin АК-2ВФ30/15	3
Jahutus-säilitusseade BO-1000	3
Jahutusagregaat G-25	2
Jahutusagregaat BO-2000	1
Kokku	1643

jahutatakse meil ligikaudu 45% toodetavast piimast. 1968. aasta alguseks oli vabariigi majanditele müüdud 1643 külmutusseadet (tabel 36), millest enamik on tööle rakendatud. Lüpsikarjalautu oli meil 1967. aastal 2406, millest 413 oli lehmade arvuga alla 50.

Koondis «Eesti Põllumajandustehnika» tihedas koostöös Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituudiga on rakendatud piima esmastöötlemise tankmeetodi kiireks juurutamiseks mitmeid abinõusid. Lahendati rida organisatsioonilis-tehnilisi küsimusi, millest tähtsamad on: 1) sobivate ja töökindlate seadmete väljaselgitamine; 2) lüpsiseadmete õige montaaž; 3) seadmete tehniline järelevalve ja hooldamine; 4) spetsialistide väljaõpetamine seadmete montaažiks ja hooldamiseks; 5) külmutusseadmete remont ja 6) piima transport.

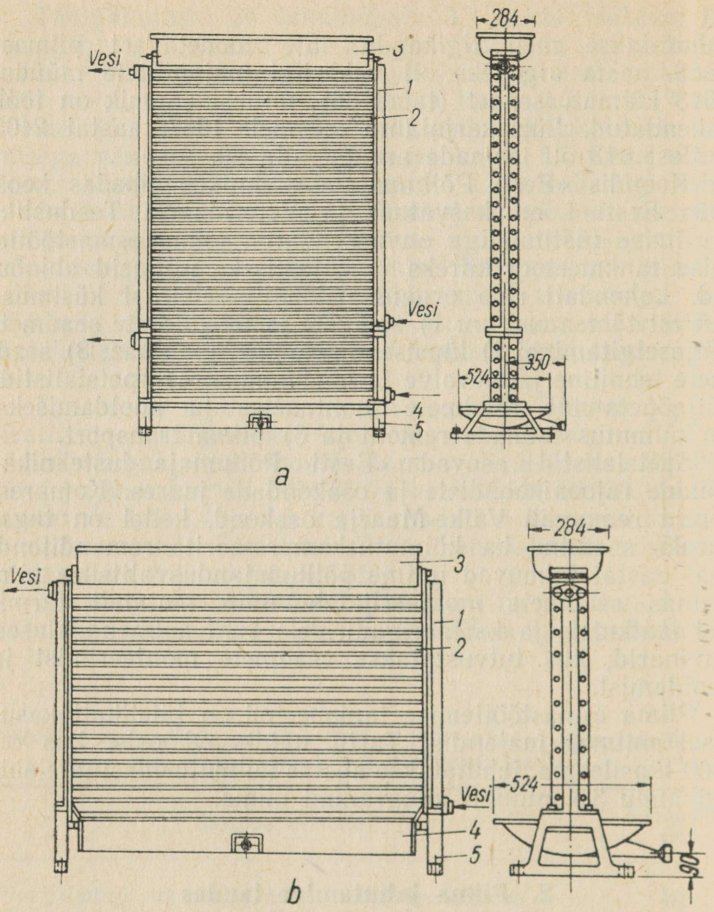
Spetsialistid asuvad «Eesti Põllumajandustehnika» kõikide rajoonikoondiste ja osakondade juures. Kompressoreid remondib Väike-Maarja osakond, kellel on tagavaraks soetatud ka külmutuskompressorite remondifond. Igal aastal toimuvad mitme põllumajandusvalitsuse piirkonnas seadmete monteerijatele ning majandi farmimehaanikutele ja karjabrigadiridele kuni kolmenädalased seminarid, kus tutvustatakse seadmete monteerimist ja hooldamist.

Piima esmastöötlemise tankmeetod on täielikult kasutusel mitmes majandis. Tartu näidissovhoosis, kus on 1000 lüpsilehma, jahutatakse aastas külmutusmasinate abil ligikaudu 3,5 miljonit kilogrammi piima.

2. Piima jahutamine laudas

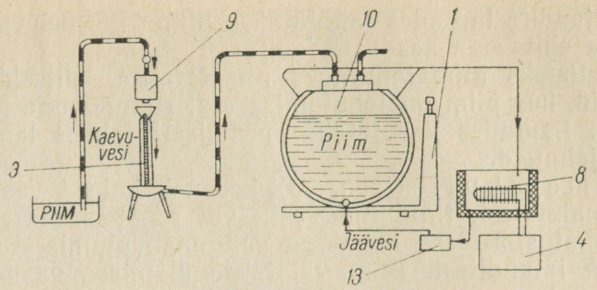
Jahutamine on üks tähtsamaid protsesse kvaliteetse piima tootmisel. Mida kiiremini pärast lüpsmist ja mida madalama temperatuurini piima jahutatakse ning mida madalama temperatuuri juures teda säilitatakse, seda kauem püsib piim kvaliteetne.

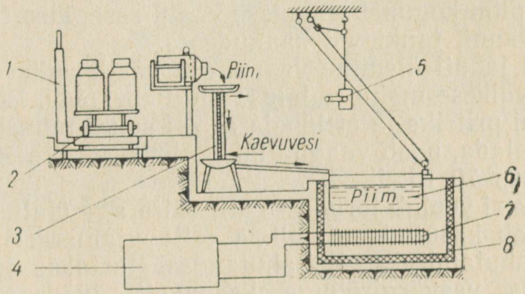
Igapäevasel transportimisel tuleb piima säilitada farmis mitte üle 8° C temperatuuril. Sel juhul mikroobide arv öö vältel ei suurene. Piima hoidmisel 8,1 ... 10,5° C juures suureneb bakterite arv öö jooksul 1,5 korda ning 10,6 ... ... 12° C temperatuuril 2,6 korda. Ülepäevasel äraveol (talvel) tuleb piima säilitada 3 ... 5° C temperatuuril.

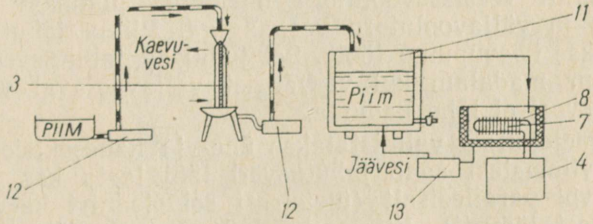


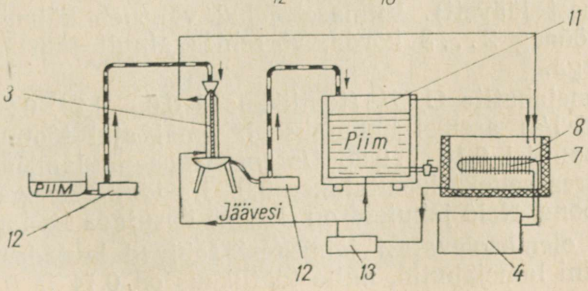
Joon. 75. Lamejahutid: *a* — kahesektsiooniline; *b* — ühesektsiooniline; *1* — tugi; *2* — torud; *3* — vaagen; *4* — kogumisrenn; *5* — jaland

Joon. 76. Lamejahuti kasutamise skeemid: *1* — kaalud; *2* — transpordikäru; *3* — lamejahuti; *4* — kompressor-kondensaatoragregaat; *5* — vints; *6* — piimavann; *7* — aurustipatarei; *8* — soojusisolatsiooniga jääveebassein; *9* — reliiser; *10* — veesärgiga piimatank; *11* — piimavann TYM-1200; *12* — piimapump; *13* — jääveepump


9
10
1
Kaevu-
vesi
3
PIIM
Piim
8
Jäävesi
4
13


1
Piim
5
Kaevuvesi
2
6
Piim
7
3
8
4


11
Kaevu-
vesi
3
Piim
8
7
PIIM
Jäävesi
4
12
12
13


11
3
Piim
8
7
PIIM
Jäävesi
12
12
13
4

Majandite lautades jahutatakse piima mitmel viisil ja erineva ehitusega seadmete abil.

Lahtisteks piimajahutiteks nimetatakse selliseid kiirjahuteid, kus piim on jahutamise ajal ruumiõhuga kokkupuutes. Lautades kasutatakse peamiselt lahtisi lame- ja siksakjahuteid.

Lamejahuti (joon. 75) koosneb kahest vaheseintega malmtoest, tinutatud vask- või roostekindlast terasest jahutustorudest, ülemisest vaagnast, alumisest vaagnast ja jalanditest. Piim valatakse ülemisse vaagnasse, mille põhjas on torude pikkusel kaks rida väikesi auguke si, kust piim voolab jahutustorudele. Torusid mööda allavalguv piim koguneb alumisse vaagnasse, kust ta juhitakse kas vanni, tanki või kannudesse.

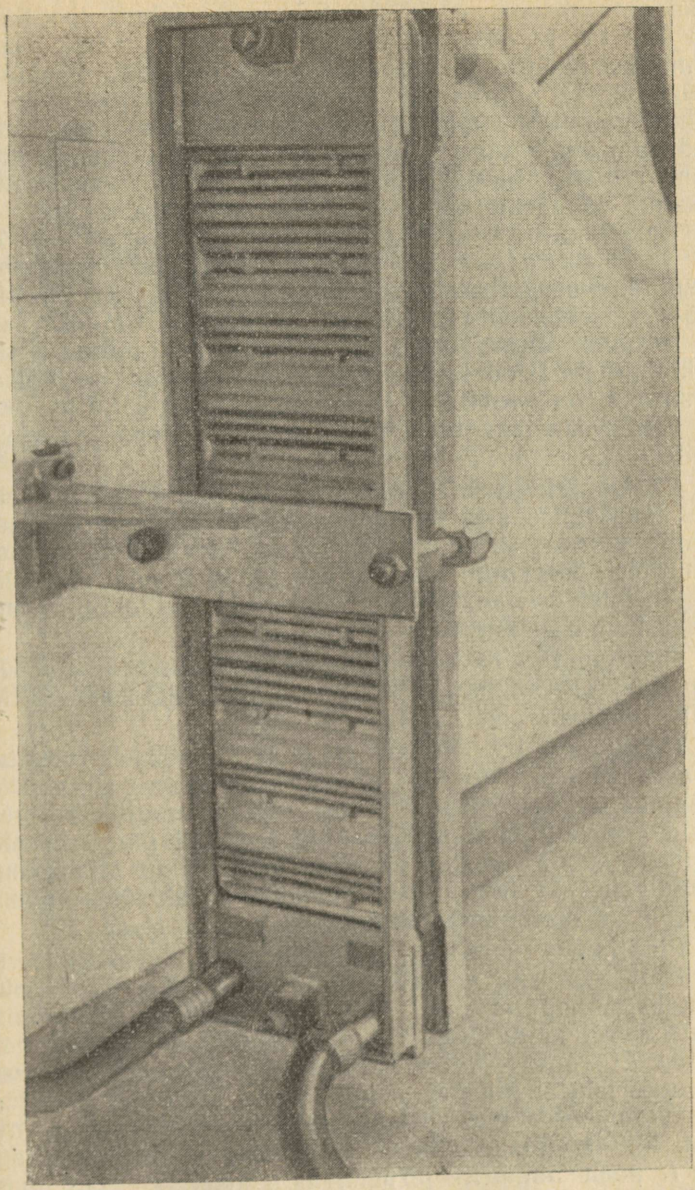
Tavalise jahuti ülemine vaagen on käsitsi piima valamisel oma väikese mahu ja laiuse tõttu ebasobiv. Et piima põrandale ei pritsiks ja et lüpsja saaks suure piimakoguse ruttu ära valada, peab vaagna laius olema umbes 500 mm ja mahutavus 70 liitrit.

Jahutusvesi voolab torudesse alt, välja aga ülalt. Lamejahuteid saab kasutada nii piima eeljahutamiseks kui ka lõplikuks jahutamiseks. Eeljahutamisel lastakse jahutist läbi voolata veevärgirõhuga kaevuvett, jäävee korral kasutatakse pumpa. Kaevuvee kasutamisel on soovitatav lamejahuti veesissevoolutoru ühendada pumbast tuleva toruga ja väljavoolutoru veepaagiga. Piima jahutamisel pannakse kaevupump tööle. Sel juhul on jahutusvee temperatuur madalam kui veevärgist väljavoolaval veel ja jahutusvesi ei lähe kaduma.

Lamejahuteid valmistatakse ühe- ja kahesektsioonilistena, viimastest saab jahutusvett läbi lasta kas järjestikku või paralleelselt (ülemisest sektsioonist kaevuvett, alumisest jäävett). Viimasel juhul väheneb külmutusmasina tööaeg 2...3 korda, võrreldes ainult jäävee kasutamisega.

Lamejahutite ОДД (tootlikkused 0,05, 0,14, 0,21, 0,28 ja 0,56 l/s) asemel hakatakse lähemal ajal tootma ühesektsioonilisi 0,14...0,28 l/s tootlikkusega lamejahuteid, kusjuures selleks kasutatakse 0,07 l/s tootlikkusega tüüpsektsioone. Neid jahuteid on kohane kasutada ka lautades.

Ka olemasolevatest jahutitest sobivad lautades kõige paremini lamejahutid, mille tootlikkus on 0,14 ja 0,28 l/s. Et viimane jahuti oleks madalam, on soovitatav alumine,



Joon. 77. Plaatjahuti PA-100/901 Tartu näidissovhoosi Vorbuse laudas

soolaveesektsioon, eraldada. Siis selle jahuti tootlikkus on 0,14 l/s. Et osa jahuteid on kõrged, siis piima toimetamiseks jahutile kasutatakse mitut moodust. Peamised neist on: 1) piimaruumi põrand on tehtud astmeline ja jahuti paigutatud madalamale; 2) väikesesse vanni valatud piim pumbatakse jahutile; 3) piim tõstetakse jahutile kas reliisri, piimakannust valmistatud vaakumtõsteseadme või membraan-vaakumtõsteseadmega.

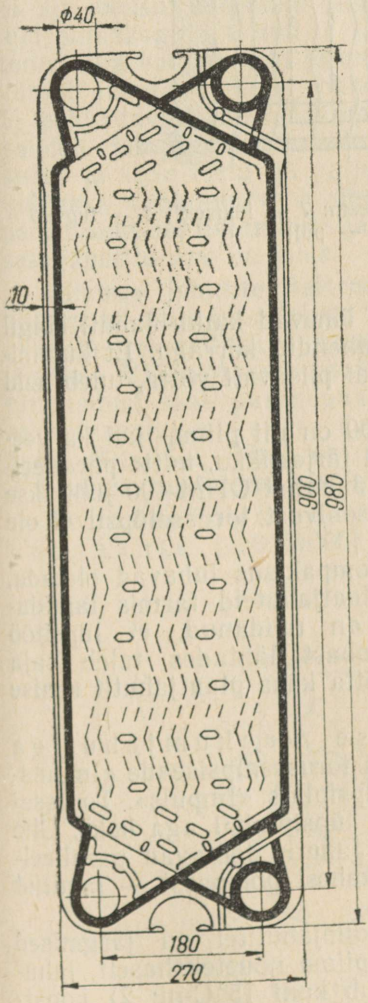
Lamejahuti kasutamise skeemid on toodud joonisel 76. Siksakjahutil on torude asemel laineline jahutuspind. Siksakjahuteid valmistatakse mitme paralleelselt töötava sektsiooniga. Nii on seadmel OXM-500 kaks ja seadmel OOM-1000 neli paralleelselt töötavat siksakjahutussektsiooni. Et nimetatud seadmed on tülikad kasutada, on soovitatav neist siksakjahutid välja võtta ja need rakendada tööle piima eeljahutamiseks kaevuvee abil.

Vaakumjahutiteks nimetatakse selliseid kiirjahuteid, kus jahutamise ajal on piim vaakumi all, sest vaakumjahuti moodustab piimaliini osa. Tavalistest vaakumjahutitest, kus piim voolab üle jahutuspinna raskusjõu mõjul, tuleb eristada plaatjahutit, millest piim imetakse läbi vaakumi toimel.

Plaatjahutiga on varustatud torusselüpsiseade «Impuls-Pipeline» (PA 400/901), jahutusagregaat BO-2000 (ОПМ-400) ja lüpsiseade АДМ-8 (OM-400).

Plaatjahuti PA 400/901 (joon. 77) koosneb tinatatud terasraamist ja kaheksast kroomnikkelterasest siksakjahutusplaadist (joon. 78). Plaatide servade nuutidesse pressitud eriprofiiliga kummitihendid jagavad jahuti kanalid selliselt, et piim voolab vaakumi toimel ülalt alla kolmes plaadivahes ja jahutusvesi pumbatakse alt üles (piimavoolule vastassuunas) nelja kanali kaudu (joon. 79).

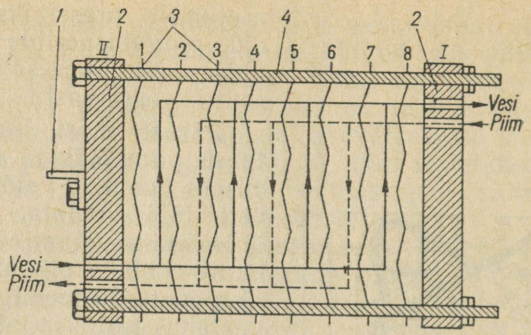
Plaatjahuti monteeritakse toe *II* abil konsoolile vertikaalselt, sest siis voolab jahuti piimast kõige paremini tühjaks. Vajaduse korral võib jahuti asetada ka horisontaalselt või kaldu, sest see jahutusomadust eriti ei halvenda. Et transportimisel vältida prahi sattumist jahutisse, on uuel jahutil plaadid raami vahele tagurpidi asetatud. Seepärast tuleb uuel jahutil nelja pingutuspoldi mutrid lahti keerata, plaadid pesta ja asetada kummitihenditega toe *II* poole numbrite järjekorras selliselt, et plaat number 1 asuks toe *II* vastas. Pärast kinnitusraami *I* kohale-



Joon. 78. Plaatjahuti PA 409/901 plaat

asetamist pressitakse plaadid pingutuspoltide mutrite ühtlase pingutamise teel tihedalt üksteise vastu.

Pärast lüpsi lõppu lastakse piimajääkide eemaldamiseks jahutist veidi kaevuvett läbi voolata. Seejärel ühendatakse plaatjahuti voolikute abil piimatorustiku ringloputussüsteemiga. Pesemislahus lastakse jahutist läbi voolata piimavoolule vastassuunas. Plaatjahutit võib pesta koos piimatorustikuga või koos lüpsiaparaatidega. Seepärast peab plaatjahuti asetsema piimaruumis sellises kohas, et pesemisel oleks jahutit hõlpus ühendada, kasutades jahuti ja piimatanki vahelist ning kurna ja jahuti vahelist voolikut. Kurn pestakse käsitsi. Veekanalite vahelt soojusjuhtivust vähendava roostekorra ja piimakanalite vahelt piimakivi eemaldamiseks tuleb kord kuus jahuti lahti võtta ja pesta harjaga. Seejuures tuleb tähele panna, et jahutit valesti kokku ei pandaks: plaadid tuleb panna numbrite järjekorras tihenditega toe *II* poole. Valesti kokkupandud jahutil tekivad plaatide vahele nn. «surnud» ruumid, milles piim jääb seisma ja hakkab roiskuma. Ka piima temperatuur jääb normaalsest kõrgemaks, sest jahutuspind väheneb. Teatud kasutamisaja vältel jahuti



Joon. 79. Plaatjahuti PA 400/901 skeem: *1* — konsool; *2* — tugi; *3* — plaat; *4* — polt

kummitihendid mõranevad ja lähevad katki. Jahuti kõigil plaatidel vahetatakse kummitihendid korraga. Et kummitihendeid oleks vajaduse korral piisavalt võtta, tuleb neid aegsasti muretseda.

Plaatjahutil ОПМ-400 on nii piima- kui ka veekanaleid viis, mis on asetatud järjestikku, mitte paralleelselt nagu jahutil PA 400/901. Jahutist ОПМ-400 juhitakse piim läbi pumba abil. Tema sobivust torusselüpsil ei ole senini katsetatud.

Teenindamise lihtsus ja kompaktsus lubavad oletada, et lähemal ajal hakatakse plaatjahuteid farmis laialdaselt kasutama. Kogemused on näidanud, et lüpsitöö parema korraldamise seisukohast lähtudes tuleb saja lehmaga laudas kasutusele võtta kaks plaatjahutit senise ühe asemel.

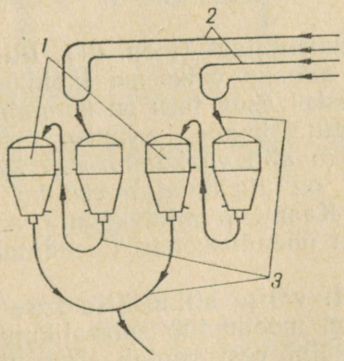
Tüvikoonusekujulise vaakumjahutiga «Blewa» on varustatud vana torusselüpsiseade «Impuls-Pipeline» ja kalasaba-tüüpi lüpsiplats «Impuls». Torusselüpsiseadmel on jahuteid neli, lüpsiplatsil aga kaks. Ühe jahuti tootlikkus on 0,07 l/s. Jahutid töötavad paralleelselt. «Blewa» jahuti koosneb kahest põhiosast — jahutist ja piimakogujast.

Tüvikoonusekujulistel vaakumjahutitel on järgmised puudused: 1) ei jahuta suvel piima nõuetekohaselt, jahutatud piima temperatuur ulatub kuni 15° C-ni; 2) konstruktsioon on nõrk, mistõttu jahutusvee rõhk surub jahuti sisemise lainelise jahutuspinna kokku; deformeerumisel

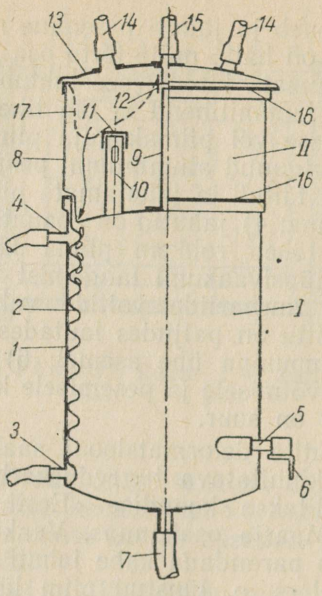
jahutuspind väheneb ja jahuti pesemine raskeneb; 3) piimakoguja ehitus on halb, mille tõttu osa lüpsisooja piima võib jahutit jahtumata läbida; see juhtub siis, kui piimakoguja kesktoru kummitihend ei ole tihe ja toru langeb lüpsi ajal jahutisse või piimakoguja piima piserdusavad on aja jooksul sulgunud alumiiniumi pehmuse tõttu, lüpsi ajal piimakoguja täitub ja jahutamata piim hakkab kesktorust alla voolama; 4) jahutid on ebaühtlaselt koormatud (ühest jahutist läheb rohkem piima läbi kui teisest); 5) põhjustavad lüpsivaakumi langemist (halvasti kokkupandud jahutite kurnariide voltide vahelt voolab õhk sisse) ja selle tõttu on paljudes lautades kasutusele võetud kaks vaakumpumpa ühe asemel; 6) jahutite kokkupanemisele, lahtivõtmisele ja pesemisele kulub palju aega, sest jahutite arv on suur.

«Blewa» jahutite deformatsiooni saab vältida jahuti alla mutri abil kinnitatava tugevduskarbi abil. Vaakumjahuteid remonditakse koondise «Eesti Põllumajandustehnika» Väike-Maarja osakonnas. Vaakumjahutite jahutusomadust saab parandada kahe jahuti järjestikku tööle rakendamise teel, s. o. lüpstud piim läbib kaht jahutit (joon. 80). Sel juhul on jahutatud piima temperatuur 3°C võrra madalam kui jahutite paralleelsel töötamisel.

Torusselüpsiseadme «Daugava» vaakumjahuti (ДФ-14000) koosneb kahest põhiosast —



Joon. 80. Torusselüpsiseadme «Impuls-Pipeline» tüvikoonusekujulised vaakumjahutid, rakendatud tööle järjestikku: *1* — vaakumjahuti; *2* — piimatoru; *3* — piimavoolik



Joon. 81. Torusselüpsiseadme «Daugava» vaakumjahuti: *I* — jahuti; *II* — piimakoguja; *1* — jahuti väline kere; *2* — jahuti sisemine kere; *3* — jahutusvee sissevoolu torujätk; *4* — jahutusvee väljavoolu torujätk; *5* — tapp; *6* — tugi; *7* — piimavoolik; *8* — piimakoguja kere; *9* — kesktoru; *10* — vaakumi tasandustoru; *11* — kummikork; *12* — kummist ühendusmuhv; *13* — piimakoguja kaas; *14* — voolikud piimatorudega ühendamiseks; *15* — voolik vaakumtoruga ühendamiseks; *16* — kummitihendid; *17* — kurnariie

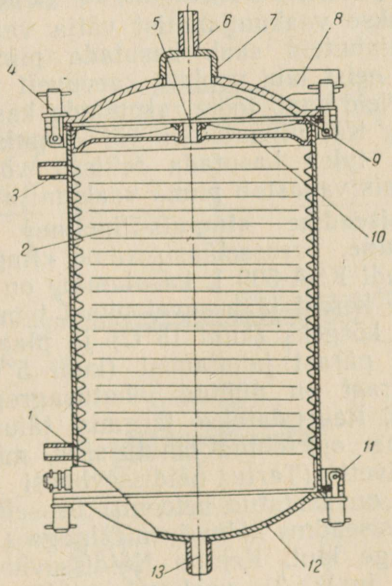
jahutist ja piimakogujast (joon. 81). Piimakoguja silindriline kere on allosas väiksema läbimõõduga ja ulatub jahuti sisse. Keskel asuv toru on kummimuhvi abil ühendatud piimakoguja kaane keskmise torujätkuga ja see omakorda vooliku abil vaakumtorustikuga. Kaane äärmised torujätkud on lüpsi ajal vooliku abil ühendatud piimatorudega. Kaane ja piimakoguja, samuti ka koguja ja vaakumjahuti ühenduskohad tihendatakse kummitihenditega.

Vaakumjahuti välise silindrilise kere ja sisemise lainelise kere vahel moodustub spiraalikujuline jahutusveesärk, millesse külm vesi voolab sisse alumise torujätku ja välja ülemise torujätku kaudu. Vaakumjahuti toetub tappide abil tugedele nii, et teda on võimalik pesemise ajal tappidel pöörata.

Lüpsi ajal on jahutis vaakum. Vaakumi tasandustoru abil imetakse õhk välja ka piimakogujast ja sellega ühendatud piimatorudest. Lüpstud piim imetakse piimakogujasse, läbib kere ja kaane vahele asetatud kurna ja kere põhjaservas olevate peenikeste avade kaudu voolab lainelisele jahutuspinnale. Jahtunud piim koguneb jahuti alumisse ossa ja pumbatakse membraan-piimapumbaga torujätku ning piimavooliku kaudu säilitustanki.

Lüpsiseadme «Daugava» vaakumjahutite kasutamisel torusselüpsiseadme «Impuls-Pipeline» tüvikoonusekujuliste vaakumjahutite asemel tuleb jahuti kesktoru ja piimakoguja kaanel olevad vabad toruotsad sulgeda kummikorkidega. Jahuti tootlikkus on 0,1 l/s.

Vaakumjahutiga УДМ-4-4В (joon. 82) on



Joon. 82. Vaakumjahuti УДМ-4-4В: *1* — jahutusvee sissevoolu torujätk; *2* — jahuti kere; *3* — jahutusvee väljavoolu torujätk; *4* — kaane kinnituspolt; *5* — kesktoru; *6* — vaakumtorujätk; *7* — kaas; *8* — piimatorujätk; *9* — kummitihend; *10* — piimakoguja põhi, mille äärel on aukudega ringrenn, kust piim valgub jahuti gofreeritud sisepinnale; *11* — jahuti põhja kinnituspolt; *12* — jahuti põhi; *13* — piima väljavoolu torujätk

komplekteeritud unifitseeritud piimaliin ОМЛ-8, lüpsiseade УДЕ-16Б, universaalne lüpsiseade УДМ-8А «Zarja», lüpsiplatsid УДС-3, УДМ-8 jt. Ta on valmistatud alumiiniumist, kahekordsete seintega, mille vahelt voolab jahutusvesi läbi. Jahuti ülaosas asub piimakoguja, mille põhja välisserva ringrenni avade kaudu valgub piim ühtlaselt jaotatuna jahuti gofreeritud sisepinnale ja seda mööda alla. Jahtunud piim voolab jahuti põhja keskosas oleva torujätku ja kummivooliku kaudu membraanpumpa. Viimane pumpab piima jahutist vaakumi alt piimatanki välisõhu rõhu alla. Jahuti tootlikkus on 0,1 l/s.

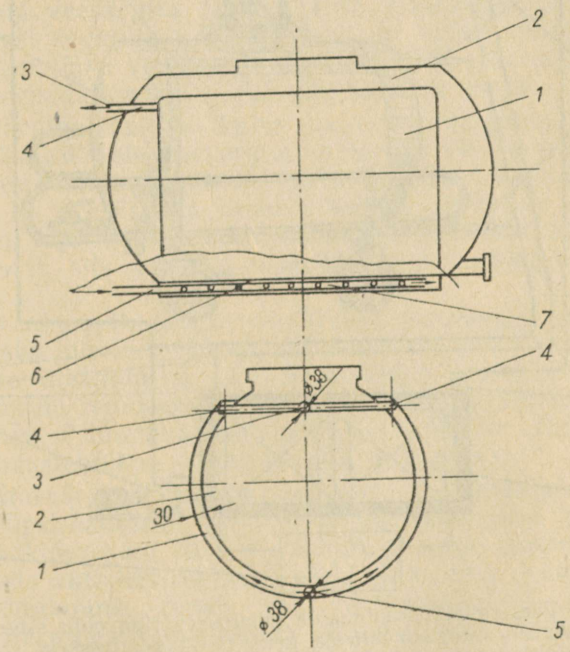
Vaakumjahuti С-125Б on lihtsa ehitusega. Teda sobib kasutada piima eeljahutamiseks kaevuveega. Kui jahutist läbi lasta 0,08 liitrit piima sekundis, jääb piima temperatuur 6° C võrra kõrgemaks kui jahutusvesi.

Piim imetakse vaakumjahutist välja vaakumi toimel. Kõiki vaakumjahuteid saab kasutada piima eeljahutamiseks, lastes neist läbi voolata kaevuvett või läbi pumbata jäävett. Neid saab tööle rakendada kas paralleelselt või järjestikku. Kui piimatankis või -vannis ei saa tekitada vaakumi, tuleb kasutada reliisrit või membraanpiimapumpa, mis vabastab piima vaakumi alt.

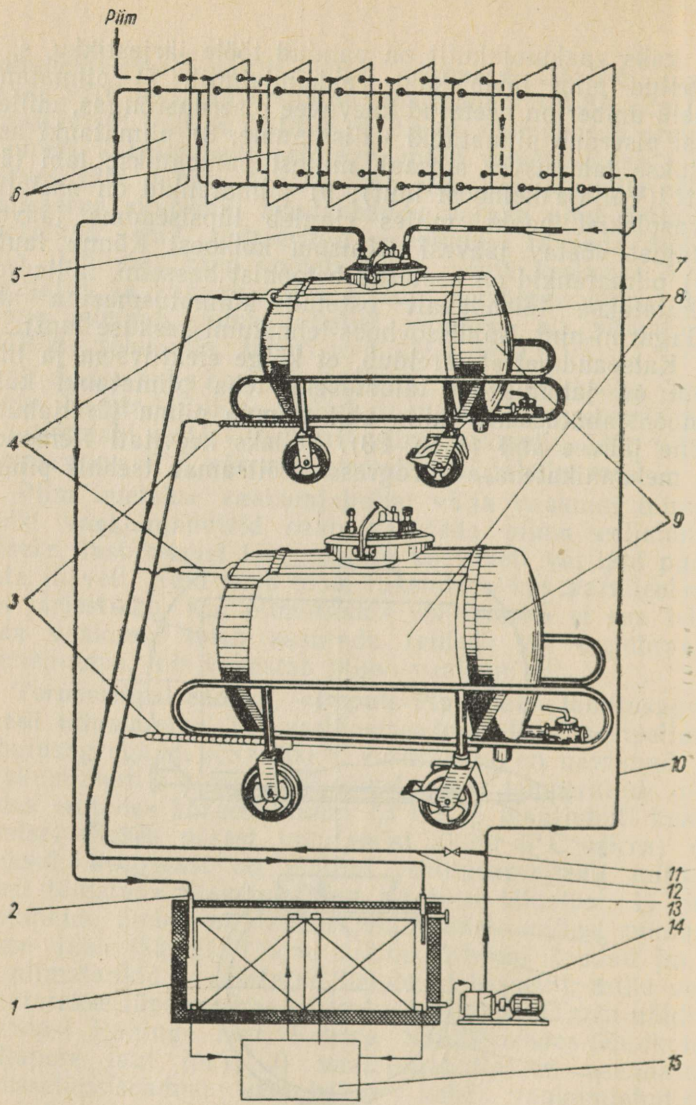
Torusselüpsiseadme «Impuls-Pipeline» jahutusagregaadi täiustamine. Torusselüpsiseadme «Impuls-Pipeline» jahutusagregaadi KSA-500 L kasutamine on näidanud, et vaakumjahutite korral jääb suvel piima temperatuur paljudes lautades kõrgeks (kuni 15° C) ja plaatjahuti kasutamisel tõuseb pärast jahutamist (kuni 5° C võrra) öö jooksul. Seepärast on püütud jahutusagregaati mitmel viisil täiustada. Rakendatakse järgmisi täiustusi: 1) piimatankide ümber on tehtud jahutussärk, millest pumbatakse läbi jäävett (Tartu näidissovhoosi laudad jm.); 2) piimatankid on asetatud betoonist basseini, mille vett jahutatakse lüpsiseadme külmutusmasinaga (Tartu näidissovhoosi Rahinge laut, Kehtna Näidissovhoos-tehnikumi Lellapere laut jm.); 3) vaakumjahutid on asendatud torusselüpsiseadme «Daugava» kahe vaakumjahutiga või kahe vaakumjahutiga С-125Б (Viljandi katsesovhoosi Annamõisa laut); 4) piimatankid on asetatud külma ruumi, mille õhku jahutatakse külmutusseadmega (Rapla rajooni «Tee Kommunismile» kolhoosi Hertu laut); 5) vaakumjahutid on asendatud kahe plaatjahutiga PA 400/901 (Tartu näidissovhoosi Vorbuse laut jm.);

6) kaks vaakumjahutit on pandud tööle järjestikku, s. o. lüpstud piim läbib kaht vaakumjahutit; 7) piimatanki kaela ümber on asetatud kaevuvee piserdusrõngas, millest vesi piserdub piimatanki välispinnale; 8) piimatanki asetatakse jahutusvee spiraal, millest pumbatakse läbi jäävett (Valjala kolhoosi laut); 9) piimatankid on asetatud terasplekist paaki, milles ringleb lüpsiseadme jäävee-paagist võetav jäävesi (Kaisma kolhoosi Kõnnu laut); 10) piimatankid on asetatud betoonist basseini, mille vett jahutatakse täiendavalt ostetud külmutusmasina abil (Gagarini-nim. Näidissovhoos-tehnikumi keskuse laut).

Katseandmetest järeldub, et kõige efektiivsem ja lihtsam on jahutusviisi täiustuseks teha piimatanki külje ümber jahutussärk, mille abil toimub piima järeljahutamine jäävee abil (joon. 83). Selleks keevitati Remondi- ja mehaanikatehase «Progress» Põltsamaa tsehhis piima-



Joon. 83. Jahutussärgi skeem: *1* — jahutussärk; *2* — piimatank; *3* — vee väljavoolu torujätk; *4* — vee väljavoolu toru; *5* — vee sissevoolu torujätk; *6* — veejaotusavad; *7* — veejaotustoru



Joon. 84. Veesärgiga piimatankide jahutusvee ringvoolu skeem: *1* — jääveepaak; *2* — tagasivooluvee jaoti; *3* — jahutussärgi vee sissevoolu torujätk; *4* — jahutussärgist vee väljavoolu torujätk; *5* — vaakumvoolik; *6* — plaatjahuti; *7* — piimavoolik; *8* — jahutussärk; *9* — piimatank; *10* — jahutusvee rõhutoru; *11* — jahutusvee ülevoolutoru ventiil, mis peab olema parajal määral avatud, et vältida liigset rõhku plaatjahutis; *12* — ülevoolutoru; *13* — ülevooluvee jaoti; *14* — jahutusvee pump; *15* — kompressor-kondensaatoragregaat

tankide põhja alla ja külgedele 4 mm paksusest alumiiniumplekist kest, mille kaugus piimatanki seinast on 30 mm. Tanki põhja alla asetati soojusvahetuse parendamiseks aukudega veejaotustoru, mille üks ots toodi jahutussärgist välja vee sissevoolu vooliku ühendamiseks. Vee väljavoolu torud joodeti veesärgi ülemise serva külge. Piimatanki laudas katsetamisel ühendati jahutussärgi sissevoolutoru jahutusagregaadi veepumba ülevoolutoruga ja väljavoolutorud voolikute abil veepaagiga (joon. 84). Katseandmed tõendasid, et öö vältel säilitatava piima ega ka õhtuse ja hommikuse lüpsi segupiima kvaliteet ei halvene, sest mikroobide arv ei suurenenud. Vaakumjahutite kasutamisel oli õhtul lüpsmise lõpul piima temperatuur 8° C ja tunni aja pärast 6° C. See on vastavalt 5° ja 7° võrra madalam kui veesärgita tankide korral. Enne hommikust lüpsi oli piima temperatuur veesärgiga tankis 8° C, kuid veesärgita tankis 14° C. Tööstusse saadetava kahe lüpsi segupiima temperatuur oli kaks tundi pärast hommikust lüpsi veesärgiga tankides 5° C, mis oli koguni 8° võrra madalam kui veesärgita tankide korral.

Veesärgiga tankides kulus ühe tsentneri piima jahutamiseks 3,6 kWh elektrienergiat endise 2,8 kWh asemel, mis on tingitud külmutusmasina ja veepumba tööaja pikenemisest. Et veesärgiga tankide puhul vajatakse rohkem jääd, on vaja kompressori imirõhk reguleerida 1,8 atü* peale, sest siis on jää tekkimise kiirus paagis kõige suurem.

Et vaakumjahutitega varustatud torusselüpsiseadmetega saaks jahutada piima, mille temperatuur oleks suvel tööstusse üleandmisel alla 10° C, tuleb küllaldase arvu plaatjahutite puudumisel osa piimatanke varustada jahutussärgiga. Piimatanke remonditakse koondise «Eesti Põllumajandustehnika» Väike-Maarja osakonnas.

Jahutussärgiga tankid sobivad ka plaatjahutitega torusselüpsiseadmeile, sest suvel soojeneb piim isoleerimata tankides kuni 10° C-ni. Jahutussärgiga piimatankide kasutusele võtmisel on väga efektiivne piima kaheastmeline jahutamine: plaat- või vaakumjahutites jahutab lüpsisooja piima kaevuvesi ja piimatankides jäävesi. Selline jahutusviis vähendab külmutusmasina tööaega ja elektrienergiat.

---

* 1 atü = 98,1 kN/m² ülerõhku.

Teine efektiivne moodus senise jahutuse ümberkorraldamiseks on piimatankide asetamine betoonist veebasseini, mida kasutatakse mitmes majandis. Piim jahtub sel juhul 5 ... 7° C-ni. Mikroobide arv öö vältel piimas ei suurene. Antud juhul on vaja asetada veepaaki piimatankide vahele 100 lehmaga laudas üks või kaks külmutusmasina ИФ-56 aurustipatareid, mida seni on paljud majandid ostnud Pärnu Masinatehasest. Jahutuspatareisid on võimalik saada ka majandites kasutusele võetud külmutusmasinate ИФ-56 juurest, sest tööle rakendatakse tavaliselt 1 ... 2 patareid, uue masinaga on aga kaasas 4 patareid.

Veepaaki asetatud tankide kasutamisel võib vaakumjahutites piima eeljahutada kas kaevu- või jääveega, jättes lüpsiseadmega komplektis oleva veepaagi jahutussüsteemist välja. Sel viisil piima jahutamist ümber korraldades kulub 100 lehmaga laudas täiustuste tegemiseks ligikaudu 210 rubla.

Piima temperatuurinõudeid rahuldab ka jahutusviis, mille puhul vaakumjahutites jääveega jahutatud piim läheb tankidesse, mis on asetatud väikesesse külma ruumi. Ruumi õhku jahutatakse suvel külmutusmasina ИФ-56 abil. Kuid sellise jahutusviisi puhul tuleb täiendavalt osta külmutusmasin ИФ-56, mis koos montaažiga maksab 620 rubla. Peale selle tuleb tankide jaoks ehitada vastav ruum. Tunduvalt odavam on külmruumi kasutamine 200 lehmaga laudas, kus ühe külmutusmasinaga jahutatakse vaakumjahutite vett, teisega aga tankide ruumi. Sel juhul on vaja juurde soetada ainult neli aurustipatareid, mis monteeritakse tankide ruumi seinale. Katsed näitasid, et külmruumi puhul, kui vaakumjahutites kasutatakse jäävett, on elektrienergia kulu ühe tsentneri piima kohta 2,3 ... 4 kWh võrra suurem kui veepaaki asetatud tankide korral.

Suhteliselt odav on külmruumi kasutamine ka juhul, kui vaakumjahutitest lastakse läbi voolata kaevuvett. Ka siis tuleb juurde soetada ainult neli aurustipatareid ja valmistada tankide jaoks vastav ruum. Ruumiõhu jahutamiseks kulub suvel 1 ts piima kohta 3 kWh elektrienergiat. Külmruumi välisseina tuleb teha luugiga suletav ava, mis talvel lahti tehakse, et ruumi jahutada välisõhuga.

Külmruume kasutatakse meil ka väiksemates vanades

Erinevalt täiustatud vaakumjahutitega jahutusagregaadi KSA-500 L suviste katsete võrdlevad andmed

Näitaja	Tanki ümber veesärk	Tank veepaagis, piima eeljahutamine		Asendatud plaatjahutiga	Asendatud «Daugava» kahe vaakumjahutiga	Tankid külmruumis	Kaks vaakumjahutit järjestikku + kaevuvee piserdusrõngas tanki peal	Kaevuvee piserdusrõngas tanki peal	Täienduseta
		kaevuveega	jääveega						
Lisa kapitaalmahutus 100 lehmaga laudas rbl.	170	210	210	320	200	770	10	10	—
Elektrienergia kulu ühe ts piima kohta kWh	3,6	1,8	3,5	3,1	3,0	5,8	2,9	2,8	2,8
Veekulu 1 ts piima kohta l	10	530	10	10	10	10	310	310	10
Piima temperatuur °C									
õhtul:									
pärast lüpsi	8,0	11,3	10,0	7,0	8,0	10,2	11,0	14,5	13,0
1 tunni pärast	5,8	9,7	9,2	7,3	8,3	9,3	10,9	14,1	13,2
2 tunni pärast	—	8,5	8,3	7,6	8,6	8,8	10,8	13,7	13,3
hommikul:									
enne lüpsi	8,0	5,2	5,3	9,8	10,5	6,0	10,0	11,0	14,5
pärast lüpsi	7,6	9,8	8,7	8,3	9,3	8,5	10,5	12,2	12,5
1 tunni pärast	6,1	8,8	—	—	—	8,1	—	—	—
2 tunni pärast	5,1	7,8	—	—	—	—	—	—	—
Üldiduarvu muutumine öö vältel kordarvudes	0,8	0,9	1,0	1,1 ... 1,7	—	1,0	1,2	1,4	1,9 ... 3,1

lautades, kus varem oli kannjahutus. Nii näiteks Kingissepa rajooni «Kommunismi» kolhoosi Pidula laudas jahtub piim eelnevalt kaevuveega vaakumjahutis C-125Б ja voolab sealt külmruumis olevasse tanki. Ruumis jahutab õhku külmutusmasin ИФ-56.

Nelja vaakumjahuti asendamine lüpsiseadme «Daugava» kahe vaakumjahutiga võimaldab piima jahutada küll 8° C-ni, kuid suvel tõuseb piima temperatuur öö vältel üle 10° C, mille tõttu seda täiustust ei saa eelistada. Ka kahe tüvikoonusekujulise vaakumjahuti järjestikku tööle rakendamine ja piserdusrõngaste kasutamine, mille kaudu öö vältel piimatankide külgedelt lastakse alla voolata kaevuvett, ei võimalda piima jahutada alla 10° C.

Vaakumjahutitega jahutusagregaadi KSA-500 L võrdlevad andmed suvel erinevate täiustusviiside puhul on toodud tabelis 37.

Jahutus-säilitusvannideks nimetatakse selliseid piimamahuteid, milles piim nii jahtub kui ka säilib. Vanni valatakse tavaliselt lüpsisoe piim.

Jahutus-säilitusvannid BO-1000, П-785 ja TOM-2,0A on ühesuguse ehitusega: piimavanniga ühisel raamil asuv külmutusmasin jahutab piimavanni all olevas veepaagis vett, mida pumba survega piserdatakse piimavanni külgedele aukudega toru abil. Vanni keskel asub segisti. Seadmed tuleb piima valamiskõrguse vähendamiseks asetada süvendisse. Piimaruumi ventileerimiseks tuleb välisseina teha kaks luugiga suletavat ava, mille mõõtmed on ligikaudu 500 × 500 mm. Alumine ava asetsegu külmutusmasinale võimalikult lähedal, ülemine aga lae all.

Üleliidulise Külmutusmasinatööstuse Teadusliku Uurimise Instituudis on valmistatud uue konstruktsiooniga väga heade jahutusomadustega roostekindlast terasest 1500-liitrise mahuga jahutus-säilitusvann. Ta erineb ülalkirjeldatud vannidest selle poolest, et külma vett ei piserdata mitte vanni külgedele, vaid vesi surutakse läbi piimavanni ümber oleva jahutussärgi. Aurusti on paigaldatud piimavanni külgedele. Vesi pumbatakse sisse särgi alumisest äärest, voolab välja piimavanni ülemisest servast ja langeb aurustile. Uuel seadmel segisti puudub. Selle asemel kasutatakse pumpa. Piim võetakse vanni põhja lähedalt ja pumbatakse vanni ülemisel äärel asetsevasse aukudega renni, kust piim vanni sisepinda mööda alla

voolates jahtub. Seade on varustatud soojaveeboileriga, milles vett soojendab kompressori poolt kokkusurutud külmutusagensi kuum aur. Külmutusmasina külmatootlikkus on 8400 kcal/h*.

Jahutus-säilitusvanni BO-1000 katsetamisel ilmnesid järgmised puudused: 1) automaatikaseadmed ei ole töökindlad; 2) piima valamiskõrgus on suur (1180 mm); 3) kurna maht on väike (3 l); 4) suvel soojeneb piimaruumi õhk tunduvalt (kuni 28° C-ni); 5) piimavanni maht on 100 lehmaga lauda jaoks väike; 6) seadme hind on kõrge.

Jahutus-säilitusseadmed ISB-1000 ja АХУ-1000 on otseaurustusega seadmed. Lüpsisoe piim valatakse vannidesse, külmutusagens aga aurustub vannide ümber olevates spiraaltoruaurustites. Külmutusmasina kondensaatori jahutamiseks tuleb kasutada suvel välisõhku, talvel aga ruumide õhku. Külmutusmasin tuleb asetada vahetult teisele poole piimaruumi seina. Piima valamiskõrguse vähendamiseks tuleb piimavannid asetada süvendisse.

Seadmete katsetamisel ilmnesid järgmised puudused: 1) piima jahtumise aeg on pikk — ühe tonni piima jahutamiseks peavad külmutusmasin ja segistid töötama ligikaudu 10 tundi; 2) seadmed ei ole töökindlad, sest nendel puudub kaevuveega jahutamise võimalus; 3) piimavannide kogumaht on väike (1000 l); 4) piimaruumi õhk soojeneb suvel tunduvalt.

Peale ülalnimetatud jahutusseadmete kasutatakse meie majandite vanades lautades veel palju mitmesuguseid jahutusviise külmutusmasinaga ИФ-56. Nendest peamised on järgnevad.

1. Piim jahtub lamejahutil ja tankis ТУМ-1200 jääveega (Sootaga sovhoosi keskuse laut).

2. Piim jahtub jääveebasseinis ujuvates vannides (Kambja sovhoosi Kungla, Gagarini-nim. Näidissovhoos-tehnikumi Vana-Võidu laut jm.).

3. Piim jahtub veepaaki asetatud «Impuls»-tankis, kusjuures piima eeljahutamine toimub kas kaevuveega («Arengu» sovhoosi Kärevere laut) või jääveega (Tartu näidissovhoosi Kohu laut jm.).

4. Piim jahtub väikesesse külmruumi asetatud «Impuls»-tankis, kusjuures piima eeljahutamine toimub kas

* 1 kcal/h = 1,1630 W.

kaevuveega (Sõrve sovhoosi Rahuste laut) või jääveega. Viimasel juhul asub piimatank külmruumis kas jääveebasseini kohal rööbastel, mida mööda tank tõmmatakse külmruumist pesemiseks välja (Sõrve sovhoosi Kuigu laut), või poolenisti jääveebasseinis (Sõrve sovhoosi Taritu laut).

5. Piim jahtub lamejahutil kaevuveega ja basseinis ujuvas vannis jääveega (Villemi sovhoosi keskuse laut).

6. Piim jahtub universaaltankis ТУ-1200 jääveega (Tartu rajooni «Avangardi» kolhoosi Allika laut) või tankis ТУМ-1200 jääveega (Harju raj. «Koidula» kolhoosi Hämara laut).

7. Piim jahtub koorevannis ВСГМ-12 kaevu- ja jääveega (Viisu sovhoosi keskuse laut).

8. Piima jahutatakse jahutusagregaadiga ВО-2000 (Koigi sovhoosi keskuse laut).

9. Piim jahtub lamejahutil kaevuveega, kust ta imetakse veesärgiga varustatud «Impuls»-tanki, milles piima jääveega jahutatakse (Väimela Näidissovhoos-tehnikumi keskuse laut).

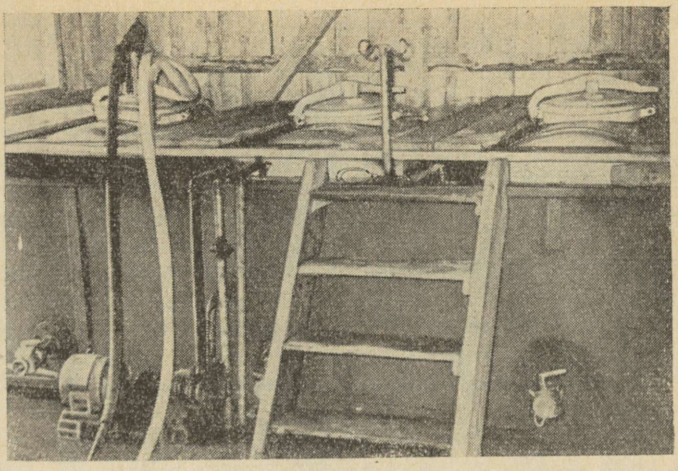
10. Piim jahtub transpordikannudega veebasseinis, milles vett jahutatakse külmutusmasina abil (Viljandi katsesovhoosi Reinu laut, Tartu raj. «Kungla» kolhoosi keskuse laut jm.).

11. Piim jahtub jahutusagregaatides МКА-610 (Roela sovhoosi Puka laut) või КSА-500 L.

3. Piima jahutamine karjamaal

Mida soojem on ilm, seda olulisem on piima jahutamine. Seepärast vajab piim nõuetekohast jahutamist eriti lehmade lüpsmisel karjamaal. Et tehastes otstarbekaid karjamaa piimajahutusseadmeid ei valmistata, kasutatakse meie lüpsikuurides kohapeal kokkuseatud ja omavalmistatud jahutusseadmeid.

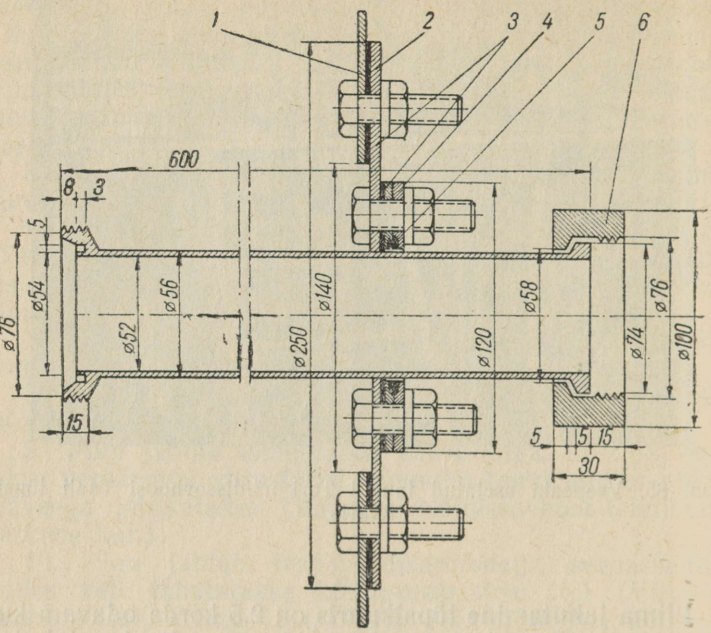
Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituudis läbiviidud katsed näitasid, et lüpsikuuri olemasolu korral tuleb piim jahutada ja säilitada lüpsikuuris, kasutades selleks piimatanke ja külmutusmasinaid. Piima jahutamisel külmutusmasinaga tankseadmete abil kulub lüpsikuuris 12,9 kop. 1 ts piima kohta, mis on 2,8 korda odavam kui transpordikannude kasutamine (35,6 kop. 1 ts piima kohta).



Joon. 85. Veepaaki asetatud tankid Tori näidissovhoosi Taali lüpsikuuris

Piima jahutamine lüpsikuuris on 2,5 korda odavam kui karjamaalt piima toomine koos järgneva laudas jahutamisega (jahutamise üldmaksumused vastavalt 12,9 ja 32,7 kop. 1 ts piima kohta). Karjamaal lüpsmisel ja sellele järgneval laudas jahutamisel on peamiseks kululiigiks piima transport karjamaalt lauda juurde — 12 kop. 1 ts piima kohta, mis moodustab 36% jahutamise üldmaksumusest. Teiseks kululiigiks on inimtöö (23% — 17,6 min 1 ts piima kohta), kolmandaks amortisatsioon (20% — 6,4 kop. 1 ts piima kohta), neljandaks elektrienergia (6% — 2,1 kWh 1 ts piima kohta), viiendaks piimakadu (6% — 108 g 1 ts piima kohta), kuuendaks vesi (5% — 220 l 1 ts piima kohta) ja suuruselt kõige väiksemaks seadmete hooldamine (4% — 1,6 kop. 1 ts piima kohta). Kui arvestada ka piima transpordiaega, on ajakulu piima jahutamisel lüpsikuuris 8,6 korda väiksem kui lauta toomisel (ajakulu vastavalt 3,2 ja 27,4 min 1 ts piima kohta).

Lüpsikuuris jahutatud piima kvaliteet on tunduvalt kõrgem kui piima toomisel lauta või tööstusse lüpsisoojalt üleandmisel, sest viimasel juhul seisab piim kaua (kuni 5,5 tundi) lüpsisoojana. Mikroobide arv piimas on 2,4 korda kõrgem kui lüpsikuuris jahutatud piimas. Lüpsi-



Joon. 86. Piimatanki ja kraani ühendustoru: *1* — veepaagi sein; *2* — luuk; *3* — kummitihend; *4* — äärik; *5* — rasvanöörtihend; *6* — mutter

sooja piima üleandmisel tööstusele oli üldiduarv 5,2 korda kõrgem kui lüpsikuuris jahutatud piimas. Lüpsikuuris jahutatud tankipiima üldiduarv on 2,2 korda madalam kui kannupiimas.

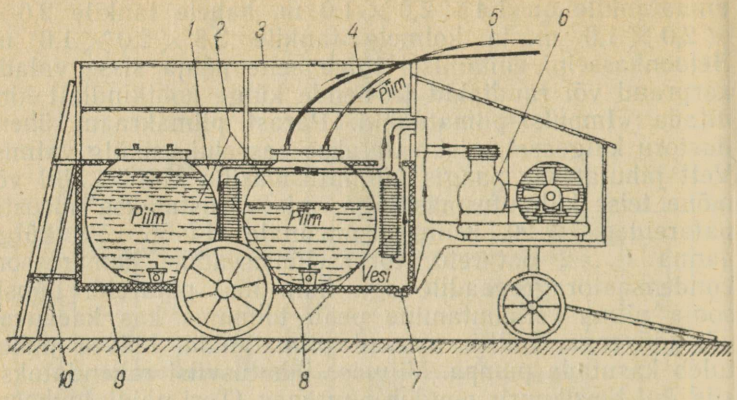
Meie oludes, kus lautades rakendatakse laiaulatuslikult torusselüpsiseadet «Impuls-Pipeline», tuleb laudaseadmete osadest lüpsikuuri üles monteerida piimatorustik. Lehmade karjamaale laskmisel viiakse sinna laudast ka piimavoolikud, plaat- või vaakumjahutid ja lüpsikuuris puurkaevu puudumisel ka lüpsiseadmega komplektis olev veepump. Piimatankid asetatakse kohapeal valmistatud betoonist või 3 mm paksusest terasplekist veepaaki (joon. 85). Veepaagist piimakraani läbitoomiseks tuleb kasutada seestpoolt tinatatud terastorust või roostekindlast terasest valmistatud toru, mis terasplekist paagi korral varustatakse luugi ja äärikutega (joon. 86). Betoonbasseini puhul luuki ja äärikuid pole vaja. Veepaagi sisemised mõõtmed ühele

piimatankile on 1,4 × 2,0 × 1,0 m, kahele tankile 2,6 × × 2,0 × 1,0 m ja kolmele tankile 3,8 × 2,0 × 1,0 m. Betoonbasseini ehitamisel tuleb selle põhja sisse valada karpraud või raudtalad ja nende külge kohtkindlalt kinnitada «Impuls»-piimatankid. Pärast piimakraani ühendustoru külgeasetamist valatakse basseini esikülg valmis. Vett jahutatakse paagis külmutusmasina ИФ-56 abil või mõne teise külmutusmasinaga, mis varustatakse aurustipatareidega Ф-20. Külmutusmasinale ИФ-56 võib külge panna 1...2 patareid, torusselüpsiseadme kompressor-kondensaatoragregaadile aga kuni neli patareid. Lüpsisooja piima eeljahutamine peab toimuma kas kaevuvee või jääveega, milles asuvad piimatankid. Jäävee puhul tuleb kasutada pumpa. Viimast jahutusviisi rakendatakse siis, kui lüpsikuuris puudub puurkaev (Tori näidissovhoosi Taali lüpsikuur). Jahutitest väljavoolavat kaevuvett võib joota loomadele. Kui vaakumjahutites piima eeljahutatakse kaevuveega (Kehtna Näidissovhoos-tehnikumi keskuse lüpsikuur), suudab üks külmutusmasin ИФ-56 jahutada 200 lehma piima. Kui kasutatakse pumba abil ringlema pandud jäävett, siis jahutab üks külmutusmasin ainult 100 lehma piima.

Elektrivõrgu puudumisel ei saa külmutusseadet kasutada ja veepaaki pannakse piimatankide ümber jääd. Piima jahutamiseks lauta transportimine on tülikas, isegi kallim jahutamisest lüpsikuuris ja piim rikneb. Jää kasutamisel lüpsikuuris (Tartu näidissovhoosi Rõhu lüpsikuur) on jahutamise üldmaksumus 22,4 kopikat ühe tsentneri piima kohta, s. o. 1,7 korda kallim kui lüpsikuuris külmutusmasina kasutamisel, kuid 1,5 korda odavam kui piima transportimisel lauta. Karjatamisperioodi lõpul viiakse vajaminevad lüpsiseadme osad lüpsikuurist lauta tagasi.

Nagu ülalkirjeldatust nähtub, on piima nõuetekohane karjamaal jahutamine kergesti lahendatav, kui lehmi lüpstakse suvel ühes lüpsikuuris. Kuid piima kiire jahutamine veetava lüpsiplatsi korral, kui lüpstakse suve jooksul teatud ajavahemike järel erinevates kohtades, on väga keerukas ülesanne. Ei ole andmeid, et see oleks lahendatud ka välisriikides.

Omapäraselt lahendati piima käsitsemine Vändra Veisekasvatuse Katsejaamas, kus suvel lüpstakse vaheldumisi kahe kuuri juures. Kui ühe kuuri ümbruses on rohi söö-



Joon. 87. Veetava jahutusagregaadi skeem: *1* — veepaak; *2* — piimatankid; *3* — tõke; *4* — vaakumvoolik; *5* — piimavoolik; *6* — külmutusmasin; *7* — põhjakork; *8* — aurustipatarei; *9* — isolatsioon; *10* — redel

dud, aetakse kari teise kuuri ümber olevatesse koplitesse. Statsionaarsete jahutusseadmete valmistamine mõlemasse lüpsikuuri oleks tulnud kulukas ja peale selle ei oleks jätkunud «Impuls»-piimatanke.

Veetava jahutusagregaadi (joon. 87) raam on paigutatud vana viljapeksumasina alusvankrile, mis vastavalt kohandati. Raudratastele on peale tõmmatud traktori mahakantud kummidest väljalõigatud rehvid, et vähendada agregaadi rappumist vedamisel. Tagumiste rataste kohale on paigaldatud 3 mm paksusest terasplekist veepaak, mille sees on kohtkindlalt kaks «Impuls»-piimatanki. Piimakraan on toodud läbi veepaagi seina luugi äärikuga varustatud toruga. Veepaak on isoleeritud väljastpoolt mineraalvatiga ja kaetud punnitud laudadest voodriga ning pealt kaantega. Paagi taha on kinnitatud redel ja ülemise ääre külge laudadest ohutustehnika nõuetele vastav tõke.

Agregaadi esiosale on paigaldatud külmutusmasin ИФ-56. Veepaaki piimatankide vahele paagi masinapoolse otsa vastu on kinnitatud kaks aurustipatareid, mis on kompressoriga ühendatud kompensaatoritega varustatud vasktorude abil. Kompensaatorid vähendavad torustiku vibratsiooni jahutusagregaadi transpordil ja sellega ka

toruühendite lekkimist. Jahutusagregaat on sademete eest kaitstud katusega. Elektrilüliti asetseb kompressori lähedal veepaagi seina küljes. Piimakraane ja tankide kaasi saab lukustada.

Jahutusagregaati veetakse ühe kuuri juurest teise juurde traktoriga võimalikult aeglasel käigul. Agregaat jahutas kaks tonni piima päevas, kusjuures külmutusmasina tööaeg oli ööpäevas 18...20 tundi (õhtuse lüpsi algusest kuni hommikul kahe lüpsi segupiima ärasaatmiseni). Seejuures oli jahutuspatareide ümber pidevalt jääpank. Vee temperatuur langes paagis kuni +3° C-ni. Lüpsikuuris, kus lüpsti klaasist piimatorustikku, jahtus piim kahes vaakumjahutis kaevuveega ja voolas sealt vaakumi all voolikut mööda jahutusagregaadil olevasse tanki. Õhtusel ja hommikusel lüpsil saadud piim voolas eraldi tankidesse.

Esialgsed katsed näitasid, et liikuva jahutusagregaadi kasutamine on tunduvalt odavam kui piima transportimine lauta, kusjuures veetava agregaadi ökonoomilised näitajad on peaaegu võrdsed lüpsikuuri statsionaarse jahutusseadme vastavate näitajatega. Nii maksis ühe tsentneri piima jahutamine veetava agregaadiga 14,4 kopikat, statsionaarse seadmega 14,3 kopikat, piima transportimisel lauta aga kuni 41,9 kopikat ehk 2,9 korda rohkem. Piima jahutamise üldmaksumuse vähenemine on tingitud veetava jahutusagregaadi kasutusele võtmisel peamiselt tööaja vähenemisest ja osalt ka elektrienergia kokkuhoiust. Nii kulus inimtööd veetava jahutusagregaadi kasutamisel ainult 2,4 min 1 ts piima kohta, kuna piima transportimisel lauta oli see kuni 38,5 min ehk 16 korda rohkem. Ajakulu vähenemine veetava jahutusagregaadi kasutamisel on tingitud piima jahutusaja ja transportimisaja ärajäämisest ning piimainventari pesemisaja lühenemisest. Elektrienergia kulu vähenes 3,1 kWh-lt 1,8 kWh-ni 1 ts piima kohta ehk 1,7 korda. Veetava jahutusagregaadi valmistamiskulud on peaaegu võrdsed lüpsikuuri statsionaarse jahutusseadme maksumusega (vastavalt 1180 ja 1080 rubla).

Bakterioloogilised analüüsid näitasid, et piima kvaliteet liikuval agregaadil jääveepaaki asetatud tankis öö vältel, samuti nagu statsionaarsel seadmelgi, ei halvene, sest piim jahtub mõlemal seadmel 6...7° C-ni.

Mikroobide arvu suurenemist piimas ei täheldatud ka

Tabel 38

Piima jahutusviiside võrdlevad andmed karjamaal lüpsi puhul (100 lehmaga karja korral ühe tsentneri piima kohta)

Näitaja	Statsionaarne jahutusseade lüpsikuuris (tankid jääveepaagis)		Veetav karjamaa jahutusagregaat	Vaakumjahutitega torusselüpsiseade laudas	
	piima eeljahutamine kaevuveega	piima eeljahutamine jääveega		lüpsikuuris kaevuveega eeljahutatud piim	lüpsisoojalt lauta transporditud piim
Kapitaalmahutus rbl.	1080	1160	1180	2290	2210
Amortisatsioonikulu kop.	7,2	7,7	7,9	8,4	7,9
Elektrienergia kulu kWh	1,6	3,5	1,8	2,9	3,1
Veekulu l	430	10	300	420	10
Tööajakulu (koos transpordiga) min	1,8	2,2	2,4	38,5	27,9
Piimakadu g	30	30	30	60	60
Külmutusmasina hooldamiskulu kop.	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Jahutamise üldmaksumus kop.	14,3	14,3	14,4	42,4	35,2
Kaevuvee temperatuur °C	6,0	—	14,0	16,5	—
Jäävee temperatuur °C	3,0	3,4	3,0	2,5	2,0
Piima temperatuur °C:					
õhtul pärast lüpsi	14	10	17,5	22	32
õhtul pärast laudas jahutamist	—	—	—	7	11
hommikul enne lüpsi	6	5	7	11	12
segupiim pärast hommikust lüpsi	10	8	12	15	22
hommikul pärast laudas jahutamist	—	—	—	9	13
Üldiduarvu muutumine ajavahemikul õhtuse lüpsi lõpust kuni hommikuse lüpsi alguseni kordarvudes	1,0	1,1	1,1	1,0	5,0
Mikroobide arv ühes milliliitris tööstusse saadetavas piimas, tuh.: üldiduarv	—	560	510	353	1648
piimhappebakterid	—	366	345	192	578
kaseolüüdid	83	33	80	38	—

siis, kui karjamaal kaevuveega jahutatud piim (temperatuur 22° C) toodi lauta ja jahutati 7° C-ni. Kuid selline käsitsemisviis on vastuolus piima kvaliteedi teoreetiliste alustega. Nimelt temperatuuri piirid 20 ... 24° C on kriitilised vabade rasvhapete tekkimisel. Et vältida piimarasva lipolüüsi (s. o. hapendumist), tuleb piim karjamaal kiiresti jahutada alla 20° C. Võib oletada, et temperatuuri piirid 20 ... 24° C on kriitilised ka piimas võitera tekkimisel, mida suvel mõnikord esineb.

Kogemused näitasid, et veetav piimajahutusagregaat võimaldab tunduvalt vähendada inimtööd piima käsitsemisel. Seadme tehnilisel hooldamisel tuleb iga lüpsikoha vahetuse järel kontrollida külmutusmasina torustiku hermeetilisust, sest transpordil tekkinud rappumise tagajärjel võivad toruühendused hakata lekkima.

Piima jahutusviiside võrdlevad andmed karjamaal lüpsi puhul on toodud tabelis 38.

4. Piima jahutusviiside hinnang

Piima jahutatakse meie kolhooside ja sovhooside lautades mitmel viisil ja mitmesuguste seadmetega. Et nende hulgast välja selgitada sobivamaid, hinnati neid Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituudis väljatöötatud sajapallise skaala järgi.

Piima jahutusviiside hindamisel arvestati mitmeid asjaolusid. Seadme kõige tähtsamaks omaduseks peeti töökindlust. Töökindluse hinne anti seadmele selle töös esinevate vigade iseloomu ja esinemissageduse järgi. Töökindluse eest said otseaurustusega seadmed ning tüvikoonusekujuliste vaakumjahutitega seadmed, kui vesi lasti läbi jahutite pumba tugeva survega, minimaalse arvu palle. Otseaurustusega jahutusseadmed ei olnud töökindlad, sest külmutusmasina või elektrisüsteemi rikke korral polnud nendega võimalik piima kaevuveega jahutada. Vaakumjahutite («Blewa») konstruktsioon on nõrk, piimakoguja ehitus on halb ja nad põhjustavad lüpsivaakumi langemist.

Jahutusseadme teiseks peamiseks omaduseks on sobivus meie kliimatingimustega. Meil on kõige sobivamad jahutusviisid, kus suvel jahutatakse piima külmutusmasina abil, talvel aga ainult kaevuveega. Seejuures osutus suvel otstarbekaks lüpsisooja piima eeljahutamine kaevuveega,

Tabel 39

Piima jahutusviiside hindamise sajapallise skaala kriteeriumid

Kriteeriumid	Pallide arv
Töökindlus: hea	10
rahuldav	5
halb	2
Sobivus kliimatingimustega:	
talvel külmutusmasinat ei kasutata	10
eeljahutus kaevuveega, külmutusmasinat kasutatakse kogu aasta jooksul	5
piima jahutatakse ainult kunstliku külmaga	2
Piima kvaliteedi säilivus:	
üldiduarvu muutumise kordarv öö jooksul	
suvel $\leqslant$ 1,1	10
1,2 .. 1,6	5
$\geqslant$ 1,7	2
Inimtöökulu ühe tsentneri piima kohta min:	
$\leqslant$ 2,1	10
2,2 ... 5,1	5
$\geqslant$ 5,2	2
Piima temperatuur õhtul lüpsmise lõpul suvel °C:	
$\leqslant$ 10 (USA standard)	10
10,1 ... 13,0	5
$\geqslant$ 13,1	2
Piima temperatuur enne hommikust lüpsi suvel °C:	
$\leqslant$ 6,0	10
6,1 ... 8,0	5
$\geqslant$ 8,1	2
Segupiima temperatuur hommikul lüpsmise lõpul suvel °C:	
$\leqslant$ 9,0 (Inglismaa standard)	10
9,1 ... 10,0 (USA standard)	5
$\geqslant$ 10,1	2
Jahutamise üldmaksumus ühe tsentneri piima kohta kop.:	
$\leqslant$ 15,0	10
15,1 ... 16,0	5
$\geqslant$ 16,1	2
Seadme hind saja lehmaga laudas rbl.:	
$\leqslant$ 1500	10
1501 ... 2000	5
$\geqslant$ 2001	2
Piima käsitsemise skeem: lihtne	5
keskmine	3
keeruline	2
Seadme väline töötlus: hea	5
rahuldav	3
halb	2

mis vähendab elektrienergiakulu ja pikendab külmutusmasina tööiga. Peale selle saab ühe külmutusmasinaga sel juhul jahutada 200 lehmalt lüpstud piima.

Piimajahutusseadmetele hinnangu andmisel arvestati veel piima kvaliteedi püsivust, inimtöökulu seadme kasutamisel, piima temperatuuri õhtul lüpsi lõpul, enne hommikuse lüpsi algust ja kahe lüpsi segupiima temperatuuri hommikuse lüpsi lõpul, jahutamise üldmaksumust, seadme hinda, piima käsitsemise skeemi lihtsust ja seadme välist töötlust. Hindamisel arvestati vastavaid kriteeriume ja võeti arvesse ka praktilisi kogemusi (tabel 39).

Hindamistulemused lubavad teha rea järeldusi ja ettepanekuid.

1. Uutes ja rekonstrueeritavates vanades lautades tuleb kasutusele võtta plaatjahutiga varustatud torusselüpsiseade «Impuls-Pipeline». Seadme puuduseks tuleb lugeda seda, et isoleerimata tankides piim öö vältel soojeneb. Selle puuduse kõrvaldamiseks on soovitatav piimatankid varustada jahutussärgiga. Lüpsitöö korraldamise parendamiseks on soovitatav saja lehmaga laudas kasutusele võtta kaks plaatjahutit, et kumbki lüpsja saaks lüpsta piima eraldi tanki.

2. Tüvikoonusekujuliste vaakumjahutitega varustatud torusselüpsiseadmel «Impuls-Pipeline» tuleb vaakumjahutid asendada kahe plaatjahutiga ja piimatankid varustada jahutussärgiga.

3. Vanades lautades, kus tahetakse üle minna piima veole tsisternides ja kus lähemal ajal ei ole ette nähtud rakendada torusselüpsmist, on otstarbekas kasutada lamejahutit koos veebasseinis ujuva vanniga ja vaakumjahutit koos veepaaki asetatud tankiga, mis komplekteeritakse külmutusmasinaga ИФ-56. Kaevuvee külluse ja korras kanalisatsiooni korral tuleb piima eeljahutada kaevuveega, kaevuvee vähesuse ja halva kanalisatsiooni korral aga jääveega, milles asuvad piimatankid.

4. Vanades lautades, kus lehmade arv ei ole üle 60, saab edukalt kasutada ka jääveebasseinis ujuvaid vanne ilma piima eeljahutamiseta. Hommikuse ja õhtuse lüpsi piim tuleb valada eraldi vannidesse.

5. Lüpsikuuris on soovitatav piima jahutada veepaaki asetatud tankides, kusjuures piima eeljahutamine toimub kas kaevu- või jääveega.

Külmutusmasinaga tankseadmete võrdlevad andmed on toodud tabelis 40.

Tabel 40

Külmutusmasinaga tankseadmed ... dlevad andmed

Jahutusseade	Kapitaalmahutus rbl.	Külmutusmasina mark	Jahuti mark	Jahuti arv	Üldid arvu muutu mine suvel öö väl tel kordarvud	Piima temperatuur suvel °C: ontul parast lupsi	hommikul enne lüpsi	hommikul lüpsi lõpul	Ühe tsentneri piima kohta: amortisatsioonikulu kop.	elektrienergiakulu kWh	hooldamiskulu kop.	inimtöökulu min	veekulu l	piimakadu g	jahutamise üldmaksumus kop.	Pallide arv
Lamejahuti + vann veebasseinis	1140	ИФ-56	ОДД-500	1	1,0	,7	4,6	9,6	3,8	0,8	1,1	0,6	220	30	7,8	88
Plaatjahutiga «Pipeline» + veesärgiga tankid	2410	L902/500TA	PA400/901	1	0,8	,0	8,0	6,0	8,1	2,4	1,1	2,1	320	30	14,9	87
Plaatjahutiga «Pipeline»	2240	L902/500TA	PA400/901	1	1,1 ...	,0	9,8	8,3	7,5	2,0	1,1	2,1	320	30	13,9	84
Eeljahutus kaevuveega + tank veepaagis	1080	ИФ-56	«Blewa»	2	0,9	,3	5,2	9,8	3,6	1,6	1,6	5,1	570	30	12,9	81
Eeljahutus jääveega + tank veepaagis	1160	ИФ-56	«Blewa»	2	1,0	,0	5,3	8,7	3,9	3.1	1,6	4,5	10	30	11,1	78
Koonus-vaakumjahutitega «Pipeline» + veesärgiga tankid	2270	L902/500TA	«Blewa»	4	0,8	,8	8,0	7,6	7.6	3,1	1,6	6,1	10	30	15,5	71
Vann veebasseinis	1100	ИФ-56	—	—	1,1	,2	5,0	14,8	3,7	2,5	1,6	2,8	10	30	9,6	69
Tank veepaagis	990	ИФ-56	—	—	0,9	,2	5,3	15,3	3,3	2,5	1,6	2,6	10	30	9,1	69
Jahutus-säilitusseade ISB-1000	1340	FL-35/37	—	—	0,9	,3	6,4	13,4	4,5	1,9	1,6	1,2		30	9,1	63
Koorevann ВСГМ-12	1550	ИФ-56	—	—	1,6	,8	10,3	11,3	5,2	1,3	1,1	2,1	410	30	11,4	61
Jahutus-säilitusseade BO-1000	2620	ИФ-56	—	—	0,8	,8	8,3	11,3	8,8	3.2	1,6	1,9	10	30	15,0	60
Jahutus-säilitusseade АХУ-1000	2290	ИФ-56	—	—	1,3	,3	7,3	17,1	7,7	1,7	1,6	3,1	10	30	12,9	45
Lüpsiplats «Impuls»	1790	NSFB2085L	«Blewa»	2	1,7	,0	12,0	11,5	6,0	2,7	1,6	4.8	10	30	12,9	43
Koonus-vaakumjahutitega «Pipeline»	2100	L902/500TA	«Blewa»	4	1,9 ...	,7	11,8	10,8	7,0	2,6	1,6	6,1	10	30	14,4	36
Jahutusagregaat BO-2000	3370	ИФ-56	ОПМ-400	1	1,2	,3	11,0	10,6	11,2	2,5	1,6	3,0	10	30	17,2	34
Jahutusagregaat KSA-500L	2100	L902/500TA	«Blewa»	4	1,9 ...	,0	11,3	11,1	7,0	2,6	1,6	9,4	10	30	15,8	31

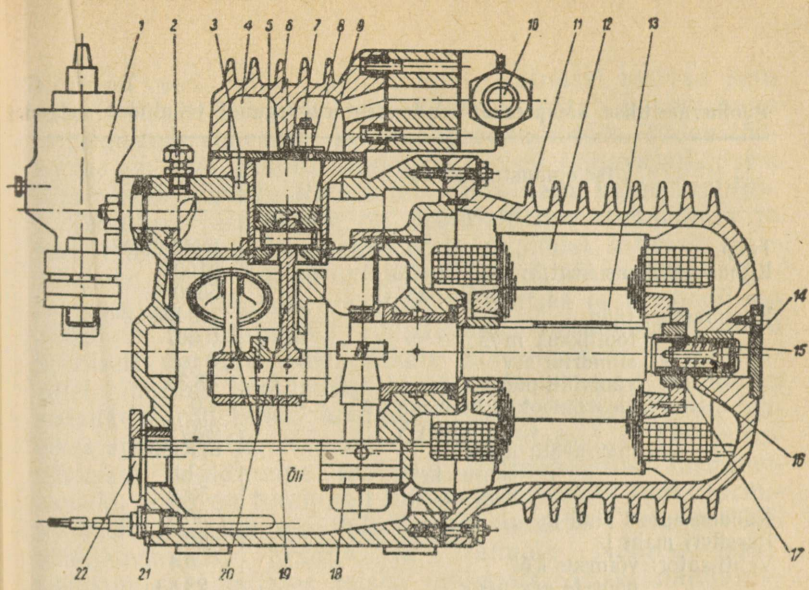
5. Poolhermeetiline külmutusmasin

Uut tüüpi külmutusmasinaga varustatud lüpsiseadmeid tuli meie vabariiki 1966. aasta lõpul. Kuigi käesoleva ajani on torusselüpsiseadet komplekteeritud endise külmutusseadmega, võib arvata, et edaspidi hakatakse laialdaselt tootma hermeetilisi agregaate.

Poolhermeetiline kompressor-kondensaatoragregaat (vt. tabel 41) erineb varem toodetud agregaadist põhiliselt selle poolest, et tal on kompressor ja elektrimootor asetatud ühisesse metallkarpi, kusjuures kompressori väntvõll on ühtlasi ka elektrimootori rootoriks (joon. 88). Endisel seadmel asub elektrimootor ja kompressor eraldi. Kompressori karterist gaasi väljavoolamise vältimiseks kasutatakse vanal masinal väntvõlli tihendit. Väntvõlli tihend laseb aga pidevalt väikesel hulgal (eriti masina seisuajal) gaasi läbi, mistõttu täiesti tihe külmutusmasin tühjeneb vähemalt 2...3 aasta jooksul. Siit järeldub, et uue kompressor-kondensaatoragregaadi konstruktsioon on vajalik põhiliselt väntvõlli tihendi ärajätmiseks.

Kompressori ja elektrimootori karter on valatud tugevdatud kergmetallisulamist ja tihendatud impregneerimise teel. Karter on varustatud õlipinna jälgimiseks vaateklaasiga. Karteri allosas asub õli väljalaske kork, mida saab külmal ajal kasutada ka määrdeõli soojendamiseks. Et meil pole vaja seda kasutada, on küttekeha torust ära võetud. Väntvõlli karter on elektrimootori karteriga ühendatud äärikliitena. Staatori mähised asuvad karteri ribide vahel. Mähiste otsad on joodetud vastavate poltide külge, mis on gaasitihedalt mootori klemmlauale toodud. Klemmlaual asuvad ka staatori mähise termokaitsme juhtme otsad. Meie vabariiki tulnud seadmetel termokaitse puudub, mistõttu pole olnud võimalik teda magnetlüliti mähise vooluahelasse lülitada. Staatori mähise termokaitse peab mähise kuumenemise korral mootori välja lülitama, et vältida mähiste läbipõlemist.

Väntvõll on valmistatud legeeritud terasest ja laagrite kohalt karastatud. Väntvõlli ühes otsas asuvad kepsud koos kolbidega, teises otsas aga on elektrimootori rootor. Kepsud ja kolvid on valmistatud kergmetallisulamist. Väntvõllil ja kepsudel on liugelaagrid. Raamlaagrite terasliuad on kaetud pronksiga. Raamlaagrid võtavad vastu ka aksiaaljõudu. Silindrid on malmist. Silindrihül-



Joon. 88. Torusselüpsiseadme «Impuls-Pipeline» külmutusseadme uus hermeetiline kompressor: *1* — imiventiil; *2* — imistutser; *3* — imiava; *4* — plokikaane imiruum; *5* — silinder; *6* — plokikaas; *7* — plokikaane rõhuruum; *8* — rõhuklapp; *9* — kolb; *10* — rõhuventiil; *11* — elektrimootori jahutusribid; *12* — elektrimootori staator; *13* — elektrimootori rootor; *14* — kaas; *15* — fikseerimisrõngas; *16* — juhtpuks; *17* — kontramutter; *18* — õlipump; *19* — väntvõll; *20* — keps; *21* — karteri soojendi; *22* — õlivaateklaas

sid on vahetatavad. Silindrid asuvad V-kujuliselt. Plokikaante all asetsevatesse klapilaudadesse on paigutatud imi- ja surveklapid. Surveklapid taluvad ka hüdraulilist lööki.

Hõõrduvate osade määrimine toimub kas surve- või paiskõlituse (kolvisõrm ja silindrite seinad) teel. Hammasratasõlipump käitatakse tiguajami abil väntvõllilt. Õlipumpa asetatud klapp garanteerib õli rõhu olenemata väntvõlli pöörlemissuunast. Õli rõhk on reguleeritav elektrimootoripoolse väntvõlli otsa sisse paigutatud vedru pinguse muutmise teel.

Ressiivri mõlemas otsas asub vaateklaas, mille kaudu on võimalik jälgida freooni kogust ressiivris. Kondensaator on õhkjahutusega. Kompressor-kondensaatoragregaadi töörõhk võib ulatuda kuni 16 atmosfäärini.

Võrreldes vana masinaga on uue poolhermeetilise külmutusmasina ehitus parem, sest tema mass ja gabariit-

Tabel 41

Poolhermeetilise kompressor-kondensaatoragregaadi tehnilised andmed

Iseloomustussuurus	
Tüüp	DH2-28-031
Külmatootlikkus kcal/h: —5° C/+25° C	8100
—15° C/+25° C	5500
Kompressor: tüüp	H2-28/4,0-074
tootlikkus m^3/s	0,007
silindrite arv	3
väntvõlli pöörete arv p/s	48,33
elektrimootor: võimsus kW	4,0
pinge V	380/660
määrdeõli: mark	51KM33
kogus kg	1,2
mass kg	53,4
Kondensaatori pind m^2	30,3
Ressiivri maht l	20
Ventilaator: võimsus kW	0,4
pöörete arv p/s	23,83
pinge V	220/380
tootlikkus m^3/s	1,58
Külmutusagens: mark	Freoon-12 (CF_2Cl_2)
kogus kg	17
Gabariitmõõtmed mm:	
pikkus	870
laius	880
kõrgus	820
Mass kg	188

mõõtmed on väiksemad, külmutusagensi kadu on väiksem, puudub rihmülekanne, kompressori töötamine ei põhjusta pinge kõikumist elektrivõrgus, mis põhjustas häireid läheduses olevates televiisorites, ja uue masina manomeetrite osutid ei võngu.

Hermeetilisel kompressoril on vanaga võrreldes ka puudusi. Näiteks elektrimootori mähiste läbipõlemisel tuleb vahetada kompressori elektrimootori staator, mis on tülikam kui vana masina elektrimootori asendamine uuega.

6. Külmutusseadmete hooldamine

Piimajahutusseadmetega komplekteeritud külmutusmasinate töö on automatiseeritud. Seepärast ei vaja külmutusmasinad pidevat teenindamist, küll aga tehnilist järelevalvet, et ennetada vigu ja õigeaegselt kõrvaldada

väikesed vead, mille likvideerimata jätmisel tekivad suuremad rikked. Viimaste kõrvaldamine võtab kauem aega ja põhjustab vaheaegu jahutusagregaadi töös. Pidev töötamine on aga jahutusseadmete juures hädavajalik, sest piim rikneb kiiresti. Rike tuleb kõrvaldada mõne tunniga.

Tehniline järelevalve on profülaktilise iseloomuga ja näeb ette teatud hooldamistööde tegemist kindlate ajavahemike järel. Külmutusmasina hooldamine seisneb igapäevases hooldamises, avariide vältimises ja perioodilises tehnilises hooldamises. Igapäevast hooldamist teostab tavaliselt karjabrigadir. Rikete kõrvaldamist ja perioodilist tehnilist hooldamist on käesoleva ajani enamikus majandites teostanud koondise «Eesti Põllumajandustehnika» spetsialistid. Kogemused on näidanud, et külmutusseadmete hooldamine majandi väljaõpetatud farmimehaaniku poolt on tunduvalt kiirem ja odavam. Kõiki farmiseadmeid hooldab majandi farmimehaanik Tartu ja Tori näidissovhoosis, Kehtna ja Väimela Näidissovhoostehnikumis ja mitmes teises majandis. Tartu näidissovhoosi farmimehaanikul on kasutada tehnilise abi auto АЖ, mis on varustatud vajalike tööriistade, külmutusagensi, keevitusagregaadi, materjalide ja varuosadega. Riketest teatatakse farmimehaanikule telefoni teel ka koju.

Alljärgnevalt on toodud karjabrigadiri, majandi farmimehaaniku ja koondise «Eesti Põllumajandustehnika» ülesanded külmutusseadme hooldamisel. Farmimehaaniku puudumisel täidab tema ülesandeid «Eesti Põllumajandustehnika» hooldusbrigaad.

Külmutusmasinate ekspluateerimisel ja hooldamisel peab **karjabrigadir** täitma järgmisi nõudeid.

1. Nõuda majandi juhtkonnalt enne tööle asumist instruktaaži masinate kohta.

2. Hoida külmutusmasina ruum, masin, aparaadid, torustik ja lülituskilp tolmust ja lubjapritsmetest puhas, pühkides neid lapiga või pestes veega vastavalt vajadusele.

3. Pesta kondensaatorit veejoa ja harjaga vastavalt vajadusele, olenevalt jahutusõhu tolmusisaldusest, kuid vähemalt kaks korda aastas. Mustunud kondensaatoriga külmutusmasinas kokkusurutud gaas ei jahtu nõuetekohaselt, mille tõttu kompressori rõhupoole rõhk on kõrge ja põhjustab kompressori kiiret kulumist.

4. Enne masina käivitamist kontrollida, kas jahutus-

Tabel 42

Külmutusmasina töö näitajate sõltuvus aurustusrõhust

Aurustusrõhk atü*	Freoon-12 aurustus-temperatuur °C	Külmatootlikkus kcal/h **			Tööaeg suvel h/ööpäevas			Külmutus-masin DH2-28-031		Külmutus-masina ИФ-56 kompressor	
		L902/500TA	DH2-28-031	ИФ-56	L902/500TA	DH2-28-031	ИФ-56	võimsus-tarve kW	elektri-energia kulu 1 ts piima kohta kWh	tar-bimis-võimsus kW	elekt-rienergia kulu 1 ts piima kohta kWh
1,8	—4	7600	8400	5000	7,9	7,2	13,0	4,10	1,97	1,26	1,09
1,7	—5	7300	8100	4800	8,2	7,4	13,5	4,00	1,97	1,24	1,11
1,6	—6	7000	7800	4600	8,6	7,7	14,2	3,90	2,00	1,22	1,15
1,5	—7	6700	7500	4400	9,0	8,0	14,8	3,85	2,06	1,20	1,18
1,4	—8	6400	7200	4200	9,4	8,4	16,2	3,80	2,12	1,18	1,21
1,3	—9	6100	6900	4000	9,8	8,7	15,5	3,75	2,17	1,17	1,25
1,2	—10	5900	6700	3800	10,2	9,0	17,1	3,70	2,22	1,15	1,31
0,9	—15	4700	5500	2900	12,8	10,9	22,4	3,20	2,32	1,08	1,61
0,5	—20	3800	4600	2200	15,8	13,0	—	2,70	2,34	1,00	—
0,3	—25	3100	3900	1600	19,3	15,4	—	2,15	2,20	0,85	—
0	—30	2600	3400	1000	23,0	17,8	—	1,60	1,90	0,80	—

* 1 atü = $9{,}81 \cdot 10^4$ N/m^2 ülerõhku.
** 1 kcal/h = 1,1630 W.

õhu juurde- ja äravoolukanalid on avatud. Kanalite luugid peavad olema nii kinnitatud, et tuul neid kinni ei lükkaks.

5. Kontrollida, kas veeseis paagis on normaalne, s. o. ülevoolutoruni. Kui veetase langeb sedavõrd, et termostaadi termoballoon ulatub veest välja, hakkab külmutusmasin tihti käivituma ja seisma jääma.

6. Vahetada vett paagis olenevalt mustumisest.

7. Kontrollida, kas masin seiskub automaatselt õigel ajal. Sel juhul peab veepaagis aurusti plaatide vahel olema ligikaudu 30 mm paksune jääkiht. Kui jääkiht on õhem, pöörata termostaadi nuppu nii, et osuti liiguks miinusmärgi suunas. Kui aga jääkiht on paksenenud sedavõrd, et plaatide vahe hakkab kinni külmuma, siis pöörata termostaadi nuppu nii, et osuti liiguks plussmärgi suunas.

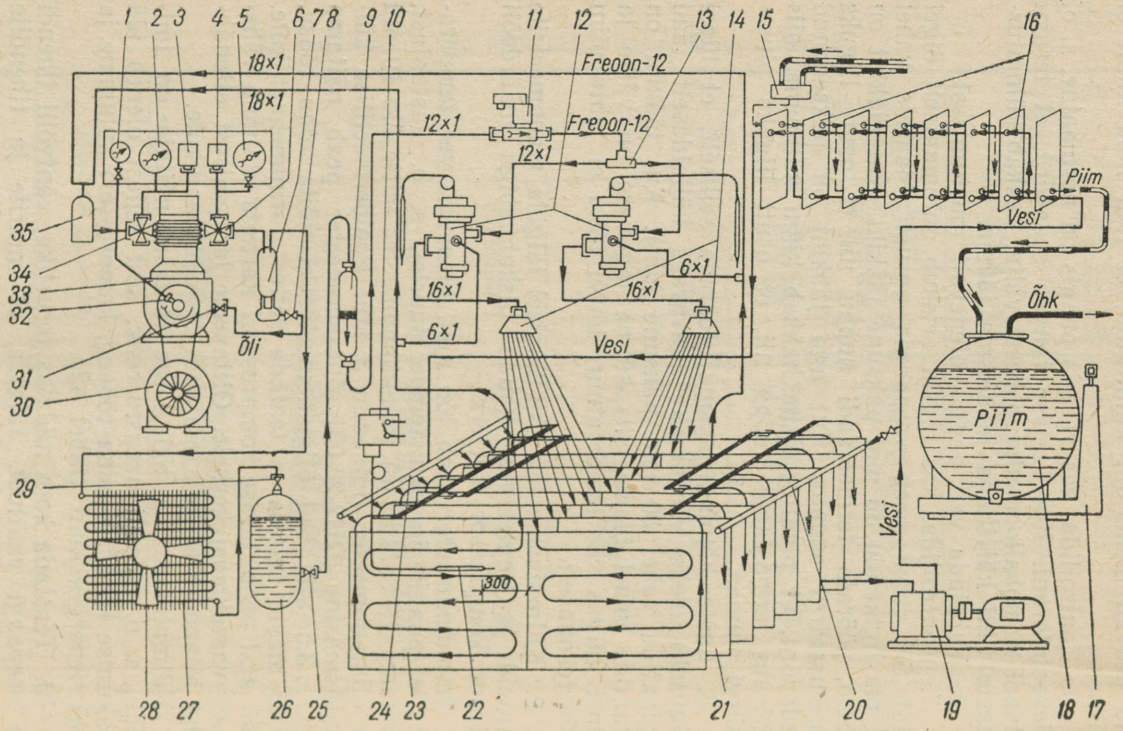
8. Lasta külmutusmasinal töötada selliselt, et lüpsi alguseks oleks veepaagis tagavaraks küllaldaselt jääd (plaatide vahel 30 mm paksune kiht). Kui jääkiht on plaatide vahel õhuke, siis külma tagavara on väike ja lüpsi käigus vee temperatuuri tõusu tõttu ei jahtu piim nõuetekohaselt.

