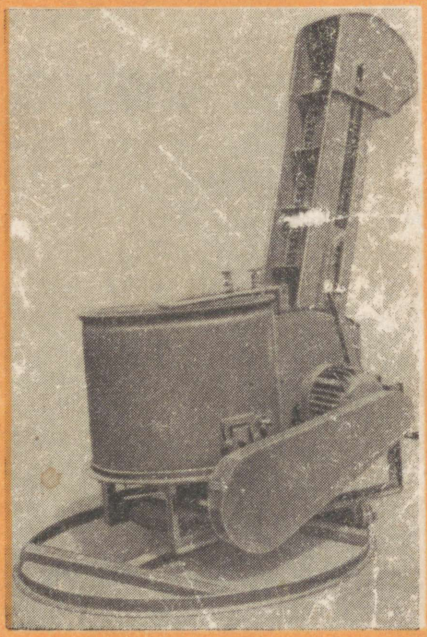
G. BALÕBERDIN • A. MALGIN

TOOTMIS-PROTSESSIDE MEHHANISEERIMINE LOOMAKASVATUSES



ÕPIKUD JA ÕPPEVAHENDID PÕLLUMAJANDUSTEHNIKUMIDELE

G. J. BALÕBERDIN, A. D. MALGIN

TOOTMISPROTSESSIDE MEHHANISEERIMINE LOOMAKASVATUSES

NSV Liidu Põllumajanduse Ministeeriumi Põllumajandusliku Kõrgema ja Keskhariduse Valitsuse poolt lubatud kasutada õpikuna põllumajandustehnikumides põllu- ja metsamajanduse mehhaniseerimise erialal

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1963

636
B 10

Originaali tiitel:
Г. Я. Балыбердин, А. Д. Мальгин
МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ
Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов,
Москва 1962

Kaanekujundus V. Vare

Tõlkinud R. Rebane ja Ü. Värno

Raamat «Tootmisprotsesside mehhaniseerimine loomakasvatuses» on koostatud vastava õppeprogrammi järgi ning kinnitatud õpikuks põllumajandustehnikumidele põllu- ja metsamajanduse mehhaniseerimise erialal.

Raamatus kirjeldatakse loomakasvatuses kasutatavate masinate, mehhanismide ja aparaatide ehitust, montaaži, ekspluatatsiooni ja hooldamist, esitatakse seadmete valikul, samuti farmide kütte, ventilatsiooni, sisetranspordi jms. rajamisel vajalike arvutuste alused.

Õpikus on käsitletud uusi progressiivseid loomade pidamis- ja söötmisviise, samuti ka tootmisprotsesside automatiseerimist loomakasvatuses.

Raamatut võivad kasutada ka tootmistöölised, kes monteerivad ja ekspluateerivad loomakasvatusfarmide seadmeid.

Esimese, teise ja kolmanda osa on kirjutanud ins. A. D. Malgin, sissejuhatuse ja ülejäänud osad — ins. G. J. Balõberdin.

Käesolevat eestikeelset väljaannet on täiendatud mõningate uusimate seadmete lühikirjeldustega söötade töötlemise, lehmade lüpsmise ja farmi sisetranspordi osas.

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
58818

SISSEJUHATUS

KOMPLEKSNE MEHHANISEERIMINE JA UUED TEHNOLOOGILISED VÕTTED LOOMAKASVATUSES

Nõukogude rahvas on viimaste aastate jooksul saavutanud tunduvat edu põllumajanduse arendamises. Põllumajandussaaduste tootmine ja riiklik kokkuost on suurenenud. Kuid põllumajandussaaduste tootmise praegune tase ja kasvu tempo, eriti loomakasvatussaaduste osas, ei ole veel küllaldane. Ülesanne seisab aga niisuguse arengu tempo saavutamises, et põllumajandussaaduste tootmine alati ennetaks elanikkonna vajadused.

Aruandekõnes NLKP XXII kongressile rääkis sm. N. S. Hruštšov: «Partei kavandab põllumajanduse arendamise perspektiivid kahekümne aasta peale. Ta seab ülesandeks ulatuslikult suurendada teravilja, liha, piima ja muude põllumajandussaaduste tootmist.» Peamiseks eeltingimuseks loomakasvatussaaduste tootmise suurendamisel on komplekssе mehhaniseerimise laialdane juurutamine.

Kompleksne mehhaniseerimine võimaldab nii tootmisprotsessi põhi- kui ka abioperatsioonidel käsitsitöö asendada masinate ja mehhanismide tööga.

Komplekssel mehhaniseerimisel tehakse kõik tööd oma tootlikkuselt kooskõlastatud masinate kompleksi abil. Sealjuures on võimalik üksikuid operatsioone, nagu vee pumpamine ja jaotamine, söötade ettevalmistamine, piima töötlemine jm. täielikult automatiseerida, mida on ka paljudes majandites laialdaselt kasutatud.

Üleliidulises Põllumajanduse Elektrifitseerimise Teadusliku Uurimise Instituudis (ВИЭСХ) on välja töötatud automatiseeritud söödatsehhi tüüpskeem. Zaporožje oblasti Verhnaja Hortitsa rajooni Iljitši-nimelises kolhoosis on ehitatud ja töötab mahlakate söötade valmistamise auto-

maatvooluliin. Siin niisutatakse, segatakse ja aurutatakse ööpäevas 15 tonni sööta ilma käsitsitööd kasutamata. Krasnodari krai Urupski sovhoosis ekspluateeritakse edukalt automatiseeritud laiagabariidilist lindlat.

Tootmisprotsesside kompleksel mehhaniseerimisel loomakasvatusfarmides on eriti suure tähtsusega elektrifitseerimine. Elektrienergia kasutamine põllumajanduses kasvab seitseaastaku lõpuks ligikaudu neli korda võrreldes 1958. aastaga. NLKP Keskkomitee ja NSV Liidu Ministrite Nõukogu määrus «NSV Liidu põllumajanduse elektrifitseerimisest aastatel 1961—1965» näeb ette tohutute abinõude kasutuselevõtmist põllumajanduse elektrifitseerimise tempo tõstmiseks.

Paljudes kolhoosides ja sovhoosides rakendatakse elektrienergiat laialdaselt tootmisotstarbel. Näiteks Krasnodari krai Novo-Titarovskaja rajooni Kalinini-nimelise kolhoosi farmides töötavad elektrijõul söödatsehhi mehhanismid ja pumbad, mis annavad vett automaatjootjatesse. Lehmade lüpsmine on elektrifitseeritud. Elektrimootorid käitavad tööpinke kolhoosi töökojas, teraviljapuhastusmasinaid jne. Elektrienergia ulatuslik kasutamine tootmises muudab kolhoosnikute töö kergemaks ja vähendab tööjõukulu.

Eesrindlike majandite kogemused näitavad, et liha, piima, munade ja teiste saaduste tootmise järsuks suurendamiseks on tarvis kasutusele võtta progressiivsed loomade pidamis-, söötmis- ja hooldamisviisid. Sellisteks uuteks viisideks on veiste vabapidamine, sigade pidamine suurtes sulgudes, kanade pidamine laiagabariidilistes lindlates sügaval, harvavahetataval allapanul jt.

Uued, progressiivsed loomade ja lindude pidamisviisid koos tootmisprotsesside mehhaniseerimisega võimaldavad tunduvalt tõsta töötootlikkust ja alandada loomakasvatussaaduste omahinda.

Luganski oblasti sovhoosis «Provalski» oli töökulu ühe lehma hooldamiseks lõaspidamisel 36,4 inimpäeva, vabapidamisel aga 16,3 inimpäeva aastas. Ühe tsentneri piima tootmiseks kulutati vastavalt 12,6 ja 5,7 inimtundi ning piimatsentneri omahind oli esimesel juhul 10,11, teisel juhul aga 7,26 rbl.

Veel efektiivsem on vabapidamine lihaloomade kasvatamisel. Lõuna-Kasahstani oblasti lihatootmissovhoosis «Badamski» vähenes üleminekul vabapidamisele ühe tsentneri

liha eluskaalu omahind 83,5 rublalt 56 rublale ja töökulu 4 korda.

Häid tulemusi annab sigade pidamine suurtes sulgudes. Läti NSV sovhoosis «Katenieke» nuumas sotsialistliku töö kangelane A. P. Bartulis suurtes sulgudes ja andis riigile 1960. aastal 4016 siga kogukaaluga 3244 ts. Kasutades eesrindlikke pidamis- ja söötmismeetodeid, kulutab ta 1 tsentneri sealiha tootmiseks ainult 2,7 inimtundi.

Liha- ja munatoodangu suurendamisel on olulise tähtsusega linnukasvatuse arendamine. Selles kiirestivalmiva toodanguga loomakasvatusharus toovad suurt kasu uued tehnoloogilised võtted.

Krimmi oblasti sovhoosis «Južnõi» on palju jõukulu nõudvate tööprotsesside mehhaniseerimise, laiagabariidiliste lindlate ehitamise ja uute linnupidamisviiside rakendamise tulemusel tunduvalt kasvanud töötootlikkus, mistõttu ka linnuliha toodeti 1960. aastal 2,5 korda rohkem kui 1959. aastal.

Sama kolhoosi linnutalitaja A. P. Getman hooldas 1960. aastal 12 000 kana ja sai neilt 2 180 000 muna, s. o. 181 muna igalt kanalt. Iga 1000 muna tootmiseks kulutati seejuures 1,21 töötundi ja 10 muna omahind oli 29 kopikat.

Paljudes majandites kasvatatakse edukalt veelinde. Märkimisväärset edu on sel alal saavutanud Krasnodari krai Kanevskaja rajooni kolhoosid ja sovhoosid, kus 1960. aastal kasvatati lihaks 2,8 miljonit lindu, sellest 1,8 miljonit parti ja müüdi riigile 3150 tonni linnuliha. Rajoonis toodeti teravilja külvipinna iga 100 ha kohta 46,4 ts linnuliha.

Loomafarmide kompleksseks mehhaniseerimiseks on välja töötatud masinate süsteemid, mille rakendamise tähtsamaks eeltingimuseks farmides on tehnoloogiliste kaartide koostamine. Nendes kaartides näidatakse järjekorras, milline masinate kompleks on vajalik tootmisprotsesside täielikuks mehhaniseerimiseks loomakasvatuses.

Kasutades eesrindlike loomakasvatusmajandite kogemusi, töötas NSV Liidu Põllumajanduse Ministeerium paljude teadlaste ning põllumajanduse eesrindlaste ja spetsialistide osavõtul välja näitlikud tehnoloogilised kaardid veise-, sea-, linnu- ja lambafarmide kompleksseks mehhaniseerimiseks. Nimetatud tehnoloogilistes kaartides on kindlaks määratud kõige ratsionaalsem loomakasvatussaaduste tootmistehnoloogia mitmesugustes tsoonides ja tootmistingimustes.

Igal tehnoloogilisel kaardil on toodud tööliigid ja -mahud, kasutatavate masinate arv ja tootlikkus, teenindava personali suurus. töökulu kõigi vajalike operatsioonide täitmiseks. Tehnoloogiliste kaartide abil on võimalik valida antud majandile kõige ökonoomsemad masinad ja tehnoloogia variandid.

Üleliidulise Põllumajanduse Elektrifitseerimise Teadusliku Uurimise Instituudi (ВИЭСХ) poolt on tehnoloogiliste kaartide alusel kompleksne mehhaniseerimine läbi viidud Moskva oblasti Ljuberetski rajooni Dzeržinski-nimelises kolhoosis. Saadud kogemused näitasid, et loomakasvatuse kompleksne mehhaniseerimine tehnoloogiliste kaartide põhjal annab häid tulemusi.

Allpool on toodud Dzeržinski-nimelise kolhoosi farmi põhinäitajate võrdlusandmed enne ja pärast tehnoloogiliste kaartide rakendamist.

Efektiivsuse näitaja	Enne tehnoloogiliste kaartide rakendamist	Pärast tehnoloogiliste kaartide rakendamist
Summaarne töökulu 1 tsentneri piima kohta inimtundides	9,7	4,6
Teenindava personali suurus 100 lehma kohta	12	6
sellest:		
lüpsjaid	6	2
karjatalitajaid	3	2
söödavedajaid ja etteandjaid .	2	2
valvureid	1	—
Keskmine aastane väljalüps 1 lehma kohta kg-des	5 000	5 200

Viimastel aastatel on paljudes kolhoosides ja sovhoosides loodud komplekssselt mehhaniseeritud brigaadid. Suurt edu on saavutanud Voroneži oblasti Novaja Usmani rajooni Kirovi-nimelises kolhoosis sotsialistliku töö kangelase N. F. Manukovski kompleksbrigaad. Brigaadi töö korraldamine tehnoloogiliste kaartide alusel andis võimaluse järsult vähendada töökulu taime- ja loomakasvatussaaduste ühe toodanguühiku kohta. Lisades 1 ja 2 on toodud

andmed Kirovi-nimelise kolhoosi karjalauda komplekssе mehhaniseerimise tehnoloogilistest kaartidest.

Et edukalt täita Kommunistliku Partei otsust saavutada keskmine lihatoodang 75 tsentnerit 100 ha põllumaa kohta ja 16 tsentnerit 100 ha teiste kõlvikute kohta, tuleb luua kindel söödabaas. See ülesanne lahendatakse kiiresti ja edukalt neis majandeis, kus kasutatakse ratsionaalselt maad ja saadakse suuri maisi-, teravilja- ja suhkrupeedisaake.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata silo valmistamisele. Eesrindlike majandite kogemused näitavad, et silo tuleb valmistada koguses, mis oleks küllaldane loomade aastaringseks söötmiseks. Loomade aastaringne siloga söötmine ja nende vabapidamine võimaldab majanditel suurendada väljalüpsi ja alandada loomakasvatussaaduste omahinda.

Tšuvaši ANSV kolhoosis «Gvardejets» söödetakse lehmi kogu aasta jooksul siloga, mis on valmistatud maisist ja kaunviljakultuuridest vahekorras vastavalt 2:1. See võimaldab tunduvalt kokku hoida teisi söötasid ja suurendada 2,5 korda lehmade arvu iga 100 ha põllumajandusliku maa kohta.

Meie maa sovhoosides ja kolhoosides suurendatakse pidevalt silo varumist. Seoses sellega on vaja igakülgselt täiendada sileerimise tehnoloogiat, vältida silomassi kadusid ja alandada tema omahinda. Domineerivaks silopaigutamisviisiks peab kujunema sileerimine virnadesse, sest see viis ei nõua silohoidlate ehitamist ning võimaldab silo valmistada ükskõik millises koguses ja mis tahes kohas. Virnsilo valmistamisel on ka silokoristusmasinaid ja transpordivahendeid parem kasutada.

Söötade etteandmisviisi ja -masinate valikul tuleb juhinduda põhimõttest — sööta ei veeta loomade juurde, vaid loomad lastakse söötade juurde.

Suurt tähelepanu pööratakse jõusöötade ja spetsiaalsete lisandite tootmisele lihtsatele söödasegudele. Selleks ehitatakse rajoonide- ja kolhoosidevahelisi kombineeritud söötade tehaseid. Neis tehastes tuleb laialdaselt rakendada heinajahu valmistamist.

Eriline tähtsus on loomade söötmisel toiduainetetööstuse jäätmetega. Paljude piirituse-, õlle- ja suhkrutööstuste ning muude selliste ettevõtete juurde võib ehitada kolhoosidevahelised veiste või sigade nuumabaasid, kus

praaga, pulbi, õlleraba ja teiste söötade etteandmine on täielikult mehhaniseeritud.

Kompleksse mehhaniseerimise juurutamine ja uute tehnoloogiliste viiside rakendamine karja pidamisel ning söötmisel võimaldavad edukalt täita antud ülesannet — suurendada loomakasvatussaaduste tootmist.

Kursus «Tootmisprotsesside mehhaniseerimine loomakasvatuses» näeb ette teoreetilisi õppetunde ja laboratoorseid-praktilisi töid, kursuseprojekti koostamist ning õppepraktikat eesrindlikes loomakasvatusmajandeis.

Käesolevas raamatus on esitatud kursuse teoreetilised alused. Kuid aine läbivõtmisel ei tohi piirduda õpperaamatus toodud materjaliga, vaid tuleb tundma õppida ka kolhooside ja sovhooside eesrindlikke kogemusi ning teaduse uusi saavutusi.

I OSA

LOOMAKASVATUSFARMIDE ÜLDEHITUS JA SEADMED

I PEATÜKK

LOOMAKASVATUSFARMIDE KLASSIFIKATSIOON, KOOSSEIS JA PAIGUTUS

§ 1. Loomakasvatusfarmide tüübid

Loomakasvatusfarmiks nimetatakse põllumajandusliku ettevõtte tootmisotstarbelist maa-ala, millel paiknevad loomade pidamiseks ja teenindamiseks määratud hooned ning ehitised.

Loomade koondamine ühte kohta võimaldab igakülgselt mehhaniseerida tootmistöid, parandada loomapidamistingimusi ja tunduvalt vähendada abiehitiste ning loomapidamishoonete ehitus- ja ekspluatatsioonikulusid.

Loomakasvatusfarmid jaotatakse vastavalt otstarbele kas spetsialiseeritud farmideks, kus peetakse ainult mingit üht loomaliiki või kompleks- ehk segafarmideks, kus peetakse koos mitut liiki loomi.

Nagu praktika näitab, on väikestes majandiies kõige otstarbekam sea- ja veisefarmid kokku paigutada. Sel juhul ehitatakse söödatsehh, laod ja teised abiehitised ühised mõlema farmi teenindamiseks, veevarustusvõrku ja transpordivahendeid aga kasutatakse kõige efektiivsemalt.

Olenevalt tootmissuunast jaotatakse veisefarmid tõu-, kauba- ja spetsialiseeritud nuumafarmideks.