9. Külmutusmasina käivitamisel jälgida manomeetrite osuteid ja vaateklaasi kaudu taskulambiga määrdeõli nivood kompressori karteris.

Imimanomeeter peab töö ajal, olenevalt vee temperatuurist paagis ja õhu temperatuurist, s. o. aastaajast, näitama 1,4 ... 1,8 atü, rõhumanomeeter mitte üle 10 atü ja õlimanomeeter ligikaudu 3 atü. Poolhermeetilise külmutusmasina DH2-28-031 õlimanomeeter peab näitama 2,8 ... 3,5 atü. Kui õlimanomeeter ei näita rõhu tõusu, jätta masin seisma ja teatada sellest farmimehaanikule. Töö ajal peab õlitase kompressori karteris ulatuma vähemalt vaateklaasi keskele. Õlitaseme langemisest ettenähtust allapoole teatada majandi farmimehaanikule.

Külmutusmasina töö kõige tähtsam näitaja on imirõhk, s. o. freooni aurustusrõhk, sest sellest oleneb jää tekkimise kiirus, masina tööaeg, kompressori kulumine ja elektrienergia kulu (tabel 42).

10. Teostada kord nädalas torustiku, väntvõlli tihendi ja veepaagi vaatlust. Jälgida, et mutrite ja tihendite vahelt ning jootekohtadest ei tungiks välja gaasi. Seda näitab õlilaikude tekkimine väljavoolu kohas.


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
18×1
18×1
Freoon-12
12×1
Freoon-12
12×1
Piim
Vesi
35
34
33
32
31
30
Õli
16×1
16×1
6×1
6×1
Vesi
Õhk
Piim
29
Vesi
300
28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17

11. Vahetevahel vaadata, kas filtritejärgne vasktorustik ei kattu härmatiskorraga. See on filtrite ummistumise tunnus. Sellega kaasneb ka imirõhu langemine normaalsest allapoole.

12. Kuulata, kas masina poolt tekitatud müra on normaalne. Kloppimise korral jätta masin seisma.

13. Kontrollida kiilrihmade pingust. Vajaduse korral neid pingutada. Pingutamata rihmad kuluvad kiiresti.

14. Määrida veepumpa kord kuus ja vajaduse korral pingutada selle tihendeid. Pingutamata tihendite korral on veerõhk väike.

15. Mitte lubada lapsi masinaruumi. Hoida lüpsivaheaegadel uksed lukus, sest külmutusmasin võib automaatsest allapoole.

16. Ruumide remontimisel informeerida töölisi, et külmutusmasinas ja torustikus on gaas, ja keelata neil esemete asetamine torustikule.

17. Kõigist masina töö ebanormaalsetest tunnustest, mida ei osata kõrvaldada, teatada farmimehaanikule. Masina tundmaõppimise eesmärgil võtta osa vea kõrvaldamisest.

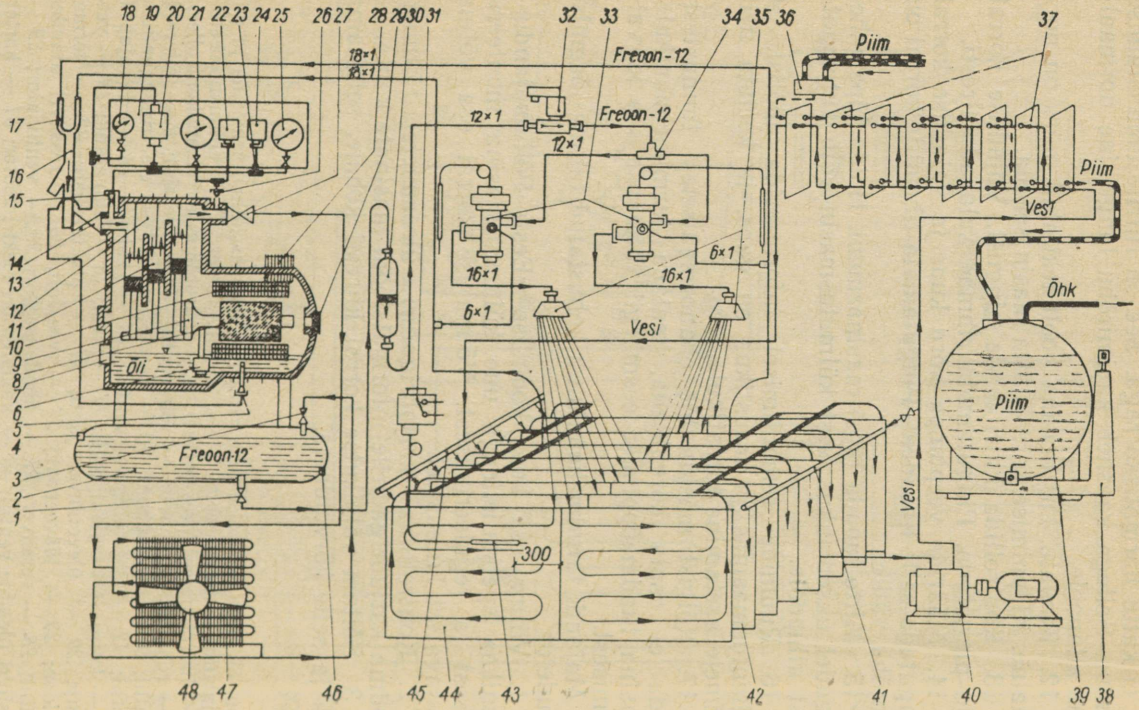
Majandi **farmimehaanik** on kohustatud täitma järgmisi nõudeid.

1. Võtma osa koos koondise «Eesti Põllumajandustehnika» spetsialistidega uue külmutusmasina monteerimisest ja reguleerimisest. Võimaluse korral osa võtma vastavatest kursustest.

2. Kontrollima karjabrigadiri ülesannete täitmist. Andma karjabrigadirile informatsiooni masinate kohta.

3. Sõitma väljakutse korral kiiresti kohale, selgitama vea ja selle kõrvaldama.

Joon. 89. Torusselüpsiseadme «Impuls-Pipeline» külmutusmasina ja piimajahutusseadme skeem: *1* — õlimanomeeter; *2* — imimanomeeter; *3* — imirõhurelee (pressostaat); *4* — sururõhurelee (manokontroller); *5* — rõhumanomeeter; *6* — rõhuventiil; *7* — õlieraldi; *8* — õlieraldi ventiil; *9* — filterkuivati; *10* — termostaat; *11* — elektromagnetiline ventiil; *12* — termoreguleerventiil; *13* — kolmik; *14* — jagajapea; *15* — kurn; *16* — plaatjahuti; *17* — kaal; *18* — piimatank; *19* — veepump; *20* — ülevooluvee jaoti; *21* — plaataurusti; *22* — termoballoon; *23* — jääveepaak; *24* — veejaoti; *25* — ressiivri alumine ventiil; *26* — ressiiver; *27* — kondensaator; *28* — ventilaator; *29* — ressiivri ülemine ventiil; *30* — kompressori elektrimootor; *31* — karteri ventiil; *32* — õlipumba stutser; *33* — kompressor; *34* — imiventiil; *35* — imifilter


18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37
18×1
18×1
Freoon-12
Piim
12×1
Freoon-12
12×1
Piim
Vesi
16×1
6×1
16×1
6×1
Õhk
Vesi
Õli
Piim
Freoon-12
Vesi
300
48 47 46 45 44 43 42 41 40 39 38

4. Kontrollima rõhureleede korrasolekut kaks korda aastas. Seda tehakse järgmiselt. Masin käivitatakse. Imirõhurelee (pressostaadi) *3* (joon. 89) kontrollimiseks suletakse aeglaselt imiventiili *34*, poolhermeetilisel külmutusmasinal imiventiili *14* (joon. 90). Imirõhu langemisel rõhuni 0,2 atü, pöörata rõhurelee reguleerpea asendisse, kus külmutusmasin jääb seisma.

Sururõhurelee (manokontrolleri) *4* (joon. 89) (*22* — joon. 90) kontrollimiseks suletakse aeglaselt rõhuventiil *6* (joon. 89) (*27* — joon. 90). Kui rõhk tõuseb 12 atü-ni, peab rõhurelee masina automaatselt välja lülitama. Kui nimetatud rõhul ei lähe rõhurelee kontaktid lahti, pöörata aparaadi reguleerpea asendisse, kus külmutusmasin jääb seisma. Kompressori sururõhku võib tõsta ka ventilaatori kinnikatmise või seismalülitamise teel, sest siis kondensaatori jahutus halveneb.

5. Soetama tagavaraks vastaval hulgal kiilrihmu (külmutusmasinal L902/500TA — 2500 × 8 × 13 mm, ИФ-56 — 1250 × 8 × 13 mm), elektrimootoreid koos aluse ja rihmarattaga, määrdeõli ХФ-12 (ГОСТ 5546-54) ja külmutusagensit (freoon-12).

Masina laadimiseks tuleb freooniballoon asetada masina lähedale kaalule ventiiliga allapoole ja ballooni külge keerata filterkuivatiga varustatud laadimistoru. Avatakse veidi ballooni ventiili, et laadimistorust õhk välja voolaks. Edasi avatakse täielikult imiventiil *34* (joon. 89). Vaba stutseri otsast keerata ära kübarmutter. Stutseri otsa keerata laadimistoru mutter. Nüüd suletakse

---

Joon. 90. Poolhermeetilise külmutusmasina ja piimajahutusseadme skeem: *1* — ressiivri alumine ventiil; *2* — ressiiver; *3* — ressiivri ülemine ventiil; *4* — freooni pinna ülemine vaateklaas; *5* — õlirõhustutser; *6* — õlipump; *7* — õlivaateklaas; *8* — elektrimootori rootor; *9* — väntvõll; *10* — elektrimootori staatori mähised; *11* — silinder; *12* — plokikaas; *13* — kere; *14* — imiventiil; *15* — imistutser; *16* — imisõel; *17* — toruliide; *18* — õlimanomeeter; *19* — manomeetrite kilp; *20* — õlirõhu kontrollija; *21* — surumanomeeter; *22* — sururõhurelee (manokontroller); *23* — toruliide; *24* — imirõhurelee (pressostaat); *25* — imimanomeeter; *26* — rõhustutser; *27* — rõhuventiil; *28* — elektrimootori klemmlaud; *29* — kaas; *30* — filterkuivati; *31* — termostaat; *32* — elektromagnetiline ventiil; *33* — termoreguleerventiil; *34* — toruliide; *35* — jagajapea; *36* — kurn; *37* — plaatjahuti; *38* — kaalud; *39* — piimatank; *40* — veepump; *41* — veejaoti; *42* — veepaak; *43* — termostaadi termoballoon; *44* — plaataurusti; *45* — veejaoti; *46* — freooni pinna alumine vaateklaas; *47* — kondensaator; *48* — ventilaator

täielikult imiventiil ja käivitatakse masin ning avatakse ballooni ventiili sedavõrd, et imirõhk oleks 1,5 atü piires. Ballooni massi vähenemise järgi otsustatakse masinasse imetud freooni koguse üle. Külmutusmasinasse L902/500TA pannakse 12 kg, masinasse ИФ-56 — 10 kg ja masinasse DH2-28-031 — 17 kg freooni. Pärast gaasi sisselaskmist võetakse laadimistoru stutseri küljest lahti. Selleks suletakse ballooni ventiil, avatakse täielikult imiventiil, võetakse toru ära, keeratakse kübarmutter otsa ja avatakse veidi imiventiili, et manomeeter näitaks sujuvat rõhku. Poolhermeetilise külmutusmasina laadimiseks tuleb kõigepealt imiventiil *14* (joon. 90) sulgeda ja käivitada masin. Imirõhu langemisel 0...0,1 atü-ni jätta masin seisma. Imimanomeetri toru pööratakse stutseri *15* küljest ära ja sinna ühendatakse kolmik. Kolmiku külge kinnitatakse imimanomeeter ja laadimistoru. Ettenähtud normist rohkem gaasi ei või masinasse panna.

6. Hoidma alles masina tagavaraosade ja tihendite komplekti.

7. Kord kvartalis vaatama karteris õlinivood, sest õli vähesuse tõttu kuluvad ohtlikult kepsulaagrid ja väntvõllikaelad. Seda tuleb ette 40% remonti toodud kompressoritest. Kontrollida rihmaratta kinnitust väntvõllile. Halvasti kinnitatud rihmaratta korral väntvõll kas puruneb või rihmaratas sööbib väntvõlli koonuse otsa. Selline viga on olnud 10% remonti toodavatest kompressoritest.

8. Vajaduse korral puhastama filterkuivati ja termoreguleerventiilide filtreid. Filtrite puhastamiseks suletakse ressiivri alumine ventiil *25* (joon. 89) (*1* — joon. 90) ja käivitatakse masin. Imimanomeetri osuti langemisel asendisse 0...0,1 atü jätta masin seisma ja sulgeda kompressori imiventiil, soovitud koht avada ja filter puhastada. Seejuures tuleb vaadata, et süsteemi ei imetud vaakumi alla, sest siis tungiks torustiku avamisel õhk süsteemi. Puhastamise ajaks sulgeda lahtised toruotsad puhta riidetükiga.

9. Teostama kord kvartalis masina tehnilist järelevaatust. Kontrollima masina hermeetilisust, väntvõlli tihendi seisukorda, kompressori imi- ja sururõhku, õlirõhku jne.

10. Aeg-ajalt määrima magnetkäivitite kontakte trafoõliga. Kontrollima elektrimootorite, termostaadi ja elektromagnetilise ventiili maandust.

11. Lisama karterisse õigeaegselt määrdeõli ja vahetama karteris määrdeõli iga 5000 töötunni järel. Õlinivoo peab töö ajal ulatuma vähemalt vaateklaasi keskele.

Määrdeõli lisamine karterisse toimub järgmiselt. Suletakse imiventiil *34*, karteriventiil *31* ja õlieraldi ventiil *8* (joon. 89). Karteriventiili küljest keeratakse ära õlitoru ja selle asemele ühendatakse õlilaadimisvoolik. Vooliku ots asetatakse õlianumasse. Käivitatakse masin. Karterisse vaakumi tekkimisel imetakse anumast õli voolikut mööda avatud karteriventiili kaudu karterisse. Poolhermeetilisel külmutusmasinal suletakse imiventiil *14* (joon. 90). Käivitatakse kompressor. Imirõhu langemisel 0...0,1 atü-ni jäetakse masin seisma ja õlilaadimistoru ühendatakse kompressori küljel oleva stutseriga. Käivitatakse masin. Karterirõhu langemisel alla «nulli» imetakse õlianumast määrdeõli karterisse. Kui õlinivoo on tõusnud $^2/_3$ vaateklaasi kõrguseni, jäetakse masin seisma. Et õlilaadimisstutserist õlitoru äravõtmisel ei voolaks õhk karterisse, avatakse eelnevalt kompressori imipoole sulgventiil *14*, mille kaudu gaas voolab karterisse. Rõhul 0...0,1 atü võib õlilaadimistoru eemaldada.

12. Saatma õigeaegselt külmutusmasina kompressori remonti või vahetama ise laagrid ja kolvirõngad. Külmutusmasina kompressoreid remonditakse koondise «Eesti Põllumajandustehnika» Väike-Maarja osakonnas. Kompressori kapitaalremondi vaheaeg on keskmise koormuse juures ligikaudu viis aastat. Kompressori kulumise tunnuseks on külmatootlikkuse ja õlirõhu langemine.

13. Külmutusmasina pikemaaegse seismise korral (ruumide kapitaalremont, talveperiood) sulgema ressiivri ventiilid ja kompressori imiventiili külmutusagensi väljavoolamise vältimiseks. Kompressori rõhuventiili mitte sulgeda, sest masina juhuslikul käivitamisel võivad kompressori detailid puruneda. Kui külmutusmasin tööta seisab, siis väntvõlli tihendi vahelt valgub õli ära ja gaas voolab välja.

14. Minnes puhkusele või pikemaajalisele komandeeringule, andma tööülesanded üle teisele töötajale.

15. Kõigi masina töös esinevate vigade puhul, mida ei osata või ei ole võimalik kohapeal kõrvaldada, tellima kohale koondise «Eesti Põllumajandustehnika» hooldusbrigaadi, võttes ka ise õppimise eesmärgil osa vea kõrvaldamisest.

Koondise «Eesti Põllumajandustehnika» ülesanded. Koondise «Eesti Põllumajandustehnika» spetsialistid monteerivad ja reguleerivad külmutusmasinaid ning annavad kohapeal majandi töötajaile masina ja lülituskilbi kohta tehnilist informatsiooni. Peale selle kõrvaldavad nad suuremaid rikkeid: laadivad külmutusmasinaid, asendavad rikkis aparaadid uutega, remondivad kompressoreid ja majandi farmimehaaniku puudumisel teevad masinate tehnilist hooldamist. Koondise «Eesti Põllumajandustehnika» ülesandeks on ka varustusbaaside varustamine kõigi külmutusseadmete juures vajaminevate vahenditega, et majandid saaksid neid sealt osta.

7. Piima transport

Piim on kiiresti riknev loomakasvatussaadus. Piima veokulud moodustavad peaaegu poole põllumajandussaaduste realiseerimiskuludest.

Piimaveokulude alandamise peamisteks abinõudeks on piimatsisternautode kasutamine ja transpordimarsruutide otstarbekas valik. Piimaveokulud keskmise veokauguse (6...8 km) puhul majandist piimatööstusse on tsisternauto kasutamisel 24 kopikat 1 ts piima kohta, veoauto korral 35 kopikat ja hobuveol 45 kopikat. Kokkuhoidu on

Tabel 43

Tsisternautode tehnilised andmed

Tsisternauto mark	АЦ-18	АЦПТ-2,2	АЦМ-28	ЦАП-30
Šassii	ГАЗ-51 ГАЗ-63	Урал-355А	ЗИЛ-164	Урал-355М ЗИЛ-164 ЗИЛ-130
Maht l	1800	2300	2800	3000
Sektsioonide arv	2	2	2	2
Sektsiooni täitmise aeg min	10...12	10...12	10...15	15...18
Piimatoru läbimõõt mm	50	50	50	50
Gabariitmõõtmed mm:				
pikkus	5450	6100	6600	5948
laius	2150	2150	2300	2000
kõrgus	2080	2320	2400	2380
Mass koormata kg	3340	4090	5000	5470

võimalik saavutada inimtöökulus laadimistööde ärajäämise tõttu. Et tsisternauto täitmine üksikutest piimaveokannudest on tülikas ja aeganõudev, tuleb laudad varustada piimatankidega.

Kui piima veetakse kannudega, tuleb neid tolmu eest kaitsmiseks ja piima soojenemise vältimiseks katta presendiga. Kannud peavad olema varustatud korralike kummitihenditega. Tihendamiseks ei ole lubatud kasutada riiet, marlit, paberit jne.

Käesoleval ajal rekonstrueeritakse meie vabariigis piimatööstuste võrku, mille tulemusena allettevõtete ja koorejaamade arv tunduvalt väheneb ja kesktööstuste võimsus tõuseb. See nõuab tsisternautode laialdast kasutamist piima transpordil. Kuna üks tsisternauto viib piima ära mitmest laudast korraga, on vaja, et kõikides lautades oleks piim kõrge kvaliteediga, hästi jahutatud ja kogused täpselt määratud. Et kaoksid piima kaaluvahed, on otstarbekas tsisternautod varustada piimahulgalugejaga.

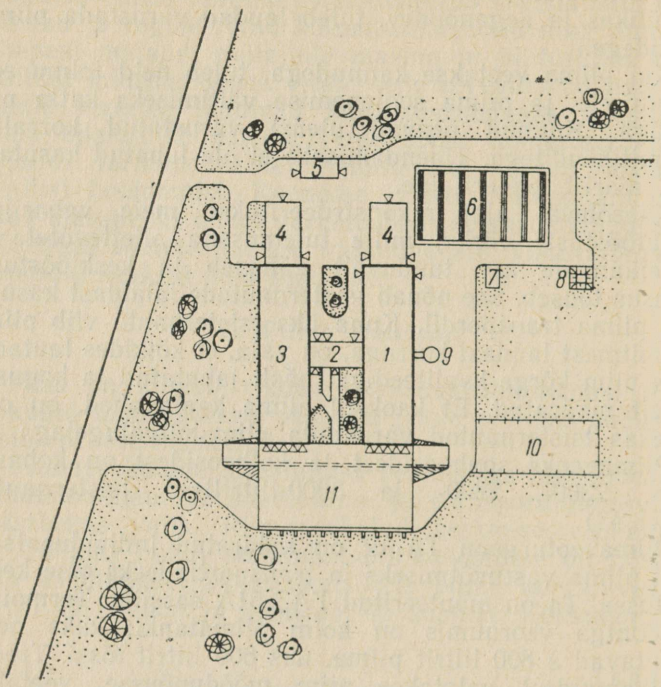
Piimaveoks sovhoosidest ja kolhoosidest on kohased 1800-, 2300-, 2800- ja 3000-liitrilised tsisternautod (tabel 43).

Piimaveofurgoon TA-9P on määratud individuaalsektorilt piima vastuvõtmiseks ja transportimiseks otse kesktööstusse. Ta on monteeritud ГАЗ-51А šassiile. Termoisolatsiooniga veoruumis on kolm piimatanki: kaks neist mahutavad à 800 liitrit piima, üks 600 liitrit lõssi. Transpordikannudest valatakse piim mõõdunõusse, võetakse piimaproov ning kallatakse seejärel paaki. Piimaproovide hoidmiseks on eri kapp.

§ 8. VEISEFARMIDE KOMPLEKSNE MEHHANISEERIMINE JA SELLE EFEKTIIVSUS

1. Farmide skeemid ja neis rakendatud tehnoloogia

Farmitöötajate tööviljakuse tõstmiseks, töö kergendamiseks ja ekspluatatsioonikulude vähendamiseks tuleb rakendada ratsionaalset tehnoloogiat tööprotsesside kompleksse mehhaniseerimise baasil. Majandusteadlaste uurimused tõendavad, et meie tingimustes on kõige otstarbekamad suured 300 kuni 500 loomaga spetsialiseeritud veisefarmid. Ka juhul, kui põllumajanduslike kõlvikute



Joon. 91. Saku näidissovhoosi Lokuti lüpsikarjafarmi generaalplaan: *1* — laut nr. 1; *2* — abiruumid; *3* — laut nr. 2; *4* — koresööda-hoidlad; *5* — kaalumaja; *6* — silohoidlad; *7* — puurkaev-pumbamaja; *8* — tuletõrje-veehoidla; *9* — jõusöödahoidla; *10* — turbahoiuplats; *11* — sõnnikuhoidla

momendiolukord (maaparandustööd tegemata või pooleli) või muud asjaolud (elamurajoonide paigutus) ei võimalda suure farmi kohest väljaehitamist, tuleb farmi planeerimisel arvestada tulevikuperspektiivi ja ratsionaalse tehnoloogia alusel komplekssselt mehhaniseeritud farmi väljakujundamise võimalusi.

Veisefarmides oluline osa tööst kulub söötade, sõnniku ja allapanu laadimiseks ja veoks. Seepärast tuleb loomapidamishooned ning sööda- ja sõnnikuhoidlad paigutada selliselt, et materjalide liikumist oleks hõlbus korraldada, et farm oleks kompaktne, teed kõva kattega ja väljakute

pindala minimaalne. Meie vabariigis on kujunenud tavaks ehitada peamiste söötade ja sõnnikuhoidlad farmi territooriumile.

Saku näidissovhoosi Lokuti farm oli üks esimesi kompleksselt väljaehitatud suur lüpsikarjafarm meie vabariigis (joon. 91). Farmis kasutatakse transpordivahenditena põhiliselt šassiitraktoreid RS 09 ja T-16. Hoidlad on sellele vastavalt paigutatud ja lautades läbisõidetavad sööda- ja sõnnikukäigud.

Lautade nr. 1 (212 lehma) ja 2 (236 lehma) ühes otsas paiknevad koresöödahoidlad, teises aga sõnnikuhoidla, mis mahutab 1500 t sõnnikut. Koresöödahoidlate kõrval asuvad 3000 t üldmahutavusega 6 silotranšeed. Väljak turba hoidmiseks asub sõnnikuhoidla otsas. Hoidlate ja lauda ümbrus ning teed on asfalteeritud.

Silo laaditakse šassiitraktori RS 09 frontaallaadijaga T 150 teise šassii T-16 veokasti ja viiakse sellega lauta söödalavale. Silo laaditakse maha kasti kallutamisega ja lükatakse käsitsi söödakünadesse. Silo veetakse lauta sõnnikuhoidlapoolsest otsast, sest teises otsas asuvast koresöödahoidlast on raske läbi sõita. T-16 väike kandevõime ja pikk sõidutee ning silo käsitsi künasse laadimine teevad töökulu, võrreldes haakesöödajaoti kasutamisega, suhteliselt suureks. Koresööt võetakse virnast maha laadijaga T 150, kaalutakse loomagruppidele ja viiakse ette laudakärudega. Sööda kaalumisest tingitud mitmekordne ümbertõstmine suurendab veelgi töökulu. Jõusöödahoidlana tahetakse farmi lõplikul väljaehitamisel kasutada vana silotorni, seni aga veetakse jõusööt ühte küüni ja sealt käsikärudega loomadele ette.

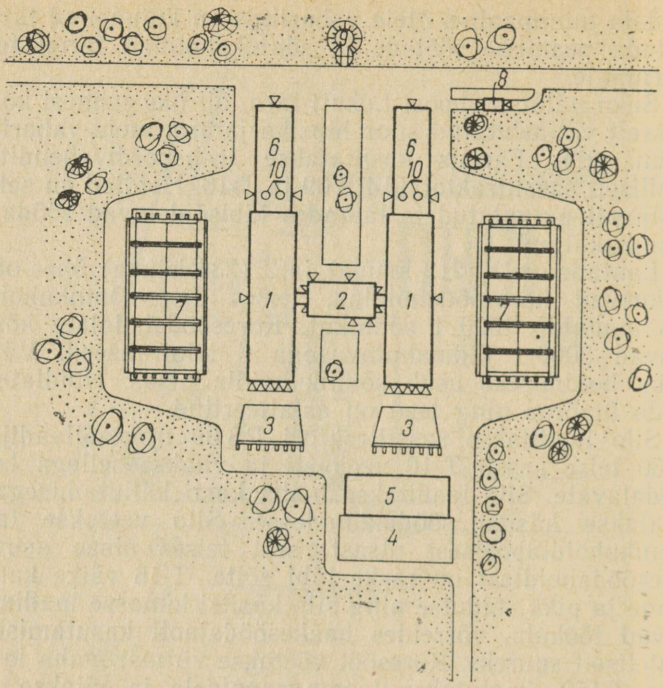
Juurvilja kasvatatakse majandis vähe ja seda söödetakse ainult sügisel väikestes kogustes, mistõttu juurviljahoidlat farmis ei ole ette nähtud.

Sõnnik koristatakse laudast ja tõstetakse hoidlas virna šassiitraktori RS 09 laadijaga T 150. Sama seadet kasutatakse ka turba tõstmiseks šassiitraktori T-16 kasti. Turvas veetakse lauda sõnnikukäikudesse ja kallutatakse väikestesse hunnikutesse, kust ta käsitsi laiali laotatakse.

Asemetel lüpsmisel ja piima esmastöötlemisel kasutatakse torusselüpsiseadmeid «Impuls-Pipeline».

Farmi abiruumide kompleksis on ka kõik laudatöötajatele vajalikud ruumid (riietus-, pesu-, tualett- ja puhkeruum).

Analoogilise põhiskeemi ja tehnoloogiaga lüpsikarja-

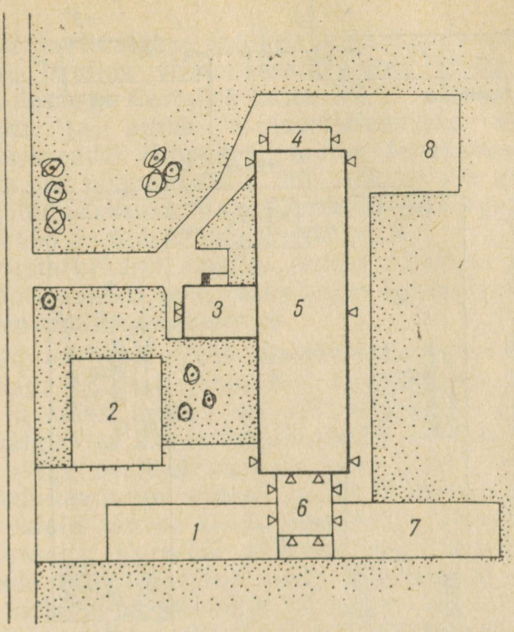


Joon. 92. Eksperimentaal lüpsikarjafarmi šifr nr. 187 generaalplaan: *1* — 234 lehmaga laudad; *2* — abiruumide blokk; *3* — sõnnikuhoidlad; *4* — turbahoiuplats; *5* — kaetud turbahoidla; *6* — heinaküünid; *7* — silohoidlad; *8* — kaalumaja; *9* — tuletõrje-veehoidla; *10* — jõusööda punkrid

farm on ehitatud ka Haapsalu rajooni «Sõpruse» näidiskolhoosis. Laudad on lakaruumiga, kus hoitakse koresööta. Lautade lõunapoolses otsas on sõnniku- ja allapanuhoidlad, põhjapoolses aga silotranšeed. Abiruumide blokis on ka piimavasikate ruum.

Silo jaotamiseks kasutatakse haakesöödajaotit. Sõnnikut koristatakse ja turvast veetakse suurendatud kopaga frontaallaadijaga T 150. Piima- ja vaakumtorustik on lauda põikkäikudes paigutatud põranda alla, plaatjahutid aga lamavasse asendisse.

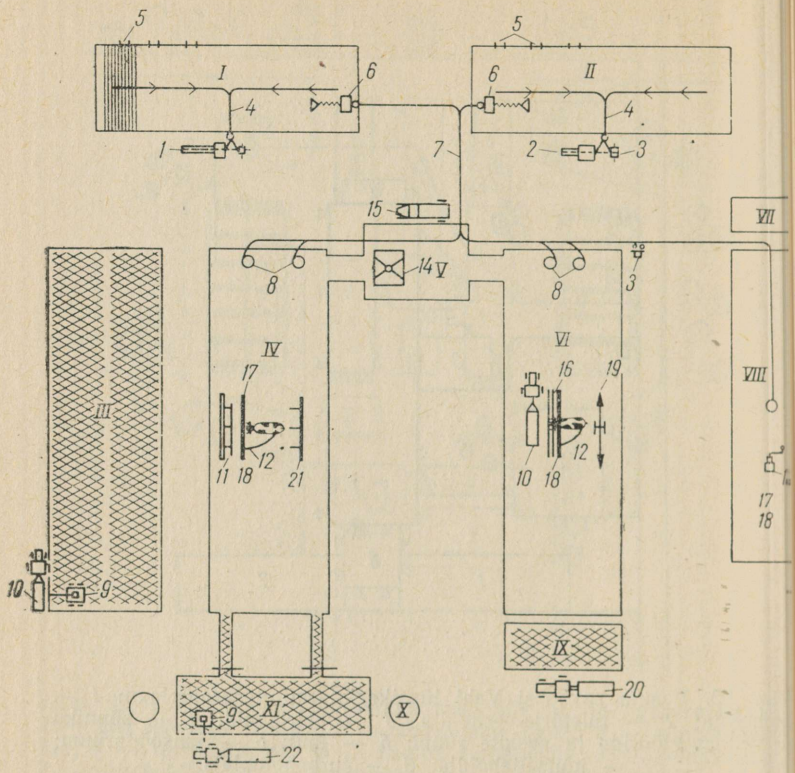
RPI «Eesti Maaehitusprojekti» 468 lehmaga lüpsikarjafarmi eksperimentaalprojekt on joonisel 92. Farmi kuulub 2 katuslaega 22 m laiust läbisõidetavate sööda- ja sõnnikukäikudega lauta, 200 tonni mahutavusega heina-



Joon. 93. Vasula sovhoosi Vahi lüpsikarjafarmi generaalplaan: *1* — silohoidla; *2* — tuletõrje-veehoidla; *3* — abiruumid; *4* — sõnniku kaldtransportööride ja veokite ruum; *5* — laut; *6* — jõusöödaruum; *7* — juurviljahoidla; *8* — turbahoiuplats

küünid, 600 t mahutavusega sõnnikuhoidlad, plats 330 t alusturbale, sama mahutavusega kaetud turbahoidla, 4000 t kogumahutavusega silohoidlad, heinaküünis asuvad jõusöödapunkrid (kogumahutavus 18 t), kaalumaja ja tuletõrje-veehoidla. Abiruumide blokis on ruumi 51 vasikale ja võimalus nendele piima soojendamiseks.

Farmi sisetranspordiks on ette nähtud mobiilsed vahendid. Silo jaotatakse haakesöödajaotiga. Siirdeperioodil võib haljassööta veoautoga otse lauta vedada. Kui majandis kasvatatakse juurvilja, võib seda keskmistesse silotranšeedesse paigutada. Heina veetakse šassiitraktori RS 09 veokastiga. Jõusööt laaditakse koppelevaatoriga punkritesse ja lastakse nendest isevoolu teel laudakärudesse või šassiitraktori kasti ja veetakse nendega lauta.



Joon. 94. Firma «Fortschritt» (Saksa DV) projekteeritud lüpsikarjafarmi skeem: *I* ja *II* — koresöödahoidlad; *III* — silohoidla; *IV* — 200 lehmaga lüpsikarjalaut; *V* — piima- ja teised abiruumid; *VI* — 200 lehmaga lüpsikarjalaut; *VII* — sõnnikuhoida; *VIII* — poegimisosakond 48 lehmale; *IX* — vedelsõnnikuhoidla; *X* — virtsahoidla; *XI* — sõnnikuhoidla; *1* — pneumotransportöör; *2* — söödapeenesti; *3* — ventilaator; *4* — pneumotransportööri torustik; *5* — heina ventileerimisseade; *6* — heina väljalaadimise pneumotransportöör koos imikäisega; *7* — väljalaadimise transportööri torustik; *8* — pneumotransportööri tsüklonid; *9* — greiferlaadija T 157/2; *10* — söödajaoti F 931; *11* — doseerimisseadmega söödajaotustransportöör; *12* — torusselüpsiseade; *13* — ämbrisselüpsiseade; *14* — piimajahutusvann; *15* — piimaveotsistern; *16* — ranglõõg ja lühike ase; *17* — suletav sõimevõre ja poolpikk ase; *18* — automaatjootjad; *19* — automaatselt töötav restialune skreeper; *20* — vedelsõnnikulaoti; *21* — sõnniku kett-kraaptransportöör; *22* — sõnnikulaoti

Projekteeritud tehnoloogiast ei selgu, milliste vahenditega laaditakse transpordivahenditele silo, juurvili, hein ja allapanu.

Sõnnik koristatakse laudast kaks korda ööpäevas ja laaditakse hoidlas virna šassiitraktori RS 09 laadijaga T 150. Alusturvas veetakse lauta RS 09 veokastiga.

Lüpsiks ja piima esmastöötlemiseks kasutatakse torusselüpsiseadet «Impuls-Pipeline». Jahutamiseks ja säilitamiseks on põhivariandis ette nähtud 2,0 m^3 mahutavusega jahutusvannid. Variantlahendusena aga pakutakse plaatjahuteid ja 1,0 m^3 säilitustanke.

Väheotstarbekana tundub mitme lühikese silotranšee kasutamine, samuti pole otstarbekas lauda ja abiruumide bloki ühendamine tambuuriga.

Vasula sovhoosi Vahi lüpsikarjafarm koosneb ühest 200 lehmaga laudast (joon. 93). Tüüpprojekti järgi ehitatud 18 m laias laudas on 1,2 m laiused seinaäärsed sõnnikukäigud ja 2,8 m kogulaiusega söödalavad. 1500 t mahutavusega osaliselt maasse süvistatud silotranšee ja 500 t mahutavusega samuti osaliselt maasse süvistatud juurviljahoidla asuvad lauda jõusöödahoidlapoolses otsas, risti viimasega. Koresööt paikneb lauda lakaruumis.

Söötade (silo, juurvili) veoks kasutatakse autorollerit ET-1,5. Sellega on võimalik sõita nii silo- kui ka juurviljahoidlasse, kus sööt käsitsi peale laaditakse. Sööt laaditakse söödalaval maha käsitsi. Laudas on kaks karjakut, kummalgi oma autoroller. Jõusööda veavad lüpsjad käsikäruga hoidlast lauta ja jaotavad oma loomagrupile. Hein kistakse lakas koresöödalaadijaga УГК-5 lahti ja heidetakse luukide kaudu käsitsi söödalavale.

Sõnnik koristatakse kahe kett-kraaptransportööriga ТСН-3,0Б ja laaditakse kaldtransportööriga soojakus asuvatele järelvankritele ПТС-2. Kaks korda päevas viiakse teineteise taha haagitud järelvankrid МТЗ-tüüpi traktoriga põllule, kus sõnnik kallutatakse patareidesse. Allapanuturvas veetakse lauda sõnnikukäiku autorolleriga.

Autorolleri rakendamine põhiliste söötade ja allapanu veoks võimaldab ka kitsaste käikudega laudas materjali ühekordse laadimisega loomadeni toimetada.

Lüpsiks ja piima esmastöötlemiseks kasutatakse torusselüpsiseadmeid «Impuls-Pipeline». Piima jahutamiseks on piimatankidele ümber ehitatud veesärk, milles tsirkuleerib külmutusseadmega jahutatud vesi.

Saksa Demokraatliku Vabariigi firma «Fortschritt» poolt kavandatud 400 lehmaga lüpsikarjafarmi skeem on esitatud joonisel 94. Sellel skeemil on näidatud ka firma poolt soovitatud erinevad söötade jaotamise ja sõnniku koristamise seadmed. Farmi tegelikul väljaehitamisel pole soovitatav kummaski laudas erinevat tehnoloogiat rakendada.

Põhiline erinevus meil projekteeritud farmidega võrreldes on see, et koresööta ventileeritakse ja säilitatakse peenestatult. Ka koresööda lauta transportimine toimub pneumaatilise transportööriga mööda toru. Erinevus on ka eraldi poegimislaut.

2. Kompleksselt mehhaniseeritud farmide majanduslik efektiivsus

Mehhaniseerimise tagajärjel saavutatud majandusliku efektiivsuse näitajatena kasutatakse enamasti töö- ja ekspluatatsioonikulu toodangu- või loomühiku kohta. Vabariigis kogutud andmete alusel on koostatud tabel 44.

Vahi farmi suurem töökulu on osaliselt tingitud sellest, et enamik toodetud piimast viiakse piimanõudega väikestes kogustes Tartu lasteasutustele. Piima mõõtmisega

Tabel 44

Üldtöökulu * piima tootmisel **

Farmi nimetus	Töökulu min	
	ühe hooldatava looma kohta päevas	ühe tsentneri piima kohta
Saku näidissovhoosi Lokuti farm	20,7	250
Vasula sovhoosi Vahi farm	29,8	398
Vaadeldud 8 *** lauda keskmisena	24,2	305

* On arvestatud ka kõigi asendustööliste tööd.

** Andmed on kogutud laudaperioodil (sügisel), karjatusperioodil toodetakse piima väiksema töökuluga.

*** Lautade nimekiri tabelis 17.

Tabel 45

Farmi šifr nr. 187 ekspluatatsioonilised ja ökonoomilised andmed

Näitaja	468 lehmaga farm
Lehmade arv	468
Aastane piimatoodang ts	18720
Lüpsjaid	8
Karjakuid-traktoriste	3,2
Asendustöölisi	1,8
Brigadir-seemendustehnik	1
Ühe lüpsja poolt teenindatavate lehmade arv	57
Ühe laudatöötaja poolt teenindatavate lehmade arv	33
Töökulu 1 ts piima kohta min	98

Tabel 46

Töö- ja ekspluatatsioonikulu ühe lehma kohta

Farmi suurus ja mehhaniseerimise tase	Töökulu päevas min	Aastane ekspluatatsioonikulu rbl.
Osaline mehhaniseerimine	55,4	
Komplekssselt mehhaniseeritud lõaspidamisega farm:		
a) 200 lehma, lüpsmine asemetel piimatorusse, söötade jaotamiseks TBK-80;	24,7	180
b) 200 lehma, lüpsmine kalasabalüpsiplatsil, söötade jaotamiseks TBK-80;	24,0	174
c) 400 lehma, lüpsmine asemetel piimatorusse, söötade jaotamiseks ПТУ-10К.	22,0	161

Lõaspidamine			
90 lehmaga laut, poolpikad asemed, kitsad söödakäigud	Töökulu min	400 lehmaga farm, allapanuta pidamine, restpõrand	Töökulu min
Ämbrisselüps koos seadmete pesemise ja desinfitseerimisega	13,0	Torusselüps koos seadmete pesemise ja desinfitseerimisega	8,75
Skreeperseadmega sõnniku koristamine (3 kg hekseldatud põhku lehma kohta päevas)	2,2	Vedelsõnniku väljauhtmine	0,9
Silo ja heina söötmine laudakärudega, jõusööt kotist	3,1	Silo söötmine haakesöödajaotiga, hein traktori järelvankriga, jõusööt laudakäruga	2,2
Loomade puhastamine kolm korda nädalas	2,0	Loomade puhastamine kaks korda nädalas	1,5
Muud tööd	1,0	Muud tööd	1,0
Üldtöökulu: min suhteliselt	21,3 100		14,35 67,4

ja saatelehtede kirjutamisega tegeleb laborant, nõusid peseb aga pesija. Esitatud andmed tõendavad, et suuremas farmis on võimalik piima toota väiksema töökuluga.

Eksperimentaalfarmi arvutuslikud ekspluatatsioonilised ja ökonoomilised andmed on esitatud tabelis 45. Tegelikud ekspluatatsioonilised ja ökonoomilised andmed puuduvad, sest farmid on alles ehitusjärgus.

Töö- ja ekspluatatsioonikulu kompleksselt mehhaniseeritud farmis N. M. Morozovi järgi [41] on esitatud tabelis 46.

ühe lehma kohta päevas

Vabapidamine			
150 lehmaga farm, puhkelatrid, sügavallapanu	Töökulu min	300 lehmaga farm, kummimattidega puhkelatrid, pilupõrand	Töökulu min
Lüpsmine kalasabalüpsiplatsil koos seadmete pesemise ja desinfitseerimisega	7,65	Lüpsmine kalasabalüpsiplatsil koos seadmete pesemise ja desinfitseerimisega	6,75
Sõnniku koristamine ja allapanu jaotamine šassiitraktoriga	1,0	Skreeperseadmega pilupõranda alt sõnniku koristamine	0,4
Silo söötmine haakesöödajaotiga, hein traktori järelvankriga, jõusööt laudakäruga	2,2	Silo söötmine haakesöödajaotiga, hein traktori järelvankriga, jõusööt lüpsiplatsil	2,15
Loomade puhastamine kord nädalas	0,8	Loomade puhastamine kord nädalas	0,8
Muud tööd	1,0	Muud tööd	1,0
	12,65 59,4		11,10 52,1

N. M. Morozovi andmed tõendavad, et kompleksne mehhaniseerimine annab märgatavat säästu töökulus ja suuremas farmis on töö- ja ekspluatatsioonikulu väiksem. Saksa Demokraatliku Vabariigi andmetel on koostatud tabel 47 [5].

Nendest andmetest selgub, et suurem farm ja seal kasutatav täiuslikum tehnoloogia loovad eeldused töökulu vähendamiseks. Otstarbekalt organiseeritud vabapidamine võimaldab piima toota väiksema töökuluga kui lõaspidamine.

§ 9. SIGADE PIDAMISVIISID

1. Sigade liigid

Sigu liigitatakse nende vanuse ja kasvatamise eesmärgi järgi, kusjuures liikide arv ühes farmis või seakasvatuse süsteemis võib olla üsna erinev. Liigitus oleneb samuti ka põrsaste võõrutamise ajast. Kahe kuu vanuselt võõrutamisel, mis meil on kõige enam levinud, liigitatakse sead järgmiselt: 1) imetavad emised; 2) tiined emised; 3) kuldid; 4) kesikud (vanus 2...5 kuud); 5) nuumikud (vanus 5...7 kuud). Nagu näha puuduvad jaotused — vabad emised, alg- ja lõpptiined emised ning remontsead, sest sellist liigitust pole farmi ehitusliku kujundamise ja mehhaniseerimise seisukohalt vaja.

Kui põrsad võõrutatakse ühe kuu vanuselt, kasutatakse paremini emiseid ja ehitusalast pinda. Sel juhul on liigitus järgmine: 1) imetavad emised; 2) tiined emised; 3) kuldid; 4) võõrdepõrsad (vanus 1...3 kuud); 5) kesikud (vanus 3...5 kuud); 6) nuumikud (vanus 5...7 kuud). Iga liigi jaoks on süsteemis vastav arv sigalaid, mida nimetatakse nendes olevate sigade järgi imetavate emiste sigalaks, nuumikute sigalaks jne. Ainult kultidel ei ole iseseisvat sigalat ja neid peetakse tiinete emiste juures.

Eeltoodud liigitus on vajalik konveiersüsteemist arusaamiseks. Igal liigil on erinõuded pidamistingimuste, seega ka tehnoloogia suhtes.

2. Farmi kujundamine

Ühisele territooriumile ehitatud sigalad ja abihooned moodustavad seafarmi. Farmis olevate sigade vanuse ja kasvatamiseesmärgi järgi jaotatakse farmid reproduktsiooni-, nuuma- või segafarmiks. Viimane koosneb nii reproduktsiooni- kui ka nuumafarmist, s. t. segafarmis on

esindatud kõik sigade liigid vanusele ja kasvatamise eesmärgile vaatamata.

Reproduktsioonifarmi ülesandeks on sigade taastootmine ja ta koosneb imetavate emiste sigalast (või suurema farmi korral mitmest sigalast ühe liigi jaoks), tiinete emiste sigalast (koos kultidega) ja võõrdepõrsaste sigalast (ühe kuu vanuste võõrutamisel). Tihti tahetakse reproduktsioonifarmi ehitada ka kesikute sigala, kuid see ei ole veterinaaria seisukohalt soovitatav, sest just kesikud on põhilised haiguste kandjad.

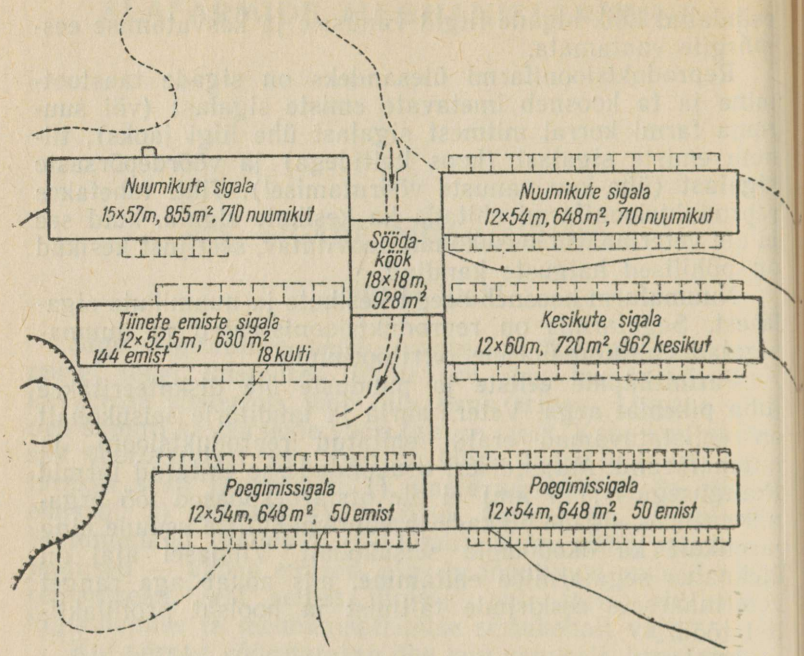
Nuumafarm koosneb seega kesikute ja nuumikute sigalatest. Segafarmis on reproduktsioonisigalad ja nuumasigalad ehitatud ühisele territooriumile.

Farmitüüpide eeliste ja puuduste üle diskuteeritakse juba pikemat aega. Veterinaaria ja tauditõrje seisukohalt on eelistatavamad eraldi ehitatud reproduktsiooni- ja nuumafarmid. Majandi eri osakondadesse ehitatud farmid (kaugusega 5 ... 7 km) ei ole otstarbekohased töö organiseerimise, sigade pikkade ja suuremahuliste vedude ning järelikult ka ökonoomia seisukohalt. Viimasel ajal on ülekaalus segafarmide ehitamine, mis nõuab aga ranget veterinaarsete eeskirjade täitmist ja hoolsat profülaktilist tööd.

Sigade kasvatamise eesmärgi järgi eristatakse tootmis- ja tõufarme. Viimaste ülesandeks on sugusigade kasvatamine. Olulist erinevust nende farmide kujunduses ei esine, kuid tõufarmides on ette nähtud suurem põrandapind ühe looma kohta.

Seafarme aastatoodanguga kuni 300 t liha saab blokeerida söödaköögiga ja otstarbekohane on sel juhul kasutada statsionaarseid seadmeid, mille töökindluse koefitsient on 0,93 ... 0,98 ja tootlikkus umbes 20 protsenti kõrgem kui mobiilsetel seadmetel. Vahetult saab blokeerida kuni neli sigalat (joon. 95). Kuna imetavate emiste sigalas on päevased transporditavad kogused väiksemad (400 ... 600 kg talitaja kohta, nuumikute sigalates aga 12000 ... 15000 kg), siis võib neid ka blokeeritud seafarmis ehitada eraldi.

Tootmisfarmides toodanguga üle 300 t liha aastas on mõõdapääsmatu sigalate ehitamine eraldi. Seejuures võib mitmekordsete ümberlaadimiste vältimiseks kasutada juba mobiilseid seadmeid. Mobiilne transport on ka eraldi seisvatesse kaugemal olevatesse (200 ... 300 m) sigala-



Joon. 95. Söödaköögiga blokeeritud statsionaarsete seadmetega seafarm

tesse otstarbekohane. Sisepõlemismootoriga mobiilsete transpordivahendite puuduseks on heitgaaside eraldamine, mis halvendab mikrokliimat, sest sigala otsas peavad olema suured väravad, mis lasevad külma sisse. Mobiilsetel seadmetel on ka madalam ekspluatatsioonikindluse koefitsient (0,87 . . . 0,93). Sõnniku eemaldamisel mobiilsete seadmetega on vaja palju allapanu. Eeliseks on farmi laiendamise lihtsus sigalate arvu suurendamise teel.

3. Seakohtade vajadus farmis

Farmi suuruse, s. t. seakohtade vajaduse määramisel on aluseks ettenähtud aastane sealiha toodang G_1 tsentnerit. Nuumikud realiseeritakse tavaliselt 100 kg raskustena, järelikult aastas saadav põrsaste arv $p = G_1$. Tea-

des antud majandis aastas ühelt emiselt saadavate põrsaste arvu p_1 on kerge arvutada vajalikku emiste arvu e:

$$e = \frac{p}{p_1} = \frac{G_1}{p_1}.$$

Üks emis hõivab koha imetavate emiste sigalas kaks kuud (koos poegimise ja sigala desinfitseerimisega) ühe kuu vanuste põrsaste võõrutamisel või kolm kuud kahe kuu vanuste võõrutamisel. Seega saab ühe poegimiskoha pealt aastas vastavalt võõrutamise eale ja pesakonna suurusele p_2 kas $6p_2$ või $4p_2$ põrsast. Kohtade arv e_1 imetavate emiste sigalas peab olema:

$$e_1 = \frac{p}{6p_2} \quad \text{või} \quad e_1 = \frac{p}{4p_2}.$$

Tiinete emiste sigalas peab ülejäänud emistele olema e_2 kohta:

$$e_2 = e - e_1.$$

Iga 12 ... 15 emise kohta on ette nähtud üks kult ja järelikult peab tiinete emiste sigalas olema kuldikohti k:

$$k = \frac{e_2}{12 \ldots 15}.$$

Ülejäänud sigalates (võõrdepõrsaste, kesikute, nuumikute sigalad) on igaühes ühe kuu vanuselt võõrutamisel kuus vooru (kaks kuud igas sigalas), kahe kuu vanuselt võõrutamisel — neli vooru (kolm kuud kummaski sigalas), kui sigu realiseeritakse seitsme kuu vanuselt. Tähendab võõrdepõrsaste, kesikute ja nuumikute kohti s peab olema vastavalt aastas saadud põrsaste arvule ja võõrutamise ealе:

$$s = \frac{p}{6} \quad \text{või} \quad s = \frac{p}{4}.$$

N ä i d e: Arvutada seakohtade arv farmis, mille aastatoodang on 7500 ts liha. Põrsaid võõrutatakse ühe kuu vanuselt ja emise kohta saadakse aastas 15 põrsast. Pesakonna suurus on keskmiselt 10 põrsast.

1. Aastas peab tootma $p = G_1 = 7500$ põrsast.

2. Emiseid peab farmis olema:

$$e = \frac{p}{p_1} = \frac{7500}{15} = 500 \text{ emist.}$$

3. Ühelt poegimiskohalt saadakse põrsaid

$$6p_2 = 6 \cdot 10 = 60 \text{ põrsast.}$$

4. Imetavate emiste kohti peab farmis olema:

$$e_1 = \frac{p}{p_2} = \frac{7500}{60} = 125 \text{ kohta.}$$

5. Tiinete emiste sigalas peab olema kohti:

$$e_2 = e - e_1 = 500 - 125 = 375 \text{ kohta.}$$

6. Kuldikohti peab olema:

$$k = \frac{e_2}{12 \ldots 15} = \frac{375}{12 \ldots 15} = 31 \ldots 25 \text{ kohta.}$$

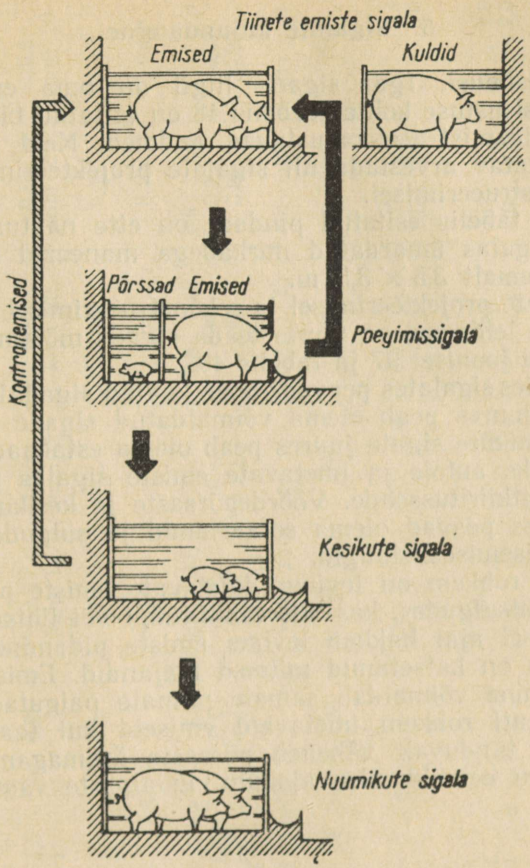
7. Võõrdepõrsaste, kesikute ja nuumikute kohti peab olema:

$$s = \frac{p}{6} = \frac{7500}{6} = 1250 \text{ kohta.}$$

Tõufarmis, kus osa sigu realiseeritakse sugusigadena, tuleb teha korrektiivid vastavalt aastas realiseeritavate sugusigade arvule.

4. Konveiersüsteem seakasvatuses

Konveiersüsteem nõuab, et iga sigade liigi jaoks oleks sigalas vajalik arv kohti ja soovitatavalt iga liigi jaoks eraldi sigala (peale kultide ja imevate põrsaste). Sigade liikumine ühest sigalast teise on esitatud joonisel 96. Kas sigade üleviimine ühest sigalast teise toimub üheaegselt, see oleneb voorpoegimise rakendamisest. Voorpoegimisel paaritatakse ühe vooru emised kahe nädala jooksul. Enne poegimist viiakse emised imetavate emiste sigalasse, kus nad kahe nädala jooksul poegivad. Võõrutamisel tühjendatakse ja desinfitseeritakse imetavate emiste sigala. Emised lähevad tagasi tiinete emiste sigalasse ja põrsad võõrdepõrsaste sigalasse. Võõrdepõrsad lähevad edasi kesikute sigalasse ja sealt uue vooru saa-



Joon. 96. Sigade liikumise skeem sigalate vahel

bumisel nuumikute sigalasse. Tauditõrje seisukohalt on voorpoegimine ja voorudevaheline sigalate desinfitseerimine olulise tähtsusega. Raske on voorpoegimist läbi viia tõufarmis, kus sigade realiseerimine ei toimu voorude viisi, vaid väikestes gruppides. Mõnede spetsialistide arvates kaasneb voorpoegimise rakendamisega emiste halvem kasutamine ja vabade emiste arvu kasvamine kuni 30 protsendi ulatuses.

5. Sigalate kujundamine

Üldküsimusi. Igal sigade liigil on oma erinõuded sigalate sisustuse kohta. Tabelis 48 on esitatud tähtsamad sigade pidamist iseloomustavad andmed. Neid andmeid on soovitatav arvestada nii sigalate projekteerimisel kui ka rekonstrueerimisel.

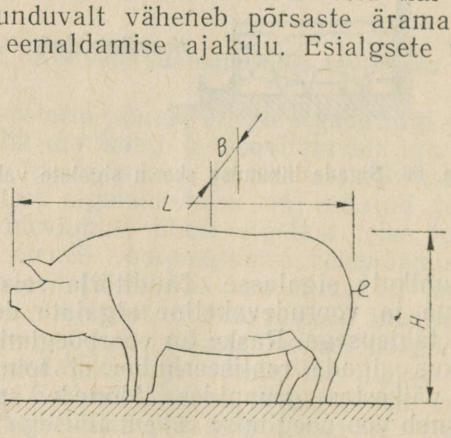
Peale tabelis esitatud pindade on ette nähtud tiinete emiste sigalas ümardatud nurkadega maneežid mõõtmetega vähemalt 3,5 × 3,5 m.

Sigalate projekteerimisel ja rekonstrueerimisel vajalike mõõtmete leidmisel on tarvis teada sigade mõõtmeid, mis on toodud joonisel 97 ja tabelis 49.

Kõikides sigalates peavad olema kaalud sigade kaalumiseks, kusjuures peab olema võimaldatud sigade ringliiklus. Nuumikute sigala juures peab olema estakaad sigade laadimiseks autole ja imetavate emiste sigalas põrsaste ultraviolettkiiritusseade. Võõrdepõrsaste ja kesikute sigalate juures peavad olema solaariumid ja sulgudest nendesse pääsemiseks luugid.

Kõige rohkem on levinud imetavate emiste pidamine individuaalsulgudes, kas siis taani-tüüpi või lihtsulgudes.

Viimasel ajal hakkab levima emiste pidamine puuridesmida on katsetanud mitmed majandid. Emiste puuris pidamine võimaldab samale pinnale paigutada kuni 50 protsenti rohkem imetavaid emiseid kui taani-tüüpi sulgudes, tunduvalt väheneb põrsaste äramagamise oht ja sõnniku eemaldamise ajakulu. Esialgsete vaatlusand-



Joon. 97. Sigade keskmised mõõtmed: *L* — pikkus; *B* — laius; *H* — kõrgus

Näitajad	Imetavad emised	Imevad põrsad	Tiined emised	Kuldid	Võõrdepõrsad 1 ... 3 kuud	Kesikud 3 ... 5 kuud	Nuumikud 5 ... 7 kuud
Sulu pind sea kohta m²	4,5	0,25	2,5	5,0	0,35	0,55	0,8
Sigade arv sulus	1	—	kuni 12	kuni 2	kuni 20	kuni 20	kuni 20
Lamamisala pind sea kohta m²	—	—	1,2	—	0,20	0,30	0,5
Sõnnikuala pind sea kohta m²	2,5 ... 4,5	—	1,2	—	0,20	0,30	0,45
Ehitusalune pind sea kohta m²	10 ... 13	—	3,5 ... 4,0	—	0,8 ... 0,9	0,9 ... 1,0	1,1 ... 1,3
Küna pikkus sea kohta m	0,50	0,15	0,50	0,65	0,20	0,25	0,30
Suluaia kõrgus m	0,90	0,6	1,0	1,2	0,65	0,85	0,90
Sigala õhu temperatuur °C	15 ... 18	25 ... 30	13 ... 15	13 ... 15	21 ... 23	15 ... 20	15 ... 20
Sigala õhu suhteline niiskus	70	70	80	80	70	75	80
Keskmine sööda kogus sea kohta päevas kg:							
kuiva	5,9 ... 7,3	—	3,8 ... 5,0	4,5 ... 5,0	1,7 ... 1,3	1,7 ... 2,4	2,4 ... 4,4
märga					2,5	2,5 ... 4,6	4,6 ... 6,0
Allapanu vajadus sea kohta päevas kg:							
turvast	4 ... 5	—	2 ... 3	2 ... 3	0,5	1,0 ... 1,5	1,5 ... 2,0
põhku	5 ... 7	—	1,5 ... 3	1,5 ... 3,0	0,5 ... 1,0	1,0 ... 1,5	1,0 ... 2,0
Saadav sõnniku hulk sea kohta päevas kg	10	—	10	10	5	6	10

Märkused. 1. Sulu pind sea kohta on arvestatud sigade lihtsulus pidamisel (ilma välja laskmata) ja seepärast see pind ei ühti lamamisala ja sõnnikuala summaga.
2. Allapanu vajadus emise kohta on arvestatud koos imevate põrsastega.

Sigade mõõtmed

Sea liik ja mass kg	Pikkus *L* cm	Laius *B* cm	Kõrgus *H* cm
Kult, 285	182	51	98
Emis, 204	151 (145 kuni 160)	37 (33 kuni 40)	90
245	171 (164 kuni 180)	40 (36 kuni 44)	93
Kesik, 30	82 (78 kuni 85)	19 (18 kuni 20)	32
57	105 (103 kuni 146)	23 (22 kuni 24)	43
Nuumik, 82	116 (108 kuni 120)	26 (24 kuni 28)	54
110	127 (121 kuni 132)	30 (28 kuni 33)	72

mete põhjal ei kaasne emiste puuris pidamisega mingeid zootehnilisi väärnähtusi.

Sulgude üldkujundus. Siga sünnib ja kasvab sulus, sellepärast peab sulg võimaldama kõige paremaid ja ökonoomsemaid kasvutingimusi. Siga on suhteliselt õrn loom: ta ei talu liigset kuuma, külma, rikutud õhku, niiskust, eriti aga külma niiskust.

Sigade sulus on kolm erineva tähtsusega ala: 1) lamamisala, kus sead magavad ja põhiliselt viibivad; 2) sööda jaotamise ja küna paigaldamise ala; 3) roojamisala, kuhu koguneb põhiline osa sõnnikust ja kus tavaliselt töötavad sõnniku eemaldamise seadmed.

Sigalate planeerimisel, töö organiseerimisel, seadmete valikul ja ekspluateerimisel tuleb arvestada sigade füsioloogilisi iseärasusi ja väljakujunenud reflekse.

Lamamisala võtab suurema osa sulu pinnast oma alla. Tähelepanekud näitavad, et siga magab kaks kolmandikku sigalas viibimise ajast, seega on lamamisalal oluline tähtsus sea tervisele ja juurdekasvule. Kui sigu on lamamisalal optimaalne hulk ja sinna ei jää märgatavalt vaba pinda, siis nad lamamisalale ei rooja või teevad seda minimaalselt. See on oluline sulu puhastamisel sõnnikust, sest see töö tehakse põhiliselt käsitsi.

Siga on suhteliselt puhas loom siis, kui talle on või-

maldatud roojamiseks ja magamiseks vajalikud tingimused. Pandi tähele, et sead kasutavad roojamiseks teatud suluosa. Seepärast jäeti see suluosa sõnniku kogunemise kohaks ehk sõnnikukäiguks. Nii kujunes välja taani-tüüpi sulg, mis edaspidi oli aluseks mitmete teiste sulutüüpide kujunemisel.

Mida lühem on sigadel tee lamamisalalt sõnnikukäiku või küna juurde, seda vähem kannavad nad jalgadega sõnnikut lamamisalale, seda vähem see mustub ja selle puhastamine nõuab vähem käsitsitööd.

Et lamamisala põrand soojeneb sea kehasoojuse arvel, siis põranda suure soojusmahtuvuse tõttu kaotab loom rohkem kehasoojust, tal tekib külmatunne, väheneb juurdekasv ning esineb rohkem haigestumisi. Seepärast peab lamamisala olema sooja pinnaga, mis saavutatakse kuiva allapanuga ja kohase põranda ehitamisega. Ka põranda soojendamine elektri- või õhkküttega annab soovitud tagajärgi.

Tähelepanekud näitavad, et paljudel juhtudel püüavad sead lamamisala eraldada naabersulu sigadest roojamiskohaga külgmiste sulupiirete lähedal. Sinna koguneb seetõttu rohkem rooja, mis sulu puhastamisel vajab enam käsitsitööd. Mõned autorid leiavad, et sulgude vahele on soovitatav asetada läbipaistmatud piirded (paneelid). Seevastu sööda- ja sõnnikukäigu piirded võiksid olla läbipaistvad.

Lamamisala kuivana hoidmiseks tuleb asetada joogipõud, kui neid kasutatakse, võimalikult sõnnikukäigu lähedale või sõnnikukäiku.

Uriini ja virtsa paremaks ärajuhtimiseks antakse lamamisalale 5...8%-line kalle, tavaliselt sõnnikukäigu poole. Kui järjekindlalt kasutatakse küllaldasel hulgal allapanu ja lamamisala on kuiv, pole suur kalle vajalik. Enamasti tehakse lamamisala 5...10 cm sõnnikukäigust kõrgem, ta peab olema aluspinnast hästi isoleeritud, et takistada altpoolt niiskuse üleskerkimist, hõlpsasti puhastatav ja desinfitseeritav.

Söötmisala on vajalik küna või söödaautomaadi ja söödasegu jaotamise seadme paigutamiseks. Sõltuvalt sööda liigist ja selle jaotamise seadmest on söötmisala erineva kujundusega ja mõnel juhul ei kuulu sulu juurde.

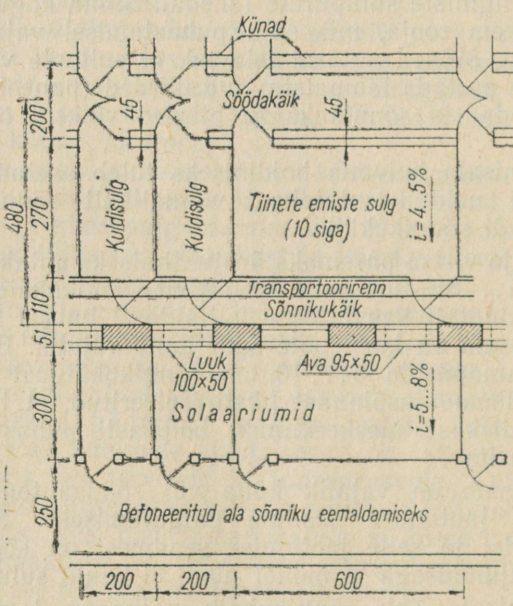
Roojamisala ehk sõnnikukäik paiknegu lamamisala suhtes nii, et selle puhastamine ja sõnniku transportimine

toimuks minimaalse töökuluga ja häiriks vähem sigu. See on võimalik, kui sulg ei ole liiga lai, siis on lähem sõnnikut käsitsi transportöörile lükata.

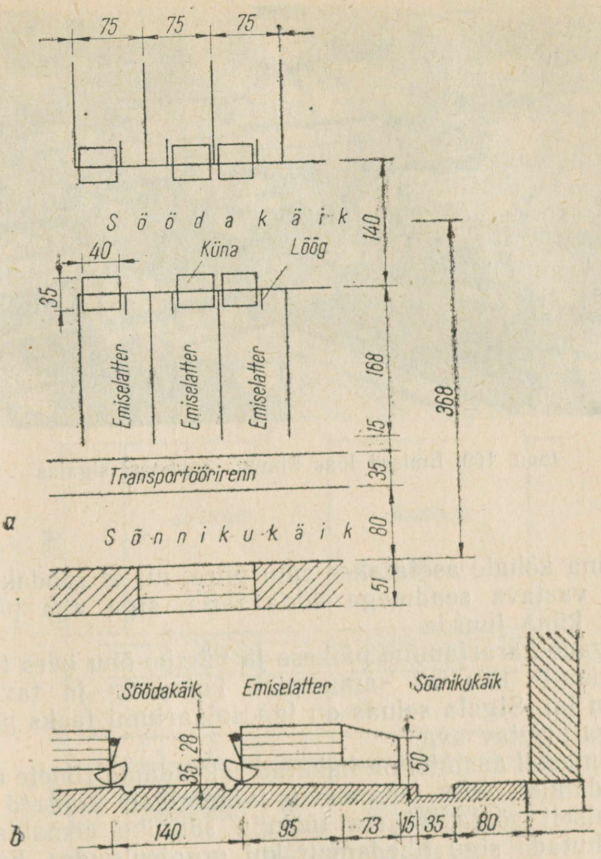
Sõnnikukäigu laius peab võimaldama sigade vaba liikumist ja hõlpsalt monteerida ning vajaduse järgi korrastada sõnniku eemaldamise seadet. Lai sõnnikukäik ja kitsa haardelaiusega sõnniku eemaldamise seade nõuab puhastamisel rohkem käsitsitööd. Seade tuleb monteerida nii, et ta ei vigastaks sigu ega põhjustaks õnnetusi.

Kuldi ja tiinete emiste sulud. Kulte peetakse tiinete emistega ühises sigalas. Samas on ette nähtud paaritusruum ehk maneež. Sõnniku eemaldamise ja allapanu vahetamise hõlbustamiseks külgnegu maneež sõnnikukäiguga. Maneeži põrand, piirded ja väravad tehakse sama ehitusviisiga nagu selle sigala teistel sulgudel.

Joonisel 98 on näidatud kultide individuaalsulgude ja emiste sulu põhiplaan. Ühele kuldile on küllaldaseks lamamisalaks 5 m² ja tiinele emisele 1,6 m². Kaherealises

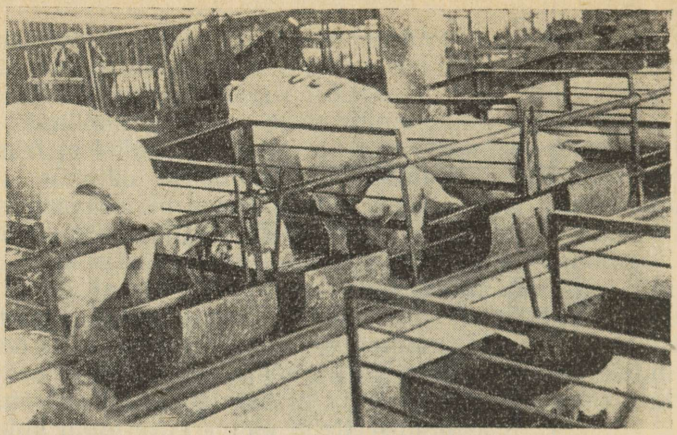


Joon. 98. Kultide ja tiinete emiste sulgude põhiplaan



Joon. 99. Emisesulg lõaspidamisel: *a* — põhiplaan; *b* — lõige

sigalas on üks sööda- ja kaks sõnnikukäiku ning sigala kõrval jalutusaiad ehk solaariumid. Neljarealise sigala puhul ei saa keskmistest ridadest lasta sigu solaariumidesse. Sigala rahu häiritakse vähem kui sigu aetakse maneeži ja tagasi söödakäigu kaudu. Selleks ongi sulgudel söödakäigupoolsel küljel 100 cm laiused väravad. Küna sobiv laius on 45 cm ning pikkus emise kohta 45 cm ja kuldile 60 cm. Sulupoolse künaserva kõrgus põrandast olgu 25 . . . 30 cm.



Joon. 100. Emised lõas Simuna sovhoosi sigalas

Küna kohale asetatakse sulu piire, nii et söödakäigust saaks vastava seadmega küna täita, siga aga pääseks vabalt küna juurde.

Sigade karastamine päikese ja värske õhu käes toimub solaariumis, mis on sama pikk kui sulg ja tavaliselt 300 cm lai. Sigala seinas on iga solaariumi jaoks pendelluugiga suletav ava.

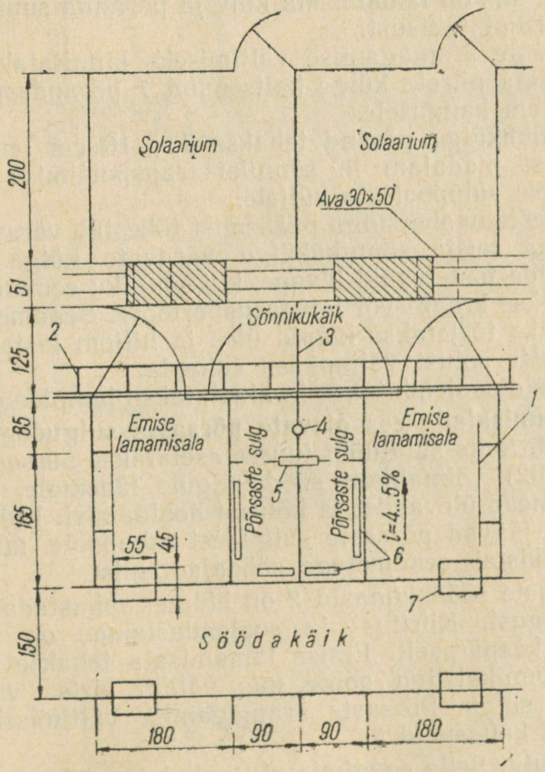
Viimastel aastatel on hakatud rakendama tiinete emiste lõaspidamist. See pidamisviis võimaldab emiseid individuaalselt sööta, säästa töökulu sõnniku eemaldamisel ja mahutada sigu tihedamalt kui grupisulgudes. Et sead on reas, koguneb roe suhteliselt kitsale alale sõnnikutransportööri lähedale, mis märgatavalt vähendab käsitsitööd.

Joonisel 99, *a* on näidatud emisesulu põhiplaan lõaspidamise puhul ja 99, *b* sulu lõige. Emisele pannakse kaela lõõg, mis koosneb kahest kummivoolikuga kaetud painutatud torust. Alumises osas on torupoolte ühendamiseks sulgur ja kett sulupiirde külge kinnitamiseks. Joonis 100 kujutab emiste lõaspidamist Simuna sovhoosis.

Latri tagumine sõnnikutransportööripoolne ots on lahtine, mistõttu sead roojavad transportöörile või selle lähedale. Nii säilib suurem osa lamamisalast puhtamana ja töökulu puhastamisel väheneb. Allapanu ei kasutata või kasutatakse minimaalsel hulgal.

Poegimissulud. Poegimissulu tüüpe on palju, nende õige valik ja rakendamine sõltub kohalikest tingimustest, kasutatavatest seadmetest, talitustööde organiseerimisest, kuid märgatavalt ka talitajate oskustest, harjumustest jt. teguritest.

Lamamisalade vahel olevate põrsaste sulgudega poegimissulud. Sageli nimetatakse seda taani-tüüpi poegimissuluks (joon. 101). Põrsaste sulg on eemal külmast välisseinast. Sõnnikukäigupoolsesse põrsaste sulu ossa tehakse põrsastele põhust pesa. Kuid virtsa pessa valgumise tõkestamiseks on see ümbritsevast põrandast 4...5 cm kõr-



Joon. 101. Poegimissulu põhiplaan, kus põrsaste sulud on emise-sulgude vahel: *1* — kaitsepuu; *2* — sõnnikutransportöör; *3* — värav; *4* ja *5* — soojenduslambid; *6* — põrsaste küna; *7* — emise küna

gem. Söödakäigupoolsesse ossa jääb põrsaste söötmisala, kuhu puistatakse põhku ja kus asuvad künad *6*. Et põrsaid hooldatakse ja söödetakse söödakäigust, siis tehakse põrsaste sulu piire vastu söödakäiku ja põrsaste sulgude ühine piire põrandast 60 cm, ülejäänud piirded aga 90 cm kõrged. Piirdeid võib valmistada metallist, betoonpaneelidest ja teistest materjalidest, kuid põrsaste sulu puhul aga puidust. Et põrsad emise juurde pääseks, jäetakse emise lamamisalaga külgneva põrsasulu piirde alumise serva ja põranda vahele kuni 30 cm vahe, teiste piirete puhul kuni 5 cm.

Emise lamamisala tehakse tavaliselt 4...5% kaldu sõnnikukäigu suunas. Kui allapanu vahetatakse reeglipäraselt, siis on lamamisala kuiv ja põranda suurel kaldel ei ole erilist tähtsust.

Põrsaste äramagamise vältimiseks kinnitatakse emise lamamisala piirete külge kaitsepuud *1* põrandast ja piirdest 25 cm kaugusele.

Sõnnikukäigu põrand tehakse 7...10 cm lamamisala põrandast madalam ja sõnniku transportimise seade *2* asetatakse sulupoolsele küljele.

Põrsaste naabersulgu pääsemist tõkestab värav *3*. Selle värava ja teiste sõnnikukäigu väravate külge on vaja monteerida tõstetavaid klappe, kui sõnniku eemaldamiseks kasutatakse kraap- või latt-transportööre. Seadmete töötamise ajaks tõstetakse klapid üles ja hiljem lastakse alla, et põrsaste sulust väljapääsu sulgeda.

Põrsaid soojendatakse ja kiiritatakse lampidega *4* ja *5*.

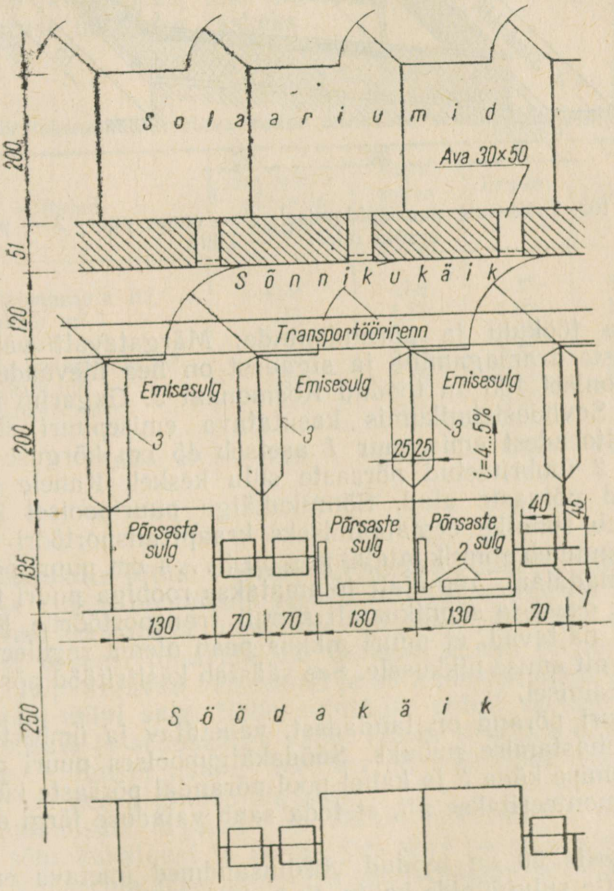
Lamamisalade ees olevate põrsaste sulgudega poegimissulud. Selle sulutüübi juures asetatakse põrsaste sulud (joon. 102) võimalikult söödakäigule lähemale, mis võimaldab head ülevaadet ja hõlpsat hooldamist. Kuid emiste künad *1* jäävad põrsaste sulgudest tahapoole, mis mõnevõrra takistab seadmetega söödajaotamist.

Põrsaste söödakünasid *2* on hõlpus puhastada ja täita söödakäigust. Kiiritus- ja soojenduslampe on võimalik asetada käepäraselt. Emise lamamisala tehakse 4...5% kaldu sõnnikukäigu poole, mis väldib virtsa valgumist põrsaste sulgu. Põrsaste äramagamise vältimiseks tuleb kasutada kaitsepuid *3*.

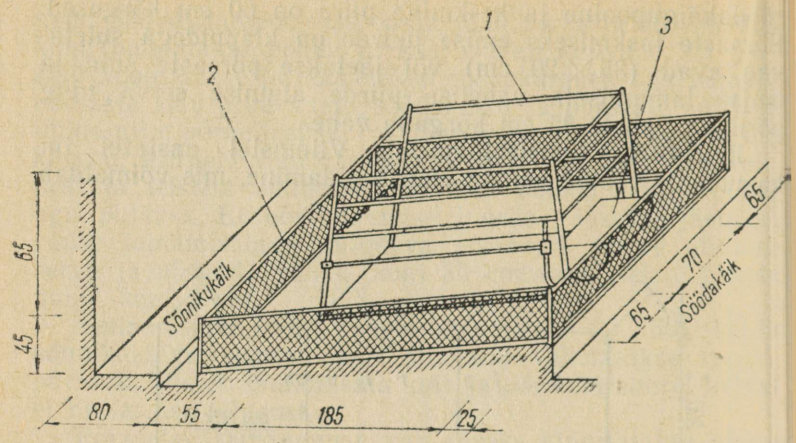
Lihtsulg. Selle poegimissulu puhul on sööda- ja sõnnikukäik ühine ning põrsaste sulud on emiste lamamisalade vahel. Küna kinnitatakse värava külge. Põrsaste sulu

söödakäigupoolne ja keskmine piire on 60 cm kõrgused. Põrsaste laskmiseks emise juurde on klappidega suletavad avad (35 × 20 cm) või jäetakse põrsaste sulu ja emise lamamisala vahelise piirde alumise serva ning põranda vahele 35 cm kõrgune vahe.

Emisesulg puurispidamisel. Viimastel aastatel on kasutusele võetud emiste puuris pidamine, mis võimaldab



Joon. 102. Poegimissulu põhiplaan, kui põrsaste sulud asuvad ees: *1* — emise küna; *2* — põrsaste künad; *3* — kaitsepuud



Joon. 103. Emisesulg puurispidamisel: *1* — emise puur; *2* — põrsaste sulu piire; *3* — küna

säästa töökulu ja põrandapinda. Märgatavalt väheneb põrsaste äramagamine ja sigadest on hea ülevaade.

Joonisel 103 on toodud Kosmonaut J. Gagarini nimelises Sovhoostehnikumis kasutatava emisepuuri skeem. Metalltorudest emisepuur *1* asetseb 45 cm kõrguse piirdega *2* ümbritsetud põrsaste sulu keskel. Kahele poole jäävad põrsaste alad. Sõnnikukäigu puuripoolsel küljel paikneb sõnniku eemaldamiseks kraaptransportööri renn. Roe koguneb sõnnikualale, mis on 3...4 cm puuri põrandast madalam. Aeg-ajalt tõmmatakse roobiga puuri tagumisest osast ja sõnnikualalt sõnnik transportöörile. Kogemused näitavad, et puuri pikkus peab olema reguleeritav vastavalt emise pikkusele. See säästab käsitsitööd põranda puhastamisel.

Puuri põrand on laudadest, vahetatav ja ümbertõstetav puhastamise puhuks. Söödakäigupoolses puuri otsas asub emise küna *3* ja kahel pool põrandal põrsaste künad. Puur monteeritakse nii, et teda saab vajaduse järgi edasi tõsta.

Tabelis 50 on toodud võrdlusandmed imetava emise erinevate sulutüüpide kohta. Sulu laiuse hulka on arvatud pool söödakäigu laiust, kuna teine pool kuulub vastas oleva sulurea juurde.

Toodud andmetest selgub, et emisesulu ees ja vahel olevate põrsaste sulgude puhul sulu pind oluliselt ei erine. Viimasel juhul on põrsaste lamamisala 0,5 m² võrra suurem, mis võimaldab vanemate põrsaste kasvatamist.

Lihtsulg nõuab eelmistest vähem pinda, kuid tööprotsesside mehhaniseerimine ja hooldustööd on tülikamad, sest ühises sööda-sõnnikukäigus töötavad sööda jaotamise ja sõnniku eemaldamise seadmed. Käigu põrand muutub märjaks ja libedaks, mis muudab talitaja töötingimused ja puhtuse hoidmise raskeks.

Tabel 50

Võrdlusandmed imetava emise erinevate sulutüüpide kohta

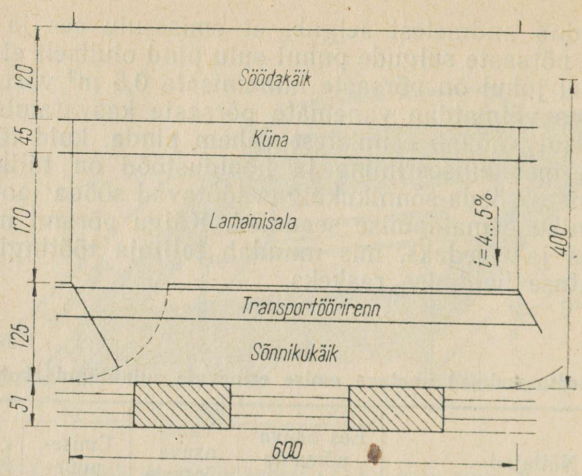
Näitajad	Ees asuva põrsaste suluga	Vahel asuva põrsaste suluga	Emise-puur	Lihtsulg
Emise lamamisala m²	4,60	4,50	1,27	4,62
söödakäik m²	1,23	1,35	1,09	1,57
sõnnikukäik m²	2,40	2,25	1,60	—
Põrsaste lamamisala m²	1,75	2,25	3,57	1,87
söödakäik m²	1,62	0,68	0,51	0,62
sõnnikukäik m²	—	1,12	0,46	—
Kokku m²	11,60	12,15	8,50	8,68

Nuumikute sulud. Võõrutatud põrsad viiakse algul kesikute ja hiljem nuumikute sigalasse. Põhimõtteliselt ei ole erinevusi kesikute ja nuumikute sulu vahel, küll aga mahutatakse esimesi pinnaühikule rohkem, künad on madalamad, läbipääsuavad väiksemad ja sulu piirded madalamad.

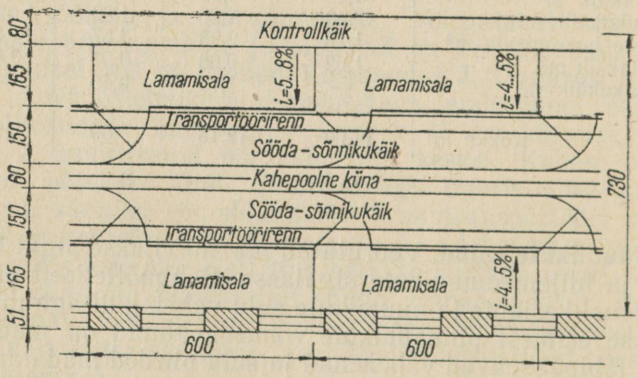
Taani-tüüpi sulg. Selle sulutüübi puhul asetseb küna lamamisala ja söödakäigu vahel (joon. 104), nii et söödakäigust sulgu ei pääse. Seetõttu on söödakäik puhas ja sellelt on hea ülevaade sigadele.

Lamamisala tagaosas on värav, mis suletult eraldab sead sõnnikukäigust ja võimaldab selle paremat puhastamist. Välisseina ääres paikneva sõnnikukäigu pind tehakse 5...10 cm võrra lamamisala pinnast madalam.

Kombineeritud sulg. See sulutüüp on sobitatud 15 m laiuse sigala jaoks. Joonisel 105 on selguse mõttes näida-



Joon. 104. Taani-tüüpi sulu põhiplaan

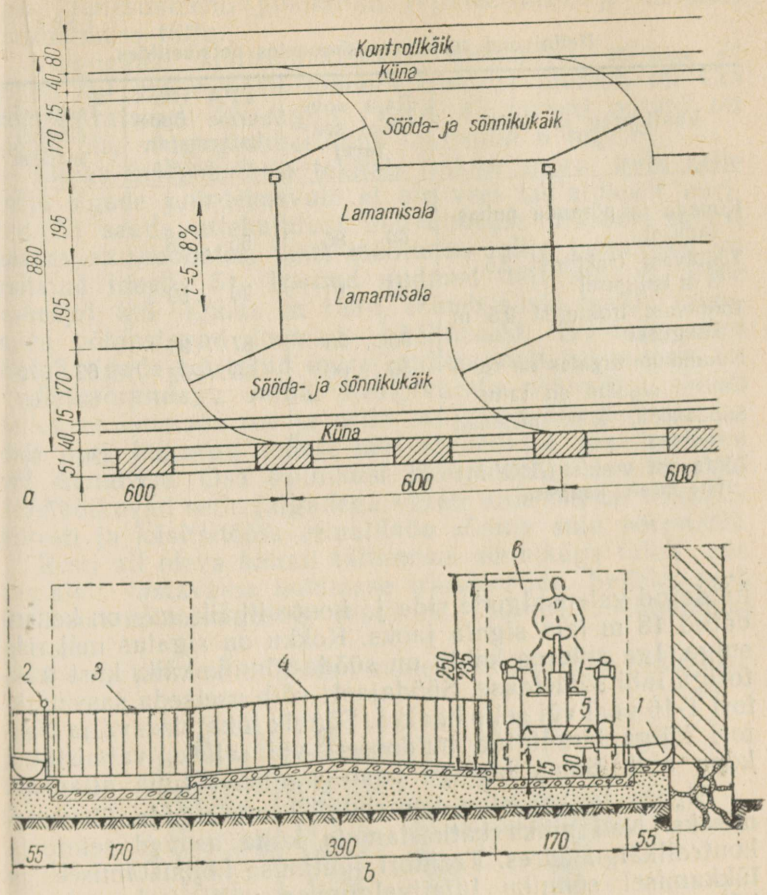


Joon. 105. Kombineeritud sulu põhiplaan

tud kaks sulgude rida, sigala keskele jääva kontrollkäiguga. Kokku on sigalas neli rida sulge.

Kahe sulurea vahel paikneb kahepoolne küna, mille põhjas ei ole eraldusseina. Küna keskel on sulupiire, mis takistab sigade pääsu vastassulgu.

Künadest kahele poole jäävad sõõda-sõnnikukäigud. Sõõda jaotamiseks saab kasutada torusid, autorolleril või



Joon. 106. Läbisõidetava käiguga sulg: *a* — põhiplaan; *b* — lõige; *1* — küna; *2* — väravasulgur; *3* — värav; *4* — sulupiire; *5* — buldooser; *6* — ukseava

elektrikärul paiknevat jaotit. Selle sulutüübi puhul on võimalik kitsamate veokitega käikudest läbi sõita.

Sigala tööde vaheajal on sulgude väravad lahti, nii et sead võivad olla lamamisalal ja käigus. Söötmise ja sõnniku eemaldamise ning allapanu toomise ajaks aetakse sead lamamisalale ja väravad suletakse.

Läbisõidetavate käikudega sulud. Joonisel 106, *a* on

Tabel 51

Helinivood seakasvatushoonetes detsibellides

Vaatlusaeg ja -koht	Raja sovhoosi seafarm	EPA Ülenurme õppekatsemajandi sigala	Tartu näidissovh. seafarm
Künade ja põranda puhastamisel	60...85	55...78	
Töötavast traktorist 2,5... 3 m kaugusel	80...91	76...89	
Töötavast traktorist 0,5 m kaugusel	90...95	87...94	
Nuumikute sigalas on rahu	50...66	56...62	62...70
Emiste sigalas on rahu			60...65
Söödaköök, kõik masinad töötasid			90...96
Töötavast veskist (ДКУ-М) ühe meetri kaugusel			97

näidatud kaks sulgude rida ja kontrollkäik, mis on kohandatud 18 m laia sigala jaoks. Kokku on sigalas neli rida sulge. Iga sulurea kohta on sööda-sõnnikukäik, kust traktoriga läbi sõidetakse. Söödajaoti võib asetseda šassiitraktori T-16 peal või selle haakes. Sõnnik lükatakse välja traktori külge kinnitatud buldooseri või selleks valmistatud kopa abil. Sama kopaga saab sigalasse tuua allapanu.

Sigala keskel olev kontrollkäik on sigade ülevaatamiseks. Neli pikka katkestamata küna asuvad seinte ja kontrollkäigu ääres. Traktori juhtimise hõlbustamiseks ja lükkamisel sõnniku laialivalgumise vältimiseks tehakse käikude põrandad 15 cm madalamad lamamisala põrandast (joon. 106, *b*). Et sõnnik lükkamisel ei satuks künadesse ja sead ei saaks sinna roojata, asetatakse künad 15 cm kõrgusele alusele, mis 15 cm võrra ulatub küna alt välja. Seega toetuvad sead söömisel esijalgadega aluse servale.

Traktoriga töötamisel satub sigala õhku heitgaase, mis sisaldavad vingugaasi, süsihappegaasi, lämmastikku, tahma jne. Mürgine on vingugaas CO. Selle maksimaalselt lubatud piirkontsentratsiooniks on 20 mg/m³. Kahjulike lisandite hulk suureneb kütuse mittetäielikul põle-

misel toitesüsteemi puuduliku reguleerimise ja mootori alakoormuse tõttu.

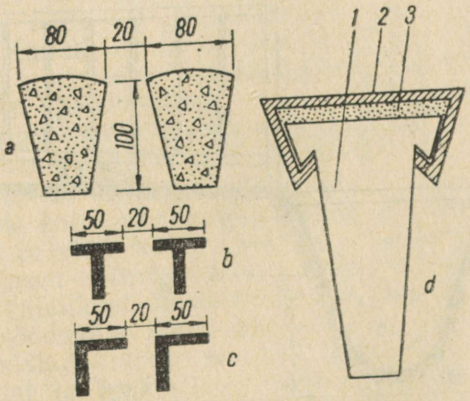
Vingugaasi kontsentratsiooni mõõtmisel selgus, et juhul, kui proov võeti töötava traktori juurest, oli CO kontsentratsioon 26 mg/m³. Kuid 45 minuti pärast oli sigala õhu vingugaasisisaldus langenud 6 mg/m³.

Lisaks heitgaasidele tekitab traktor müra, kuid selle mõju sigade juurdekasvule ei ole veel küllaldaselt uuritud. Et saada ettekujutust helivõimsuse nivoode vahest seakasvatushoonetes, tehti mõõtmisi, mille tulemused on esitatud tabelis 51. Toodud andmed näitavad, et tööde vaheajal, kui sigalas on rahu, esineb siiski teatud müra, mida põhjustavad loomade häälitsused. Traktori müra ületab sigade tekitatud müra umbes poolteisekordselt.

Restpõrandaga sulud. Restpõranda põhimõte seisneb selles, et loomade roe ja uriin langevad piludega põrandale ning kukuvad sellest läbi allolevasse sõnnikuruumi või -kanalisse. Osa sõnnikust jääb esialgu restile, kuid sead sõtkuvad selle jalgadega varsti alla. Nii on võimalik kiiresti ja käsitsitööta eemaldada sõnnik sulu põrandalt.

Resti all oleva kanali täitumisel sõnnikuga tuleb seda aeg-ajalt vastavasse hoidlasse transportida. Selleks saab kasutada mitmesuguseid seadmeid või vedela sõnnikuna uhtmist.

Joonisel 107 on näidatud mõned restivarbade ristlõiked.

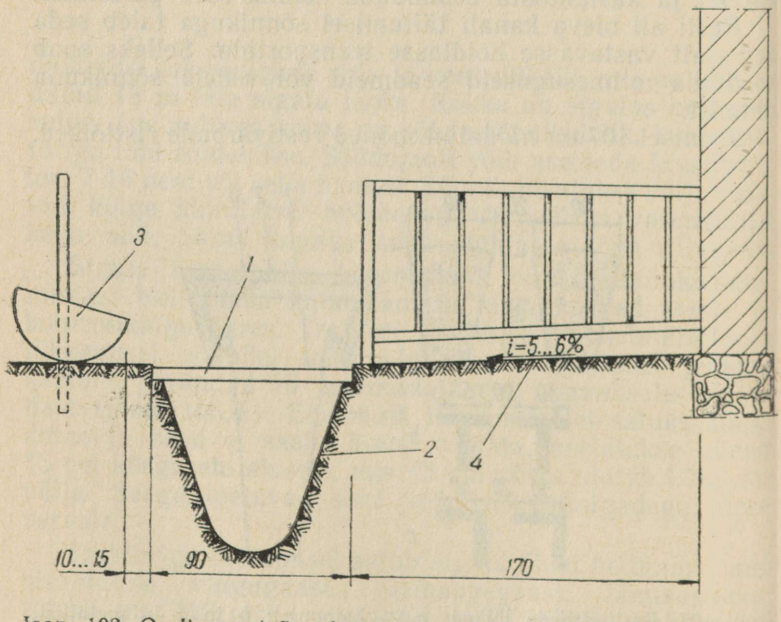


Joon. 107. Restivarbade lõiked: *a* — betoonist; *b* ja *c* — metallist; *d* — soojustava kattega; *1* — varb; *2* — kate; *3* — väikese soojusjuhtivusega kiht

Saksa DV leidur F. K. Mann [10] soovitab soojustatud kattega varbu. Varvad võib teha raudbetoonist, metallist või muust materjalist. Varb *1* kaetakse pealt plastmassist, kummist vms. materjalist kattega *2*, kuid nii, et nende vahele saaks asetada väikese soojusjuhtivusega materjali kihi *3*.

Hõlpus on restivarbu teha puidust, kuid nende iga on lühike. Nad kuluvad ruttu, muutuvad ebatasaseks, põhjustavad sõrgade kiilumisi piludesse ja sead ei taha minna restile. Sobivad oleksid plastmass- või kummikattega varvad, kuid praegu on need veel suhteliselt kallid. Pilu laius varbade ülemiste servade vahele jäetakse nuumikute pidamisel 17...23 mm, kesikute puhul 15...20 mm. Terasvarbade puhul võib pilu laius olla 2...3 mm kitsam kui betoonvarbadel. Perforeeritud pleki või liiga laiade varbade kasutamine ei ole andnud soovitud tulemusi.

Sulu põranda võib teha täielikult või osaliselt restidest. Et restpõrand on kallim kui tavaline betoonpõrand,



Joon. 108. Osalise restpõrandaga sulu ristlõige: *1* — restivarb; *2* — kanal; *3* — küna; *4* — betoonist lamamisala

Võrdlusandmed nuumikute erinevate sulgude kohta

Näitajad	Taanitüüpi sulg	Kombineeritud sulg	Mobiilsete seadmetega sulg	Osalise restpõrandaga sulg	Täisrestpõrandaga sulg
Lamamisala m²	10,20	9,90	11,70	10,20	—
Söödakäik m²	3,60	—	—	5,10	5,10
Sõnnikukäik m²	7,50	—	—	—	—
Sööda-sõnnikukäik m²	—	9,00	10,20	—	—
Restpõrand m²	—	—	—	5,40	10,20
Künad m²	2,70	1,80	3,30	2,70	2,70
Kontrollkäik m²	—	1,20	1,20	—	—
Kokku m²	24,00	21,90	26,40	23,40	18,00
Sulus sigu tk.	20	20	20	20	20
Lamamisala sea kohta m²	0,50	0,50	0,58	0,51	0,51
Vajalik pind sea kohta m²	1,20	1,10	1,32	1,20	0,90
Söödafronti sea kohta m	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

siis paljudel juhtudel kasutatakse osalist restpõrandat (joon. 108). Selle all on kanal, kus võib vedelsõnnikut paisutada. Kanali madalam ots suletakse siibriga. Kui kanal on täis, siis eemaldatakse siiber ja vedelsõnnik valgub sõnniku põikkanalisse või sõnnikuhoidlasse. Kui kanal ei tühjene küllaldaselt, võib hoidlast vedelat sõnnikut tagasi kanalisse pumbata ja uhtmist korrata.

Tabelis 52 on toodud võrdlusandmed nuumikute erinevate sulgude kohta. Selle koostamisel on aluseks võetud lamamisala ja söödafrondi vastavus, kusjuures teeninduskäikude laiused sõltuvad kasutatava seadme või tehnoloogiliselt vajalikust laiusest. Et sigalas on mitu rida sulge, on söödakäik kahe sulurea jaoks. Nii on tabelis toodud pindalade hulka arvatud pool söödakäigu laiusest. Otsmisi ja keskmisi põikkäike, kui nad esinevad, toodud andmete hulka ei ole arvatud. Mobiilsete seadmete kasutamisel ja kombineeritud sulgude puhul on kontrollkäigu pind jagatud nelja sulu vahel.

Vajaliku põrandapinna ja töökulu seisukohalt paku-

vad eeliseid täis- ja osaline restpõrand. Nende puhul ei kasutata allapanu või kasutatakse osalise restpõranda puhul minimaalsel hulgal. Kuid kahjuks on kvaliteetne restimaterjal veel defitsiitne. Kanali sõnnikust tühjendamise seadmed ei ole veel küllalt töökindlad. Täiustamist vajavad sõnnikuhoidla tühjendamise ja vedelsõnniku põllule laotamise seadmed.

Läbisõidetavate käikudega sulud sobivad rakendada rohke allapanu kasutamisel. Traktorile annavad vajaliku koormuse mitu sama tehnoloogiaga sigalat.

Kombineeritud sulg on põhiliselt statsionaarsete sööda jaotamise ja sõnniku eemaldamise seadmete rakendamiseks.

§ 10. SÖÖTADE ETTEVALMISTAMISE MEHHANISEERIMINE

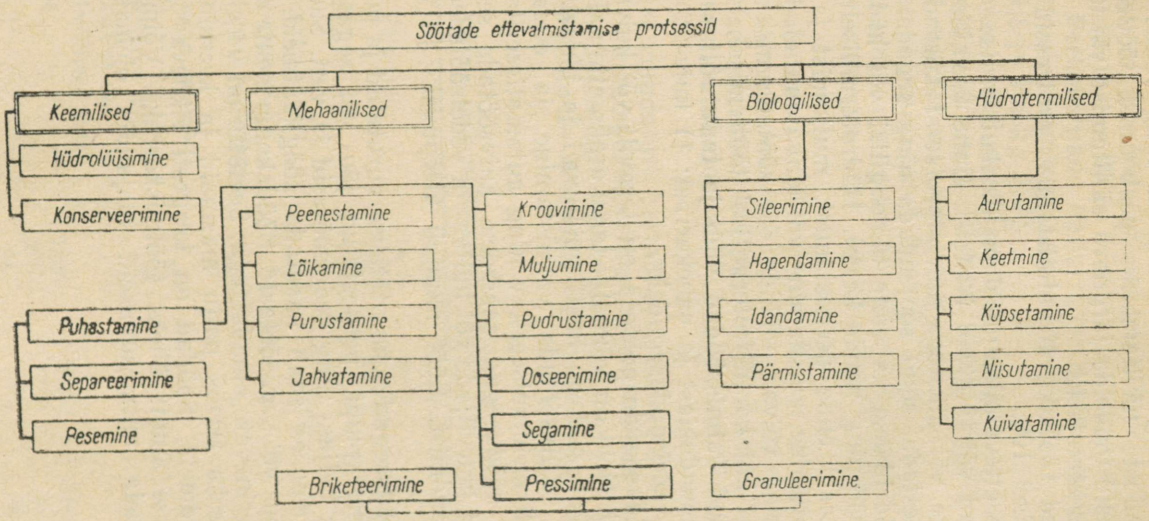
1. Söödad ja nende ettevalmistamine

Majandites toodetakse põhiliselt taimseid sööti: 1) koresöödad — hein, põhk, aganad; 2) jõusöödad — tera- ja kaunviljad; 3) mahlakad söödad — juur- ja mugulviljad, haljassöödad ning silo; 4) vitamiinide- ja mineraaliderikkad söödad — rohujahu, okkajahu, merevetikad jms.

Söödakomponentidena kasutatakse ka toiduainete tööstuse kõrvalsaadusi ja jäätmeid: 1) taimseid — kliisid, veskitolmu, teravilja puhastusjäätmeid, õlikooke ja -sõmerikku, kuivatatud või vedelat pulpi, meskit ning praaka, söödapärmi ja -siirupit (melassi); 2) loomseid — kala-, liha-, vere-, sule- ja kondijahu, lõssipulbrit ja teisi piimasaadusi.

Mineraalaineid sisaldavad vähemal või suuremal määral kõik eelnimetatud söödad. Mineraalsöötadest kasutatakse keedusoola, kriiti, teokarbijahu jms.

Väga väikestes kogustes lisatakse söötadele veel nn. mikrolisandeid — mikroelemente, vitamiine, antibiootikume, biostimulaatoreid ja ravimeid. Väikeste koguste ühtlaseks jaotamiseks tuleb mikrolisandid eelnevalt segada täiteainega (vastava peensusega sööt, mis ei põhjusta lisandi riknemist) ning saadud eelsegu lisada valmistatavale söödasegule. USA-s ja mujal välismaal valmistavad ja turustavad eelsegusid söödatehased.



Joon. 109. Söötade ettevalmistamise protsesside klassifikatsioon

Söötade seeduvuse ja maitse parendamiseks, mälumisele kuluva energia vähendamiseks ning võimalike kahjulike omaduste hävitamiseks peab neid töötlema. Ka tuleb söötasid töödelda järgneva säilitamise või transportimise lihtsustamiseks.

Põhilised söötade ettevalmistamise protsessid on esitatud joonisel 109.

Söötade ettevalmistamisel on üksikud protsessid omavahel seotud või tingivad üksteist. Enne keemilist töötlemist hapete või alustega tuleb protsessi kiirendamiseks sööta peenestada, segu soojendada ning segada. Mehaaniliselt töödeldakse ka enne bioloogilisi või hüdrotermilisi protsesse ning nende kestel. Hüdrotermiliselt töödeldakse söötasid enne peenestamist, muljumist ja pressimist (niisutamine, aurutamine või kuivatamine). Keemilised muutused võivad tekkida nii söötade mehaanilisel, bioloogilisel kui ka hüdrotermilisel töötlemisel.

Töödeldud valmissöödad võib jaotada sõltuvalt komponentide omadustest ja vahekorrast: 1) kuiv-, 2) niisketeks ja 3) vedelsöödasegudeks.

Kuivsöödasegude põhiosa on teravili või kuivad töötlemisjäägid. Neid on võimalik tagavaraks ette valmistada suurel hulgal, nad on hästi puistuvad ja lihtsalt transporditavad. Kuivsöötade valmistamine ja etteandmine on hõlpsasti mehhaniseeritav ning automatiseeritav.

Niisked söödasegud saadakse kuivsöötade segamisel peenestatud juurviljade või haljas- ja vedelsöötadega enne sööda etteandmist. Sööt muutub kleepuvaks ja väheneb tolmavus.

Vedelsöödasegudes kasutatakse aurutatud ja pudrustatud kartuleid, pulpi, peenestatud jõu- või segasöötasid, juurvilju ja haljas- ning vedelsöötasid ja vett. Suuremate linnade läheduses saab kasutada söögijäätmeid, millele lisatakse jõu- või segasöötasid. Söödakomponente on palju ja nad on erinevate omadustega. Seetõttu on vedelsöötade valmistamiseks tarvis palju masinaid ja keerulisi automaatikaseadmeid. Söödad on kergesti riknevad ja neid valmistatakse ainult üheks söötmiskorraks. Võimalik on aga kasutada mitmesuguseid majandis olemasolevaid sööti.

2. Mahlakate söötade ettevalmistamine

Eestis on jõusööda kõrval sigade põhisöödaks kartul, millega kaetakse 20...25% kogu aastasest söödavajadusest. Peekonsigade optimaalne kartulikogus on 3,5 kg päevas, maksimumkogus aga võib olla 5 kg; kesikutel vastavalt 1,5 ja 2,5 kg [12].

Kuhjas ületalve säilitamisel kaotab kartul kuni 30% oma söödaväärtusest. Kahju vähendamiseks söödetakse kartulit sügisel maksimumkoguses.

Enne söötmist tuleb kartulid pesta, aurutada ja pudrustada ning segada teiste söötadega. Kartuli töötlemine hõlmab suurema osa igapäevasest söödavalmistamise ajast.

Igapäevase töö lihtsustamiseks ja kartuli säilitamiskadude vähendamiseks (5...6 korda) on otstarbekas kartul sügisel sileerida. Silo bioloogilise väärtuse tõstmiseks lisatakse aurutatud kartulile veel haljassööta ja teraviljajahu.

Suuri muudatusi kartuli söötmistehnikas võib põhjustada kõrgetemperatuurilise kuivatamise rakendamine suure tootlikkusega trummelkuivatites ning saadud produkti säilitamine hermeetilistes pakendites või hoidlates.

Tabel 53

Kartuli- ja juurviljatransportööride tehnilised andmed

Näitajad	Kraap-transportöör TK-5	Kopp-transportöör TK-3	Lint-transportöör C-382	Kraap-transportöör TC-40C
Tootlikkus kg/s	1,4	0,83	—	kuni 5
Tarbimisvõimsus kW	2,8 + 1,7	1,1	1,7	1,7
Maksimaalne tõstekõrgus m	4	4,5	1,6	4
Maksimaalne kaldenurk kraadi	45	70	22	38
Transportkiirus m/s	0,3	—	1,0	0,32
Transportlaius m	0,4	—	0,4	0,4
Gabariitmõõtmed mm:				
pikkus	7490	6285	5285	6770
laius	3620	770	650	410
Mass kg	945	510	305	470

Siis on ka võimalik valmistada kuiva täissöödana kartulit sisaldavaid graanuleid.

Mõniste sovhoosis kuivatati kartuleid kuivatis ABM-0,4. Saksa DV-s ja Poolas on selline kuivatamisviis üsna levinud.

Juurvilju (peamiselt suhkrupeeti) ja haljassööta antakse sigadele toorelt peenestatuna 2...6 mm jämedusteks laastudeks või heksliteks. Edasine peenestamine ei ole suure energiakulu ja mahlakadude tõttu otstarbekas [3, lk. 388]. Osakeste suurust piirab ka kasutatav sööda etteandmise moodus, seepärast peenestatakse juurvilju, haljassööta ja silo ka pastaks.

Transportöörid. Kartuli ja juurvilja toimetamiseks pesijasse, peenestatud produkti laadimiseks segistisse jm. juhtudel saab harva kasutada isevalgumist.

Transportimiseks kasutatakse kraap-, kopp- ja tigutransportööre, väikese tõstenurga puhul aga ka siledaid või liistudega linttransportööre. Tigu kasutatakse ka söötetransportöörina, mis võimaldab reguleerida etteandehulka kattesiibri abil.

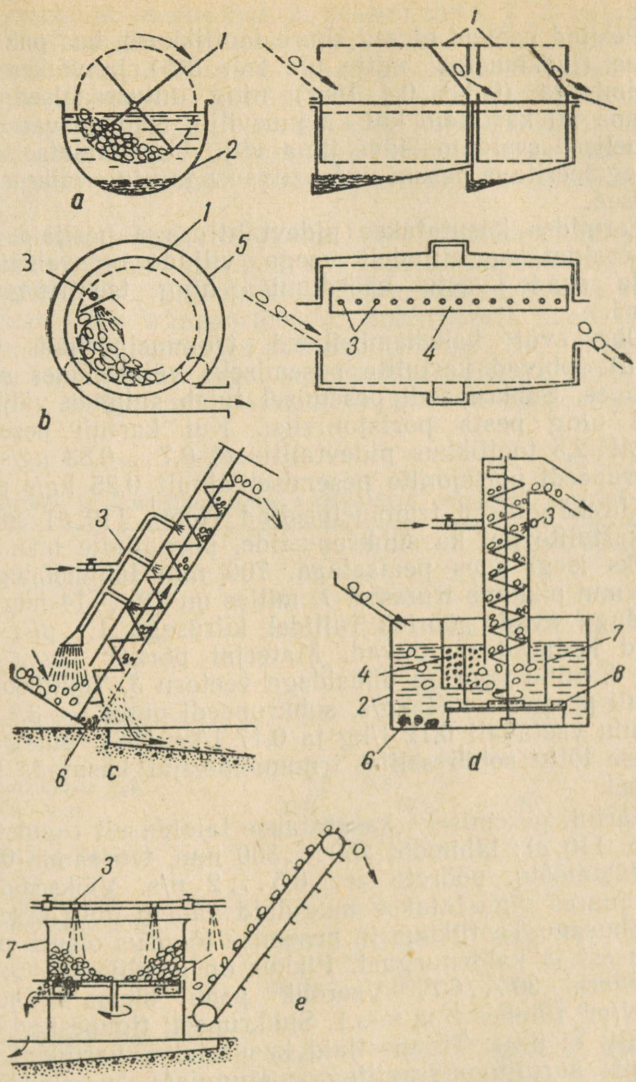
Tööstuslikult toodetakse spetsiaalseid kartuli- ja juurviljatransportööre TK-5 ja TK-3. TK-5 on 45° kaldega kett-kraaptransportöör, mis koosneb kahest 2 m ja ühest 2,4 m pikkusest eraldi lülist ning veo- ja pingutusosast. Seega on transportööri pikkust võimalik muuta. 2275 mm pikkune ja 400 mm läbimõõduga söötetigu pöörleb metallrennis kiirusega 0,05 p/s, jõuallikaks on 1,7 kW elektrimootor. Transportööri alumine osa paikneb süvendis. Täitepunker tuleb valmistada majandis ja peaks mahutama päevase söödavaru. Transportööril TK-5Б on kaks söötetigu.

TK-3 on kett-kopptransportöör, millel on 28 koppa igaüks mahuga 3,5 l.

Tigutransportööre saab ühtlasi kasutada pesijana, kusjuures mulla eraldamiseks on soovitatav produkt lasta enne pesijat üle varbresti.

Mõnede transportööride tehnilisi andmeid on esitatud tabelis 53.

Pesema peab kartuleid ja juurvilja veidi aega enne tarvitamist kuni mulla täieliku eemaldamiseni. Pesemist hõlbustab eelnev kuivpuhastus (restil) ja ka kivide eraldamine. Pesta tuleb lühiajaliselt, et ei tekiks toitainete kadu väljauhtumisest või katkihõõrdumisest.



Joon. 110. Juur- ja mugulviljapesijate skeeme: *a* — kahekambriline trummelpesija; *b* — kiirekäiguline trummelpesija; *c* — tigupesija-transportöör; *d* — kivieraldiga kombineeritud pesija; *e* — tsentri-fugaalpesija; *1* — pesemistrummel; *2* — veeanum; *3* — düüsidega veetoru; *4* — juhtkilp; *5* — väliskest; *6* — kivid; *7* — pesemistoru; *8* — pöörlev labadega ketas

Pesijad peavad olema suure tootlikkuse, hea puhastusvõime (jääkmustust mitte üle 2...3%) ja väikese veetarbimisega (0,3...0,4 l/kg) ning universaalsed, s. o. pesema nii kartuleid kui ka juurvilju. Nad peavad olema võimelised eraldama kive ilma vilju vigastamata, samuti ka reguleeritava pesemisintensiivsusega ning väikesemõõtmelised.

Farmides kasutatakse pidevtalitlusega pesijaid. Mustus eraldatakse viljadelt veega, viljade omavahelise ja pesija osade vastu hõõrdumise ning tsentrifugaaljõu toimel.

Ühe- või kahekambrilised trummelpesijad (joon. 110, *a*) sobivad kartulite pesemiseks väiksemates söödaköökides. Suhkrupeedi pesemisel tuleb sulgeda väljumisavad ning pesta portsjoniviisi. Kui kartuli pesemisel on МП-2,5 tootlikkus pidevtalitlusel 0,7...0,83 kg/s, siis suhkrupeedi portsjonite pesemisel ainult 0,25 kg/s piires.

Kiirekäigulised trummelpesijad (joon. 110, *b*) sobivad nii kartulite kui ka suhkrupeetide, porgandite jms. pesemiseks isegi koos pealsetega. 700 mm läbimõõduga ja 2050 mm pikkune trummel *1*, milles on 12...14 mm läbimõõduga avad, pöörleb rullidel kiirusega 1,1 p/s. Sisemised kodarad puuduvad. Materjal põrkab vastu juhtkilpi *4*, mille taga on düüsidega veetoru *3*. Tootlikkus on kartuli pesemisel 5,4 kg/s, suhkrupeedi puhul — 3,9 kg/s, veekulu vastavalt 0,12 l/kg ja 0,17 l/kg [56]. Suure tootlikkuse tõttu sobib sellist trummelpesijat kasutada sileerimisel.

Kartuli pesemiseks kasutatakse laialdaselt tigupesijaid (joon. 110, *c*): läbimõõt 250...300 mm, teo samm 0,6...0,8 läbimõõtu, pöörete arv 0,5...2 p/s. Väiksema kiiruse juures vigastatakse mugulaid vähem ning pesemine on tõhusam. Tootlikkus ja pesemise tõhusus oleneb pesija pikkusest ja kaldenurgast. Pikkus on harilikult 5...6 m, kaldenurk 30...60°. Veerõhk peab olema vähemalt 20 kN/m^2 (umbes 2 m v.-s.). Suhkrupeeti tigupesijad hästi puhtaks ei pese. Tigupesijaid kasutatakse harilikult koos kartuli aurutite-pudrustitega. Mugulate sisselaadimine pesijasse on hõlpus ning võib toimuda käsitsi või isevalgumise teel kaldpõhjaga punkrist. Pesija on ühtlasi ka transportööriks. Kivid jäävad pesija allossa. Tigupesijaid kombineeritakse ka lõikajaga (ИКС-5).

Kombineeritud tigupesijas (joon. 110, *d*) toimub kar-

tulite pesemine veeanumas *2*, pesemistorus *7* ja vajaduse korral veel vertikaaltransportööril, kuhu pihustatakse vett düüside *3* kaudu. Pöörlev labadega ketas *8* paneb vee keerlema nii anumas kui ka torus *7*. Kivid on raskemad ning langevad põhja. Veevool viib kartulid kaasa ning nad suunatakse avadega juhtkilpi *4* mööda pesemistorusse, sealt tigutransportöörile ning edasi mööda renni aurutisse [3].

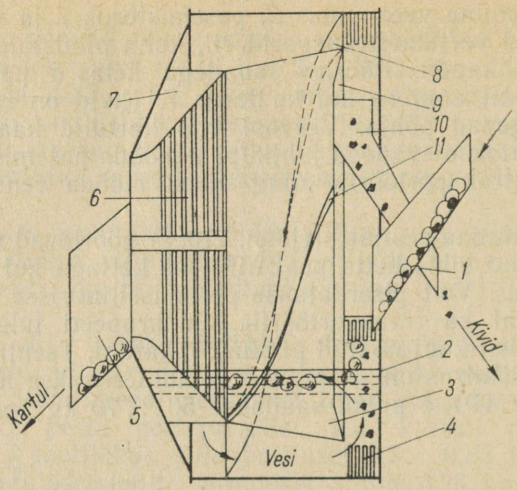
Tsentrifugaalpesijates (joon. 110, *e*) pöörlevad mugulad või juurikad kihis ketta peal nii koos kettaga kui ka üksteise suhtes. Vett piserdatakse pesemissilindrisse ja vajaduse korral ka transportöörile. Suhkrupeeti tuleb pesta portsjoniviisi kuni nõutud puhtuse määrani. Tsentrifugaalpesijate töökiirus on suur, neid kombineeritakse lõikajaga (MPK-5). MPK-5 puhul saadakse 50 ... 70 kg portsjonite

Tabel 54

Kartuli- ja juurviljapesijate (-lõikajate) tehnilised andmed

Näitajad	Pesijad		Pesijad-lõikajad	
	«Märja»	МП-2,5	МРК-5	ИКС-5
Tootlikkus kg/s	2,8	0,7 0,83	1,4	1,4 ... 2,8
Tarbimisvõimsus kW	2,8	0,6	2,8	7
Pesija tööorgan: tüüp	tigu	trummel	ketas	tigu
pöörlemiskiirus p/s	1,5	0,3 ... 0,4	2,45	0,4
läbimõõt mm	280	600	780	300
Veekulu l/kg	0,3 ... 0,4	0,2 ... 0,3	0,24	0,06
Lõiketrumli pöörlemiskiirus p/s	—	—	—	34,5
Lõigete paksus mm	—	—	1 ... 30	2 ... 30
Sisselaadimisava kõrgus mm	600	1200	1050	650
Väljalaadimisava kõrgus mm	4000*	900	1200 1600	1900
Gabariitmõõtmed mm: pikkus	5000	2700	3100	3800
laius	1450	965	1100	2600
kõrgus	—	1250	1800**	2800
Mass kg	480	280	480	1000

* 60° kaldenurga puhul.
** Transportööri madalaimas asendis.



Joon. 111. Kivieraldi E 995 skeem: *1* — varbrest puhastamata kartuli sissejuhtimiseks; *2* — pöörlev trummel; *3* — kooniline sisekest; *4* — kivipüüdjad; *5* — varbrest puhastatud kartuli ärajuhtimiseks; *6* — rõngasrest; *7* — kartulipüüdjad; *8* — veetigu; *9* — suunamiskoonus; *10* — varbrest kivide ärajuhtimiseks; *11* — kivide laadimise tigu

pesemisel umbes 1 min vältel keskmiseks tootlikkuseks 0,4 kg/s. Kivide eraldamise seade puudub.

Porine pesuvesi juhitakse mööda renni või toru, mille langus on 1 : 50 . . . 1 : 100, settebasseini, kust setteid saab traktortõstuki abil kõrvaldada.

Kartuli- ja juurviljapesijate tehnilised andmed on toodud tabelis 54.

Kui koristatud kartulite hulgas on palju kive ja mullakamakaid, mida pesija ei suuda eraldada, tuleb kivid eraldada enne pesemist. Suure läbilaskevõime ja hea puhastamisvõimega on Saksa DV-s toodetav teisaldatav kivieraldi E 995, mille tööskeem on joonisel 111.

Kummirullidel pöörlevasse trumlisse *2* valatakse umbes 680 liitrit vett. Vähesel määral lisatakse vett töö ajal — umbes 50 l 1 tonni kartulite kohta. Puhastamata kartulid suunatakse mööda varbresti *1* trumli teo *8* poolt tekitatud veevoolu. Kartulid ja väiksemad kivid viib veevool üle juhtkoonuse *9* sisekesta *3*. Suuremad kivid jäävad kivi püüdjatesse *4*; väiksemad heidab sinna tigu *11* ja nad

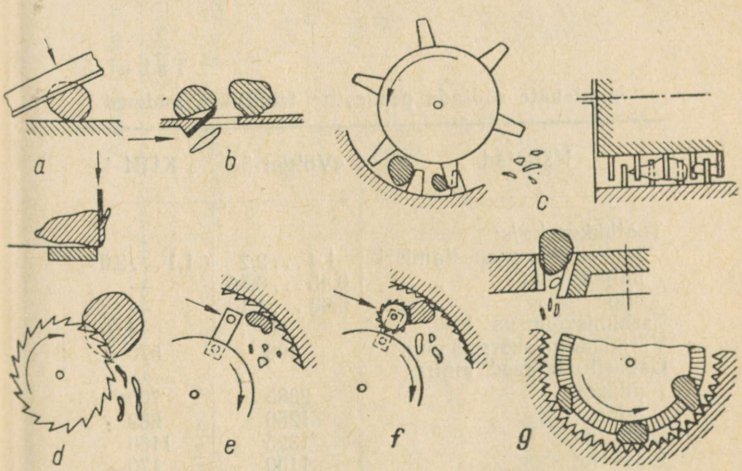
juhitakse mööda restrenni *10* trumlist välja. Kartulid satuvad püüdjatesse *7* ja sealt varbrestile *5*.

Kivide eraldamine veevoolus tekitab mugulatele vähe vigastusi.

Kivieraldi E 995 tehnilised andmed

Läbilaskevõime kg/s	4...5
Tarbimisvõimsus kW	2,2
Veekulu l/kg	0,05
Eraldamistäpsus massi järgi % (kive kartulite hulgas, või vastupidi)	0,3...0,5
Gabariitmõõtmed mm:	
pikkus	3000
laius	2450
kõrgus	2580
Mass ilma veeta kg	1285

Peenestamine. Söödad peenestatakse vajaliku suurusega laastudeks või pastaks universaalsete või spetsiaalsete peenestite abil. Mahlakaid sööti peenestatakse mitmesugustel kombineeritud meetodeil, nagu mitmeastmeline lõikamine, lõikamine ja purustamine löögiga, katkihõõrumine jne. (joon. 112).



Joon. 112. Mahlakate söötade peenestamise viise: *a* — lõikamine vastulõikeplaadil; *b* — lõikamine vabas asendis; *c* — lõikamine nugade vahel; *d* — freesimine; *e* — purustamine vasaratega; *f* — purustamine freesidega; *g* — purustamine rihvelpindade vahel

Mahlakaid sööti võib peenestada mitte varem kui 1,5 tundi enne tarvitamist.

Peenestitele esitatakse järgmised nõuded: 1) küllaldane tootlikkus (peab peenestama vajaliku söödakoguse umbes 1 tunni jooksul), 2) ühtlikud osakesed ja mahla minimaalne eraldumine, 3) lihtne peensuse reguleerimine, 4) materjali ühtlane etteandmine, 5) hea puhastamisvõimalus, 6) võimalus töödelda erinevaid sööti.

Universaalsed söödapeenestid ДКУ-1,0 ja КДУ-2,0 seadistatakse enne mahlakate söötade peenestamist järgmiselt.

Peenestil ДКУ-1,0 lülitatakse välja ventilaator, suletakse söötekolu siiber, avatakse väljalaadimisluugi külgkaas, sõel asendatakse avadeta sileda plaadiga. Normaalselt kulub seadistamiseks 5 ... 10 min. Sööt peenestatakse nugadega, aga ka freesidega, mis töötamisel tegutsevad labadena ja heidavad peenestatud sööda peenestuskambrist külgava kaudu välja. Tootlikkus on juurvilja peenestamisel kuni 1,40 kg/s, haljassööda puhul 0,51 kg/s.

Peenestil КДУ-2,0 asetatakse sõela asemele kate, mille küljes on väljalasketoru, söötekolu siiber suletakse. Lõiketrumli nugadega esialgselt peenestatud sööt suuna-

Tabel 55

Mahlakate söötade peenestite tehnilised andmed

Näitajad	«Volgar-5»	КПИ-4
Tootlikkus kg/s:		
juurviljade peenestamisel	1,4 ... 2,2	1,1 ... 2,0*
haljassööda „	0,45 ... 0,56	—
silo „	0,83 ... 1,1	—
Tarbimisvõimsus kW	20	4,5
Väljalaadimiskõrgus mm	500	570
Gabariitmõõtmed mm:		
pikkus	2385	700
laius	1250	650
kõrgus	1325	1160
Mass kg	1100	170

* Tootlikkus pasta valmistamisel 1,1 kg/s, lõikamisel 2,0 kg/s.

Tabel 56

Aurukatelde tehnilised andmed

Näitajad	Vertikaalkatlad			Horisontaalkatlad		
	КМ-1600	КМ-2500	ММЗ-0,8	КВ-200	КВ-300	Д-721
Tootlikkus g/s	100	151	222	56	83	222
Auru rõhk kG/cm² *	0,35	0,5	8	0,70	0,70	0,70
Auru temperatuur °C				120 . . . 130	120 . . . 130	
Veeruumi maht l	740	1075	—	590	1050	—
Küttepind m²	11,5	20	25	9	14	16,75
Tuharesti pindala m²	0,90	1,13	—	0,75	0,89	—
Gabariitmõõtmed mm:						
pikkus (KB-tüübil koos suitsutoruga)	—	—	—	2300	2850	—
kõrgus (KB-tüübil koos vee eelsoojendiga)	3540	3900	4700	1300	1500	1860
Välisläbimõõt mm	1210	1400		1000	1200	
Mass kg	975	1450	3600	850	1200	1660

* 1 kG/cm² = 98,1 kN/m².

takse purustuskambrisse radiaalselt. Nugade ja vastulõikeplaadi vahe peab olema 1 ... 2 mm. Lõplikult peenestatakse sööt vasaratega, mis heidavad ka produkti välja. Tootlikkus on juurvilja peenestamisel kuni 1,94 kg/s, haljassööda puhul kuni 0,83 kg/s. Universaalsete söödapeenestite põhilised tehnilised andmed on toodud tabelis 62.

Söödapeenesti «Volgar-5» on määratud mahlakate söötade peenestamiseks 5 ... 8 mm suurusteks osakesteks. Masinal on lõike- ja peenestustrummel. Lõikenugade ja vastulõikeplaadi vahe peab olema 1 ... 2 mm ja seda reguleeritakse laagrikorpuste nihutamisega. Peenestustrumlil olevate kahelabaliste nugade ja vastulõikeplaatide vahet muudetakse reguleerimisseadmega. Söötasid võib peenestada eraldi või segatult.

Juurvilja peenestamiseks kas 5 ... 8 mm suurusteks laastudeks või pastaks kasutatakse väikesemõõtmelist ja võrdlemisi suure tootlikkusega masinat КПИ-4. Esimesel juhul kasutatakse siledat peenestuskorvi ja ülemist lõikeketast nugadega, millel on markeering «5» või «8», mis tähistavad lõikepaksust. Pasta valmistamisel kasutatakse ülemist ja alumist vertikaalnugadega ja labadega ketast ning hambulist peenestuskorvi. Peenesti КПИ-4 on ehituselt lihtne. Sissesattunud kivid ei tekita erilisi purustusi.

Tabelis 55 on toodud söödapeenestite tehnilised andmed.

Pärast mahlakate söötade peenestamist tuleb masinad puhastada söödajäänustest ja võimaluse korral kuivatada, et vältida osade roostetamist ning riknenud sööda sattumist järgmisse söödaportsjonisse.

Peenestid töötavad ühtlasemalt, kui juurikad on eelnevalt lõigatud pesijates-lõikajates МРК-5 või ИКС-5 (vt. tabel 54).

Aurutamine toimub söötade seeduvuse ja maitse parandamiseks ning võimalike kahjulike omaduste hävitamiseks. Kartuleist näiteks eraldub kondensveega solaniin ja akroiin, mõnikord on vaja hävitada hallitusseeni, desinfitseerida ostujõusööta või söögijäätmeid.

Protsess koosneb järgmistest operatsioonidest: auru tootmine, sööda aurutamine ja pudrustamine.

Auru toodavad vertikaalkatlad КМ-1600, КМ-2500 ja ММЗ-0,8 ning horisontaalkatlad КВ-200, КВ-300 ja Д-721. Neist viimane töötab vedelkütusega, teised mitmesuguse

muu kütusega. Vertikaalkatlad vajavad vähem põrandapinda, kuid kõrgemaid ruume; horisontaalkatlaid saab kasutada madalamates ruumides, kuid vajavad rohkem põrandapinda.

Katelde КВ-200 ja КВ-300 jaoks on loodud vedelkütuse põletid ПНГ-1 ja ПНГ-2, mille kütusekulu on vastavalt kuni 7 ja 10 g/s. Vedelkütuse kasutamisel tõuseb katelde tootlikkus üle 1,5 korra, kasutegur aga 80%-ni. Tunduvalt lihtsustub katla teenindamine.

Aurukatelde tehnilised andmed on toodud tabelis 56.

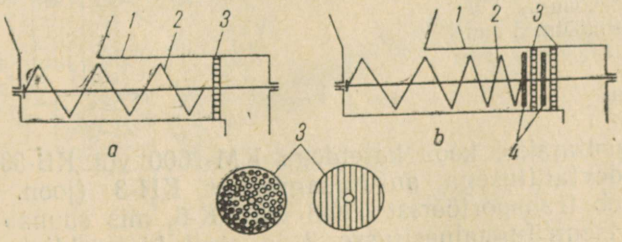
Söödaaurutitele esitatakse järgmisi nõudeid: 1) väike aurukulu, 2) mahu vastavus aurukatla tootlikkusele, 3) materjali ühtlane kuumutamine, 4) täitmise ja tühjendamise lihtne mehhaniseerimine, 5) teenindamise ohutus ja suur töökindlus.

Söödatsehhides kasutatakse põhiliselt paikseid perioodilise talitlusega auruteid. Aurutamistõrsi kasutatakse ainult mõnedes väikestes sigalates. Kuuma kartuli väljavõtmine tõrtest ja pudrustamine on tülikas ja ohtlik. Seepärast kasutatakse kartuli töötlemisel auruteid, millest väljalaadimisel kartul pudrustatakse või ka segatakse teiste söötadega.

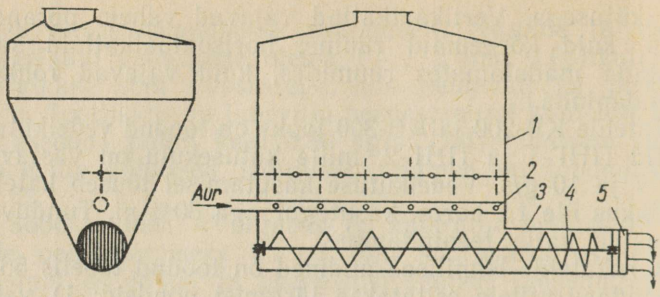
Suurtes seafarmides on otstarbekas kasutada ka pidevtalitlusega kartuliauruteid igapäevasel söödavalmistamisel, eriti aga sügisesel kartuli sileerimisel.

Aurukulu kartuli aurutamisel on 0,16 ... 0,20 kg/kg, vee soojendamisel 10 kuni 100° C aga 0,20 kg/kg. Laudadest soojusisolatsiooni kasutamisel vähenevad tunduvalt aurutite kiirguskaod ja moodustavad ainult 2 ... 5% üldisest sooja hulgast.

Pudrustamiseks kasutatakse ühtlase või väheneva sammuga tigusid, ava- või pilureste ning peenema pudru saa-



Joon. 113. Pudrustamise skeeme: *a* — ühtlase sammuga teoga; *b* — väheneva sammuga teoga; *1* — kere; *2* — tigu; *3* — rest; *4* — nuga



Joon. 114. Auruti-pudrusti 3M-1,5 skeem: *1* — kere; *2* — aurutoru; *3* — väljumistoru; *4* — tigu; *5* — pilurest

miseks ka nugasid (joon. 113). Produkti liikumiskiirus pudrustamisel on 0,04 ... 0,06 m/s.

Enamikus meie majandites kasutatakse Eestis valmistatavat aurutit-pudrustit 3M-1,5 (joon. 114), mis on määratud kartuli aurutamiseks ja pudrustamiseks ning ka teiste peensöötade aurutamiseks. Viimasel juhul monteeritakse korpusse labadega võll aurutatava materjali segamiseks ja suunamiseks tigutransportöörile. Pudrustamise soodustamiseks on väljalaadimistorus teo samm vähenev. Tigu lõpeb umbes 100 mm enne esilaagrit ja pudrustusresti, et kivide tõttu ei tekiks purunemisi. Pärast tühjendamist kivid kõrvaldatakse.

3M-1,5 tehnilised andmed

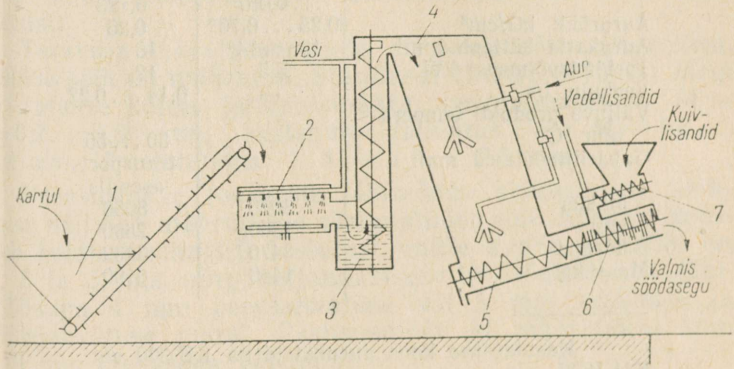
Maht m^3	2,4
Aurutatava kartuli mass kg	1500
Aurutamise kestus min	60 ... 80
Tarbimisvõimsus kW	2,8
Gabariitmõõtmed mm:	
pikkus	3500
laius	1300
kõrgus	1900

Kasutatakse koos kateldega KM-1600 või KB-300.

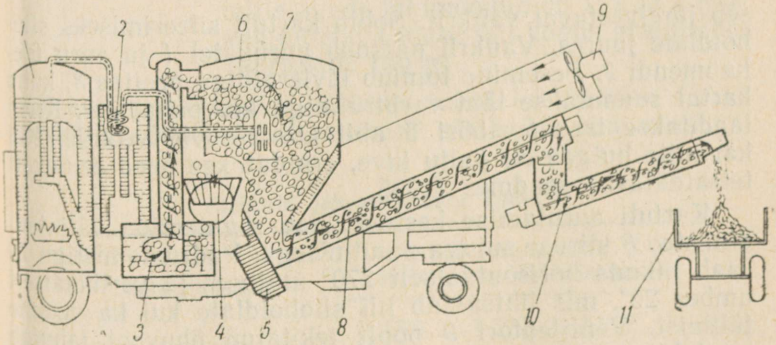
Pidevtalitlusega aurutusagregaat KH-3 (joon. 115) koosneb transportöörist TK-3 või TK-5, mis suunab kartulid tsentrifugaalpesijasse *2* ja sealt kivieraldiga tigupesijasse *3*. Vertikaalne tigu toimetab kartulid aurutussahti, mis täidetakse kuni vaateaknani. Kui kondensaadi

avast väljub auru, on kartul 10 ... 15 min pärast aurutatud. Lülitatakse tööle väljalaadimistigu *5* ja pudrusti *6* ning aurutamine toimub kartuli pideval liikumisel šahti ülaosast kuni väljalaadimisteoni. Pudrusti on ühtlasi ka segistiks, kuhu juhitakse läbi dosaatori *7* kuivlisandeid või toru ja reguleeritava kraani kaudu vedellisandeid.

Saksa DV-s toodetav agregaat F 405 (joon. 116) aset-



Joon. 115. Aurutusagregaadi KH-3 skeem: *1* — transportöör TK-3; *2* — tsentrifugaalpesija; *3* — kivieraldiga tigupesija; *4* — aurutussaht; *5* — väljalaadimistigu; *6* — pudrusti; *7* — kuivlisandite dosaator



Joon. 116. Aurutusagregaadi F 405 skeem: *1* — aurukatel; *2* — auru ülekuumendi; *3* — kivieraldiga tigupesija; *4* — kuivpuhasti; *5* — kivitransportöör; *6* — aurutussaht; *7* — aurujaoti; *8* — väljalaadimistigu; *9* — jahutusventilaator; *10* — pudrusti; *11* — veok

Tabel 57

Pidevtalitlusega kartuliaurutite tehnilised andmed

Näitajad	KH-3	F 405
Tootlikkus kg/s	0,70 ... 0,83	0,75 ... 0,83
Aurukatla tootlikkus kg/s	0,083 ... ... 0,097*	0,123
Aururõhk kG/cm²	0,25 ... 0,70*	0,25
Aurukatla küttepind m²	13 ... 14*	16
Tarbimisvõimsus kW	5,5	12
Veekulu l/s	—	0,14 ... 0,22
Väljuva produkti temperatuur °C	—	50 ... 55
Gabariitmõõtmed mm:		transport-asendis
pikkus	3070	8650
laius	1360	2500
kõrgus	3470	3450
Mass kg	1440	6100

* Kasutatakse koos aurukateldega KB-300 või KM-1600.

seb järelveetaval vankril. Sobib kartuli sileerimiseks silohoidlate juures. Vankril paikneb aurukatel *1* ja auru ülekuumendi *2*. Pesemine toimub kivieraldiga pesijas *3*, kuhu kartul suunatakse läbi varbtrumliga kuivpuhasti *4*. Kivid laaditakse transportööri *5* abil kõrvale või veokile. Kui kartulite hulgas on palju kive, eraldatakse need eelnevalt teisaldatavas seadmes E 995.

Kartuli aurutamise kestust saab reguleerida väljalaadimisteo *8* kiiruse sujuva muutmisega. Pudrustamistigu *10* saab liikuda horisontaalselt 270° ulatuses ja vertikaalselt umbes 20°, mis lihtsustab nii silohoidlate kui ka veokite täitmist. Ventilaatori *9* poolt tekitatud õhuvool jahutab produkti temperatuurini 50 ... 55° C. See vähendab tunduvalt toitainete kadusid. Head valgustusseadmed võimaldavad töötada ka pimedal ajal.

3. Teravilja töötlemine

Peenestamise vajadus ja nõuded. Teravilja töötlemise põhioperatsiooniks on peenestamine. Peenestamise tagajärjel suureneb osakeste kokkupuutepindala seedemahladega, väheneb looma energiakulu söödа mälumisel, toimuvad mehhanokeemilised muutused söödas, pindmiste molekulide aktiviseerumine ja polümeeride makromolekulide deformatsioonid, mis suurendavad söödа omastatavust.

Teravilja tuleb peenestada erinevalt sõltuvalt sellest, kellele sööt on määratud. Standardi (ГОСТ 8770-58) järgi eristatakse kolme jahvatusmäära: peenjahvatus — $M = 0{,}2 \ldots 1{,}0$ mm; keskmine jahvatus — $M = 1{,}0 \ldots 1{,}8$ mm; jämejahvatus — $M = 1{,}8 \ldots 2{,}6$ mm.

Peensusmäär (osakeste läbimõõdu aritmeetilise keskmise näitaja) määratakse sõelanalüüsi abil. Aparaat koosneb kolmest stantsitud sõelast, mille avade läbimõõt on 1; 2 ja 3 mm ning neljandast kontrollsõelast ava läbimõõduga 4 mm peenjahvatuse või 5 mm keskmise ja jämejahvatuse puhul. Peensusmäär M määratakse kuni 0,01 mm täpsusega valemist:

$$M = \frac{0{,}5P_1 + 1{,}5P_2 + 2{,}5P_3 + 3{,}5P_4}{N},$$

kus P_1 — materjali kogus grammides aparaadi põhjal;

P_2, P_3, P_4 — materjali kogused grammides sõeltel, mille avade läbimõõdud on 1; 2 ja 3 mm;

N — analüüsitava materjali kogus grammides (harilikult 100 g).

Peeneks jahvatatud söötade puhul kasutatakse lisaks eelmistele sõeltele veel punutud sõela 0,2 mm avadega.

Tabel 58

Andmeid jahvatusmäära kohta

Jahvatusmäär	Lubatud suurim jääk % sõeltel ava läbimõõduga		
	2 mm	3 mm	5 mm
Peenjahvatus	5	—	ei ole lubatud
Keskmine jahvatus	—	12	
Jämejahvatus	—	35	5

Nõuded segasöötade mehaanilise koostise kohta

Loomaliik, kellele sööt ette nähtud ja söödale kehtiv riiklik standard	Lubatud suurim jääk % sõeltel avade läbimõõduga mm			Tervete terade kogus %	Metallisisaldus mg/kg	
	2	3	5		üldse kuni 2 mm suurusi osakesi	sellest 0,5 kuni 2 mm suurusi osakesi
1	2	3	4	5	6	7
Sigadele (ГОСТ 9267-59)						
võõrdepõrsad (2 kuni 4 kuud)	5		0	0,3	10	4
sugukesikud (4 kuni 8 kuud)		10	0	0,5	25	10
suguemised ja -kuldid		12	0	0,5	30	10
nuumsead		10	0	0,5	30	10
Veistele (ГОСТ 9268-59)						
piimalehmad ja nuumveised		30	5	0,7	30	10
vasikad (1 kuni 6 kuud)	5		0	0,3	8	3
mullikad (6 kuud kuni 1 a.)		10	0	0,5	20	7
Lammastele (ГОСТ 10199-62)						
täiskasvanud		12	2	0,7	30	10
talled (üle 4 kuu)		12	2	0,7	20	7
Tööhobustele (ГОСТ 9265-59)		35	5	0,7	30	10
Kodulindudele (ГОСТ 9266-59)						
tibud	5	0	0	0,3	25	10
täiskasvanud		35	5	0,5	30	10
nuumlinnud	5	15	5	0,5	30	10

Tabel 59 (järg)

1	2	3	4	5	6	7
Küülikutele ja nutriatele (ГОСТ 10386-63)						
täiskasvanud	5	12	2	0,5	25	8
noorloomad	2	0		0,5	15	5
nuumküülikud		12		0,5	25	8
Karusloomadele (ГОСТ 10747-64)	15	0		0,3	25	5
Tiigi karpkaladele (ГОСТ 10385-63)						
tänavused ja sugukalad		0		0,5	15	5
kahe- ja kolmeaastased		5	0	0,5	30	7

Märkused. 1. Liivasisaldus ei või ületada 0,3 ... 0,7%. 2. Linnusöötadeks kasutatakse kaera ja otra, mille natuurkaal on vastavalt mitte alla 420 ja 565 g/l.

Peensusmäär

$$M = \frac{0{,}1P_1 + 0{,}6P_2 + 1{,}5P_3 + 2{,}5P_4 + 3{,}5P_5}{N},$$

kus P_2, P_3, P_4 ja P_5 on materjali kogused grammides sõeltel avadega 0,2; 1; 2 ja 3 mm.

Tolmutaolisi alla 0,2 mm läbimõõduga osakesi ei või olla massilt üle 20% proovist. Kui ülemisel sõelal on palju terveid teri, siis loetakse jahvatus puudulikuks.

Jahvatusmäära võib määrata osakeste koguse järgi, mis jääb sõeltele avadega — 5; 3 ja 2 mm (tabel 58).

Kuna teravilja kasutatakse kõigi põllumajandusloomade söötmisel, siis esitatakse nõutava jahvatusmäära kohta üldisi andmeid.

Eri loomaliikidele on kehtestatud erinevad nõuded segasöötade mehaanilise koostise kohta (tabel 59). Viimane oleneb põhiliselt peenestusseadmete (veskite) tööorganite reguleerimisest ja korrasolekust.

USA-s teostatud uurimuste ja söötmiskogemuste põhjal on erinevate söötade optimaalne jahvatusmäär ühe ja

Tabel 60

Põhilised soovitused kuivsöötade peenestamiseks erinevate loomaliikide jaoks

Sööt	Piimalehmad ja nuumveised	Vasikad	Lambad ja talled	Nuumsead	Põrsad	Tibud	Kanad
Oder	Keskmiselt peen (mõned loomapidajad eelistavad jämedat söötа, mis saadakse muljutud teradest)	Jäme	Jäme või terve	Keskmine	Keskmine	Peen	Peen
Kaer		Jäme või terve		Keskmiselt peen	Keskmiselt peen	Keskmine	Keskmisest kuni terveni
Nisu		Jäme		Keskmisest kuni terveni	Keskmisest kuni terveni	Keskmine	Keskmisest kuni terveni
Mais		Jäme või terve		Jäme või terve	Jäme või terve	Keskmisest kuni jämedani	Keskmisest kuni terveni
Hein	Hekseldatud või terve	Hekseldatud või terve	Hekseldatud või terve	Peen	Peen	Peen	Peen

sama loomaliigi jaoks erinev, nagu selgub tabelist 60 [2]. Nisu ja maisi (arvatavasti ka rukist) ei ole vaja nii palju peenestada kui otra või kaera. Terade füüsikalis-mehaanilised omadused sõltuvad aga sordist, kasvutingimustest, koristamis- ja kuivatamisviisist. Seepärast saab täpse jahvatusmäära meie vabariigi teraviljade jaoks määrata ainult söötmiskatsete põhjal. Tähtis pole ainult osakeste suurus, vaid ka töötlemisel tekkivate mikropragude hulk osakestes, mis olenevad veski tüübist ja tööreŽiimist.

Tabel 61

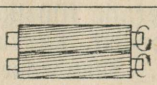
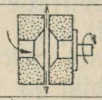
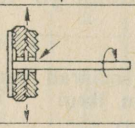
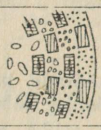
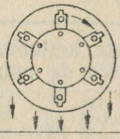
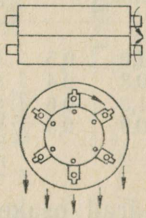
Erinevate söötade jahvatusmäärad nende keskmise läbimõõdu järgi
(USA andmed)

Sööt	Osakeste keskmine läbimõõt d_k mm			
	jäme	keskmine	peen	väga peen
Oder, nisu	1,8	1,0	0,5	0,3
Kaer	1,4	0,8	0,4	0,3
Mais	3,3	1,3	0,6	0,4
Hein	1,7	0,9	0,5	0,3

Erinevate söötade jahvatusmäärad osakeste keskmise läbimõõdu järgi on igal söödal erinevad [2]. Tabelis 61 toodud andmed on arvutatud USA-s kasutatava peensusmäära m järgi, kusjuures keskmine läbimõõt $d_k = 0{,}104 \cdot 2^m$, mis vastab peensusmäärale M.

Söötade peenestamisel tuleb meeles pidada põhimõtet: mitte midagi peenestada üleliia, protsess on palju energiat nõudev.

Tehnoloogilised seadmed. Teravilja töötlemise tehnoloogilise protsessi võib jagada kolmeks etapiks: 1) tooraine vastuvõtmine ja töötlemiseelne säilitamine; 2) eeltöötlemine, et luua soodsad füüsikalis-mehaanilised omadused järgnevaks töötlemiseks (puhastamine, sorteerimine, aurutamine või niisutamine terade kõvaduse vähendamiseks jt.); 3) põhitöötlemine, et jahvatada terad vastava peensusega osakesteks. Tooraine vastuvõtmist käsitletakse kuivade segasöötade valmistamise kirjeldamisel, allpool pööratakse pearõhk põhitöötlemisele.

Veski tüüp	Tööorgani kuju	Tööviis	Tööorgani kiirus m/sek	Energia erikulu kJ**/kg	Suhtarv
Valtsveski			5...15*	15...22	1
Kiviveski			10...20	35...50	2,3
Ketasveski			10...30	30...40	2
Vasarveski			50...80	50...65	3
Muljumis-valtsidega vasarveski				28...40	1,8

* aeglase valtsi pöörlemiskiirus on 1,5...3 korda väiksem

** 3,6 kJ/kg = 1 kWh/t

Joon. 117. Teravilja jahvatamise viiside võrdlus

Põhilised teravilja jahvatamise moodused on toodud joonisel 117.

Põllumajanduses on kõige rohkem levinud vasarveskid — universaalsed peenestusmasinad, millega saab peale teravilja töödelda kõiki söötasid, mida kasutatakse segasöötade valmistamisel. Nende ehitus ja käsitsemine on lihtne, tühjalt töötamine ja võõrkehad ei tekita olulisi tööorganite vigastusi ning tööorganite kulumine ei halvenda oluliselt peenestamise kvaliteeti. Materjali ette andmise reguleerimine ja produkti pneumaatiline transport on lihtne.

Vasarveski põhilisteks puudusteks on jahvatatud osakeste suuruse ebaühtlus, tolmu tekkimine ning suur energiakulu.

Peenjahvatusel kasutatakse vasarveskis sõelu ava läbimõõduga 3 mm, keskmisel jahvatusel — 6 mm ja jämejahvatusel — 8 mm.

Vasarate ja sõela suurema radiaalse vahekauguse puhul tekib vähem tolmu materjali hõõrdumisest vastu sõela, väheneb energia erikulu, aga ka peenestusaste. Vahekauguse suurendamisel tuleb tõsta ka vasarate liikumiskiirust, mis kaasaegsetel veskitel on kuni 100 m/s.

Peenestusaste (lähtematerjali ja peenestatud produkti osakeste keskmiste läbimõõtude suhe) on erinevate sõelte puhul järgmine: ∅ 10 mm — 1,5...1,6; ∅ 6 mm — 2,0... 2,4; ∅ 3 mm — 5,0...7,0; ∅ 2 mm — 8,4...9,7.

Vasarveski tootlikkus ja energiakulu olenevad peenestatud materjali töötsoonist lahkumise kiirusest. See sõltub sõelaavade suurusest ja kujust, sõela paksusest ja rootori või lisaventilaatori poolt tekitatud õhuvoolu tugevusest. Õhuvoolu intensiivistamine nõuab lisaenergiat, seepärast on soovitatav kasutada õhemaid ja suurema avade arvuga (elavpindalaga) sõelu. Näiteks 2 mm ava

Tabel 62

Vasarveskite tehnilised andmed

Näitajad	Universaalsed söödapeenestid			КДМ-2,0	РДБ-3000
	ДКУ-М	ДКУ-1,0	КДУ-2,0		
Tootlikkus kg/s: teravilja jahvatamisel	0,28... ...0,33	0,21... ...0,23	0,83	0,55... ...1,0	1,1
heina jahvatamisel	kuni 0,1	kuni 0,12	kuni 0,22	—	—
Tarbimisvõimsus kW	10	14	28	30	28
Tööorganite tüüp	vasarad (lõikenoad)	freesid (lõikenoad)	vasarad (lõikenoad)	vasarad	vasarad
Rootori ringkiirus m/s	55	56	72	—	67
Produkti transpordikõrgus m	5	10	8	8	—
Masina mass kg	715	880	1200	1000	1600

Tabel 63

Teravilja niiskusesisalduse mõju vasarveski tööle

Teravili ja selle niiskusesisaldus %	Suhteline	
	tootlikkus	energiakulu
Oder 13,8	100	100
20	70	132...130
Kaer 11,5	100	100
18,9	50	167
Rukis 14,9	100	100
17,5	73	137

läbimõõduga sõela elavpindala suurendamisel 10% võrra suurenes tootlikkus 35% ja vähenes energia erikulu 13% võrra [55]. Järelikult ei õigusta ennast sõelade paikamine ja majandis valmistatud väikese elavpindalaga sõelad.

Vasarveskite tootlikkus on väiksem ja energiakulu suurem niiskema teravilja jahvatamisel (tabel 63).

Tootlikkuse vähenemine ja energiakulu suurenemine on peamiselt tingitud sõkalde ja seemnekestade tugevuse suurenemisest niiskemal teraviljal.

Eriti kuivad peavad olema mineraalained, et vasarveski sõelad ei ummistuks. Kriidi niiskusesisaldus ei tohi olla üle 2%, soolal üle 0,6%.

Energiakulu jahvatamisel on erinev ka teraviljadel. Suhteline energiakulu on odral 1, kaeral 1,2, maisil 0,7.

Tugeva kestaga teraviljade (kaer, oder jt.) jahvatamisel soovitatakse kasutada suuremate avadega sõelu. Saadud produkt lastakse läbi sõel- või õhkseparaatori ja jämedad osakesed suunatakse tagasi veskisse [16].

Valtsveskeid kasutatakse põhiliselt toiduainetetööstuse jahuveskites, kuid nad on ennast õigustanud ka suurtes majandites.

Valtsveskite suureks eeliseks, võrreldes vasarveskitega, on väike energiakulu ja ühtlase peensusega produkt.

Valtsveskid sobivad peamiselt teravilja jahvatamiseks. Teravili peab olema puhas. Valtside vahele sattunud kõvad võõrkehad või abrasiivsed osakesed (liiv, muld) kahjustavad neid. Kulunud valtsid jahvatavad teri halvasti.

Valtsveski on palju keerukama ehitusega kui vasar-

veski. Ta vajab täpset reguleerimist ja korralikku hooldamist; soetamis- ning remondikulutused on suured.

Valtsid võivad olla siledad või rihvelpinnaga. Valtside toime oleneb nende ringkiirustest ja kiiruste suhte suurusest, läbimõõdust, tööpilu suurusest ja rihvlite kujust ning mõõtmetest.

Võrdse kiirusega pöörlevad siledad valtsid ainult muljuvad materjali. Erinevate kiiruste korral toimub veel killustamine ja purukshõõrumine. Siledate valtside kiiruste erinevus on 1,25 ... 1,5.

Rihvelpinnaga valtsid killustavad ja lõikavad produkti rohkem. Rihvelvaltsidega veski tootlikkus on 5 ... 10% suurem kui siledate valtside puhul. Sööda peenestamisel on harilikult kiire valtsi pöörlemiskiirus 1,5 ... 2,5 korda suurem kui aeglasel ning rihvliteravikud pöörlemissuunas, aeglasel valtsil aga vastupidises suunas.

Valtsid peavad asetsema täiesti horisontaalselt ja teineteisega paralleelselt. Pilu seadmisel lähtutakse sööda alg- ja lõppmõõtmetest. Esialgseks seadmiseks soovita-

Tabel 64

Valtsveskite tehnilised andmed

Näitajad	3M-1000 × 250	3M-800 × 250	3M-600 × 250	3M-600 × 300	BMП
Ühe valtsipaari tootlikkus kg/s	1,4 ... 1,7	1,1 ... 1,4	0,8 ... 1,1	0,9 ... 1,2	0,4 ... 0,5
Ühe valtsipaari tarbimisvõimsus kW:					
rihvelpinnaga	20	14	10	10	7
sileda pinnaga	14	10	7	7	—
Valtside mõõtmed mm:					
pikkus	1000	800	600	600	400
läbimõõt	250	250	250	300	185
Kiirema valtsi kiirus m/s: rihmaseibi läbimõõt 200 mm	7,6	7,6	7,6	6,0	9,5
225 mm	8,6	8,6	8,6	6,8	
Gabariitmõõtmed mm:					
pikkus	2250	2050	1850	1570	1640
laius	1470	1470	1470	1710	1710
kõrgus	1390	1390	1390	1540	1100
Mass kg	3450	2950	2600	3050	935

takse jämejahvatusel — 0,6 ... 0,8 mm, keskmisel — 0,4 ... 0,5 mm ja peenjahvatusel — 0,2 ... 0,3 mm.

Jahu hõlpsama transportimise eesmärgil paigutatakse valtsveski teisele korrusele või alusele, et juhtida jahu mööda isevoolurenni transportöörile või esimesel korrusel asetsevatesse salvedesse või punkritesse.

Veskil 3M asetseb terapunker veski kohal. Punkri siiber ja söötetoru tuleb paigutada siis nii, et materjal kukuks vastuvõtutorusse vertikaalselt. See tagab materjali ühtlase jaotumise «ujukil» ja seal ei teki ummistusi. Kui katkeb materjali juurdevool, siis «ujuk» tõuseb ülemisse asendisse ning veski seiskub automaatselt.

Valtsveskid seeriast 3C ja väikesegabariidiline ВМП on ette nähtud töötamiseks pneumotransportööridega, 3M — mehaaniliste transportööridega.

Teravilja niiskusesisalduse suurenemisel halveneb produkti peenestatus, suureneb energiakulu ja väheneb veski tootlikkus. Odra peenestamisel loetakse aga optimaalseks niiskuseks 18% [18], sest niiskusest oleneb teravilja deformatsiooni iseloom ja sellest omakorda sööda omastatavus.

Optimaalse 18%-lise niiskuse saavutamiseks lisatakse teraviljale 24 ... 36 tundi enne töötlemist vett, mille hulk 1000 kg teravilja kohta arvutatakse seosest:

$$Q_{vesi} = 220 - 1{,}22w \text{ kg},$$

kus w — esialgne niiskusesisaldus %.

Teravilja tasakaaluline niiskus õhutemperatuuril 0° C ja õhu relatiivsel niiskusel 80% on 17 ... 18%. Meie vabariigis on see küllalt sageli esinev olukord.

K i v i v e s k i d on oma lihtsa ehituse, töökindluse ja sobivate tööreżiimide rohkuse tõttu kasutusel olnud iidsetest aegadest peale. Nad on töötanud käsikivina, tuule-, vesiveskitena ja mitmesuguste jõuallikate abil. Kiviveskid peenestavad teri kahe terav-kareda pinna vahel katkihõõrumise ja killustamise põhimõttel.

Kiviveskite olulisteks puudusteks on väike tootlikkus suurte mõõtmete juures, juhtimise halb automatiseeritavus, tööpindade kiire kulumine ja palju aega nõudev remont ning hooldamine.

Kaasaegsed elektriajamiga kiviveskid on vertikaalsete kividega. Veski tootlikkuse suurendamiseks ja produkti kuumenemise vähendamiseks tehakse kivide tööpinnale «silmast» lähtuvad sirg- või ringjoonelised sooned. Ring-

jooneliste soonte väljatõukav toime on suurem, mis tõstab tootlikkust. Ringjooneliste soontega kive kasutatakse söödajahu jahvatamisel. Kui veskiga jahvatatakse nii sööda- kui ka toidujahu, soovitatakse kasutada sirgete soontega kive [15].

Kiviveskil töötamiseks, võrreldes teistega, on vaja rohkem vilumust. Jahvatamise kvaliteedile (peensusele) ei mõju ainult surveseadise vedru surve, vaid ka etteantava teravilja hulk. Seda asjaolu tuleb etteandmise reguleerimisel silmas pidada.

Veski töötamisel kivid kuluvad pidevalt ja seepärast tuleb neid aeg-ajalt raiuda soonte uuendamiseks. Raiumise vajadusele osutab soojenenud jahu väljumine veokist, sest halveneb kividevahelise ruumi ventileerimine.

Kiviveskeid praegu tööstuslikult ei toodeta.

Ketasveski tööpõhimõte on sama kui kiviveskil. Tööosadeks on malmist või terasest valmistatud rihvelpinnaga kettad. Ketasveskid on ehituselt lihtsad, odavad ja toodavad ühtlase peensusega tolmuvaba produkti.

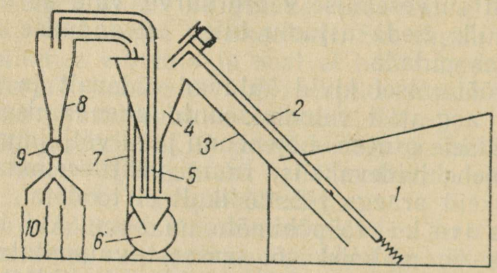
Nende puudusteks on ketaste tööpindade kiire kulumine, mistõttu väheneb tootlikkus ja halveneb jahvatuse kvaliteet. Võõrkehad ja tühjalt töötamine kahjustavad tööpindu.

Jahvatuse peensust reguleeritakse erinevate tööpindadega ketaste kasutamisega ja nende vahekauguse muutmisega.

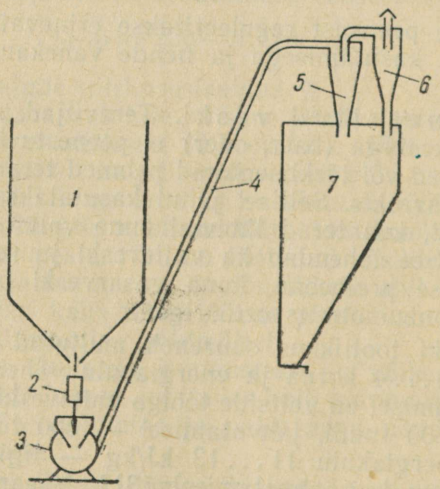
Kombineeritud veski. Teraviljad, mis on kaetud tugeva kestaga (kaer, oder) ei peenestu hästi vasarveskis. Niisked või tärkliserikkad pehmed terad ei killustu peeneks valtsveskis. Sellisel juhul kasutatakse kombineeritud veskeid, kus terad läbivad enne valts- ja seejärel vasarveski. See lahendab ka valtsveski juurest produkti transportimise probleemi, kuna vasarveski on enamasti varustatud pneumotransportööriga.

Vasarveski tootlikkus suureneb muljutud terade peenestamisel 3...4 korda ja energiakulu väheneb 2,5...3 korda. Muljumisel on valtside tööiga valtsveskil 3M-600×300 — 1600 tundi, jahvatamisel — 500 tundi. Muljumisel on energiakulu 11...13 kJ/kg — ligikaudu kaks korda väiksem kui jahvatamisel [31]. Vasarveskis saab kasutada suurte avadega sõelu (8 või 10 mm), mistõttu saavutatakse suur tootlikkus ja saadakse vähese tolmusisaldusega produkt.

Veskite rakendamine. Madalates hoonetes võib teravilja jahvatamist korraldada joonisel 118 kujutatud skeemi järgi. Teraviljapunkrist *1* suunatakse materjal tigutransportööri *2* (võetud trummelkuivati komplektist) abil veski puhverpunkrisse *4*. Kui tigutransportööri tootlikkus on veski omast suurem, siis ülejääk voolab puhverpunkrist 4 mööda renni *3* tagasi punkrisse *1*.



Joon. 118. Vasarveski rakendamine jahu laadimisel kottidesse: *1* — teraviljapunker; *2* — tigutransportöör; *3* — tagasivoolurenn; *4* — puhverpunker; *5* — tolmutoru; *6* — vasarveski; *7* — jahutoru; *8* — tsüklon; *9* — lüüslukk; *10* — jahukott



Joon. 119. Vasarveski rakendamine jahu pneumaatilisel laadimisel punkrisse: *1* — teraviljapunker; *2* — magnetpüüdja; *3* — vasarveski; *4* — jahutoru; *5* — jahutsüklon; *6* — tolmutsüklon; *7* — jahupunker

Veski koormust tuleb reguleerida ampermeetri näidu järgi, mis ei või olla suurem elektrimootori nimivoolust.

Vasarveskist *6* juhitakse jahu mööda toru *7* tsüklonisse *8* ja sealt kottidesse *10*. Jahutolmu ruumi sattumise vältimiseks kasutatakse lüüslukuga tsükloneid (ДКУ-1,0; КДУ-2,0; КДМ-2,0). Tsüklonist väljuv tolmune õhk imetakse tagasi veskisse või puhastatakse filtris. Filtrite takistus peab olema väike, sest suure staatilise rõhu tõttu sõela taga väheneb vasarveski tootlikkus.

Vasarveskite juhtimine on kergesti automatiseeritav. Otstarbekas on kasutada isetühjenduvat teravilja- ja jahupunkrit (joon. 119). Punkrisse *1* laaditakse suurtest lisanditest puhastatud teravili, et vältida ummistuste tekkimist voolamisel. Raudlisandite eraldamiseks võib kasutada püsimagnetitega separaatoreid. Andmed on antud tabelis 65.

Tabel 65

Magnetseparaatorite tehnilised andmed

Separaatori mark	Magnetite arv	Magnetvälja pikkus mm	Separaatori pikkus mm	Läbilaskevõime kg/s
MAC-5	6	300	384	0,3
MAC-6	8	400	484	0,4
MAC-7	12	600	684	0,6
MAC-8	15	750	834	0,8

Isevoolutorude ja -rennide kaldenurkade määramisel peab arvestama, et nii jahvatatavate materjalide kui ka saadavate produktide tihedused ja hõõrdetegurid on erinevad.

Soovitatakse isegi veskite isevooluseadmete kaldenurki produkti etteandmisel 50...60° ja äravoolul 60...70°.

Punkrite kuju ja mõõtmete valikul peab arvestama laaditava materjali põhilisi omadusi: tihedust, loomulikku varisemisnurka, sisehõõrdenurka, hõõrdenurka materjali ja punkri seina vahel. Nimetatud omadused sõltuvad peensusest, osakeste suuruse ühtlikkusest ja kujust, niiskusesisaldusest, materjali laadimise ja väljalaskmise moodusest ning punkri mõõtmetest.

Punkri täielikuks tühjendamiseks valmistatakse alumine osa lehtrikujuline. Kõige paremini tühjendub ruudukujulise ristlõikega vertikaalsete seintega ja ühetahulise

Tabel 66

Isevoolutorude ja -rennide läbilaskevõime ja mõõtmed

Läbilaskevõime kg/s	Transporditav materjal	Kaldenurk kraadi	Mõõtmed mm	
			∅	□
5,5 ... 11	Teravili, kuiv	35		
	toores	45	150	150
	jahvatatud	60		
11 ... 17	Teravili, kuiv	35		
	toores	45	200	180
	jahvatatud	60		
17 ... 20	Teravili, kuiv	35		230
	toores	45	250	
	jahvatatud	60		

Tabel 67

Punkrite piirmõõtmed

Laaditav materjal	Väikseim põhjakalle kraadi	Suurim mõõde m	
		läbimõõt või laius	kõrgus
Teravili, sõmer jahu	45	4,5	30
Jahu ja erimõõtmeliste osakestega materjalid	70	3	12 ... 15

kaldpõhjaga punker. Jahu väljalaadimise hõlbustamiseks kasutatakse segisteid.

Punkri sisepind peab olema sile ja nurgad täidetud. Punker peab asetsema täielikult hoone sees või väljas, et vältida niiskuse kondenseerumist tema seintele. Lähedal asuvad seadmed ei või tekitada punkri vibratsiooni ning materjali tihestumist punkris.

Punkrite mahu määramisel lähtutakse jahvatatava materjali vajalikust hulgast või veski töötamise kestusest. 8-tunnise töövahetuse puhul saab punkri ligikaudse mahu m^3 määrata seosest

$$V = (70 \ldots 75)q,$$

kus q — veski tootlikkus kg/s.

Punkrite piirmõõtmed on antud tabelis 67.

4. Söötade doseerimine ja segamine

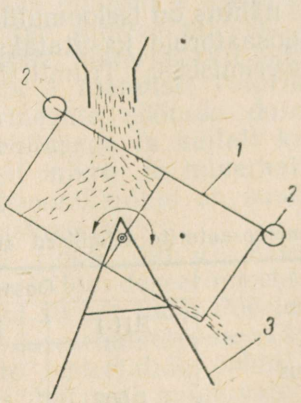
Bioloogiliselt täisväärtuslike söötade saamiseks tuleb segada erinevate füüsikalis-mehaaniliste ja keemilis-bioloogiliste omadustega ning erinevas olekus söödakomponente kindlaksmääratud vahekorras.

Doseerimine toimub mahu või massi järgi. Dosaatorid peavad olema suure doseerimistäpsusega ja töökindlad.

Segasöötade puhul võib kogus ettemääratust erineda: ±1,0%, kui komponent moodustab üle 10% segu massist; ±0,5%, kui komponent moodustab kuni 10% segu massist ja ±0,1% mineraallisanditel.

Kõige vanemaks ja täpsemaks ratsioonide koostamise mooduseks on komponentide portsjoniline kaalumine. Kasutatakse platvorm-, punker- ja automaatkaale. Söödasegisti saab paigutada kaaludele. Sellise doseerimisviisi puudused: 1) suur tööjõukulu, sest komponendid tuleb kaaluda üksteise järel eraldi, 2) kaalud on kallid, 3) kaalud lähevad kergesti rikki niiskete söödatsehhide ning segisti vibratsiooni tõttu.

Söötade doseerimisel massi järgi kasutatakse lihtsa ehitusega dosaatorkaale, millel on kahe poolega punker. Doseerimine toimub pidev-perioodiliselt: kui üks punkri pool täitub, siis punker pöördub, täis pool hakkab tühjenema ja teine, tühi pool täituma jne. (joon. 120). Materjali hulka registreeritakse tsükliloendajaga.



Joon. 120. Massdosaatori skeem: *1* — kaheosaline punker; *2* — reguleerimisvihid; *3* — alus

Söötade doseerimiseks kasutatakse ka automaatkaaldoseeriast ДК-20, ДК-40, ДК-70 ja ДК-100. Nende kaalumispiirkonnad on 5...100 kg, kaalumistsükli kestus kuni 60 s, viga ±0,75...±1,5%.

Massdosaatoreid kasutatakse harilikult suurte segasöödakoguste valmistamisel, kui komponendid suunatakse suurtesse punkritesse või mobiilsetesse söödasegistitessejaotitesse.

Pideva tööprotsessiga söödavalmistamisseadmetes kasutatakse mahtdosaatoreid. Enne töölerakendamist tuleb arvutada materjali hulk, mis peab väljuma määratud ajavahemikus ja sellele vastavalt reguleerida dosaator. Reguleerimine toimub peamiselt materjalivoolu ristlõikepindala või doseeriva organi liikumiskiiruse muutmise teel. Teadaoleva tootlikkuse ja aja korrutis ongi dosaatorist väljuva materjali mass.

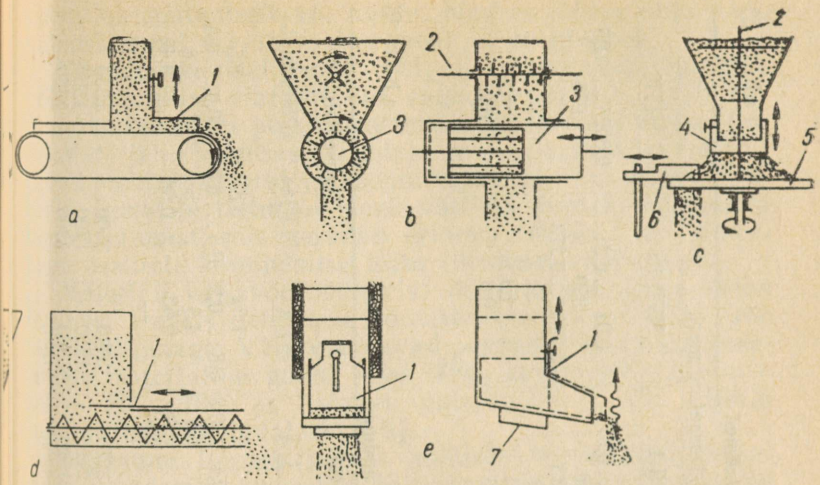
Lintdosaatoreid (joon. 121, *a*) kasutatakse põhiliselt halvastipuistuvate materjalide (kaera-, rohu-, õlikoogijahu jms.) doseerimisel. Tootlikkust reguleeritakse peamiselt lindile sattuva materjali kihi paksuse muutmisega. Lindi liikumise kiirus on 0,1 m/s piires.

Trummeldosaatori (joon. 121, *b*) tööorganeiks on pöörlev kobesti *2* ja pesadega trummel *3*, mille haardelaiust saab muuta. Iga materjali jaoks võib valida optimaalse kiiruse, mille puhul doseerimisviga on kõige väiksem. Keskmine viga on 3% piires, kuid kasvab tootlikkuse vähendamisel. See nähtus on iseloomulik ka teistele dosaatoritele. Trummeldosaatoreid kasutatakse jahu ja kleepuvate ainete doseerimiseks. Trumlilabasid puhastavad kraabid.

Tabel 68

Trummeldosaatorite tehnilised andmed

Näitajad	Dosaatori mark		
	ДП-1	ДП-2	ЗС-250
Maksimaalne tootlikkus m³/s	0,007	0,01	0,002
Trumli läbimõõt mm	330	330	250
Trumli pikkus mm	740	1080	200
Tarbimisvõimsus kW	0,25	0,4	0,1



Joon. 121. Mahtdosaatorite skeeme: *a* — lintdosaator; *b* — trummeldosaator; *c* — taldrikdosaator; *d* — tigudosaator; *e* — vibrodosaator; *1* — siiber; *2* — kobesti; *3* — pesadega trummel; *4* — nihutatav mansett; *5* — taldrik; *6* — kraap; *7* — vibraator

Taldrikdosaatori (joon. 121, *c*) tööorganiks on pöörlev ketas (taldrik) *5*, millele langeva materjali kihi paksus oleneb nihutatava manseti *4* asendist. Dosaatori tootlikkus on reguleeritav suurtes piirides ning sõltub taldriku pöörlemiskiirusest, materjalikihi paksusest sellel ning mahalükkava kraabi *6* asendist. Taldrikdosaatoreid võib kasutada väga erinevate söötade doseerimiseks. Kuna nad on keerulise ehitusega ja küllalt kallid, siis kasutatakse neid põhiliselt mikro- ja mineraallisandite doseerimiseks. Ekspluatatsioonikindlus on suurem, kui tööorganid valmistada plastmassist.

Tigudosaatoreid (joon. 121, *d*) kasutatakse teraliste ja pulbriliste materjalide doseerimiseks. Teo pöörlemiskiirus võib olla kuni 20 p/s [38]. Pöörlemiskiiruse vähendamisel suureneb doseerimistäpsus. Täpsel doseerimisel on hästi puistuvate materjalide puhul teo pöörlemiskiirus 0,67...1,33 p/s, halvasti puistuvate puhul — 0,33... ...0,67 p/s [52]. Teo sammu ja läbimõõdu suhe on 0,8...1,0.

Tigudosaatorid võivad olla ka transportööridena, paik-

Tabel 69

Taldrikdosaatorite tehnilised andmed

Näitajad	Dosaatori mark			
	ДДТ	МТД-1	МТД-3а	ДТК
Tootlikkus kg/s	0,02 ... 2,2	0,006 ... 0,07	0,01 ... 0,21	0,0025 ... 0,05
Taldriku läbimõõt mm	1000	350	350	275
Taldriku pöörete arv p/s	0,067; 0,133; 0,267	0,083	0,083 ... 0,273	0,092
Doseerimistäpsus %	±5 ... ±3	±1	±1	±3
Tarbimisvõimsus kW	1	0,6	0,6	0,27

Tabel 70

Vedelsöötade segistite tehnilised andmed

Näitajad	Labasegistid				Tigusegistid	
	С-12	АПС-6	С-2	МЗ-3	«Märja»	«Põltsamaa»
Maht m^3	14	7	3	1,54	3,8	2,5
Täitetegur	0,6 ... 0,8	0,6 ... 0,8	0,6 ... 0,8	0,8 ... 0,9	0,6 ... 0,8	0,6 ... 0,8
Tarbimisvõimsus kW	14	15,8	6,6	4,5	4,5	2,8
Segamisvõlli pöörete arv p/s	0,06	0,06	0,06	0,53	0,64	0,42
Tühjendamisteo pöörete arv p/s	0,67	0,67	0,83	—	—	—
Gabariitmõõtmed mm:						
pikkus	4850	4000	3235	3440	3500	2550
laius	2880	2430	2195	1250	1200	1300
kõrgus	2400	3400	1520	1600	1300	1950
Mass kg	6100	5400	3000	1610		

nedes horisontaalselt või kaldu. Nad on lihtsa ehitusega, valmistatavad majandis kohapeal ja töökindlad.

Vibrodosaatoritel (joon. 121, *e*) kasutatakse elektrilisi või mehaanilisi vibraatoreid sagedusega 120...170 1/s. Kasutatakse hästi puistuvate materjalide doseerimiseks.

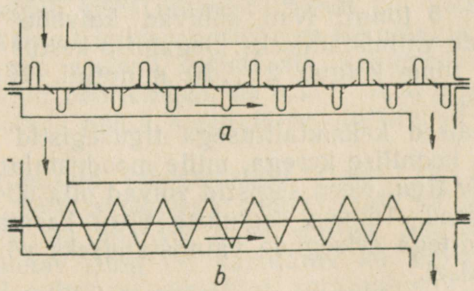
Materjali ebaühtlase tiheduse ja risustatuse korral töötavad mahtdosaatorid väiksema täpsusega kui massdosaatorid. Punkrite täitmisel peab vältima peenestatud sööda isesorteerumist, mis muudab erineva tiheduse või suurusega osakeste kogunemise tõttu tiheduse ebaühtlaseks.

Materjali väljavool punkrist dosaatorisse peab olema ühtlane. Punkri lehtriosa soovitatakse valmistada kahe vertikaalseinaga. Väljavooluavad peavad olema hästi puistuvate materjalide puhul kuni 30%, keskmiselt puistuvatel — 30...70% ja halvasti puistuvatel — 70...100% punkri ristlõikepindalast [55].

Segamine toimub pärast söötade doseerimist. Segamise eesmärgiks on saada ühtlikke söödasegusid, kus iga mahuosa toiteväärtus oleks võrdne. Mõnede komponentide koondumise tõttu võib loomadel tekkida mürgistusi. Eriti hoolikalt peab segama mikrolisanditega segasöötasid.

Segamise tõhusus sõltub esmajoones söödakomponentide füüsikalis-mehaanilistest omadustest. Segasööt on vähemühtlik komponentide erineva tiheduse ja osakeste mõõtmete suure erinevuse korral. Niiskuse suurenemisel on samuti segu ebaühtlikum ning tekib osakeste kämpumine.

Segatud ühtliku sööda transportimisel peab jälgima, et ei tekiks isesorteerumist mahutisse või veokisse langemisel ning sealsest vibratsioonist.



Joon. 122. Konveiersegistite skeeme: *a* — labasegisti; *b* — tigusegisti

Põhiliselt kasutatakse pideva talitlusega konveiersegisteid ja perioodilise talitlusega portsjonsegisteid.

Konveiersegisteid kasutatakse koos mahtdosaatoritega. Labasegistid (joon. 122, *a*) võivad olla ühe või kahe võlliga, mis pöörlevad teineteisele vastassuunas. Segamise tõhusus oleneb segisti pikkusest, võllide pöörlemiskiirusest, labade seadenurgast ja segisti täitetegurist. Kahe võlliga segisti 2CM-1 optimaalsel töörežiimil on täitetegur 0,30...0,35, pöörlemiskiirus 6...7 p/s ja labade seadenurk 45...55°. Saadakse 90...96% ühtlikkusega segasööt. Tootlikkus oleneb sööda tihedusest ja on 3,3...8,3 kg/s tarbimisvõimsusel 10...14 kW.

Tigusegisti (joon. 122, *b*) tööorganeiks on sakilise äärega laustigu, üks või mitu ribatigu või ribateod koos labadega.

Portsjonsegistid segavad sööta portsjonitena, mille suurus oleneb segisti mahust. Segisti tootlikkus oleneb peale segamise kestuse veel tema täitmise ja tühjendamise kestusest.

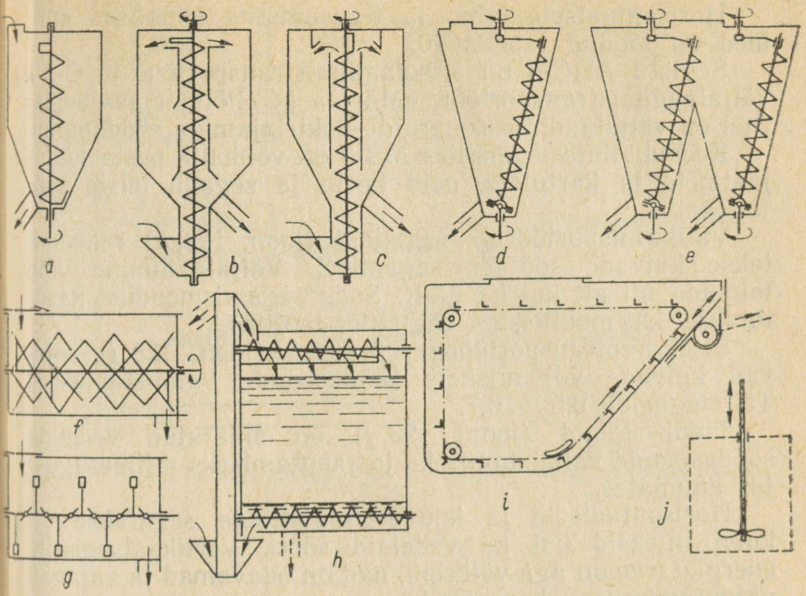
Vertikaalse lahtise teoga segisti (joon. 123, *a*) täitmine toimub ülalt. Teo võlli allosas on laba, mis eemaldab kere külge kleepunud sööta. Tõhusaks segamiseks ei või teo läbimõõt olla alla $^1/_3$ segisti läbimõõdust. Pöörlemiskiirus on 0,5...1,5 p/s.

Vertikaalne kahe või ühe juhttoruga (joon. 123, *b* ja *c*) tigusegisti toime on palju intensiivsem kui eelmisel ning toodetav segu ühtlikum. Segisteid saab täita nii alt kui ka ülalt. Tigu on väiksema läbimõõduga — umbes $^1/_5$ segisti läbimõõdust — ja pöörlemiskiirus suurem — 2...4 p/s.

Vertikaalseid tigusegisteid valmistatakse mahutavusega 0,5...5 tonni. Nad sobivad kuivade ja niiskete söödasegude valmistamiseks. Segamise kestus määratakse katseliselt ning kõigub 2...20 minutini. Täitetegur on 0,80...0,85.

Vertikaalsed kaksiktalitusega tigusegistid (joon. 123, *d* ja *e*) on koonilise kerega, mille moodustajat mööda liigub pöörlev tigu. Need segistid võivad olla ühe- või kahesektsioonilised. Tõhusa segamise tõttu kasutatakse neid mikrolisanditega eelsegude valmistamiseks või jahu vitaminiseerimisel.