Tõufarmides aretatakse ja kasvatatakse puhtatõulisi loomi, tegeldakse olemasolevate veisetõugude parandamise, uute piima- ja lihatõugu veiste aretamise, samuti ka noorte tõuveiste realiseerimisega.

Kaubafarmid on ette nähtud veiste pidamiseks piima, liha ja teiste produktide tootmise otstarbel.

Nuumapunktides toimub noorkarja ja täiskasvanud veiste kasvatamine ning nuumamine lihaks.

Piimasuunaga tõufarmides ja piima- ning piima-liha-

suunaga kaubafarmides kasutatakse niihästi loomade vaba- kui ka lõaspidamist.

Seafarmid jaotatakse reproduktor- ja nuumafarmideks.

Kolhoosides ja sovhoosides ehitatakse farme ka lammastele, hobustele ja lindudele.

Loomakasvatusfarmide suurus oleneb majandi loomade arvust, põldude, heina- ja karjamaade konfiguratsioonist, veekogude, teede ja asustatud punktide paiknemisest.

Loomakasvatusfarmis tuleb ehitised paigutada nii, et oleksid loodud kõige paremad ja ökonoomsemad tingimused majandi töö organiseerimiseks. Tavaliselt paigutatakse hooned ja ehitised üksteisele nii ligi, kui võimaldavad kehtivad sanitaar- ja tuletõrjenõuded. Loomakasvatushooned tuleb ehitada tugevad ja mugavad, aga ka odavad ja ilma liialdusteta.

Tuleb siiski arvestada, et liigne loomade kontsentreerimine ühte kohta võib põhjustada kulutuste suurenemist söötade kohaleveol ja sõnniku veol laudast põllule. On ka kindlaks tehtud, et kui lehmad peavad alatasa käima pikka teed farmist karjamaale, väheneb neil päevane väljalüps.

§ 2. Veiselaudad

Vabapidamine. Veiste vabapidamine on progressiivne loomade pidamisviis. Vabapidamisega farmide organiseerimine vähendab töökulu loomakasvatuses ja alandab saaduste omahinda.

Sellisel pidamisel loomi ei lõastata ja mingeid asemeid ei ehitata. Loomad peetakse laudas sügaval allapanul ja neil on jalutusõuest vaba juurdepääs silovirnadele ning koresöödale.

Lehmade jootmiseks kasutatakse grupilisi automaatjootjaid, milles lihtsad ujukseadised hoiavad veetaseme pidevalt kindlal kõrgusel. Joogikünad valmistatakse puidust või betoonist pikkusega 3—4 m ja sügavusega 0,5 m.

Lehmade vabapidamisel on jalutusõu tavaliselt asfalteeritud või kaetud betooniga. Laudast koristatakse sõnnik üks-kaks korda aastas buldooseriga või traktorilaadijatega. Jalutusõuesid puhastatakse iga päev.

Jalutusõued on soovitav paigutada lauda lõunapoolsele küljele ja nende pindala suuruse määramisel, kaasa arvatud silovirnad ja koresööda kuhjad, arvestatakse 8—10 m^2

ühe lehma kohta. Lauda suuruse määramisel arvestatakse lõunarajoonides 5 m² ja põhjarajoonides 7—8 m² lehma kohta. Valitsevate tuulte poolsest küljest kaitstakse jalutusõu kõrge tara, heina- või õlevirnadega.

Lehmi lüpstakse spetiaalses lüpsiruumis, mis on varustatud lüpsiseadmetega.

Veiste vabapidamist võib organiseerida mitte ainult uutes sellekohaselt ehitatud lautades, vaid ka olemasolevates lautades pärast nende ümberkorraldamist.

Vabapidamisel on lõaspidamisega võrreldes järgmised eelised:

a) ei ole vaja asemeid, lõõgasid ega individuaaljootjaid, samuti ka rippteid või muid transpordivahendeid söötade etteandmiseks ja sõnniku väljaveoks. Loomapidamishoone on ehituselt märksa lihtsam ja 30—40% odavam;

b) sõnniku- ja söödakäikude likvideerimise tagajärjel suureneb lauda kasulik pind, mistõttu laudas saab pidada 20—30% rohkem loomi;

c) töökulu loomade teenindamisel väheneb 1,5—2 korda; alaneb piima omahind;

d) karja pidamisel sügaval allapanul suureneb sõnniku toodang ja kvaliteet. Kuid seejuures on soovitav allapanuks kasutatavad õled peenestada.

Vabapidamisel sööb kari koresööta ja silo jalutusõues. Kuid ebasoodsate klimaatiliste tingimustega rajoonides tuleb halbade ja külmade ilmade perioodiks ette näha loomade söötmine ja jootmine lauda sees, liikuvatest sõimedest ja automaatjootjatest.

Paljudes Udmurdi ANSV majandites on ehitatud sellised laudad karja vabapidamiseks, kus silovirnad paigutatakse hoone sisse. Selleks on karjalauda kogu pikkuses keskel kaks rida poste, mille vahele on asetatud lauad. Sileeritav haljasmass veetakse kohale autodega ja tambitakse kinni traktoriga. Alumisse ossa tehakse luugid, kust loomad saavad silo süüa.

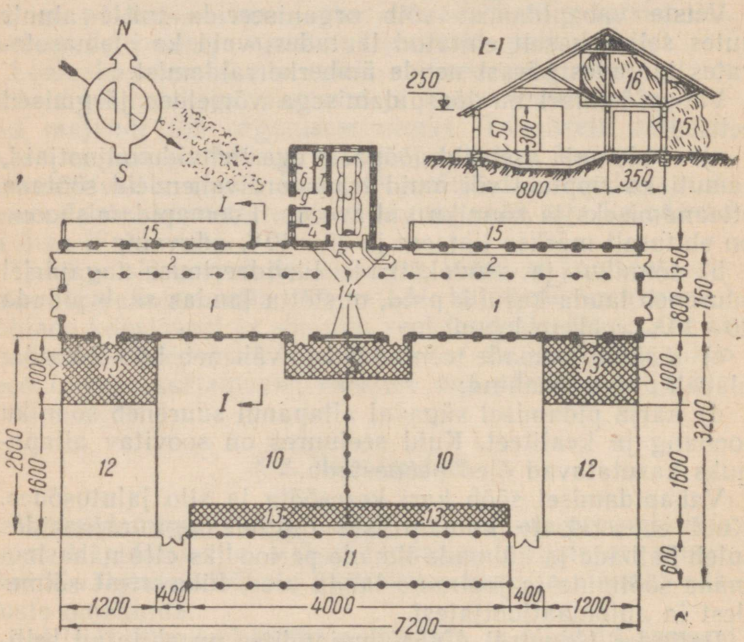
Käesoleval ajal ehitatakse kolhoosides ja sovhoosides farmid veiste vabapidamiseks 200, 300, 400, 600, 800 ja enam loomale ning nuumapunktid.

Joonisel 1 on toodud 100-pealise karja vabapidamiseks jalutusõuega karjalauda skeem. Laudaruumiga on ühenduses lüpsiplats kaheksa lüpsikohaga.

Vabapidamise organiseerimisel on oluline tähtsus farmi planeerimisel, mis peab võimaldama tööde kompleksset

mehhaniseerimist. Joonisel 2 on esitatud Krasnodari krai sovhoosi «Voshod» piimafarmi plaan.

Farmis on lüpsiplats paigutatud eraldi, mis on iseloomulik meie maa lõunarajoonidele. Lüpsiruumi kummalgi



Joon. 1 Laut 100 lehmale vabapidamisel (NSV Liidu keskvööndis):

1 — sektsioon 25 lehmale; *2* — koridor lehmade minekuks lüpsiplatsile ja söötade etteandmiseks; *3* — lüpsiplats; *4* — piimaruum; *5* — pesemisruum; *6* — personaliruum; *7* — katlaruum vee soojendamiseks; *8* — pumbaruum; *9* — tuulekoda; *10* — jalutusõu; *11* — katusealune heina jaoks koos sõimedega, kust loomad ise söövad; *12* — silovirnad; *13* — kõva kattega ala; *14* — joogiveeküna; *15* — koresöödad; *16* — allapanuruum

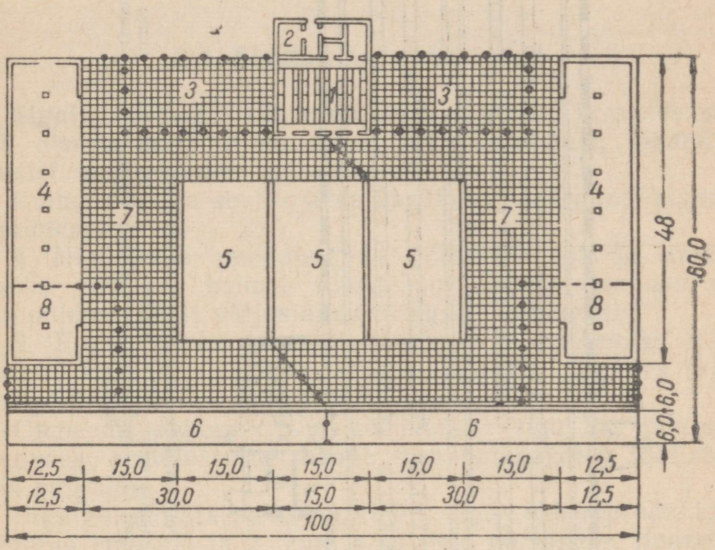
küljel on lüpsieelsed ooteplatsid, mis kujutavad endast kõva kattega lahtisi katusealuseid. Et maksimaalselt vähendada töökulu loomade teenindamisel, söödetakse silo vahetult virnadest, koresööta aga automaatsöötjaist.

Lõaspidamine. Loomade lõaspidamisel asuvad lehmad asemetel. Ruumid puhastatakse iga päev sõnnikust. Loomi

söödetakse ja joodetakse asemetel. Lehmi võib lüpsta kas asemetel või spetsiaalses lüpsisaalis.

Veiselaudad ehitatakse enamikul juhtudel pikliku ristküliku kujulised, kusjuures aknad paiknevad külgseintes.

Veised asetsevad tavaliselt kahes reas, peadega külg-



Joon. 2. Piimafarm 300 lehmale vabapidamisel (Krasnodari krai sovhoosis «Voshod»):

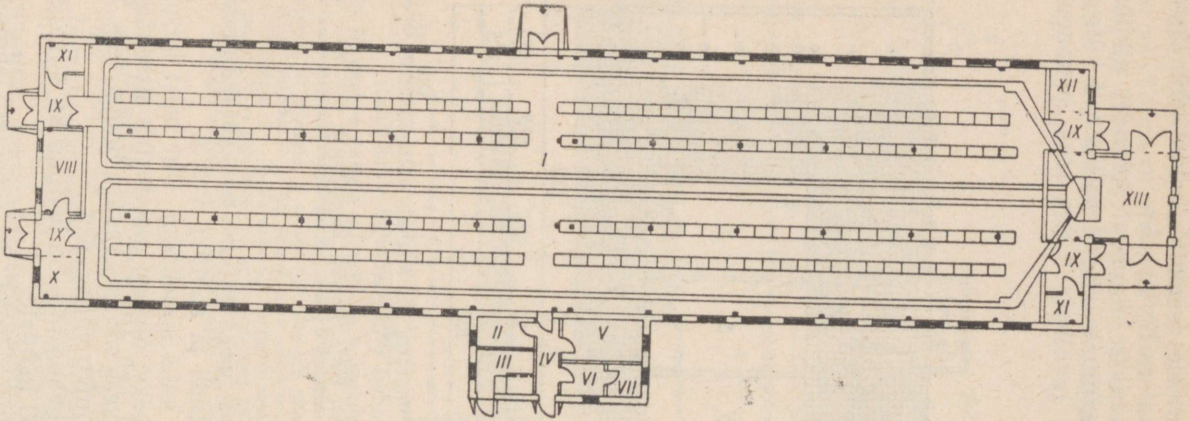
1 — lüpsiplats; *2* — abiruum; *3* — lüpsieelne plats; *4* — laut 150 lehmale; *5* — silovirn; *6* — koht, kus söödetakse koresöötasid; *7* — kõva kattega jalutuskoppel; *8* — osakond lehmade pidamiseks kinnioleku perioodil

seinte suunas. Seina ääres paiknevad söödakäigud. Lauda keskel on käik söötade ja sõnniku veoks.

Lauda otstes on kaks sissekäiku. Üht neist kasutatakse söötade sissetoomiseks; ühtlasi moodustab sissekäik tuulekoja (tamburi) väikese söödatagavara hoidmiseks. Vastasküljel asub uks sõnniku väljaveoks.

Kolhoosides ja sovhoosides on levinud ka 4-realised veiselaudad 100 ja 200 loomale.

4-realisel paigutusel (joon. 3) seisavad lehmad kahes keskmises reas peadega vastamisi, kahes äärmises aga



Joon. 3. Neljarealine laut 200 lüpsilehmale:

I — laudaruum; *II* — personaliruum; *III* — aurukatla ruum; *IV* — koridor; *V* — piima vastuvõtu ruum; *VI* — pesemisruum; *VII* — vaakuumpumbaruum; *VIII* — allapanuruum; *IX* — tuulekojad; *X* — jõusöödaruum; *XI* — abiruumid; *XII* — sõnnikuhoidla

peadega külgseinte poole. Laudas on veevarustusvõrk automaatjootjatega, kanalisatsioon ja juurdevoolu-väljatõmbeventilatsioon. Lehmade lüpsmine, söötade etteandmine ja sõnniku väljavedu on mehhaniseeritud ning pesemisruum varustatud sooja veega. Pesemis-, vaakuumpumba- ja teenindava personali ruumis on keskküte. Lakaruumi kasutatakse õlgede ja heinte hoidmiseks.

§ 3. Sigalad ja lambalaudad

Sigalad. Sigalate tüüpe on mitmesuguseid ja nende valik oleneb majandi suurusest, tootmissuunast, pidamisviisist ning söötade iseloomust.

Kolhoosides ja sovhoosides kasutatakse järgmisi sigade pidamisviise:

1. Nuumikute, remontsigade, võõrdepõrsaste ja emiste jaoks esimesel kolmel tiinusekuul kasutatakse suurtes gruppides vabalt väljasjalutamisega pidamisviisi.

2. Emiste jaoks 4-ndal tiinusekuul ja imetamise ajal, samuti kultide jaoks kasutatakse väikestes sulgudes (kas gruppidena või individuaalselt) pidamisviisi.

Olenevalt pidamisviisist söödetakse sigu kas jalutusaedades, spetsiaalsetes hoone sees paiknevates söötlates või sulgudes.

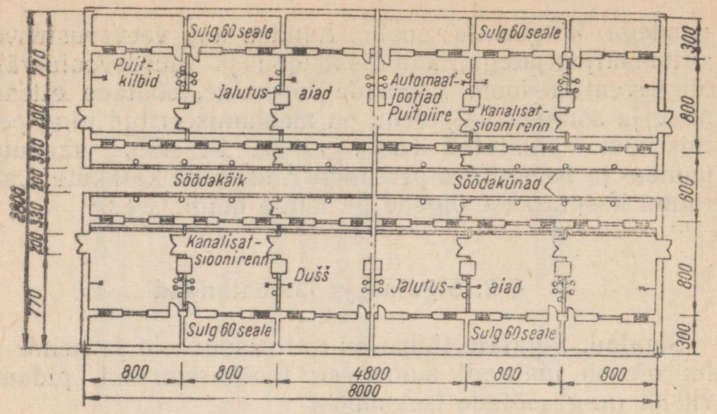
Sigalaid ehitatakse kolme tüüpi: emis- ehk reproduktorsigalad emistele ja 2- kuni 4-kuistele põrsastele, nuumiksigalad ja kultide sigalad (suurtes majandites).

Emissigalad ehitatakse 25, 40, 60, 100 ja 150 emisele, nuumiksigalad — 400, 600, 800, 1000, 1200, 1700, 2500 ja enam nuumikule.

Joonisel 4 on toodud nuumikufarmi skeem suurtes gruppides vabalt väljas jalutamisega pidamisviisi puhul. Sooja ilma puhul söödetakse sigu jalutusaedades automaatsöötjatest. Siia on paigutatud ka automaatjootjad. Jalutusaedades on söötmiskohad kõva kattega ja varustatud kanalisatsioonirennidega.

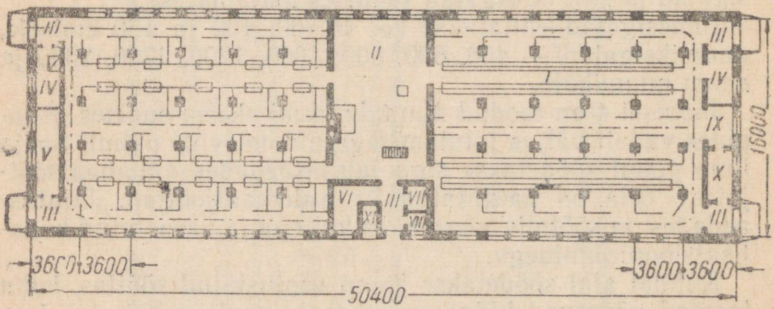
Külmal ajal söödetakse loomi soojustatud söötlas, kuhu loomad pääsevad külgseinas kahele poole avanevate luukide kaudu.

Joonisel 5 kujutatud sigala on arvestatud 24 emisele ja 176 nuumikule. Sigala üks pool on sisustatud emistele, kahe- kuni neljakuistele põrsastele ja kultidedele, teine



Joon. 4. Nuumikufarmi tüüpplaan sigade pidamiseks suurtes sulgudes väljas jalutamise võimalusega

pool — nuumikutele. Sulud paiknevad neljas reas. Sigala keskosas asub söödaköök, ruum kombineeritud söötade hoidmiseks, tuulekoda, teenindava personali ruum, käimla ja tõstuk juurviljade etteandmiseks juurviljahoidlast, mis paikneb söödaköögi all keldris. Sigala otstes asuvad tuulekojad, inventari ja allapanu hoiuruumid ning kaaluruum.