Horisontaalne ribatigudega segisti (joon. 123, *f*) koosneb ümara põhjaga kerest ja võllist. Võllile on kinnita-



Joon. 123. Portsjonsegistite skeeme: *a*, *b* ja *c* — vertikaalsed tigusegistid; *d* ja *e* — vertikaalsed kaksiktalitlusega tigusegistid; *f* — horisontaalne ribatigudega segisti; *g* — horisontaalne labasegisti; *h* — välistransportööriga segisti; *i* — sisekraaptransportööriga segisti; *j* — tiiviksegisti

tud neli ribatigu, millest kaks sisemist on välimiste suhtes vastaspoolsed. Tigude kinnituskodarate küljes on veel mõned reguleeritavad kaldlabad. Tühjendusluugid võivad paikneda otstes või keskel. Tootlikkuse suurendamiseks avatakse segisti põhi mitmest kohast või kogu pikkuses ja segu lastakse tigutransportööriga varustatud tühjenduspunkrisse, mis asetseb segisti all. Segamisaeg on 3 ... ... 4 min, võlli pöörlemiskiirus 0,33 ... 0,80 p/s.

Vedelsöötade puhul kasutatakse lihtsamaid üheribalisi segisteid.

Horisontaalseid labasegisteid (joon. 123, *g*) kasutatakse 60 ... 85% niiskusega söödasegude valmistamiseks. Nad võivad olla ühe või kahe võlliga. Segisti on pealt kindlalt suletav ning on kasutatav ka söötade aurutamiseks. Sel puhul on segistitel aurujaotustorud ja ühendusmuhvid. Sellistes segistites valmistatakse sigade sööta.

Horisontaalsete laba- ja tigusegistite tehnilised andmed on toodud tabelis 70.

Segistil АПС-6 on sisselaadimistransportöör ja С-2-1 väljalaadimistransportöör. «Märja» ja «Põltsamaa» segistitel on väljalaadimiseks eraldi elektriajamiga söödapump.

Keedukatlates-segistites М3-3 on võimalik pesta toidujäätmeid ja kartuleid, neid keeta ja segada teiste söötadega.

Välistransportööriga segisteid (joon. 123, *h*) rakendatakse kuivade söötade segamisel. Väljalaadimine võib toimuda nii alt kui ka ülalt. Seda segamismoodust kasutatakse ka mobiilsetes segistites-jaotites.

Sisekraaptransportööriga segistid (joon. 123, *i*) sobivad kuivade või niiskete söödasegude valmistamiseks. Täitetegur on 0,5 . . . 0,7.

Tiiviksegistid (joon. 123, *j*) on määratud vedelate söödasegude valmistamiseks ja jahutamiseks mitmesugustes anumates.

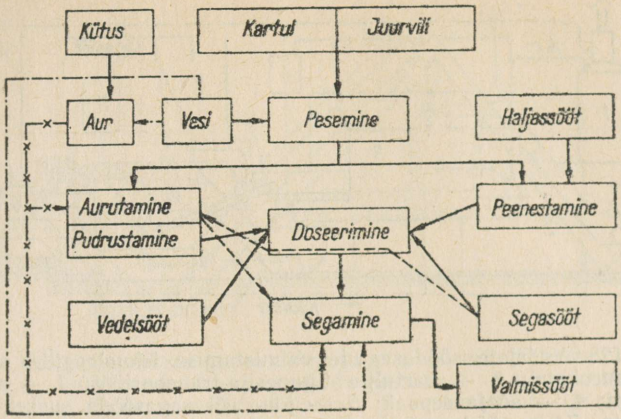
Horisontaalsete ja konveiersegistitega segatakse nii kuivi, niiskeid kui ka vedelaid sööti. Vertikaalsegistite energiatarve on aga väiksem, nad on odavamad ja vajavad paigutamiseks vähem pinda.

Segisti on otstarbekas paigaldada nii, et valmissööta saaks lasta kottidesse, vahepunkrisse või söödajaotisse. Tootlikkuse suurendamiseks asetatakse kaks portsjonsegistit kõrvuti, kusjuures ühe tühjendamise ja täitmise ajal toimub teisega segamine.

5. Vedelate söödasegude valmistamine

Vedelaid söödasegusid valmistatakse aurutatud ja pudrustatud kartulist, peenestatud mahlakatest söötadest, kuivast jõu- või segasöödast ja vedellisanditest. Töötlemisel kasutatakse vett ja auru. Nende materjalide liikumise skeem ja töötlemisoperatsioonid on toodud joonisel 124. Sügisel ja talvel kasutatakse rohkesti kartulit ja juurvilja, kevadel ja suvel — haljassööta. Söödavalmistamise tehnoloogia peab seepärast olema kooskõlas vastavate söötade töötlemisvajadusega.

Söödatsehhis toimub söötade täielik või osaline töötlemine ja söödasegu valmistamine. Esimesel juhul (joon. 125) peavad söödatsehhis olema kõik söötade val-



Joon. 124. Materjalide liikumise skeem vedelate söödasegude valmistamisel

mistamiseks vajalikud masinad. Ainult jõusööt või segasööt veetakse kohale valmiskujul.

Kartuleid pestakse tigupesijas *2*, mis toimetab mugulad ühte või kahte aurutisse-pudrustisse (3M-1,5) *3*, olenevalt aurutatava kartuli hulgast. Pudrustatud kartulid langevad laba- või tigusegistisse *7*.

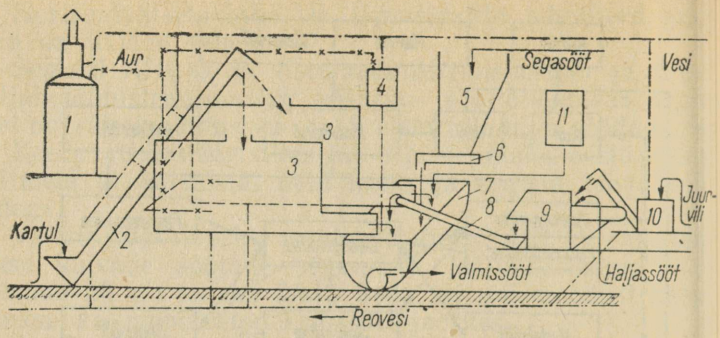
Juurvili pestakse pesijas-lõikajas (МРК-5) *10*, lõigatakse viiludeks ja lastakse söödapeenesti *9* (ДКУ-1,0, КДУ-2,0 või «Volgar-5») söötetransportöörile. Terveid suhkrupeete tuleb ühel töölisel käsitsi ette lükata, mis on ohtlik ja muudab masina töötamise ebaühtlaseks. Peenestatud sööt laaditakse segistisse lint- või kraaptransportööri *8* abil. Esimene on siinjuures töökindlam ja kergemini puhastatav.

Haljassööt tõstetakse käsitsi söödapeenesti söötetransportöörile.

Kartulit, juurvilja ja haljassööta võib doseerida segistisse kogemuslikult, silma järgi, võrreldes söödahulka segisti mahuga või juurdeveetud kogusega.

Jõu- või segasööt juhitakse punkrist *5* segistisse *7* mahtdosaatori *6* kaudu. Selleks võib olla tigutransportöör, millel on reguleerimissiiber ja aegrelee.

Mehhaniseeritud etteandmiseks sobiva konsistentsiga



Joon. 125. Vedelate söödasegude valmistamise tehnoloogiline skeem: *1* — aurukatel; *2* — kartulite tigupesija-transportöör; *3* — auruti-pudrusti; *4* — soojaveepaak; *5* — jõu- või segasööda punker; *6* — dosaator; *7* — söödasegisti; *8* — mahlakate söötade transportöör; *9* — mahlakate söötade peenesti; *10* — juurviljapesija; *11* — vedel-söödapaak

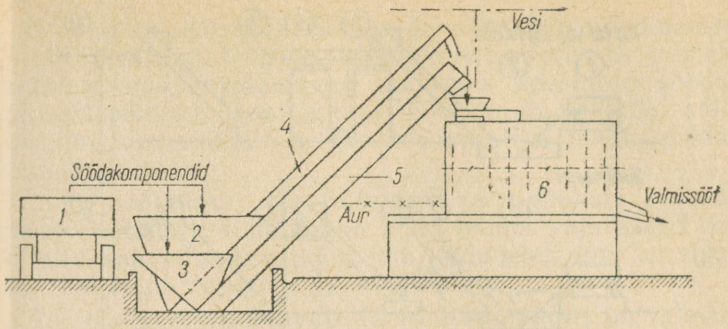
söödasegu saamiseks lisatakse segistisse vedelaid söötasid (lõss, vadak, söödasiirup jms.) või sooja vett paakidest *11* ja *4*.

Vedelat söödasegu valmistatakse ka pideva talitlusega agregaadis KH-3 (joon. 115), mis on määratud 3000... 5000 sea teenindamiseks. Sellisel juhul võib osa kartulit sügisel sama agregaadiga sileerida ja söödatsehhi paigutada töötlemisliin söödasegu valmistamiseks kartuli- või segasilost (joon. 126).

Vajalik kogus kartulisilo toimetatakse veokiga *1* hoidlast söödatsehhi ja laaditakse transportööriga *5* (TK-3, CT-2, TK-5 või C-382) keedukatlasse-segistisse *6* (M3-3). Selle transportööri abil võib segistisse laadida ka peenestatud mahlakaid söötasid või söögijäätmeid. Punkrist *2* laaditakse segistisse jõu- või segasööta tigutransportööriga *4*. Sama transportööriga saab ka sööta doseerida.

Segistisse lastakse vett, avatakse aurukraan ja soojendatakse söödasegu. Sellele järgneb segamine 10... 15 min. Söödasegu väljalaskmisel peab segamisvõll pöörlema tühjendusava suunas.

Söötade keetmisel täidetakse $^2/_3$ katlast, suletakse kaas ja juhitakse siis aur sisse. Esimese 3... 4 min jooksul lastakse katlast õhk väljuda. Keetmise ajal labadega segamisvõll pöörleb. Kui aururõhk katlas tõuseb 0,3...



Joon. 126. Vedelsöödasegude valmistamine sileeritud kartuli kasutamisel: *1* — söödaveok; *2* — segasööda punker; *3* — transportööri söötekolu; *4* — tigutransportöör-dosaator; *5* — kartulisilo ja mahlakate söötade transportöör; *6* — keedukatel-segisti

0,4 atmosfäärini, loetakse keetmine lõpetatuks ja auru juurdevool suletakse. Katla kaane võib avada rõhu langemisel nullini. Pärast keetmist lisatakse teised söödad ja valmistatakse söödasegu.

Vajaduse korral paigutatakse mitu segistit kõrvuti.

Joonisel 126 kujutatud skeemi järgi võib valmistada vedelat söödasegu söögijäätmetest ja jõu- või segasöödast.

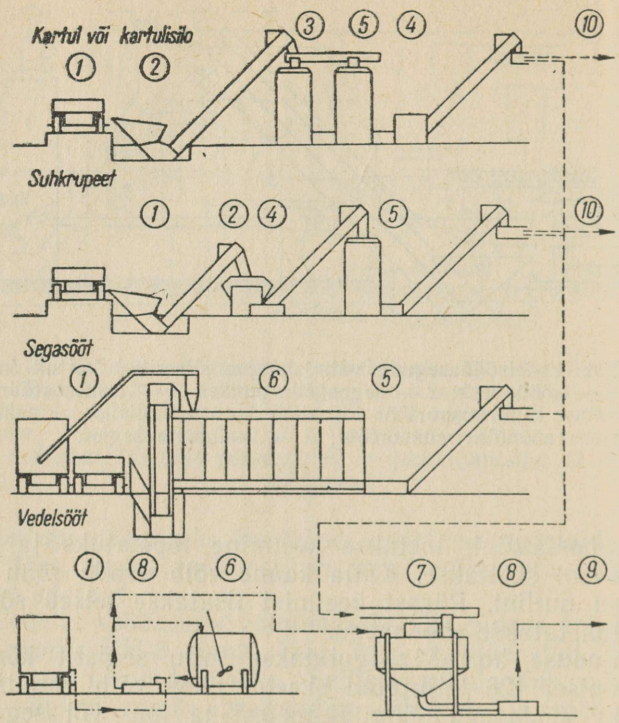
Joonisel 127 on kujutatud erinevate söötade töötlemise liinid, mis suubuvad segistitesse. Kartuli ja suhkrupeedi töötlemise liine kasutatakse nii igapäevasel söödavalmistamisel kui ka söötade sileerimisel. Sellist söödatsehhi on rakendatud Saksa DV-s 20 000 sea söötmiseks.

Kuiva segasööda ladu mahutab 432 m^3 sööta. Pneumaatilise laadimisseadme tootlikkus on 3,3 . . . 3,9 kg/s, mehaanilisel 2,0 kg/s. Väljalaadimine toimub doseerivalt tootlikkusega 1,8 kg/s.

Kartuliliini tootlikkus on 90 tonni vahetuses. Kartuli vaheladu mahutab 40 tonni mugulaid või 46 tonni kartuli- või segasilo.

Juurvilja pesemisel ja peenestamisel on tootlikkus 2,2 kg/s, vahelao mahutavus 6,4 tonni.

Valmissööt saadakse kahes söödasegistis ja pumbatakse sigalatesse kahe pumba abil. Jaotusseadme tootlikkus on 8,5 l/s.



Joon. 127. Söötade töötlemise liinid vedela söödasegu valmistamiseks (Saksa DV): *1* — söötade juurdevedu; *2* — pesemine; *3* — aurutamine; *4* — peenestamine; *5* — doseerimine; *6* — säilitamine; *7* — segamine; *8* — pumpamine; *9* — valmissööda etteandmine; *10* — silohoidlatesse laadimine

6. Kuivade segasöötade valmistamine

Kuivade segasöötade üldiseloomustus. Segasööda koostis peab olema selline, et efekt loomade söötmisel oleks maksimaalne nii bioloogiliselt kui ka ökonoomiliselt.

Segasöödad valmistatakse puhastatud ja vajalikul määral peenestatud söötadest retseptide järgi. Segamisele kuuluvaid söötasid peab eelnevalt peenestama eelkõige erinevate komponentide ühtlaseks segunemiseks ja nende omastatavuse suurendamiseks.

Oma otstarbelt jagunevad segasöödad:

1) kontsentraatsöötadeks, mida söödetakse loomadele ja lindudele ainult lisaks mahlakatele, kore- ja teistele söötadele, mis moodustavad majandis koostatud söödaratsiooni põhiosa. Kontsentraatsööt annab valkude, aminohapete, süsivesikute ja rasvade vajaliku hulga söödaratsioonis;

2) täissöötadeks, mis toitainete ja mahukate söötade (hein) sisalduselt rahuldavad kõiki looma vajadusi. Täissöötasid valmistatakse põhiliselt lindudele, aga ka sigadele, hobustele, veistele ja küülikutele.

Tööstuslikult toodetavate täissöötade päralt on tulevik. Nende tootmist ja etteandmist saab hõlpsasti automatiseerida, sest granuleerituna või briketeerituna on nad hästi transporditavad.

Kuivade segasöötade tootmist võib korraldada kahel viisil: 1) majandid müüvad oma töötlemata söödad riigile ja ostavad riiklikelt söödatehastelt kas kontsentraat- või täissöötasid; 2) majandid ostavad söödatehastelt vastavate loomaliikide söötadele valk-, mineraal- ja vitamiinlisandid, millega kaetakse kohapeal toodetavate söötade toitainete puudujääke. Majandi söödatsehhis valmistatakse oma söötadest (teravili, hein jm.) ja ostetud lisanditest vajalik segasööt.

Viimasel juhul jääb ära söötade vedu majandist söödatehasesse ja tagasi ning väheneb taara hulk tehastes. Värskelt jahvatatud ja segatud sööt on ka toiteomadustelt parem nädalaid laos seisnud söödast. Paljud mikrolisandid riknevad kiiresti pärast peenestamist ja kokkupuutumist mõnede söödakomponentidega.

Tehnoloogia ja seadmed. Segasöötade valmistamise tehnoloogia hõlmab järgmisi küsimusi: 1) söödakomponentide vastuvõtmine ja laadimine töötlemiseelseks säilitamiseks; 2) puhastamine lisanditest, mis võivad tekitada ummistusi või vigastada seadmeid; 3) peenestamine sellisel määral, mis vastab segamise ja söötmise nõuetele; 4) doseerimine söödakomponentide õige vahekorra saamiseks segasöödas; 5) segamine ühtlase koostisega segu valmistamiseks; 6) valmis segasööda laadimine ja vajaliku söödavaru säilitamine punkrites või pakitult nii, et oleks tagatud sööda hõlpus toimetamine söötmiskohale.

Söödatsehhi teravilja säilituspunkrid võib ehitada ventileeritavatena ja nendes võib ka teravilja kuivatada.

Joonisel 128 on kujutatud segasööda valmistamise

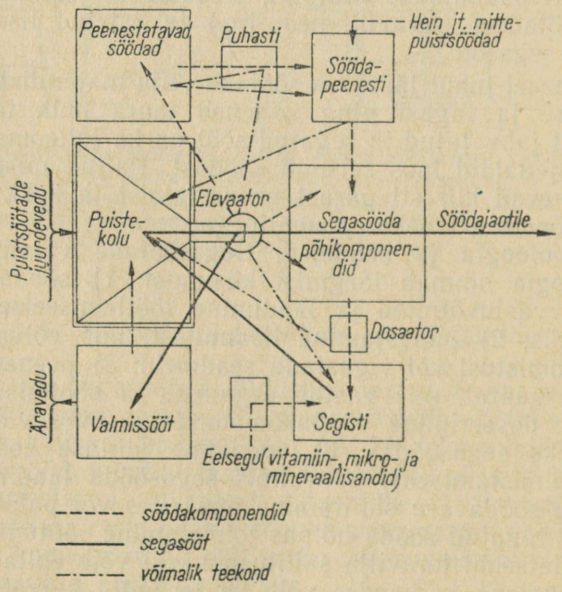
skeem. Kasutatakse koppelevaatorit süvendis paikneva koluga, kuhu tühjendatakse veokid. Koppelevaator toimetab söödad üles pöördjaotisse, kust need lähevad isevooluga igasse punkrisse või söötade jaotamise osakonda. Punkrite väljalaskeavad paiknevad nii kõrgel, et neist saab söötasid isevoolurennide abil söödapeenestisse ja -segistisse ning ka elevaatori kolusse lasta.

Söödakomponente võib toimetada punkritest kaalu- või mahunäitajaga varustatud käru-dosaatori abil elevaatori kolusse ja sealt segistisse.

Valmis segasööda punkri tühjendusava olgu nii kõrgel, et saaks renni kaudu või otse juhtida sööda veokile.

Sama olukorda peab silmas pidama, kui söödakomponente segatakse ja sööta ette antakse mobiilsete seadmetega, nagu söödajaotid KYT-3,0, KPC-1,0 ja 3CK-10.

Madalates kohandatud hoonetes ja väikese töömahu korral võib söötasid transportida kergete ümberpaigutatavate tigutransportööridega.



Joon. 128. Materjalide liikumise skeem segasöötade valmistamisel

Tabel 71

Segasöötade valmistamise agregaatide tehnilised andmed

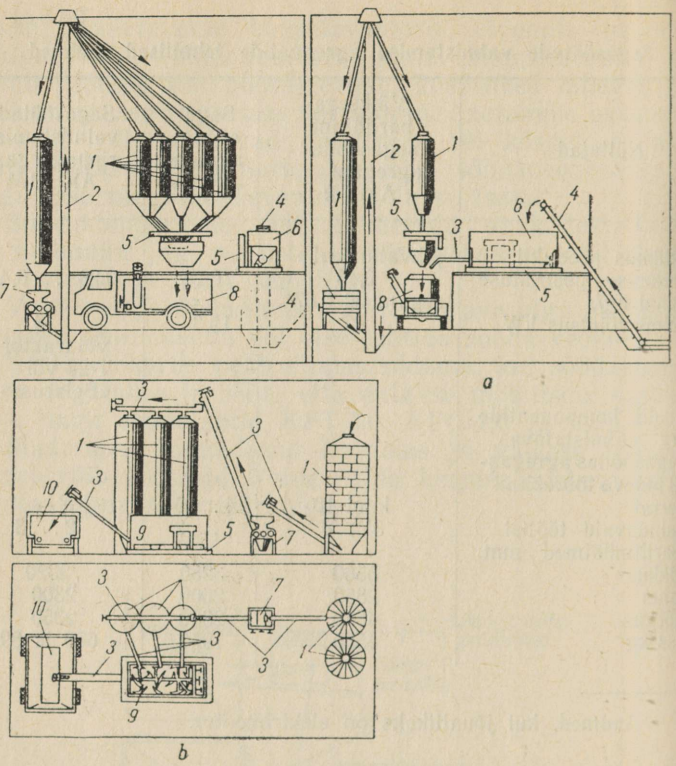
Näitajad	Väiksegabariidiline segasööda-agregaat AMK-2	Segasööda-agregaat AK-1,2	Segasöötade valmistamise rippagregaat AKH-1M
Tootlikkus produkti keskmise peenestuse puhul kg/s	jahvatamisel 0,45 segamisel 0,67	0,28	0,28*...0,42
Tarbimisvõimsus kW	27	13,3	14 või traktor T-28 või «Belaruss»
Võimalik komponentide arv valmistatavas segasöödas agregaadi pideva töörežiimi korral	kuni 10	4...6	—
Teenindavaid töölisi	3...4	1...2	2...3
Gabariitmõõtmed mm:			
pikkus	5560	3250	2320
laius	2850	2000	2300
kõrgus	4540	2800	2350
Mass kg	4550	1950	660 ja 895*

* Andmed, kui jõuallikaks on elektrimootor.

Joonisel 129 on kujutatud hästi mehhaniseeritud segasöötade ettevalmistamise tsehhi seadmete paigutus, kui kasutatakse mobiilset segistit (*a*) või statsionaarset segistit (*b*) [46]. Valk-, mineraal- ja vitamiinlisandid juhitakse segistisse transportööri *6* kaudu või puistatakse kottidest segistisse (skeem *b*).

Liikuvaid söödajaoteid saab kasutada söötade segamiseks. Söödajaoti täidetakse söödakomponentidega, segamine võib toimuda söödajaoti laadimise ning liikumise ajal söödahoidlast söödajaotamise kohale. Segamise aeg määratakse katseliselt, s. o. sõltuvalt söödakomponentide omadustest ja mahuti täiteastmest.

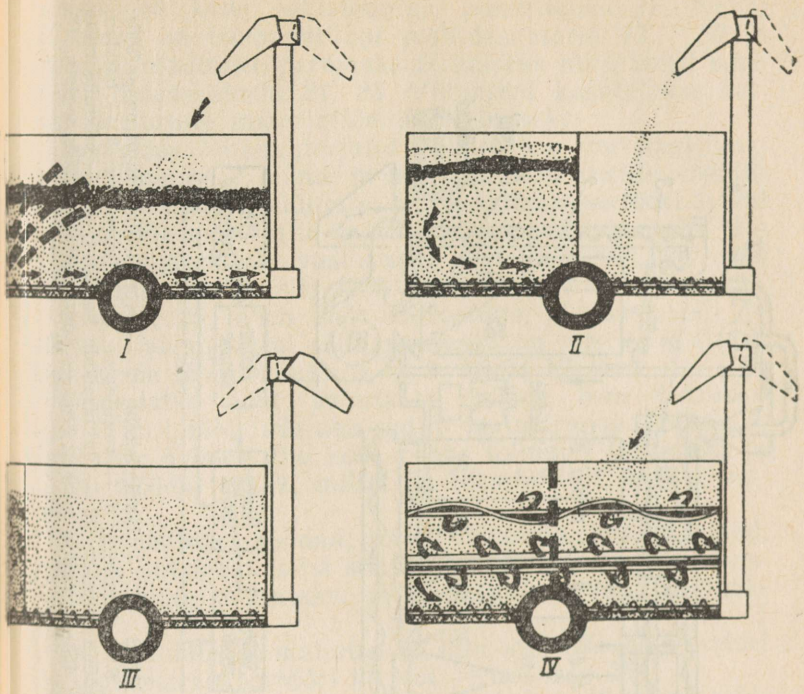
Söödajaoti KUT-3,0 täidetakse $^2/_3$ mahust. Segamise ajaks suletakse väljalaskesiiber. Juba 6-...7-minutilisest segamisest piisab rahuldava ühtlikkusega segasööda valmistamiseks.



Joon. 129. Segasöötade valmistamise tehnoloogilised skeemid: *a* — mobiilse segistiga; *b* — statsionaarse segistiga; *1* — söödapunkrid; *2* — koppelevaator; *3* — tigutransportöör; *4* — kraaptransportöör; *5* — kaalud; *6* — vastuvõtupunker; *7* — valtsveski; *8* — mobiilne segisti; *9* — statsionaarne segisti; *10* — veok

Majandites on otstarbekohased tiguväljalaadijaga söödajaotid, sest neid saab kasutada veel teravilja ja mineraalväetiste laadimisel külvikutesse, teraviljaveoi kombainide juures jm. otstarbeks.

Joonisel 130 on kujutatud söödajaoti kasutamise skeemid segasöötade valmistamisel. Kui söödakomponendid erinevad palju oma füüsikalis-mehaaniliste omaduste poolest (melass, peenestatud haljassöödad jms. koos kuivsöötadega), siis kasutatakse täiendavaid segamisorganeid

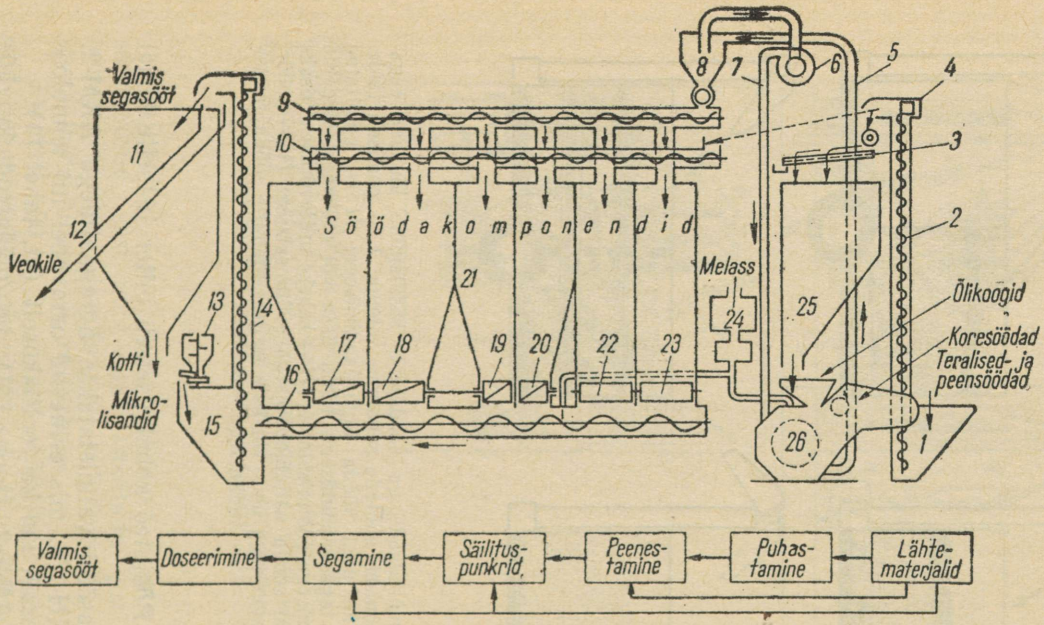


Joon. 130. Tiguväljalaadijaga söödajaoti kasutamine kuivade segasöötade valmistamisel: söötade segamine toimub: *I* — osaliselt täidetud jaotamata mahutist sööda tagasilaadimisega; *II* — poolitatud mahutist sööda tagasilaadimisega tühja ossa või mõlemast täidetud osast väljalaadimisega söötmisalasse; *III* — kaheks mittevõrdseks osaks jaotatud mahutist sööda väljalaadimisega söötmisalasse; *IV* — pöörlevate segamisorganitega ühe- või kaheosalises mahutis sööda tagasilaadimisega või ilma

(*IV* skeem). Põhjateo kohal asetseb biiter ja selle kohal segamistigu.

Kuivi segasööti valmistatakse agregaatidega AKM-2, AK-1,2 ja AKH-1M, mis erinevad omavahel nii tehnoloogiliselt protsessilt kui ka tootlikkuselt (vt. tabel 71).

Agregaat AMK-2 (joon. 131) on määratud kuivade segasöötade valmistamiseks eelnevalt peenestamata söötadest. Söödasegusse saab viia peale üheksa kuiva komponendi veel melassi vedelal kujul. Põhikomponentide mahu-



Joon. 131. Segasööda valmistamine agregaadiga AMK-2: *1* — laadimiskolu; *2* — vertikaalne tigutransportöör; *3* — sõelpuhasti; *4* — tigutransportööri pöördpea; *5* — jahutoru; *6* — ventilaator; *7* — tolmutoru; *8* — tsüklon; *9* ja *10* — jaotustransportöörid; *11* — valmissööda punker; *12* — valmissööda kaldtoru; *13* — mikrolisandite dosaator; *14* — vertikaalne tigutransportöör-segisti; *15* — segisti punker; *16* — kogumistransportöör-segisti; *17*, *18*, *19* ja *20* — mahtdosaatorid; *21* — punkriblokk; *22* ja *23* — lintdosaatorid; *24* — soojendiga melassipaak ja dosaator; *25* — teraviljapunker; *26* — söödapeenesti

tamiseks on kuue sektsiooniga punkriblokk *21*. Neljal sektsioonil on trummeltüüpi mahtdosaatorid *17*...*20* ja kobestid dosaatorite paremaks täitmiseks ning kahel sektsioonil lintdosaatorid *22*, *23*. Viimaseid kasutatakse halvasti puistuvate materjalide doseerimiseks.

Segasööda lähtematerjalid puistatakse vertikaaltransportööri kolusse *1*. Jäme praht jääb kolu restile, metallisandid — magnetpüüdjale. Vertikaaltransportööri *2* abil võib suunata materjalid transportöörile *10* edasiseks jaotamiseks punkribloki vastavasse sektsiooni või, kui sööt vajab peenestamist, siis läbi sõelpuhasti *3* punkrisse *25*.

Punkrist *25* läheb sööt isevooluga söödapeenesti *26* kolusse. Universaalsel söödapeenestil on viis vahetatavat sõela avade läbimõõduga 3, 6, 8, 10 ja 12 mm.

Peenestatud sööt puhutakse mööda toru *5* tsüklonisse *8*, kust läbi lüüsluku satub jaotustransportöörile *9*. Ventilaator *6* imeb õhu koos peene tolmuga tsüklonist ja suunab mööda toru *7*, millel on tekstiilfilter, tagasi veskisse.

Mittepuistuvad söödad, nagu õlikoogid, maisitõlvikud, hein jms. antakse käsitsi söödapeenesti kolusse või transportöörile ning suunatakse peenestatuna vastavasse punkrisse.

Melass juhitakse mahutist *24* läbi soojendi ja dosaatori kas kogumistransportööri *16* või peenestisse *26*.

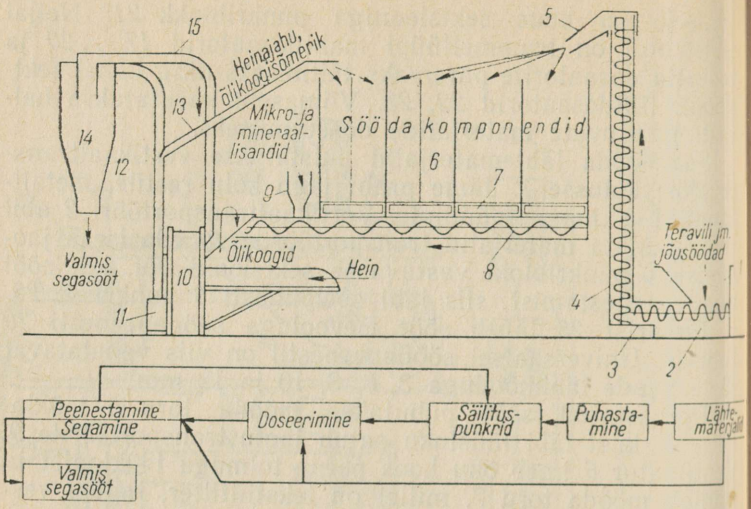
Mikrolisandid antakse segisti punkrisse *15* kolme taldrikdosaatori *13* abil.

Horisontaalses kogumistransportööris segatakse eelnevalt komponendid. Intensiivne segamine toimub segisti punkris *15* ja vertikaalses tigutransportööris *14*. Valmis segasööt juhitakse transportööri pöördpeast kaldtoru *12* kaudu veokile või punkrisse *11*, mille väljalaskeaval on kottidesse laadimise seade.

Agregaadi punkritel on nivooandurid, mille impulsi toimel süttivad signaallambid. Automaatselt peatatakse laadimine või peenestamine punkri täitumisel, doseerimissegamisliin aga — tühjenemisel. Söödapeenesti koormust reguleeritakse ampermeetri näidu järgi.

Segasöödaagregaat AKM-2 on kohane suurema majandi keskses söödatsehhis teraviljalao juures väga erineva koostisega söödasegude valmistamisel.

Agregaat AK-1,2 (joon. 132) on määratud kuivade segasöötade valmistamiseks 4...6 põhikomponendist.



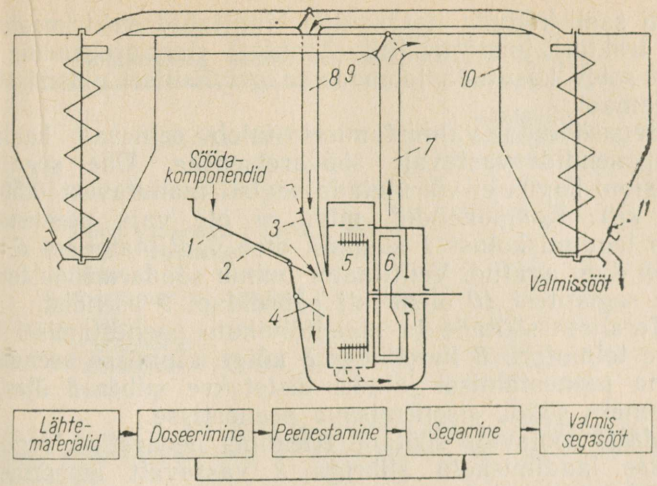
Joon. 132. Segasööda valmistamine agregaadiga AK-1,2: *1* — laadimiskolu; *2* — raske prahi eralduskamber; *3* — etteandetransportöör; 4 — vertikaaltransportöör; *5* — pööratav jaotustoru; *6* — punkriblokk; *7* — mahtdosaatorid; *8* — kogumistransportöör; *9* — mikrolisandite dosaator; *10* — söödapeenesti; *11* — ventilaator; *12* — pöördklapp; *13* — jahutorud; *14* — tsüklon; *15* — tolmutoru

Punkriblokk *6* koosneb neljast punkrist, millest kahte on võimalik vaheseintega poolitada. Iga punkri all on mahtdosaator *7* ja selle kohal kobestid, mis ei lase materjalil võlvistuda ja soodustavad dosaatori täitumist.

Punkrid täidetakse vertikaalse tigutransportööri *4* abil, millel on pööratav jaotustoru *5*. Suured võõrkehad jäävad laadimiskolu *1* restile, rasked langevad kolu põhja, kust nad perioodiliselt eemaldatakse.

Enne agregaadi töölerakendamist tuleb dosaatorid reguleerida vastavalt valmistatava segasööda retseptile. Peab aga arvestama universaalse söödapeenesti läbilaskevõimet, mis sõltub sõela avade läbimõõdust: 3 mm — 0,1; 6 mm — 0,3 ja 8 mm — 0,4 kg/s.

Pärast dosaatorite töötamise kontrollimist ja reguleerimist käivitatakse elektrimootor ning hakkavad tööle peenesti *10*, tigutransportöör *8* ja ventilaator *11*. Täispöörete saavutamise järel lülitatakse töösse dosaatorid *7* ja *9*.



Joon. 133. Segasööda valmistamine agregaadiga AKH-1M: *1* — laadimiskolu; *2* — etteande reguleerimise siiber; *3* — tolmutoru karpsiiber; *4* — klapp materjali suunamiseks kas peenestisse või otse ventilaatorisse; *5* — peenesti; *6* — ventilaator; *7* — segisti laadimistoru; *8* — tolmutoru; *9* — klapp materjali juhtimiseks segistitesse; *10* — segisti; *11* — valmissööda väljalaskesiiber

kust söödakomponendid satuvad kogumis-tigutransportööri *8*, segunevad üksteisega ja lähevad peenestisse *10*. Peenestatud söödasegu puhutakse ventilaatoriga *11* tsüklonisse *14*. Tolmune õhk imetakse peenestisse mööda toru *15*, valmis segasööt juhitakse tsüklonist kottidesse või valmissööda punkrisse. Viimasel juhul tuleb toru *13* pikendada 2...4 meetri võrra ja tsüklon paigutada punkri kohale.

Agregaadi AK-1,2 puuduseks on, et kogu valmistatav sööt peab läbima peenesti. Sellise tööviisi juures tekib palju tolmset produkti ja energiakulu on suur. Agregaat on sobiv väheerineva koostisega segasöötade valmistamiseks, kui põhikomponendid (tera- ja kaunviljad) vajavad peenestamist.

Agregaat AKH-1M (joon. 133) on määratud teravilja, hekseldatud heina, õlikookide ja mineraalsöötade peenestamiseks ja kuivade segasöötade valmistamiseks. Agre-

gaati saab käitada lisaraamile kinnitatud elektrimootorilt või traktori jõuvõtuvõllilt. Traktori rippagregaadina on seda sobiv kasutada loomade laagriviisilisel pidamisel ja karjamaal.

Segasöötade valmistamisel tuleb eelnevalt kaaluda komponendid vastavalt söödaretseptile. Ühe segatava portsjoni kogus ei või ületada segisti mahutavust (250... 400 kg). Komponendid, mida ei ole vaja peenestada, saab laadimiskolust *1* suunata otse ventilaatorisse *6*, kui klapp *4* on avatud. Ventilaator puhub sööda mööda toru 7 ühte segistitest *10* olenevalt pöördklapi *9* asendist.

Teraliste söötade ja maisitõlvikute peenestamisel lastakse tolmutoru *8* karpsiiber *3* kõige alumisse asendisse. Heina peenestamisel jahuks tõstetakse siiber *3* üles, et suureneks sööda sisenemisava peenestisse.

Hästi voolavate söötade etteannet peenestisse reguleeritakse laadimiskolu siibriga *2* vastavalt ampermeetri näidule.

Kui kõik ühe portsjoni söödakomponendid on peenestatud ja segistisse laaditud, pööratakse laadimistoru 7 pöördklapp *9* teise asendisse ja algab teise segisti täitmine. Täidetud segistis käivitatakse vertikaalne tigu ning segatakse söötasid 5 ... 7 minutit.

Agregaadiga AKH-1M saab valmistada kõige erinevama koostisega segasöötasid. Käsitsi söötade doseerimisel (kaalumisel), etteandmisel ja kotti laadimisel on inimtöökulu suur. Seepärast on otstarbekas luua vooluliin isetühjenduvate punkritega ja transportööriga nende täitmiseks.

7. Söötade granuleerimine

Segasöötade granuleerimisel pressitakse pude materjal väikesteks tihketeks ühesuurusteks harilikult silindri- või prismakujulisteks tükkideks — graanuliteks. Graanulite mõõtmed olenevad loomaliigist, kellele nad on määratud (tabel 72).

Granuleeritud söötadel on jahutaolistega võrreldes järgmised eelised [13].

1. Suurem tihedus, mis võimaldab vähendada vajalike hoidlate ruumala, parandada veokite kasutamist ning ühtlasi vähendada säilitamis- ja transpordikulusid.

Tabel 72

Granuleeritud sööda mõõtmed (MTPУ 8-3-61)

Sööda tarbija	Graanulite läbimõõt mm
Tibud vanusega 1 kuni 7 päeva	1 . . . 2
Tibud vanusega 7 kuni 30 päeva	2,2
Noorlinnud, vanemad kui 30 päeva	3
Võõrdepõrsad	5
Täiskasvanud linnud, kalad	8
Sead	10

Märkused. 1. Üksikute graanulite pikkuse ja läbimõõdu (või väiksema joonmõõtme) suhe on mitte suurem kui 1,5 — lindudel ja 2 — loomadel.

2. Granuleeritud sööta lubatakse toota suuruse ja kujuga, mis on kooskõlastatud tellijaga.

2. Iga graanul on ühesuguse koostisega, mis võimaldab kõigil lindudel ja loomadel saada segust võrdsel hulgal toitaineid ja mikrolisandeid vastavalt segu retseptile.

3. Sööt on terakujuline ja kompaktne. Sellega seoses vähenevad tolmavus ja tolmukaod ning on välditud üksikute erineva massiga komponentide isesorteerumine transpordil.

Kui graanulite läbimõõt ei ületa 8 . . . 12 mm, siis saab käsitseda neid seadmetega, mis on kohandatud teravilja jaoks.

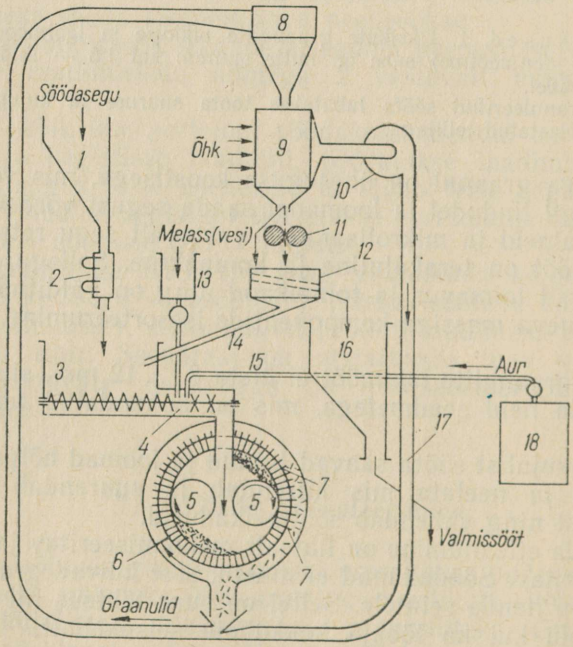
Terakujulist sööta saavad linnud ja loomad hõlpsamini haarata ja neelata, mis kiirendab ja suurendab sööda tarbimist ning vähendab söötmiskadusid.

Sööda etteandmine on lihtsalt mehhaniseeritav ja automatiseeritav. Söödakünad ei mustu, sest kuivad graanulid ei kleepu nende seintele. Sellel on suur tähtsus nii looma tervishoiu kui ka tööaja kokkuhoiu seisukohalt.

4. Paranevad sööda omadused. Surve ja temperatuuri mõjul muutub osa tärklist suhkruks ning hävib osa kasvu pidurdavaid aineid. Ühtlasi paraneb sööda maitse, mistõttu see on paremini söödav kui granuleerimata kujul. Granuleeritud söödas säilivad paremini vitamiinid, antibiootikumid jt. lisandid, mis muidu õhuhapnikuga kokkupuutes kergesti lagunevad.

Kuivmenetlus. Segasöötade granuleerimisel kasutatakse peamiselt kuivmenetlust (joon. 134). Granuleeritav segasööt juhitakse punkrist *1* läbi magnetseparaatori *2* granulaatori söötja-dosaatorisse *3*. Segistis *4* lisatakse segasöödale kleepomadustega komponente — melassi või hüdrooli — ning töödeldakse auruga. Sööda temperatuur tõuseb 70...90°C, niiskusesisaldus suureneb 15...18%. Söödaosakesed muutuvad plastilisemaks ja kattuvad õhukese veekihiga. Sellise töötlemise tagajärjel väheneb energiakulu sööda pressimisel ja osakeste liitumine on kindlam.

Auruvajadus on harilikult 5...6% pressi tootlikkusest. Konditsioneeritud söödasegu satub granulaatori pöör-



Joon. 134. Graanulite valmistamise kuivmenetlus: *1* — söödapunker; *2* — magnetpüüdja; *3* — granulaatori söötja-dosaator; *4* — segisti; *5* — pressivad valtsid; *6* — avadega rõngasmatriits; *7* — graanulite lõikurid; *8* — tsüklon; *9* — graanulite jahuti; *10* — ventilaator; *11* — tanguvaltsid; *12* — sorteer; *13* — melassipaak ja dosaator; *14* — peensaaduse tagasivoolurenn; *15* — aurutoru; *16* — valmissööda punker; *17* — pneumotoru; *18* — aurugeneraator

Tabel 73

Granuleerimisagregaatide tehnilised andmed

Näitajad	Agregaadi mark		
	ДПБ	ОГМ-0,8	ДГ
Tootlikkus kg/s	0,15 ... 0,55	0,15 ... 0,33	2,2 ... 2,8
Installeeritud võimsus kW:			
press	28	28	78,7
jahuti	6,5	5,5	15
segisti-dosaator	—	3,4	—
Aurukulu kg/s	0,02	—	0,14 ... 0,17

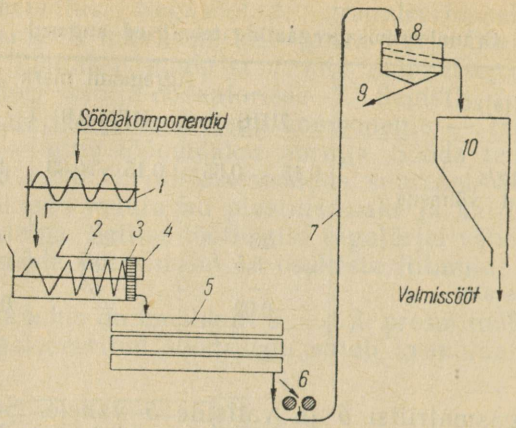
leva rõngasmatriitsi *6* ja valtside *5* vahele. Sööt surutakse läbi matriitsiavade tihketeks pulkadeks ja lõikurid 7 murravad nad tükkideks, mille pikkus on 1,5 ... 2 korda suurem läbimõõdust. Graanulid transporditakse pneumaatiliselt või mehaaniliselt jahutisse *9*, kus väheneb ka nende niiskus, mis pikaajalisel säilitamisel ei või ületada 14,5%. Graanulite osalisest purunemisest tekkinud peensaadused juhitakse sorteerist *12* tagasi granulaatorisse. Graanuleid võib sorteerida kahte punkrisse pikkuse järgi.

Küllaltki häid tulemusi saadakse ka auruta granuleerimisel, kusjuures sideaineks lisatakse vett. Pressi tootlikkus väheneb umbes 25 ... 35% võrra ning suureneb energiakulu ja tööorganite kulumine. Auruta süsteemi puhul jäävad ära aurukatel ja rida teisi lisaseadmeid, mille tõttu sisseseade on lihtsam ning selle maksumus ja ekspluatatsioonikulud väiksemad.

Pressi tootlikkus oleneb suurel määral toodetavate graanulite läbimõõdust. Seepärast on loobutud alla 4 mm läbimõõduga graanulite tootmisest. Otstarbekam on tibude jaoks purustada 5 ... 6,5 mm läbimõõduga graanulid ja sõeluda need sobiva suurusega tangudeks. Liiga suurte graanulite purustamisel saadud tangud on väga erineva suurusega ning pärast sortreerimist tuleb suuremad uuesti purustada.

Märgmenetlusel (joon. 135) saadud graanulid on suurema tugevusega. Tunduvalt suurem on ka nende lagunemisaeg vees. Seepärast kasutatakse seda menetlust graanuleeritud söötade tootmisel kaladele.

Segasööt niiskusesisaldusega 33 ... 35% suunatakse



Joon. 135. Söötade granuleerimise märgmenetlus: *1* — söödakonditsioneer; *2* — tigugranulaator; *3* — avadega ketasmatriits; *4* — graanulite lõikur; *5* — graanulite kuivati-jahuti; *6* — tanguvaltsid; *7* — transportöör; *8* — sorteer; *9* — peensaaduse äravool; *10* — valmissööda punker

konditsioneerist *1* tigupressi *2*, millel on liikumatu avadega ketasmatriits *3*. Pressitud sööda murrab tükkideks pöörlev lõikur *4*. Järgnevalt kuivatatakse graanuleid niiskuseni 13 ... 14% ja jahutatakse. Vajaduse korral graanulid peenestatakse kruupideks valtsidega *6*.

Granuleerimisprotsessi põhipuuduseks on suur energiakulu ja kvalifitseeritud hooldamist nõudev kallis sisseseade. Seepärast ei kata alati suurem söödatasuvus (kg sööta kg juurdekasvu kohta) granuleerimise kulutusi täielikult. Need kulutused peab sel juhul hüvitama väiksem töökulu granuleeritud söötade käsitsemisel (transport, etteandmine jne.), väiksemad söödakaod või muud eelised. Maksimaalne efekt saavutatakse siis, kui luuakse terviklik süsteem granuleeritud söötade kasutamiseks, s. t. kui võetakse kasutusele täielikult mehhaniseeritud taarata transport ja automaatsöötmine.

8. Näiteid mehhaniseeritud söödaköökidest

Maksimaalset kokkuhoidu nii tööjõus kui ka ekspluatatsioonikuludes saavutatakse komplekssе mehhaniseerimisega. Selleks peavad kõik tööprotsessid ja operatsioonid olema omavahel kooskõlas, kuigi mõned operatsioonid seejuures tehakse käsitsi.

Kompleksse mehhaniseerimisel tuleb täita järgmisi põhinõudeid: 1) kõikide operatsioonide ja seadmete tootlikkus peab olema omavahel vastavuses ja ajaliselt kooskõlas; 2) kõik seadmed peavad olema enam-vähem ühesuguse ja küllaldase töökindlusega, sest nõrk lüli viib alla kogu sisseseade töökindluse; 3) sisseseades ei tohi olla ülearuseid masinaid; 4) masinate asetus peab tagama tööprotsesside pidevuse minimaalsete lisaseadmete juures; 5) hoidlate arv ja maht peavad võimaldama kogu sisseseade häireteta töö.

Tööprotsesside komplekssе mehhaniseerimise aluseks on vastav projekt. Üksikute, kogu kompleksiga seostamata töölõikude mehhaniseerimine ei ole otstarbekas.

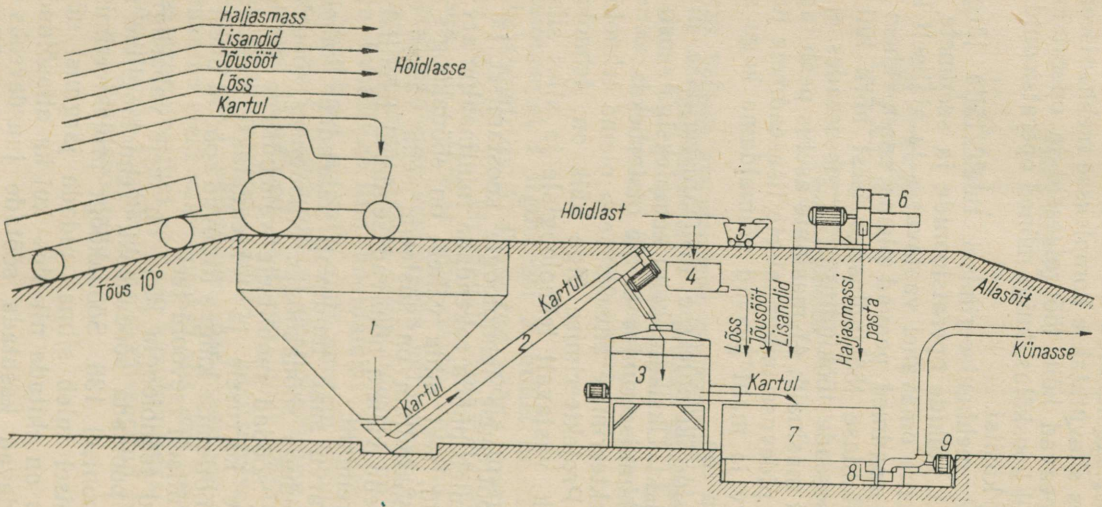
Kogu projekteerimise aluseks peab olema tehnoloogia, mitte ehitus. Projekteerimise õige käik on: tehnoloogia, seadmete valik vastavalt tehnoloogiale ja alles siis ehitus.

Söötade töötlemise tehnoloogia koostamisel ja seadmete valikul tuleb püüda rakendada minimaalne arv põhi- ja abiseadmeid, sest mida vähem on söödaköögis seadmeid, seda töökindlam on süsteem, seda vähem esineb avariisid ja seda vähem nõuavad seadmed tehnilist hooldamist ning remonti.

Masinate arvu saab tunduvalt vähendada kahekorruselises ülessõiduga söödaköögis. Niisuguses söödaköögis veetakse kõik söödad mobiilsete vahenditega (traktorid, autod) teisele korrusele ja tühjendatakse vastavatesse hoidlatesse. Töötlemise käigus liiguvad söödad ühest masinast teise põhiliselt isevoolu teel.

Kirjeldatud tehnoloogia järgi on meie vabariigis ehitatud umbes poolsada söödaköögi. Tehnoloogiline skeem on toodud joonisel 136. Söödaköögi projekteerimisel ja ekspluateerimisel tuleb silmas pidada järgmisi nõudeid.

Soovitatav on ehitada nii üles- kui ka allasõidud, sest need võimaldavad kasutada söötade juurdeveoks järelvankritega autosid ja traktoreid. Tavaliselt ei jätku teisel korrusel manööverdamiseks ruumi ja järelvankriga on



Joon. 136. Söödaköögi tehnoloogiline skeem: *1* — kartulipunker Q = 20 t; *2* — tigupesija «Märja»; *3* — kartuliauruti «Märja»; *4* — lõssipaak; *5* — käsikäru; *6* — peenesti ДКУ-1; *7* — söödasegisti «Märja»; *8* — kivieraldi; *9* — tigupump ВНМ-18-3

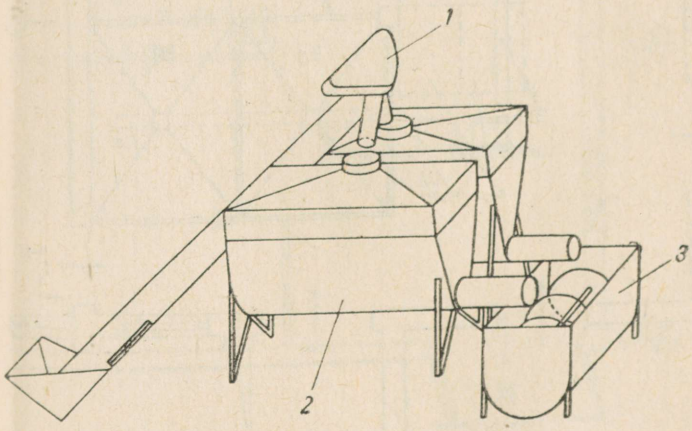
raske sama teed mööda alla sõita. Eriti oluline on allasõidutee talvel, sest kevadepoole pääseb põllule juurvilja ja kartulit tooma ainult MT3-tüüpi traktori ja järelvankriga.

Söödaköögi ülessõit peab olema hoone pikitelje suunas, mitte aga risti sellega. Risti ülessõidu korral on juurdepääs teisel korrusel asuvatele hoidlatele ja põrandas asuvatele luukidele piiratud ja paratamatult tuleb kasutada söödatransportööre (Tartu rajooni Valguta kolhoos). See vähendab tunduvalt sisseseade töökindlust ja ülessõidu efektiivsust.

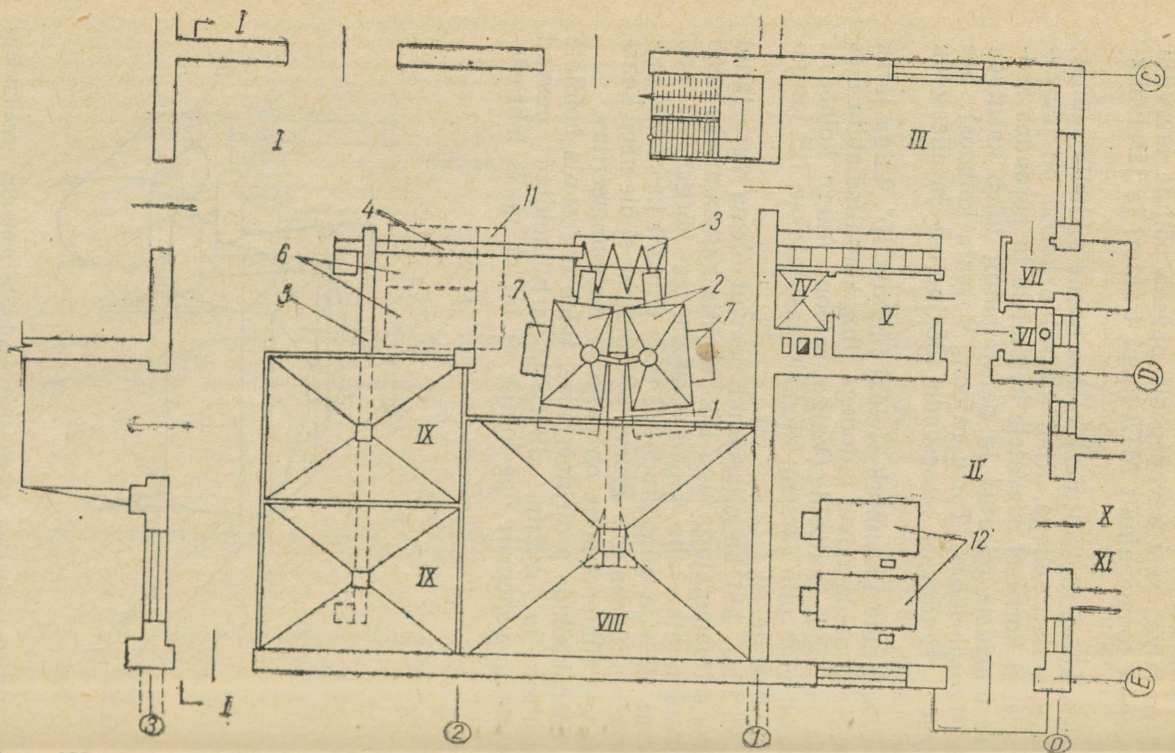
Ülessõitude tõusunurk ei tohi ületada 10°. Liiga järsk tõus ei võimalda talvel autodega ilma kõrvalise abita üles sõita ja lõhub autosid (Valga rajooni Aakre kolhoos). Allasõit võib olla järsem; edukalt kasutatakse 12° langusega allasõite.

Nii üles- kui ka allasõidud peavad olema varustatud välise rattasuunajaga. Iga liiki veokite kasutamiseks peab rattasuunajate vahe olema 250 cm ja kõrgus 30 cm. Ruume üles- ja allasõitude all võib edukalt kasutada ladu- või abiruumidena jne. Juurviljahoidlateks ei ole need kohased, sest tühjendamine on raskesti mehhaniseeritav.

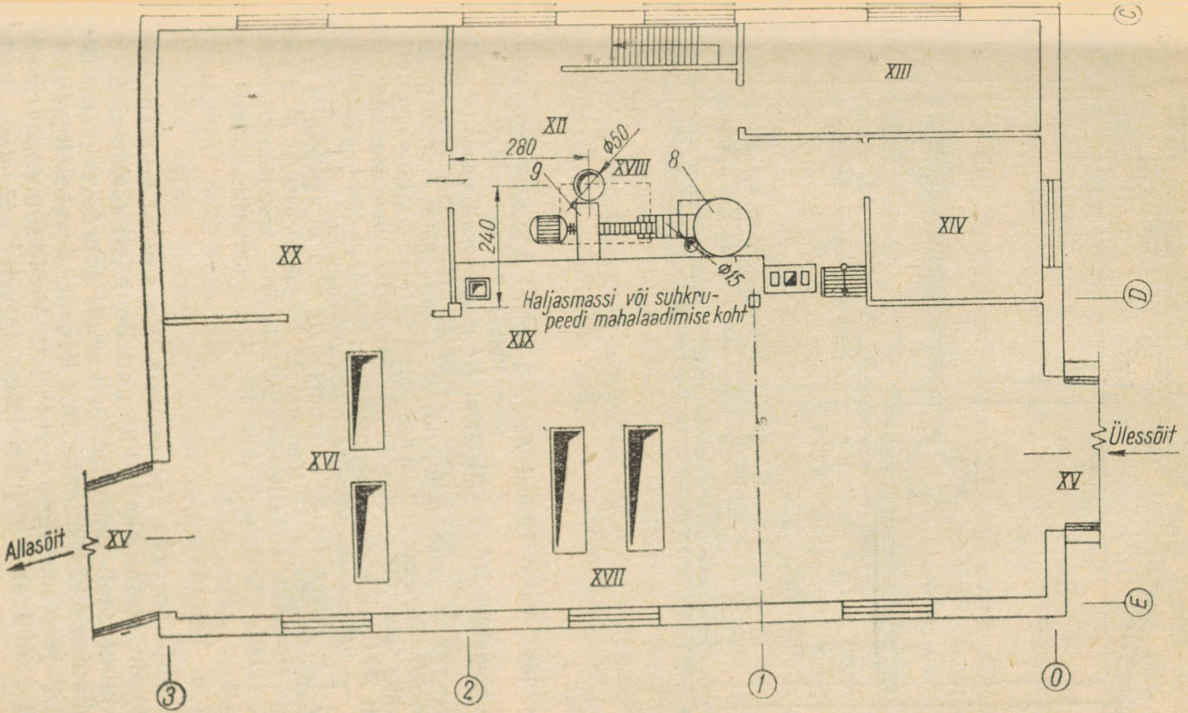
Söödaköökide projekteerimisel tuleb arvestada hoidlate paigutust ja mahtu. Juurvilja-kartulihoidlad peavad mahutama vähemalt ühe kuhja, et talvel saaks lahtivõe-



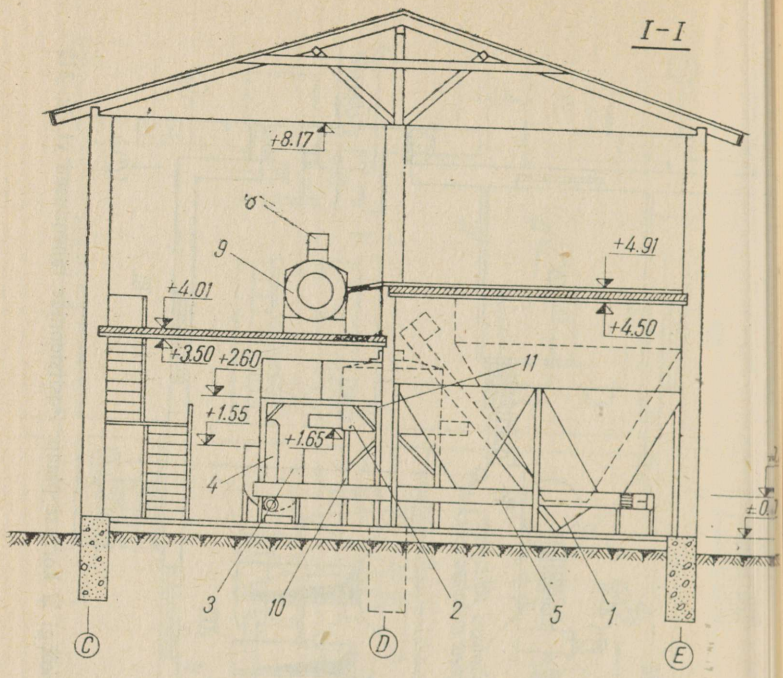
Joon. 137. Ratsionaalne söödaköögi seadmete paigutus (seadmetega «Märja»): *1* — tigupesija; *2* — kartuliauruti; *3* — sõödasegisti



Joon. 138a. Valga rajooni Aakre kolhoosi sõõdakõõgi I korruse plaan. Positsioonide tähendused vt. lk. 313



Joon. 138b. Valga rajooni Aakre kolhoosi söödaköögi II korruse plaan. Positsioonide tähendused vt. lk. 312



Joon. 138c. Valga rajooni Aakre kolhoosi söödaköögi lõige I-I (vt. joon. 138a).
I — söödaköök; *II* — katlamaja; *III* — personali ruum; *IV* — duširuum; *V* — riietuskabiin; *VI* — käimla; *VII* — esik; *VIII* — kartulipunker; *IX* — jõusöödapunkrid; *X* — kütusehoidla; *XI* — inventarikuur; *XII* — pastavalmistamise ruum; *XIII* — brigaadiri tuba; *XIV* — lisandite ladu; *XV* — üles- ja allasõit; *XVI* — jõusöödapunkrite täiteavad; *XVII* — kartulipunkri täiteava; *XVIII* — pasta allalaske ava; *XIX* — haljasmassi-juurvilja mahalaadimise koht; *XX* — jõusööda ladu; *1* — tigupesija; *2* — kartuliauruti; *3* — söödasegisti; *4* ja *5* — tigutransportöörid; *6* — lõssipaak; *7* — teeninduslava; *8* — pesijalõikaja МРК-5; *9* — pastamasin ДКУ-1; *10* — kartuliauruti alusraam; *11* — lõssipaagi alusraam; *12* — aurukatel КВ-300

tud kuhja korraga ära vedada. Ka suured hoidlad (50...60 t) on otstarbekad, kui nad on hästi mehhaniseeritud. Sel juhul saab juurvilja ja kartuli juurdeveoks kasutada mehhaniseeritud kolonni, mis koosneks traktorilaadijast ja 3...4 järelvankriga traktorist. Veel suuremad hoidlad (500...600 t) on juba kogu talveks söödetava kartuli

mahutamiseks. Kartulihoidla ehitamise juures tuleb arvestada, et isevalgumise kindlustamiseks peab hoidla seinte kalle olema vähemalt 60° ja seinad plekiga üle löödud. Punkrikujulise hoidla seintesse on soovitatav jätta pilud, mille kaudu saaks tekkivaid võlve purustada.

Juurviljahoidlates ei saa kasutada isevalgumist, ja et inimene saaks korralikult töötada, ei tohi põranda kalle olla üle 15°.

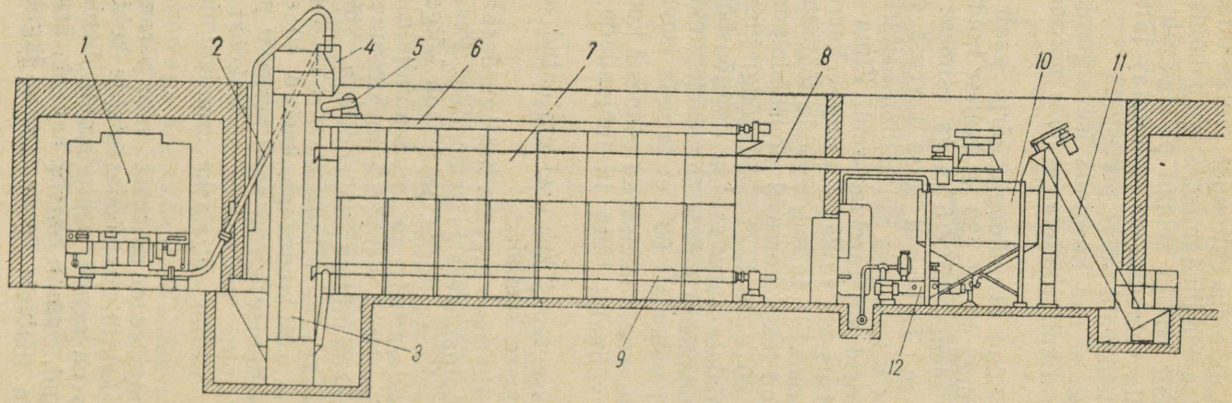
Joonisel 136 toodud tehnoloogia järgi saab ehitada kartulihoidlaid mahuga 40 m^3 (20 t). Sellise hoidla mõõtmed peavad pealt olema 4,5 × 6 m ja esimese korruse puhas kõrgus 4,5 m. Täiteavad teise korruse põrandas peavad olema 0,6 × 2,4 m, mis võimaldab otstarbekamalt kasutada kallurautosid või järelvankreid. Kuna juurvilja kasutamise osatähtsus on väike ja esimese korruse pind ülekoormatud, on juurvilja ja haljassööda töötlemine enne segamist ette nähtud teisel korrusel. Jõusöödalaod peavad samuti mahutama 30 ... 40 t, et söödaköögi juures oleks vähemalt 2 ... 3 nädala tagavara ja ostujõusööta saaks kohe paigutada söödaköögi juurde. Jõusöödapunkrite kalle peab olema samuti vähemalt 60°, et tagada isevalgumist.

Lõssi- ja vadakuvannid asetsevad esimesel korrusel lae all, kus neid on võimalik täita ja tühjendada isevoolu teel.

Lisandid hoitakse teisel korrusel eraldatud nurgas ja lisatakse söödasegusse käsitsi.

Masinate paigutus peab tagama hea juurdepääsu nende teenindamiseks, hooldamiseks ja remondiks. Pesijad tuleb paigutada hoone sellesse nurka, mis asub kõige lähemal kanalisatsiooni väljalaskele ja mudapüüdjale. Viimane tuleb ehitada vähemalt 2 × 3 × 2,5 m suurune, et seda oleks võimalik mehaaniliste vahenditega (tõstuk jt.) puhastada. Otstarbekas on ehitada pesuvee mudapüüdjasse juhtimiseks lahtine või laudadega kaetud 40 cm laiune kanal, mida ummistumise korral saab kergesti puhastada. Mudapüüdja ehitamine väljapoole söödaköögi, vahetult selle seina äärde, väldib väljalaske ummistumist ja külmumist.

Ükski söödaköögi seade ei tohiks olla põrandapinnast madalamal. Eriti kehtib see söödasegistite kohta. Süvendisse paigutatuna on nende teenindamine, hooldamine ja remont raskendatud. Samuti on siis heitvete äravool liiga sügaval. Kui aga heitvete äravool pole tagatud, satub



Joon. 139. Saksa DV-s kasutatava söödaköögi tehnoloogiline skeem: *1* — spetsiaalne jõusöödaveok; *2* — pneumotransportöör; *3* — elevaator; 4 — tsüklon; *5* — kaalud koos loendiga; *6* — punkrite täitetransportöör; *7* — jõusöödapunkrid; *8* — jõusööda transportöör; *9* — punkrite tühjendamise transportöör; *10* — söödasegisti; *11* — mahlaka sööda transportöör; *12* — söödapump koos torustikuga

süvendisse mitmesuguseid jäätmeid ja pesuvett, mis pikemal seismisel lähevad käärima ja haisema.

Kirjeldatud tehnoloogia alusel ehitatud söödaköökidest on parimad Tartu näidissovhoosi, EPA Ülenurme õppe- ja katsemajandi, Lenini nim. näidissovhoosi söödaköögid. Põhiliste seadmete paigutus on toodud joonisel 137.

Joonisel 138 a, b ja c on esitatud hoidlate, masinate ja abiruumide paigutus Valga rajooni Aakre kolhoosi tsentraalses söödaköögis.

Analoogiline söödaköök on ehitatud EPA Ülenurme õppe- ja katsemajandis neljale sigalale, kus on 130 emist, 1300 võõrdepõrsast ja niisama palju nuumikuid ning sugusigu. Sellest söödaköögist veetakse sööta mobiilse seadmega, kuid seda võib transportida ka statsionaarse torustiku kaudu nagu Tartu näidissovhoosis. Viimases on töökulu ühe tsentneri kaaluiibe kohta kõige väiksem vabariigis (1,5 inimtööpäeva, mis on 0,9 inimtööpäeva võrra madalam kui vabariigi keskmine). EPA Ülenurme õppe- ja katsemajandi seafarmis on töökulu 1,8 inimtööpäeva ühe tsentneri kaaluiibe kohta.

Saksa Demokraatlikus Vabariigis on välja töötatud ühekorruselise söödaköögi tehnoloogia koos vastavate seadmetega, mis on sobivad ka meie vabariigi tingimustes (joon. 139). Söödaköögi jõusöödapunkrid täidetakse spetsiaalselt veokilt pneumotransportööri, tsükloni ja tigutransportööri abil. Spetsiaalveoki ja nimetatud seadmete kasutamisel ei esine söödakadusid transpordil jõusöödatehasest kuni punkriteni. Kottides veetava jõusööda mahalaadimiseks on söödaköögis elevaator. Punkrite maht on vastavalt vajadusele 32 ... 96 m^3. Punkrite täitumisest ja tühjenemisest teatab heli- ja valgussignaal rõhurelee vahendusel.

Punkrid tühjendatakse alumise tigutransportööriga, millel on dosaator ja loendi. Doseerimise täpsus on seejuures $\pm 3\%$.

Mahlakate söötade jaoks on söödaköögis ette nähtud ainult tigutransportöör. Sellega transporditakse juurdeveetavat kartulisilo või peenestatud haljassööta. Sama transportööri võib kasutada ka kohapeal aurutatud kartuli või haljassööda transportimiseks.

Söödasegisti on ette nähtud nii kuivsööda ja vee segamiseks kui ka kuiv- ja mahlakate söötade ning vee segamiseks. Kuivainesisaldus söödasegus peab seejuures jääma

20...25% piiresse. Söödasegu jaotamiseks on söödak
gis tigupump ja söödatorustik, mis on varustatud võ
kehade püüdja ja tühijooksukaitsmega.

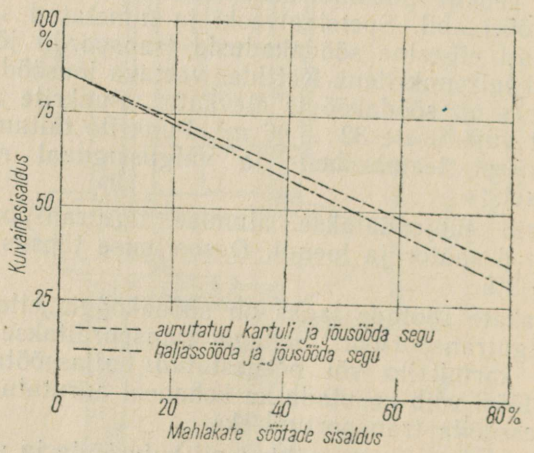
§ 11. SÖÖTADE JAOTAMISE MEHHANISEERIMI

1. Söötmisviisid

Söödajaoti valikul lähtutakse söödasegu koostisest j
söötmisviisist.

Söödasegude koostis ja omadused. Söödasegusid lii
tatakse nende veesisalduse järgi kuivadeks, niisketeks j
vedelateks. Kuivades söödasegudes on kuivainesisald
üle 57%, niisketes 29...56% ja vedelates alla 29%. Se
klassifikatsiooni tuleb lugeda tinglikuks, sest kuivain
sisaldust mõjutab otsustavalt mahlakate söötade (kart
ja haljassööda) hulk söödasegus (joon. 140).

Mida rohkem on segus mahlakaid sööti, seda väiksu
on kuivainesisaldus (vee lisamiseta). Kui näiteks sööda
on ainult jõusööt, siis on kuivainesisaldus 86%. Sööd
segus mahlakate söötade osatähtsuse tõusmisel ku
80%-le langeb kuivainesisaldus 34...36%-le. Nagu jo



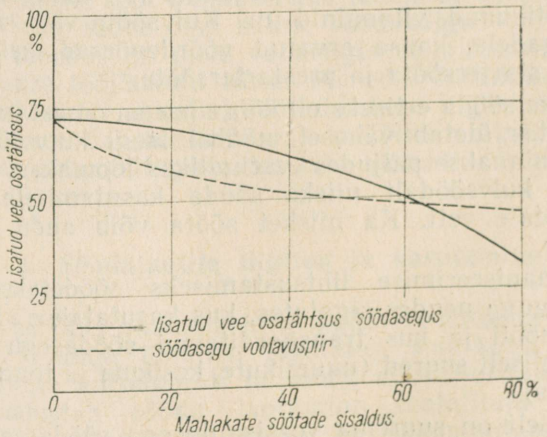
Joon. 140. Söödasegu kuivainesisalduse sõltuvus mahlakate söötade
sisaldusest

niselt näha, ei ole õige rääkida söödasegu voolavusest, lähtudes ainult kuivainesisaldusest, vaid tingimata tuleb arvestada ka söödasegu koostist.

Zootehniliste uurimustega on kindlaks tehtud, et söödasegude optimaalne kuivainesisaldus on 24 ... 26%. Sellise kuivainesisalduse saamiseks tuleb söödasegudele lisada vett, mille hulk oleneb omakorda mahlakate söötade olemasolust söödasegus. Joonisel 141 on pideva joonega näidatud, kui palju tuleb söödale vett lisada, olenevalt mahlakate söötade osatähtsusest söödasegus, et saada 24%-line kuivainesisaldus.

Söödasegude voolavus oleneb seega nende koostisest ja lisatud vee hulgast. Söödasegud, mis sisaldavad suurel hulgal mahlakaid sööti ja seega ka suurel hulgal seotud vett, on väikese voolavusega. Selliste söödasegude voolavaks muutmiseks on vaja lisada vett, kusjuures kuivainesisaldus ei tohi langeda alla 24%.

Katsete alusel koostatud joonisel 141 on punktiiriga näidatud söödasegude voolavuspiir, olenevalt mahlakate söötade osatähtsusest ja lisatud vee hulgast. Nagu jooniselt näha, ei ole enam voolavad 24%-lise kuivainesisaldusega söödasegud, milles on 63% või rohkem mahlakaid sööti. See tähendab, et voolavates söödasegudes võib ühe



Joon. 141. Söödasegule lisatud vee osatähtsuse sõltuvus mahlakate söötade sisaldusest

kilogrammi jõusööda kohta olla kuni 1,7 kg mahlakaid sööti. Zootehniliste uurimuste kohaselt on lubatud sööta kuni 2,8 kg mahlakaid sööti ühe kilogrammi jõusööda kohta.

Söötmisviisid. Söötmine võib olla normeeritud või vaba. Viimasel juhul saavad sead süüa isu järgi. Normeeritud söötmisel soovitavad mõned autorid sööta ainult 80% söödakogusest, mida siga sööks isu järgi, et saada kõrgekvaliteedilist liha. Selline söötmisviis nõuab väga täpset doseerimist ja esitab kõrgendatud nõuded sööda jaotamise seadmete konstruktsioonile.

Mõned spetsialistid soovitavad kombineeritud söötmist, s. t. et jõusööta antakse vabalt söödaautomaatidest ja mahlakaid sööti künadest. Kuid kui söödajaotamist mehhaniseerida, siis peab jääma ühe söötmisviisi ja söödasegu jaotamise seadme juurde. Ei ole mõtet mehhaniseerida eraldi ja eri seadmetega söödaautomaatide ja künadetäitmist. See nõuaks kahesuguseid seadmeid. Kahjuks puuduvad universaalsed seadmed nii kuiv- kui ka niiske sööda jaotamiseks.

Töökulu seisukohalt on kõige eelistatavam kuivsööt. Farmis jääb ära sööda ettevalmistamine, sest segasööt tuuakse kohale valmis kujul. Kuivsööda kasutamise eeltingimuseks on täisväärtuslik segasööt, s. t. söödas peavad olema kõik vajalikud komponendid — mikroelemendid, antibiootikumid, vitamiinid jne. Kuivsööta võib sööta igat liiki sigadele, kaasa arvatud võõrdepõrsad, kellele söödetakse startersööta ja prestartersööta.

Niiske sööda eeliseks on kõige parem omastatavus, mis ses suhtes ületab vähesel määral isegi kuivsööda. Seepärast minnakse paljudes eesrindlikes loomakasvatusmaades üle kuivsöödalt niiske sööda kasutamisele, lisades segasöödale vett. Ka niisket sööta võib anda kõikidele sigadele.

Mehhaniseerimise lihtsustamiseks söödetakse vedelsöödaseguga nendes sigalates, kus kasutatakse vähe mahlakaid sööti ja kus transporditavad söödasegu kogused on suhteliselt suured (nuumikute, kesikute ja tiinete emiste sigalates).

Üldiselt on suurema veesisaldusega söödasegud eelistatavamad emistele ja kuivemad nuumikutele.

Söötmise tulemused, eriti nuumal, ei sõltu ainult sööda-

segu konsistentsist, vaid võib-olla veelgi suuremal määral söötmise viisist.

Normeeritud söötmise eelisteks on väiksem söödakulu (söödavääringus on parem) ja kvaliteetsem liha, sest normeeritud söötmine annab parema liha-rasva suhte, s. t. on võimalik toota lahjemat liha. Eriti tähtis on see peekoni tootmisel.

Söötmisviisi valik. Millist söötmisviisi valida, ei sõltu ainult zootehnilistest kaalutlustest. Nii peaks suure söödaväärtusega söötasid, nagu jõusööt, võimalikult normeeritult jaotama, et vähendada kulutusi söötadele, mis moodustavad umbes 70% sigade kaaluiibe omahinnast.

Teiselt poolt nõuab normeeritud söötmine veidi suuremat töökulu ja mõningal määral suuremaid investeeringuid, sest normeeritud söötmise seadmed on komplitseeritumad ja neid tööstuslikult ei valmistata.

Sigade söötmiskatsed näitavad, et täpne doseerimine on eriti nõutav lõppnuumal (sigadel elusmassiga 50... 100 kg), kuid mitte eriti vajalik algnuumal kuni 50 kg sigadel.

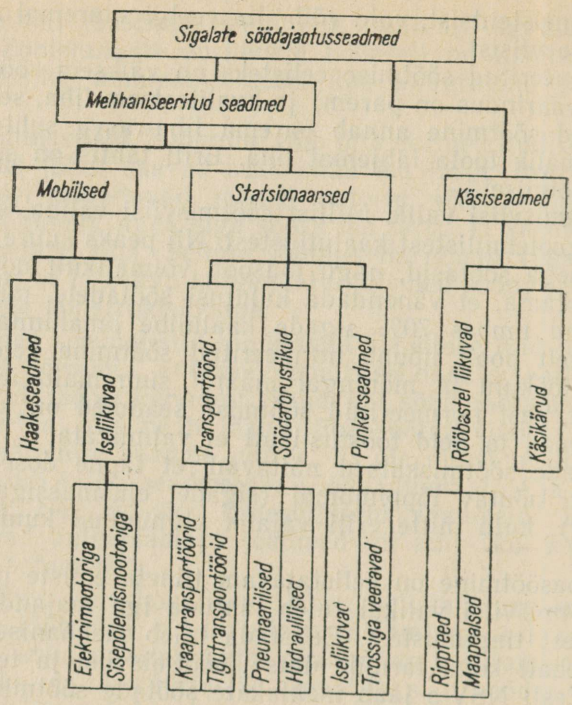
Vabasöötmine on eelistatavam tiinete emiste puhul.

Söötmisviisi valikul tuleb lähtuda iga majandi konkreetsetest tingimustest. Eelistada tuleb mehhaniseerimise seisukohalt kogu farmile ühtset söötmisviisi ja tehnoloogiat. Eesti NSV-s jääb mahlakate söötade söötmine, s. t. vedel või niiske sööt domineerima lähemate aastate vältel.

Sigu võib sööta otse sulus, söödakäigus või söötlas. Viimane moodus on meie vabariigis vähe kasutusel peamiselt suure tööjõukulu tõttu. Mõnedes farmides kasutatakse veel eraldi ehitatud söötlaid, kuid liigne sigade liikumine suurendab söödakulu ja seetõttu taoline söötmine pole meie pidamistingimustes läbi löönud.

2. Söödajaotite liigitus ja kasutamine

A. Ruse [47] andmete järgi kulub vedelsööda jaotamisele 14,7% kogu tööajast sigalates. Kui kogu tööajast maha arvata mittetootlik ja sööda ettevalmistamise aeg, siis moodustab sööda jaotamine seatalitaja tööajast 31,4%. See näitab, kui tähtis on söödajaotamise õige organiseerimine ja mehhaniseerimine seakasvatuse tööviljakuse tõstmisel.



Joon. 142. Söödajaotite liigitus

Söödajaoti valikul tuleb arvestada söötmisviisi, sigalate sisustust (sulgude ja käikude asetust ja mõõtmeid) ning söödaköögi asetust ja kujundust. Majandite erinevate tingimuste tõttu on vaja eriliigilisi söödajaoteid. Joonisel 142 on esitatud söödajaotite klassifikatsioon transportimisviisi järgi.

Käsitsi jaotamine, s. t. käsikärude ja ripptee kasutamine sobib tänapäeval ainult väikestesse poegimissigalatesse, kus väikestes kogustes jaotatakse erineva koostisega söödasegusid. Suuremates poegimissigalates on otstarbekas üle minna punker- või mobiilsetele (autoroller, elektrikäru) söödajaotitele.

Teistes sigalates (tiinete emiste, kesikute ja nuumikute sigalad) tuleb valida kogu farmile ühtne tehnoloogia, s. t. kogu farm tuleb mehhaniseerida kas statsionaar-

sete või mobiilsete seadmetega. Seejuures tuleb arvestada, et igal eriliigil on omad eelised ja puudused ning eritingimused nende rakendamise suhtes.

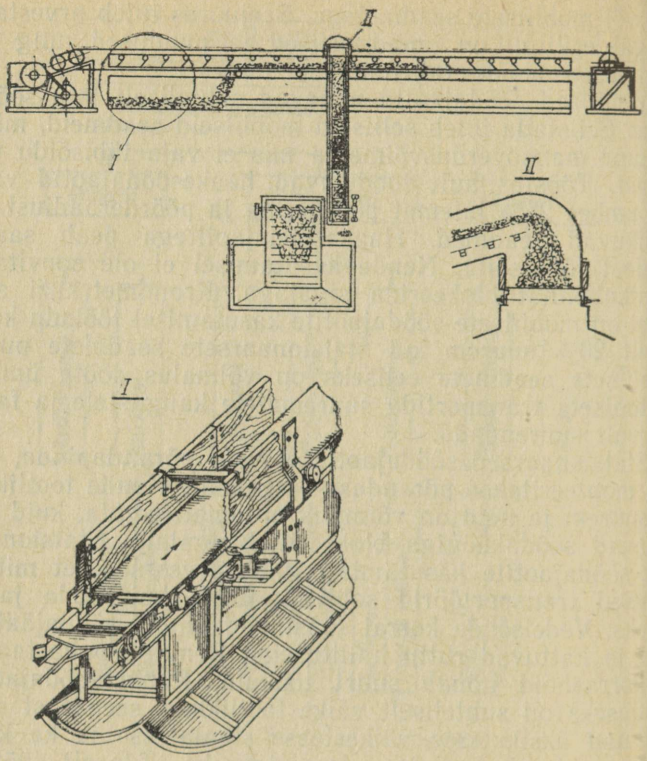
Mobiilsed söödajaotid nõuavad suhteliselt laiu söödakäike. Eelistada tuleb selliseid mobiilseid seadmeid, millel on suur manööverdusvõime ja mis ei vaja läbisõidu võimalust. Tööstuslikult toodetavad haakesöödajaotid vajavad umbes 25% laiemat pöörderiba ja pöörderaadiust kui iseliikuvad seadmed. Haakesöödajaotitega peab saama sigalast läbi sõita. Nende kasutamisel ei ole soovitatav sõnnikuhoidlat blokeerida sigalaga. Kronometraaži andmetel on mobiilsete söödajaotite kasutamisel töökulu keskmiselt 20% suurem kui statsionaarsete seadmete puhul. Mobiilsete seadmete eeliseks on võimalus sööta ümberlaadimiseta transportida suurematele kaugustele ja farmi pidevalt suurendada.

Statsionaarsed söödajaotid ei vaja põrandapinda, sest nad monteeritakse põrandast kõrgemale. Nende tootlikkus on suurem ja neid on võimalik automatiseerida, kuid nad nõuavad söödaköögiga blokeeritud sigalaid. Statsionaarsete söödajaotite kasutamisel tuleb arvestada, et mitmesugused transportöörid sobivad ainult kuivsööda jaotamiseks. Vedelsööda korral saastuvad rennid söödajäätmetega ja kattuvad ruttu hallitusega. Rennide puhastamine ja korrashoid nõuab suurt töökulu. Punkersöödajaotite puuduseks on suhteliselt väike tootlikkus, seepärast sobivad nad üksikutesse väikestesse sigalatesse ja ka kuivsööda jaotamiseks ning doseerimiseks. Täpselt töötava dosaatori valmistamine on kallis töö, kuid punkersöödajaotil on ainult üks dosaator. Transportööri kasutamise korral on igasse sulgu vaja oma dosaator.

Vedelsööda jaotamisel on kõige otstarbekohasem torustik, kui selle valmistamisel on kinni peetud kõigist zootehnilistest nõuetest.

3. Söötade jaotamine statsionaarsete seadmetega

Söödatransportööride ülesandeks on valmis segu transportimine hoidlast (punkrist) söötmiskohale. Sööt langeb dosaatorisse, künasse või söödaautomaati transportööri-renni põhjas oleva ava kaudu. Seejuures peab transportöör täitma dosaatori või söödaautomaadi täielikult ja siluma ülemise pinna. Neid ülesandeid täidavad ainult



Joon. 143. Söödajaotusseadme PKC-3000 skeem

niisugused transportöörid, mis lohistavad söödasegu mööda renni põhja, s. o. kett-, latt- või tigutransportöörid. Kett-transportööre liigitatakse ketilülide kuju järgi ümarkett- ja profileeritud lülidega transportöörideks.

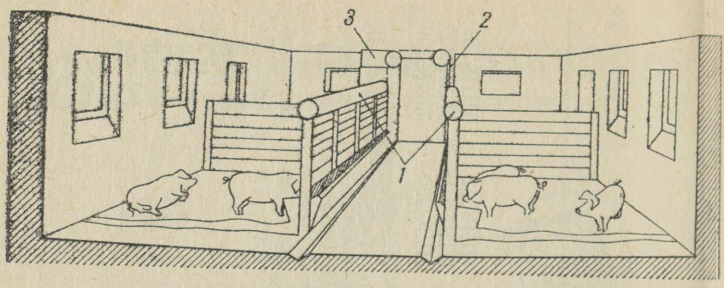
Kuiv- ja niiskesööda künadesse jaotamiseks toodetakse statsionaarseid söödajaoteid PKC-3000 kahes variandis, keskel või seina ääres asetsevate künadega (joon. 143). Seade on ette nähtud sööda vastuvõtmiseks ja ühtlaseks jaotamiseks 2000...3000 seale 20...30 minuti jooksul. Söödajaoti koosneb vastuvõtupunkrist-dosaatorist, kaldtransportöörist, horisontaalsest jaotusplatvormist koos künadega ja elektriajamist koos lülitusseadmetega.

Söödajaoti PKC-3000 tehnoloogiline protsess on järg-

Tabel 74

Söötade jaotamise transportööride tehnilised andmed

Näitajad	Kett-transportöörid		Latt-transportöör ТШ-30	Tigutransportöörid			
	DTC	РКС-3000		ТШР-150 ТЦШ-150 ТЩК-150	ТШР-200 ТЦШ-200 ТЩК-200	ТШР-250 ТЦШ-250 ТЩК-250	ТШР-300 ТЦШ-300 ТЩК-300
Tootlikkus kg/s	2,8	1,7	8,3	0,2 ... 0,4	0,5 ... 1,0	1,0 ... 2,0	1,7 ... 3,4
Tööorgani:							
liikumiskiirus m/s	0,32	0,48	0,52				
pöörete arv p/s	—	—	—	60 ... 120	60 ... 120	60 ... 120	60 ... 20
Tarbimisvõimsus kW	4,5	9,2	4,3	1,0 ... 7,0	1,0 ... 7,0	2,8 ... 7,0	2,8 ... 7,0
Gabariitmõõtmed mm:							
pikkus	53920	68000 (86000)	38000	sektsiooni pikkus			2000
laius	772	860	2500	244	298	358	480
kõrgus	860	800	292	300	350	400	450
Mass kg	2200	3896	—	390 ... 407	480 ... 506	—	—

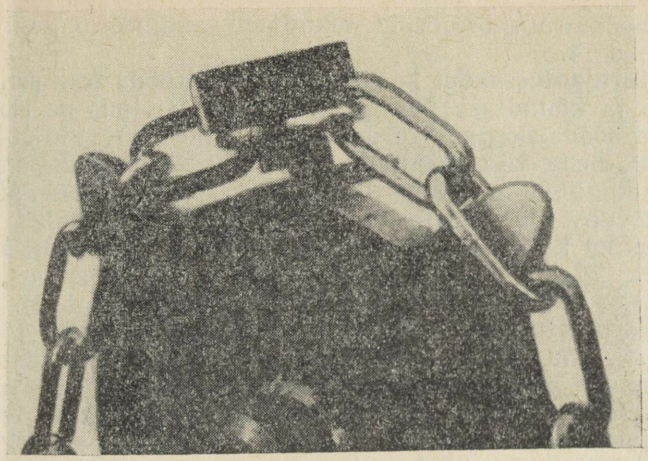


Joon. 144. Ümarkett-transportööri skeem: *1* — horisontaalne transportööriosa; *2* — vertikaalne transportööriosa; *3* — ajam

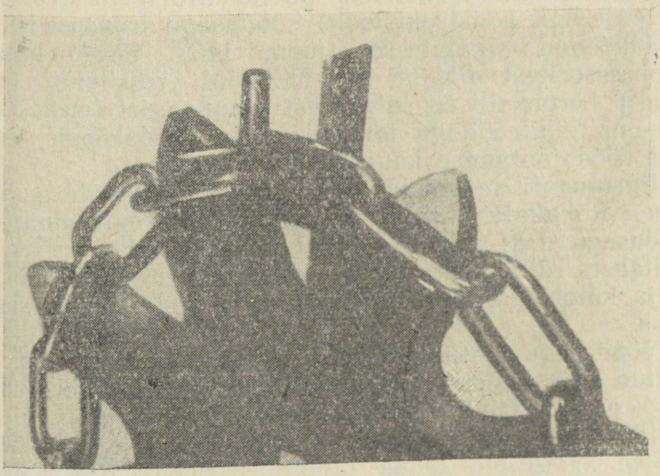
mine. Valmissööt laaditakse söödaköögis või jõusöödatsehhis mobiilsele söödajaotile või kallurautole ning veetakse sigala juurde, kus see tühjendatakse söödajaoti vastuvõtupunkrisse-dosaatorisse. Seejärel sööt transpordi-takse kaldtransportööri abil künade pikkusel edasi-tagasi-liikuvale jaotusplatvormile. Kuna platvormi pikkus on pool künade üldpikkusest, laaditakse sööt algul sigala ühte otsa ja hiljem teise.