Joon. 5. Sigala 24 emisele ja 176 nuumikule.
I — sigade ruum; *II* — söödaköök; *III* — tuulekoda; *IV* — allapanuruum; *V* — inventariruum; *VI* — riieteruum; *VII* — jõusöödaruum; *VIII* — käimla; *IX* — kaaluruum; *X* — kiiritusruum; *XI* — tõstuk

Paljudes sovhoosides ja kolhoosides sisustatakse varemehitatud väikeste sulgudega sigalaid ümber sigade pidamiseks suurtes gruppides, ilma hoone välisgabariite muutmata.

Nii näiteks kõrvaldati Saraatovi oblasti sovhoosi «Võdviženets» sigalast väikesed sulud ja jagati ruum neljaks sektsiooniks. Seetõttu saab nüüd samas sigalas endise 400 asemel pidada 870 nuumikut.

Voroneži oblasti sovhoosis «Opõt» korraldati ümber kolm sigalat. Sisustuse muutmine võimaldas mahutada samadesse ruumidesse täiendavalt 700 siga.

Lambalaudad. Olenevalt meie maa mitmesuguste tsoonide klimaatilistest tingimustest kasutatakse järgmisi lammaste pidamise viise: *aastaringne karjatamine* (Põhja-Kaukaasia, Kasahhi NSV lõunarajoonid, Kesk-Aasia vabariigid, Kaspia-äärsed rajoonid); *käestsöötmisega karjatamine* (Ida-Siber, Kasahhi NSV põhjarajoonid); *karjatamisega käestsöötmine* (Lääne-Siber, VNFSV Euroopa osa keskrajoonid).

Oma otstarbe järgi jaotatakse lambafarmi ehitised järgmiselt:

a) ehitised lammaste pidamiseks — kolmikseinad, katoonid (õlgedest ümmargused, pealt koonilised, kuid keskosast avatud ehitised), lambalaudad ja baasid-katusealused, millega külgnevad avatud baasid;

b) abihooned ja ehitised — pügamispunktid, lambapesemisvannid jne.;

c) majandushooned — ruumid tööloomade, inventari jms. jaoks;

d) ehitised söötade hoidmiseks — silohoidlad, katusealused jne.;

e) veevarustusehitised.

Lõunarajoonides, kus talv on lühike, ehitatakse baasid-katusealused kergehitistena, kinnised ruumid ehitatakse ainult talviste tallede jaoks.

Kesk- ja põhjarajoonides, kus laudaperiood on pikk, ehitatakse kapitaalsed lambalaudad.

Rändkarjamaadel rajatakse lammaste jaoks lihtsad katusealused, monteeritavad kerged varjualused, tarastatud, ilma katuseta baasid.

Uttede laudas peab olema võimalus talviste ja varakevadiste tallede kasvatamiseks.

§ 4. Sanitaar- ja zootehnilised nõuded loomakasvatushoonetele

Loomapidamishooned peavad olema avarad ja valged, õhk neis peab olema puhas, temperatuur kehtestatud normide piires.

Nagu uurimised näitavad, mõjub valgus soodsalt loomade tervisele ning eriti noorloomade arengule ja kasvule. Päikesekiired, omades desinfitseerivat toimet, pidurdavad haigusttekitavate mikroorganismide paljunemist.

Aknaavade ja põrandapinna suhe (nn. valgustussuhe) peab olema veiselautades 1/12—1/16, sigalates 1/10—1/15, soojustatud lambalautades 1/15, kergtüüpi lambalautades 1/25—1/30. Viimasel juhul lubatav vähene valgustus on seletatav sellega, et lambad on päeval laudast väljas.

Loomapidamisruumide kunstliku valgustuse arvutamisel lähtutakse elektrilampide erivõimsusest, s. o. võimsusest 1 m^2 põrandapinna kohta. Enamikule ruumidest kasutatakse erivõimsust 1,4—1,5 W/m^2.

Lauda põrandad peavad olema küllalt tugevad, niiskuskindlad ja soojapidavad, ei tohi aga olla libedad. Kõige täielikumalt vastavad nimetatud nõuetele räbualuskihiga asfalteeritud põrandad. Täiesti rahuldavaks tuleb pidada laudpõrandaid, mille laagid on paigaldatud tambitud savist alusele, ja maasse rammitud pakkudest puitpõrandaid. Sõnniku- ja söödakäikudes võib põrandad teha betoonist või tellistest.

Et hõlbustada puhastamist ja soodustada virtsa äravalgumist, antakse põrandale väike kallak keskmise käigu poole. Veiselautades on see kallak loomaaseme pikkuse 1 meetri kohta 1—2 cm, sigalates aga 3—4 cm. Veiselautades ja sigalates juhitakse virts ja pesuvesi virtsahoidlasse piki keskmist käiku kulgevate virtsarennide kaudu.

Loomapidamishoonete seinad on vaja ehitada kuivadest kohalikest ehitusmaterjalidest, mis peavad hästi soojа ja on küllalt tugevad. Telliste, loodusliku kivi, puidu, räbubetooni, põlevkivituhast valmistatud gaaskukermiitplokkide ja -paneelide kõrval kasutatakse seinamaterjalidena ka kõrkjaplaate, samaani, savi jne. Et seinad ekspluatatsiooniprotsessis püsiksid kuivad, tuleb enne seinte ehitamist vundament pealt katta hüdroisolatsioonikihiga.

Laudalaed peavad olema soojapidavad, kuivad ja puhtad. Lautade kõrgus veiste vabapidamisel ei tohi olla alla 2,8 m.

Parema valgustatuse ja desinfektsiooni otstarbel soovitatakse hoone seinu ja lagesid perioodiliselt valgendada.

§ 5. Ehitiste paigutus farmis

Loomakasvatusfarmides paiknevad hooned ja ehitised loomade pidamiseks, söötade hoidmiseks ja ettevalmistamiseks, loomakasvatussaaduste hoidmiseks ja esmaseks töötlemiseks, haigete loomade ravimiseks ja tervetest isoleerimiseks, sõnniku ja virtsa kogumiseks ning hoidmiseks, veevarustuseks ja transpordiks. Peale ehitiste on farmis ka loomade jalutusõued.

Farmi asukoha valikul arvestatakse looduslikke, sanitaar-hügieenilisi ja tuleohutuse nõudeid. Sanitaarnõuete kohaselt peab farm paiknema vähemalt 100 m eemal rajoonilise tähtsusega teedest ja 200 m liidulise tähtsusega maanteedest.

Farm tuleb paigutada võimalikult karjamaade ja söödapõldude lähedale. Farmi ja asula vahel peab olema heakorrastatud tee. Karjateed ei tohi ristuda raudteede ega tiheda autoliiklusega maanteedega.

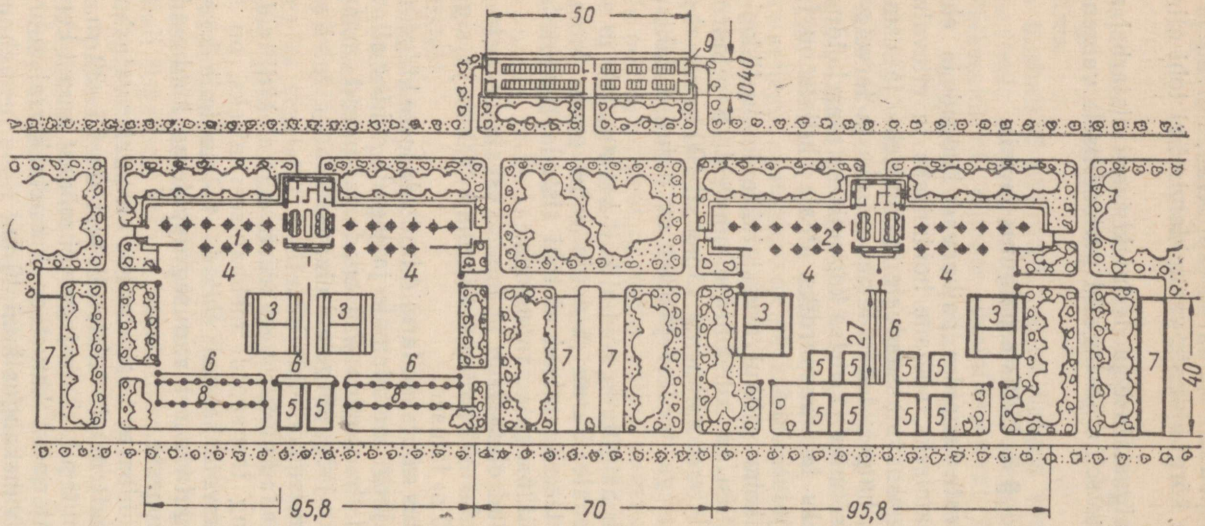
Sanitaaralad elumajade ja loomakasvatushoonete vahel peavad veisefarmidel olema vähemalt 200 m ja sigalatel vähemalt 300 m laiused.

Asula suhtes rajatakse farmid tuulealusesse külge, maastiku reljeefi järgi madalamale ja jõgede suhtes allavoolu.