Platvormi liikumisel keskelt otsa poole toimub temale sööda laadimine, seejuures tõusevad mahalaadimiskraabid üles sööda peale. Platvormi tagasiliikumisel (koos söödaga) lükkavad kraabid sööda künadesse.

Ümarkett-transportööride tööorgan võib vastava ketirataste ja kraabi konstruktsiooni ning asetuse puhul liikuda nii vertikaalselt kui ka horisontaalselt (joon. 144). See asjaolu võimaldab transportööri paremini sobitada erineva ehitusega sigalatesse ja tema asetus sõltub vähem sööda-sõnnikukäikude paiknemisest, s. t. teda on võimalik sobitada olemasolevatesse sigalatesse. Ka võib transportööri ajami või isegi tööorgani paigutada sööda-sõnnikukäikude kohale lae alla. Kahe- ja neljarealistes sigalates võib olla ainult üks ajam ja pingutusseade. Metallikulu, hinna ja lihtsa ehituse tõttu on eriti otstarbekas sigalates kasutada torudesse või kanalitesse asetatud ümarkett-transportööri. Kett peab olema kalibreeritud ja varustatud kas ketta- või labakujuliste kraapidega. Oluline on seejuures keti materjal ja kraapide ning ketirataste kujundus (joon. 145).



a



b

Joon. 145. Ketirattad koos keti ja kraapidega: *a* — kett liigub horisontaaltasapinnas; *b* — sama kett vertikaaltasapinnas

Söödatransportööride tehnilised andmed on esitatud tabelis 74.

Torujaotusseadet kasutatakse vedelsööda transportimiseks ja künadesse jaotamiseks sigalates, mis on blokeeritud söödaköögiga või asetsevad sellest 30...40 m kaugusel. Seda võib kasutada ka ainult sööda transportimiseks kuni 600 m kaugusel asetsevatesse sigalatesse. Ainult jõusöödast ja vedellisanditest koosnev söödasegu või torustiku kaudu transportimisel sisaldada kuni 28% kuiv ainet. Mahlakaid söötasid sisaldavat söödasegu või transportida vastavalt kuivainesisaldusele (vt. p. 1).

Torujaotusseade koosneb kolmest põhisõlmest: sööda segisti, jõuseade ja torustik. Jõuseadmena kasutatakse pumpasid või kompressorit koos ressiivri ja rõhupaagiga. Võrreldes pumpadega on suruõhuseade (kompressor) tunduvalt keerulisem. Peale selle nõuab kompressori ekspluatatsioon ja hooldamine kõrgema kvalifikatsioonig. töötajat. Ka ohutustehnika seisukohalt on pumpade kasutamine eelistatavam. Suruõhuseadmeid on tarvis perioodiliselt veega kontrollida rõhul, mis ületab 5...6 korda lubatud töörõhu.

Tööstuslikult toodetakse pneumaatilist torujaotusseadet (ВИЭСХ konstruktsioon) söödasegu transportimiseks söödaköögist sigalatesse (joon. 146). Seade koosneb kompressoritest ВУ-3/8 ja КСЭ-5М, ressiivrist (maht 10 m³), hermeetiliselt suletavast rõhupaagist (maht 5 m³), 150 mm läbimõõduga torustikust ja söödaköögis asetsevast söödajaotamise kaugjuhtimise puldist.

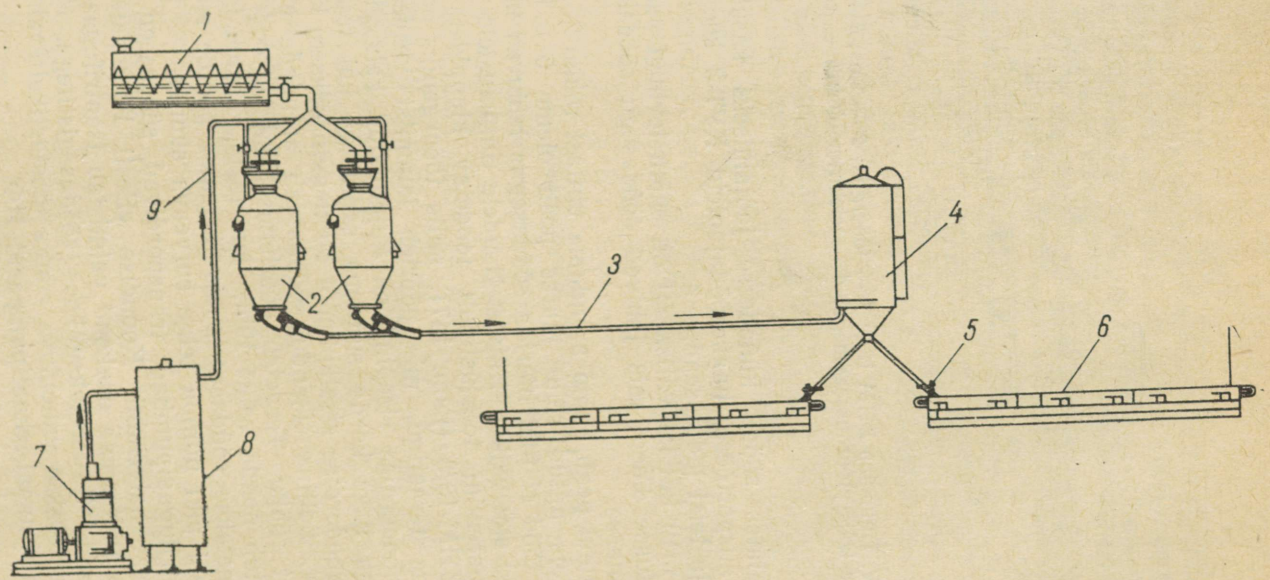
Pneumaatilise torujaotusseadme tööpõhimõte on järgmine. Rõhukatel täidetakse söötmiseks ettevalmistatud söödaseguga ja suletakse siis hermeetiliselt. Suruõhk, mis juhitakse rõhupaaki, surub söödasegu paagi koonilise põhja külge kinnitatud torustikku ja seda mööda sigalatesse.

Söödasegu juhtimiseks erinevatesse sigalatesse on ette nähtud spetsiaalsed torustikku monteeritud ümberlülitid. Kogu protsessi juhitakse kaugjuhtimise puldist.

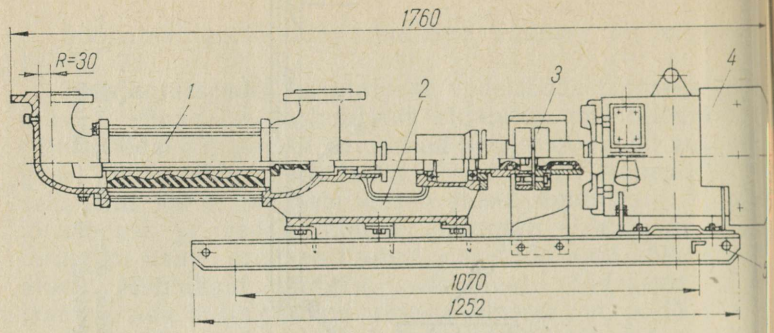
150 mm läbimõõduga torustiku abil vajatakse 150...250 m kaugusele sööda jaotamiseks õhu rõhku 2,5...3,0 at*, seejuures seadme tootlikkus on 5,5...7,0 kg/s. 500...600 m kaugusele transportimisel on rõhk 5,0...5,5 at ja tootlikkus 2,8...4,0 kg/s.

---

* 1 at = 98,1 kN/m².



Joon. 146. Pneumaatilise torujaotusseadme skeem: *1* — söödasegisti; *2* — rõhukatlad; *3* — söödatorustik; *4* — vastuvõtupunker; *5* — söödatorustik; *6* — künad; *7* — kompressor; *8* — ressiiver; *9* — õhutoru



Joon. 147. Tigupump BHM 18/3: *1* — tööorgan; *2* — alus; *3* — elastne sidur koos pidurdusseadmega; *4* — elektrimootor; *5* — raam

Sigalates sööda künadesse jaotamiseks kasutatakse kraaptransportööre, haakesöödajaoteid КУТ-3 koos traktoriga ja teisi jaotusseadmeid.

Nii meil kui ka välismaal on enam levinud pumbaga torujaotusseadmed, mis juhivad söödasegu söödaköögist otse künasse.

Sel juhul peab pump arendama ühtlast rõhku 2...5 at. Tootlikkus antud rõhu juures peab olema 5...10 l/s. Pumba tööd ei tohi häirida söödasegus leiduvad kiulised osakesed ega väikesed kivid. Nendele tingimustele vastab kõige paremini tööstuslikult toodetav klappideta tigupump BHM-18/3 (joon. 147), mille tööorganiks on ühekäiguline terastigu, mis pöörleb kummist vooderdises. Kummivooderdise sisepind on kujundatud kahekäigulise keermena kaks korda suurema sammuga kui terasteol. Kummivooderdise siseläbimõõt on 2 mm väiksem kui teo läbimõõt. Selline tihendus võimaldab arendada pidevat ja suurt rõhku. Terasteo pöörlemisel kummivooderdises moodustub nende vahel tühik, kus tekib vaakum ja millesse imetakse söödasegu, mis järgmise pöörde ajal liigub edasi piki pumba telge surveava suunas.

Tsentrifugaalpumbad transpordivad söödasegu tigupumpadest halvemini. Koondise «Eesti Põllumajandustehnika» Põltsamaa osakond valmistab tsentrifugaalpumpasid, mida turustatakse koos söödasegistitega. Mitmel pool kasutatakse vahelduva eduga tööstuslikult valmistatud tsentrifugaal-fekaalipumpasid НФ.

Pumpade töökarakteristik söödasegu transportimisel ei ühti karakteristikutega, mis on antud kataloogides.

Nagu tabelist 75 näha, on tsentrifugaalpumpade kasutegur söödasegu transportimisel tunduvalt madalam tigupumba omast. Peale selle arendab tsentrifugaalpump suurt rõhku suure voolamiskiiruse puhul, mis aga ei ole soovitatav. Mahulistel pumpadel, sealhulgas ka tigupumbal, on tootlikkus suurte rõhkude juures enam-vähem ühtlane. Ka kivid ei takista tigupumba tööd (pump laseb läbi kive läbimõõduga kuni 30 mm). Suuremate kivide sattumist pumpa saab takistada tsükloni põhimõttel töötava kivipüüdjaga söödasegisti ja pumba vahel (joon. 148). Kivid, kui suurema tihedusega osad, vajuvad kivipüüdja põhja, kust nad eemaldatakse vastava luugi kaudu. Söödasegu intensiivne imemine toimub kivipüüdja ülemistes kihtides. Söödasegu lõppedes pääseb õhk läbi kivipüüdja ja söödasegu imemine lakkab.

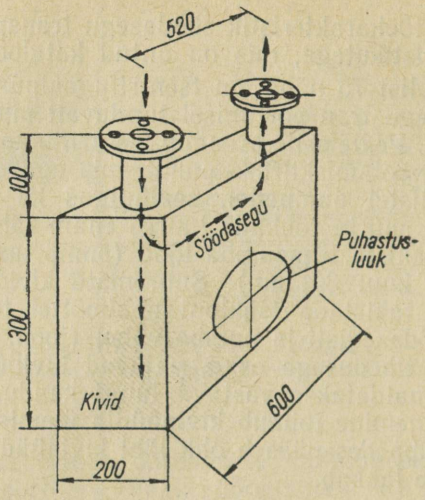
Mahulised pumbad tuleb varustada ülevooluventiiliga. Tigupumpade esmasel käivitamisel tuleb jälgida, et siduri

Tabel 75

Söödapumpade tehnilised andmed

Näitajad	BHM-18/3	«Põltsamaa»	2,5 НФ
Tootlikkus l/s	3,5...7,0	2,5...10	2,5...10
Rõhk kN/m² *	100...600	25...35	150...200
Tööorgani pöörete arv p/s	24,4	24,0	48,6
Pumba kasutegur %	25...80	kuni 20	kuni 10
Teopaari mahuline kasutegur %	70...90	—	—
Imiava läbimõõt mm	60	106	80
Rõhuava läbimõõt mm	60	90	65
Imiava kõrgus raamist mm	425	—	—
Elektrimootori võimsus kW	3...7	3...5	10...15
Gabariitmõõtmed mm:			810
pikkus	1760	350	
laius	430	400	760
kõrgus	480	490	425
Mass kg	237	—	138

* 1 kN/m² = 0,01 at.



Joon. 148. Kivipüüdja segisti ja pumba vahel

konstruktsiooni tõttu pöörleks pump ainult ühes suunas, ja nimelt mootori poolt vaadates päripäeva. Veel tuleb jälgida, et pumpa ei kävitataks kuivalt, sest see võib kummivooderdise väga lühikese ajaga rivist välja viia.

Söödapumpade tehniline hooldamine seisneb kulunud tihendite vahetamises ja õlitamises. Elektrimootori veerelaagrid tuleb määrida kord aastas solidooliga, pumba võlli laagreid ja tihendeid vähemalt kord kuus.

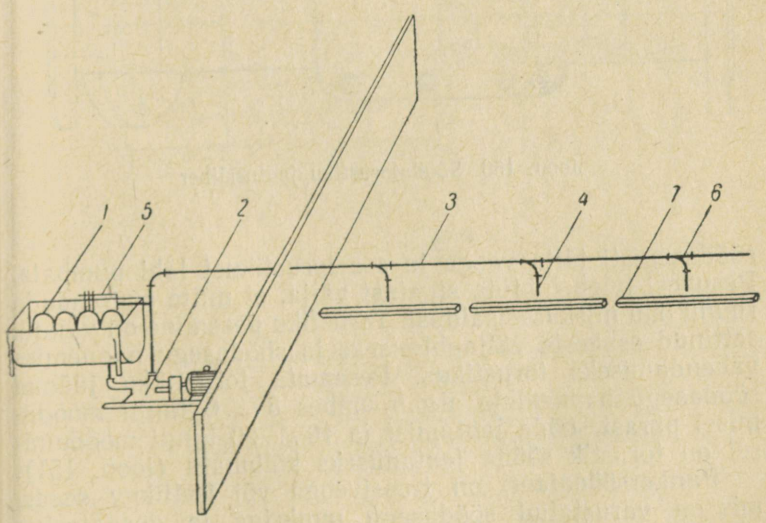
Blokeeritud või lähedal asuvates sigalates on soovitatav võtta söödatorustiku (joon. 149) läbimõõt 80... 100 mm. Külmumise vältimiseks tuleb sigalaväline söödatorustik isoleerida 7...8 cm paksuse mineraalvati kihiga ja pealt katta asbestkrohviga või asetada 1,5 m sügavusele maa sisse.

Suuremaid takistusi söödatorustiku ekspluateerimisel on sagedased ummistused, mis tekivad eranditult suure kohaliku takistusega torustikuosades (järsud pöörded, täisnurksed kolmikud, ventiilid). Nendes kohtades toimub söödasegu osakeste settimine kuni täieliku ummistumiseni.

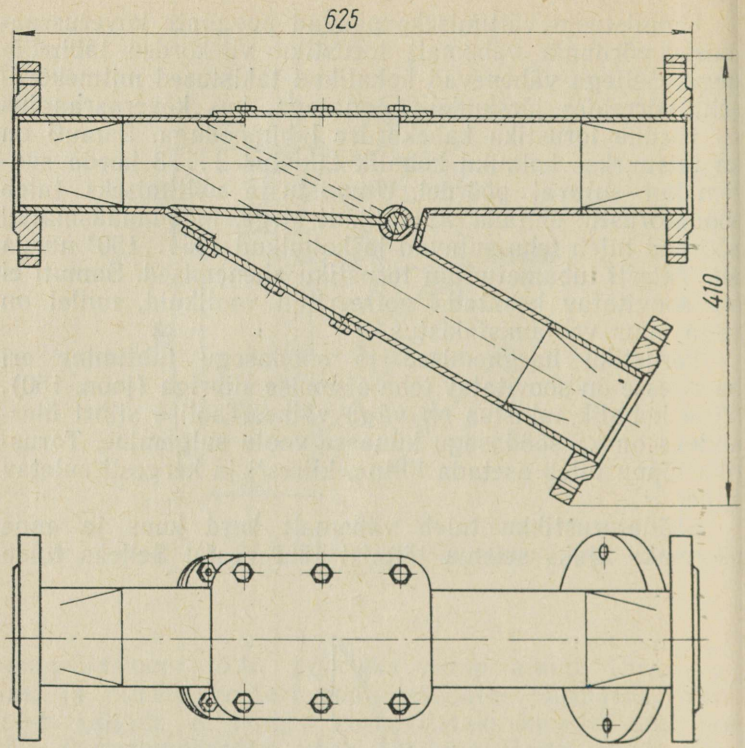
Ummistuste vältimiseks peavad poognate kõverusraadiused võrduma vähemalt torustiku viiekordse läbimõõduga. Sellega vähenevad kohalikud takistused mitmekordselt, võrreldes järskude poognatega, kus kõverusraadius on võrdne torustiku kahekordse läbimõõduga. Samuti on ka täisnurkse kolmiku kohalik takistus 2 ... 3 korda suurem kui sujuval pöördel. Ummistuste vältimiseks tuleb söödatorustik ehitada võimalikult sirge. Mööda pääsmatud pöörded tuleb teha sujuvad ja kolmikud 135 ... 150° nurga all. Täiesti lubamatud on torustiku ahenemised. Samuti ei ole soovitatav kasutada gofreeritud voolikuid, millel on väga suur voolamistakistus.

Torustiku hargnemised ja söödasegu juhtimine eri harudesse on soovitatav teha sisemise siibriga (joon. 150), mille kohalik takistus on väga väike. Taolise siibri ülesandeks on ka söödasegu künasse voolu sulgemine. Torustiku lõppu tuleb asetada lihtne, kiiresti ja kergesti suletav siiber.

Söödatorustikku tuleb vähemalt kord kuus ja enne pikemaks ajaks seisma jätmist läbi pesta. Selleks tuleb



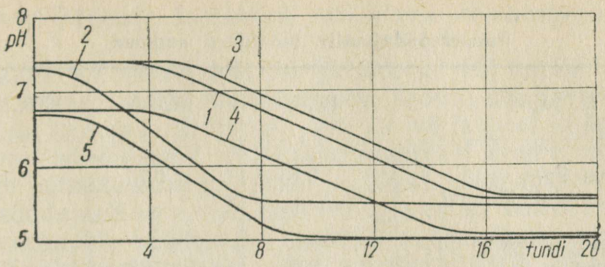
Joon. 149. Torujaotusseadme skeem: *1* — söödasegisti; *2* — söödapump; *3* — magistraaltorustik; *4* — harutoru; *5* — tagasivooluklapp; *6* — jaotussiiber; *7* — söödaküna



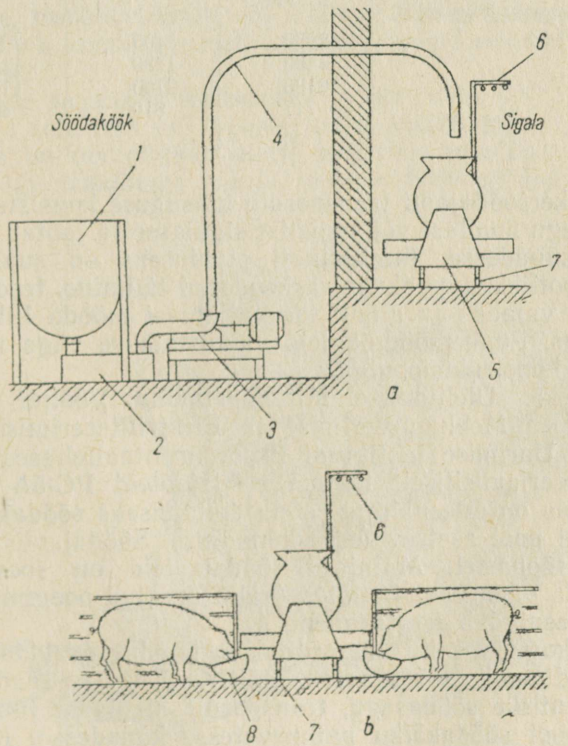
Joon. 150. Söödatorustiku jaotussiiber

söödasegisti täita veega ja see torustikust läbi pumbata. Pesuvesi tuleb juhtida sigalast välja, et mitte suurendada ruumi õhu niiskusesisaldust. Torustiku pesemine on vajalik settinud osakeste väljauhtmiseks ja söödasegu hapnemise vähendamiseks torustikus. Pesemata torustikku jäänud söödasegu hapnemine algab umbes 5...6 tunni möödumisel pärast sööda jaotamist ja 16...20 tunni möödumisel on torustik sööda jaotamiseks kõlbmatu (joon. 151).

Punkersöödajaoti on trossiveoga või iseliikuv seade, mis on varustatud söödasegu punkriga ja dosaatoriga ning mille liikumine on piiratud kindla trassiga (enamasti rööbastee). Seega võiks teda ka nimetada perioodiliselt töötavaks statsionaarseks seadmeks.



Joon. 151. Sööda hapnemise sõltuvus seismise ajast: *1*, *3* ja *4* — söödatorustikus; *2* — vaakumsöötjas; *5* — söödakünas



Joon. 152. Söödajaoti PC-5A kasutamise tehnoloogiline skeem: *a* — söödajaoti täitmine; *b* — sööda jaotamine; *1* — söödasegisti; *2* — kivipüüdja; *3* — söödapump; *4* — söödatoru; *5* — söödajaoti PC-5A; *6* — trolliliin; *7* — rööbastee; *8* — söödakünа

Tabel 76

Punkersöödajaotite tehnilised andmed

Näitajad	PC-5	PC-5A	КПСК-1000
Tootlikkus kg/s (katkestamatul töötamisel)	0,75	0,75	1,16
Liikumiskiirus sööda jaotamisel m/s	0,06	0,08	0,25
Punkri maht m^3	0,69	0,60	0,70
Rööbastee laius mm	600	600	800
Elektrimootori võimsus kW	1,7	1,7	4,5
Gabariitmõõtmed mm:			
pikkus	2950	3100	3000
laius	1480	1480	1100
kõrgus	2100	2100	1170
Mass kg	717	810	800

Punkersöödajaoti transpordib igasuguse konsistentsiga söödasegu hoidlast või segistist sigalasse ja jaotab doseeritult künadesse. Punkerjaoti puuduseks on suhteliselt väike tootlikkus, punkrite raskendatud täitmine, teede korrashoiu vajadus ja ainult kindlat trassi mööda liikumise võimalus. Punkersöödajaoteid valmistatakse väga mitmesuguse konstruktsiooniga.

Minskis Üleliidulise Mittemustmulla Vööndi Põllumajanduse Mehhaniseerimise ja Elektrifitseerimise Teadusliku Uurimise Instituudi Eksperimentaaltehases hakatakse seeriaviisiliselt tootma söödajaoteid PC-5A (joon. 152), mis on ette nähtud sööda jaotamiseks söödakäigust mõlemal pool asetsevatesse künadesse. Söödajaoti PC-5A liigub rööbastel. Mainitud söödajaoteid on soovitatav kasutada väikestes sigalates (välja arvatud poegimissigalad). Teenindab üks inimene.

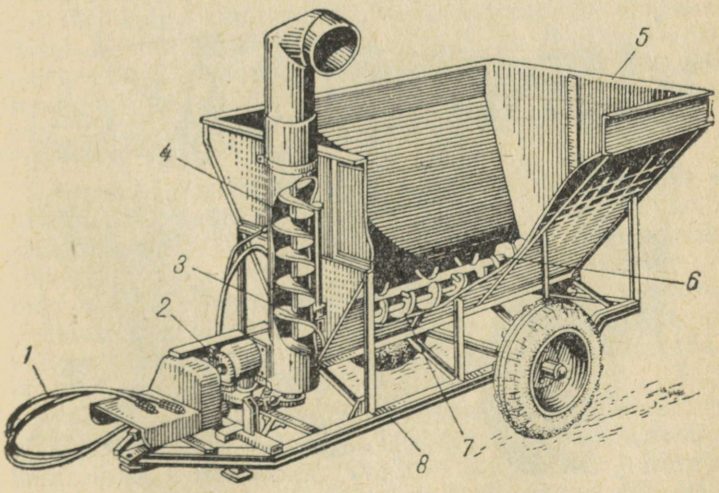
Nõukogude Liitu imporditakse Tšehhoslovakkias valmistatud punkersöödajaoteid КПСК-1000. See seade valmistab niiske söödasegu, transpordib sigalasse ja jaotab kahel pool söödakäiku paiknevatesse künadesse. КПСК-1000 peseb ja lõikab juurvilja lõikudeks, pudrustab aurutatud kartuli ja valmistab hästi segatud söödasegu. Söödasegu valmistamiseks kulub 12 min ja 600 seale doseeritult jaotamiseks 10 min. Seadet teenindab üks inimene.

4. Söötade jaotamine mobiilsete seadmetega

Mobiilsed söödajaotid on iseliikuvad või haakes veetavad seadmed, mille liikumine pole seotud kindla trassiga ja võib toimuda nii farmis kui ka väljaspool seda. Iseliikuvad söödajaotid ehitatakse tavaliselt šassiitraktorile. Nende puhastamine on lihtne ja nõuab vähe aega. Mobiilsete söödajaotitega võib jaotada igasuguse konsistentsiga söödasegusid. Söödasegu jaotatakse künadesse kas lint- või tigutransportööriga või pneumaatiliselt. Mobiilsed söödajaotid koosnevad mahutist, millesse on paigutatud ka segamise tööorgan, toite- ja etteandetransportööridest. Etteantava sööda kogust reguleeritakse väljalaadimisava suuruse, transportööride või traktori liikumiskiiruse muutmisega või kombineeritult, kasutades mõnd eespool toodud moodust.

Sööda segamine transpordi ja jaotamise ajal on vajalik segu settimise või separeerumise vältimiseks.

Kas on otstarbekas eemal asuvasse sigalasse valmis söödasegu traktoriga kohale vedada tsentraalsest sööda-



Joon. 153. Söödajaoti KPC-1: *1* — hüdrosüsteemi voolikud; *2* — põrksidur; *3* — kallutatav väljalaadimise tigutransportöör; *4* — hüdrosilinder; *5* — punker; *6* — kobesti; *7* — punkri tigutransportöör; *8* — raam

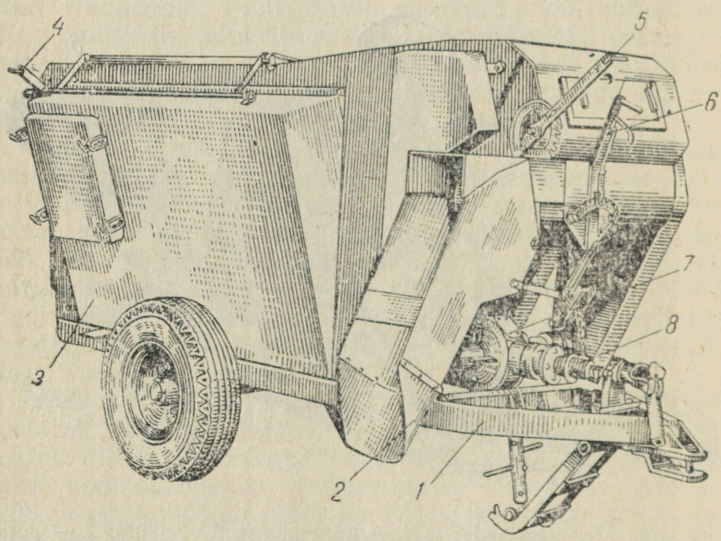
köögist või ehitada uus söödaköök, seda näitab arvutus ja kaalutlus igal konkreetsel juhul eraldi.

Haakesöödajaotid on ette nähtud kuiv- ja vedelsöötade transportimiseks ja etteandmiseks künadesse. Tööstuslikult toodetakse söödajaoteid КРС-1, КУТ-3 (moderniseeritud КУТ-3М ja КУТ-3АМ) ja Saksa DV-s toodetud F 935. Ainult kuivsööta jaotab КЗ-3.

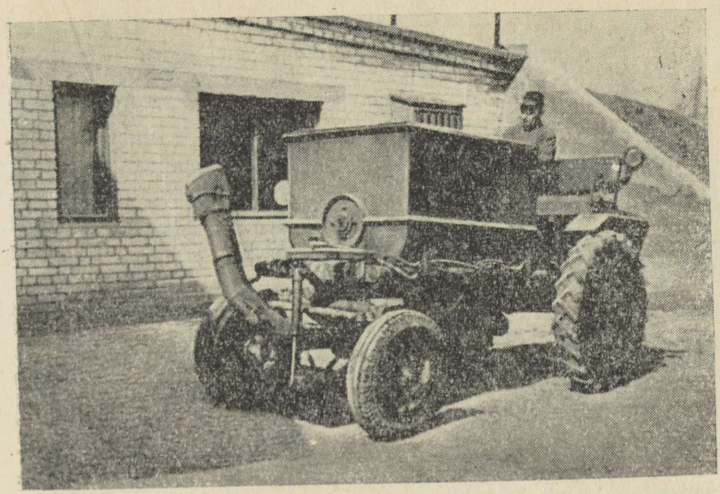
Söödajaoti КРС-1 on üheteljeline mobiilne haakeseade niiske söödasegu jaotamiseks (joon. 153).

Söödajaoti täidetakse punkritest või transportööri abil. Sööda etteandmiseks künadesse sõidetakse traktori haakes oleva jaotiga piki küna. Seejuures tuleb sisse lülitada etteandemehhanism ja traktori jõuvõtuvõll. Etteantava sööda kogust reguleeritakse traktori liikumiskiiruse muutmisega. Ühest punkritäiest vedelsöödast jätkub kahekordsel söötmisel 200...300 nuumikule (elusmassiga 70... ...100 kg), s. t. ühekordsel sööda jaotamisel 800-le nuumikule tuleb teha 3...4 reisi.

Söödajaotiga КУТ-3 (КУТ-3М, КУТ-3АМ) (joon. 154)



Joon. 154. Söödajaoti КУТ-3: *1* — raam; *2* — väljalaadimisrenn; *3* — punker; *4*, *5* ja *6* — hoovad; *7* — reduktor; *8* — kardaanvõll



Joon. 155. Söödajaoti «Märja»

vedelsööda etteandmisel kinnitatakse väljalaadimistransportööri külge kaldrenn. Kuiv- ja haljassööda väljalaadimisel kasutatakse horisontaalrenni ja lisatigutransportööri. Sööda jaotamise tehnoloogialt on ta analoogiline söödajaotiga KPC-1. Ühest punkritäiest vedelsöödast jätkub kahekordsel söötmisel 400...600 seale (elusmass 70...100 kg).

Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Instituudi iseliikuva söödajaoti «Märja» (joon. 155) ühest punkritäiest söödasegust jätkub kahekordsel söötmisel 200 nuumikule (elusmass 70...100 kg). Haagitud järelvankriga võib teda kasutada ka söötade põllult või ladudest söödaköögi vedamiseks. Söödajaoti «Märja» ette võib ühe minuti jooksul kinnitada sõnnikukopa ja siis saab teda kasutada ka sõnniku koristamiseks.

Mobiilsete söödajaotite efektiivseks kasutamiseks peavad künad olema pidevad, katkestusteta sulu väravate või solaariumi avade kohal. Traktori kergemaks juhtimiseks peab söödakäik olema varustatud jäljesisese või -väliste rattasuunajatega.

Mobiilseid söödajaoteid on soovitatav kasutada 3000... 5000 sea farmides, kui sigalad paiknevad üksteisest

Mobiilsete söödajaotite tehnilised andmed

Näitajad	KPC-1	KVT-3	F935	K3-3	«Märja»
Söödasegu liik	kuiv- ja vedel-sööt	kuiv- ja vedel-sööt	kuiv- ja vedel-sööt	kuiv-sööt	vedel-sööt
Punkri maht m^3	1,5	3,0	2,0	3,0	1,35
Kandevõime kg	1000	2000	2000	2000	1500
Söödasegu tõstekõrgus m	0,81 ... 2,35	1,2	0,55	2,0	0,25 ... 1,0
Jaoti tootlikkus kg/s	kuni 8	11	10 erinevat	7 ... 8	11
Tarbimisvõimsus kW	6 ... 7,5	7,5 ... 8	—	7,5 ... 8	7,5 ... 8
Liikumiskiirus m/s:					
jaotamisel	0,24	0,24 ... 1,00	0,26 ... 1	—	1; 1,3; 1,6
transpordil	1,6 ... 4	1,6 ... 4	kuni 4	1,6 ... 4	kuni 3,8
Tootlikkus söötmisel transportimisel 1 km kaugusele (tööaja kasutamise koefitsiendiga 0,8) kg/s	0,6	1,2		1,2	0,6
Inimtöökulu 1 t sööda jaotamiseks min	23	14		14	12
Vajalik söödakäikude laius m	2,0	2,0	1,7	3,5	1,7
Pöörderaadius m	5,0	5,0		5,0	3,5
Gabariitmõõtmed mm:					
pikkus	3115	3950	3600	3300	4200
laius (töötamisel)	1640 ... 1840	1500	1520	3460	1920
laius (transpordil)	1327				
kõrgus	1900	1960	1400	2260	1760
Mass kg	600	1270		845	

eemal. Eriti otstarbekas on kirjeldatud söödajaotid juhul, kui sõnnik eemaldatakse sama šassiitraktori ette kinnitatud frontaallaadija või buldooseri abil. Mobiilsete söödajaotite tehnilised andmed on tabelis 77.

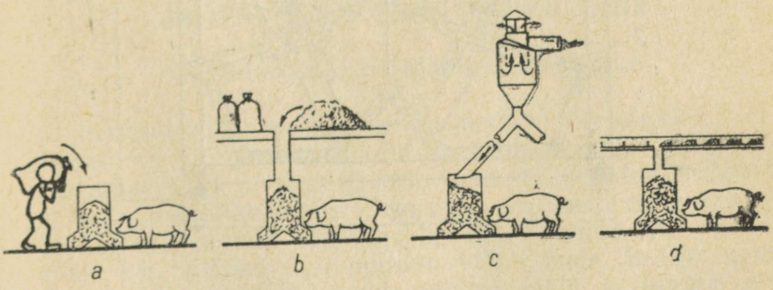
Mobiilsete söödajaotite hooldamine seisneb peale traktori hooldamise igapäevases tehnilises hooldamises ja kaks korda kuus toimuvas perioodilises tehnilises hooldamises nr. 1. Igapäevasel tehnilisel hooldamisel pestakse söödajaoti, kontrollitakse peamiste sõlmede kinnitust, kummide õhurõhku ja hüdrosüsteemi voolikuid ning õlitatakse seadet.

Perioodilisel tehnilisel hooldamisel reguleeritakse rattarummude laagreid, kontrollitakse ja reguleeritakse kaitsesidureid ja hüdrosüsteemi. Vajaduse korral vahetatakse hüdrosüsteemi nahast mansetid.

5. Söödautomaadid

Söödaautomaatide kasutamise eesmärk on tööviljakuse tõstmine võrreldes kahekordse söötmisega. Söödaautomaadid kergendavad igapäevast tööd sööda jaotamisel ja võimaldavad selle pühapäeviti ära jätta. Kõige paremaid tulemusi sigade nuumamisel liha kvaliteedi osas (eriti peekoninuumal) on saavutatud siiski normeeritud söötmisega, kuid see võimalus söödaautomaatide kasutamisel puudub.

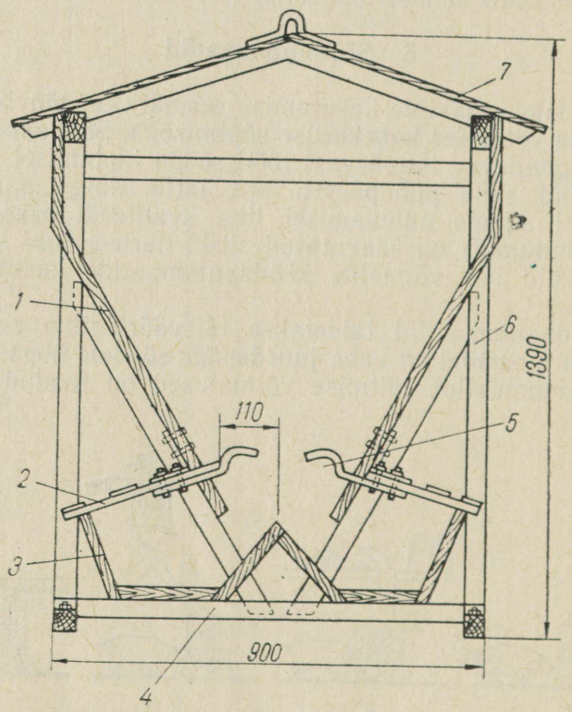
Söödaautomaadid täidetakse täisväärtusliku segasöödaga ja loomadel on vaba juurdepääs söödale ööpäev läbi. Söödaautomaatide täitmise võimalused on toodud joonisel 156.



Joon. 156. Söödaautomaatide täitmise võimalusi: *a* — käsitsi kandes; *b* — käsitsi lakaruumist kühveldades; *c* — pneumotransportööriga; *d* — kraap- või tigutransportööriga

Vedelsööda automaadid, nn. vaakumsöötjad ei ole ennast õigustanud järgmistel põhjustel: 1) vaakumsöötjas toimub söödasegu settimine; esialgu saavad sead raskemad komponendid, hiljem kergemad (rohujahu); 2) vaakumsöötjas toimub kiire sööda hapnemine; 3) vaakumsöötjate teenindamine on füüsiliselt raske; 4) vaakumsöötjate igapäevane pesemine on töökulukas.

Täisväärtuslik segasööt on jõusööt, millesse on segatud valgurikkad komponendid, mineraalsöödad, vitamiinid, mikroelemendid, antibiootikumid ja ka kuivatatud kartul. Söödaautomaadid on otstarbekohased majandites, kus toodetakse küllaldaselt teravilja või on rakendatud kartuli kuivatamine.



Joon. 157. Kobestiga söödaautomaat: *1* — punker; *2* — söödaküna kaas; *3* — küna; *4* — jagaja; *5* — kobesti; *6* — külgtugi; *7* — punkri kaas

Tabel 78

Söödaautomaatide tehnilised andmed

Näitaja	AKT	CM-1
Mahuti maht m^3	0,96	0,52
Kuivsööda mahutatavus kg	700	400
Gabariitmõõtmed mm:		
pikkus	1820	1550
laius	700	450
kõrgus	1290	1250
Mass kg	180	120

Tööstuslikult toodetakse 12 söödakohaga söödaautomaati AKT (söödakohad ühel pool) (tabel 78) ja 5 söödakohaga CM-1

Saksa DV-s on välja töötatud söödaautomaadid ka niiske söödasegu jaoks, kuid nende töökindlus sõltub suurel määral söödasegu koostisest.

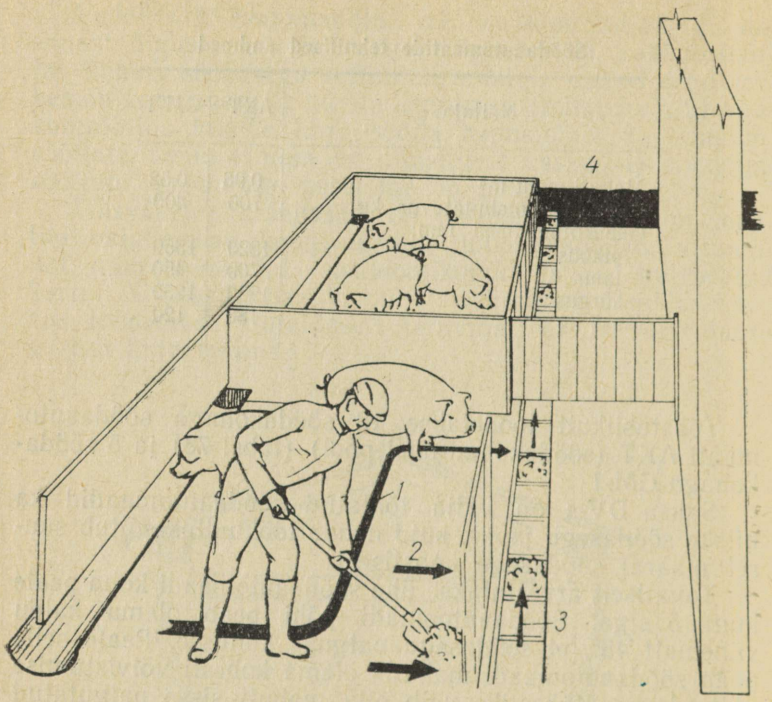
Tavaliselt arvestatakse ühe söödaautomaadi koha peale kuni 5 siga. Söödaautomaadi põhi peab olema kaldu vähemalt 45°, et söödasegu valguks künasse. Peale selle peab söödaautomaadi mahutis olema kobesti võlvistumise vältimiseks. Kobestiks võib olla mahuti sisse paigutatud kett, pendeldav esilaud või küna katva kaane külge kinnitatud mahutisse ulatuv varb (joon. 157).

§ 12. SÕNNIKU EEMALDAMISE JA ALLAPANU JAOTAMISE MEHHANISEERIMINE

1. Sõnniku eemaldamine sulgudest

Sõnniku eemaldamine on raskemaid töid sigalas. Seepärast on ka sõnniku hoidlasse transportimise mehhaniseerimiseks ja automatiseerimiseks rakendatud rohkesti erineva tööpõhimõtte ja ehitusega seadmeid ning meetodeid. Kuid sigade lamamisala puhastamine on jäänud siiski käsitsitööks, sest puudub sobiv seade. Erandi moodustab täisrestpõrand, mida sõnnik läbib ja langeb allolevasse kanalisse või hoidlasse.

Enamasti on sead sõnniku eemaldamise ajal sulgu-



Joon. 158. Sulupõranda puhastamise skeem

des, sõnnik põrandal laiali, põrand märg ja libe. Niisugustes tingimustes on talitajal raske töötada.

Joonisel 158 on skemaatiliselt näidatud sulupõranda puhastamist. Tavaliselt alustatakse lamamisalast. Põrandal olevat sõnnikut tuleb lükata kühvli või labidaga. Töökulu sõltub sõnniku lükkamise ulatusest. Kui lükatakse väravа kaudu, nagu näitab nool *1*, siis on lükkamistee pikem. Otstarbekam on lükata lühemat teed, noolte *2* suunas otse transportöörile *3*, mis viib sõnniku edasi sõnnikuhoidlasse *4*. Pikast sulust, kus sõnnikukäigupoolne sulupiire on väravа laiusest mitu korda pikem, lükatakse sõnnik välja mitte väravast, vaid sulupiiride ja põranda vahelisest 10 . . . 15 cm kõrgusest vahest. Lühikeste sulgude puhul pole see oluline, kuid virtsa paremaks äravoolamiseks on siiski vaja kuni 5 cm kõrgust vahet. Sulu-

põranda kalle sõnniku transportimise seadme poole soodustab virtsa äravoolamist ja hõlbustab puhastamist.

Sõnnikukäigu põrandale kogunenud sõnnik lükatakse samuti transportöörile. Eeltoodust selgub, et tavalise betoonpõranda puhul tuleb suurem osa selle pinnast käsitsi puhastada. Uurimuste kohaselt koguneb nuumikute pidamisel taani-tüüpi sulus lamamisalale 21,8% ja sõnnikukäiku 78,2% sõnnikust [22]. Kui lamamisala pind sulus on üle 0,65 m^2 nuumiku kohta, koguneb sellele märgatavalt rohkem rooja ja töökulu suureneb. Seepärast on eesmärgiks, et rohkem sõnnikut koguneks sõnnikukäiku ja veel parem, kui enamik sellest koguneks transpordiseadme haardeulatusse. Tabelis 79 on toodud võrdlusandmeid nuumikute sulgudest sõnniku eemaldamise töökulu kohta erinevate seadmete kasutamisel. Siit selgub, et vahetu töökulu sõnniku käsitsi lükkamisel või tõstmisel moodustab 68,9 ... 85,7% sõnniku eemaldamise ajast. Seejuures sõltub kogu töökulu seadmest, sulgude konstruktsioonist, töö organiseerimisest, kogemustest jt. teguritest. Silma torkab väiksem töökulu traktoribuldooseri puhul. See on tingitud

Tabel 79

Keskmine töökulu sõnniku eemaldamisel mitmesuguste seadmetega
(sea kohta päevas)

Seadme nimetus	Kokku	Sellest					
		käsitsitöö		seadme käsitöö		muud tööd	
	s	s	%	s	%	s	%
Käsikäru	79,2	54,6	68,9	20,4	25,8	4,2	5,3
Ripptee	43,8	34,2	78,1	6,0	13,7	3,6	8,2
Latt-transportöör	33,6	28,8	85,7	1,2	3,2	3,6	10,7
Kraaptransportöör	36,6	29,4	80,3	4,2	11,5	3,0	8,2
Ühe skreeperiga seade	20,4	16,8	82,3	2,4	11,8	1,2	5,9
Kahe skreeperiga seade	28,2	19,8	70,2	4,2	14,9	4,2	14,9
Osaline restpõrand	25,8	19,2	85,1	1,8	8,4	4,8	6,5
Traktoribuldooser	17,4	12,0	69,0	3,6	20,7	1,8	10,3

laiast sõnnikukäigust ja buldooseri laiast haardeulatusest. Sõnnikukäiku kogunenud sõnnikut ei tule käsitsi lükata. Sama peaks olema kehtiv osalise restpõranda kohta, kuid ummistuste likvideerimine kanali tühjendamisel ja liiga suur lamamisala pind sea kohta suurendab töökulu.

Sulu põrandalt sõnniku uhtmine veega pole intensiivse seakasvatuse puhul otstarbekohane. Mõõtmised näitavad, et ühe kilogrammi sõnniku eemaldamiseks tuleb lisada 1,34 kg uhtevett, mis hiljem vajab äravedamist ja suurendab tunduvalt veoste mahtu.

2. Sõnniku transport sigalas

Kett- ja latt-transportöörid. Kasutamist leiavad kett-kraaptransportöör ТСН-3,0Б ja latt-transportöör ТШ-30, mille töötavad harud monteeritakse sõnnikukäikudesse valatud rennidesse. Kett-kraaptransportöör toimetab sõnniku sigala ühte otsa, kuid latt-transportööriga saab seda suunata veel sigala keskel olevasse põikkanalisse või teisele transportöörile, mis transpordib sõnniku hoidlasse.

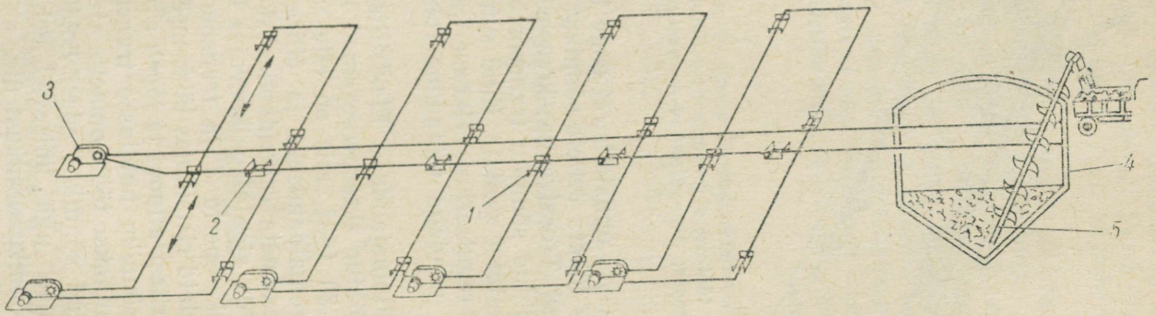
Nimetatud transportöörid ei transpordi aga vedelsõnnikut, eriti kui seda on vaja ülespoole suunata. Seadmetega kaasasolevad kaldtransportöörid ei ole küllaldase külmakindlusega.

Transportööre tuleb hooldada ja reguleerida vastavalt

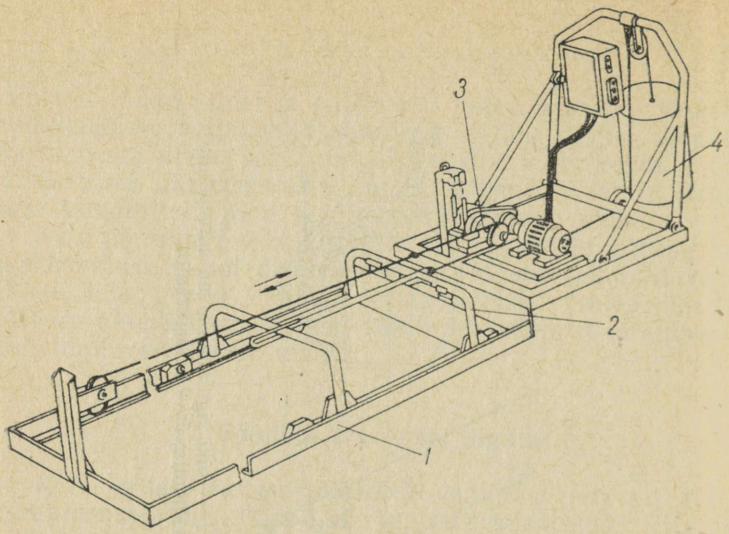
Tabel 80

Skreeperseadme ТС-1 ja kaldelevaatori НПК-30 tehnilised andmed

Näitajad	Skreeper-seade	Kald-elevaator
Keskmine tootlikkus kg/h	10 000	30 000
Skreeperi liikumiskiirus m/s	0,25	—
Koppade liikumiskiirus m/s	—	0,75
Tarbimisvõimsus kW	2,8	3,0
Pikkus m:		
piki sigalat liikuval seadmel	96	—
risti sigalat liikuval seadmel	120	—
Kaldelevaatori väljalaadimis-sügavus m	—	8
Mass kg	1500	1350



Joon. 159. Skreeperseadme ТС-1 ja kaldelevaatori НПК-30 skeem: *1* — piki sigalat liikuvad skreeperid; *2* — ristkanalis liikuvad skreeperid; *3* — ajam; *4* — sõnnikuhoidla; *5* — kaldelevaator



Joon. 160. Ristkanalis töötava skreeperseadme üldvaade: *1* — juhttee; *2* — skreeper; *3* — ajam; *4* — vasturaskus

instruktsioonile. Ei või unustada, et enne tuleb seade käivitada ja alles siis lükata sellele sõnnikut.

Skreeperseadmed. Trossiveoga skreeperid ehk sõnnikukühvlid on ette nähtud sõnniku transportimiseks sigalast hoidlasse või üle kaldtee veokile. Kuid suhteliselt keeruka ehituse, sagedase reguleerimisvajaduse ja ruttu kuluva trossi tõttu nõuab nendega töötamine rohket tähelepanu ja hoolt.

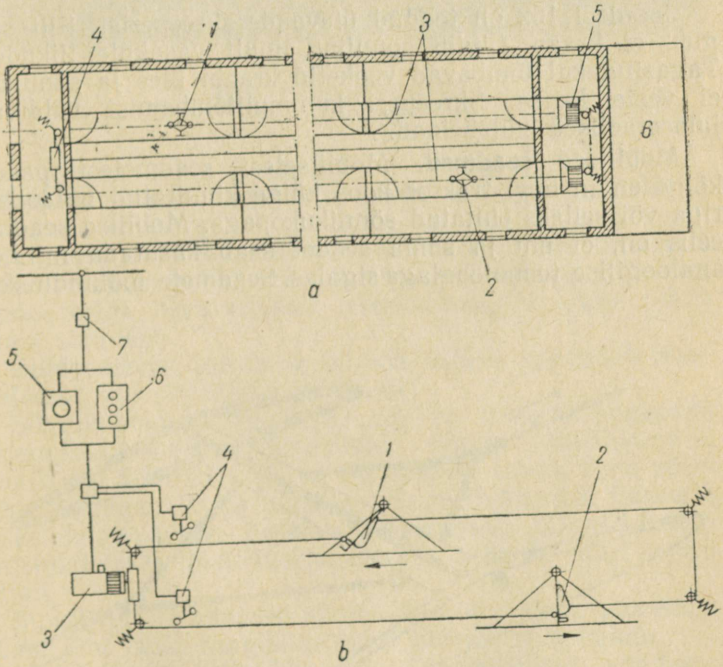
Üleliidulise Põllumajanduse Elektrifitseerimise Instituudis on välja töötatud skreeperseadmed TC-1 koos kaldelevaatoriga НПК-30 [53], mis on ette nähtud mitmest sigalast sõnniku eemaldamiseks ja ühise sõnnikuhoidla tühjendamiseks. Seadmete rakendamise skeem on näidatud joonisel 159. Piki sigalat paiknevates kanalites liiguvad edasi-tagasi skreeperid *1* ja transpordivad sõnniku sigala keskele, sigalaid ristsuunas läbivasse kanalisse. See kanal asub skreeperitest allpool ja lõpeb sõnnikuhoidlas *4*. Ristkanalis oleva sõnniku hoidlasse transportimiseks on skreeperid *2*, mis pannakse tööle omaette ajamiga *3*. Skreeperite kraabid viivad sõnnikut edasi hoidla poole liikumisel, tagasiliikumisel aga libisevad eelmise skreeperi poolt mahajäetud sõnnikuhunnikust üle.

Hoidla tühjendamiseks on kaldelevaator *5*.

Joonisel 160 näeme ristkanalis töötava skreeperseadme üldvaadet. Kanali põhjale asetatakse nurkterasest juhttee *1*, millel liigub skreeper *2*. Seade rakendatakse tööle ajami *3* abil. Vasturaskus *4* on vajalik veotrossi pingutamiseks.

Tabelis 80 on toodud tehnilisi andmeid skreeperseadme TC-1 ja kaldelevaatori НПК-30 kohta.

Saksa Demokraatlikus Vabariigis on välja töötatud programmkella abil juhitav skreeperseade [7], mis hakkab ettenähtud ajal tööle ja puhastab kanaleid mitu korda päevas. Autorid eeldavad, et sulud on normaalselt sigadega täidetud ja lamamisalale puistatakse kuiva allapanu. Siis koguneb suurem osa sõnnikust kanalisse, kust skreeperid selle automaatselt hoidlasse transpordivad. Kuid



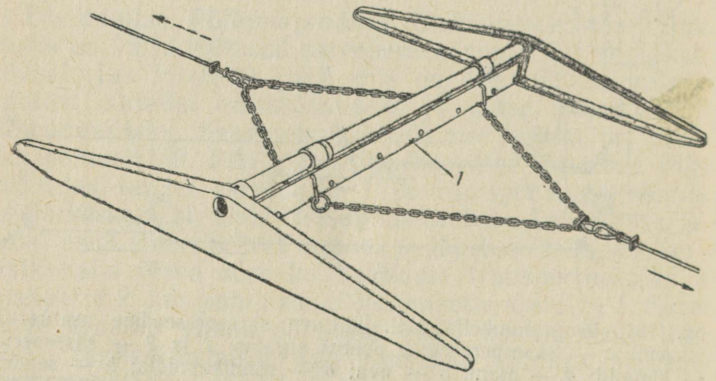
Joon. 161. Programmkella abil juhitava skreeperseadme asetus- ja tööskeem: *a* — skreeperseadme asetus sigalas: *1* ja *2* — skreeperid; *3* — kanalid; *4* — ajam; *5* — ava; *6* — sõnnikuhoidla; *b* — seadme töötamise skeem: *1* ja *2* — skreeperid; *3* — ajam; *4* — lõpplülitid; *5* — programmkell; *6* — kaitsmed; *7* — lüliti

aeg-ajalt tuleb lamamisala puhastada, mis on jäänud siiski käsitsitööks.

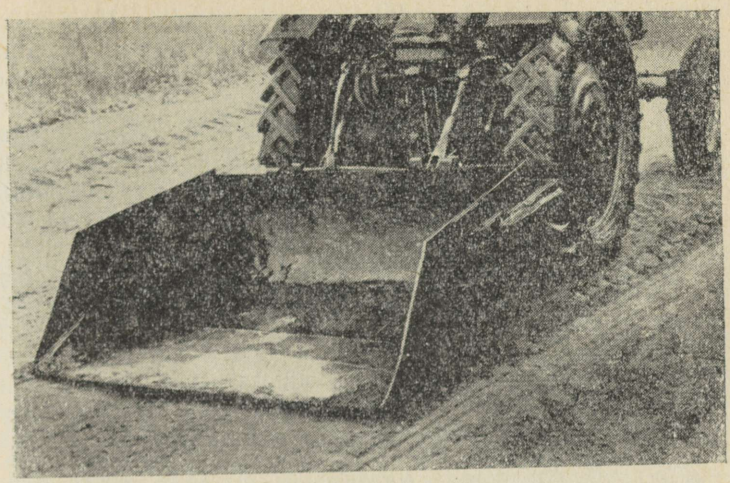
Skreeperid *1* ja *2* (joon. 161, *a*) liiguvad kanalites *3*. Sigala ühes otsas on ajam *4* ja vastasotsas avad *5*, mille kaudu juhitakse sõnnik hoidlasse *6*. Skreepereid *1* ja *2* (joon. 161, *b*) veetakse ringtrossi abil, mida käitab ajam *3*. Lõpplülitid *4* juhivad skreeperite edasi-tagasiliikumist. Programmkell *5* asub spetsiaalses kapis väljaspool sigade ruumi, samas asuvad ka kaitsmed *6*. Lüliti *7* lahutab seadme elektrivõrgust. Skreeperi kõrgus on 18 cm, mis võimaldab tal liikuda suluväravate alt läbi. Skreeperite liikumiskiiruseks valiti 0,1 m/s. Sellise kiiruse juures jõuavad sead skreeperite eest ära minna. Seade hakkab tööle ja seiskub inimese abita, vastavalt programmkella reguleerimisele.

Joonisel 162 on toodud ülevaade skreeperist. Siit selgub, et kraap *1* viib sõnniku ainult vasakule liikudes. Tagasitulekul tõmbavad veoketid kraabi üles ja sõnnikut ei veeta kaasa. Skreeperi kummulitõmbamist väldivad jalasetaolised külgseinad.

Mobiilsed seadmed. Mobiilsetest seadmetest pakub kõige enam huvi traktor koos külge kinnitatud buldooseriga või selleks ehitatud sõnnikukopaga. Mobiilse seadme eelis on, et üht ja sama seadet saab kasutada mitmes analoogilise tehnoloogiaga sigalas. Seadmete töökindlus on



Joon. 162. Skreeper: *1* — ülestõstetav kraap



Joon. 163. Sõnnikukopp

küllaldane, traktori asendamine hõlpus, tööorganid lihtsa ja tugeva ehitusega.

Buldooseri või sõnnikukopa kasutamine õigustab ennast tahke sõnniku puhul, mistõttu tuleb kasutada allapanu. Buldooseriga saab edukalt transportida ka pikka põhurikast sõnnikut.

Buldooseriga lükatakse sõnnik mööda põrandat maapealsesse või süvistatud hoidlasse.

Sõnnikukopp (joon. 163), mis on vastava konksuga horisontaalasendisse fikseeritud, täitub edasiliikumisel sõnnikuga. Sõnnikuhoidlas vabastatakse konks, kopp pöördub esiotsaga alla ja tühjeneb. Tagasiliikumisel fikseerib konks kopa uuesti horisontaalasendisse. Sõnnikukanali tühjendamiseks tuleb keskmiselt 3 . . . 4 korda edasi-tagasi sõita.

Mobiilsete seadmete puuduseks on talvel pakasega külma õhu lauta tungimine lahti olevate uste kaudu.

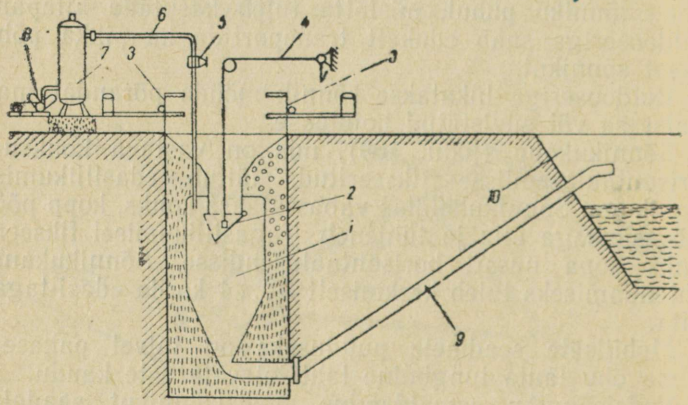
Vedelsõnniku eemaldamine. Vedelsõnnikut saadakse sigade allapanuta pidamisel või vähese allapanu kasutamisel. Sõnnik koguneb põrandasse ehitatud kanalitesse, mille tühjendamine võib toimuda mitmeti. Kanali põhjale antakse ligilähedaselt 1% kalle ja kanal jagatakse siib-

ritega osadeks, et vedelsõnnik koguneks. Kui siiber avada, tühjendab vedeliku vool kanali. Selle mooduse põhiliseks puuduseks on siibrite ebatihedus ja nende tõstmise tülikus. Sõnniku vedelam osa võib ebatiheda siibri kaudu ära voolata, paksem osa aga setib kanali põhja, kust selle eemaldamine on tülikas. Sõnniku eemaldamiseks pumbatakse osa vedelikku vastava pumbaga torustiku kaudu sõnnikuhoidlast kanalisse tagasi ja korratakse uhtmist, kuni kanal on tühi.

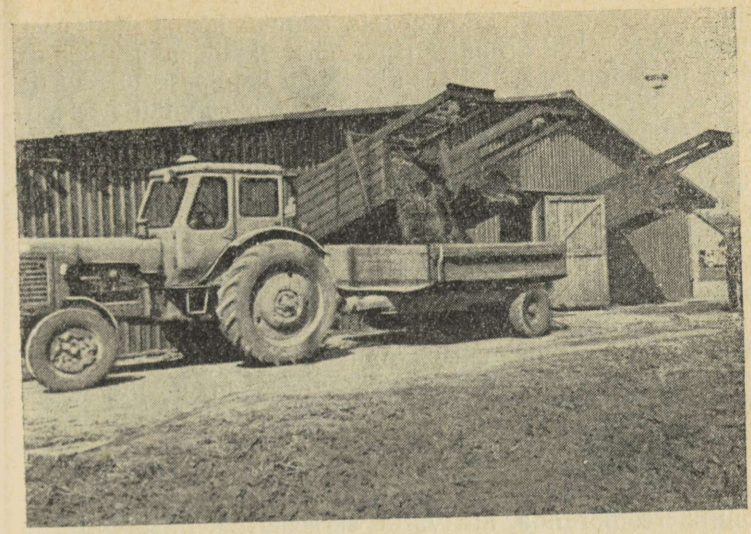
Saksa Demokraatliku Vabariigi uurijad R. Holke ja A. Lorke [4] märgivad, et täisnurkse ristlõikega ja horisontaalse põhjaga kanal soodustab rooja ja uriini segu moodustamist ning äravoolamist. Katsed näitasid, et astmeliselt langev kanalipõhi soodustab veelgi äravoolu, kusjuures astme ulatuses on kanali põhi horisontaalne. Nii ei ole vaja vedeliku tagasipumpamisseadet ja kanalid tühjenevad käsitsitööta.

3. Sõnniku veokile või hoidlasse laadimine

Sigalates paiknevate sõnniku eemaldamise põhiseadmetega transporditakse sõnnik hoone ühte otsa või keskele. Põhiliselt töötavad seadmed horisontaaltasapinnas.



Joon. 164. Pneumaatilise sõnnikutranspordi skeem: *1* — mahuti; *2* — klapp; *3* — kraaptransportöörid; *4* — tross; *5* — kraan; *6* — toru; *7* — suruõhupaak; *8* — kompressor; *9* — sõnniku väljavoolu toru; *10* — sõnnikuhoidla



Joon. 165. Sõnniku järelkärusse laadimine skreeperitega Tartu näidissovhoosi seafarmis

Kõlvikutele vedamiseks on tarvis hoidlasse või veokile koguda küllaldane kogus sõnnikut. Seetõttu on tarvis põhiseadmed varustada abiseadmetega, mis tõstavad või suunavad sõnniku ettenähtud kohta.

Kraaptransportööri puhul on abiseadmeks kaldtransportöör, mis suunab sõnniku näiteks veokile. Kuid kaldtransportöör ei ole küllaldase külmakindlusega ja ei transpordi vedelsõnnikut. Eesti Loomakasvatuse Instituudi mehhaniseerimise osakonnas on ehitatud ja rakendatud sõnnikukopp, mis mahutab mitu tonni vedel- või tahket sõnnikut. Seetõttu ei ole vaja, et sõnnikuvanker seisaks sulgude puhastamise ajal kopa all. See võimaldab sõnnikuvedu otstarbekamalt organiseerida.

Juhul, kui tahetakse koguda sõnnikut suurde maapealsesse hoidlasse, rakendatakse elektrifitseeritud sõnnikuveovagonetti ВНЭ-1Б. Seade koosneb ühe kuupmeetrilise mahuga kallurvagonetist, rööbasteest ja ajamist.

Seadet saab rakendada kraaptransportööride ТСН-3,0Б, ТСН-3,0А, latt-transportööri ТШ-30 jt. puhul. Kui maa-

pind on tasane või takistab süvistamist kõrge põhjavesi, suunatakse kett-kraaptransportööri kaldosaga sõnnik elektriajamiga vagonetti ja sellega hoidlasse. Seevastu sobiva kalde ja süvistamise puhul võib sõnniku horisontaaltransportöörilt vahetult suunata vagonetti.

Pneumaatiline sõnniku transportimise seade (joon. 164) koosneb metallmahutist *1*, mis on asetatud maasse transportööride *3* otste alla, nii et sõnnik langeb klapi *2* kaudu mahutisse. Kui mahuti on täitunud, jäetakse transportöörid seisma, suletakse klapp trossi *4* abil ja avatakse mahutit suruõhupaagiga *7* ühendava toru *6* kraan *5*. Suruõhu saamiseks on kompressor *8* (maksimaalne rõhk 980 kN/m^2). Suruõhk surub sõnniku toru *9* kaudu sõnnikuhoidlasse *10*. Sõnnikuhoidla võib olla ka maapealne. Ühte kompressorit saab kasutada mitmest mahutist sõnniku väljasurumiseks.

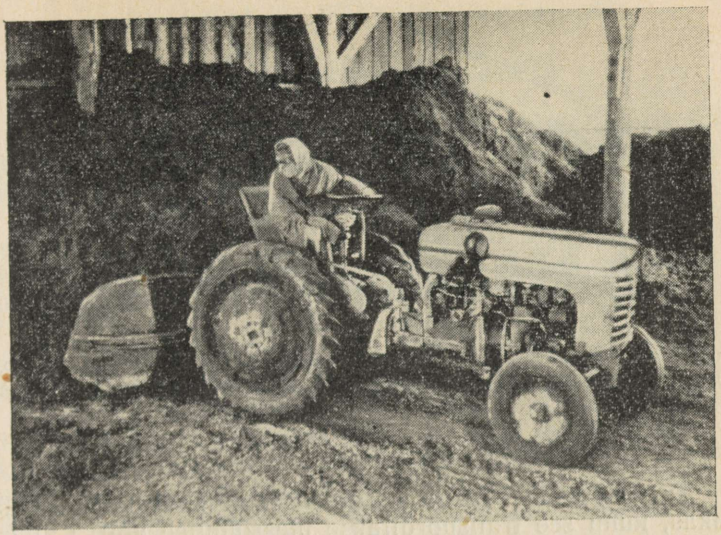
Skreeperite abil saab sõnnikut veokisse tõsta ka kaldteid kaudu. Tartu näidissovhoosi sigalas tõmmatakse sõnnik restpõranda alt välja skreeperiga ja laaditakse kaldtee kaudu veokisse (joon. 165).

Eesti Loomakasvatuse Instituudi mehhaniseerimise osakonnas on välja töötatud vedelsõnnikupump, millel on õlgede ja teiste kiuliste materjalide lõikamiseks sõnniku sissevooluavas vastavad lõikenoad. Pumba tootlikkus kuni 12% kuivainesisaldusega vedelsõnniku puhul on umbes 8 l/s ja tarbimisvõimsus 12 kW.

4. Allapanu jaotamine

Kui lamamisala põrand on külm, märg ja suure soojusmahutavusega, kaotab siga rohkesti kehasoojust, tekib külmatunne, väheneb kaaluiive ning esineb sagedamini haigestumisi kui kuiva ja sooja põranda puhul. Lamamisala hea soojusmaterjal on kuiv turvas, mis sisaldab keskmiselt 30...40% niiskust. Turvas muudab sõnniku tahkeks ja hõlpsasti transporditavaks, absorbeerib hästi laudagaase, suurendab sõnniku hulka ja tõstab selle kvaliteeti. Et alusturvas on suhteliselt kallis, siis selle liigne kasutamine sõnniku hulga suurendamise eesmärgil ei ole ökonoomne. Orienteeruvalt võib kasutada sea kohta 0,5... 2 kg turvast päevas.

Farmis ei tohi turvas niiskuda. Seepärast on teda vaja



Joon. 166. Kopa täitmine turbahoidlas «Raja» sovhoosi seafarmis

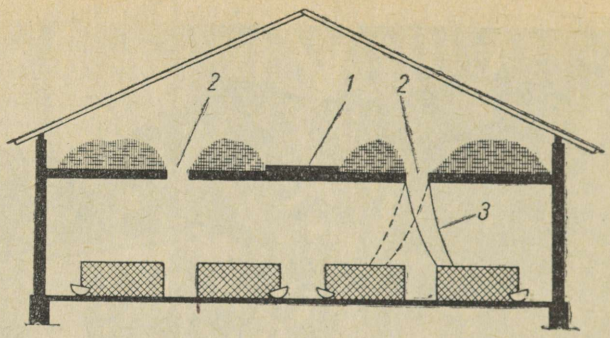
säilitada katuse all, kas turbahoidlas või lakapealses ruumis. Tuleb arvestada freesturba isekuumenemise ohtu, mistõttu kihi kõrgus ei või ületada 2...2,5 meetrit.

Allapanuks sobivad ka õled, mis aga on märksa tülikam, sest eriti kraaptransportööride puhul tekib sagedasti ummistusi. Õlgede hekseldamine parandab küll sõnniku transportimise tingimusi, kuid suurendab ka töökulu.

Allapanu jaotamine nõuab palju töökulu ja on peaaegu täiesti mehhaniseerimata.

Allapanu tuuakse sigalasse peamiselt käsikärude või rippteedega, kuid seda tuleb mitu korda käsitsi tõsta ja lõpuks laiali puistata.

Traktori abil saab turvast transportida sigalasse ülalkirjeldatud sõnnikukopaga. Joonisel 166 on näidatud kopa täitmist turbahoidlas. Selleks sõidetakse kopaga 1...2 korda turbahunnikusse. Seejärel tõstetakse turbaga täidetud kopp traktori hüdrosüsteemi abil üles ja sõidetakse sigalasse. Siin tuleb turvas käsitsi kopast maha tõmmata. Turba põrandale tõmbamine on hõlpsam, kuid lamamisalale viskamine raskem ja nõuab rohkem tööd.



Joon. 167. Alusturba säilitamise ja lakast allaajamise skeem EPA Ülenurme õppe-katsemajandi seafarmis: *1* — laudtee; *2* — allalaskeava; *3* — kotiriidest toru

Turvast saab edukalt säilitada trempelseintega sigala lakas, kuhu see transporditakse ülessõidutee abil. Kallurautoga laaditakse turbahunnikud lae keskele ritta ja tõstetakse traktoritõstukiga kahele poole laiali. Paks turbakiht soojustab lage ja säilib kuivana.

Turvast lastakse sulgudesse laeavade (70 × 70 cm) kaudu, mis on nii paigutatud, et ühe ava kaudu saab turvast lasta nelja sulgu. Joonisel 167 on näidatud turba allaajamise tehnoloogiline skeem. Sigala pikitelje suunas masinatega sõitmiseks on laudtee *1*. Turvas laaditakse allalaskeavast *2* kahele poole hunnikutesse. Turba jaotamisel tekib tolmu, eriti aga lakast allaajamisel. Tolmamist välditakse kotiriidest toruga *3*, mille ülemises otsas on puitraam. Turba allaajamisel asub üks tööline lakas ja asetab kotiriidest toru soovitud avasse. Raami tõttu jääb toru avasse rippuma. Turvas visatakse torusse käsitsi. Teine tööline on all ja juhib toru alumise otsa soovitud sulgu. Tavaliselt sulgudes turvast enam laiali ei aeta, seda teevad juba sead.

Kui turvas on nelja sulgu jaotatud, tõstetakse kotiriidest toru järgmisse avasse ja nii jaotatakse turvas kõikidesse sulgudesse.

Töökulu uurimisest turba jaotamisel selgus, et käsikärude ja rippteede puhul kulus selleks 36,0 ... 22,8, lae pealt allaajamisel 10,2 (koos sulupiirdelt tolmu pühkimisega) ja kopaga toomisel 7,8 sekundit sea kohta päevas.

§ 13. SÕNNIKU- JA VIRTSAHOIDLAD

1. Hoidlate ehitamise vajadus

Praktika ja teaduslik uurimistöö on näidanud, et üldjuhul on lautade juures sõnniku- ja virtsahoidlad vajalikud.

1. Meie kliima- ja tootmistingimustes esineb perioode, mil lauda juurest sõnniku igapäevane põllule vedu on võimatu või väga raskesti korraldatav, nagu: a) kevadine teedelagunemise aeg; b) tugevad ja pidevad sademed on teed, põllud ja rohumaad muutnud läbipääsmatuks; c) vegetatsiooniperioodil, kui põllud on kultuuride all ja sõnnikut pole kusagile panna.

Sõnniku mehhaniseeritud väljaveol hoidlast on töökulu 1,5...2,5 korda, otsekulud aga 1,3...2,3 korda väiksemad kui igapäevasel põllule veol laudast. Mõningates olukordades võivad aga kulud igapäevasel väljaveol minna 3...4 korda suuremaks kui hoidlast veol (teed on kinni tuisanud, põldudel paks lumikate jne.).

2. Sõnnikuhoidlas on taimetoitainete (peamiselt N ja K_2O) ja sõnniku orgaanilise aine kadu vähemalt kaks korda väiksem kui hoidla puudumisel sõnniku hoidmisel lauda juures.

Kui sõnniku- ja virtsahoidla on olemas ning kasutatakse küllaldaselt allapanu, on aastas võimalik lehma kohta põllule anda 130...198 kg taimetoitaineid (NPK), vastupidisel juhul aga ainult 24...50 kg.

3. Sõnnikuhoidlate olemasolul on sanitaar-hügieeniline olukord parem kui nende puudumisel, s. o. sõnniku hoidmisel lauda juures. Viimasel juhul halveneb sanitaar-hügieeniline olukord tunduvalt (põhjavesi võib reostuda, kärbseid on palju, haigused võivad levida jm.).

Virtsahoidlata võib läbi saada allapanu küllaldasel kasutamisel (kui see on kvaliteetne), samuti ka tranšeetüüpi või lauda alla ehitatud sõnnikuhoidla puhul. Üldjuhul on aga virtsahoidla vajalik.

2. Üldnõudeid hoidlate ehitamisel

Sõnniku- ja virtsahoidla peab vastama järgmistele põhinõuetele.

1. Hoidla suurus peab vastama organisatsioonilistele ja ökonoomilistele nõuetele (sõnniku väljaveo mehhaniseerimine, tootlike masinate kasutamine, ettenähtud väljaveotehnoloogia rakendamine, kulutuste vähendamine jm.).

2. Valitav hoidla tüüp peab vastama sõnniku konsistentsile ja loomaliigile ning olema kooskõlas lauda tüübi ning kogu farmi ehitustega.

3. Hoidla peab parandama lauda juures sanitaar-hügieenilisi tingimusi ja võimaldama laudaümbruse heakorrastamist.

4. Hoidla peab olema kooskõlas laudast sõnniku eemaldamise seadmega. Valitud hoidla tüüp ja selle mõõtmed peavad vastama sõnniku laadimise ja väljaveo mehhanismidele (masinad peavad saama hoidlas takistamatult töötada).

5. Soovitatav on hoidlas ette näha ka laudast eemaldatava sõnniku otsene veokile laadimise võimalus.

6. Hoidla tuleb valida selline, kus sõnniku ja taimetoitainete kadu oleks minimaalne.

7. Hoidla peab vähendama sõnniku läbikülmumise võimalust ja soodustama sõnniku käärimist (umbrohuseemnete jm. hävitamiseks).

8. Hoidlas peab sõnniku välispind olema võimalikult väike (väheneb NH_3-kadu ja paranevad sanitaar-hügieenilised tingimused).

9. Hoidla ei tohi takistada lauda juures veokite ega loomade liikumist.

10. Virtsahoidla tuleb ehitada lautadele ja sõnnikuhoidlatele võimalikult lähedale, et virtsatorud oleksid lühikesed. Hoidla tuleb kaitsta külma eest.

11. Virtsatorud ja nende langused peavad olema sellised, et virts valguks laudast võimalikult kiiresti hoidlasse.

12. Gaasid ei tohi hoidlast tagasi lauta pääseda.

13. Virtsahoidla kate peab kandma ülesõitvat autot, traktorit ja hoidlale sattunud loomi.

14. Hoidlasse ei tohi pääseda pinna- ega põhjavesi.

3. Loomadelt saadavad sõnniku- ja virtsakogused

Sõnniku- ja virtsakogused olenevad loomaliigist ja nende produktiivsusest, söötadest, loomade pidamisviisist, allapanu kasutamisest ja selle kvaliteedist, tööde mehhaniseerimisest, organiseerimisest ja teistest teguritest. Keskmised sõnniku- ja virtsakogused on toodud tabelis 81.

Tabel 81

Loomadelt saadavad sõnniku- ja virtsakogused

Loomaliik	Saadakse sõnnikut		Koguneb virtsa	
	ööpäevas kg	kuus t	ööpäevas kg	kuus t
Lehm (piimatoodang aastas 3000 kg)	30 ... 45	0,9 ... 1,35	10	0,3
Lehm (piimatoodang aastas 4000 kg)	45 ... 55	1,35 ... 1,65	15	0,45
Noorveis	15 ... 25	0,45 ... 0,75	5 ... 10	0,15 ... 0,3
Emis kuni 2 kuu vanuste põrsastega	15 ... 20	0,45 ... 0,60	7 ... 15	0,2 ... 0,45
Üle 2 kuu vanused sead	5 ... 15	0,15 ... 0,45	2,5 ... 5	0,09 ... 0,15

Allapanu vähesel kasutamisel, või kui selle kvaliteet on halb, saab sõnnikut vähem. Küllaldase allapanu korral tuleb arvestada aga suuremaid sõnnikukoguseid. Pehme ja hea allapanu seob ka suure osa virtsast ning seda saadakse 2 ... 4 korda vähem kui vähese allapanu korral. Karjamaaperioodil, kui loomad viibivad laudas ainult lüpsiaegadel, saab lehmalt ööpäevas 10 ... 18 kg sõnnikut. Kui aga loomad viibivad laudas peale lüpsiaegade ka öösel, siis 25 ... 32 kg.

Vedelsõnnikut koguneb lehmalt ööpäevas 45 ... 65 kg ja kuus 1,4 ... 1,8 m^3 (vee normaalse kasutamise korral).

4. Sõnnikuhoidla suurus

Sõnnikuhoidla maht oleneb lauda loomade arvust, nendelt saadavatest sõnnikukogustest ja ka sellest, kui sageli on võimalik sõnnikut hoidlast välja vedada.

Eesti NSV tootmistingimustes läbiviidud uurimuste ja majandite praktiliste kogemuste alusel on soovitatav, et hoidla mahutaks 3 kuu sõnniku. Seega 400...500 tonni sõnnikut 100 lehma kohta, olenevalt allapanu kasutamisest ja muudest teguritest (tabel 82). Sellise mahutavuse korral on võimalik sõnniku väljavedu lükata soodsamale ajale, kui seda on südatalvine paksu lume aeg, kevadine teedelagunemisperiood jm. Niisuguse hoidla ehituskulud lehma kohta on suhteliselt väikesed, väljaveoga seotud takistused ja nendest põhjustatud kulud aga minimaalsed.

Hoidlas kolm kuud sõnniku käärimine hävitab umbrohuseemnete idanemisvõimet ning kahjureid ja haigusidusid.

Tabel 82

Sõnnikuhoidla mahutavus t

Tingimused	Lehmade arv laudas	
	100	200
1. Hoidla minimaalne maht (mehhaniseeritud tööbrigaad saab sõnniku väljaveol vähemalt päeva töötada)	100...150	100...150
2. Hoidla mahutab ligikaudu ühe kuu sõnniku	400...500	800...1000
3. Hoidla maksimaalne maht (võimalik arvestada peaaegu kõikide looduslike ja tehnoloogiliste teguritega)	900...1100	1800...2200

Vedelsõnnikuhoidla suuruseks lehma (loomühiku) kohta on 8...9 m^3; 100 lehmaga lauda kohta 800...900 m^3. Arvestades meil virtsa väljaveoks kasutatavate tsisternide tootlikkust (7 tunniga 15...30 m^3) ja virtsa efektiivse kasutamise ning virtsahoidlate ehituskulude vähendamise võimalusi, peaks lehmalauda virtsahoidla mahutama 10...15 m^3. Nuumikute virtsahoidla maht allapanu vähese kasutamise korral on 150...200 m^3 ning allapanu küllaldasel kasutamisel 30...50 m^3. Virtsahoidla mahtu võib vähendada ka siis, kui virts veetakse välja sagedamini kui kord kuus.

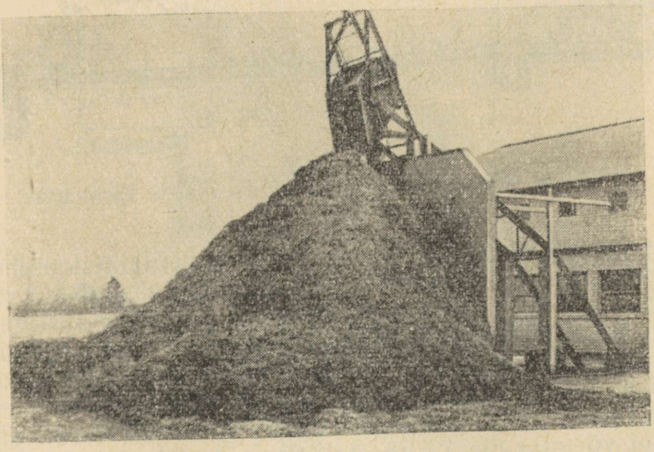
5. Sõnnikuhoidla tüüp

Sõnnikuhoidla võib ehitada maa peale, tranšeena osaliselt või täiesti maasse ning keldrina lauda alla.

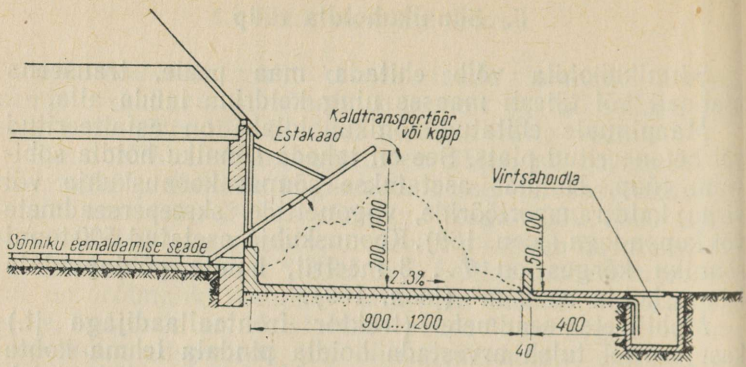
Maapinnale ehitatud sõnikuhoidlaks on asfalteeritud või betoneeritud plats. See on taheda sõnniku hoidla sobivaim tüüp. Hoidlas asetatakse sõnnik koonuskuhja või virna kaldtransportööride, vagonettide, skreeperseadmete või koppadega (joon. 168). Koonuskuhja asetatud 500 tonni sõnniku kõrgus on 7...8 meetrit, hoidla põhjapindala lehma kohta *ca* 2 m² (joon. 169).

Mobiilsete seadmete (traktor frontaallaadijaga jt.) kasutamisel tuleb arvestada hoidla pindala lehma kohta 2,6...3,2 m². Lauda otsa ja sõnnikukäigu vahele tuleb jätta 7...8 meetri laiune betoneeritud ala veokitega lauta manööverdamiseks (joon. 170). On oluline, et sõnnik hoidlas korralikult virnastataks, milleks tonni kohta kulub 0,6...0,8 minutit tööd. Seasõnnik on veisesõnnikust mõnevõrra vedelam, mistõttu seasõnnikuhoidla tuleb piirata ka külgedelt kuni 80 cm kõrge müüriga (joon. 171). Masinate takistusteta töötamiseks peab hoidla laius olema vähemalt 25 meetrit.

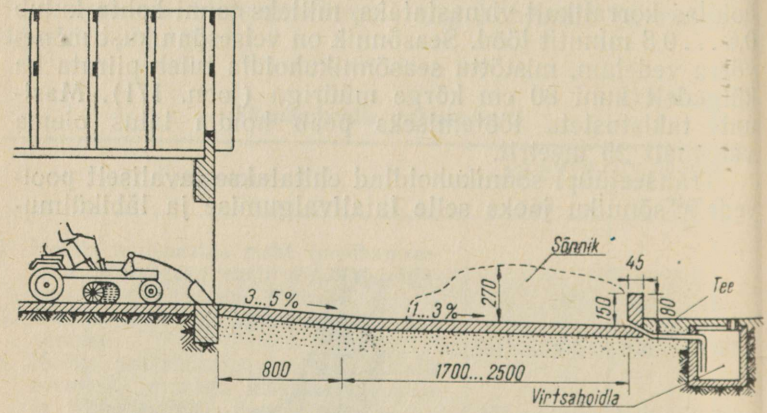
Tranšeetüüpi sõnnikuhoidlad ehitatakse tavaliselt poolvedela sõnniku jaoks selle laialivalgumise ja läbikülmu-



Joon. 168. Sõnniku laadimine kopaga suurde koonuskuhja Vändra Veisekasvatuse Katsejaamas

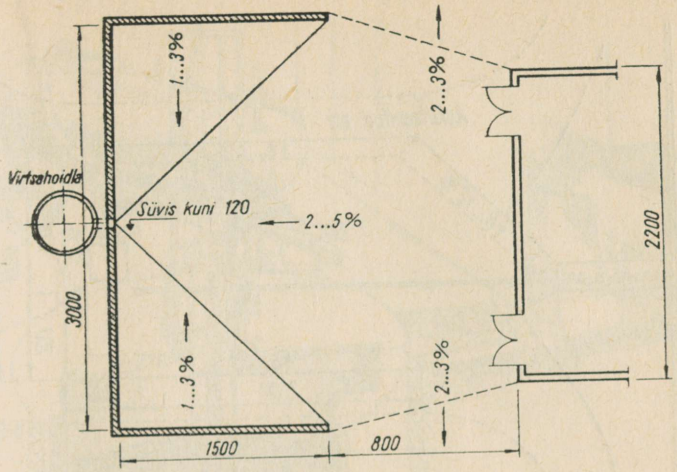


Joon. 169. Lauda otsas asuv maapealne sõnnikuhoidla

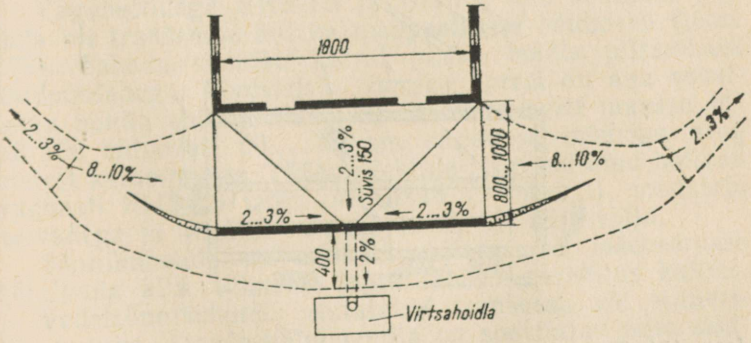


Joon. 170. Sõnnikuhoidla mobiilsete seadmete kasutamisel

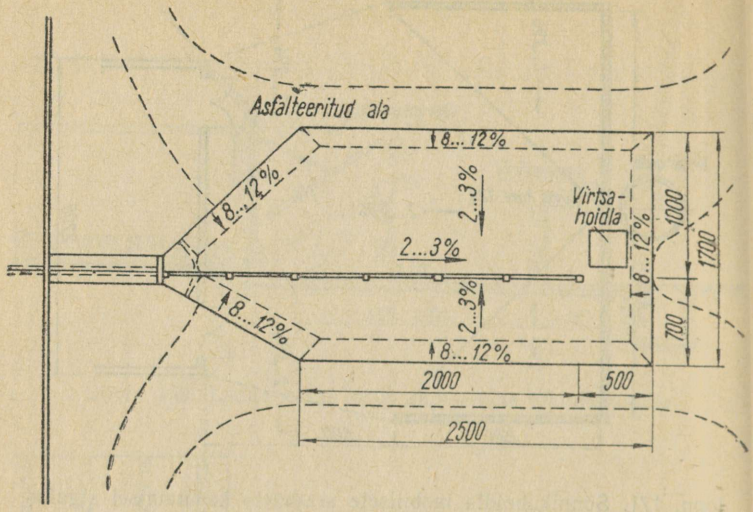
mise vältimiseks. Tranšee ehitus- ja ekspluatatsioonikulud on suuremad kui platsi korral. Hoidlasse saab sõnnikut laadida ripptee, kaldtransportööride, koppade, skreeperite ja vagonettidega. Kui hoidlasse ei saa traktorilaadijad ega veokid sisse sõita, ei või hoidla laius ПШ-0,4 kasutamisel ühelt poolt väljalaadimisel olla üle 2 meetri, kahelt poolt väljalaadimisel aga üle 4 meetri. Hoidla sügavus ei või olla üle 1,5 meetri. Suuremad ja laiemad hoidlad tuleb varustada vastava sissesõidu- või läbisõiduteega (joon. 172), mille kalle ei tohi ületada 10%.