Juhul kui loomapidamishooned paiknevad maapinna üldise kallaku järgi kõrgemal elamissektorist, tuleb pinnaveed elamutest mööda juhtida.

Et vähendada kulutusi veevarustuse ja elektriliinide ehitamiseks ning transpordi mehhaniseerimiseks, on soovitav loomakasvatushooned ehitada võimalikult kompaktselt või paigutada eri vanusegruppidesse kuuluvad loomad ühte hoonesse.

Väikseim lubatav vahekaugus loomakasvatushoonete vahel olenevalt nende tulekindlusest on 15—30 m. Puithoonete, samuti pilpakatustega või mõnest muust kergestisüttivast materjalist katustega hoonete korral suurendatakse nende vahekaugus kuni 40 m.



Joon. 6. Kolhoosi «Rossia» vabapidamisega veisefarmi skeem:

1 ja *2* — laudaruumid; *3* — silovirnad; *4* — jalutusaiad; *5* — heinavirnad; *6* — joogikünad; *7* — allapanuhoidla; *8* — katusealused heina hoidmiseks; *9* — vasikalaut ja poegimisruumid

NSV Liidu põhja- ja keskrajoonides tuleb päikesevalguse paremaks ärakasutamiseks loomakasvatushooned paigutada põhja-lõuna sihis, kusjuures maapinna reljeefist tingitud kõrvalekalle on lubatud kuni 30° mõlemale poole. NSV Liidu lõunarajoonides soovitatakse loomapidamishooned paigutada ida-lääne sihis reljeefist tingitud kõrvalekaldega kuni 45°. Valitsevate tuulte poole tuleb hoonetel paigutada kas nurk või ots.

Veterinaarehitised rajatakse tavaliselt väljapoole farmi piire ja nende ümber istutatakse kiirestikasvavad puud.

Farmi üldine planeerimine oleneb loomapidamishoonete paigutusest. Teenindamise ja vedude kergendamiseks paigutatakse laudad tavaliselt paralleelselt — patareidena.

Joonisel 6 on toodud Stavropoli krai kolhoosi «Rossija» vabapidamise veisefarmi plaan. Farmis on kaks lauta 200 lehmale ja nende vahel vasikalaut. Poollahtiste lehmalautade keskel paiknevad lüpsiplatsid. Jalutusõued on betoonsillutisega ja latt-taraga sektsioonideks jaotatud. Et loomad saaksid ise süüa, on heina- ja silovirnad paigutatud jalutusõuedele.

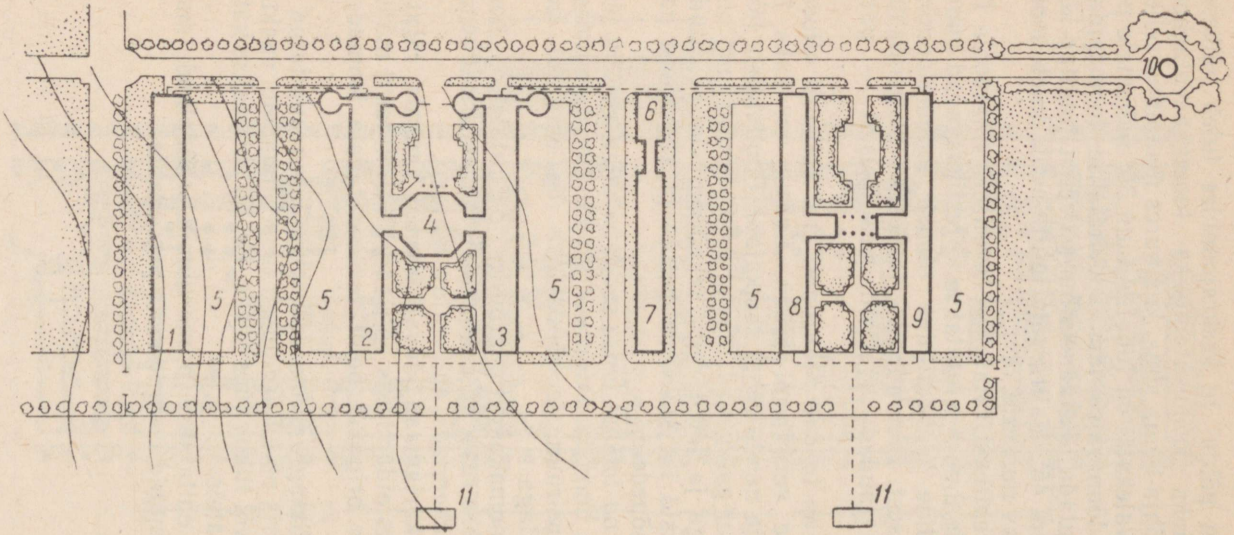
Joonisel 7 on toodud ühise söödatsehhiga sea- ja piimafarmi näitlik hoonete paigutuse skeem. Loomalautade vahel asub lüpsiruum ja söödatsehh on ehitatud kokku juurviljahoidlaga.

Suurtes loomakasvatusfarmides paigutatakse hooned mõnikord kahes reas, mis võimaldab mõnevõrra lühendada vedusid ja vähendada ehitusalust pinda.

Juhul kui karjamaad jäävad farmist kaugele, rajatakse karja suviseks pidamiseks välilaagrid. Välilaagri mõõtmed olenevad ühe brigaadi poolt teenindatavate loomade arvust.

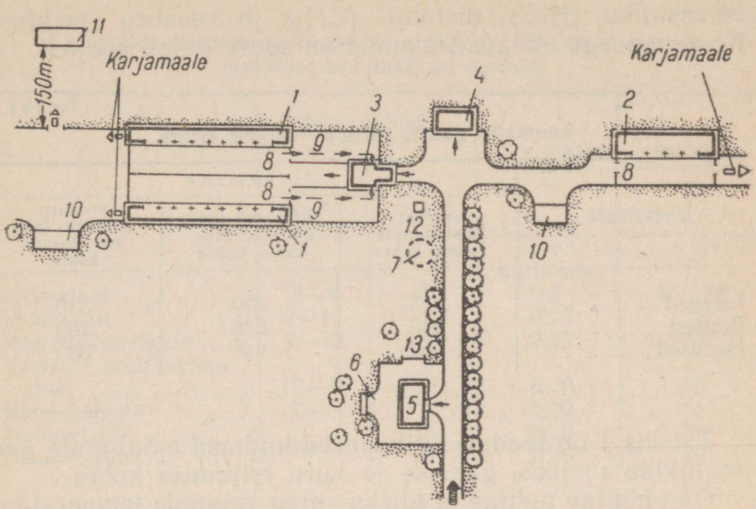
Näitlik välilaagri plaan 100 lehmale on kujutatud joonisel 8. Laagris on katusealused lüpsilehmadele, vaakuumpumbaruum või liikuv lüpsiseade. Eraldi ehitatakse katusealused vasikatele.

Laagrisse ehitatakse piimaruumid, söödalaod, majanduskuur ja ruumid teenindavale personalile.



Joon. 7. Ehitiste paiknemine kompleksfarmis:

1 — vasikalaut; *2* ja *3* — lehmalaudad; *4* — lüpsiplats; *5* — jalutusalad; *6* — söödatsehh; *7* — juurviljahoidla; *8* ja *9* — sigalad; *10* — veetorn; *11* — sõnnikuhoidla



Joon. 8. Välilaager 100 lehmale koos vasikalaudaga:
1 — katusealune 50 lehmale; *2* — katusealune 70 vasikale; *3* — lõpsiplats koos piimaruumidega; *4* — jõusöödaladu; *5* — ühiselamu ja punanurk; *6* — käimla; *7* — tuletõrje-veemahuti; *8* — jalutusaed; *9* — lõpsieelne plats; *10* — koht haljassööda paigutamiseks; *11* — plats allapanu hoidmiseks; *12* — kaev; *13* — laud tuletõrjeinventariga

II PEATÜKK

LOOMAKASVATUSHOONETE VENTILATSIOONI- JA KÜTTESEADMED

§ 6. Loomakasvatushoonete ventilatsioonile ja küttele esitatavad sanitaar- ja zootehnilised nõuded

Loomade enesetunne ja söödaomastamisvõime oleneb tunduval määral loomapidamisruumide õhu suhtelisest niiskusest, temperatuurist ja liikumiskiirusest. Oluliselt mõjub loomade tervisele õhu keemiline koostis. Professor V. S. Parunini andmetel väheneb loomade söödaomastamisvõime talveperioodil ebatervisliku mikrokliima tõttu 10—30%.

Puuduliku õhuvahetuse puhul suureneb loomapidamisruumide süsihappegaasi (CO_2), ammoniaagi (NH_3), vää-

velvesiniku (H_2S), metaani (CH_4) ja veeauru sisaldus. Koos nendega eritavad loomad ka suure hulga soojust.

Tabel 1

Loomade gaasi, auru ja soojuse eritus

Loomaliigid	Eritamine		
	soojust kcal tunnis looma kohta	CO_2 cm^3 tunnis 1 kg eluskaalu kohta	veeauru grammi tunnis looma kohta
Lehmad	823	320	310
Emised	240	336	100
Hobused	600	241	330

Tabelis 1 on toodud ligikaudsed andmed mõningate loomaliikide soojuse, gaaside ja auru eritamise kohta.