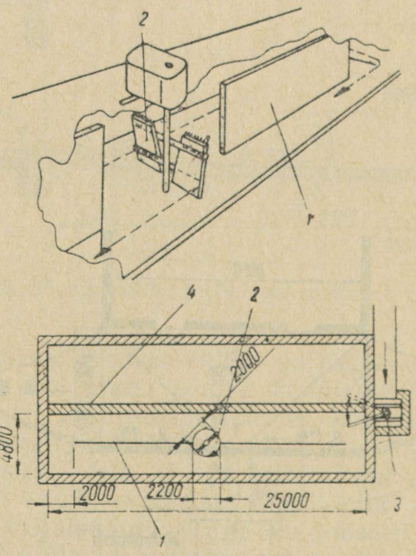
Joon. 171. Sõnnikuhoidla mobiilsete seadmete kasutamisel sigalas



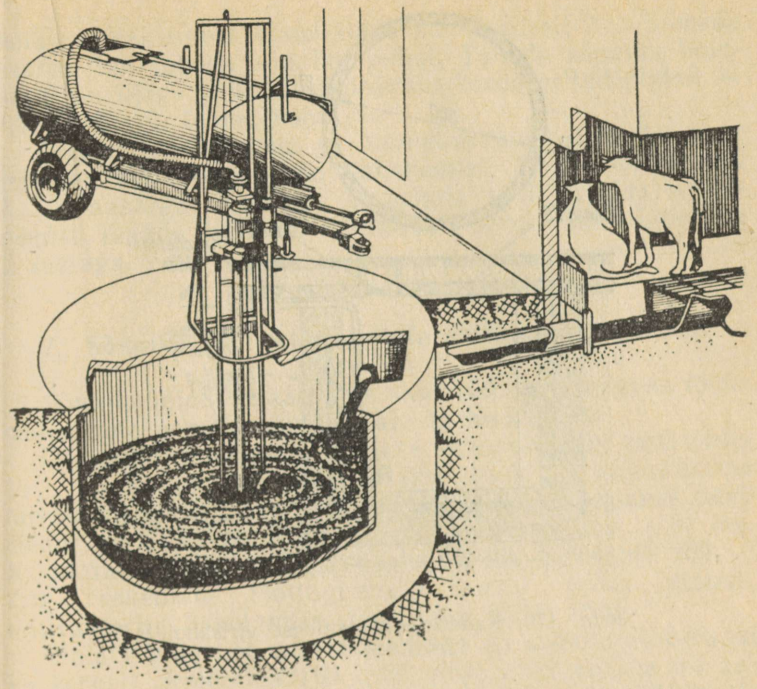
Joon. 172. Tranšeetüüpi sõnnikuhoidla



Joon. 173. Maapealne taheda sõnniku hoidla vagoneti ВНЭ-1Б kasutamisel



Joon. 174. Tranšeetüüpi vedelsõnnikuhoidla segajatega: *1* — juhtsein segatava vedelsõnniku suunamiseks; *2* — labasegisti; *3* — pump; *4* — hoidla sektsioonide eraldussein

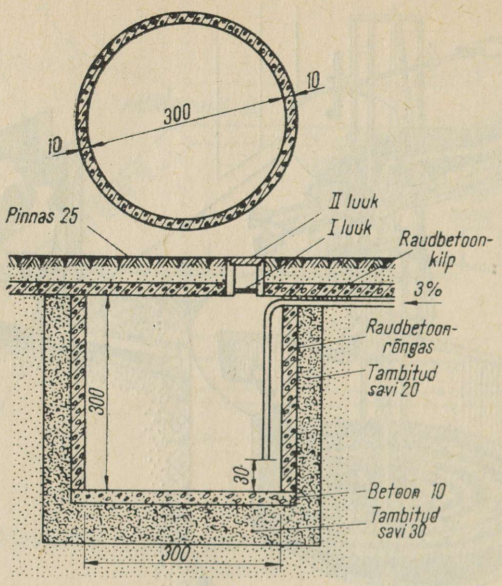


Joon. 175. Vedelsõnniku segamine pumbaga silindrilises hoidlas

Vagonettidega ВНЭ-1Б ja ВНЭ-2 võib sõnnikut laadida nii tranšeesse kui ka maapealsesse hoidlasse (joon. 173). Taheda sõnniku korral piisab hoidla piiramisest kaldpindadega. Poolvedela sõnniku korral on aga soovitatav hoidla ehitada 50...60 cm sügavuselt maasse või piirata külgedelt 50...80 cm sügavuse müüriga ning otstest kaldpinnaga. Tüüpprojektide järgi ehitatud hoidlad vagoneti ВНЭ-1Б jaoks on kitsad (9 meetrit), madalate servadega ja nendest valgub sõnnik üle ääre välja.

Sõnnikuhoidla on edukalt ehitatav ka mäeveerusse või lauda alla. Viimasel juhul läheb aga ehitus kalliks.

Vedelsõnnikuhoidla ehitatakse tranšeena või silindrilise kujuga. Tranšeetüüpi hoidla on soovitatav teha sektsioonidena, kuhu asetatakse vastavad segistid (joon. 174). Hoidla sügavus on 2...3 ja sektsiooni laius 2...4 meet-



Joon. 176. Raudbetoondetailidest virtsahoidla

rit. Silindriliste hoidlate puhul segatakse sõnnikut peamiselt pumbaga (joon. 175). Hoidla suurus on 100... 120 m^3.

Virtsahoidla ehitatakse sõnnikuhoidlasse või selle kõrvale maapinna madalamasse kohta. Virtsahoidla on otstarbekam ehitada ümmargustest raudbetoondetailidest (joon. 176). Virtsatorudele tuleb anda vähemalt 2% kalle. Torude läbimõõt ei või olla alla 15 cm. Sõnnikuhoidlas ummistuvad tavaliselt virtsatorud. Selle vältimiseks tuleb sõnnikuhoidla põhjale anda kalle, et kogunev virts voolaks kõrvalasuvasse virtsahoidlasse.

6. Sõnnikuhoidlate tasuvus

Sõnnikuhoidlate ehitusmaksumus sõltub eelkõige hoidla tüübist ning laudast, sõnniku väljaveo meetodist ning ehitustööde korraldamisest.

Erinevate hoidlate maksumus ühe tonni säilitatava sõnniku kohta kõigub 1,2 ... 1,4 rubla piires. Vedelsõnniku

hoidlate maksumus lehma kohta on tavaliselt 2...5 korda suurem kui taheda sõnniku puhul. Taheda sõnniku hoidlatest on kõige väiksem maksumus betoneeritud platsil — 1,8...2,5 rbl. lehma kohta.

Arvestades sõnniku ja taimetoitainete kadude ning sõnniku väljaveo kulude vähenemist, tasub hoidla end 3...4 aastaga. Kui aga arvestada veel saakide suurenemist maade parema väetamise arvel, siis ligikaudu 2 aastaga.

7. Sõnniku- ja virtsahoidlate ehituslikke küsimusi

Sõnnikuhoidla ehitamisele asumisel on esimeseks tööks mullapinna eemaldamine ja ala tasandamine.

Olenevalt pinnasest võetakse kruustäitekihi paksuseks 15...30 cm. Kruus tasandatakse hästi ja tihendatakse niisutamisega. Betoonikihi paksuseks kõval pinnasel peab olema 10...12 cm, nõrgal pinnasel aga 12...14 cm. Kasutatava betooni mark peaks olema vähemalt 200... 250, raskemate töötingimuste korral (nõrk pinnas, linttraktorite kasutamisel jne.) aga 250...350.

Hoidla tugevuse suurendamiseks on soovitatav betooni ka kergelt armeerida (50 × 50 cm). Eriti oluline on see ebakindla (vesiliiv) pinnase korral. 1 m^2 kohta võib arvestada 2,5...5 kg armatuuri. Armeerimata betoon on soovitatav puitliistudega (laudadega) ruutudesse (150 × × 150 cm) jagada, et vältida pragude tekkimist.

Virtsahoidla tuleb väljast ümbritseda vähemalt 20 cm paksuse hästi tambitud raske savi kihiga. Betoondetailide liitekohad täidetakse betooni või asfaldiga, kasutada võib ka savi ja kustutatud lubja segu. Seestpoolt tuleb hoidla katta kahekordse bituumenikihiga.

§ 14. LINDUDE PIDAMISVIISID

1. Üldküsimusi

Tänapäeva linnukasvatuses minnakse üle intensiivsele pidamisviisile: puurispidamisele ja laiades lindlates sügaval allapanul pidamisele, kusjuures linnud viibivad kogu aja ruumis. Intensiivne pidamisviis tagab aastaringselt lindude kõrge toodangu nende tiheda paigutuse korral ja teenindava personali kõrge tööviljakuse.

Lindude puurispidamiseks toodetakse puuripatareisid, kus lindude arv ühes puuris on kindlaks määratud, põrandalpidamisel tuleb lähtuda tabelis 83 antud paigutustihedusest.

Intensiivsel pidamisel on linnukasvatuse toodangu tõstmisel oluline osa sisekliimal: õhu temperatuuril, suhtelisel niiskusel ja koostisel. Põhilised lindlate sisekliima näitajad on esitatud tabelis 84.

Suur tähtsus linnukasvatuses ja eriti kanakasvatuses on valgustusel. Valgustuse reguleerimine võimaldab suurendada kanade munevust ja likvideerida munevuse hooajalisust. Samuti võimaldab valgustuse reguleerimine nihutada hilisemaks kanade suguküpseks saamise ja munemise alguse. Tänapäeval kasutatakse muutuva päevapikkusega valgustuse graafikuid. Kõige paremaks peetakse sellist graafikut, kus päeva pikkus esimese 150 päeva jooksul kahaneb 18 tunnilt 7 tunnile. Siis hakkab päev pikenema — 15...20 minutit nädalas kuni 17 tunnini. Valgustuse graafikuid on kõige parem rakendada akendeta kanalates.

2. Kanade pidamine

Kanu ja tibusid peetakse laiades lindlates põrandal, kuid viimasel ajal üha rohkem ka puurides.

Puurispidamisel on rida eeliseid võrreldes põrandalpidamisega: 1) linnud on puuris väikeste gruppidena ja

on kerge välja praakida madala toodanguga ja haigeid linde; 2) linnud on väheliikuvad, mistõttu söödakulu muna kohta on väiksem; 3) paigutustihedus on 3...5 korda suurem; 4) munad on puhtamad; 5) tööjõukulu väiksem. Tallinna Linnuvabriku andmeil kulub 10 muna kohta puurispidamisel 1,6 kg segasööta, põrandakanalas aga 2,15 kg. Tööjõukulu 1000 muna kohta on puurispidamisel 2,8 inimtundi, põrandakanalas 4,9 inimtundi.

Tibude põrandalpidamiseks kasutatakse seadmekomplekti «Бройлер-10М» või «Бройлер-20М», kuhu kuuluvad võõrasemad, vaakumjootjad, söödaautomaadid ja vibrosöötja. Kui tibud on väikesed, piiratakse võrguga väike maa-ala võõrasemade läheduses, et tibud ei läheks söödaautomaadist, jootjatest ja ka võõrasemast liiga kaugele, kus nad võivad hukkuda. Hiljem võrk eemaldatakse ja tibud kasutavad tervet ruumi.

Peale komplekti «Бройлер» võib kasutada ka eraldi võõrasemasid Б-4, kus saavad ennast soojendada 500 kuni 30-päevast tibu. Sööda jaotamiseks on siis kõige otstarbekam kasutada rippraudteed.

Tabel 83

Lindude paigutustihedus põrandalpidamisel

Linnu liik ja vanus	Lindude arv põrandapinna 1 m² kohta
Täiskasvanud linnud	
Munakanad	5
Sugukanad	3,5...4
Kalkunid	1,5
Pardid	3
Noorlinnud	
Tibud: vanusega 1...30 päeva	25
31...60 „	16
61...150 „	9
Kalkunipojad: vanusega 1...20 päeva	(puurides) 4
21...120 „	2
121...180 „	(puurides) 13...15
Pardipojad: vanusega 1...10 päeva	8
11...30 „	3,5
31...55 „	
56...180 „	

Tabel 84

Lindlate sisekliima näitajad

Linnu liik ja vanus	Ruumi temperatuur külmal ajal °C			Optimaalne õhu suhteline niiskus %
	Põrandalpidamine		Puurispidamine	
	ruumis	võõrasema all	ruumis	
Täiskasvanud linnud				
Kanad	12 ... 16	—	16	60 ... 70
Kalkunid	12 ... 16	—	—	60 ... 70
Pardid	7 ... 14	—	—	70 ... 80
Noorlinnud				
Noorkanad: vanusega 1 ... 30 päeva	22	35 ... 22	24	60 ... 70
31 ... 60 „	18	22 ... 19	20	60 ... 70
61 ... 150 „	14 ... 16	—	18	60 ... 70
Kalkunipojad: vanusega 1 ... 30 päeva	22	35 ... 22	24	60 ... 70
31 ... 120 „	18	—	—	60 ... 70
121 ... 180 „	16	—	—	60 ... 70
Pardipojad: vanusega 1 ... 10 päeva	22	26	22	65 ... 75
11 ... 30 „	20	26 ... 22	—	65 ... 75
31 ... 55 „	14	—	—	65 ... 75
56 ... 180 „	7 ... 14	—	—	65 ... 75

Tabel 85

Tibude puuripatareide tehnilised andmed

Näitaja	Puuripatarei mark			
	КБЭ-1	КБЭ-1А	КБМ-2	КБМ-2Е
Korruste arv	5	5	5	4
Puuride arv korrusel	12	18	18	18
Tibude arv ühes puuris	22	22	11	11
Puuripatarei gabariitmõõtmed mm:				
pikkus	9310	13510	15310	15310
laius	726	726	1590	1590
kõrgus	1844	1844	2577	2190
Ühe puuri mõõtmed mm:				
pikkus	750	750	700	700
laius	538	538	455	455
kõrgus	220	220	310	310
Patarei mass kg	1268	1865	3392	2782
Elektrimootori võimsus kW	—	—	0,6	0,6
Võõrasemade arv	20	30	—	—
Võõrasemade koguvõimsus kW	4	6	—	—

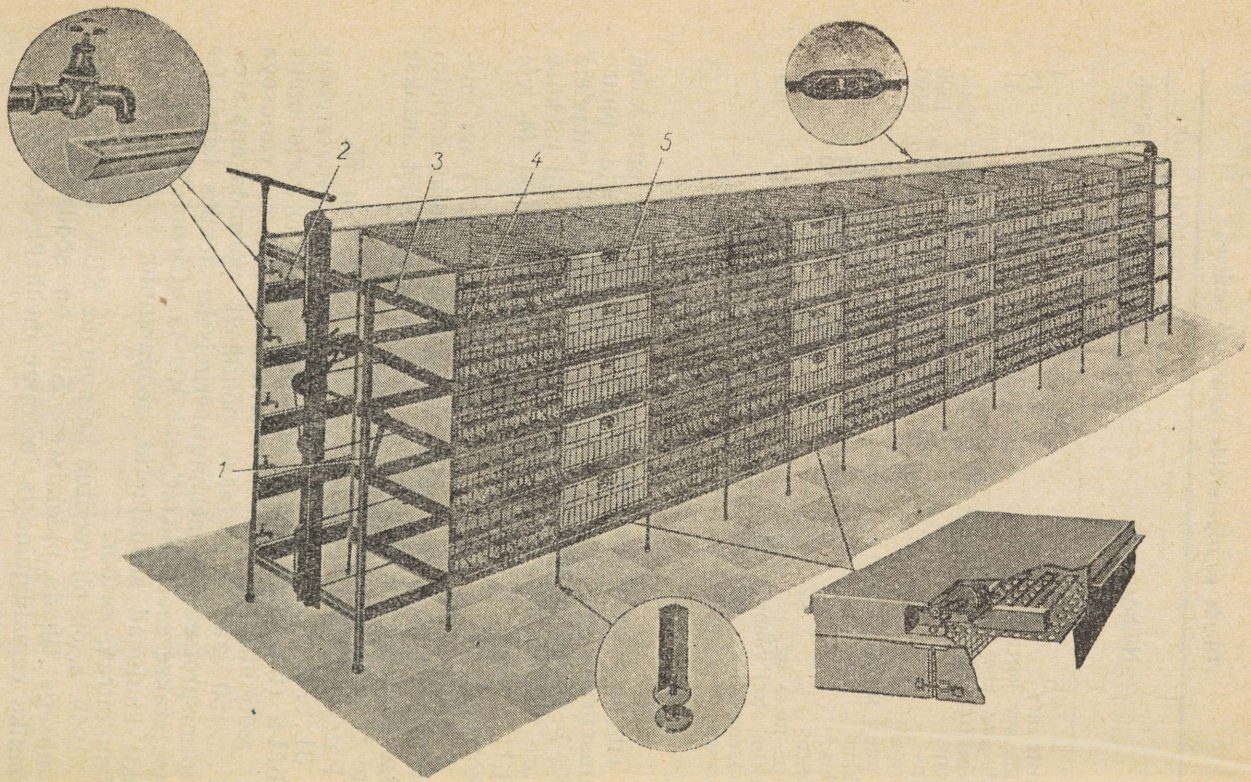
Tibude puurispidamiseks kasutatakse eraldi puure kahe vanusegrupi jaoks: 1...30-päevastele tibudele puure КБЭ-1 kahes suuruses ja 31...60-päevastele tibudele puure КБМ-2 mitmes suuruses, mis erinevad nii pikkuse (11,11...25,11 m) kui ka korruste arvu poolest (4- või 5-korruseline).

Puuripatareid КБЭ-1 ja КБЭ-1А (joon. 177) on viiekorruselised ning varustatud võõrasema, sõnniku koristamise seadme, söödakünade ja joogirenniga. Sööt antakse ette ja sõnnik koristatakse käsitsi.

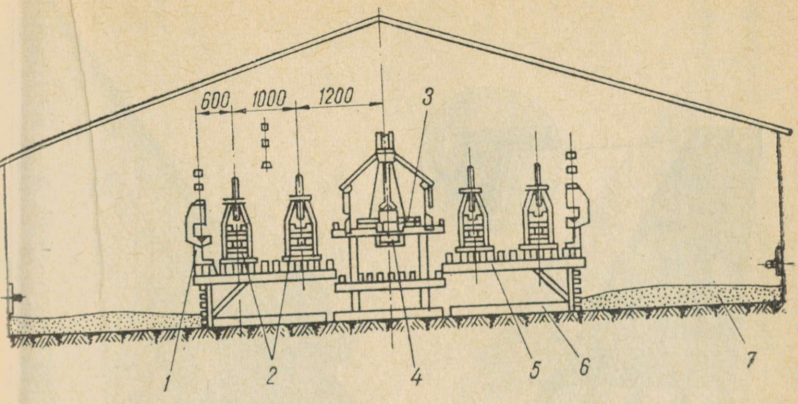
Patarei КБЭ-1 tehnilised andmed on tabelis 85.

31...60-päevaseid tibusid peetakse puuripatareides КБМ-2 (tabel 85). Sööda jaotamine, sõnniku koristamine ja jootmine on mehhaniseeritud. Noorkanu vanusega 61...150 päeva peetakse põhiliselt põrandakanalates. Tootmisprotsesside mehhaniseerimiseks nendes kanalates kasutatakse seadmeid «Смена-10» ja «Смена-20». Komplekti kuuluvad söödajaotid, söödarennid, joogirennid ja sõnnikutransportöör.

1969. a. on planeeritud ka puuride КБА tootmine selle vanusega tibude pidamiseks. Siin on sööda jaotamine, sõnniku eemaldamine ja jootmine mehhaniseeritud.



Joon. 177. Puuripatarei КБЭ-1: *1* — vänt sõnnikukraapide käitamiseks; *2* — joogirenn; *3* — sõnnikurenn; *4* — söödaküna; *5* — võõrasema



Joon. 178. Laia kanala tehnoloogiliste seadmete paigutus: *1* — joogirenn; *2* — söödarennid; *3* — pesakastid; *4* — munatransportöör; *5* — restpõrand; *6* — sõnnikuskreeper; *7* — sügav allapanu

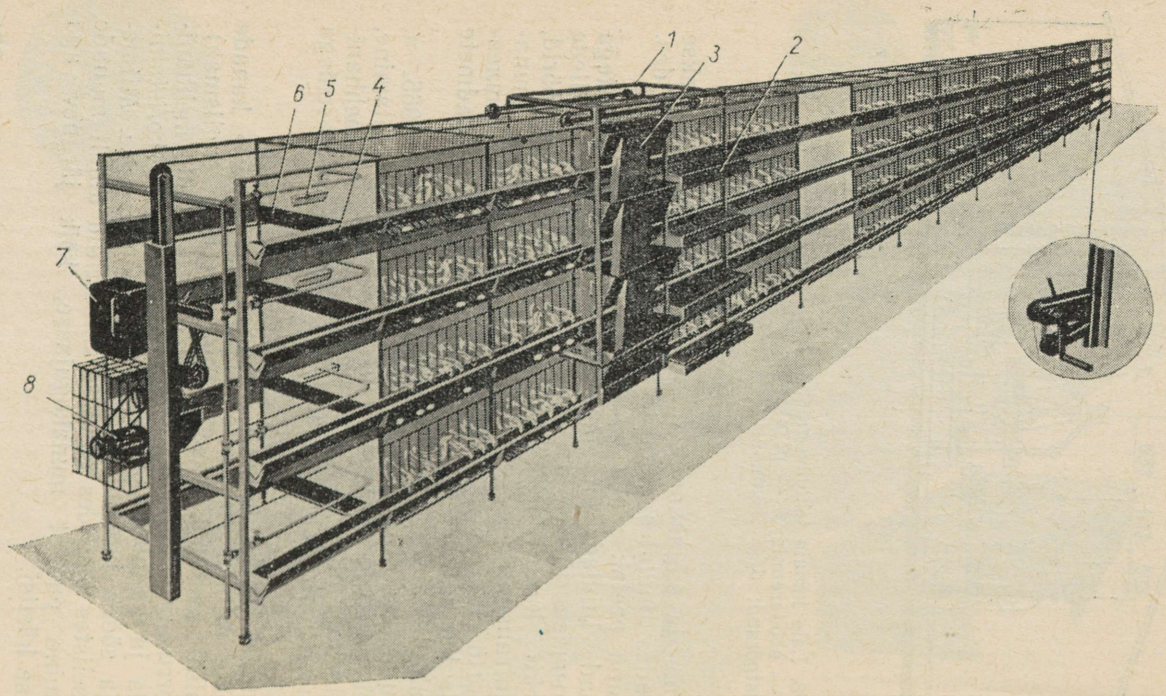
Muna- ja sugukanade pidamine. Munakanu peetakse nii laiades lindlates sügaval allapanul kui ka puurides. Sugukanu peetakse aga ainult sügaval allapanul.

Laiad lindlad on mehhaniseeritavad seadmetega «Промышленный-I» ja «Промышленный-II», millede komplekti kuuluvad söödajaotid, söödatransportöörid, sõnnikutransportöör, joogirennid ja pesakastid munatransportööriga. «Промышленный-I» ja «Промышленный-II» kasutatakse eri mõõtmetega kanalates. Seadmete üks paigutusviis on esitatud joonisel 178.

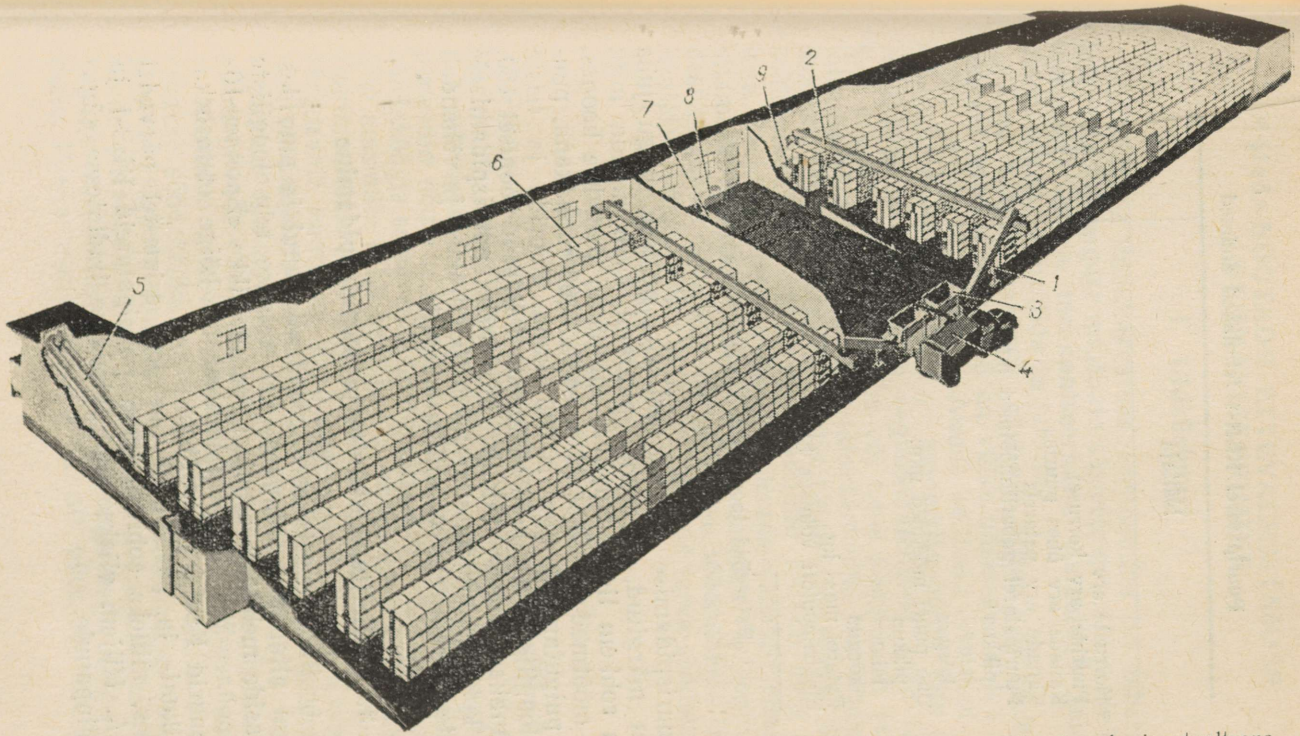
Munakanade pidamiseks toodetakse alates 1965. a. patareisid КБН-1 (joon. 179), kus sööda jaotamine, munade kogumine ja sõnniku eemaldamine on mehhaniseeritud. Jootmiseks kasutatakse püsiva veetasemega renni.

Patarei КБН-1 andmed on tabelis 86.

Peale mitmekorruseliste puuride kasutatakse kanade pidamisel ka ühekorruselisi puure (USA, Inglismaa). Ühekorruselised puurid võimaldavad täielikult mehhaniseerida ja ka automatiseerida lisaks sõnniku koristamisele ja sööda jaotamisele ka munade kogumise. Mitmekorruselistes puurides on mehhaniseeritud ainult munade korjamine puurist munakogujasse, kõik järgnev aga tehakse käsitsi.



Joon. 179. Puuripatarei КБН-1: *1* — söödajaoti ja munakoguja vanker; *2* — munakogumislaud; *3* — söödajaoti punker; *4* — söödakünа; *5* — joogirenn; *6* — sõnnikurenn; *7* — juhtimispult; *8* — ajam



Joon. 180. Tehnoloogiliste seadmete paigutus kanade puurispidamisel: *1* — kaldtransportöör; *2* — horisontaaltransportöör; *3* — pehmesööda mahutid; *4* — söödajaoti КУТ-3,0 БМ; *5* — sõnnikutransportöör ТСН-3,0 Б; *6* — puuripatarei КБН-1 (pikkus 28 m); *7* — puuri põrandate leotamise vann; *8* — puuripõrandate pesija; *9* — laudakäru söödajääkide kogumiseks

Tabel 86

Puuripatarei КБН-1 tehnilised andmed

Näitaja	
Korruste arv	4
Puuride arv korrusel	96
Kanade arv ühes puuris	6
Kanade arv patareis	2304
Puuripatarei gabariitmõõtmed mm:	
pikkus [1]	36 400
laius	1320
kõrgus	2400
Ühe puuri mõõtmed mm:	
pikkus	700
laius	455
kõrgus	400
Patarei mass kg	5400
Elektrimootori võimsus kW	1,0

[1] Patareisid toodetakse ka teistsuguse pikkusega.

Puurispidamise suureks eeliseks on see, nagu juba varem märgitud, et samal pindalal saab pidada mitu korda rohkem linde. Sügaval allapanul peetakse hoones, mille mõõtmed on 18 × 72 meetrit, 6000 munakana, puuride paigutamisel aga 20 000 kana. Puuride ja teiste tehnoloogiliste seadmete asetus on näidatud joonisel 180.

Kanakasvatuses täielik üleminek puurispidamisele hoiab kokku tööjõudu, suurendab tööviljakust ja vähendab lindlate ehitamiseks vajalikku maa-ala.

3. Broilerite, kalkunite ja partide pidamine

Ka broilereid peetakse sügaval allapanul ja puurides. Sügaval allapanul pidamisel kasutatakse tehnoloogiliste protsesside mehhaniseerimisel seadmestikke «Бройлер-10» ja «Бройлер-20». Puurispidamisel on kõige otstarbekamad puurid КБЭ-1 ja КБМ-2.

Kalkuni- ja pardipoegi peetakse esimestel päevadel puurides, milleks sobivad hästi puuripatareid КБЭ-1 ja КБЭ-1А. Hiljem viiakse nad laiadesse lindlatesse sügavale allapanule.

§ 15. SÖÖTADE ETTEVALMISTAMISE MEHHANISEERIMINE

1. Üldküsimusi

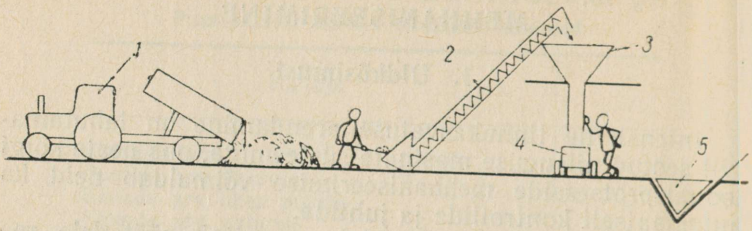
Intensiivne linnukasvatuse arendamine on lahutamatult seotud niisuguse masinate süsteemiga, mis peale kõigi tootmisprotsesside mehhaniseerimise võimaldab neid ka automaatselt kontrollida ja juhtida.

Kuid selline masinate süsteem esitab söötadele rea nõudeid, millest peamised on väike niiskusesisaldus (alla 30%) ja hea pudenevus. Ainult selliseid söötasid saab täielikult mehhaniseeritult ja automatiseeritult ette anda. Neid peaksid valmistama segasöödatehased, kuid tegelikult puudub neil sageli üks või teine komponent ja seetõttu pole toodetud segasööt täisväärtuslik. Kui vitamiinid lisatakse antioksüdantideta, siis valmis segasööda õhuga kokkupuutumisel kaotavad vitamiinid kiiresti oma väärtuse. Seepärast tuleb vitamiinid lisada vahetult enne tarvitamist. Tallinna Linnuvabrikus antakse $^2/_3$ segasöötadest lindudele otse, aga $^1/_3$ segatakse söödaköögis läbi ja lisatakse sellele kõik vajalikud lisandid terve söödakoguse kohta — kõigi lindude tarbeks.

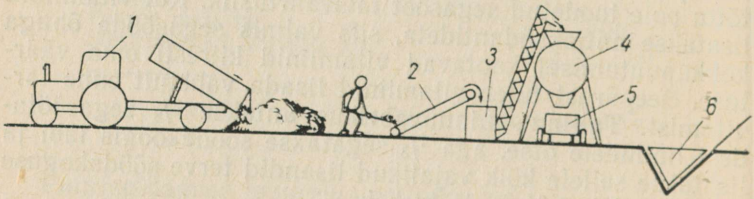
2. Pehmesööda ettevalmistamine

Pehmesööt koosneb järgmistest komponentidest: kartul, kala, lõss, kruus, teokarbid, segasööt, heinajahu, mikroelemendid ja vitamiinid. Pehmesööda erinevad komponendid nõuavad erinevat ettevalmistamist ja selleks on söödaköögis erinevad tehnoloogilised liinid. Tehnoloogilise liini masinate valik ja paigutus sõltub konkreetse majandi tingimustest, hoone mõõtmetest ja lindude söötmise viisist. Järgnevalt vaatleme üksikasjalikult Tallinna Linnuvabriku söödaköögis rakendatud söötade ettevalmistamise ja segamise tehnoloogiat. Kirjeldatud tehnoloogia on tüüpiline ja seda võib rakendada igas linnukasvatusmajandis.

Kartulite ettevalmistamine (joon. 181). Kartulid tuuakse söödaköögi kas kallurautoga või traktori kallurjärelvankriga ja laaditakse maha söödaköögi laadimisruumi põrandale. Sealt laadib tööline kartulid käsitsi või kopaga varustatud akutõstukiga tigupesija vastuvõtukolusse. Pesija transportöör *2* on nii pikk, et viib pestud



Joon. 181. Kartuli ettevalmistamise tehnoloogiline skeem: *1* — traktor koos kallurjärelvankriga; *2* — tigupesija; *3* — auruti-pudrusti; *4* — käsikäru; *5* — kopptõstuk



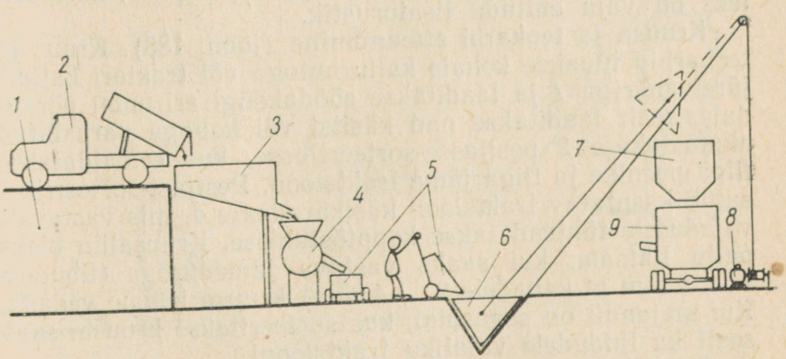
Joon. 182. Juurvilja ettevalmistamise tehnoloogiline skeem: *1* — traktor koos kallurjärelvankriga; *2* — linttransportöör; *3* — pesija-lõikaja MPK-5; *4* — juurviljapurusti; *5* — käsikäru; *6* — kopptõstuk

kartulid söödaköögi teisel korrusel asuvasse aurutisse-pudrustisse *3*. Peale kartulite aurutamist käivitatakse pudrusti tigu, mis purustab kartulid ja laadib käsikärudesse *4*. Käsikärusid on nii palju, et nendesse mahub kogu vajalik kartul. Käsikärud on ühtlasi ka dosaatoriteks. Vastavalt kanade vanusele, munevusele ja hulgale koostatakse sööda retsept, kus on näidatud vajalik komponentide kogus. Retsepti järgi tühjendab söödaköögi tööline vastava arvu käsikärusid kopptõstukisse *5*. Kopaga transporditakse komponendid teisel korrusel asuvasse söödasegistisse. Kartulite pesemine võib toimuda ka juurvilja-pesijaga-lõikajaga MPK-5. Küllalt tülikas on kartulite pesemisel eralduva mulla äravedu söödaköögist, mis tuleb mehhaniseerida. Samuti oleks hea, kui söödaköögiga blokeeritaks kartuli- ja juurviljahoidla, mis tunduvalt vähendaks transporditöid.

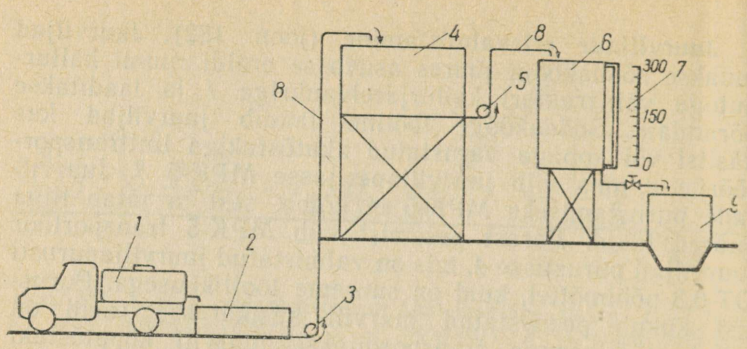
Juurviljade ettevalmistamine (joon. 182). Juurviljad tuuakse söödaköögi juures asuvasse eraldi ruumi kallurautoga või traktori kallurjärelvankriga *1* ja laaditakse põrandale. Söödaköögi tööline laadib juurviljad kas käsitsi või kopaga varustatud akutõstukiga linttransportöörile *2*, mis viib juurviljapesijasse MPK-5 *3*. Juurviljade purustamiseks MPK-5 ei kõlba, sest ta jätab liiga suured tükid. Pärast pesemist viib MPK-5 transportöör juurviljad purustisse *4*, mis on valmistatud juurviljapurusti OT-0,3 põhimõttel, kuid on suurema tootlikkusega. Purustist kukub peenestatud juurvili käsikärusse (neid on mitu). Käsikäruga transporditakse juurvili kopptõstuki juurde. Söödaköögi peab saama paigutada vähemalt ühe nädala kartuli- ja juurvilja-tagavara.

Kala ettevalmistamine (joon. 183). Kalad tuuakse kallurautoga või traktori kallurjärelvankriga *2* söödaköögi ja ülessõidu *1* pealt laaditakse kalavanni *3*, kus kala hoitakse ja kus külmutatud kala sulab. Kaldpõhjaga vannist vajub kala põhiliselt isevalgumise teel kalapurustisse *4*. Viimasest kukub purustatud kala käsikärusse, mis tühjendatakse vastavalt vajadusele kopptõstukisse.

Lõssi etteandmine (joon. 184). Lõss tuuakse kohale piimatsisternautoga või hariliku veoautoga 200 l vaatides ja tühjendatakse esimesel korrusel asuvasse vastuvõtupaaki *2*, kust pumbatakse teisel korrusel asuvatesse 7 m³ mahutavusega säilituspaakidesse *4*. Säilituspaakidest pum-



Joon. 183. Kala ettevalmistamise tehnoloogiline skeem: *1* — ülessõit; *2* — kallurauto; *3* — kalavann; *4* — kalapurusti; *5* — käsikäru; *6* — kopptõstuk; *7* — segisti; *8* — vints; *9* — universaalne söödajaoti KUT-3,0БМ



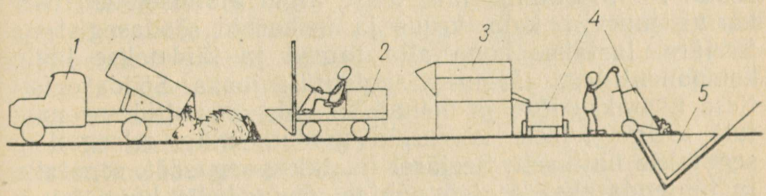
Joon. 184. Lõssi etteandmise tehnoloogiline skeem: *1* — piimaauto; *2* — vastuvõtupaak; *3* ja *5* — piimapumbad; *4* — lõssi säilituspaagid; *6* — dosaator; *7* — dosaatori skaala; *8* — lõssitorustik; *9* — segisti

batakse lõss piimapumbaga *5* mööda torustikku *8* 300-liitrisse dosaatorisse *6*. Dosaatorist lastakse vajaduse järgi lõssi kraani kaudu segistisse *9*. Kulutatud lõssi hulka näeb skaalalt *7*. Lõssi etteandmiseks on kasutatud kaht piimapumpa, kuna lõssi säilituspaagi ja dosaatori kõrguste vahe on isevooluks liiga väike. Võimaluse korral tuleb asetada säilituspaak niivõrd kõrgele, et lõss isevoolu teel jookseks dosaatorisse. Lõssi andmiseks dosaatorisse on võimalik kasutada ka piimapumpa *3*, kuid selleks on vaja ehitada lisatorustik.

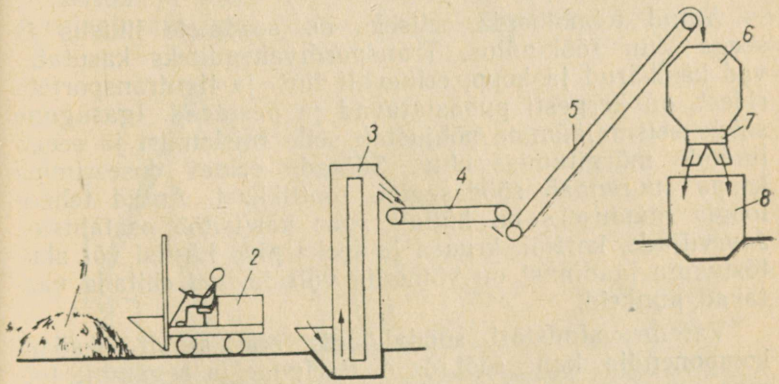
Kruusa ja teokarbi etteandmine (joon. 185). Kruus ja teokarbid tuuakse kohale kallurautoga või traktori kallurjärelvankriga *1* ja laaditakse söödaköögi eriruumi põrandale, sealt laaditakse nad käsitsi või kopaga varustatud akutõstukiga *2* pesijasse-sorteerijasse, kus eemaldatakse liiga peenike ja liiga jäme fraktsioon. Pesijast-sorteerijast satub kasutatav fraktsioon käsikärudesse *4*, mis vastavalt vajadusele tühjendatakse kopptõstukisse. Kruusaliin oleks palju lihtsam, kui saaks vastava jämedusega (tibudele 1 ... 2 mm ja kanadele 2 ... 4 mm) kruusa kohale vedada. Kui majandil on segusõlm, kus sorteeritakse kruusa, saab sealt ka lindudele vajaliku fraktsiooni.

Segasööda etteandmine (joon. 186). Segasööt säilitatakse söödaköögiga blokeeritud tsentraalses jõusöödalaos. Segasööt laaditakse kopaga varustatud akutõstukiga *2* koppelevaatori *3* vastuvõtukolusse. Koppelevaator tõstab

segasööda söödaköögi katusel galeriis asuvale horisontaal-kraaptransportöörile *4*, millelt sööt viiakse kaldtransportööriga *5* 15 m³ mahutavusega segasöödapunkrisse *6*. Punker on jagatud kaheks osaks, üks noorkanade, teine munakanade erineva koostisega segasööda jaoks. Punkrist langeb segasööt 250 kg mahutavusega dosaatori kaudu segistisse *8*. Tallinna Linnuvabrikus asub tsentraalne söödaladu söödaköögist eemal ja selle tõttu on segasööda etteandmise tehnoloogiline liin pikk ja keerukas. Segasööda transporti saab lahendada otstarbekamalt, kui blokeerida tsentraalne **söödaladu söödaköögiga.**



Joon. 185. Kruusa ettevalmistamise tehnoloogiline skeem: *1* — kalluriauto; *2* — kopaga varustatud akutõstuk; *3* — pesija-sorteerija; *4* — käsikäru; *5* — kopptõstuk



Joon. 186. Segasööda etteandmise tehnoloogiline skeem: *1* — segasööt; *2* — kopaga varustatud akutõstuk; *3* — koppelevaator; *4* — horisontaaltransportöör; *5* — kaldtransportöör; *6* — segasööda punker; *7* — dosaator; *8* — segisti

Eelsegude valmistamine. Söödasegisti kõrval asuvas kalaruumis valmistatakse mikroelementidest ja vitamiinidest koos täiteainega eelsegud. Eelsegude lähtekomponendid — mikroelemendid ja kristalsed vitamiinid purustatakse mikroveskis ja segatakse 200 kg mahutavusega segistis. Mikrolisandid kaalutakse laboratooriumikaalul. Eelsegud viiakse kottides söödasegisti juurde, kus neid vastavalt vajadusele söödale lisatakse. Eelsegude komponendid tõstetakse II korrusele elektritelferi ja platvormi abil.

Söötade segamine ja väljavedu. Söödad segatakse lõplikult söödasegistis, mis mahutab korraga kuni 2500 kg sööta. Kopptõstukiga laaditakse algul alumiselt korruselt kartul, juurvili, kala, kruus ja teokarbid söödasegistisse. Seejärel lastakse kopp alla tagasi ja täidetakse lähtekomponentidega järgmise segistitäie jaoks. Söödasegistitisse lisatakse lõss ja heinajahu, mis on kottidesse pakitult liftiga teisele korrusele toodud, ning eelsegud ja segatakse ühtlaselt. Seejärel lisatakse segasööt, segatakse ja tühjendatakse segisti põhjas asuva kahe luugi kaudu autosse — söödajaotisse КУТ-3,0БМ, millega sööt veetakse igale poole laiali. Segamistsükli kestus on 10 min.

Söödaköögis töötab söötade ettevalmistamisel ja segamisel 5 söödaköögi töölist, 1 autojuht ja söödaköögi juhataja-zootehnik. Söödaköögi tootlikkus on 50 tonni söötasid vahetuses.

Antud tehnoloogia eeliseks on seadmete lihtsus ja seega suur töökindlus. Transpordivahenditeks kasutatavad käsikärud ja kopp, erinevalt lint- ja tigutransportööridest, on kergesti puhastatavad ja pestavad. Igasugune sööda seismajäämine põhjustab selle roiskumist ja seega lindude mürgitumise ohtu. Söötade eelnev doseerimine koppa suurendab söödasegisti tootlikkust. Antud tehnoloogia puuduseks on küllalt suur käsitsitöö osatähtsus. Juurviljade, kartuli, kruusa ja teokarpide käsitsi või akutõstukiga laadimist on võimalik vältida, kui ehitada vastavad punkrid.

Varem valmistati söödaköögis ette ainult üksikud komponendid, kuna söötade doseerimine ja segamine toimus kanalas. Uue komplekssе pehmesööda ettevalmistamise tehnoloogia rakendamine oli üks põhjusi, miks töökulu 1000 muna tootmiseks väheneb 7,3 inimtunnilt (1966. a.) 3,5 tunnile (1968. a.).

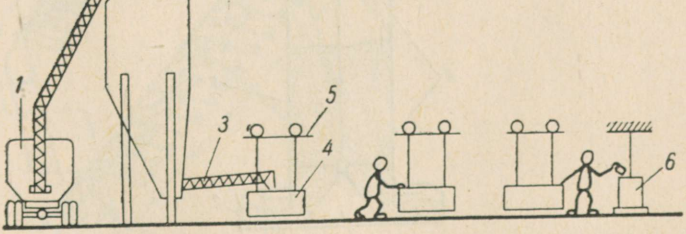
§ 16. LAIADE LINDLATE MEHHANISEERIMINE

1. Söötade jaotamise mehhaniseerimine

Kanade söötmiseks kasutatakse kuiv- ja pehmesööta. Kuivsööta on võimalik kanala juures vastavates mahutites säilitada pikemat aega, pehmesööta aga säilitada ei saa. See valmistatakse suuremates majandites söödaköögis ja veetakse laiali kanalatesse, kus jaotatakse kohe kanadele.

Kuivsööda jaotamine. Kuivsööda jaotamisel võib kasutada rippraudteed (ДП-100). Sööda jaotamise tehnoloogiline skeem on esitatud joonisel 187. Hoone välisküljel olevast mahutist laaditakse kuivsööt tigutransportööri abil läbi seina vagonetti. Mööda raudteed lükatakse see kanalasse ja täidetakse kuivsööda automaadid värske söödaga. Mahutit aga täidetakse pidevalt spetsiaalse autolaadija 3CK-10 abil. Söödaautomaadi (joon. 188) põhiosaks on silindriline tsingitud plekist mahuti, mille maht on 20 ... ... 50 dm^3. Silindri all on suurema läbimõõduga põhjakauss. Silindri ja põhjakausi vahele on jäetud pilu, kust väljub sööt. Sööda ühtlaseks jaotamiseks on põhjakausile asetatud koonus. Põhjakausi ülemine serv on painutatud sissepoole, et nokkides ei puistaks kana sööta maha.

Kuivsööda jaotamist on võimalik ka täielikult mehhaniseerida ja isegi automatiseerida. Selleks kasutatakse torujaotussüsteemi (joon. 189). Kuivsööt asub vahemahu-



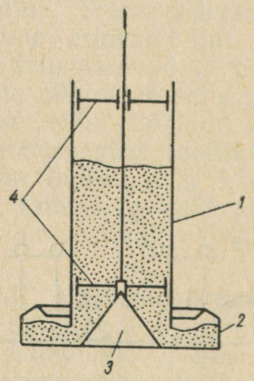
Joon. 187. Kuivsööda jaotamine rippraudtee abil: *1* — kuivsööda laadija 3CK-10; *2* — kuivsööda mahuti; *3* — tigutransportöör; *4* — rippraudtee vagonett; *5* — raudtee; *6* — kuivsööda automaat

tis, kust viiakse trosskraaptransportööriga toru kaudu kuni esimese söödaautomaadini. Sööt langeb kaldtoru mööda automaati. Kui see on täitunud, hakatakse täitma järgmist ja nii seni, kuni kõik söödaautomaadid on kuivsöödaga täidetud. Kui transportöör töötab edasi, viiakse kuivsööt teist toru pidi mahutisse tagasi. Transportöör jäetakse seisma ja mõne aja pärast käivitatakse uuesti seniks, kuni kõik automaadid on taas täitunud kuivsöödaga.

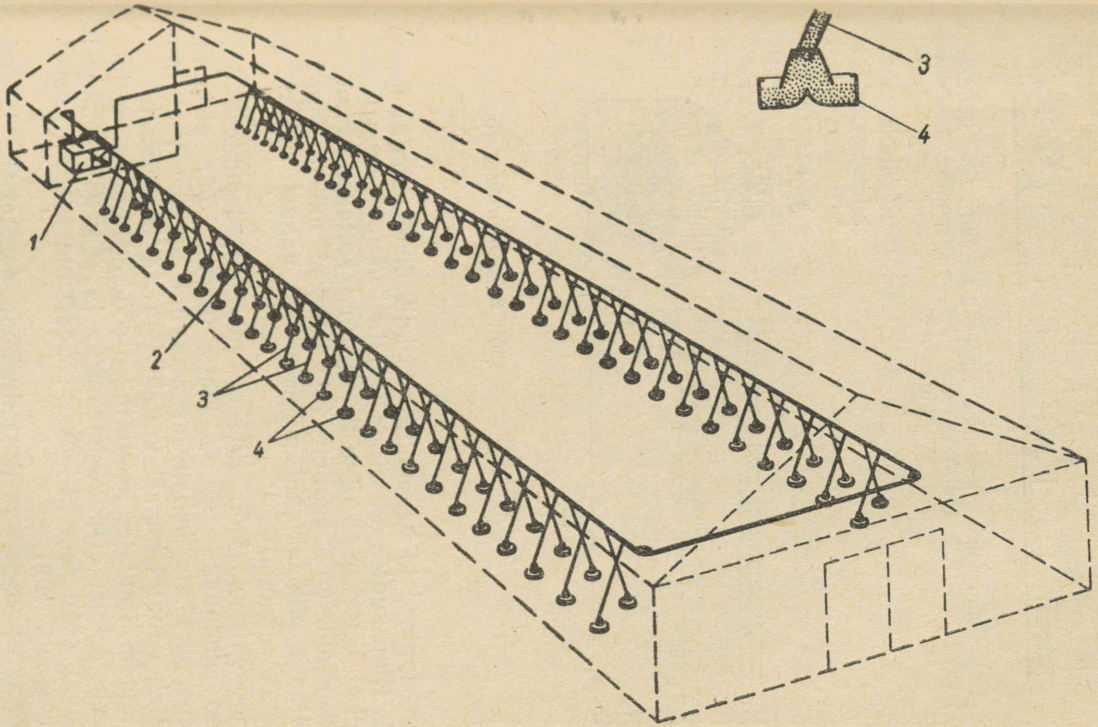
Erineva vanusega tibude jaoks on vaja söödaautomaadid asetada erinevale kõrgusele. Kõrguse muutmiseks hõlbustamiseks koosneb kaldtoru kahest erineva jämedusega torust (teleskooptoru), mis on teineteise sees nihutatavad. Ummistuste vältimiseks valitakse alumine toru jämedam kui ülemine. Söödaautomaadi mõõtmed on sel juhul tunduvalt väiksemad, kuna neid pidevalt täidetakse uue söödaga.

Kuivsööda jaotamiseks kasutatakse ka kett-kraaptransportööre. Sel juhul on söödarenn paigutatud kanalasse ja on pealt lahti. Kett-kraaptransportöör liigub kolmnurkse renni põhjas ja jaotab sööda ühtlaselt renni ulatuses. Lisaks eespool nimetatud seadmetele kasutatakse veel vibrotransportööre (peamiselt broilerite kasvatamisel).

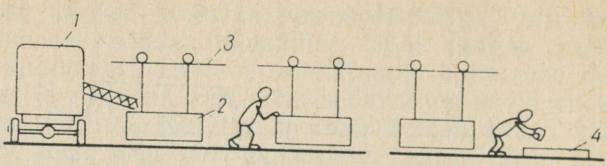
Pehmesööda jaotamine. Pehmesööt valmistatakse söödaköögis ja tuuakse universaalse söödajaotiga КУТ-3,0БМ kanala juurde. Sööda jaotamisel kasutatakse



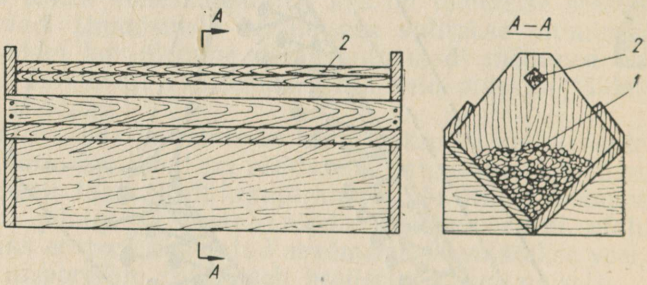
Joon. 188. Kuivsööda automaat: *1* — silindriline mahuti; *2* — põhjakauss; *3* — koonuspõhi; *4* — tugivardad



Joon. 189. Kuivsööda jaotamine torujaotusseadme abil: *1* — söödamahuti; *2* — metalltoru sööda edasitoimetamiseks; *3* — plastmassist kaldtoru; *4* — kuivsööda automaat



Joon. 190. Pehmesööda jaotamine rippraudtee abil: *1* — söödajaoti КУТ-3,0БМ; *2* — rippraudtee vagonett; *3* — rippraudtee; *4* — sööda-küna



Joon. 191. Söödaküna: *1* — sööt; *2* — pöörlev varb

sama rippteed ja vagonetti, mis kuivsööda puhulgi (joon. 190). Rippraudtee on viidud kanalast välja. Vagoneti täitmiseks lükatakse ta uksest välja ja laaditakse pehmesöödaga. Täidetud vagonett toimetatakse mööda rippteed kanalasse. Söödakünad puhastatakse vanast söödast ja täidetakse uuega.

Söödakünad (joon. 191) on valmistatud puidust. Söödakao vähendamiseks on küna ülemine äär pööratud sissepoole. Küna kohale on asetatud pöörlev varb, mis takistab kanal istumast künale ja seda reostamast.

Laiades lindlates kasutatakse sööda jaotamise mehhaniseerimisel ka «Промышленный» ja «Смена» komplekti kuuluvat söödasegistit-jaotit, söödarenne ja linttransportööri (joon. 192).

Segisti-jaoti on määratud sööda segamiseks ja ühtlaseks jaotamiseks linttransportöörile. Söödanormi reguleeritakse põhjaavade suuruse muutmisega. Seadmega

võib jaotada nii pehme- kui ka kuivsööta. Pehmesööta võib segada üksikutest komponentidest ka kohapeal.

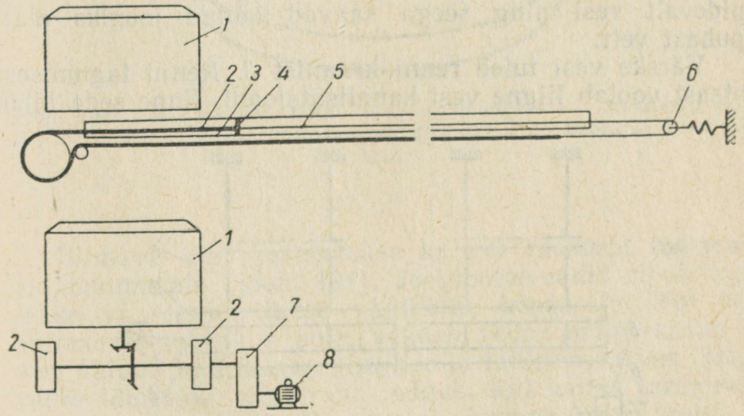
Igal segistil-jaotil on kaks söödatransportööri, mis liiguvad kiirusega 0,5 m/s. Sööta võib jaotada üheaegselt mõlemale lindile või ainult ühele neist.

Lähteasendis on linttransportöör söödarenni all, söödarennis aga asub tross. Sööda jaotamiseks käivitatakse segisti-jaoti, avatakse doseerimisavad ning käivitatakse ka linttransportöörid. Ühtlaselt söödaga kaetud lint liigub rennis piki kanalat ja peatub renni lõpus automaatselt. Enne sööda järjekordset jaotamist käivitatakse lint vastupidises suunas. Lindi ja trossi ühenduskohale kinnitatud kraap puhastab renni söödajäätmetest.

Söödarenn asetatakse restpõranda kohale nii, et linnud saaksid vabalt renni alt läbi käia. Pealt kaetakse ta traadist kaitsevõrega. Külgedele piki söödarenni paigutatakse puust varvad, millel kana asub söömise ajal.

Segistil-jaotil on terve rida puudusi, mistõttu teda paljudel juhtudel enam ei kasutata, vaid kasutatakse eespool kirjeldatuid kuiv- ja pehmesööda jaotamise tehnoloogias ettenähtud teisi seadmeid.

Suuremaks puuduseks on suur söödakadu. Doseerimisavadest väljuv sööt kukub osaliselt lindilt maha ja saas-



Joon. 192. Söödajaoti: *1* — segisti-jaoti; *2* — linttransportöör; *3* — söödarenn; *4* — kraap söödarenni puhastamiseks söödajäätmetest; *5* — tross; *6* — pingutusrull; *7* — reduktor; *8* — elektrimootor

Tabel 87

Segisti-jaoti tehnilised andmed

Näitaja	
Söödatransportööride arv tk.	2
Söödarennide üldpikkus m	150
Söödafrondi üldpikkus m	300
Segisti-jaoti mahutavus m^3	0,47
Linttransportööri liikumiskiirus m/s	0,5
Ühe linttransportööri pikkus m	80
Trossi pikkus m	80
Elektrimootori võimsus kW	4,5

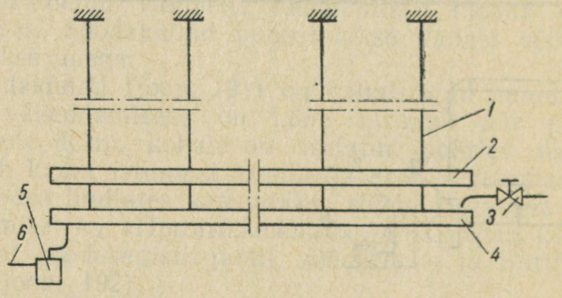
tab masinat, ka kana puistab lindilt nokkides palju sööta renni põhja, mille kraap sealt hiljem ära viib. Segisti-jaoti ja renni puhastamine on küllaltki aeganõudev.

Rippraudteega süsteem on tunduvalt lihtsam ja töökindlam ning vaatamata raskemale tööle, on töökulu väiksem.

2. Jootmine

Kõige enam kasutatakse kanade jootmiseks piki kanalat lakke riputatud renni (joon. 193). Rennis *4* voolab pidevalt vesi ning seega saavad kanad jõogiks alati puhast vett.

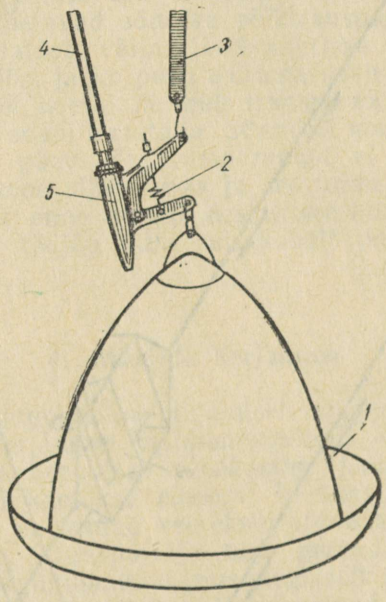
Värske vesi tuleb renni kraanist *3*. Renni tagumisest otsast voolab liigne vesi kanalisatsiooni. Enne seda läbib



Joon. 193. Joogirenn: *1* — riputustraat; *2* — kaitsevari; *3* — veekraan; *4* — joogirenn; *5* — filter; *6* — kanalisatsioon

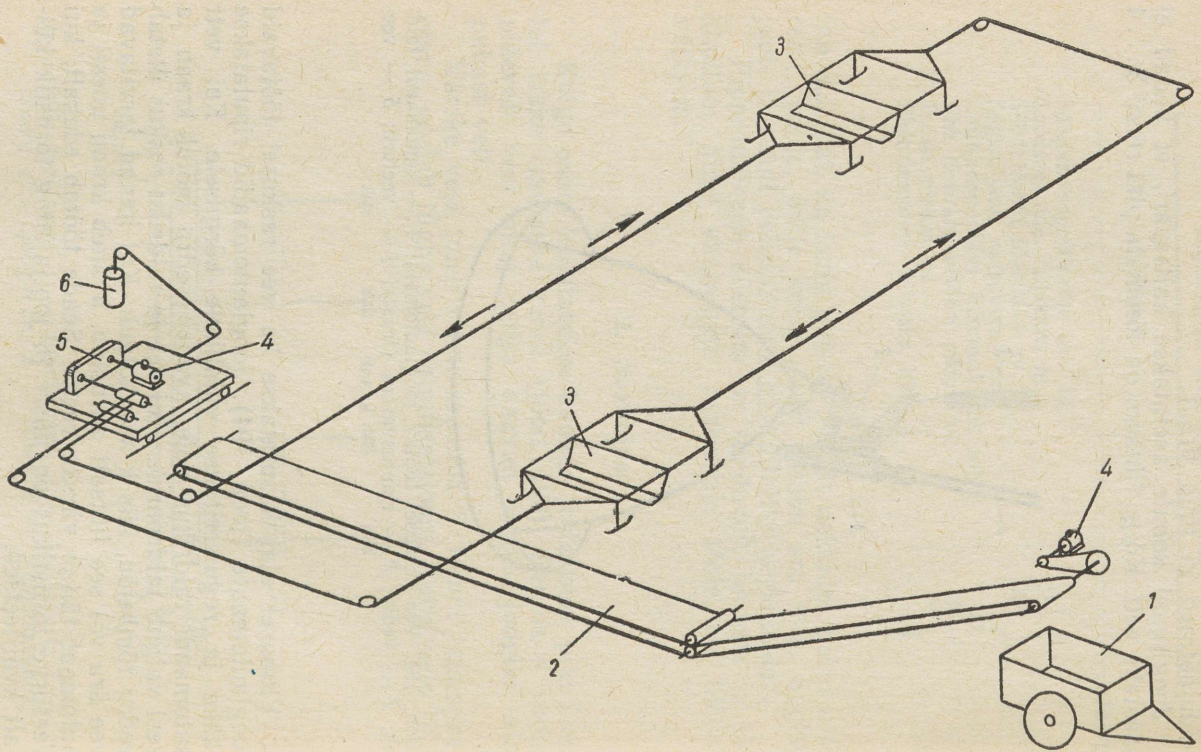
vesi veel filtri *5*, kus püütakse kinni renni sattunud suled, toidujäätmed ja muu praht.

Joogirenni kohale asetatakse kaitsevari, et kanad ei saastaks vett. Kõige lihtsam on tõmmata piki renni 3...4 traati.



Joon. 194. Vee raskusel töötav joogiautomaat: *1* — automaadi taldrik; *2* — vedru; *3* — riputusvarras (traat); *4* — veetoru; *5* — veekraan

Viimasel ajal kasutatakse ka vee raskusel töötavaid joogiautomaate (joon. 194). Joogiautomaadid riputatakse lakke ja reguleeritakse vajalikule kõrgusele. Kui vett automaadi taldrikus pole, avaneb vedru mõjul kraan ja vesi valgub taldrikusse. Kui vee ja taldriku raskus ületab vedru tõmbejõu, siis kraan sulgub. Kui kanad tarvitavad vee ära või see lihtsalt aurustub, avaneb kraan uuesti ja automaat täitub värske veega. Seade töötab edukalt, kui veesurve torustikus on püsiv ja jootja ning torustik küllalt kvaliteetsed.



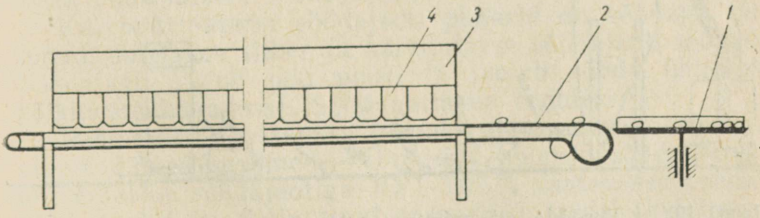
Joon. 195. Sõnniku eemaldamine skreeperseadmega: *1* — traktori järelvanker; *2* — põiktransportöör; *3* — skreeper; *4* — elektrimootor; *5* — reduktor; *6* — vastukaal

3. Sõnniku koristamine

Lindlates, kus kasutatakse seadmete komplekti «Промышленный» või «Смена» koristatakse sõnnik skreeperseadmega (joon. 195). Linnud asuvad enamiku aja restpõrandal ja põhiline osa sõnnikust satub sõnnikurenni. Skreeperid toimetavad sõnniku põiktransportöörile ja see omakorda kanalast välja järelvankrisse või veokisse. Kaldtransportööri jaoks peab ehitama soojustatud juurdeehitise, vastasel korral külmub transportöör talvel kinni ja teda ei saa enam kasutada. Sõnnikut koristatakse selle seadmega iga päev. Kui restpõrandat ei ole, eemaldatakse sõnnik koos allapanuga ja see toimub kanade partii vahetamisel enne ruumi desinfitseerimist. Töö organiseerimise ja tööjõu kulu seisukohalt on viimane viis efektiivsem.

4. Munade korjamine

Muna- ja sugukanade pidamisel laiades kanalates on ka munade korjamine mehhaniseeritud. Kanala keskele paigutatakse kahepoolsed pesakastid (joon. 196). Sissekäik pesakasti kaetakse riidega. Pesakastide põhjad on keskele kaldu, et munad veereksid sinna asetatud munatransportöörile. Transportöör toob munad teenindusruumis olevale kogumislauale, mis aeglaselt pöörleb. Sugukanalas munad sorteeritakse. Haudemunad viiakse haudejaama, ülejäänud pestakse, asetatakse kastidesse ja viiakse munalattu. Munakanalas munad ainult pestakse ja viiakse munalattu sorteerimisele. Sellise munade korjamise viisi suureks puuduseks on enamiku munade määrdumine, kuid



Joon. 196. Munade korjamine laias kanalas: *1* — munakogumislaud; *2* — munatransportöör; *3* — pesakastid; *4* — riidest kate

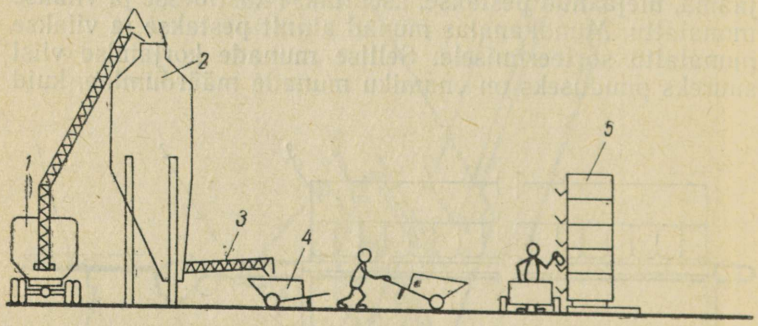
haudemunade pesemine ei ole lubatud, samuti on pesemine seotud suure töökuluga. Seepärast on majandites pesakastid selliselt ringi ehitatud, et põhjad on horisontaalsed, neile on asetatud heinad või höövlilaastud, mida iga nädal vastavalt nende määrdumisele vahetatakse. Pesakastide katused on tehtud ülestõstetavad. Linnutalitaja tõstab pesakasti katuse üles ja laob munad käsitsi pesakasti tagumise seina pilu kaudu linttransportöörile. Pärast munade ladumist lindile tuleb talitaja kanala eesruumi, lülitab lindi tööle ja laob puhtad munad kasti. Pesakastid suletakse ööseks allalastavate restidega.

§ 17. PUURITSEHHIDE MEHHANISEERIMINE

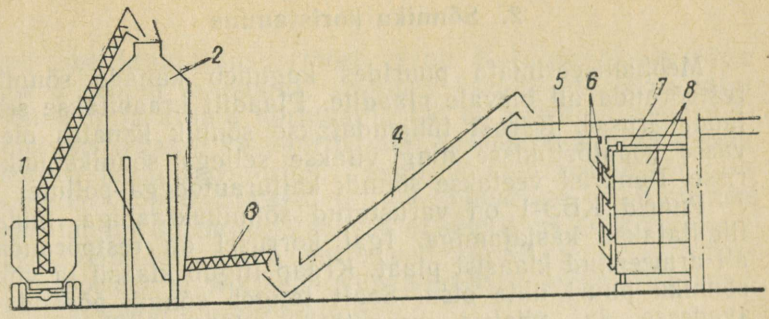
1. Söötade jaotamise mehhaniseerimine

Vanemat tüüpi kanadepuurid ja ka tibude esimese kasvujärgu puurid on mehhaniseerimata. Sööda jaotamisel kasutatakse laudakäru. Söötmiseks kasutatakse kuiv- ja pehmesööta. Kuivsööda jaotamise tehnoloogia (joon. 197) on järgmine. Kuivsööt laaditakse hoone välisküljel olevast punkrist laudakärusse. Söödaga täidetud käru lükatakse puuride juurde ja sööt jaotatakse käsitsi söödakünadesse. Põrand peab olema betoneeritud ja hästi sile, et käru oleks kergem lükata.

Pehmesööda jaotamisel kasutatakse sama tehnoloogiat



Joon. 197. Kuivsööda etteandmine mehhaniseerimata puurides: *1* — söödajaoti ЗСК-10; *2* — kuivsööda punker; *3* — tigutransportöör; *4* — laudakäru; *5* — puuripatarei



Joon. 198. Kuivsööda etteandmine mehhaniseeritud puurides: *1* — söödajaoti ЗСК-10; *2* — kuivsööda punker; *3* — tigutransportöör; *4* — kaldtransportöör; *5* — horisontaaltransportöör; *6* — söödajaoti punkrid; *7* — söödajaoti vanker; *8* — puuripatarei

nagu kuivsööda jaotamiselgi. Kanadele tuuakse valmis pehmesööt söödaköögist, tibudele aga valmistatakse see kohapeal. Köögist tuuakse pehmesööda komponendid kanalasse traktoriga. Vajalikus vahekorras segatakse komponendid segistis kohapeal. Komponentide hulk ja pehmesööda kogus sõltub tibude vanusest ja arvust ning pole tavaliselt kuigi suur. Söödaköögis pole otstarbekas segada väikestes kogustes mitmeid erinevaid segusid.

Puurikanalates, kus on mehhaniseeritud puurid КБН-1 ja КБМ-2, antakse kuivsööta ette järgmiselt (joon. 198). Kuivsööt tuuakse autoga ЗСК-10 tsentraalsest kuivsöödahoidlast kanala juures asuvasse punkrisse. Punkri tigutransportöör viib sööda kaldtransportöörile, kust sööt langeb horisontaaltransportöörile. Horisontaaltransportöör ulatub üle kõigi puuripatareide. Tal on iga puuripatarei söödajaoti kohal siibriga ava, mille kaudu saab sööta lasta puuripatarei söödajaotisse.

Kui puuripatarei söödajaoti punkrid on söödaga täitunud, suletakse siiber ja käivitatakse söödajaoti mootor. Söödajaoti liigub piki puuri ja jaotab sööda ühtlaselt kõikidesse künadesse. Söödanorm on reguleeritav.

Pehmesööda jaotamise tehnoloogia on sama, erinevad ainult mõned seadmed. Pehmesööt tuuakse söödaköögist universaalse söödajaotiga КУТ-3,0БМ vastavasse pehmesöödapunkrisse. Selle tigutransportöör toidab kaldtransportööri, millel sööt liigub horisontaaltransportöörile.

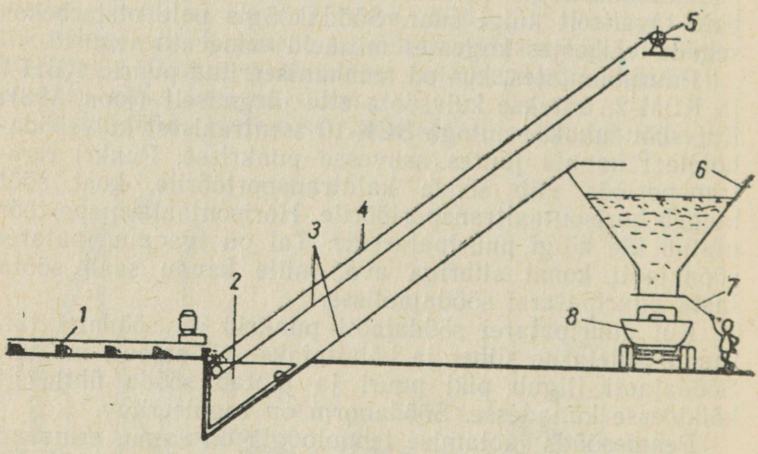
2. Sõnniku koristamine

Mehhaniseerimata puurides koguneb kanade sõnnik restpõranda all olevale plaadile. Plaadilt kraabitakse see laudakärusse. Kärust tühjendatakse sõnnik kanalas olevasse kopptõstukisse ning viiakse sellega sõnnikupunkrisse. Punkrist veetakse sõnnik kallurautodega põllule.

Puurid КБЭ-1 on varustatud sõnnikukraabiga, mida liigutatakse käsiajamiga. Igal korrusel on restpõranda all armeeritud klaasist plaat. Kraap liigub klaasil ja viib sõnniku puuri ühte otsa. Sealt langeb sõnnik põrandaavadesse ja viiakse kraaptransportööriga ТСН-3,0Б traktori järelvankrisse.

Puurides КБМ-2 ja КБН-1 on sõnniku koristamine täielikult mehhaniseeritud. Kraapi käitab sama elektrimootor mis söödajaotitki. Nagu puurides КБЭ-1 on ka siin restpõranda alla asetatud armeeritud klaasist plaadid. Plaadid ei ole küllalt tugevad ja tihti purunevad. Neid saab edukalt asendada siledate eterniitplaatidega, mis on odavamad ja mehaaniliselt palju vastupidavamad.

Kraabid viivad sõnniku puuride lõppu ja sealt lan-



Joon. 199. Sõnniku koristamise tehnoloogiline skeem: *1* — kraaptransportöör ТСН-3,0Б; *2* — kopptõstuk; *3* — juhtrööpad; *4* — tross; *5* — vints; *6* — sõnnikupunker; *7* — väljalaskeava avamise ja sulgemise hoob; *8* — kallurauto

geb see kraaptransportööri renni. Kui puurid on väga pikad (30 m ja enam), koguneb kraabi ette liiga palju sõnnikut ja kraabi normaalne töö on häiritud. Selle vältimiseks tehakse ka puuripatarei keskele ava, kust sõnnik langeb kraaptransportööri renni. Kraaptransportöör viib sõnniku kopptõstukisse ja see punkrisse. Kopptõstuki kasutamine on tingitud sellest, et sõnnik on küllaltki vedel (joogirennidest satub palju vett sõnnikusse) ja kraaptransportöör ei saa seda viia punkrisse. Punkrist viiakse sõnnik kallurautoga põllule.

Sõnniku koristamise tehnoloogia on esitatud joonisel 199.

3. Munade korjamine

Munade korjamine on töömahukamaid protsesse linnukasvatuses. Paljude puuride konstruktsioonis ei ole mehhaniseeritud munade korjamist ette nähtud ja seda eriti välismaal. Seda põhjendatakse nii, et mehhaniseeritud korjamisel munade purunemisest tingitud kahju katab töö- jõu säästust saadud kasu.

Vanemates puurides ongi munade korjamine mehhaniseerimata. Munad veerevad puurist kaldpõhja mööda välja ja kogunevad põhja serva taha. Sealt munad korjatakse käsitsi. Samaaegselt jälgitakse ka kanu ja kui vaja praagitakse haiged kanad välja.

Et kanad ei saaks mune nokkida, asetatakse söödarennid nii, et nende põhjad oleksid 4,5 . . . 5 cm kaldpõhjast kõrgemal. Nüüd ei pääse kana mune nokkima ei söödarenni alt ega pealt.

Uutes puurides КБН-1 on munade korjamine mehhaniseeritud. Puuri põhja väljaulatuv osa ei ole painutatud ülespoole vaid põhjast teatud kõrgusele asetatakse kummiga kaetud vardad. Kui masina munakogumislaud on jõudnud puuri kohale, tõstab vastav mehhanism varda üles ja munad veerevad vahtkummiga kaetud kogumislauale. Kogumislaud on puurist pikem.

Kogumislaudade tühjendamine, munade pesemine ja pakkimine on enamikul juhtudel mehhaniseerimata. Munade pesemist hõlbustab masina M-4 kasutamine, mille tootlikkus on kuni 1500 muna tunnis.

Kanalast viiakse kastidesse pakitud munad selleks kohandatud traktoriga munalattu. Siin munad sorditakse, pakitakse uuesti ja viiakse tarbijatele.

LOOMAFARMIDE AUTOMATISEERIMINE

§ 18. ÜLDALUSEID

1. Automaatika eelised

Automatiseerimise tulemusena väheneb tootmisprotsessiga vahetult seotud inimeste arv, tekib võimalus nende suunamiseks muule tööle ja tööpäeva edasiseks lühendamiseks. Peale otsese inimtööjõu kokkuhoiu on automatiseerimisel ka rida muid eeliseid. Nendest olulisimad on järgmised: automaatne kontrollimine ja juhtimine on sageli objektiivsem ja täpsem; automaatregulaatoril on suur tegutsemiskiirus, seda võib paigutada niisugusesse keskkonda või kohta, kus inimese viibimine on ebamugav või koguni võimatu; automatiseeritud seadmete juhtimist on lihtne tsentraliseerida ja koordineerida.

Loomakasvatuse põhiülesandeks on elanikkonna varustamine toiduainetega. Seepärast on siin tähtsal kohal hügieeniküsimused. Igasuguste nakkuste levitamise oht hõlpsasti desinfitseeritavate automaatikaseadmete kaudu on palju vähem tõenäoline kui inimeste kaudu.

Arvestamata ei saa jätta ka ohutustehnikat. Vahetu kokkupuute kaotamisega masinate ja inimeste vahel tootmisprotsessis likvideeritakse ka oht inimesele. Esialgu võib tunduda, et elektroautomaatika kasutamisel suureneb mõningal määral oht loomadele, kuid on ilmne, et automaatseade peab olema eelkõige varustatud töökindlate kaitseaparaatidega, mistõttu tegelikult peaks automatiseerimisega vähenema õnnetusjuhtumite arv.

2. Automaatikasüsteemide liigitus

Automaatikasüsteeme ja -seadmeid liigitatakse mitmesuguste tunnuste järgi. Oma ülesande järgi eristatakse automaatseid kontrolli-, kaitse-, juhtimis- ja reguleerimissüsteeme.

Lähtudes reguleeritava suuruse muutumise iseloomust

jaotatakse automaatsed juhtimis- ja reguleerimissüsteemid omakorda veel stabiliseerivateks, programmreguleerimis- ja järgivsüsteemideks.

Stabiliseeriva regulaatori ülesandeks on reguleeritava suuruse (pinge, vedeliku ja puistmaterjali taseme jne.) säilitamine nõutud tasemel. Programmregulaator muudab reguleeritavat suurust seaduspärasuse järgi, mis on salvestatud programmseadmes. Programmi võib regulaatorile anda perfolindi, perfokaardi, vajaliku profiiliga pinna, kellamehhanismiga käivitatava lülitusseadme või mõne muu vahendiga. Põllumajanduses võib programmseadmega näiteks käivitada ja peatada automaatseid sööda ettevalmistamise ja jaotamise agregaate, lülitada sisse ja välja kütte- ning ventilatsiooniseadmeid, valgustust jne.

Järgivsüsteemi kasutatakse juhul, kui pole eelnevalt teada ei väärtust, mille järgi tuleb reguleerida ega ka reguleerimisel saavutatavat väärtust. Samuti pole ette teada reguleeritava suuruse muutumise seaduspärasust. Küll aga on ette antud reguleeritava suuruse sõltuvus mõnest protsessi käigus mõõdetavast parameetrist.

Kui aga automaatreguleerimissüsteem peab igas võimalikus olukorras valima reguleeritava suuruse optimaalse väärtuse, võiks sellist süsteemi nimetada optimiseerivaks.

3. Automaatika elemendid

Rida erialaseid mõisteid on vaja teada ka tutvumisel automaatika elementidega. Anduriks nimetatakse näiteks elementi, mis reageerib kontrollitavale parameetrile ja muudab selle tajutavaks süsteemi järgmistele elementidele.

Seadist, mis otseselt mõjutab reguleeritavat või juhitavat seadet, nimetatakse täituriks.

Peale eelnimetatute kasutatakse automaatikasüsteemides veel mitmesuguseid võimendus- ja muunduselemente, mis on vajalikud andurilt saabuvate nõrkade signaalide võimendamiseks, sageli aga ka muundamiseks. Automaatikasüsteemi elementide hulka kuuluvad veel mitmesugused kommutatsiooni- ja komandoaparaadid, nagu kaitsmed, lülitid jne. Eriline koht automaatikasüsteemi elementide hulgas on releel. Releeks nimetatakse üldjuhul seadist, mille väljundsuuruse väärtus hüppeliselt muutub, niipea kui sisendsuurus saavutab ettenähtud väärtuse. Relee kujutab endast samaaegselt nii kommutatsiooni- kui

ka võimenduselementi, kuna näiteks elektrilisel releel on mähisele antav võimsus palju väiksem relee kontaktide poolt lülitatavast võimsusest. Relee toimimise iseärasusest tulenevalt on hakatud nimetama releenähtuseks mingi sõltuva suuruse hüppelist muutumist, mida saab esile kutsuda teise suuruse sujuva muutmisega. Peale elektriliste kasutatakse veel näiteks pneumaatilisi releesid.

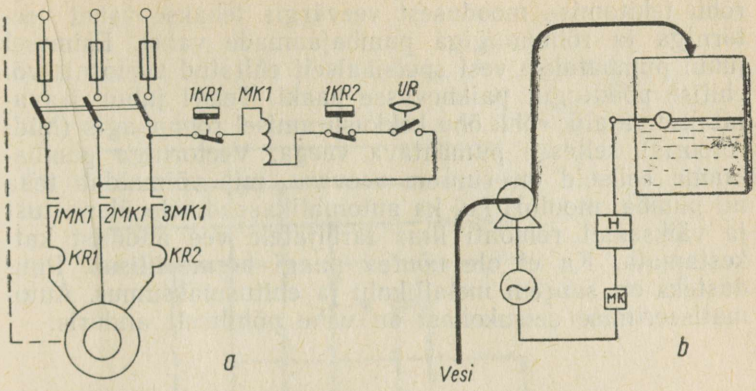
4. Automaatika skeemid

Oluline koht üksikute protsesside automatiseerimisega tutvumisel on automaatika skeemidel. Skeemiks nimetatakse automaatika elementide omavaheliste ühenduste joonist. Seadme elemendid ja detailid kujutatakse skeemil tingmärkidega. Tingmärgid on toodud kirjanduses [32].

Sõltuvalt otstarbest ja üksikosade paigutusest eristatakse montaažiskeeme ning koondatud ja laotatud põhimõtteskeeme. Montaažiskeemidel vastab üksikosade paigutus tegelikkusele. Koondatud põhimõtteskeemidel erineb üksikosade paigutus tegelikust, kuid iga osa kõik lülid (näiteks relee mähised ja kontaktid) paiknevad koos. Laotatud põhimõtteskeemidele on seevastu kõik üksikosad paigutatud laiali selliselt, et skeem oleks hõlpsasti loetav. Et näidata üksikute elementide omavahelist kokkukuuluvust, tuleb nende tähistamiseks kasutada ühtseid skeemitähiseid. Käesolevas peatükis on takisti tähiseks täht *R* vastava indeksiga (R_1, R_2, R_3 jne.), releede mähiste tähistamiseks kasutatakse samuti tähte *R* vastava järjekorranumbriga *R1, R2, R3* jne. Relee kontakti järjekorranumber kirjutatakse releed tähistava numbri ette. Nii näiteks tähendab *1R2* teise relee esimest kontaktipaari, *3R1* esimese relee kolmandat kontaktipaari jne.

Viimasel ajal on kirjanduses enam kasutusel tähistusviis, kus relee järjekorranumber märgitakse tähise ette, kontakti number aga lõppu, näiteks kolmanda relee mähis *3R*, selle teine kontakt *3R2*. Uue, 1971. aastast kehtestatava ГОСТ 2.702-69 kohaselt on aga relee järjekorranumber jälle tähe järel ning kontaktide eraldamiseks nummerdatakse skeemil vooluringid.

Saksa DV skeemidel kasutatakse elementide tähistamiseks väikesi tähti (*c* — lülitid, *d* — abireleed, *m* — mootorid ja trafod jne.) tähe järel paikneva järjekorranumbriga.



Joon. 200. Ujukreleega automaatne pumbajaam: *a*) põhimõtteskeem; *b*) ühejooneline tehnoloogiline skeem; *MK* — magnetkäiviti; *KR* — kaitsereleed; *UR* — ujukrelee

Kõik lülitid näidatakse skeemidel üldreeglina avatud asendis. Releede ja käivitite kontaktid näidatakse asendis, kus mähist ei läbi vool.

Lisaks eelloetletule kasutatakse automaatikaseadme töö selgitamiseks veel ühejoonelisi põhimõtteskeeme tehnoloogilistel skeemidel. Seejuures kasutatakse ГОСТ-3925-59 kohaseid tingmärke.

Joonisel 200 on toodud ujukreleega automaatpumbajaama lihtsustatud skeem kahel kujul.

§ 19. VEEVARUSTUSE AUTOMATISEERIMINE

1. Üldküsimusi

Kõikidest farmitöödest on kaasajal kõige enam automatiseeritud veevarustus. Seda peamiselt kolmel põhjusel: 1) veevarustus on üks kõige suuremat töökulu nõudvaid protsesse; 2) ta on suhteliselt lihtsalt automatiseeritav ja 3) automaatika võimaldab loomadel joomist janu järgi ja see tõstab toodangut.

Kaasaegne automaatse veevarustuse süsteem koosneb pumbast, elektrimootorist, torustikust, reservuaarist, automaatjootjatest, elektrimootori käivitus-lülitusaparatuurist, veenivoo või rõhu anduritest ja juhtmestikust. Sõltuvalt

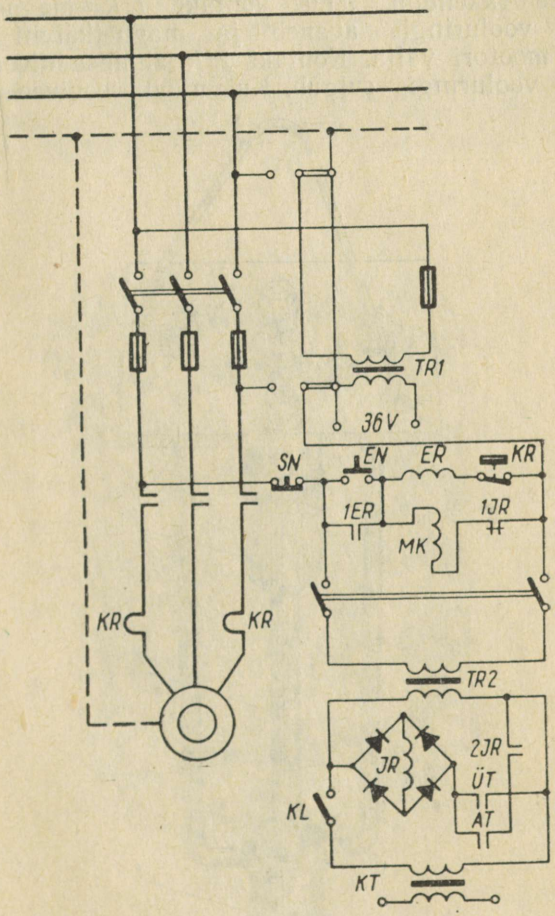
rõhu tekitamise moodusest veevärgis tehakse vahet veetorniga ja rõhupaagiga pumbajaamade vahel. Esimesel juhul pumbatakse vesi spetsiaalselt ehitatud veetornis või ehitise pööningul paiknevasse paaki. Teisel juhul saavutatakse vajalik rõhk õhu kokkusurumisel rõhupaagis (hüdrofooris) sellesse pumbatava veega. Veetorniga pumbajaama eeliseid on suurem veevaru, mis võimaldab teha nii pumba, mootori kui ka automatikaseadmete ülevaatust ja väiksemat remonti ilma tarbijatele vee andmist katkestamata. Ka ei ole nõutav paagi hermeetilisus. Puudusteks on suurem metallikulu ja ehitusmaksumus. Automatiseerimise seisukohast on vahe põhiliselt anduris.

2. Tavaliste pumpade automaatjuhtimine

Ujukiga. Veetorniga pumbajaama võib juhtida ujuksüsteemiga, kus magnetkäiviti juhtvooluringi ühendatud kontaktid lülitatakse ümber sõltuvalt veetasemest seda järgiva ujuki poolt. Süsteemi elektriline juhtimine võib toimuda näiteks joonisel 200, *a* toodud skeemi järgi. Veetaseme langedes paagis lülitub ujukrelee *UR* kontakt ja käivitab pumba elektrimootori. Kui veetase tõuseb vajalikule kõrgusele, avaneb kontakt ja mootor seiskub.

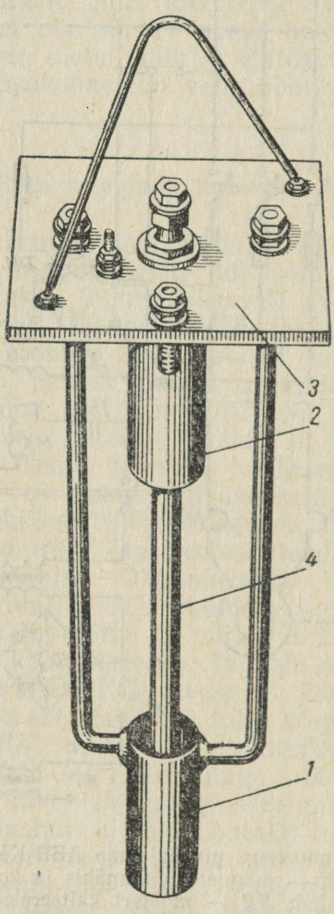
Elektroodiga. Teine võimalus veetaseme reguleerimiseks paagis on vee elektrijuhtivuse kasutamine. Selleks paigutatakse paaki soovitavale kõrgusele elektroodid, mille kaudu sulgub vooluring (kui veetase nendeni ulatub) läbi tundliku relee mähise. Ohutustehnika nõuete kohaselt tuleb paaki paigutatud elektroodidele anda madal pinge (mitte üle 36 V), mistõttu on vaja vahetrafot ja elektriline skeem pisut komplitseerub. Taoliste anduritega automaatpumbajaama АБВ-КД skeem on joonisel 201 [50].

Süsteemi töölerakendamiseks tuleb kõigepealt vajutada ennistusnupule *EN*, millega pingestatakse ennistusrelee mähis *ER*, sulgub ennistusnupuga rööbiti ühendatud ennistusrelee kontakt *1ER*, ning relee mähist toidetakse pärast nupu vabastamist oma kontakti kaudu. Eeldame, et paagis algul vett pole, juhtrelee mähises *JR* vool puudub ja tema avanev kontakt *1JR* magnetkäiviti mähise vooluringis on suletud. Seega läbib ka magnetkäiviti mähist *MK* vool ning pumba mootor on sisse lülitatud. Kui veenivoo tõuseb alumise taseme elektroodideni *AT*,



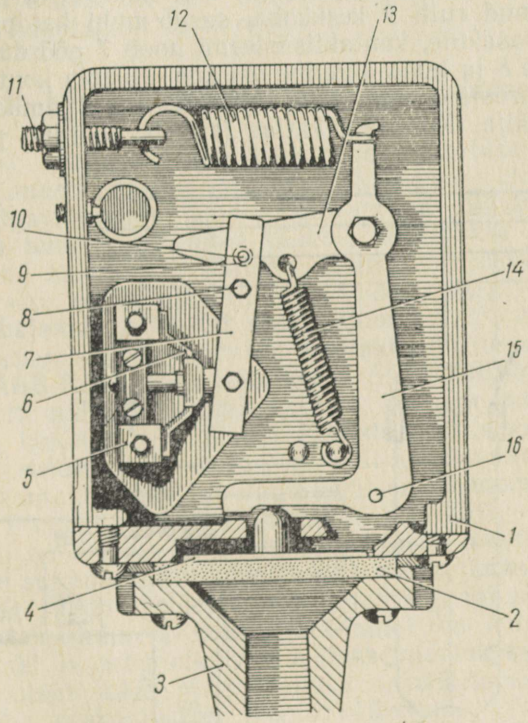
Joon. 201. Kontaktanduritega pumbajaama АБВ-КД automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *MK* — magnetkäiviti mähis ja kontaktid; *TR* — pinget madaldavad trafod; *KR* — mootori kaitsereleed; *JR* — juhtrelee mähis ja kontaktid; *ER* — ennistusrelee mähis ja kontaktid; *KL* — lüliti kütte sisselülitamiseks külmal ajal; *KT* — küttetrafo; *SN* — seiskamisnupp; *EN* — ennistusnupp; *ÜT* — ülemise taseme andur; *AT* — alumise taseme andur

siis ei lähe voolu läbi juhtrelee *JR* mähise, kuna juhtrelee sulguv kontakt *2JR* on esialgu avatud. Kui vesi tõuseb ülemise taseme elektroodideni *ÜT*, sulgub vooluring läbi juhtrelee mähise ülemise taseme elektroodide kaudu. Juhtrelee rakendub, tema kontakt *1JR* magnetkäiviti mähise vooluringis avaneb ja magnetkäiviti lülitab pumba mootori välja. Kontakt *2JR* alumise nivoo elektroodide vooluringis sulgub. Kui nüüd veenivoo on all-



Joon. 202. Torukujuliste kontaktidega tasemeandur: *1* — alumise taseme kontakt; *2* — ülemise taseme kontakt; *3* — isoleerplaat; *4* — kesktoru

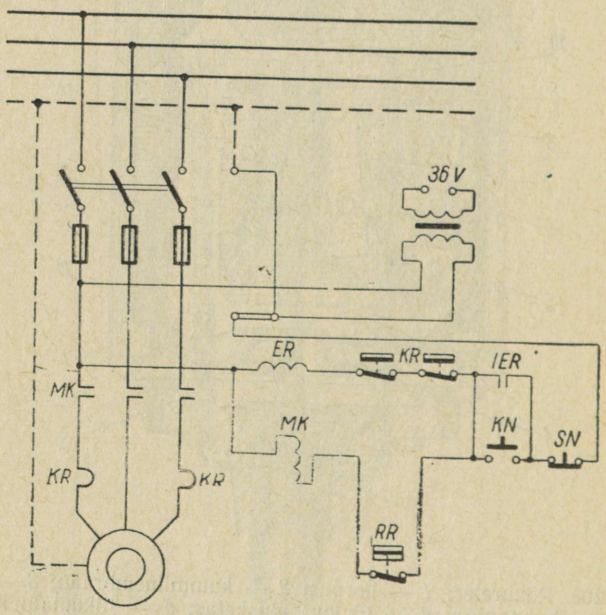
pool elektroode *ÜT*, kuid kõrgemal kui elektroodid *AT*, saab juhtrelee mähis voolu läbi *AT* kontaktide ja oma kontakti *2JR*, ning magnetkäivitit ei lülitata sisse enne, kui veenivoo on langenud allapoole elektroode *AT*. Kui vajutada seiskamisnupule *SN* või rakendub mootorit ohustava liigvoolu tõttu kaitserelee *KR*, katkeb ennistusrelee mähise vooluring, avaneb selle kontakt *1ER* ning pumpa ei saa automaatselt juhtida enne, kui vajutusega ennistusnupule *EN* on ennistusrelee mähis uuesti pingestatud ja kontakt *1ER* sulgunud. Kaitserelee kontakt



Joon. 203. Rõhurelee: *1* — korpus; *2* — kummimembraan; *3* — ühendustoru rõhupaagiga; *4* — tõukuri alusketas; *5* — liikumatu kontakt; 6 — liikuv kontakt; *7* — kontaktisüsteemi hoob; *8* — kontaktisüsteemi hoova telg; *9* — rull; *10* — rulli telg; *11* — reguleerimiskruvi; *12* — vedru; *13* — nukkhoob; *14* — nukkhoova vedru; *15* — põlvhoob; *16* — põlvhoovatelg

peab muidugi olema suletud. Küttetrafo *KT* lülitatakse sisse, kui talvel tekib elektroodide jäätumise oht. Üks võimalikest elektroodide konstruktsioonidest on näidatud joonisel 202.

Rõhureleega. Rõhupaagiga süsteemi korral lülitatakse pumba elektrimootor sisse rõhurelee poolt (joon. 203) [43]. See relee töötab järgmiselt. Kui rõhk katlas tõuseb, surutakse kummimembraan *4* ülespoole kumeraks. Membraan tõstab tõukurit, mis omakorda vajutab põlvhoova *15* horisontaalsele osale. Selle tulemusena liigub põlvhoova vertikaalne osa paremale, pingutades vedru *12* ja tõmmates paremale ka nukkhooba *13*. Kui nukkhoova nuki tipp on ületanud rulli *9* keskkoha, surub nuki kaldpind rulli kiiresti vasakule, kontaktisüsteemi hoob *7* pöördub ümber oma telje *8* ja tema alumine ots koos liikuva kontaktiga *6* liigub paremale. Kontaktid lahutuvad ja pumba käiviti lülitub välja. Kui rõhk katlas langeb, pöördub põlvhoob



Joon. 204. Pumbajaama ВЭ-2,5М automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *MK* — magnetkäiviti; *ER* — ennistusrelee; *KR* — kaitsereleed; *KN* — käivitusnupp; *SN* — seiskamisnupp; *RR* — rõhurelee

tagasi, nukkhoob liigub paremale ja kui nukk on uuesti ületanud rulli, liigub viimane mööda nuki parempoolset kaldpinda uuesti paremale ja kontaktisüsteemi hoova alumine ots suleb kontaktid, käivitades mootori.

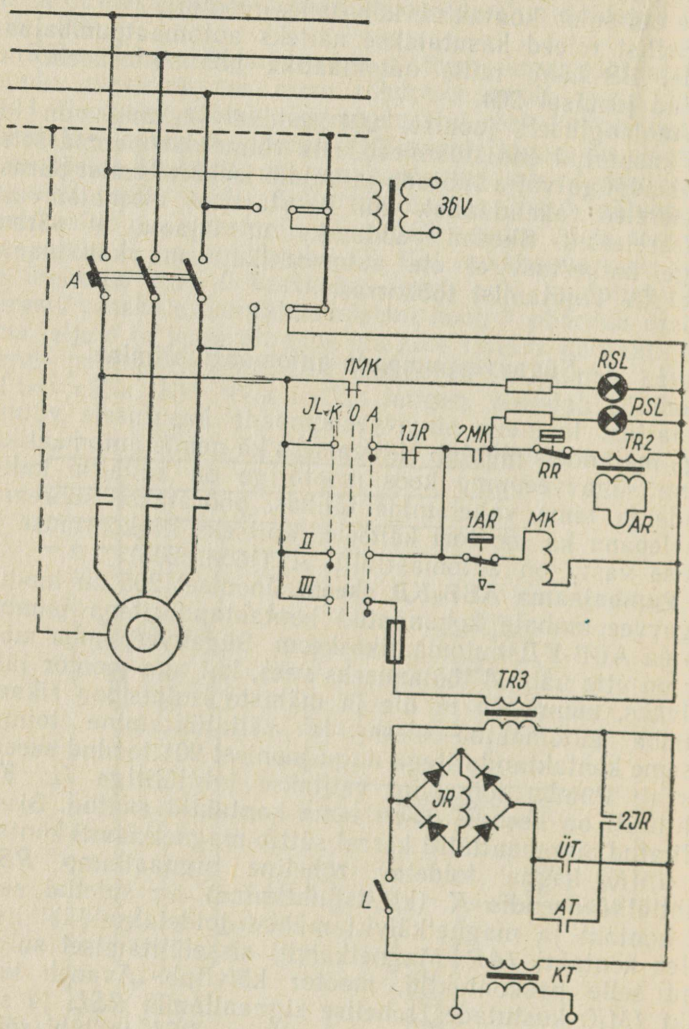
Sellist releed kasutatakse näiteks automaatpumbajaamadel ВЭ-2,5М, mille automaatika põhimõtteskeem on toodud joonisel 204.

Analoogiliselt joonisel 201 toodud skeemiga on ka siin kasutatud ennistusreleed, mis võimaldab pumpa seiskamisnupuga välja lülitada ja väldib isekäivitumist pärast kaitserelee rakendumist, kui kasutatakse iseennistuvaid kaitsereleesid. Skeemi puuduseks on asjaolu, et pärast pinge katkestust ei ole automaatika enne käivitusnupule *KN* vajutamist töökorras.

3. Sügavveepumpade automaatjuhtimine

Järjest laieneva sügavveepumpade kasutusele võtmisega majandeis muutub aktuaalseks ka nende automaatika. Kuna sügavveepump koos mootoriga on küllaltki kallis seade ja tema vahetamine tülikas, pööratakse suuremat tähelepanu ka mootori kaitsele. Kaitseks liigkoormuse ja lühise vastu on automaatlüliti *A* (joon. 205).

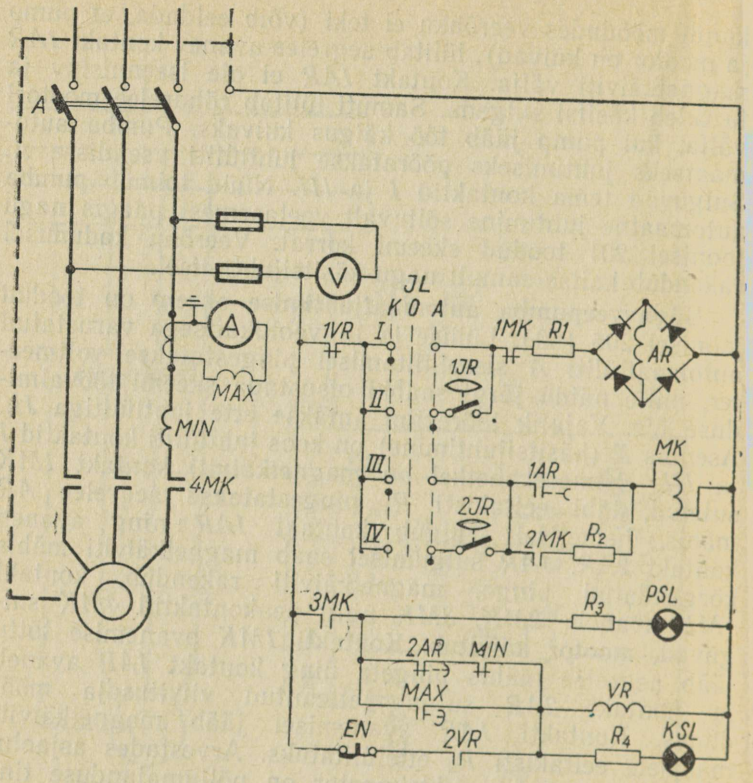
Pumbajaama АБВ-КД skeem. Joonisel 205 on toodud sügavveepumbale kohandatud kontaktanduritega pumbajaama АБВ-КД automaatikaskeem. Sügavveepumba mootor on ette nähtud töötamiseks vees, kui aga mootor jääb kuivaks, kuumeneb ta üle ja mähiste isolatsioon rikneb. Pumba automaatne sisse- ja väljalülitamine toimub taseme kontaktanduritega nagu joonisel 201 toodud skeemi korral. Pumba tööreżiim valitakse juhtlülitiga *JL*. Kui juhtlüliti on asendis 0, on tema kontaktid avatud. Sisselülitatud automaatlüliti korral süttib magnetkäiviti kontakti *1MK* kaudu toidetav roheline signaallamp *RSL*. Juhtlüliti asendis *K* (käsitsijuhtimine) on suletud selle *II* kontakt ja magnetkäiviti mähist toidetakse läbi aegrelee kontakti *1AR*. Magnetkäiviti sisselülitamisel sulguvad selle peakontaktid, mootor käivitub. Avaneb kontakt *1MK*, kustutades rohelise signaallambi *RSL*, ja sulgub *2MK*. Süttib punane signaallamp *PSL* ja läbi rõhutorustikule paigutatud rõhurelee kontakti *RR* saab toidet trafo *TR2* mähis. Viimase sekundaarpoolele on ühendatud bimetallaegrelee küttekeha. Kui rõhutorus 20 se-



Joon. 205. Sügavveepumba automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *MK* — magnetkäiviti; *JL* — juhtlüliti; *JR* — juhtrelee; *RR* — rõhurelee; *AR* — aegrelee; *ÜT* — ülemise taseme andur; *AT* — alumise taseme andur; *RSL* — roheline signaallamp; *PSL* — punane signaallamp

kundi möödudes veerõhku ei teki (võib eeldada, et pump ja mootor on kuivad), lülitab aegrelee avanev kontakt *1AR* magnetkäiviti välja. Kontakt *1AR* ei ole iseennistuv ja ta tuleb käsitsi sulgeda. Samuti lülitab rõhurelee mootori välja, kui pump jääb töö käigus kuivaks. Pumba automaatseks juhtimiseks pööratakse juhtlüliti asendisse *A*. Sulguvad tema kontaktid *I* ja *III*. Nüüd toimub pumba automaatne juhtimine sõltuvalt veetasemest paagis nagu joonisel 201 toodud skeemi korral. Veerõhu kadumisel rakendub kaitse samuti nagu käsitsijuhtimisel.

Sügavveepumba automaatjuhtimise skeem on toodud joonisel 206 [50]. Lühise ja liigvoolukaitsega varustatud automaatlüliti *A* sisselülitamisel pingestatakse voltmeeter, mille näidu järgi saabki otsustada skeemi töövalmiduse üle. Vajalik töörežiim antakse ette juhtlülitiga *JL*. Asendis *K* (käsitsijuhtimine) on koos juhtlüliti kontaktid *I* ja *III*. Esimesel hetkel on magnetkäiviti kontakt *1MK* suletud, läbi eeltakisti R_1 pingestatakse aegrelee *AR* mähis, hetkeliselt sulgub kontakt *1AR* ning avaneb kontakt *2AR*. *1AR* sulgumisel saab magnetkäiviti mähis kõrgendatud pinge, magnetkäiviti rakendub, kontakt *1MK* avaneb; *2MK*, *3MK* ning peakontaktid *4MK* sulguvad, mootor käivitub. Kontakti *1MK* avanemise tõttu jääb aegrelee mähis pingeta ning kontakt *1AR* avaneb ja kontakt *2AR* sulgub etteantud viivitusaja möödudes. Kontakti *1AR* avanemisel jääb magnetkäiviti mähisele eeltakisti R_2 ettelülitatuks. Arvestades asjaolu, et sügavveepumba elektrimootor on põllumajanduse tingimustes küllaltki suure võimsusega tarbija ning pikkades liinides võib esineda käivitusvoolust tingitud märgatav pingelang, mistõttu magnetkäiviti korralikult ei rakendu, kasutatakse magnetkäivitit, mille mähis on arvestatud madalamale pingele (näit. 127 V). Ettenähtust kõrgem pinge antakse käiviti mähisele ainult lühikeseks (käivitamise) ajaks. Eeltakisti R_2 on valitud nii, et normaalses tööolukorras saaks käiviti mähis normaalse pinge. Magnetkäiviti kontakti *3MK* läbi saab toidet punane signaallamp *PSL*, mis näitab, et mootor on sisse lülitatud ja mootori kaitseskeem pingestatud. Viimane sisaldab kaks põhilist releed — maksimaalvoolurelee *MAX* voolust sõltuva rakendusajaga, mis rakendub mootori liigkoormamisel, ja minimaalvoolurelee *MIN*, mille kontakt sulgub, kui mootor töötab koormuseta (kuivalt). Kui



Joon. 206. Harkovi Elektromehaanika Tehase sügavveepumba automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *MK* — magnetkäiviti; *AR* — aegrelee; *JR* — juhtrelee; *VR* — vaherelee; *PSL* — punane signaallamp; *KSL* — kollane signaallamp; *MIN* — minimaalvoolurelee; *MAX* — maksimaalvoolurelee; R_1, R_2, R_3, R_4 — eeltakistid

nendest ühe kontakt sulgub, saab voolu vaherelee mähis *VR*, tema kontakt *1VR* avaneb, lülitades juhtimisvooluringid välja. Relee mähis jääb läbi kontakti *2VR* blokeerituks. Koos *VR* rakendumisega süttib ka kollane signaallamp *KSL*, mis signaliseerib, et toimus väljalülitamine rikke tõttu. Skeemi uuesti töökorda viimiseks tuleb vajutada ennistusnupule *EN*.

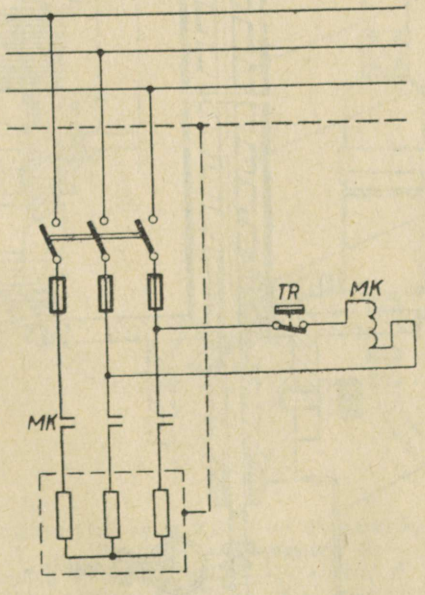
Süsteemi automaatsel juhtimisel pööratakse juhtlüliti *JL* asendisse *A*. Suletud on juhtlüliti kontaktid *II*

ja *IV*. Kui paagis on veetase alla minimaalse, on juhtrelee kontaktid *1JR* ja *2JR* suletud. Süsteem käivitub samuti nagu käsitsijuhtimisel. Kui veetase on ületanud minimaalselt lubatu, lahutub juhtrelee kontakt *1JR*, mis aga süsteemis midagi ei muuda. Kui saavutatakse ülemine tase, lahutub ka kontakt *2JR* ja mootor lülitub välja. Kontakti *2JR* uuesti sulgumisel mootor ei käivitu, kuna kontaktid *1AR* ja *2MK* käiviti vooluringis on lahti. Uus käivitus on võimalik alles kontakti *1JR* sulgumisel. Kaitse töötab samuti nagu käsitsijuhtimisel.

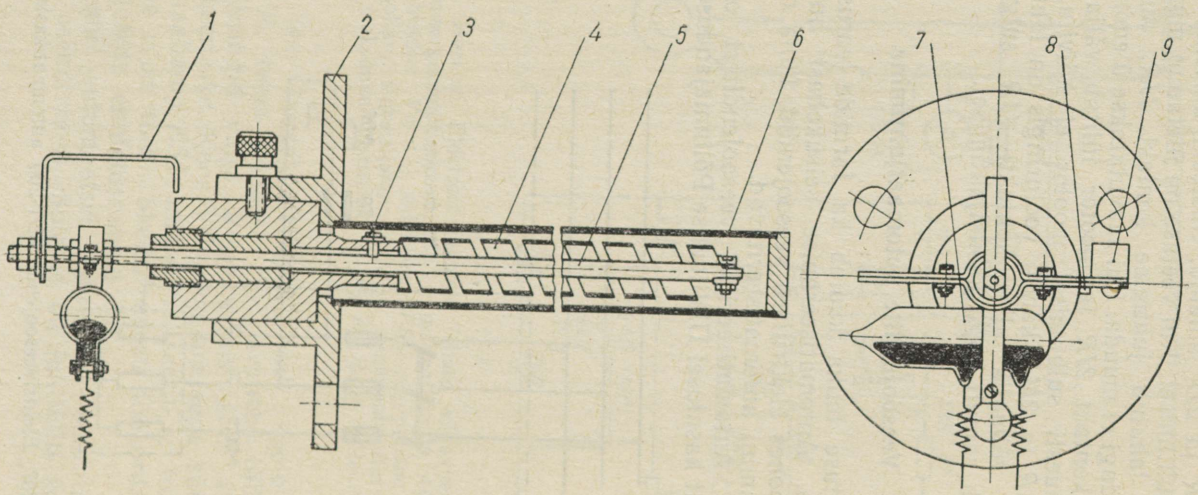
4. Veesoojendite automaatjuhtimine

Veevarustuse hulka kuulub ka farmide varustamine sooja veega. Automatiseerimise seisukohast huvitavad meid esmajoones elektrilised veesoojendid, kuna need on kõige hõlpsamini automatiseeritavad.

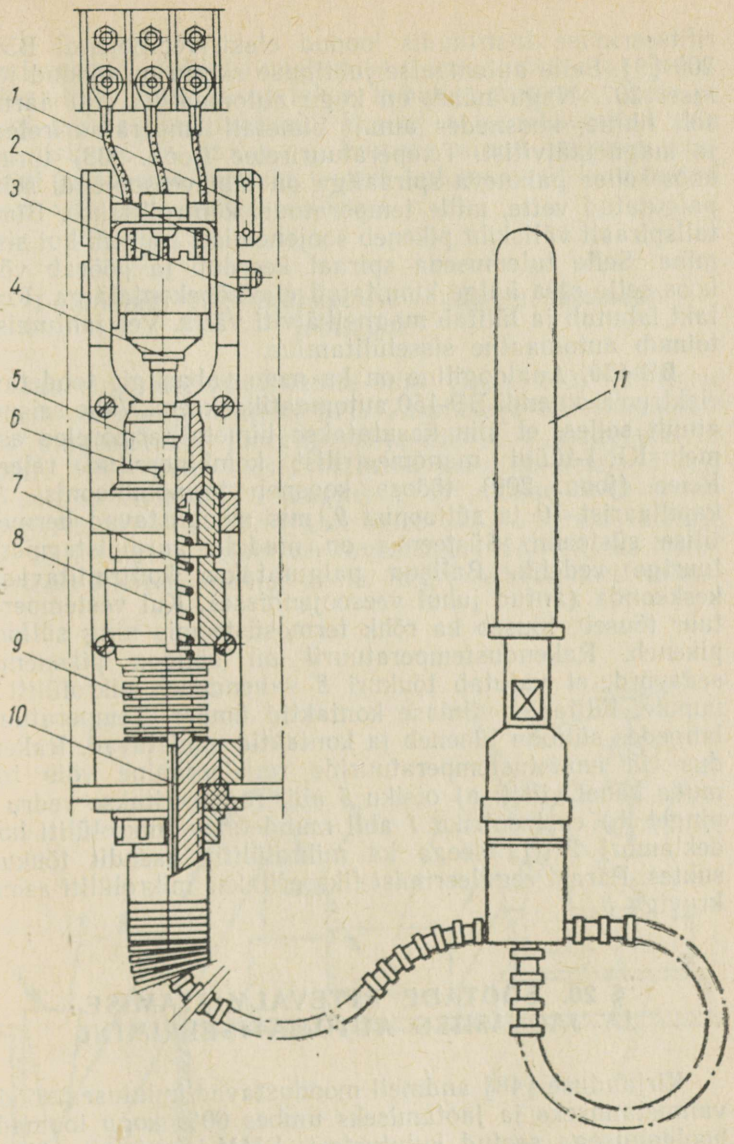
ВЭТ-200. Automatiseeritud veesoojenditest on meil laialdasemalt kasutusel Üleliidulise Põllumajanduse Elekt-



Joon. 207. Elektriveesoojendi ВЭТ-200 automaatikaskeem



Joon. 208. Elektriveesoojendi ВЭТ-200 temperatuurirelee: *1* — osuti; *2* — kinnitusäärik; *3* — bimetallspiraali kinnitus kere külge; *4* — bimetallspiraal; *5* — võll; *6* — toru; *7* — elavhõbekontakt; *8* — tugi; *9* — vastukaal



Joon. 209. Kombineeritud relee KR: *1* — ekstsentrik; *2* — mikrolüliti hoideklamber; *3* — mikrolüliti kinnituskruvi; *4* — mikrolüliti; *5* — otsik; *6* — otsiku fiksaatorkruvi; *7* — vedru; *8* — tõukur; *9* — sülfoon; *10* — kapillaar; *11* — termoballoon

rifitseerimise Instituudis loodud elektriveesoojendi BƏT-200 [9]. Selle automaatse juhtimise skeem on toodud joonisel 207. Nagu näha, on kogu automaatika siin äärmiselt lihtne, koosnedes ainult bimetall-temperatuurireleest ja magnetkäivitist. Temperatuurirelee (joon. 208) toru *6* koos selles paikneva spiraaliga on läbi veesoojendi seina paigutatud vette, mille temperatuuri kontrollitakse. Bimetallspiraali väliskiht pikeneb soojenemisel rohkem kui sisemine. Selle tulemusena spiraal keerdub ja pöörab võlli koos selle otsa külge kinnitatud elavhõbekontaktiga. Kontakt lahutub ja lülitab magnetkäiviti välja. Vee jahtumisel toimub automaatne sisselülitamine.

BƏ-150. Analoogiline on ka meie vabariigis toodetava elektriveesoojendi BƏ-150 automaatikaskeem. Vahe seisneb ainult selles, et siin kasutatakse bimetalltermorelee asemel KR-1-tüüpi manomeetrilist kombineeritud releed. Relee (joon. 209) tööosa koosneb termoballoonist *11*, kapillaarist *10* ja sülfoonist *9*, mis moodustavad hermeetilise süsteemi. Süsteemis on madala aurumistemperatuuriga vedelik. Balloon paigutatakse kontrollitavasse keskkonda (antud juhul veesoojendisse). Kui veetemperatuur tõuseb, tõuseb ka rõhk termosüsteemis ning sülfoon pikeneb. Rakendustemperatuuril on sülfoon pikenenud sedavõrd, et vajutab tõukuri *8* vahendusel mikrolüliti *4* nupule, lülitades viimase kontaktid ümber. Temperatuuri langedes sülfoon lüheneb ja kontaktid ennistuvad. Rakendus- ja ennistustemperatuuride reguleerimine võib toimuda kahel viisil: a) otsiku *5* abil reguleeritakse vedru *7* pinget, b) ekstsentriku *1* abil muudetakse mikrolüliti hoideklambri *2* (ja seega ka mikrolüliti) asendit tõukuri suhtes. Pärast reguleerimist fikseeritakse mikrolüliti asend kruviga *3*.

§ 20. SÖÖTADE ETTEVALMISTAMISE JA JAOTAMISE AUTOMATISEERIMINE

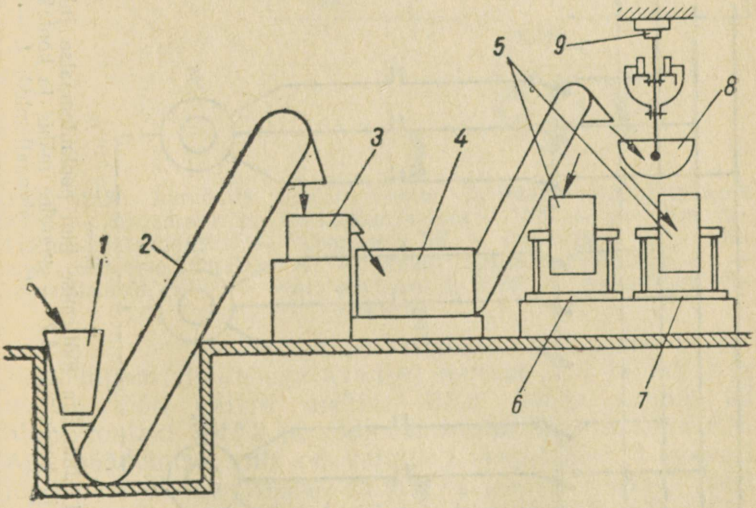
Kirjanduse [48] andmeil moodustavad kulutused sööda valmistamiseks ja jaotamiseks umbes 60% kogu loomade hooldamisega seotud kulutustest. ВИМ-i andmeil vähendab nende tööde automatiseerimine kulutusi enam kui viis korda, kusjuures tunduvalt paraneb sööda kvaliteet.

Praegu ei ole veel laialdaselt kasutusel täiesti auto-

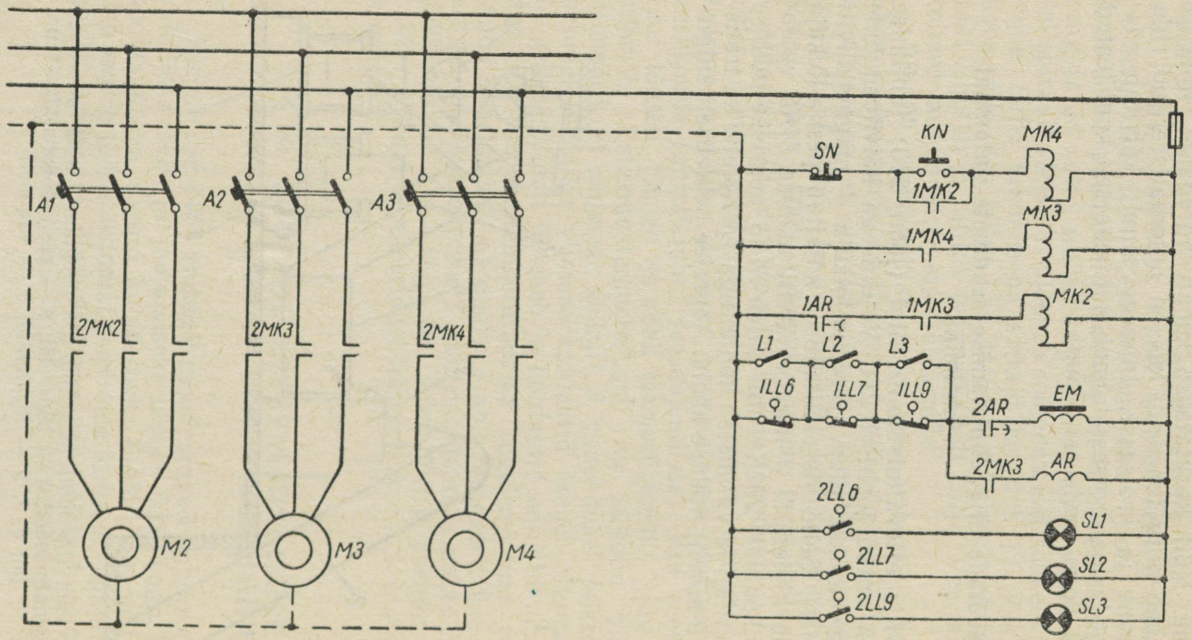
matiseeritud söödavalmistamise, -doseerimise ja -jaotamise liine. Küll kasutatakse kohati agregaate, liine ja isegi tsehhe ning tehaseid, kus on automatiseeritud rida operatsioone ja protsesse. Inimene ainult käivitab süsteemi ja edasine protsess toimub automaatselt kuni teatud etapi või kogu protsessi lõpuni.

1. Söötade ettevalmistamise seadmete automaatjuhtimine

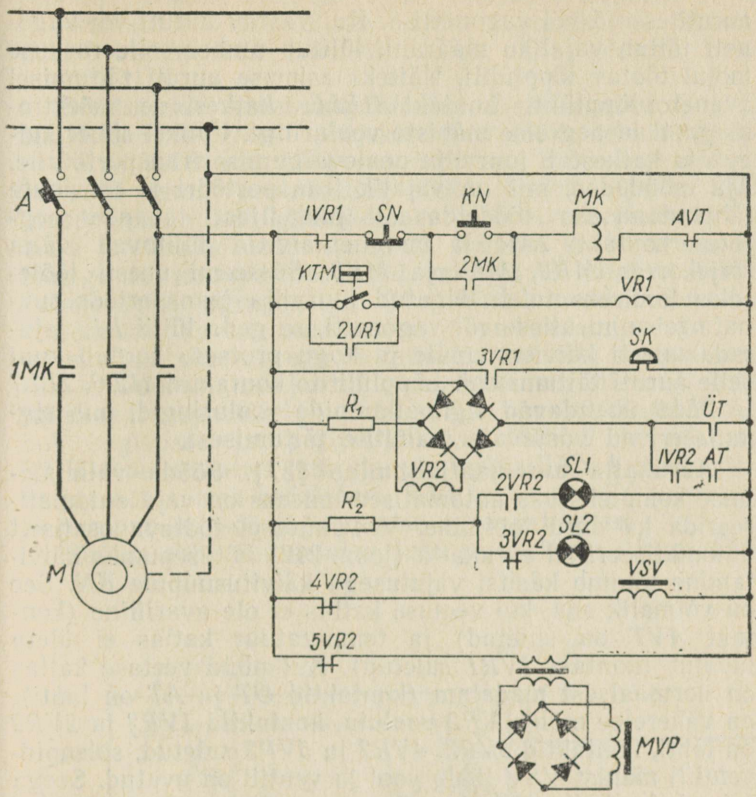
Juurvilja ettevalmistamise liini (joon. 210) juhtimise skeem on antud joonisel 211. Vajutusega käivitusnupule *KN* pingestatakse juurviljapesija-lõikaja *4* magnetkäiviti mähis *MK4*. Selle sisselülitamisel käivitub pesija-lõikaja ja sulgub kivieraldi *3* magnetkäiviti mähise *MK3* vooluring. Abikontakti *2MK3* abil suleb *MK3* aegrelee mähise *AR* vooluringi ja valmistab kontaktiga *1MK3* ette ka transportööri *2* käiviti mähise ahela. Aegrelee hetkeliselt sulguv



Joon. 210. Juurvilja töötlemise liini tehnoloogiline skeem: *1* — punker; *2* — transportöör; *3* — kivieraldi; *4* — pesija-lõikaja; *5* — aurutid; *6*, *7*, *9* — lõpplülitid; *8* — vagonett



Joon. 211. Juurvilja töötlemise liini poolautomaatse juhtimise põhimõtteskeem: *MK* — magnetkäivitite mähised ja kontaktid; *AR* — aegrelee mähis ja kontaktid; *LL* — lõpplülitid; *EM* — elektromagnet; *SL* — signaallambid; *L* — lülitid; *M* — mootorid



Joon. 212. Aurukatla poolautomaatse juhtimise põhimõtteskeem: *KTM* — manomeetriline kontakttermomeeter; *AVT* — avariilise veetaseme kontaktid; *VR* — vahereleed; *SK* — signaalkell; *ÜT* — ülemise veetaseme kontaktid; *AT* — alumise veetaseme kontaktid; *SL* — singaallambid; *VSV* — veesolenoidventiil; *MVP* — magnetiline veepehmendi

(kuid hiljem viivitusega avanev) kontakt *1AR* lülitab sisse transportööri käiviti mähise *MK2*. Seega sulgub ka blokk-kontakt *1MK2* ja võib vabastada käivitusnupu *KN*. Aja möödumisel, mis on vajalik transportööri *2* mootori lõplikuks käivitumiseks, sulgub aegrelee kontakt *2AR* ja pingestatakse punkri *1* siibri elektromagneti mähis *EM*. Seega algab transportöörile juurvilja pealevool, samuti pesemine ja lõikamine. Pärast seda suunatakse juurvili

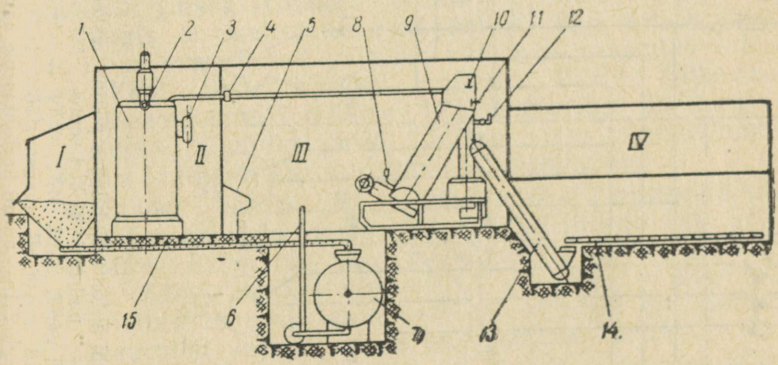
aurutitesse *5* või vagonetti *8*. Kui vastav auruti või vagonett täitub vajaliku määrani, lülitub ümber selle raskuse mõjul töötav lõpplüliti. Näiteks esimese auruti täitumisel avaneb lõpplüliti kontakt *1LL6*, katkestades elektromagneti ja aegrelee mähiste vooluringi. Punkri siiber sulgub ja katkestab juurvilja pealevalgumise transportöörile. Aja möödudes, mis on vajalik transportööri ja masinat tühjendamiseks töödeldavast juurviljast, avaneb aegrelee kontakt *1AR* ja magnetkäivitid lülituvad välja järjekorras *MK2*, *MK4* ja *MK3*. Süsteemi uuesti tööle rakendamiseks tuleb lõigatud juurvilja transportöör suunata teise aurutisse või vagonetti, sulgeda lüliti *L1*, vajutada uuesti käivitusnupule ja kogu protsess kordub kuni selle auruti täitumiseni. Lõpplülitite kontaktid *2LL6*, *2LL7* ja *2LL9* ühendavad signaallampide vooluringid, mis signaliseerivad vastavate mahutite täitumisest.

Aurukatla automaatjuhtimine [37]. Sööda valmistamise kompleksseks automatiseerimiseks on vaja automatiseerida ka auru tootmine. Vedelkütusel töötava osaliselt automatiseeritud aurukatla (joon. 212) kütusepumba käivitamine toimub käsitsi vajutusega käivitusnupule *KN*. See on võimalik siis, kui veetase katlas ei ole avariiline (kontakt *AVT* on suletud) ja temperatuur katlas ei ületa lubatut (kontakt *1VR1* suletud). Kui nüüd veetase katlas on normaalsest madalam (kontaktid *ÜT* ja *AT* on lahti), on vaherelee mähis *VR2* vooluta, kontaktid *1VR2* ja *2VR2* on lahti, kontaktid *3VR2*, *4VR2* ja *5VR2* suletud, solenoidventiili mähist *VSV* läbib vool ja ventiil on avatud. Seega toimub ka katla täitmine. Samaaegselt on sisse lülitatud ka magnetiline veepehmendi *MVP* ja signaallamp *SL2*. Kui veetaseme tõustes sulguvad ülemise taseme kontaktid *ÜT*, läbib vaherelee mähist *VR2* vool, selle kontaktid *1VR2* ja *2VR2* sulguvad, *3VR2*, *4VR2* ja *5VR2* avanevad. Lülitub sisse signaallamp *SL1* ja välja *SL2*. Sulgub solenoidventiil ja lülitatakse välja magnetiline veepehmendi. Kuna ülemise taseme kontaktid *ÜT* jäävad läbi *1VR2* ja alumise taseme kontaktide *AT* blokeerituks, ei ennistu vaherelee enne, kui veetase on langenud allapoole kontakte *AT*. Siis avaneb jälle solenoidventiil ja lülitatakse sisse magnetiline veepehmendi. Kui temperatuur katlas ületab lubatu, sulgub kontakttermomeetri kontakt *KTM*, vool läbib relee mähist *VR1*, relee rakendub. Lahutuv kontakt *1VR1* katkestab magnetkäiviti mähise *MK* vooluringi ja kütu-

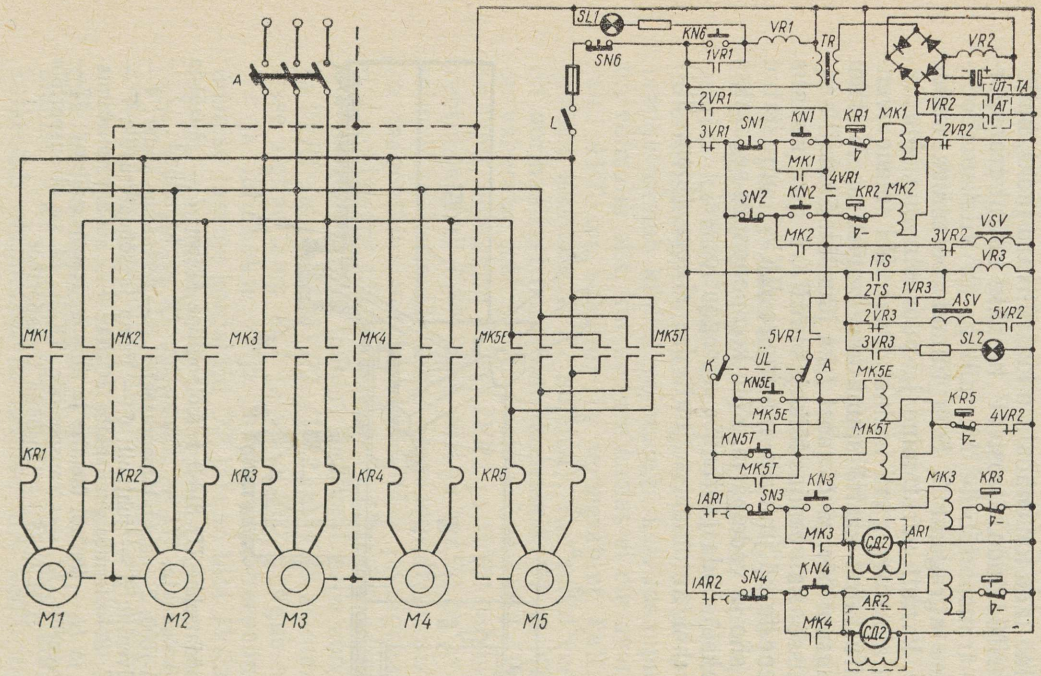
sepump seiskub. Kontakt *2VR1* blokeerib kontakti *KTM* ja kontakt *3VR1* lülitab sisse signaalkella. Skeemi uuesti algolukorda viimiseks tuleb välja lülitada automaatlüliti *A*.

Söödatsehhi automaatjuhtimine. Белгипросемстрой ja ЦНИИМЭСХ-i poolt projekteeritud söödatsehhis (tüüpprojektis ТП 814-3) [54] valmistatakse 3000 seale päevas 20...35 tonni pastataolist sööta. Tsehhi (joon. 213) juurde kuulub ladu kahenädalase kartrulivaru jaoks, katlamaja ja jõusöödaladu. Laost *IV* tuuakse kartul transportööriga *14* transportöörile *13*, millega ta viiakse söödavalmistamise agregaati *9*. Siin toimub pesemine, kivide eraldamine, kartuli aurutamine ja pudrustamine. Aurutamiseks juhitakse agregaati katlast *1* aur läbi solenoidventiili *4*. Pudrustatud kartul suunatakse segistisse *7*, kuhu tuuakse transportööriga *15* laost *I* ka jõusööt. Samuti saabub segistisse ka pesijas-lõikajas МРК-5 ja purustis КПИ-4 peenestatud juurvili, masinaga ДКУ-1 purustatud haljassööt, silo ja vedelpärm. Kõik komponendid segatakse ja pumbatakse sööda jaotamise agregaatidesse.

Söödatsehhi automaatse juhtimise skeem (joon. 214)



Joon. 213. Söödatsehhi ТП 814-3 tehnoloogiline skeem: *I* — jõusööda ladu; *II* — katlamaja; *III* — söödatsehh; *IV* — kartuliladu; *1* — aurukatel КМ-1600; *2* — kontaktmanomeeter; *3* — veetaseme andur; *4* — auru solenoidventiil; *5* — juhtpult; *6* — pump ja söödatorustik; *7* — segisti СКС-5; *8* — termosignalisaator ТС-200; *9* — söödavalmistamisagregaat; *10* ja *11* — kartuli ülemise ja alumise taseme andurid; *12* — vee solenoidventiil; *13* — transportöör ТК-3; *14* — transportöör ТСН-3; *15* — jõusööda transportöör



Joon. 214. Söödatsehhi automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *M1* — transportööri TK-3 elektrimootor; *M2* — pesija elektrimootor; *M3* — pudrusti elektrimootor; *M4* — jõusööda transportööri elektrimootor; *M5* — transportööri TCH-3 elektrimootor; *MK1, MK2, MK3, MK4* — vastava järjekorranumbriga mootorite käivitid; *MK5E, MK5T* — mootori *M5* käivitid vastavalt transportööri TCH-3 edasi- ja tagasikäiguks; *VR1, VR2, VR3* — vahereleed; *AR1, AR2* — aegreleed; *TA* — auruti kartulitaseme andur; *VSV* — vee solenoidventiili mähis; *ASV* — auru solenoidventiili mähis; *KR* — elektrimootorite kaitsereleed; *KN* — sulguvad nupplülitid (käivitusnupud); *SN* — avanevad nupplülitid (seiskamisnupud); *SL* — signaallambid; *TS* — termoelemendiga andur

pingestatakse automaatlüliti *A* ja lüliti *L* sisselülitamisega. Oletame, et sisselülitamisel oli auruti tühi ja temperatuur temas madal. Olgu ümberlüliti *ÜL* asendis *A*. Automaatikasüsteemi käivitamiseks vajutatakse nupule *KN6*. Rakendub vaherelee *VR1*, selle kontaktid *5VR1*, *2VR1* ja *4VR1* lülitavad sisse kartulite etteandmise liini ja pesija ning transportööride mootorite *M5*, *M1* ja *M2* käivitid *MK5E* (käivitamiseks edasisuunas), *MK1* ja *MK2* ning vee solenoidventiili *VSV*, mille kaudu antakse pesijasse vett. Auruti täitub pestud kartulitega. Kui kartul ulatub ülemise taseme elektroodini *ÜT*, rakendub vaherelee *VR2*. Kontaktiga *1VR2* blokeerib see ülemise taseme kontaktid läbi alumise taseme kontaktide *AN*. Kontakt *2VR2* katkestab kartulite etteandmise transportööri *TK-3* mootori *M1* käiviti *MK1* ja pesija mootori *M2* käiviti *MK2* mähiste vooluringi. Avanev kontakt *3VR2* lülitab välja vee solenoidventiili mähise *VSV* ning vee pealevool katkeb. Kontakt *4VR2* katkestab kartulitransportööri *TCH-3* mootori *M5* käiviti mähise *MK5E* vooluringi, lülitades selle välja. Kontakt *5VR2* sulgub, lülitab sisse auru solenoidventiili mähise *ASV* ja algab aurutamine. Temperatuuri aurutis kontrollitakse termosignalisaatoriga *TS* (mark TC-200). Termosignalisaatori kontaktide vooluringis on vaherelee *VR3* mähis. Kui temperatuur aurutis on saavutanud vajaliku väärtuse, rakendub vaherelee *VR3*. Selle avanev kontakt *2VR3* katkestab auru solenoidventiili mähise *ASV* vooluringi ja aurutamine lõpeb. Kontakt *3VR3* lülitab sisse signaallambi *SL2*, mis signaliseerib aurutamise lõpetamisest.

Vajutades nupule *KN3*, käivitatakse magnetkäiviti *MK3* abil pudrustaja mootor *M3*. Samuti lülitub sisse aegrelee *AR1*. Etteantud aja möödudes avaneb aegrelee kontakt *1AR1*, katkestades *MK3* ja *AR1* vooluringi. *AR1* viivitus on arvestatud selliselt, et selle aja jooksul väljub aurutist vajalik kogus pudrustatud kartulit.

Jõusööda doseerimine toimub vastava transportööri mootori *M4* käivitamisega ettenähtud ajaks. See aeg antakse samuti ette aegreleega *AR2* nagu pudrustatud kartuli doseerimisel.

Lülitades nupule *SN6* vajutamisega välja relee *VR1*, lahutuvad kontaktid *1VR1*, *2VR1*, *4VR1* ja *5VR1* ning sulgub kontakt *3VR1*.

Transportööride TK-3 ja TCH-3 elektrimootorite *M1*

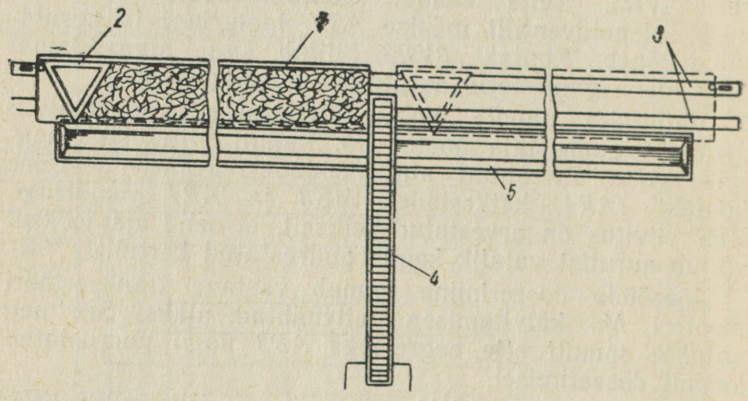
ja *M5*, samuti pesija mootori *M2* käivitamine ei toimu nüüd enam automaatselt, vaid vajutamisega vastavatele käivitusnuppudele. Auru- ja veeventiilid aga sulguvad ka sellisel juhul automaatselt.

Peale kirjeldatu kontrollitakse automaatikaseadmete poolt veel veetaset ja aururõhku katlas. Kasutatakse ka elektromagnetilist veepehmendit. Kirjanduse andmeil on automaatikaseadmete orienteeriv maksumus 850 rbl.

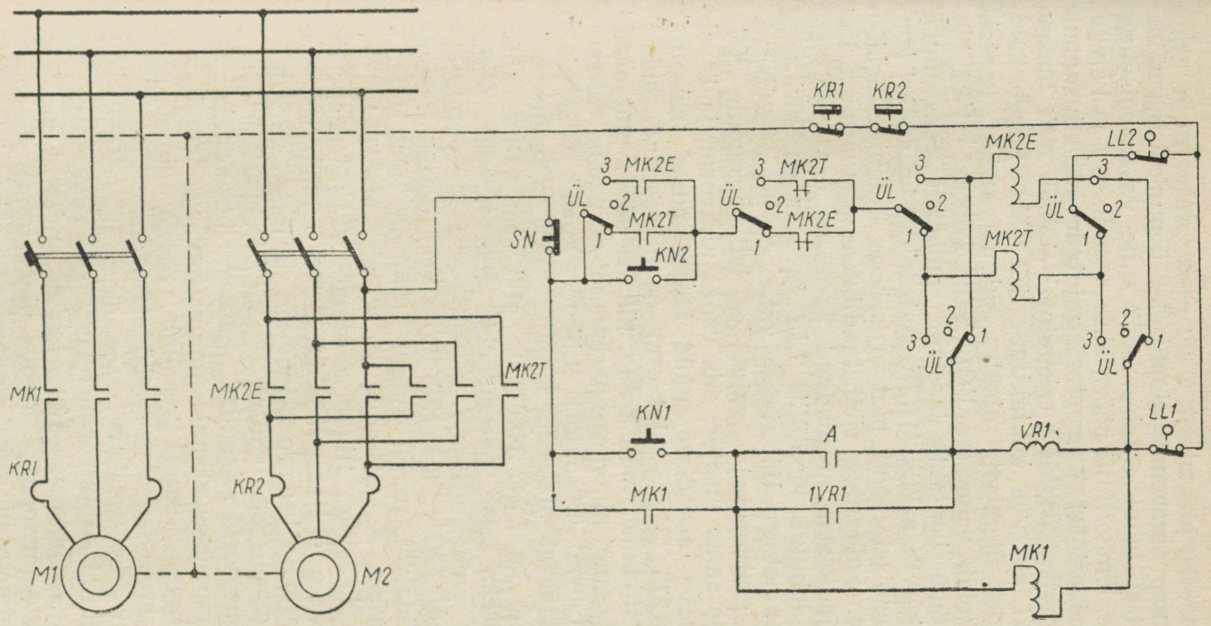
2. Söötade jaotamise seadmete automaatjuhtimine

Söötade jaotamise seadmeid on senini ainult osaliselt automatiseeritud. Nende hulka kuulub ВНИИМЭСХ-s väljatöötatud seade KP-72 koresööda (heinad, õled) ja silo jaotamiseks [51], mille põhimõtteskeem on antud joonisel 215, elektriline skeem aga joonisel 216.

Rehadega kraaptransportöör *4* paikneb lauda keskel ja toob vastavast hoidlast või väljast sööda jaotile. Jaoti kujutab endast poole lauda pikkust sektsioonidest monteeritud juhtrööbastel *3* liikuvat platvormi *1*. Platvorm asub nii kõrgel, et selle alt pääsevad vabalt läbi loomad ja inimesed.



Joon. 215. Söödajaotusseadme KP-72 skeem: *1* — söödajaoti platvorm; *2* — mahalükkaja kraap; *3* — juhtrööpad; *4* — rehadega kaldtransportöör; *5* — söödakünad (sõimed)



Joon. 216. Söödajaotusseadme KP-72 automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *KN* — käivitusnupud; *SN* — seiskamisnupp; *LL1, LL2* — lõpplülitid; *ÜL* — ümberlüliti; *VR* — vaherelee; *MK1* — transportööri magnetkäiviti; *MK2E* — platvormi ja kraabi mootori käiviti käivitamiseks edasisuunas; *MK2T* — platvormi ja kraabi käiviti käivitamiseks tagasisuunas; *M1* — transportööri mootor; *M2* — jaoti mootor

Seade töötab järgmiselt. Olgu jaotusplatvorm ja mahalükkaja kraap algasendis (joonisel 215 punktiiriga näidatud). Sellisel juhul antakse sööt enne vasakpoolsetesse sõimedesse. Ümberlüliti pööratakse asendisse *1* ja käivitatakse transportööri *4* mootor, vajutades käivitusnupule *KN1*. Magnetkäiviti *MK1* rakendumisel jääb *KN1* blokeerituks *MK1* sulguva kontaktiga. Kui sööt ligineb kaldtransportööri ülemisele otsale, sulgub anduri kontakt *A* ja rakendub vaherelee *VR1*. Selle kontakt *1VR1* blokeerib anduri kontakti ja jaoti mootorit edasisuunas käivitava käiviti mähis *MK2E* saab toidet ka anduri kontakti avanemisel. Jaoti platvorm koos kraabiga hakkab liikuma vasakule ning sööt laaditakse platvormile. Kui platvorm ja kraap on jõudnud äärmisse vasakpoolsesse asendisse, lahutub lõpplüliti *LL1* ja transportööri ning platvormi mootorid lülitatakse välja. Selles asendis fikseeritakse platvorm ja, vajutades käivitusnupule *KN2*, käivitatakse sama mootor, mis vedas platvormi ja kraabi vasakpoolsesse asendisse, nüüd tagasisuunas (rakendub käiviti *MK2T*). Kuna platvorm on fikseeritud, hakkab platvormil liikuma ainult kraap, lükates sööda platvormilt künasse. Jõudnud platvormi parempoolsesse otsa, vabastab kraap platvormi fiksaatori. Liikudes pisut edasi koos kraabiga, lahutab platvorm lõpplüliti *LL2* ja mootor seiskub. Sulgub ka *LL1*. Nüüd on platvorm valmis sööda vastuvõtmiseks teise, parempoolse otsa tarbeks. Selleks pööratakse ümberlüliti *ÜL* asendisse *3* ja vajutatakse uuesti nupule *KN1*. Käivitub jälle transportööri mootor ja kui söödakihi survel sulgub (või on juba suletud) anduri kontakt *A*, rakendub ka käiviti *MK2T* ja platvorm koos kraabiga liigub paremale ning transportöör puistab sellele ühtlase söödakihi. Nii toimub see seni, kuni platvorm ja kraap on jõudnud äärmisse parempoolsesse asendisse. Siis lahutub jälle *LL1*, transportööri ja platvormi mootorid seiskuvad, platvorm fikseeritakse äärmises parempoolses asendis ning vajutusega nupule *KN2* pannakse kraap liikuma vasakule. Seega toimub sööda andmine parempoolsetesse söödakünadesse. Kui kraap jõuab platvormi vasakpoolsesse otsa, lahutatakse jälle *LL2*, vabastatakse platvormi fiksaator ja süsteem on jälle algasendis. Kirjanduses [30] leidub andmeid ka teiste osaliselt automatiseeritud liikuva platvormiga sööda jaotamise seadmete ning ka rippteel või rööbastel liikuva

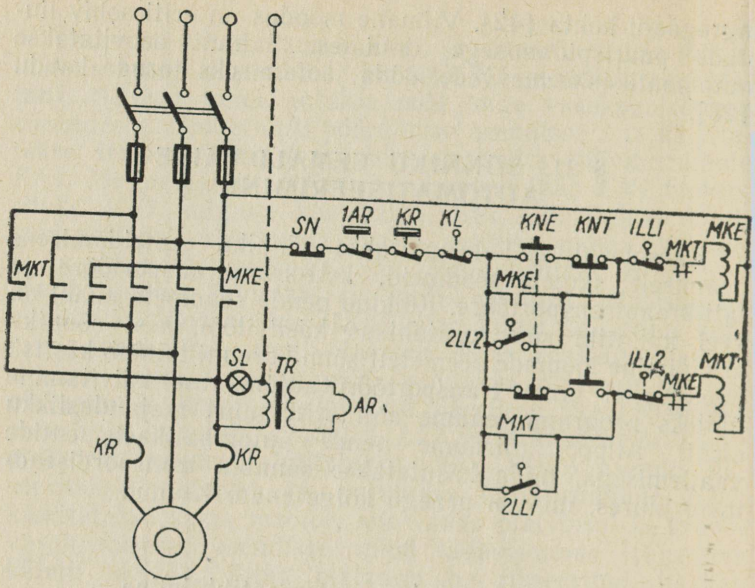
agregaadi kohta [42]. Viimane moodus on eriti sobiv lindude puurispidamisega lindlates. Samuti soovitatakse automaatikaskeeme vedelsööda jaotamiseks torude kaudu [28].

§ 21. SÕNNIKU EEMALDAMISE AUTOMATISEERIMINE

Käesoleval ajal kasutatakse sõnniku eemaldamiseks peamiselt skreeperseadmeid, kett-kraaptransportööre ja latt-kraaptransportööre. Kõikide nende seadmete puhul on veel küllaltki suur osatähtsus käsitsitööl, sest sõnniku kraapimine loomade asemetelt sõnnikurenni toimub käsitsi. Seetõttu ei anna transportööri automaatne käivitamine näiteks programmseadme abil eriti suurt majanduslikku efekti. Üllpool piirdume nende automaatikaelementide vaatlemisega, mida kasutatakse sõnniku transpordiseadmete juures, mis on praegu kõige enam levinud.

1. Skreeperseadme automaatjuhtimine

Joonisel 217 on toodud skeem skreeperseadme automaatseks reverseerimiseks ja peatamiseks teatud aja möödudes selle käivitamisest [51]. Skreeperi käivitamiseks edasi- või tagasisuunas vajutatakse vastavale nupule *KNE* või *KNT*. Kuna lõpplüliti kontaktid *1LL1* ja *1LL2* on suletud, siis käivitub mootor kohe vajalikus suunas ja skreeper hakkab liikuma. Käivitusnupp blokeeritakse magnetkäiviti sulguva kontaktiga. Oletame, et käivitasime skreeperi edasisuunas. Jõudnud lõppu, lülitab ta ümber lõpplüliti *LL1*, kontakt *1LL1* avaneb, *2LL1* sulgub, edasisuunas käiviti ennistub, tagasisuunas rakendub ja seadme mootor hakkab pöörlema vastassuunas. Kui skreeper on jõudnud sõnnikurenni teise otsa, käivitatakse seade lõpplülitiga *LL2* jälle edasisuunas. Väljalülitamiseks on iseennistuv bimetall-aegrelee. Samaaegselt mootori sisselülitamisega pingestatakse ka transformaatori *TR* primaarmähis, aegrelee küttekeha *AR* saab toidet ja etteantud viivituse möödumisel avaneb selle kontakt *1AR*, lülitades seadme välja. Relee on iseennistuv, nii et teatud aja möödudes võib seadme uuesti käivitada. Et vältida trossi või ülekande purunemist mingi rikke või skreeperi



Joon. 217. Skreeperseadme automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *SN* — seiskamisnupp; *AR* — aegrelee; *KR* — kaitserelee; *KL* — kaitselüliti; *KNE* — käivitusnupp edasisuunas; *KNT* — käivitusnupp tagasisuunas; *LLI*, *LL2* — lõpplülitid; *MKE* — edasisuuna magnetkäiviti mähis ja kontaktid; *MKT* — tagasisuuna magnetkäiviti mähis ja kontaktid

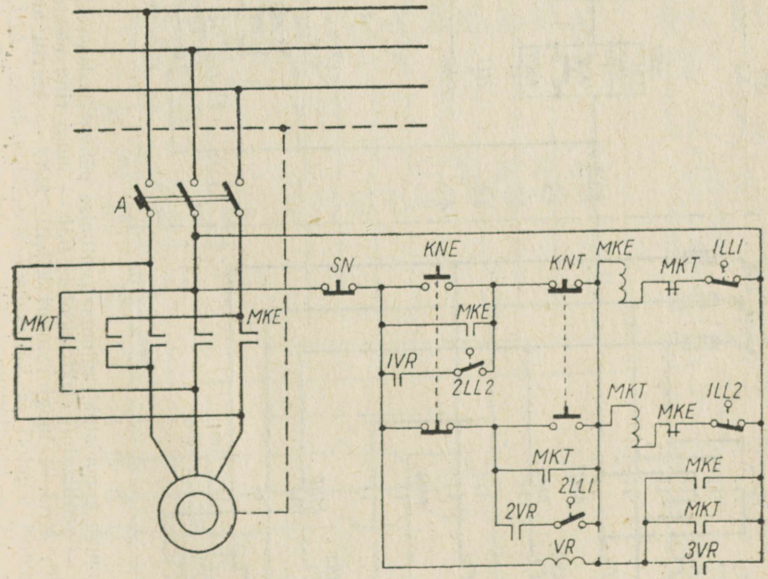
kinnikülmumise tõttu, on vooluringi lülitatud kaitselüliti *KL*. Umbes samasuguse skeemi järgi toimub automaatne liikumissuuna muutmine ka elektrilise reverseerimisega latt-kraaptransportööridel. Ainult siin puudub tavaliselt aegrelee ja transportöör käivitatakse seniks, kuni kogu sõnnik on koristatud. Kasutatavatel skeemidel, nagu joonisel 217 toodulgi, on oluline puudus. Kui transportööri seiskamise (või pinge ootamatu kadumise) momendil on üks lõpplülititest parajasti ümber lülitatud, siis käivitub transportöör või skreeperseade aegrelee ennistumisel või pinge taastumisel ise automaatselt. Selle puuduse kõrvaldamiseks soovitatakse [24] kasutada üht lisareleed (joon. 218). Mootori reverseerimine toimub siin lõpplülitite *LL1* ja *LL2* abil samuti nagu joonisel 217 esi-

tatud lülituse korral. Skeemis on täiendav vaherelee *VR*, mille kontaktid *1VR*, *2VR* ja *3VR* pinge kadumisel või seiskamisnupule *SN* vajutamisel lahutuvad, ja relee uus rakendumine võib toimuda käivitusnupule vajutamisel.

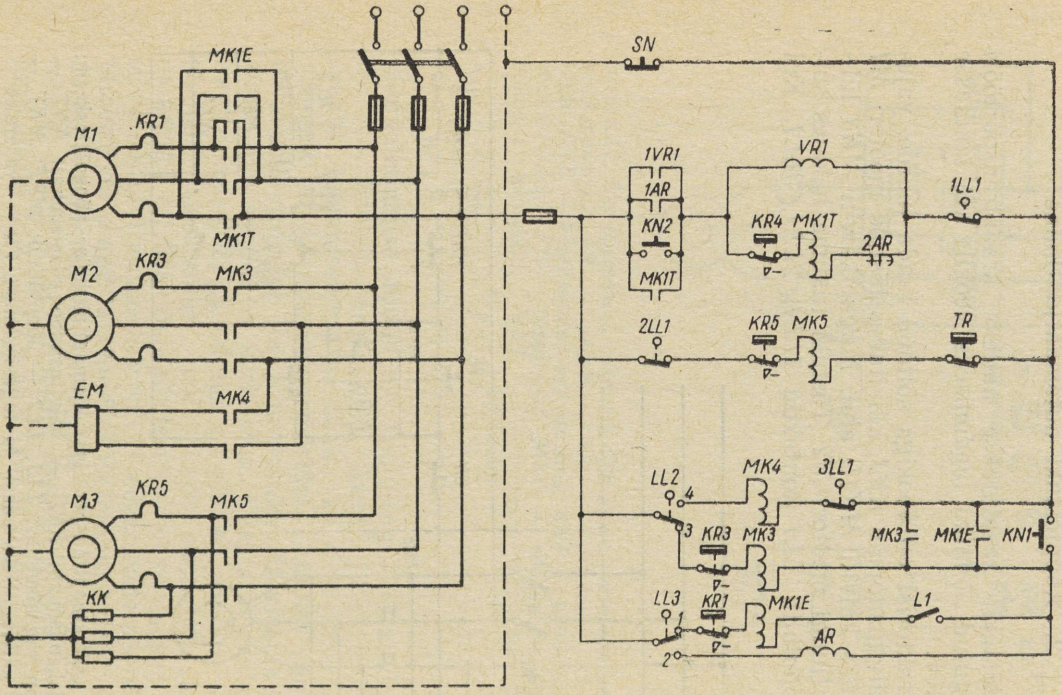
2. Kopptõstuki automaatjuhtimine

Kopptõstukit kasutatakse näiteks kraaptransportööri poolt kogutud sõnniku laadimiseks veokile või hoidlasse (joon. 219).

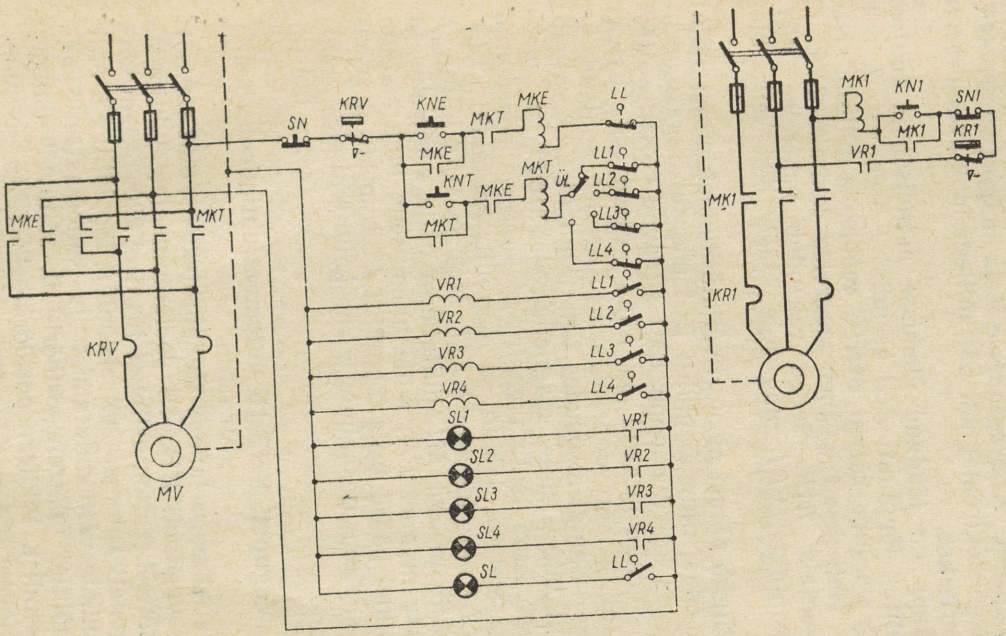
Kui traktorist on veokiga sõitnud lauda juurde, vajutab ta käivitusnupule *KN1*, käivitades tõstuki mootori *M1* edasisuunas käiviti *MK1E* abil. Magnetkäiviti *MK3* lülitab sisse luugi mootori *M2*. Tõstuki liikuma hakates sulguvad lõpplüliti *LL1* kontaktid *1LL1*, *2LL1*, *3LL1*. Kui



Joon. 218. Latt-kraaptransportööri automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *SN* — seiskamisnupp; *KNE* — käivitusnupp edasisuunas; *KNT* — käivitusnupp tagasisuunas; *LL1*, *LL2* — lõpplülitid; *MKE*, *MKT* — käivitid käivitamiseks edasi- ja tagasisuunas; *VR* — vaherelee



Joon. 219. Sõnniku kopptõstuki automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *M1* — tõstuki elektrimootor; *M2* — luugi elektrimootor; *M3* — ventilaatori elektrimootor; *EM* — luugi riivi elektromagnet; *KK* — küttekehad; *MK1* — tõstuki mootori käiviti; *MK3* — luugi mootori käiviti; *MK4* — käiviti luugi riivistusmagneti sisselülitamiseks; *MK5* — käiviti ventilaatori mootori ja küttekehade sisselülitamiseks; *LL1, LL2, LL3* — lõpplülitid; *TR* — temperatuurirelee; *KN* — käivitusnupud; *SN* — seiskamisnupp; *KR* — mootorite kaitsereleed; *AR* — aegrelee



Joon. 220. Vagoneti ВНЭ-1Б poolautomaatse juhtimise põhimõtteskeem nelja pikitransportööri korral: *KNE* — vagoneti käivitusnupp edasisuunas; *KNT* — vagoneti käivitusnupp tagasisuunas; *SN* — seiskamisnupp; *ÜL* — ümberlüliti; *LL1* ... *LL4* — lõpplülitid pikitransportööride otste all; *LL* — lõpplüliti väljas; *SL* — signaallambid. Joonisel on ruumi kokkuhoiu mõttes toodud ainult ühe pikitransportööri juhtimise skeem. Teised on analoogilised

välistemperatuur on alla 0°C ja termorelee *TR* kontakt suletud, rakendub magnetkäiviti *MK5*, lülitades sisse küttekehad *KK* ja ventilaatori mootori *M3*. Ventilaator puhub luugi poole sooja õhku, et vältida külma õhu lauta tungimist. Kui luuk jõuab ülemisse (avatud) asendisse, lülitub lõpplüliti *LL2* asendisse *4* ja magnetkäiviti *MK4* lülitab sisse elektromagneti *EM*, millega luuk avatud asendis fikseeritakse.

Kui kopp on jõudnud ülemisse asendisse ja tühjendatud, lülitub lõpplüliti *LL3* asendist *1* asendisse *2*, millega jääb vooluta käiviti *MK1E* mähis ja lülitub sisse aegrelee. Hetkeliselt avaneb aegrelee kontakt *2AR* ja sulgub kontakt *1AR*. Seega rakendub vaherelee *VR1*. Sulgub kontakt *1VR1* ning relee jääb läbi selle blokeerituks.

Kopp liigub pärast mootori väljalülitamist inertsi mõjul veel pisut edasi ning lõpplüliti *LL3* pöördub tagasi asendisse *1*. Kuna käivitusnuppu *KN1* sildavad käivitite *MK3* ja *MK1E* blokk-kontaktid on nüüd avatud, siis käiviti *MK1E* mähis enam voolu ei saa. Aegrelee ennistub ja mõnekümne sekundi möödudes tema kontakt *2AR* sulgub. Seega lülitatakse sisse magnetkäiviti *MK1T* ja mootor *M1* veab kopa lauta tagasi. Kui kopp on pöördunud tagasi algasendisse, lahutuvad lõpplüliti kontaktid *1LL1*, *2LL1* ja *3LL1* ning käivitid *MK1T*, *MK5* ja *MK4* lülituvad välja. Seiskub mootor *M1*, lülitatakse välja soojendus ja luugi riivistusmagnet *EM*, mille tulemusena luuk sulgub. Viimase toimel pöördub ka lõpplüliti *LL2* uuesti algasendisse *3* ja süsteem on valmis uueks käivitamiseks.

3. Vagoneti ВНЭ-1Б automaatjuhtimine

Kahesaja lehmaga laudas (tüüpprojekt nr. 8-02.429/65) kasutatakse vagoneti ВНЭ-1Б poolautomaatset juhtimist. Selle põhimõtteskeem on esitatud joonisel 220. Skeem võimaldab vagoneti automaatset seiskamist lõpplüliti *LL* abil pärast sõnniku väljakallutamist ja automaatset peatamist ettenähtud pikitransportööri all, sõltuvalt ümberlüliti *ÜL* asendist. Pikitransportööride käivitite juhtimisahelad on blokeeritud vastava vaherelee sulguva kontaktiga. Pikitransportööri on võimalik käivitada ainult siis, kui vagonett on peatunud etteantud transportööri all. Siis

lülitub vastav lõpplüliti (näit. *LL1*), rakendub vaherelee, süttib vastava numbriga signaallamp ja käivitusnupule vajutamisega saab käivitada selle transportööri elektrimootori. Neli komplekti vahereleesid ja lõpplüliteid on tarvis ainult latt-kraaptransportööride kasutamisel. Kettkraaptransportööre on laudas tavaliselt ainult 2, mistõttu skeem seevõrra lihtsustub.

§ 22. LÜPSI JA PIIMA ESMASTÖÖTLEMISE AUTOMATISEERIMINE

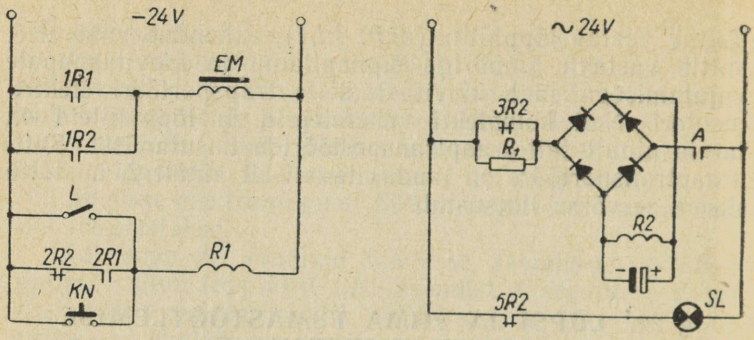
1. Lüpsitööde automatiseerimine

Üldküsimusi. Lüps on üks keerukaima tehnoloogiaga protsesse loomakasvatuses, sisaldades terve rea operatsioone, nagu udara pesemine, nisakannude allapanek, lüpsmine, aparaadiga järellüps jne. Osa nendest operatsioonidest on raskesti mehhaniseeritavad. Mehhaniseerimiseta aga ei tule kõne alla ka automatiseerimine. Udarast piima väljaimemine on küllaltki edukalt mehhaniseeritud, mille tulemusena on tunduvalt kergenenud lüpsja töö ja vähenenud tööjõukulu, ning kuigi kogu protsessi täielikust automatiseerimisest oleme veel kaugel, võib üksikute automaatikaelementide kasutamisega siin veel mõndagi parendada.

Üks kõige olulisemaid puudusi on, et lüpsja peab hoolega jälgima lüpsmise käiku mitme lehma juures korraga ja kui mõnel lehmal on piima eraldumine lõppenud, tuleb selle lüpsmine ka lõpetada ja nisakannud alt ära võtta. Nisakannudest vaakumi väljalülitamist ja kannude alt äravõtmist oleks vaja automatiseerida.

Vaakumi väljalülitusseadmed võivad olla mehaanilised (ujukiga) või elektrilised. Kasutatakse piima elektrijuhtivusel põhinevaid väljalülitusseadmeid. Siin on piimatorusse või voolikusse paigutatud andur, mis siis, kui torustikus voolab piim, on täidetud piimaga ja laseb elektrivoolu läbi. Kui piima eraldumine lõpeb ja andur tühjeneb ning voolu ei juhi, lülitub lüpsiaparaat välja.

Seadme juhtimise elektriline põhimõtteskeem on toodud joonisel 221. Süsteemi pingestamisel süttib signaallamp *SL*. Iga lüpsiaparaat lülitatakse sisse eraldi. Vasta-



Joon. 221. Lüpsiaparaadi automaatse väljalülitusseadme elektriline skeem: *R1, R2* — releed; *KN* — käivitusnupp; *A* — piima eraldumise andur; *EM* — elektromagnetilise kraani mähis; *SL* — signaallamp; R_1 — takisti

vale käivitusnupule *KN* vajutamisel rakendub relee *R1*, sulguvad tema kontaktid *1R1* ja *2R1*. Kontakti *1R1* kaudu lülitatakse sisse elektromagnetilise kraani mähis *EM*. Lüpsiaparaat ühendatakse vaakumtorustikuga ja lüpsmine algab. Kui andur *A* täitub piimaga, rakendub relee *R2* ning tema kontakt *1R2* elektromagnetilise kraani vooluringis sulgub, dubleerides kontakti *1R1*. Kontakt *2R2* avaneb ning *R1* lülitub välja. Kontakti *3R2* avanemise tõttu jääb anduri ja relee *R2* mähisega järjestikku ühendatuks lisatakisti R_1. Signaallamp lülitatakse välja. Kui piima enam ei eraldu, tühjeneb andur *A*, relee *R2* ennistub ja elektromagnetiline kraan kontakti *1R2* avanemise tõttu sulgub. Süttib uuesti signaallamp, mis näitab, et lüpsmine on lõppenud.

Piima arvestusseadmed. Suurtes farmides on olulise tähtsusega piima arvestamise automatiseerimine. Selleks kasutatakse kahesilindrilist vaakumiga töötavat automaatseadet. Silindrid ühendatakse vaheldumisi vaakumtorustikuga.

Kui ühte silindrisse on imetud vajalik kogus piima, lülitatakse selles paikneva ujuki poolt vastav kraan ümber, nii et täitunud silinder ühendatakse vaakumtorustiku asemel välisõhuga ja piim voolab temast välja. Samal ajal ühendatakse teine silinder vaakumtorustikuga ja

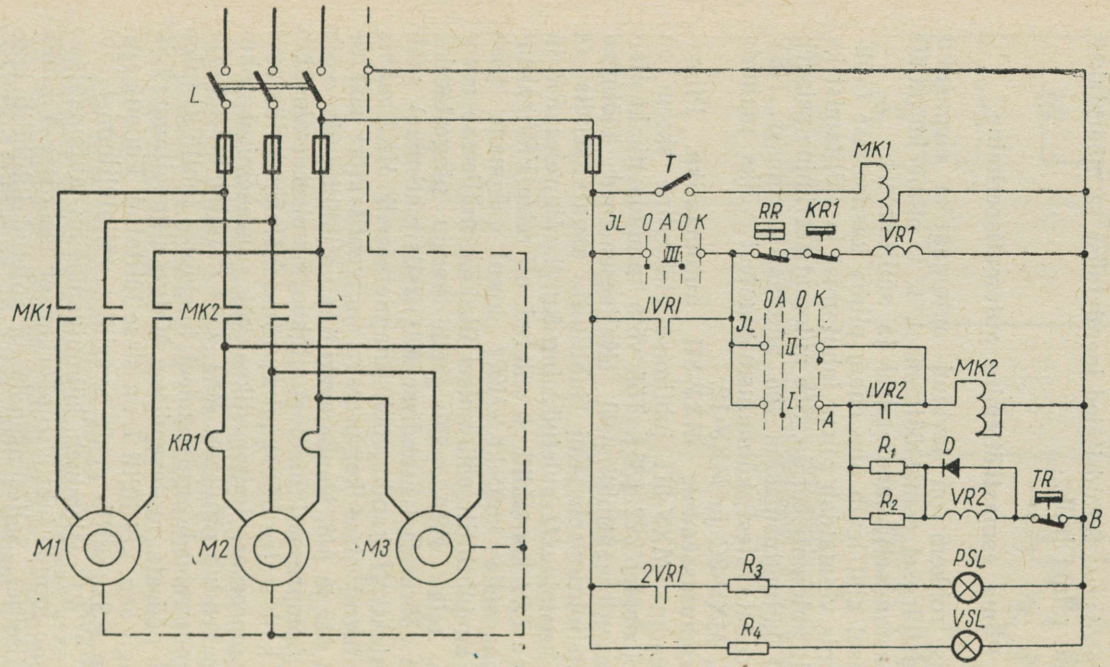
piimaliiniga ning temasse imetakse piima. Silindri täitumisel lülitab ujuk uuesti silindrid ringi ja kordub esialgne protsess. Silindritäied loendatakse ja määratakse nii lüpstud piima hulk.

2. Piima esmastöötlemise automatiseerimine

Hoopis rohkem on levinud automaatika elemendid piima lüpsijärgsel esmastöötlemisel, s. t. piima kurnamisel (puhastamisel), jahutamisel ja säilitamisel.

Viimasel ajal levib üha enam piima käsitsemise tankmeetod, mis võimaldab piima jahutamist ja säilitamist ka lihtsamalt automatiseerida. See automatiseerimine seisneb peamiselt külmutusmasina töö automatiseerimises. NSV Liidus toodetavatest külmutusmasinatest võiks mainida МХУ-8П, МХУ-8С ja МХУ-12.

Piimajahutusseadme МХУ-8П automaatika. Piimajahutusseadme МХУ-8П juhtimise elektriline skeem on esitatud joonisel 222 [35]. Töö võib toimuda nii käsitsikui ka automaatjuhtimisel. Kaitseseadmed töötavad ka käsitsijuhtimisel. Kui juhtlüliti asub asendis *0*, on selle kontakt *III* suletud ning kuigi rõhurelee *RR* ja termorelee *TR1* kontaktid on suletud, on relee *VR1* rakendunud ja selle kontakt *1VR1* kinni. Viimane jääb suletuks ka juhtlüliti pööramisel ükskõik millisesse asendisse ja relee *VR1* mähis selle kaudu pingestatuks. Juhtlüliti pööramisel asendisse *K* (käsitsijuhtimine) saab selle kontakti *II* kaudu voolu magnetkäiviti *MK2* mähis ning lülituvad sisse kompressori ja ventilaatori elektrimootorid *M2* ja *M3*. Nende avariiline väljalülitamine võib toimuda kompressori mootori liigkoormamisel (rakendub mootori kaitserelee *KR1*) ning rõhu ülemäärasel alanemisel kompressori imitorustikus või suurenemisel rõhupoolel (rakendub rõhurelee *RR*). Uus käivitamine on võimalik nende releede ennistumisel, kusjuures juhtlüliti tuleb vahepeal pöörata nullasendisse. Valge signaallamp *VSL* põleb kogu aeg, kui lüliti *L* on sisse lülitatud. Punane signaallamp *PSL* süttib peale avariilist väljalülitumist läbi kontakti *2VR1*. Üleminek külmutusmasina automaatsele juhtimisele toimub juhtlüliti pööramisel asendisse *A* (automaatjuhtimine). Selles asendis on suletud juhtlüliti kontakt *I* ning kompressori ja ventilaatori käiviti *MK2* mähis saab toidet vaherelee *VR2* kontakti *1VR2* kaudu.



Joon. 222. Külmutusmasina МХУ-8П automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *M1* — pumba elektrimootor; *M2* — kompressori elektrimootor; *M3* — ventilaatori elektrimootor; *MK1* — pumba elektrimootori käiviti; *MK2* — kompressori ja ventilaatori mootori käiviti; *T* — tumbler; *JL* — juhtlüliti (pakettlüliti); *RR* — rõhurelee; *TR* — temperatuurirelee; *VR1*, *VR2* — vahereleed; *PSL* — punane signaallamp; *VSL* — valge signaallamp; *D* — diood; R_1, R_2, R_3, R_4 — eeltakistid

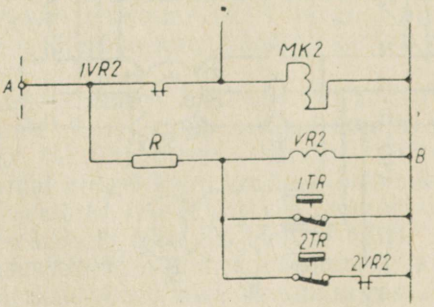
Kompressori ja ventilaatori sisse- ja väljalülitamine toimub nüüd sõltuvalt jahutatava vee temperatuurist temperatuurirelee *TR* poolt. Veepump lülitatakse sisse eraldi tumbleriga *T*.

Külmutusmasinas MXУ-12 kasutatakse kaht kompressorit ja kaht ventilaatorit, mis lülitatakse sisse paariviisi.

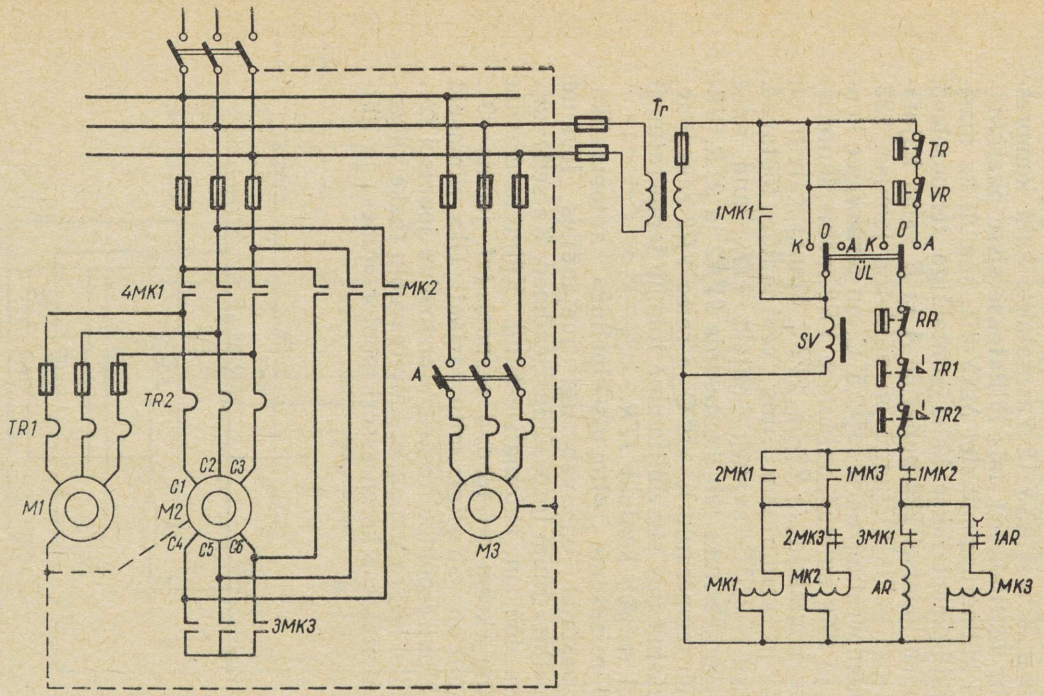
Mõnedel külmutusmasinatel MXУ-8П, samuti ka masinatel MXУ-12 kasutatakse kahe kontaktiga termoreleed. Seega kujuneb joonisel 222 punktide *A* ja *B* vahel kujutatud skeemi osa selliseks, nagu on näidatud joonisel 223.

Kui veetemperatuur on üle +2,5° C, on termorelee kontaktid *1TR* ja *2TR* suletud, vaherelee *VR2* mähis šunteeritud ja selle kontaktid *1VR2* ja *2VR2* kinni. Käiviti on rakendunud ja kompressor ning ventilaator töötavad. Temperatuuril +2,5° C avaneb kontakt *1TR*, kuid relee mähis jääb šunteerituks läbi kontaktide *2VR2* ja *2TR*. Viimane avaneb temperatuuril +2° C ja relee *VR2* rakendub. Külmutusmasina uus sisselülitamine toimub temperatuuril +2,5° C, kui sulgub kontakt *1TR*.

Torusselüpsiseadme «Impuls-Pipeline» automaatika. Viimastel aastatel on vabariigi majandites levinud «Impuls-Pipeline»-tüüpi torusselüpsiseadmed. Ka selle külmutusmasina töö on automatiseeritud. Külmutusmasina tehnoloogiline skeem on toodud eespool (vt. joonis 89). Neid masinaid on vabariigis mitu varianti. Üks viimaseid automaatjuhtimise põhimõtteskeeme on toodud joonisel 224. Skeemi põhilisi iseärasusi on, et käivitusvoolu tõuke vähendamiseks käivitatakse kompressori mootor «tähes» ja lüli-



Joon. 223. Külmutusmasina MXУ kompressori ja ventilaatori sisselülitamine kahekontaktilise temperatuurireleega



Joon. 224. Lüpsiseadme «Impuls-Pipeline» külmutusmasina automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *M1* — ventilaatori elektrimootor; *M2* — kompressori elektrimootor; *M3* — veepumba elektrimootor; *TR1* — ventilaatori elektrimootori kaitserelee; *TR2* — kompressori elektrimootori kaitserelee; *MK1* — kompressori ja ventilaatori elektrimootorite käiviti; *MK2* — kompressori käiviti mähiste ühendamiseks kolmnurka; *MK3* — kompressori käiviti mähiste ühendamiseks tähte; *A* — veepumba automaatlüliti; *Tr* — transformaator 380/220 V; *ÜL* — ümberlüliti (*K* — käsitsijuhtimine, *O* — seade välja lülitatud, *A* — automaatjuhtimine); *SV* — solenoidventiili mähis; *TR* — vee temperatuurirelee; *VR* — imirõhu relee, kompressori imipoolel; *RR* — rõhurelee kompressori rõhupoolel; *AR* — aegrelee

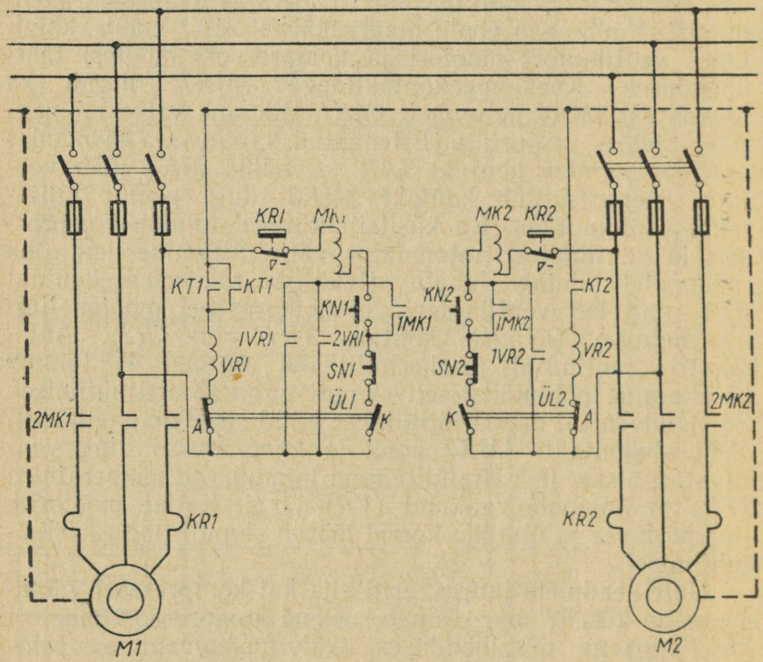
tatakse teatud aja möödudes automaatselt «kolmnurka». See automaatika osa töötab ka käsitsijuhtimisel. Käsitsi käivitamiseks pööratakse ümberlüliti *ÜL* asendisse *K*. Kompressori rõhupoolel asuva solenoidventiili mähist *SV* läbib vool ja ventiil avaneb. Kui rõhk süsteemis ei ületa lubatut ja mootori kaitsereleed *TR1* ja *TR2* ei ole rakendunud, saab magnetkäivitite *MK1* ja *MK2* avanevate blokk-kontaktide *3MK1* ja *1MK2* kaudu toidet aegrelee *AR* mähis, mistõttu selle kontakt *1AR* sulgub. Seega läbib vool kompressori mootorit «tähte» ühendava käiviti *MK3* mähist ning sulguvad peakontaktid *3MK3* ja abikontakt *1MK3*. Samal ajal avaneb ka kontakt *2MK3*, takistades «kolmnurka» lülitava käiviti *MK2* samaaegset rakendumist. Nüüd saab voolu magnetkäiviti *MK1* mähis, käivitades ventilaatori mootori ja kompressori mootori tähtühenduses. Koos peakontaktidega *4MK1* sulgub ka abikontakt *2MK1* ja avaneb *3MK1*. Viimane katkestab aegrelee mähise vooluringi. Ettenähtud käivitusaja möödudes avaneb aegrelee kontakt *1AR* ja mähis *MK3* jääb vooluta. Seega sulgub kontakt *2MK3* ning mootor lülitatakse «kolmnurka». Ka käsitsijuhtimisel toimub kompressori ja ventilaatori automaatne väljalülitamine, kui rõhk rõhupoolel ületab lubatu (lahutub rõhurelee kontakt *RR*) ning kui ventilaatori või kompressori mootor liigkoormatakse (avaneb kontakt *TR1* või *TR2*). Automaatsel juhtimisel (ümberlüliti *ÜL* asendis *A*) toimub käivitamine põhimõtteliselt samuti nagu käsitsijuhtimisel. Solenoidventiili mähis lülitatakse nüüd sisse magnetkäiviti *MK1* abikontakti *1MK1* poolt ja kompressori ning ventilaatori sisse- ja väljalülitamine toimub vee temperatuuri (*TR*) ja imipoole vaakumi (*VR*) järgi. Kaitse mootorite liigkoormuse ja ülerõhu korral töötab samuti nagu käsitsijuhtimisel.

Uute seadmete juures, eriti siis kui kompressori vastusurve on küllalt suur, esineb raskusi kompressori mootori käivitamisega tähtühenduses (käivitusmoment on tähtühenduses samal pingel kolm korda väiksem kui kolmnurkühenduses). Seetõttu on, juhul kui mootori käivitusvoolu tõuge teiste seadmete tööd oluliselt ei häiri, loobutud küllaltki keerulisest täht-kolmnurk-käivitusest ja kompressori mootor lülitatakse võrku otse «kolmnurgas».