Õhu nõutav puhtus ja niiskus ning ruumide temperatuur saavutatakse ventilatsiooni abil, mis tagab vajaliku õhuvahetuse.

Õhuvahetuse organiseerimisel tuleb ruumide temperatuur hoida optimaalsetes piirides kas kütteseadmete abil või selle soojuse arvel, mida eritavad loomad ise.

Optimaalsest madalama temperatuuri puhul suureneb soojuskadu loomade kehast ja võivad tekkida külmetushaigused.

Liiga kõrge õhutemperatuur ja suur niiskusesisaldus häirib loomade kehasoojuse reguleerimist ja järelikult ka ainevahetust. Antud juhul mõistetakse soojuse reguleerimise all loomade võimet suurendada või vähendada soojuse tekkimist ja ärajuhtimist kehast vastavalt ümbritsevale keskkonnale ning seega võimet säilitada oma kehas püsivat temperatuuri. Kui temperatuur ületab 32° ja niiskus on üle 85%, võivad kehasoojuse reguleerimise häired põhjustada loomade haigestumisi.

Loomapidamisruumide optimaalne temperatuur, lubatud õhuniiskus ja süsihappegaasi sisaldus oleneb loomaliigist, loomade vanusest ja seisukorrast. Tabelis 2 on toodud andmed nimetatud suuruste kohta.

Halvasti mõjub loomade tervisele ammoniaak, mis ärritab silmade limanahka ja soodustab haigestumist tuberkuloosi. Ammoniaagisisaldus loomapidamishoonete õhus ei tohi ületada 0,026%.

Tabel 2

Loomapidamisruumide õhutemperatuuri ja CO_2 ning veeaurusisalduse arvutuslikud normid

	Õhutemperatuur kraadides		CO_2 sisaldus mahuliselt %	Suhteline õhuniiskus %
	optimaalne	minimaalne		
Lehmalaut	3—8	3	mitte üle 0,3	75—80
Vasikalaut	7—12	4	0,25	70
Reproduktorsigala	8—12	8	0,25	70
Vasikate profülaktoorium	12—15	10	0, 0	70
Nuumiksigala	2—6	2	0,30	75
Hobusetallid	6—10	2	0,30	80
Lambalaudad		3	0,30	70

§ 7. Loomapidamisruumide õhuvahetuse arvutus

Vajaliku õhuvahetuse arvutamisel võetakse tavaliselt aluseks loomapidamisruumide lubatav süsihappegaasi sisaldus. Mõnel juhul arvutatakse ka üleliigse soojuse eemaldamiseks vajalik õhu hulk.

Loomade poolt eritatud süsihappegaasi kõrvaldamiseks vajalik ventilatsiooniõhu maht määratakse järgmise valemiga:

$$L_{CO_2} = \frac{pm}{p_2 - p_1} \text{ m}^3/\text{h}, \qquad (1)$$

kus L_{CO_2} — vahetatav õhuhulk tunnis CO_2 järgi;
m — loomade arv ruumis;
p — ühe looma poolt eritatav süsihappegaasi hulk l/h;
p_1 — juurdevoolava õhu süsihappegaasi sisaldus l/m³ (võetakse 0,3);
p_2 — äärmine lubatav süsihappegaasi sisaldus l/m³.

Kui on teada õhu hulk kuupmeetrites, mis on vaja 1 tunni jooksul ruumist kõrvaldada, ja ruumi kubatuur, määratakse ventilatsiooni kordsus valemiga:

$$K = \frac{L}{V_r}, \qquad (2)$$

kus V_r — ruumi kubatuur m^3;
L — ventileeritava õhu hulk m^3/h.

Loomapidamisruumide jaoks võetakse $K=3—5$.

Kui õhuvahetuse kordsus on suurem kui 5, tekib ruumis tugev tuuletõmbus, mis põhjustab looma keha kiire jahtumise.

§ 8. Loomuliku tõmbega ventilatsiooni seadmed

Olenevalt õhu liikumapanemise viisist võib ventilatsioon olla kas loomulik või mehaaniline. Mehaanilise ventilatsiooni puhul pannakse õhk liikuma ventilaatorite või ežektorite abil. Loomuliku ventilatsiooni puhul hakkab õhk liikuma ruumides ja väljatõmbekanalis asuva sooja õhu ning jaheda välisõhu erineva raskuse toimel, samuti ka tuule mõjul.

Olenevalt mõjusfäärist ja otstarbest võib ventilatsioon olla kohalik või üldine.

Üldise ventilatsiooni ülesandeks on juhtida ära kahjulikke eritisi kuni sanitaar-hügieenilistes nõuetes lubatud kontsentratsioonini; *kohaliku ventilatsiooni* ülesandeks on kinni püüda kahjulikke lisandeid nende tekkimise kohal ja takistada nende levikut ruumis.

Loomulik ventilatsioon võib olla kas organiseeritud või organiseerimata.

Organiseerimata õhuvahetus, mida nimetatakse infiltratsiooniks, toimub tavaliselt alati elu- ja tootmisruumides läbi ehitusmaterjalide pooride ning ukse- ja aknapilude. NSV Liidu keskrajoonides keskmisel temperatuuril ja ehitiste rahuldava seisukorra puhul ei ületa infiltratsioon 35—45% ruumide sisemisest kubatuurist.

Loomulik organiseeritud õhuvahetus, mida nimetatakse ka gravitatsiooniliseks ventilatsiooniks, toimub läbi spetsiaalselt ehitatud kanalite ja avade ruumide sise- ja välistemperatuuride erinevuse toimel.

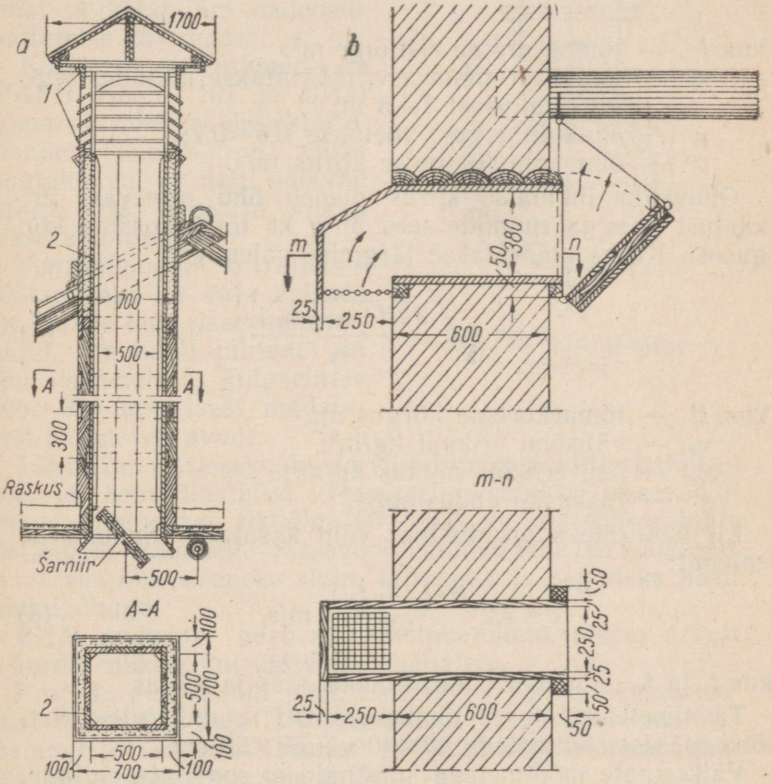
Organiseeritud ventilatsioon võib olla kas sissetõmbe-, väljatõmbe- või ka sisse- ja väljatõmbeventilatsioon.

Sissetõmbeventilatsiooni puhul antakse ruumi puhast õhku. Sel juhul rikutud õhk väljub infiltratsiooni toimel.

Väljatõmbeventilatsiooni puhul suunatakse rikutud õhk ruumist välja. Sel juhul puhas õhk tungib ruumi infiltratsiooni toimel peamiselt läbi ukse- ja aknapilude. Ainult

väljatõmbe- või ainult sissetõmbeventilatsioon ei ole võimeline tagama küllaldast õhuvahetust. Seepärast kasutatakse loomadele määratud ruumides alati *sisse- ja väljatõmbeventilatsiooni*, ehitades spetsiaalsed kanalid puhta õhu sissevooluks ja rikutud õhu väljajuhtimiseks.

Ventilatsiooni väljatõmbekanalid ehitatakse tavaliselt ristkülikukujuliste korstnatena läbi hoone katuse (joon. 9). Rikutud õhu läbipääsuks on korstnas suletavad avad, mis paiknevad kas lae all või põranda ligidal; mõningatel juhtudel võivad avad olla nii lae all kui ka põranda juures.