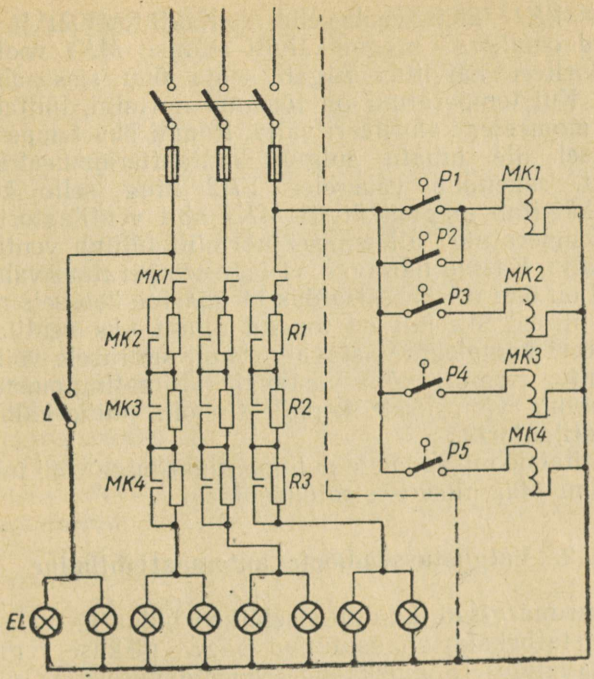
§ 23. SISEKLIIMASEADMETE AUTOMATISEERIMINE

1. Kütte- ja ventilatsiooniseadmete automaatjuhtimine

Pidamistingimused avaldavad olulist mõju loomade ja lindude toodanguvõimele. Loomapidamisruumide sisekliimat iseloomustavad temperatuur, suhteline niiskus, mitmesuguste kahjulike gaaside sisaldus õhus ja valgustus. Temperatuuri, niiskusesisalduse ja kahjulike gaaside hulga hoidmiseks normi piires tuleb vastavalt vajadusele lüli-



Joon. 225. Emiste sigala sisekliima automatiseerimise põhimõtteskeem: *M1* — kalorifeeri elektrimootor; *M2* — ventilaatori elektrimootor; *MK1*, *MK2* — vastavate mootorite käivitid; *KR1*, *KR2* — samade mootorite kaitsereleed; *KT1*, *KT2* — kontakttermomeetrite kontaktid; *VR1*, *VR2* — vahereleede mähised; *1VR1*, *2VR1*, *1VR2* — vahereleede kontaktid; *KN1*, *KN2* — käivitusnupud; *SN1*, *SN2* — seiskamisnupud; *ÜL1*, *ÜL2* — ümberlülitid (*A* automaatjuhtimine; *K* — käsitsijuhtimine)



Joon. 226. Kanala valgustusseadmete automaatjuhtimise põhimõtteskeem: *L* — valvevalgustuse lüliti; $R_1 \dots R_3$ — eeltakistid lampide valgusvoo reguleerimiseks; *MK1* ... *MK4* — magnetkäivitid; $P_1 \dots P_5$ — programmseadme kontaktid; *EL* — valgustite grupid

tada sisse kütte- ja ventilatsiooniseadmeid. Sisekliimat iseloomustavate suuruste konstantsena hoidmiseks peaksid kütte- ja ventilatsiooniseadmed automaatselt sisse- ja väljalülituma. Eriti tõhus on automaatikaseadmete rakendamine kalorifeerkütte korral. Joonisel 225 on toodud üks kirjanduses [44] soovitatud skeeme emiste sigala sisekliimaseadmete automatiseerimiseks.

Süsteemi käsitsijuhtimisel (ümberlülitite kontaktid *K* on suletud) käivitatakse kalorifeer ja ventilaator käivitusnuppude *KN1* ja *KN2* abil. Automaatsel juhtimisel (kontaktid *A* on suletud) juhib kalorifeeri sisse- ja väljalülitamist kontakttermomeeter *KT1*. Kui temperatuur on etteantust madalam, on *KT1* kontaktid suletud, vaherelee

mähist *VR1* läbib vool, selle kontaktid *1VR1* ja *2VR1* sulevad omakorda magnetkäiviti mähise *MK1* vooluringi ja kalorifeer käivitub. Algab sooja õhu sissepuhumine ruumi. Kui temperatuur on tõusnud normini, lülitab kontakttermomeeter kalorifeeri välja. Ruumi õhu temperatuuri tõusmisel üle lubatu sulgub kontakttermomeetri *KT2* kontakt, rakendub vaherelee *VR2* ning selle kontakt *1VR2* käivitab magnetkäiviti *MK2* abil ventilaatori mootori. Temperatuuri alanemisel normini lülitub ventilaator jälle välja. Katsed näitavad, et õige temperatuurivahemiku valikul on õhu niiskusesisaldus ja gaaside koosseis ruumis normi piires. Skeemil on toodud ainult üks ventilaator-kalorifeeri komplekt. Vastavalt ruumi suurusele võib neid olla mitu. Samuti võib vastavalt kliimatingimustele ja agregaatide võimsusele komplektis olla mitu kalorifeeri või ventilaatorit.

Ventilatsiooniseadmete automaatjuhtimine võib toimuda ka ruumi õhu niiskusesisalduse järgi.

2. Valgustusseadmete automaatjuhtimine

Nagu märgitud, kuulub sisekliima hulka ka valgustus. Eriti otstarbekaks on osutunud päeva pikkuse reguleerimine kanalates. Soojuskadude vähendamiseks ja valgustuse otstarbekaks jaotamiseks ehitatakse kanalad viimasel ajal isegi akendeta. Valgustatakse elektrilampidega ja päeva pikkust reguleeritakse nende põlemisajaga. Valgustuse sisse- ja väljalülitamist on otstarbekohane automatiseerida sünkroonmootori või kellamehhanismiga käivitatava programmseadme abil. Põrandakanalates on otstarbekas hommiku ja õhtu imiteerimiseks lampide valgusvoogu sisselülitamisel suurendada ja väljalülitamisel vähendada pikkamööda. Üks kirjanduses selleks otstarbeks soovitatud skeeme on toodud joonisel 226. Lampide sisse- ja väljalülitamine toimub programmseadme abil selle kontaktide järkjärgulise sulgumise ja avanemise teel. Sisselülitamisel sulguvad järjekorras kontaktid *P1*...*P5*, pingestades järjekorras käivitite mähised *MK1*...*MK4*. Seega lühistatakse järjest lambigruppide eeltakistid $R_1 \ldots R_3$ ja lampide pinget suurendatakse astmeliselt kuni täispingeni. Väljalülitamine toimub vastupidises järjekorras.

§ 24. GENERAALPLAAN

1. Farmi asukoha valik

Farmi asukoht majandis sõltub looduslikest, majanduslikest ja tehnilistest tingimustest.

Põhilised looduslikud tingimused on: maapinna reljeef (maapinna kalded üle 4% ei ole otstarbekohased), pinnase iseloom ehitusgeoloogilisest seisukohast, põhjavee seis, läheduses olevate lahtiste veekogude kõrgeim veeseis, valitsevate tuulte suund, kaitse ida-, põhja- ja läänekaarte tuulte eest jne.

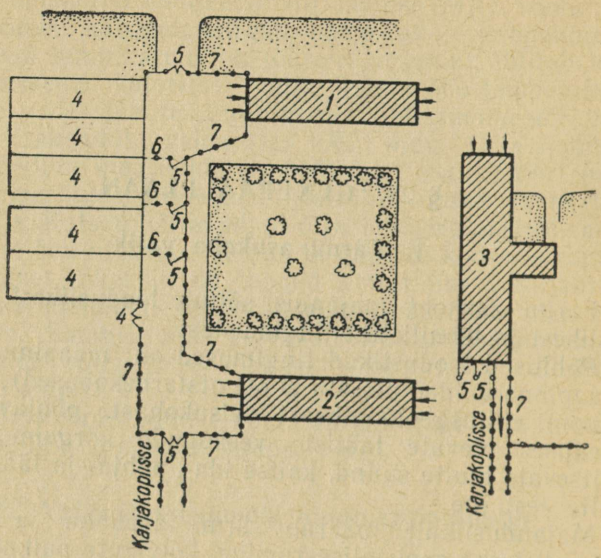
Majanduslikult määrab farmi asukoha ja suuruse majandisisene spetsialiseerumine, kõlvikute paiknemine ja kõlvikute suurendamise ja parandamise perspektiiv.

Tehnilistest tingimustest mõjutavad farmi asukohta sööda ja sõnniku veokaugus (mitte üle 3 . . . 5 km), elamutsooni kaugus, elektrienergiaga varustamise tingimused, pinna- ja heitvete puhastamise ja ärajuhtimise võimalused, majandus- ja joogiveega varustatavus ning teede seisukord.

Uute farmide rajamist esineb Eesti NSV-s harvemini kui olemasolevate farmide laiendamist ja üksiku loomahoone juurde farmi kujundamist. Kõikidel juhtudel tuleb koostada kogu farmi generaalplaan.

Kuna Eesti NSV majandeis on väikemajandite liitumise ja osalt varem tehtud eksisammude tõttu palju eraldi asuvaid tootmishooneid, tuleb majandisisese spetsialiseerimise seisukohalt tõsiselt kaaluda, kuhu ja kuidas on majanduslikult otstarbekam farme luua. Mõnedel juhtudel osutub õigustatuks eraldi asuvat tootmishoonet kasutada muuks otstarbeks ja farm ehitada looduslikult, majanduslikult ja tehniliselt enam põhjendatud kohta.

Majandisisene spetsialiseerimine määrab farmi iseloomu. Farmid võivad olla lüpsikarja, noorkarja, sigade



Joon. 227. Tartu näidissovhoosi Vorbuse osakonna endistest sigalatest ja tallist ümberehitatud noorkarjalaudad: *1* — vasikalaut (2..3 kuu vanused); *2* — vasikalaut (3...6 kuu vanused); *3* — noorkarjalaut (18...21 kuu vanused); *4* — silohoidlad; *5* — aiaväravad; *6* — teisaldatavad aiad; *7* — kohtkindlad aiad

reproduktsiooni, nuumsigade, lamba- ja linnukasvatuse spetsialiseeritud farmid.

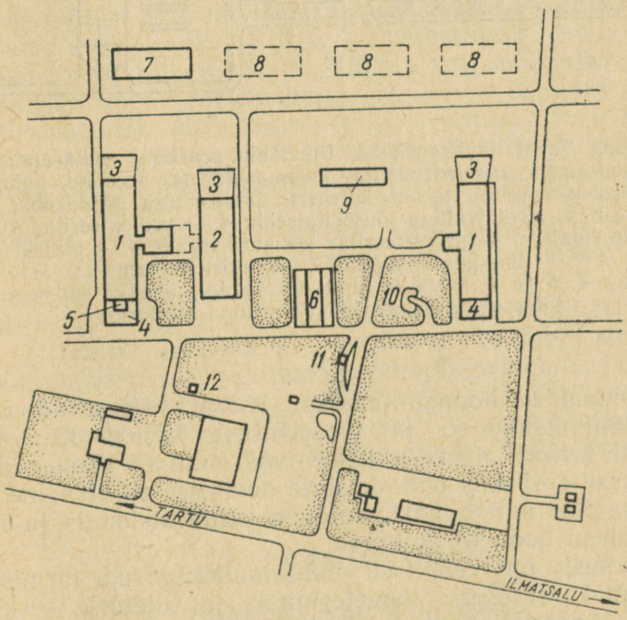
Väiksemates majandites võib esineda lüpsi- ja noorkarja, samuti sigade reproduktsiooni ja nuumsigade segafarme.

Farmis ja tootmishoonetes rakendatav tehnoloogia määrab hoonete paigutuse. Kasutades näiteks söötade jaotamisel mobiilseid seadmeid ei ole otstarbekas ehitada iga lauda juurde koresööda- ja silohoidlaid, samuti igale sigalale iseseisvat söödaköögi. On küllaldane, kui farmis on kesksed koresööda-, silo- ja jõusöödahoidlad. Veokauguste suurenemine mõnesaja meetri piires ei ole sel juhul oluline. Söödajaoti laadimine peab olema hõlpus ja söödad peab vahetult söödajaotilt loomadele ette antama.

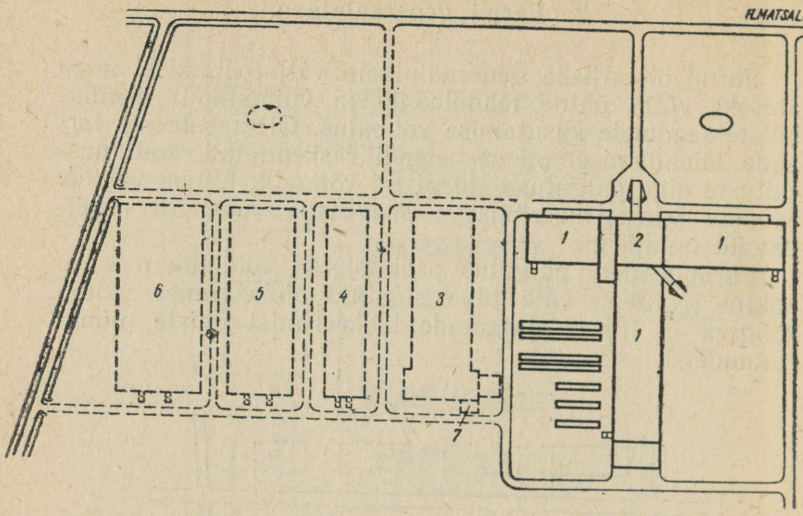
2. Farmi generaalplaan

Farmi otstarbeka generaalplaani väljatöötamisel tuleb aluseks võtta ühtne tehnoloogia ja võimalikult ühetüübiliste seadmete kasutamise võimalus. Olemasolevate farmide laiendamisel on see sageli raskendatud, kuid uusehituste õige paigutuse korral on võimalik hiljem vanade hoonete rekonstrueerimisega saavutada vähemalt rahuldavaid tagajärgi.

Farmihoonete paigutus peab olema võimalikult kompaktne. Näitena võib tuua sigalate blokeerimist söödaköögiga ja lüpsikarjalautade blokeerimist ühiste piimaruumidega.



Joon. 228. Tartu näidissovhoosi Rahinge osakonna mobiilse transpordiga teenindatav lüpsikarjafarm: *1* — olemasolevad laudad; *2* — olemasolev rekonstrueeritav laut; *3* — sõnniku ümberlaadimise platsid; *4* — kuurid lauda juures; *5* — jõusöödahoidla; *6* — silohoidla; *7* — koresöödahoidla; *8* — kavandatud koresööda- ja allapanuhoidlad; *9* — vana vasikalaut; *10* — tuletõrje-veehoidla; *11* — autokaalud; *12* — kioskalajaam



Joon. 229. Tartu näidissovhoosi Ilmatsalu seafarmi eelkavand: *1* — poegimisfarmiks rekonstrueeritav olemasolevate sigalate kompleks; *2* — kahekorruseline teiselt korruselt läbisõiduga söödaköök; *3* — projekteeritav ait-kuivati ja jõusöödatsehh; *4* — projekteeritav võõrdepõrsaste sigala; *5* — projekteeritav kesikute sigala; *6* — projekteeritav nuumikute sigala; *7* — kioskalajaam.
Sigalates *4*, *5* ja *6* peetakse sigu kuivsöödal, jõusööt antakse sigalatesse jõusöödatsehhist pneumotranspordiga.

Kompaktse hoonete asetuse korral vähenevad väliskommunikatsioonide ja teedeehituse kulud 30...40%.

Kui farmis on vaja kahes või enamas hoones auru, siis on otstarbekas ehitada ühte hoonesse tsentraalne katlamaja. See annab kokkuhoidu ekspluatatsioonis ja reostab vähem hoonete ümbrust.

Hoonete omavahelised minimaalkaugused farmis on määratud sanitaar-, zooveterinaar- ja tuletõrje eeskirjadega*. Spetsialiseeritud farmides on määravaks tuletõrje eeskirjad. Sõltuvalt hoone tulekindluse astmest on minimaalne vahekaugus 10...20 m.

Sanitaartsoon loomafarmide ümber oleneb farmi suurusest ja loomade liigist. Sanitaartsooni piirid on 100...

* Строительные нормы и правила ч. II разд. H, глава I (СНиП II-H 1—62).

500 m. Farm peab asuma allpool valitsevaid tuuli ja põhjavee liikumissuunda.

Hoonetevahelised väljakud ja teed planeeritakse kallakuga 0,003...0,04 pinnavete ärajuhtimise suunas. Teed ehitatakse võimalikult omavahel ühendatud ringteedena, muldkeha laiusega 5...6 m. Tehiskattega teeosa (mustkate, asfalt, immutatud kruusakatted) laiuseks võetakse 3...4 m. Tupikteed lõpetatakse sillutatud väljakuga (20 × 20 m). Teede ristumised ja käänakud kujundatakse laiendustega, mille raadius tee teljest ei ole alla 10 m. Teeservadel ja hoonete vahel ehitatakse vee äravoolukraavide asemel kinnised filtratsioonikraavid. Viimaste põhjas on drenaažtorud ja kraavid on täidetud jämedateralise kruusaga.

Umbrohukollete likvideerimiseks tuleb teedest vabad maa-alad haljastada muruga ja võimalikult puude ning põõsaste gruppidega. Meie kliimas on soovitatav farm ümbritseda tiheda metsaribaga ida, põhja ja lääne poolt.

Piirdeaedade ehitamisest tuleb võimalikult loobuda, välja arvatud solaariumide ja karjateede piirded. Viimaste väravate kaudu peab saama juhtida loomagruppe eri koplitesse.

Farmi territooriumil ei ole mõtet liialdada elavate piirdetaradega (hekkidega). Otstarbekas on ainult farmi isoleerimine peateedest.

Majandi loomakohtade vajadus määrab tavaliselt hoonete ehitamise järjekorra. Tehniliselt on õige alustada peajuurdepääsu teede, allmaakommunikatsioonide ja energia pealiinide ehitamisega. Sellele järgneb üksikute hoonete ehitamine või rekonstrueerimine ja lõpuks heakorrastamine, haljastamine ning teede katmine tehiskattega.

§ 25. FARMIHOONED

1. Üldehituslikud küsimused

Kehtivate tüüpprojektide järgi ehitatud loomahooned kuuluvad enamikus II klassi. Seega loetakse hoonete eaks 50 aastat. Tuleohu seisukohalt kuuluvad need hooned III tulekindlusastmesse. Hooned on põhiliselt ühekorruselised. Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Simuna sovhoosis on ehitatud kahe-

korruseline katsesigala. Ka Saksa Demokraatlikus Vabariigis katsetatakse mitmekorruselisi sigalaid. Hoonete telgedevahelised mõõtmed on vastavalt monteeritavatele raudbetoon-kandekonstruktsioonidele enamasti järgmised: laius $3 \times 6 = 18$ m ja pikkus $n \times 6$ m. Vastavalt viimasel ajal koostatud tehnoloogilise protsessi nõuetele ja arvestades pinna otstarbekamat kasutamist on eksperimentaalprojektides hoonete laius teljest mõõdetuna 15,0 m ja 21 m. 15,0, 18,0 ja 21 m laiad hooned sobivad eri loomaliikidele ja tehnoloogilistele protsessidele. Laudaruumide universaalsemat ja seega otstarbekamat kasutamist segavad piki hoone telge kahes või enamas reas asuvad postid. Vastavalt tehnoloogia täiustamisele tuleb farme ja üksikhooneid rekonstrueerida. Hoone viiekümneaastase ea juures ei ole mõeldav, et tehnoloogiline protsess selles hoones jääks muutmatuks. Seetõttu tuleb juba uue hoone projekteerimisel jätta võimalikult avarad võimalused edaspidisteks ümberkorraldamisteks. Paremaid võimalusi selleks annab postideta laudaruum.

Laudaruumide kõrgus on ehitustööde normide ja eeskirjade järgi puhta põranda pealispinnalt kuni kandekonstruktsiooni madalaima punktini 2,4 m. Silmas pidades mobiilsete transpordivahendite laialdast kasutamist laudas, peaks lauda puhas kõrgus läbisõitude kohal olema 2,7 m. Kui ematalad on asetatud piki hoone telge, ei valmista selle nõude täitmine raskusi. Põiki hoonet asuvate ematalade puhul peab selle nõude täitmiseks hoone kõrgust suurendama.

2. Seinad

Loomahoonete välisseinad ehitati meil seni 38 cm paksuste silikaatkivist kergseintena termoliit- või mineraalvatt-täidisega. Ehitustööde suure mahu ja tööjõu defitsiitsuse tõttu on üle mindud mullkukermiit-seinapaneelide kasutamisele. Balti Ehitusmaterjalide Kombinaadi käikuminekul võib loota mullkukermiit-seinapaneelide kui perspektiivsete ehitusdetailide ulatuslikumat kasutamist. Seni toodetavate seinapaneelide kasutamisel loomahoonetes on ilmnenud paneelide suur niiskuseimavus. Paneelide niiskumisega kaasneb intensiivsem soojusjuhti-

vus ja paneelide sisepinna temperatuuri langus. Viimane nähe soodustab lauda õhuniiskuse kondenseerumist ja seinapaneelide veel ulatuslikumat niiskumist.

3. Laed ja põrandad

Loomahoonete lagedeks on senini edukalt kasutatud monteeritavaid raudbetoon-ribipaneele. Puudulik aga on lagede soojapidavus. Kuna hoone üldistest soojuskadudest ligi 40% moodustavad kaod läbi lae, siis peab lagede soojapidavusele erilist tähelepanu pöörama. Kasutamata lakaruumi puhul tuleb lagede pealispind katta saepuruga 25...30 cm paksuselt. Saepurule aga asetada 3...5 cm paksune kivisöerãbu- või liivakiht. Muude katte-materjalide kasutamisel tuleb määrata kihi paksus vastavalt materjali soojusjuhtivusele.

Kui lakaruumi kasutatakse koresöödahoidlana, siis ei tohi heinu ega heinajäätmeid laka põrandalt talvekuudel koristada. Heinajäätmete kihi paksus laka põrandal peab olema 45...50 cm.

Katuslaed ei ole meie oludes kohased. Kui raudbetoonpaneelide pealispinnal on korralik auruisolatsioonikiht, sellel soojustuskiht (termoliit, mineraalvatt, puitlaastplaadid jne., mille $k = 0{,}3 \ldots 0{,}35$ kcal/m²h deg*) ja katus on kaetud eterniitkattega, võib saada rahuldava katuslae. Rullmaterjalist katusekatete puhul on tagajärjed halvemad, sest soojustuskihil puudub niiskuse välisõhule üleandmise võimalus.

Mullkukermiit-laepaneelide peal olev auruisolatsioonikiht suurendab paneelide niiskumist ja seega nende soojusjuhtivust. Auruisolatsioonikihi ärajätmisel niiskub täidisekiht. Talvel on sellistel katuslagedel mõnikord räästa piirkonnas eterniitplaatide all jääkiht, seinapaneelid aga on läbimärjad.

Leedu NSV-s on loobutud katuslagedest loomahoonetel, ka Eesti NSV-s tuleks sedasama teha.

Farmihoonete põrandatele esitatakse ranged nõuded. Põrandad peavad olema siledad, mitte libedad, soojad (s. o. väikese soojusmahtuvusega ja halva soojusjuhtivusega), vastupidavad mehaanilistele mõjudele ja desinfitseerimislahustele. Seni levinud tsement-betoonpõrandad

* 1 kcal/h = 1,163 W.

kruus- või killustikalusel on külmad ja orgaanilistele hapetele vähe vastupidavad. Betoonpõrandate asfaldiga katmine suurendab mõningal määral nende vastupidavust orgaanilistele hapetele. Loomale soojatunde loomise seisukohalt ei ole asfaltkate hea. Loomade lamamisala soojendamiseks tuleb kasutada allapanu. Põranda soojendamiseks on sobiv elekterküte (vt. § 26). Katsetatakse põrandate õhkküttega soojendamist, kusjuures õhk soojuskandjana soodustab ka hoone ventilatsiooni.

Hoone vertikaalsidumisel ja ehitamisel tuleb eriti tähele panna, et põranda madalaim osa oleks 15...25 cm kõrgemal hoonet ümbritsevast maapinnast. Mullatööde ebatäpsuse ja aja jooksul tekkiva nn. kultuurkihi tõttu võib põranda pind jääda ümbritsevast maapinnast madalamale ning pinnaveed valguvad hoonesse, mida ei tohi aga lubada.

4. Aknad ja väravad

Tootmishoonetel kasutatakse viimasel ajal kahekordsete klaasidega ühekordseid puitaknaraame. Puitpiitade ja aknaraamide iga on lühikene, talvel ei anna halvas seisukorras olevad aknaraamid vajalikku kaitset. Osal tootmishoonetel (kanalad) on loobutud akende ehitamisest, osal (nuumikute sigalad) võib akende pinda tunduvalt vähendada tootmist häirimata. Intensiivsemat välisvalgust nõudvatel tootmishoonetel on katsetusel klaastellistest laotud seinapinnad, et minimaalse arvu avatavate akendega saavutada rahuldavaid tagajärgi.

Mobiilsete transpordivahendite rakendamisel on loomahoonete otsaseintes suured väravad. Puitväravad on ebatihedad ja välistemperatuuril alla —15°C langeb sisetemperatuur värava piirkonnas 0°C. Suurte väravate pidevale korrashoiule peavad remondibrigaadid rohkem tähelepanu osutama. Katsetatud on ka ülesriputatavaid siibervärava id.

Väravate avamisel tungib külm õhk sisse. Sagedamini ja pikemaks ajaks avatavatele väravatele on soovitatav ehitada õhkkardinad. Lüpsikarjalautades võib kasutada eelsoojendamata laudaõhku. Sigalates tuleb õhkkardin kalorifeeri abil eelsoojendada.

Õhujuga puhutakse kahelt poolt väravat viimase tasapinnale 30...35° nurga all. Õhu väljumiskiirus piludest

peab olema 9 ... 11 m/s. Väravaava ühele ruutmeetrile on vaja puhuda õhku 1200 ... 1400 m^3/h. Ventilaator peab arendama rõhku 100 ... 150 kG/m^2*.

5. Nõudeid farmihoonetele

Vasika- ja noorkarjalautades on tehnoloogia mõnevõrra lihtsam kui lüpsikarjalautades. Otstarbekate noorkarjalautade ehitamisel on peamiseks takistuseks suur arv erinevaid pidamisrühmi. Suurtes majandites annab häid tulemusi eri rühmade grupeerimine üksikutesse lautadesse. Väikese põhikarjaga majandites võib ühe ja sama tehnoloogiaga laudad unifitseerida erinevatele vanusegruppidele, silmas pidades loomade arvulist vahekorda, keha mõõtmeid ja erinevaid söödaratsioone.

Sigalates on voorpoegimise süsteemi korral eri vanusegruppide paigutamine hästi teostatav. § 9. p. 5. on toodud ülevaade sulgude tüüpide ja mõõtmete kohta. Sulupiireteks kasutatakse peamiselt teraskonstruktsioone, mis aga laudas roostetavad. Kehtna näidissovhoos-tehnikumi imetavate emiste sigalas on katsetamisel silikaatbetoonist, pealispinnalt võõbatud sulupiirded.

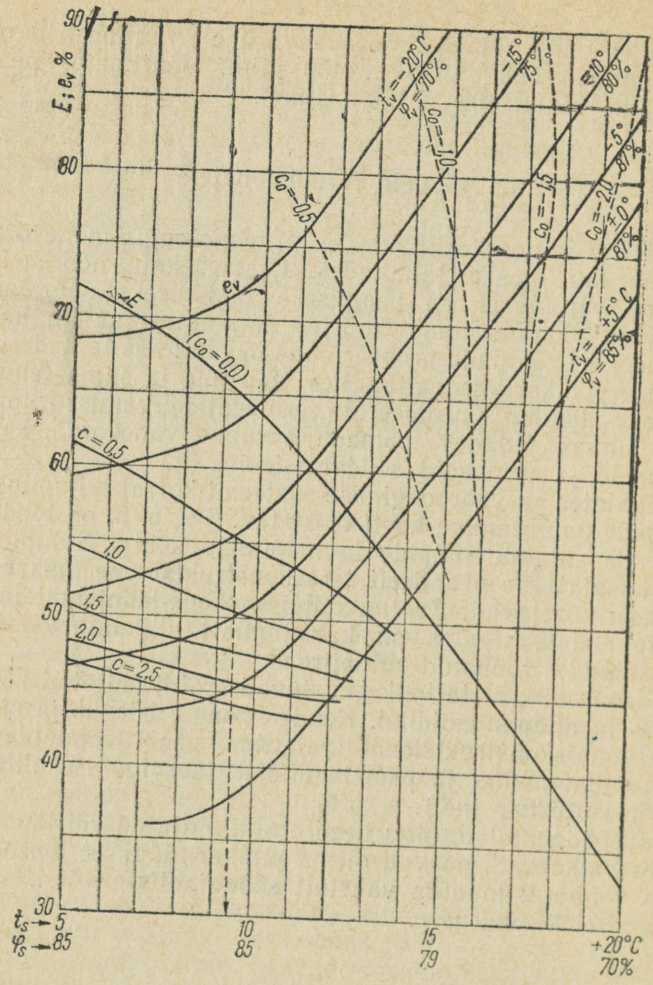
Farmi abihoonete hulka kuuluvad eraldi ehitatud koresööda- ja allapanuhoidlad. Nende hoonete kõrgus ja sisemise kandekonstruktsiooni paigutus peab võimaldama mehaanilist maha- ja pealelaadimist (korviga isekalluta-jad, šassiitõstuk jne.).

Jõusöödahoidlad, olgu need eraldi ehitatud või lautade juures paiknevad, peavad olema punker-tüüpi, et jõusööta oleks võimalik laadida vahetult söödajaotisse või käsitsi jaotamisel käsikärusse.

§ 26. LOOMARUUMIDE ÕHUVAHETUS JA KÜTE

Õhuvahetuse vajadust põhjustavad hingeõhuga erituv süsihappegaas (CO_2), loomadelt ja niiskelt põrandalt aurustuv vesi ning uriini lagunemisel tekkiv ammoniaak (NH_3). Kui sõnnikut kogutakse vedelana (restpõrand), võib selle anaeroobsel lagunemisel tekkida mürgist vää-

* 1 kG/m^2 = 9,81 N/m^2.



Joon. 230. Õhuvahetuse ja soojusmajanduse graafik sigalatele. Õhuvahetuseks kuluva soojuse e_v kõveratele on märgitud välistemperatuurile t_v vastav keskmine relatiivne niiskus φ_v meie kliimas. Graafiku rõhtteljel näidatakse arvutuse aluseks võetud niiskusrežiimi, s. o sisetemperatuurile t_s vastavat õhu relatiivset niiskust φ_s.

Kütteta sigalas saavutatakse mõõdukas niiskus siis, kui sisetemperatuur vastab kõvera e_v (valida ööpäeva keskmise t_v järgi) ja kõvera c lõiketäpiga määratud t_s-le

velvesinikku (H_2S) jt. halvalõhnalisi gaase, mis eralduvad peamiselt sõnniku segamisel või väljalaskmisel.

Õhuvahetuse intensiivsuse määramisel võetakse aluseks erituvad CO_2 ja veeauru hulgad, sest need olenevad loomade arvust. Ülejäänud gaaside sisaldust õhus tuleb kontrollida ja püüda nende teket vähendada (virtsa eemaldamine) või kahjulikke gaase ruumis mitte levida lasta.

Harilikult nõuab õhuniiskuse hoidmine tasemel, mis ei ohusta hoonet ega loomade tervist ja toodanguvõimet, intensiivsemat õhuvahetust kui CO_2 eemaldamiseks vaja. Selleks et jahe välisõhk suudaks olulisel määral niiskust ruumist kaasa viia, peab ta soojenema. Õhuvahetust tuleb seepärast vaadelda koos lauda soojamajandusega ning saavutada sobiv vahekord õhuniiskuse ja -temperatuuri vahel.

1. Õhuvahetuse ja soojusmajanduse graafiline arvutus

Elutegevuse tagajärjel eraldub loomadelt heitsoojust. Sellest osa (vabasoojus) soojendab lauta. Ülejäänu (peitsoojus) läheb vee aurustamiseks. Vaba- ja peitsoojuse osad üldises soojuserituses sõltuvad ruumi temperatuurist ja pidamisoludest. Nii näiteks tuuakse joonisel 230 vabasoojuse osatähtsuse E muutus meie sigalates (suured sulud, vedelsööt) temperatuurivahemikus +5 kuni +20° C [61].

Õhuvahetusele kuluva soojuse osatähtsus e_v on arvutatav valemiga

$$e_v = \frac{0{,}410\Delta t}{d_s - d_v}(100 - E)\%, \qquad (1)$$

Näide 1. Kui $t_v = -10°$ C ja sigala piirdekao moodul $c = 0{,}5$, siis on paras $t_s = +9{,}4°$ C.

Küttesoojuse vajaduse leidmiseks (3) järgi on kõverad c ühtlasi kõverateks c_o ja kõver E vastab $c_o = 0{,}0$.

Näide 2. Kui palju on vaja lisasoojust $t_v = -10°$ C puhul sigalas, mille $c = 2{,}0$, et a) viia seda tasemele, mis saavutatakse kütteta sigalas, kus $c = 0{,}5$, b) saavutada samas $t_s = +15°$ C.

Vastus: a) $c = 0{,}5$ juures saavutatakse kütteta +9,4° C. Järelikult tuleb sigalas, millel $c = 2{,}0$ kütmisega saavutada $c_0 = 0{,}5$. Seega $E^k = 19{,}4(2{,}0 - 0{,}5) = 29\%$ loomade heitsoojusest.

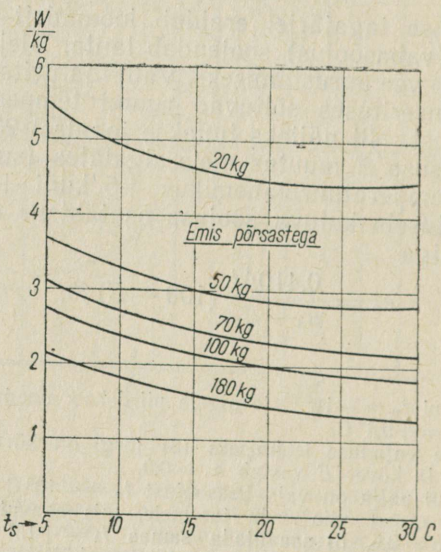
b) Nagu näha, saavutatakse $t_s = +15°$ C siis, kui $c_o = -0{,}95$. $E^k = (15 + 10)[2{,}0 - (-0{,}95)] = 25 \cdot 2{,}95 = 74\%$. Olgu sigade üldine soojuseritus $Q_o = 100$ kW. Järelikult peab küttesoojuse juurdevool olema 74 kW (≈ 63600 kcal/h).

kus Δt — sise- ja välistemperatuuri vahe kraadides;
d_s ja d_v — sise- ja välisõhu veeaurusisaldus g/kg.

Arvutustulemused sigalate kohta on kantud kõveratena joonisele 230. Järelikult näitavad kõverate E ja e_v lõikepunktid neid sisetemperatuure, mille juures kõik loomadelt eralduv vabasoojus kuluks värske õhu soojendamiseks. Kütteta sigalas pole aga võimalik neid temperatuure saavutada, sest osa vabasoojusest hajub paratamatult läbi piirete. Viimase arvessevõtmiseks tuleb arvutada ruumi piirdekaotuse moodul c valemi järgi

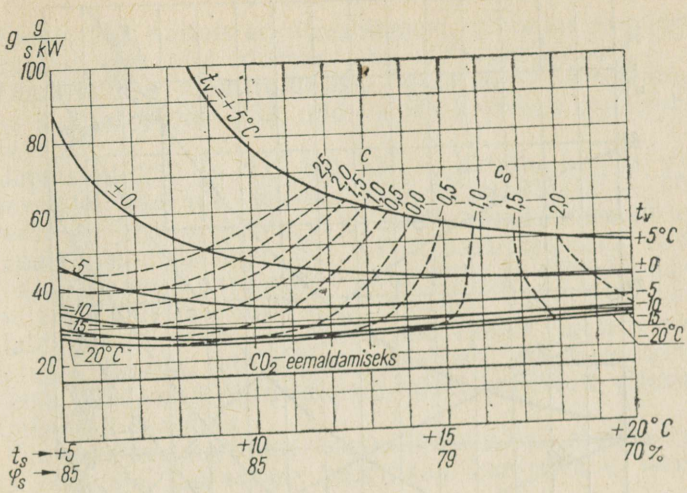
$$c = \frac{\Sigma kF}{Q_o} 100\%/\text{deg}, \qquad (2)$$

kus k — piirde soojusjuhtivus W/(m² deg);
F — piirde pind m²;
Q_o — loomade üldine soojuseritus vattides (määratav jooniselt 231).



Joon. 231. Sigade heitsoojuse eritus 1 kg elavmassi kohta. Kõveratel toodud arvud näitavad loomade kasvujärku.

Näide: 300-pealine sigade rühm, kelle kogumass on 18 000 kg (siga keskmiselt 60 kg) eritab +15° C juures 2,7 W/kg, kokku 49 kW heitsoojust.



Joon. 232. Normaalse sisekliima tagamiseks vajalik õhuvahetus. Punktiirjooned tuletati jooniselt 230 leitavate sisetemperatuuride järgi vastavalt piirdekao moodulitele c või c_o.

Külmal ajal on õhuvahetuse tarve peaaegu ühtlane, väiksemad temperatuuri kõikumised olulist mõju ei avalda. Temperatuuri tõusul null kraadi lähedale ja üle selle on vaja õhuvahetust tunduvalt suurendada, eriti suure piirdekaoga ruumides

Sobiv sisetemperatuur kütteta sigalas leitakse graafikult (joon. 230) vastavate kõverate c ja e_v lõikumise järgi.

Samalt graafikult saab määrata ka lisasoojuse, mida läheb vaja selleks, et temperatuuri hoida teataval soovitataval tasemel. Küttesoojuse osatähtsus E^k loomade üldise soojuseritusega võrreldes on

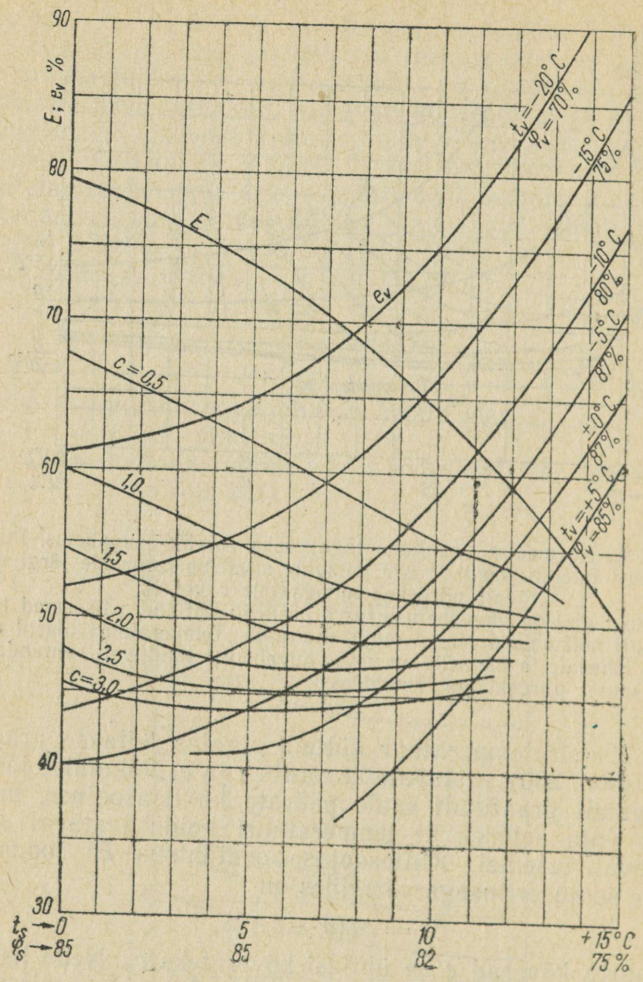
$$E^k = \Delta t\,(c - c_o)\,\%, \qquad (3)$$

kusjuures kõverad c on ühtlasi kõverateks c_o. Neile lisaks on näidatud ka negatiivse väärtusega kõveraid c_o, mis asuvad ülalpool joont E.

Ka päikesekiirgus mõjub küttesoojusena, mispärast selgetel talvepäevadel saavutatakse mitme kraadi võrra kõrgem sisetemperatuur, kui graafik lubab oodata.

Õhuvahetuse vajalik intensiivsus g loomade heitsooja iga kW kohta väljendub valemiga

$$g = \frac{100 - E}{0{,}245\,(d_s - d_v)}\ \text{g/(s·kW)}. \qquad (4)$$



Joon. 233. Graafik paraja temperatuuri määramiseks veiselautadele.

Graafiku kasutamine on analoogiline joonisel 230 näidatuga. Kuigi negatiivse väärtusega kõveraid c_o pole siin joonestatud, saab ka nendeta arvutada vajalikku küttevõimsust.

Näide: Kui palju on vaja kütta vasikalauta, millel $c = 1{,}5$, et $t_v = -20°$ C korral oleks $t_s = +10°$ C?

Graafik näitab, et $+10°$ C juures kulub õhuvahetusele soojust $e_v = 75\%$, millest loomade heitsoojuses oleva vabasoojusega kaetakse

Joonis 232 näitab arvutustulemusi, lähtudes samadest andmetest, mis olid aluseks joon. 230 koostamisel.

Õhuvahetuse kontrollimise graafikut veiselautade jaoks kujutab joonis 233, mida sobib kasutada ka lambalautadele.

Joonistelt 230 ja 233 nähtub, et kütteta laudas võib külmematel päevadel tekkida soojuse puudujääk — kõik kõverad e_v ja c ei lõiku, s. t. tuleb leppida normaalsest kõrgema õhuniiskusega. Sel puhul saab olukorda rohke kuiva allapanuga paremaks muuta, millega väheneb auramine põrandalt ja õhuvahetuse vajadus. Tuleb aga siiski küllaldaselt õhustada ja jääda mõõdukalt madala temperatuuri juurde, et vältida niiskuse kondenseerumist piiretel. Niiskunud piirdeid pole talvel harilikult võimalik kütmiseta kuivatada.

Õhuvahetuse parajuse kontrollimiseks ja reguleerimiseks on vaja lautadesse paigutada kontrollitud termomeetrid.

2. Õhustusseadmed

Õhustusseadmed peavad võimaldama hõlpsat õhuvahetuse reguleerimist, võimalikult vältima ebaühtlast tuule mõju ja jaotama siseneva värske õhu ruumis ühtlaselt laiali. Mida suurem on loomaruum, seda paremini tuleb värsket õhku jaotada. Siseneb suur külma õhu mass ühest kohast (näit. halvasti sulguva värava kaudu), siis kutsub see esile ruumis temperatuurivahesid, tõmbust, udu jne. Seepärast peavad värske õhu sisenemisavad olema küllaldase kogupinnaga ja nende välissuudmed tuule eest varjatud.

Looduslikku tõmmet kasutatakse enamiku lautade juures õhu liikumapanekuks. Selleks ehitatakse õhukorsten.

$E = 64\%$. Ülejäänud 11% tuleb katta küttesoojusega, samuti piirdekaod, mille osatähtsus on $\Delta t \cdot c = 30 \cdot 1{,}5 = 45\%$.

Seega $E^k = 56\%$ heitsoojusest.

Heitsoojuse eritust Q_o võib ligikaudselt hinnata järgnevalt:

lehm	1 kW
mullikas (6...30 kuud)	0,5 kW
vasikas (kuni 6 kuud)	0,2 kW
lammas	0,15 kW.

Mida kõrgem korsten, seda parem on tõmme ja seda vähem mõjutab tuul tõmmet. Korstna minimaalseks kõrguseks tuleb võtta 4 m. Sellise kõrguse puhul olgu korstnaava ristilõikepind vähemalt 3 kuni 4 dm^2 iga kW heitsoojuse kohta (suurema oodatava piirdekao mooduli puhul anda rohkem pinda, vt. joon. 232). Igal juhul peab korstna ülemine suue asetsema kõrgemal katuse harjast või ümbritsevaist suuremaist hoone osadest. On selle juures korstna kõrgus H m, võib ristilõiget vähendada $0{,}5\sqrt{H}$ korda.

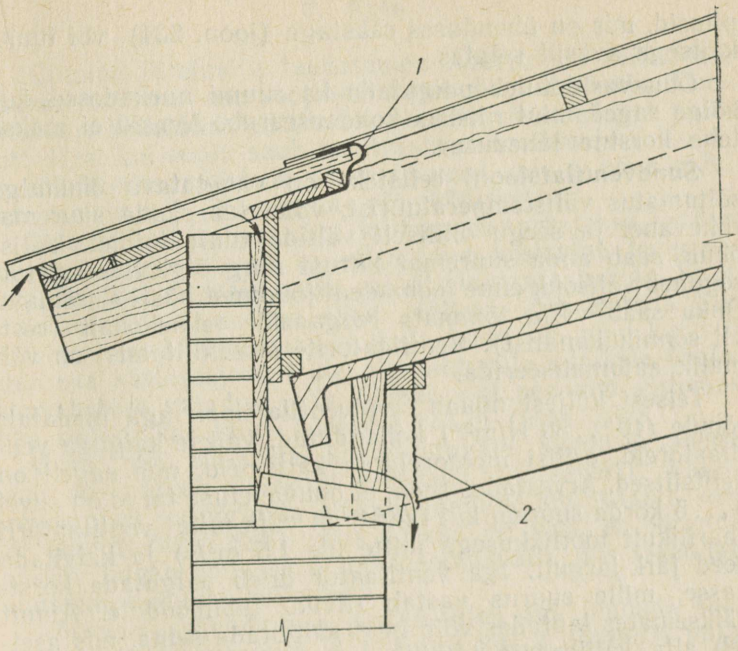
Väljavoolu tuleb arvutada õhu väljumisteekonna kõige väiksema ristilõikepinna järgi. Näiteks ehitatakse sageli korstnale varikate liiga suudme lähedale ja tekib kitsendus. On korstnaava küljemõõtmed a ja b, siis asetsegu varikate korstnast vähemalt $0{,}35(a+b)$ võrra kõrgemal.

Ka korstnas asetsev pöördklapp kitsendab ava isegi avatud olekus. Pealegi on sellise klapi seisu raske kontrollida, rikkeid kõrvaldada jne. Otstarbekam on alumise suudme ette asetada lükatav klapp. Klapi tihe sulgumine pole vajalik ega soovitatav. Kergema käsitsemise huvides võib klappi jagada kaheks või enamaks osaks.

Lükatava klapi korral pole vaja korstnaava vaheseintega osadeks jagada, nagu seda mõnikord tehakse pöördklappidega korstnas. Mitmeosaline korstnaava on tuule ebasoovitavale mõjule vastuvõtlikum kui üheosaline.

Värske õhu sisselaskeavad võivad samuti nagu korstna kitsendused osutuda õhuvahetuse piirajaiks, kui nende kogupind ei vasta korstna vabale avale. Õhuavade hulka tuleb arvestada ka pragusid väravates jne. Kuid tänapäeval ehitatavate lautade piirded on üldiselt palju tihedamad varasematest. Arvestades asjaolu, et suurim õhuvahetuse vajadus esineb soojal ajal, kui saab akendestki õhku võtta, on soovitatav õhuavasid teha 2 kuni 2,5 dm^2 iga kW heitsooja kohta. Siingi tuleb õhuavade pind määrata väikseima ristilõikepinnaga kohas. Avasid peab olema võimalik puhastada.

Põhjus, miks õhuavasid liiga vähe tehakse või olemasolevad avad sageli kinni topitakse, seisab tuule läbipuhumises ja seega kontrollimata õhuvahetuse tekkimises nende kaudu. Seepärast on kohane õhuavad teha lakke, sest lakaruumis on tuule mõju minimaalne. Hästi sobivad selleks 20...25 mm laiused pilud hoone pikiseinte



Joon. 234. Värske õhu sissevõtmine katuslae ja seina liitekohalt. Tuule toimel võib pilu kaudu tekkida ajutist siseõhu väljavoolu ja veeauru kondenseerumist. Et seejuures soojustusmaterjal ei niiskuks, tuleb õhule tõkestada tee katusekatte alla pergamiinist või kilest membraani *1* ja soojustusmaterjali hoolika toppimise abil.
Õhu väljavoolu automaatseks sulgemiseks võib õhupilu ette riputada kerge ekraani 2. Viimane on soovitatav eriti õhkküttega ruumis

kõrval. Üksikavade suurus ärgu ületagu 5 dm^2 ja need tuleb varustada põrkelauaga all, et külma õhu juga hajutada. Avad on soovitatav teha nii, et neid saab reguleerida ja sulgeda. Suletakse eeskätt need avad, kust märgatakse õhu väljavoolu (hoone tuulealusel küljel). Veelgi parem on, kui väljavoolu korral avad iseenesest sulguvad.

Katuslaes (lahtitõstetud kattega) ei ole avad soovitavad, sest nende juures ilmneb märgatav tuule mõju. Hakkab õhku avade kaudu välja voolama, tekib katte all jäätumine, mida on raske kontrollida. Soovitada võib

pilusid, mis on ühenduses räästaga (joon. 234), või tuulekaitsega avasid seintes.

Õhuavasid tuleb paigutada ka ruumi nurkadesse, kus kõige sagedamini niiskus kondenseerub. Avasid ei maksa teha korstna lähedusse.

Sundventilatsiooni eelisteks on vahetatava õhuhulga sõltumatus välistemperatuurist, võimalus saada suuremat rõhuvahet ja seega oluliselt vältida tuule toimet. Välisõhule saab anda suuremat kiirust ning õigesti suunatult seguneb välisõhk enne loomadeni jõudmist hästi siseõhuga. Õhku saab välja tõmmata reogaaside tekkekohalt (resti alt sõnnikukanalist). Ventilaatorite sisselülitamist on võimalik automatiseerida.

Teisest küljest nõuab sundventilatsioon aga madalale rõhule (40 ... 50 N/m²*) kohandatud, vaikse käiguga ventilaatoreid, erilisi mootoreid ja kaitsmeid, mis sageli on defitsiitsed. Arvestades seda, et õhuvahetuse tarve on suvel 3 ... 5 korda suurem kui talvel, on vaja mitut ventilaatorit (harilikult tootlikkusega mitte üle 1,5 m³/s) ja käivitada need järk-järgult. Iga ventilaator tuleb paigutada korstnasse, mille suurus vastab tiiviku läbimõõdule. Ainult väiksemates lautades võib neid paigutada seina, mis asetseb alla valitsevaid tuuli.

Parimad ventilaatorid vajavad võimsust 150 ... 250 W, et vahetada 1 m³ õhku sekundis.

Ajutiselt käivitatavad ventilaatorid, asetatud seinaavadesse abiks looduslikule tõmbele, laudas olulist kasu ei too. Töötades paralleelselt korstnaga põhjustavad nad mõnikord sissevoolu korstna kaudu. Asetseb ventilaator aga korstnas, suleb ta seisaku ajal looduslikust tõmbest tekitatud voolule tee.

Soovitatavam on õhu sissepuhumine kuumal ajal, et tekitada sisemist õhu liikumist ja niiviisi loomi jahutada. Talvel tuleb sissepuhumine kõne alla tingimusel, et kogu vahetatav õhk ruumi kütmiseks vajalikul määral ja pidevalt ette soojendatakse. Seega peab kalorifeeri soojusandvus ja teatavates piirides ka õhuhulk olema reguleeritav (vt. joon. 232). Värske, soojendatud õhk tuleb siingi laiali jagada. Avad, mis lasevad värsket õhku sisse siis, kui küte ei tööta, on kütteperioodiks vaja sulgeda.

---

* 1 N/m² = 0,102 · 10⁻⁴ kG/cm².

3. Küte

Kütmise järelmõju laudatemperatuurile on suhteliselt lühike, sest suur osa soojusest kulub õhuvahetusele. Temperatuuri kõikumise vältimiseks on soovitatav kütta pidevalt. Hea, kui sooja saab tsentraalsest katlamajast. Kohalikest kütteseadmeist on paremad need, mis ei nõua pidevat järelevalvet (õli-, gaasi- või elektriküte).

Pole küllalt sellest, kui küttega saavutatakse laudas soovitud soojusbilanss ja ettenähtud keskmine temperatuur. Soojust on vaja anda eeskätt loomade juurde. Seda saab korraldada mitmel viisil. Näiteks võib ehitada õhu sisselaskeavad küttekehade kohale, kuna sel juhul kandub suur osa küttesoojusest üle allavalguvale värskele õhule. Õhuvahetuse vajadus jääb külmal ajal peaaegu sõltumatuks sellest, kas lauta köetakse või ei (joon. 232).

Gaasi või elektriga kuumutatavate kiirguskehadega saab soojendada üksikuid piirkondi (põrsapesi). Väljarendamisel on põranda altsoojendamine küttekaabli, veevõi õhutorudega. Selle viisi hüveks on veel, et põranda massiiv kogub endasse teatava soojusvaru, mis tasandab laudatemperatuuri kõikumisi.

Põranda soojendamise juures tuleb aga hoiduda soodustamast vee auramist, s. t. ainult kuiva põrandat tohib soojendada. Teiseks ei või põranda temperatuuri ületada +25 ... 30° C, et loomad saaksid seal magada. Seega, mida soojapidavam laut, seda paremad on väljavaated põrandakütte rakendamiseks.

Ka üldiselt ei suuda küte täielikult tasa teha hoone puudulikku soojapidavust. Nii võib halvasti soojustatud lagi või sein ka kütmise korral kondensveest niiskuda. Soojapidavas laudas aitab aga kütmine olukorra paremustamisele tublisti kaasa. Pealegi on siis küttekulud väiksemad. Seepärast tuleb enne kütte sisseseadmist ära kasutada kõik hoone soojustamise võimalused.

4. Loomaruumide elektriküte

Üldküsimusi. Tänapäeva suurmajandi intensiivse loomakasvatuse juures tuleb talvekuudel tähelepanu pöörata loomaruumide mikrokliimale, sest mida soodsamad on loomade elutingimused, seda suurem on ka toodang. See juures peavad kulutused temperatuuri ja õhuniiskuse opti-

Tabel 88

Loomaruumide põranda ja õhu arvutuslikud temperatuurid

Tootmishoone nimetus	Põranda temperatuur	Õhutemperatuur °C	
		optimaalne	lubatud
Imetavate emiste sigala		12	8...18
põrsaste pesakast	25...30		
emiste lamamisala	18...20		
Nuumikute sigala	15...25	10	5...16
Broilerite tibula	35...40	25...28	
Lehmalaut		8	6...8
üldlatter	10...13		
ravilatter	26...29		

maalsetes piirides hoidmiseks olema majanduslikult põhjendatud. Meie kliimas on vaja loomaruume külmaperioodil täiendavalt kütta, et tasakaalustada soojusbilanssi. Millist küttesüsteemi kasutada ja kui palju kütta, näitab majanduslik analüüs.

Seni kasutatavad tahke-, vedel- ja gaasikütte süsteemid vajavad küllalt suuri kapitaalmahutusi ja nende igapäevane teenindamine nõuab täiendavat tööjõudu. Kasutatavad automaatikaseadmed ei kindlusta täiesti ohutut tööd.

Elektrikütte kasutamise võimalused on: 1) põrandate elektriküte; 2) infrapunased kiirgajad lokaalseks kütteks; 3) elektrikalorifeerküte ja 4) elektroodkatlad soojavee või auru saamiseks. Käesolevas käsitletakse kaht esimest elektrikütte viisi.

Võrreldes teiste küttesüsteemidega, on elektrienergia kasutamisel järgmisi eeliseid: 1) elektrienergia hind põllumajanduslikuks otstarbeks on soodne; 2) ekspluateerimine ei nõua tööjõudu ja on soovi korral automatiseeritav; 3) seadme ehitus- ja metallikulud on väiksemad, võrreldes teiste küttesüsteemidega.

Kui kasutada põrandate elektrikütet, esinevad täiendavalt eelloetletule järgmised paremused: 1) allapanu kasutamisest võib loobuda või kasutada seda vähesel määral; 2) põrandal on küllalt suur soojusakumulatsioon, nii et mitmetunnine elektrienergia katkestus olukorda märgatavalt ei halvenda; 3) põranda kõrgema temperatuuri toimel

tekib looma läheduses õhu tsirkulatsioon, mis vähendab seal niiskust ja kahjulike gaaside kontsentratsiooni; 4) sooja põranda juures on välditud soojuskadu loomadelt põrandasse; seetõttu võib ruumi sisetemperatuur olla madalam, mis annab kütmisel säästu; 5) põranda kütmisel köetakse ka ruumi (ligikaudne soojuse siirdetegur põrandalt õhku on 10 W/m² deg).

Põrandate elektriküte. Elektrienergiat kasutatakse põrandate kütmiseks nuumikute, imetavate emiste ja võõrdepõrsaste sigalates, lehmalautades ja tibulates. Kütta võib seda põranda osa, kus ei ole loomade väljaheiteid ja põrand ei asu sõnnikukanalitele väga lähedal ning kuhu ei lange vedelsööta ega joogivett. Vastasel korral eralduks väljaheidetest palju gaase ning veest auru. Senini on põrandate soojustamise eesmärgil kasutatud allapanu või head, soojust isoleerivat materjali.

Nagu näitavad uurimis- ja katsetulemused võib loomaruumi õhu temperatuur olla madalam, kui ei toimu loomade soojuskadu põrandasse. Mida külmem on põrand ja mida rohkem kehasoojust siirdub põranda kaudu pinnasesse, seda enam tarvitab loom sööta, et hoida kehatemperatuuri normaalsel tasemel. Langeb söödaväärindus, toodang ja ööpäevane kaaluiive. Külm põrand võib põhjustada ka mitmesuguseid haigusi.

Loomaruumide arvutuslikud põranda ja õhu temperatuurid on toodud tabelis 88 ja nendele vastavad põrandakütte erivõimsused tabelis 89.

Köetavate põrandate lõige on näidatud joonisel 235. Soojusisolatsioonina on kasutatud telliskillustikku, kärg-

Tabel 89

Põrandakütte erivõimsused

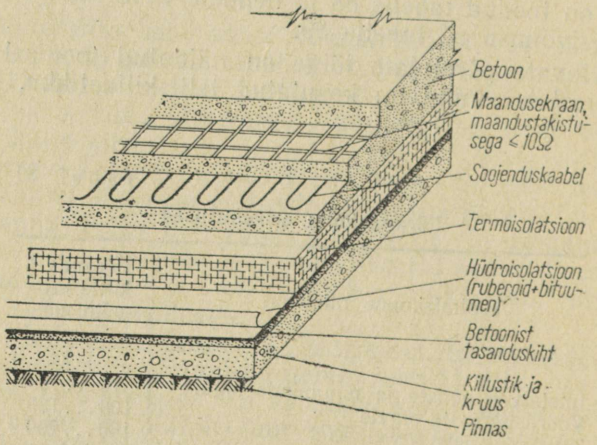
Tootmishoone nimetus	Põrandakütte erivõimsus W/m²
Imetavate emiste ja nuumikute sigala	70 ... 100
Võõrdepõrsaste sigala	100 ... 150
Tibula	150 ... 200
Lehmalaut	130

tellist, mullkukermiiti ja TEP-plaate. Edukalt on selleks kasutatav kivisöeräbu.

Välismaise perioodika ja kirjanduse andmeil on tehtud ulatuslikke uurimistöid köetavate põrandate konstruktsioonide väljatöötamiseks. Põrandasse paigaldatava soojusisolatsiooni vajalikkuse kohta on arvamused lahkuminevad. Siiski nendes maades, kus kasutatakse elektriküttega põrandaid pikemat aega, eelistatakse eriti head mitteniiskuvat soojusisolatsiooni. Et viimane ei niiskuks, on vahetult soojusisoleermaterjali all hüdroisolatsiooni kiht.

Küttekaabli montaaž. Tehniliste tingimuste järgi on küttekaabel (soojenduskaabel) kasutatav loomahoonete põrandate ja õhu kütteks pingega kuni 250 V. Kaablit ümbritseva keskkonna soojusjuhtivusest olenevalt muutub lubatav kaabli elektriline koormus. Võimalike kohalike ülekuumenduste ärahoidmiseks on lubatud töötemperatuur kaablil ПОСХВ kuni 50° C ja kaablil ПОСХП kuni 75° C. Arvestades eeltoodut on betoonpõrandasse paigaldatud kaabli ПОСХВ soovitatav maksimaalne erivõimsus 9 . . . 10 W/m.

Kaablit võib toita pingega 24 või 36 V, mis on ohutu loomadele. Sel juhul vajatakse transformaatoreid pingega ülempingepoolel 380/220 V ja alampingepoolel 24 või



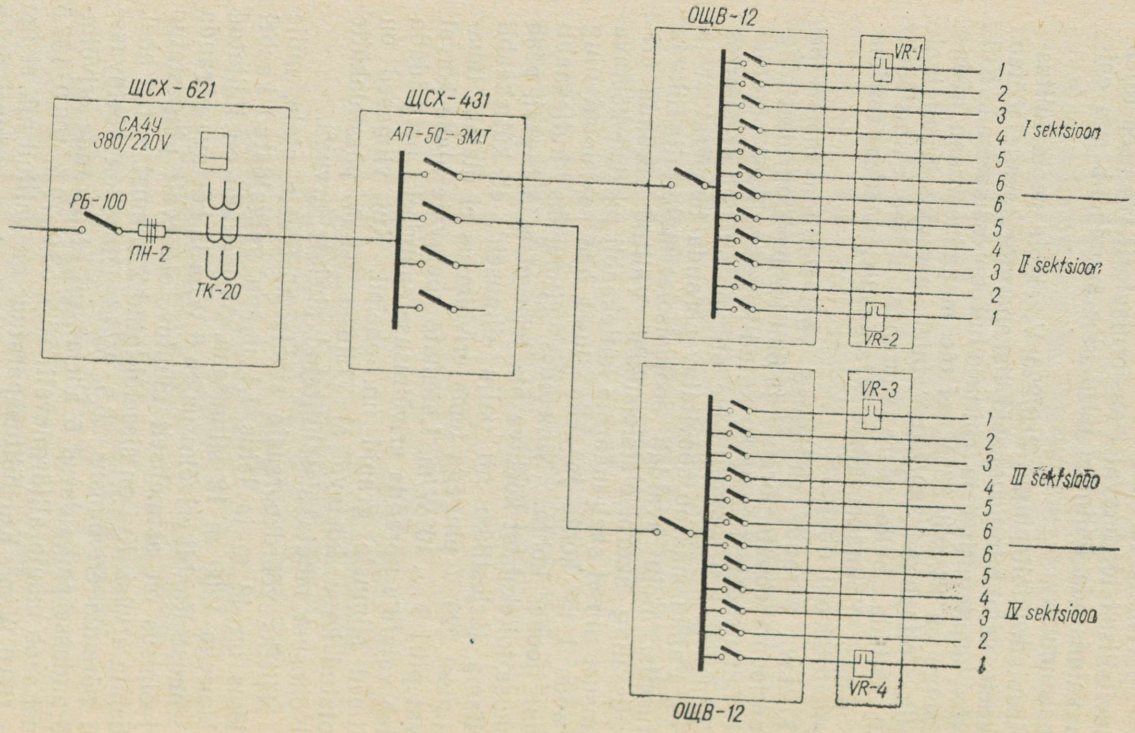
Joon. 235. Elektriküttega põranda lõige

36 V. Suuremate tarbimisvõimsuste juures on vaja mitu seeriaviisiliselt toodetavat transformaatorit või need tuleb lasta valmistada tellimise järgi. See suurendab aga ehitusmaksumust.

Kasutades toitepinget 380/220 V, ei ole peale lülitusseadmete vaja mingisuguseid lisaaparaate, seade töötab parema kasuteguriga ja ehituskulud on väiksemad. Kui toitepinge on 24 või 36 V, ei ole maandusekraan hädavajalik. Toitepingel 380/220 V tuleb maandusekraan igal juhul ehitada. Selle võrra suureneb üldine ehitustööde maksumus. Maandusseadme kvaliteedist oleneb seadme ekspluatatsiooni ohutus.

Köetava põranda ehitamisel võib lähtuda tabelis 88 antud loomahoonete põranda ja õhu temperatuuridest ning vastavalt nendele tabelis 89 antud kogemuslikest põranda erivõimsustest W/m². Viimane on valitav küllalt suurtes piires. Valiku määrab soovitatav põranda temperatuur ja ehitusviis. Mõju avaldab soojusisoleermaterjali liik ja paksus ning hüdroisolatsioonikiht. Valitud põranda erivõimsuse alusel saab määrata küttekaabli pikkuse köetava põranda 1 m² kohta ja selle alusel ühe sektsiooni ning kogu hoone kohta. Nimetades silmuseks küttekaabli pikkuse toitekohast köetava ala teise otsa ja tagasi, peab lülitama järjestikku nii palju silmuseid, et küttekaabli toitmisel 220 V pingega tema erivõimsus ei ületaks lubatavat piiri 9 ... 10 W/m. Laiemate köetavate alade korral tuleb vajaliku põranda erivõimsuse saamiseks paigaldada mitmed silmuste grupid nn. ahelad. Kui viimased on jaotatud kogu köetava ala laiuses, saab põrandakütte erivõimsust muuta sisselülitatud ahelate arvuga.

Näiteks võõrdepõrsaste sigala köetavale alale, mille pikkus on 48 m ja laius 1,1 m, on paigaldatud kaabel pikkusega 1200 m 12 silmusena. Järjestikku on lülitatud 2 silmust. Kaabli erivõimsus on 8 W/m ja köetava põranda erivõimsus on astmeliselt muutuv, olenevalt pingestatud ahelate arvust. Kui on sisselülitatud 2 silmust, s. t. 1 ahel, on põranda erivõimsus 26,5 W/m². Üldse on köetavasse põrandasse paigaldatud 6 ahelat, nii et põranda erivõimsust saab muuta alljärgnevalt: 26,5, 53,0, 79,5, 106,0, 132,5 ja 159,0 W/m². Kui lülitusaparatuur on valitud nii, et iga ahela toiteliinis on lüliti ja põranda temperatuuri automaatseks reguleerimiseks kasutatakse termoreleed, võib



Joon. 236. Põranda ja kogumislattide seina lõige

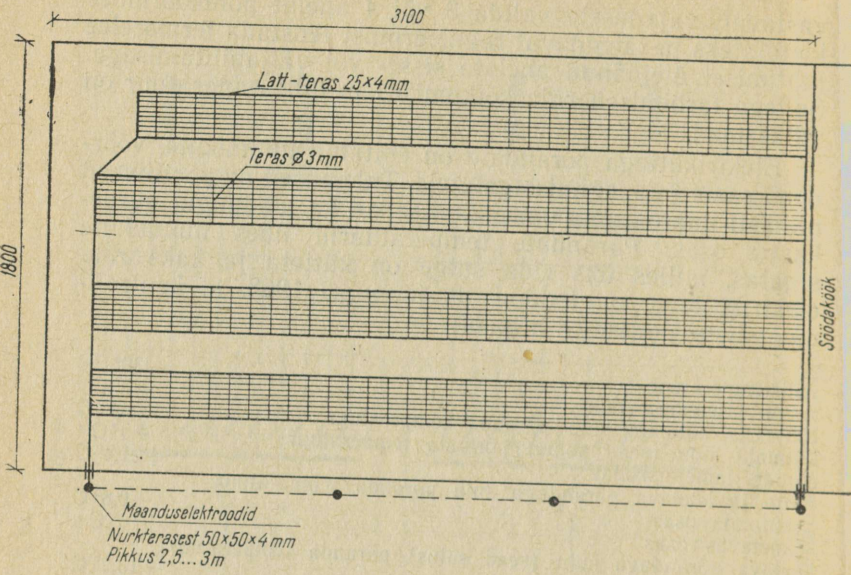
vastavalt vajadusele valida 3 või 4 ahelat põhikoormuse kandjateks ja täiendavat reguleerimist teostada termorelee juhtimisel ülejäänud ahelate sisse- või väljalülitamisega. Sellega tarbimisenergia kõikumised ja lülitusaparatuur on väiksemad.

Elektriküttega põrandaid on ehitatud nuumikute, võõrdepõrsaste ja poegimissigalatele. Tulemused on positiivsed niihästi mikrokliima parandamise kui ka toodangu juurdekasvu osas. Põrandate temperatuurid ühes nuumikute sigalas, milles üks rida sulge on kütteta ja kaks rida elektriküttega, on toodud 19. jaanuari 1968. a. kontrollmõõtmiste andmetel allpool:

välistemperatuur	—30° C
ruumi sisetemperatuur	+8° C
tühja ja kütmata sulu põranda temperatuur	—0,2° C
kütmata sulu (sead sulus) põranda temperatuur	+5° C
sigade lamamiskohal	+21,4° C
tühja ja köetava põrandaga sulu põranda temperatuur:	
kütmata osas	+0,8° C
köetavas osas	+10° C
köetava põrandaga sulu (sead sulus) põranda temperatuur:	
köetavas osas	+13,2° C
kütmata osas	+5,8° C
sigade lamamisalal	+30,6° C

Maandusekraan ja maandamine. Maandusekraan täidab kaitsemaanduse ülesannet. Maandusekraani puudumisel satuks küttekaabli isolatsiooni vigastumisel betoonpõrand pinge alla. Põrandal olevaid loomi ohustab siis nn. sammupinge või otsene kokkupuude sigala metalldetailidega (künad, suluaiad jne.). Maandusekraani kaitsev toime seisneb selles, et küttekaabli vigastusest tekkiv maandusvool läbib maandusekraani ja suunatakse maandusjuhtide ja maandite kaudu maasse, loomadele ohtu tekitamata. Maandustakistus ei tohi olla üle 10 Ω. Sellise maandustakistuse juures läbib halvemal juhul looma keha väike vool, mis on seda nõrgem, mida väiksem on maandustakistus. Sellepärast peabki maandusekraani ehitamisele ja tema eeskujulikule maandamisele pöörama tõsist tähelepanu. Juhinduda tuleb «Elektriseadmete ehituse eeskirjadest», peatükid 1 ... 7 ja «Elektriseadmete maanduste eeskirjadest» (CH-102-65).

Maandusekraani piki- ja põikvarraste väiksem lubatud läbimõõt on 3 mm. Kütteala äärmisteks maandusjuhtideks



Joon. 237. Elektrikütlega põranda maandusseade

on otstarbekas kasutada latt-terast 25 × 4 mm, mis asetatakse 5...8 cm väljaspoole äärmist kaablit. Pikivarraste vahe on 15...20 cm ja ristvarraste vahe 70...100 cm. Kuna maandusekraani valmistamine kohapeal on aegaviitev, tuleks kasutada tehaste poolt vastavates mõõtmetes valmistatud võrku. Seejuures on võimalik valmistada 3 mm läbimõõduga terasest keskmine maandusekraani osa, mida saab ehitusobjektile viia rullis ja kohapeal keevitada kõetavale alale paigaldatud latt-terasest äärmistele maandusjuhtidele. Teine võimalus on õigetes mõõtmetes maandusekraani osade (4...6 m pikad) valmistamine vastavates töökodades ning need ehitataval objektil paigaldada ning kokku keevitada. Sellega kaetakse iga kõetav ala maandusekraaniga, mis maandusjuhtide kaudu ühendatakse väljaspool tootmishoonet asuvate maanditega. Kui ühes hoones on mitu kõetavat ala, ühendatakse need omavahel otstest või eriti pikkade alade puhul ka keskelt ühiseks kontuuriks, mis ühendatakse maanditega. Maandusjuht tuleb läbi seina viia terastorus. Koht, kust maandusjuht

siseneb hoonesse, peab olema tähistatud ja samas peab maandusjuhil olema poltühendus, et oleks võimalik mõõta maandustakistust. Kui maandusekraanid on mõlemast otsast maandatud, on soovitatav mõlemad maandid maasse asetatud juhi kaudu ühendada. Joonisel 237 on toodud nuumikusigala maandusekraani ja maandusseadme skeem.

Sigalates on mitmesuguseid metallkonstruktsioone (suluaiad, söödakünad jne.), mis on loomade ja teeninduva personali puutepiirkonnas. Küttekaabli isolatsiooni vigastuse korral võivad need sattuda pinge alla ja tekitada õnnetusi. Selle vältimiseks tuleb kõik normaalselt pingestamata metallosad maandada sama maandusseadme süsteemi. Metallist suluaedade maandamisel tuleb jälgida, et aia vahepealsed liitekohad oleksid korralikult keevitatud ja kui osutub vajalikuks, teha liitekohale sildühendus.

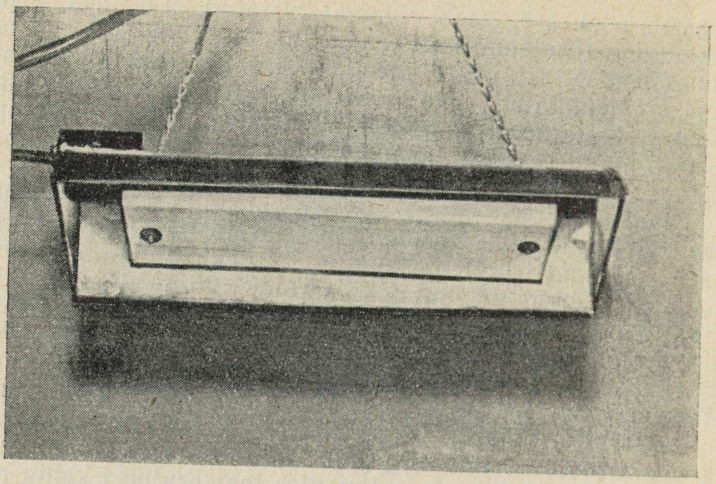
Elektriliste termokiirgajate kasutamisest sigalates. Imetavate emiste sigala optimaalse temperatuuri kohta on väga palju lahkuminevaid arvamusi. Loomakasvatuse teadlased peavad põrsaste kasvatamisel sobivaks sigala sisetemperatuuriks 15...18°C, samal ajal aga põrsaste pesakastides 25...30°C (seda eriti esimestel elunädalatel). Üldine küttesüsteem võimaldab talveperioodil sigalas säilitada vajalikku sisetemperatuuri, ei kindlusta aga seda põrsaste pesakastides. Selleks otstarbeks on kasutatavad lokaalsed infrapunased termokiirgajad. Sel juhul jääb ära kogu sigala üleliigne kütmine, saavutatakse kokkuhoidu niihästi kütteaines kui ka tööjõus.

Põrsaste kiiritamisel taotletakse infrapunaste kiirgajate puhtsoojuslikku toimet põrsa keha välispinnale, mispärast infrapunase kiirguse lainepikkuse maksimum peaks olema 4...6 μm piires.

Senini on pesakastide soojendamiseks kasutatud mitmesuguseid küttekehi.

1. Elektrihõõglambid, mille koguenergiast *ca* 7...12% kulub valgustuse, ülejäänud osa peaaegu täielikult infrapunase soojusliku kiirguse tekitamiseks. Kiirguse maksimum on lainepikkuste vahemikus 0,96...1,15 μm. Nende puudusteks on hele valgus, mis häirib magavaid põrsaid ja lambi purunemisel võib allapanusse sattuda sulametalli ja klaasikilde.

2. Infrapunase kiirguse lambid 3c-3 võimsusega 500 W. Nendel esineb samuti tugev valguskiirgus. Hõõg-



Joon. 238. Termokiirgaja

niidi temperatuur on *ca* 2200° C. Kiirguse maksimum on lainepikkuste vahemikus 0,8 ... 1,25 μm. Nende kasutamise puudused on samad mis hõõglampidel.

3. Kaubandusvõrgus müüdavad reflektoriga termokiirgajad. Kuna need ei ole valmistatud kasutamiseks loomaruumides, on nad tule- ja eluohtlikud. Kasutamine loomaruumides on tuletõrje ja Energiamüügi Tehnilise Inspektsiooni poolt keelatud.

4. Vedelgaasiküttel töötavad infrapunased kiirgajad. Kiirgava keraamilise keha töötemperatuur on *ca* 800° C. Kiirguse maksimum on lainepikkuste 2 ... 2,5 μm piires. Gaasi põlemisel tekib veeauru ja põlemisjääke, mistõttu on vaja intensiivsemat ruumi ventileerimist.

Nagu ülalmärgitust nähtub, ei ole kirjeldatud küttekehad kohased loomakasvatusruumides.

Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituudis valmistatud termokiirgaja vastab põrsaste soojendamise nõuetele. Nagu nähtub jooniselt 238, koosneb termokiirgaja keraamilisest kiirguskehast, mida kõetakse viimasesse hermeetiliselt paigutatud küttekehadega. Termokiirgaja võimsus on 600 ... 650 W, keraamilise keha töötemperatuur on *ca* 500 ... 600° C ja infrapunase kiirguse

maksimum lainepikkuste 4 ... 5 μm piires. Kiirgaja vooluhtivad osad on isoleeritud ja nende juhuslik puutumine välditud. Kiirgaja kõik metallosad, mis isolatsiooni rikke tõttu võivad sattuda pinge alla, on maandatud nulljuhtme kaudu. Selleks on kiirgajatel maanduskontaktiga pistik.

Loomade juures ei ole teadaolevatel andmetel läbi viidud uurimusi õhu positiivse ionisatsiooni kahjulikkuse kohta. Inimesele peetakse tervislikuks õhku, kus negatiivseid ioone on rohkem kui positiivseid. Instituudis valmistatavate termokiirgajate negatiivsete ja positiivsete ioonide hulka mõõdeti Tartu Riikliku Ülikooli aeroionisatsiooni laboratooriumis ja võrdluseks tehti samu mõõtmisi ka teiste kiirguskehade puhul. Mõõtmistulemused näitasid, et positiivsete ioonide hulk on lahtise spiraaliga reflektorkiirgaja korral 3,85 korda suurem kui infrapunase lambi 3c-3 juures. Sama arv Instituudis valmistatavatel termokiirgajatel on 1,46. Sigala tingimustes, kus ventilatsioon on küllalt intensiivne, ei peaks see positiivsete ioonide hulk mõjuma põrsastele halvasti.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Dahse, F., Müller, M., Noack, W., Bendull, K. Mechanisierte Rinderfütterung. Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1966.
2. Feed Production Handbook. Kansas City, 1961.
3. Heyde, H. jt. Landmaschinenlehre. Band II. Berlin, VEB Verlag Technik, 1967.
4. Holke, R. und Lorke, A. Untersuchungen über Verhalten und Zuwachsleistung der Schweine bei Anwendung der Schwerkraftentmistung. Tierzucht, 1960, nr. 11.
5. Kleiber, H. jt. Produktion von Milch. Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1967.
6. Kolde, O. Loomafarmide seadmed. Tallinn, Kirjastus «Valgus», 1966.
7. Krüger, H. und Freitag, H. Die Entwicklung einer automatisch arbeitenden Schleppschaufelentmistungsanlage und deren Einsatz in einem Schweinemaststalle. Deutsche Agrartechnik, 1963, nr. 8.
8. Lehtla, R. Kraaptransportöör koos sõnnikukühviga veiselaudas. Sotsialistlik Põllumajandus, 1964, nr. 22.
9. Listov, P. Põllumajandusliku tootmise elektrifitseerimine. Tallinn, Kirjastus «Valgus», 1967.
10. Mann, F. K. Deutsche Demokratische Republik. Patentschrift 44045, kl 45h, 1/100, 23. 12. 1965.
11. Masso, V., Paju, R. Mõnede laudast sõnniku eemaldamise seadmete efektiivsus. Sotsialistlik Põllumajandus, 1965, nr. 21.
12. Nigul, L. Kui palju sööta kartulit? Ajaleht «Edasi», 1968, nr. 29.
13. Porila, M. Segajõusöötade ja rohujahu granuleerimine. Sotsialistlik Põllumajandus, 1966, nr. 15.
14. Roosve, H. Jõusöödapeensus mõjutab sigade nuumatulemusi. Aktuaalset põllumajanduses. Tallinn, 1967.
15. Sominitš, N. Loomakasvatusfarmide mehhaniseerimine. Tallinn, ERK, 1952.
16. Simmons, N. O. Feed milling and associated subjects. London, 1963.
17. Thum, R., Lehmann, R., Lommatzsch. Mechanisiertes Entmisten von Rinderställen. Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1967.
18. Wakeford, P. O. Food preparation equipment for farm use. Journal and Proceedings of the Institution of Agricultural Engineers, v. 19, 1963, nr. 3.
19. Veinla, V., Loskit, R., Kolde, O. Latt-transportöörid sõnniku koristamiseks. Sotsialistlik Põllumajandus, 1966, nr. 10.

20. Veinla, V., Kolde, O. Täiustatud latt-kraaptransportöör. Sotsialistlik Põllumajandus, 1968, nr. 1.
21. Veinla, V., Reppo, B. Sõnnikukoristamise skreeperitest. Sotsialistlik Põllumajandus, 1966, nr. 16.
22. Winkler, W. Untersuchungen zur Technologie der Aufzucht von Zuchtläufern. Tierzucht, 1967, nr. 7.
23. Voltri, L. Nuumsigade tüüpratsioone. Sotsialistlik Põllumajandus, 1966, nr. 20.
24. Абрамов, А., Ильина, Л., Капленко, В. Нулевая защита в схемах автоматического управления. Техника в сельском хозяйстве, 1967, № 4.
25. Анисимов. Оборудование и эксплуатация водяных скважин для сельского хозяйства. Москва, Изд. «Колос», 1967.
26. Бабенко, И. И. Водоснабжение животноводческих ферм. Москва, Изд. «Колос», 1964.
27. Болтовитин, В. И. Центробежные скваженные насосы. Кишинев, Изд. «Карта Молдовеняскэ», 1967.
28. Вагин, П., Замятин, П. Автоматизация раздачи кормов по трубам. Техника в сельском хозяйстве, 1965, № 11.
29. Вагин, П., Письменов, В., Липс, В. Автоматизированный скиповый подъемник. Техника в сельском хозяйстве, 1968, № 6.
30. Горячев, О. Автоматическое управление платформенными кормораздатчиками. Техника в сельском хозяйстве, 1965, № 6.
31. Елисеев, В., Дорофеев, Н., Сундеев, А. Комбинированный способ измельчения зерновых кормов. Вестник сельскохозяйственной науки, 1968, № 9.
32. Каминский, Е. А. Техника чтения схем электроустановок. Москва, Изд. «Энергия», 1967.
33. Кашеков, Л. Я. Механизация водоснабжения животноводческих ферм. Москва, 1961.
34. Клоков, Н. Анализ схем стационарных кормораздатчиков. Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1967, № 1.
35. Ласкер, Я. Н., Родионов, О. Н. Холодильные машины для молочных ферм. Бюро технической информации и рекламы. Москва, 1965.
36. Лиловской, М. В. Справочник по механизации водоснабжения животноводческих ферм. Москва. Россельхозиздат, 1966.
37. Мазурко, В., Тесновец, Л., Барановский, Э. Автоматизация котлов-парообразователей. Техника в сельском хозяйстве, 1968, № 3.
38. Макфейт, К. Дозаторы кормов (реферат). Сельское хозяйство за рубежом. Животноводство, 1965, № 11.
39. Малоян, А. В. Бурение скважин на воду. Москва, Изд. «Недра», 1966.
40. Матвеев, А. Как улучшить эксплуатацию кормораздатчика ПТУ-10К. Техника в сельском хозяйстве, 1968, № 1.
41. Морозов, Н. М., Щуров, С. В. и др. Экономические основы комплексной механизации животноводства. Москва, Изд. «Колос», 1966.
42. Назаров, Б. Автоматизированная раздача кормов. Техника в сельском хозяйстве, 1968, № 5.
43. Настенко, Н. Н., Борошок, Л. А. Основы автоматизации сельскохозяйственного производства. Москва, Изд. «Колос», 1967.

44. Пожарский, Б. Микроклимат в свинарнике маточнике. Техника в сельском хозяйстве, 1967, № 2.
45. Прейскурант № 23-01. Опытные цены на насосы. Москва, Прейскурантгиз, 1967.
46. Рунов, Б. А. Электромеханизация животноводческих ферм в США. Москва, Изд. «Колос», 1966.
47. Русе, А. Т. Снижение затрат труда при содержании откормочных свиней в Эстонской ССР. Автореферат. Таллин, 1963.
48. Свирщевский, А. Б., Гельфенбейн, С. П. Технологические основы автоматизации сельскохозяйственного производства. Москва, Изд. «Колос», 1966.
49. Синявский, В. Н. Машины и оборудование для обработки корнеклубнеплодов. Москва, 1964.
50. Славин, Р. М. Автоматизация производственных процессов животноводческих ферм. Москва, Изд. «Машиностроение», 1965.
51. Славин, Р. М. Автоматизация на животноводческих фермах. Москва, Изд. Сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963.
52. Соколов, А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. Москва, Изд. «Колос», 1967.
53. Транспортер для уборки навоза с ковшовым навозопогрузчиком НПК-30. Москва, 1966.
54. Тесновец, Л., Ключков, Ю. Автоматизация кормоприготовительного цеха для свиноферм. Техника в сельском хозяйстве, 1966, № 6.
55. Технология переработки зерна. Москва, Изд. «Колос», 1965.
56. Шпыро, А. В. Изыскание и исследование рабочих органов машин для мойки кормеклубнеплодов при закладке комбинированных силосов. Автореферат. Каунас, 1967.
57. Юргенсон, Л. К. Параметры расчета тепловлажностного режима свиноводческого помещения. Таллин, 1963.

SISUKORD

Eessõna 3

Veevarustus ja kanalisatsioon

§ 1. Loomafarmide veevarustus 5
1. Veetarve 5
2. Veevõtukohad 8
3. Veetõsteseadmed 13
4. Veetornid ja pumbajaamad 22
5. Loomafarmide veevarustusvõrgud 28
6. Veevarustusvõrgu ekspluateerimine 31
§ 2. Kanalisatsioon 32
1. Üldandmed 32
2. Heitvee kogused 32
3. Hoonete sisekanalisatsioon 33
4. Välisvõrgud 38
5. Puhastusseadmed 40

Veisefarmide mehhaniseerimine

§ 3. Veiste pidamisviisid 43
1. Lüpsikarja lõaspidamine 44
2. Lüpsikarja vabapidamine 49
3. Noorkarja pidamine 52
§ 4. Söötade jaotamise mehhaniseerimine 57
1. Farmi sisetranspordi iseärasused 57
2. Loomafarmide veoste liigid 58
3. Söötade jaotamise mehhaniseerimise üldküsimusi . . 59
4. Söötade jaotamine mobiilsete seadmetega 60
5. Söötade jaotamine statsionaarsete seadmetega . . 74
6. Söötade jaotamise viiside võrdlus 79
§ 5. Sõnniku eemaldamise mehhaniseerimine 85
1. Sõnniku eemaldamise viisid 85
2. Sõnniku eemaldamine kett-kraaptransportööridega . 88
3. Sõnniku eemaldamine latt-kraaptransportööridega . 96
4. Sõnniku eemaldamine skreeperseadmetega . . . 103
5. Sõnniku eemaldamine traktoriga 107
6. Restpõrandad ja vedelsõnniku eemaldamine . . . 111
7. Sõnniku eemaldamise viiside võrdlus 116
8. Allapanu käsitsemine 122
§ 6. Lüpsitööde mehhaniseerimine 124
1. Üldküsimusi 124
2. Lüpsiviiside võrdlemine 127
3. Masinlüpsiseadmete arengusuunad 129
4. Lüpsitööde mehhaniseerimine lõaspidamisega laudas 135

5. Lüpsmine lehmade vabapidamisel 148
6. Lüpsmine karjamaal 154
7. Masinlüpsiseadmete hooldamine 162
§ 7. Piima esmastöötlemise ja mehhaniseerimine 167
1. Piima esmastöötlemise viisid 167
2. Piima jahutamine laudas 171
3. Piima jahutamine karjamaal 190
4. Piima jahutusviiside hinnang 197
5. Poolhermeetiline külmutusmasin 202
6. Külmutusseadmete hooldamine 204
7. Piima transport 214
§ 8. Veisefarmide kompleksne mehhaniseerimine ja selle efektiivsus 215
1. Farmide skeemid ja neis rakendatud tehnoloogia . 215
2. Kompleksselt mehhaniseeritud farmide majanduslik efektiivsus 224

Seafarmide mehhaniseerimine

§ 9. Sigade pidamisviisid 226
1. Sigade liigid 226
2. Farmi kujundamine 226
3. Seakohtade vajadus farmis 228
4. Konveiersüsteem seakasvatuses 230
5. Sigalate kujundamine 232
§ 10. Söötade ettevalmistamise mehhaniseerimine 250
1. Söödad ja nende ettevalmistamine 250
2. Mahlakate söötade ettevalmistamine 253
3. Teravilja töötlemine 266
4. Söötade doseerimine ja segamine 281
5. Vedelate söödasegude valmistamine 288
6. Kuivade segasöötade valmistamine 292
7. Söötade granuleerimine 302
8. Näiteid mehhaniseeritud söödaköökidest 307
§ 11. Söötade jaotamise mehhaniseerimine 316
1. Söötmisviisid 316
2. Söödajaotite liigitus ja kasutamine 319
3. Söötade jaotamine statsionaarsete seadmetega . . 321
4. Söötade jaotamine mobiilsete seadmetega . . . 335
5. Söödaautomaadid 339
§ 12. Sõnniku eemaldamise ja allapanu jaotamise mehhaniseerimine 341
1. Sõnniku eemaldamine sulgudest 341
2. Sõnniku transport sigalas 344
3. Sõnniku veokile või hoidlasse laadimine 350
4. Allapanu jaotamine 352
§ 13. Sõnniku- ja virtsahoidlad 355
1. Hoidlate ehitamise vajadus 355
2. Üldnõudeid hoidlate ehitamisel 356
3. Loomadelt saadavad sõnniku- ja virtsakogused . . 357
4. Sõnnikuhoidla suurus 358
5. Sõnnikuhoidla tüüp 359
6. Sõnnikuhoidlate tasuvus 364
7. Sõnniku ja virtsahoidlate ehituslikke küsimusi . . 365

Linnufarmide mehhaniseerimine

§ 14. Lindude pidamisviisid 366
1. Üldküsimusi 366
2. Kanade pidamine 366
3. Broilerite, kalkunite ja partide pidamine 374
§ 15. Söötade ettevalmistamise mehhaniseerimine 375
1. Üldküsimusi 375
2. Pehmesööda ettevalmistamine 375
§ 16. Laiade lindlate mehhaniseerimine 381
1. Söötade jaotamise mehhaniseerimine 381
2. Jootmine 386
3. Sõnniku koristamine 389
4. Munade korjamine 389
§ 17. Puuritsehhide mehhaniseerimine 390
1. Söötade jaotamise mehhaniseerimine 390
2. Sõnniku koristamine 392
3. Munade korjamine 393

Loomafarmide automatiseerimine

§ 18. Üldised alused 394
1. Automaatika eelised 394
2. Automaatikasüsteemide liigitus 394
3. Automaatika elemendid 395
4. Automaatika skeemid 396
§ 19. Veevarustuse automatiseerimine 397
1. Üldküsimusi 397
2. Tavaliste pumpade automaatjuhtimine 398
3. Sügavveepumpade automaatjuhtimine 403
4. Veesoojendite automaatjuhtimine 407
§ 20. Söötade ettevalmistamise ja jaotamise automatiseerimine 410
1. Söötade ettevalmistamise seadmete automaatjuhtimine 411
2. Söötade jaotamise seadmete automaatjuhtimine . . 418
§ 21. Sõnniku eemaldamise automatiseerimine 421
1. Skreeperseadme automaatjuhtimine 421
2. Kopptõstuki automaatjuhtimine 423
3. Vagoneti ВНЭ-1Б automaatjuhtimine 426
§ 22. Lüpsi ja piima esmastöötlemise automatiseerimine . . 427
1. Lüpsitööde automatiseerimine 427
2. Piima esmastöötlemise automatiseerimine . . . 429
§ 23. Sisekliimaseadmete automatiseerimine 434
1. Kütte- ja ventilatsiooniseadmete automaatjuhtimine . 434
2. Valgustusseadmete automaatjuhtimine 436

Farmiehituslikud küsimused

§ 24. Generaalplaan 437
1. Farmi asukoha valik 437
2. Farmi generaalplaan 439
§ 25. Farmihooned 441
1. Üldehituslikud küsimused 441
2. Seinad 442
3. Laed ja põrandad 443

E 935
20.06.22
21.–

D

Rbl. 1.07

A-92467

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00715943 9

Rbl. 1.07

A-92467

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00715943 9

LOOMAFARMIDE MEHHANISEERIMINE

LOOMA-FARMIDE MEHHANISEERIMINE