Joon. 9. Ventilatsioonikanalid:
a — tõmbekorsten; *b* — juurdevoolukanal; *1* — deflektor; *2* — kanali sisesein

Lae all asuvad avad on ette nähtud sooja õhu, kergete gaaside ja veeauru ärajuhtimiseks. Põranda lähedal asuvad avad aga raskete gaaside ja kahjulike aurude kõrvaldamiseks.

Alumiste avade sulgemisega tavaliselt ei reguleerita õhuvoolu korstnas, sest selline väljatõmme ei avalda olulist mõju soojusrežiimile. Õhuvoolu intensiivsust korstnas reguleeritakse siibri või teljel pöörduva klapi abil, mis paikneb korstna ülemises osas. Tõmbekorstnate vajalik ristlõige määratakse järgmise valemiga:

$$f = \frac{L}{3600\,\mu\,nv}, \qquad (3)$$

kus f — tõmbekorstna ristlõige m²;
n — tõmbekorstnate arv, määratakse lähtudes tegevusraadiusest 7—8 m;
μ — õhukulu tegur, võetakse 0,6—0,7;
v — õhuvoolu liikumise kiirus m/s.

Õhuvoolu liikumise kiirus oleneb õhu erinevast erikaalust õues ja ruumide sees ning ka tõmbekorstna kõrgusest. Kiirus määratakse järgmise valemiga:

$$v = \sqrt{\frac{2gH(\gamma_v - \gamma_s)}{\gamma_s}}, \qquad (4)$$

kus H — tõmbekortsna kõrgus m;
γ_v — välisõhu erikaal kg/m³;
γ_s — õhu erikaal ruumis kg/m³;
g — raskuskiirendus m/s².

Ligikaudseteks arvutusteks võib kasutada lihtsustatud valemit:

$$v = 2{,}2\,\frac{H(t_s - t_v)}{273}\ \text{m/s}, \qquad (5)$$

kus t_s ja t_v — temperatuurid hoone sees ja väljas.

Tavaliselt ehitatakse tõmbekorstnad ruudukujulise ristlõikega, sisemõõtmetega 40×40 või 60×60 cm.

Väiksemate mõõtmetega korstnaid ei soovitata ehitada, sest nad ei tööta efektiivselt.

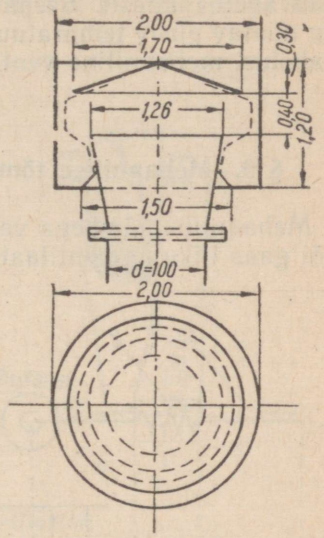
Tõmbekorstnate rahuldavaks töötamiseks on olulise

tähtsusega nende korralik soojusisolatsioon pööningu- ja katusest väljaulatuvas osas. Tavaliselt soojustatakse korstnad pööninguosas õlgmattidega. Katusest väljaulatuv korstnaots ehitatakse kahekordsete seintega ning seintevaheline ruum täidetakse räbu, saepuru või mõne muu soojusisolatsioonimaterjaliga.

Et tuul ei segaks õhu väljatõmmet, valmistatakse tõmbekorstnad 600—700 mm katuseharjast kõrgemad ja varustatakse deflektoriga. Deflektor soodustab tõmbe tekkimist ja hoiab ära sademete sattumise kortsnasse.

Kõige õnnestunumad on ЦАГИ (joon. 10) ja ВИМ konstruktsiooniga deflektorid. Nende eeliseks on väike õhutakistus ja nad hoiavad täiesti ära lume ja vihma sissesadamise.

Ventilatsiooni korralikuks töötamiseks on vaja ehitada ka värske õhu sissevoolu kanalid. Enamikul juhtudel on õhu sisenemiseks külgseintes 400—500 mm laest madalamal paiknevad avad.



Joon. 10. ЦАГИ-tüüpi deflektor

Tähtis on, et sissevoolu- ja väljatõmbekanalite ristlõiked oleksid kooskõlastatud. Tavaliselt võetakse sissevooluavade summaarne ristlõige 60—70% väljatõmbekorstnate ristlõigete summast. Sissevoolukanalid tehakse väikesed, et värske õhk siseneks suure kiirusega ja seguneks hästi ruumi õhuga.

ВИМ andmetel peab sissevoolukanaleid olema arvult 5 korda rohkem kui väljatõmbekanaleid.

Prof. L. Jürgensoni poolt esitatud ventilatsioonisüsteemis voolab õhk sisse läbi aknaaluste pilude või hoone otstes madalalasuvatest torudest ja väljub läbi suuremõõtmelise kõrge korstna hoone keskel.

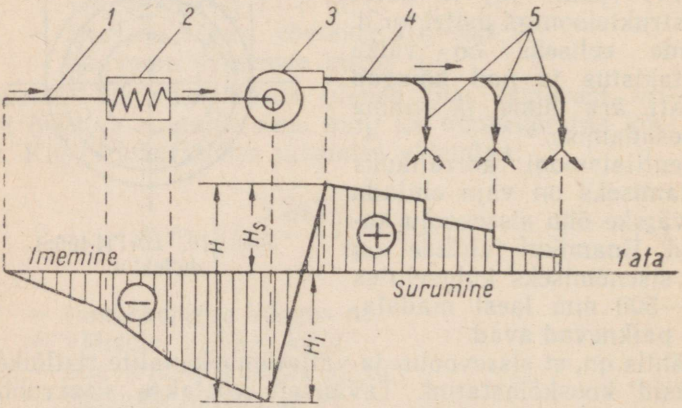
Loomuliku tõmbega ventilatsioonisüsteemi eeliseks on ehituse ja ekspluatatsiooni lihtsus ning odavus. Seetõttu

kasutatakse seda süsteemi laialdaselt loomakasvatushoonetes, kus peetakse veiseid ja noorkarja.

Vaadeldud loomuliku ventilatsiooni oluliseks puuduseks on tema töötamise olenevus temperatuuritingimustest. Kui õhutemperatuur ruumi sees ja väljas on võrdne, lakkab õhuvahetus täiesti. Seepärast ehitatakse ruumidesse, kus on nõutav püsiv tempratuur ja kindlalt organiseeritud õhuvahetus, mehaaniline ventilatsioon.

§ 9. Mehaanilise tõmbega ventilatsiooniseadmed

Mehaanilise tõmbega ventilatsiooni puhul pannakse õhk või gaas liikuma ventilaatorite abil.



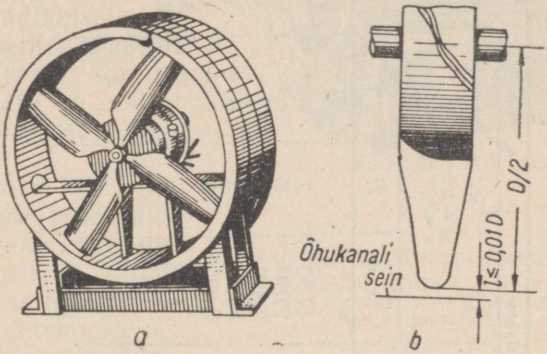
Joon. 11. Rõhkude jaotumise skeem ventilatsiooniseadmes:
1 — õhu vastuvõtu toru; *2* — õhu eelsoojendid; *3* — ventilaator; *4* — õhu juurdevoolu toru; *5* — juurdevoolutoru otsikud

Nagu näidatud joonisel 11, tekib ventilaatori ees hõrendus H_i, ventilaatori taga — ülerõhk H_s. Ventilaatori üldine surve saadakse hõrenduse H_i ja ülerõhu H_s absoluutväärtuste summana.

Tekitatavast survest olenevalt jaotatakse ventilaatorid: madala survega — kuni 100 mm v. s., keskmise survega —

kuni 300 mm v. s., kõrge survega — kuni 500 mm v. s. Kõrge survega ventilaatoreid kasutatakse pneumaatilistes transportöörides ja tehnoloogilistes protsessides.

Konstruktiivsete iseärasuste ja tööprintsiibi järgi jaotatakse ventilaatorid telg- ja tsentrifugaalventilaatoriteks. Telgventilaatorid (joon. 12) on 4- või 8-labalised ja nad



Joon. 12. Telgventilaator:
a — välisvaade, *b* — tiiva õige asend õhukanalis

panevad õhu liikuma pöörlemistelje sihis. Ventilaatoreid eristatakse numbrite järgi. Ventilaatorid nr. 3, 4, 5, 6, 7 ja 8,5 on paigutatud elektrimootoriga ühisele teljele. Suurte mõõtmetega ventilaatorid nr. 10 ja 12 käitatakse rihmülekande abil. Ventilaatori tööle avaldab mõju labade ja väliskesta vahelise pilu suurus. Kui pilu on suurem kui 0,01 labade diameetrist, langeb järsult ventilaatori poolt antava õhu hulk ja surve, sest osa õhku liigub tagasi.

Sel põhjusel on täiesti lubamatu paigutada ventilaatorit ristkülikukujulisse kesta.

Telgventilaatoreid soovitatakse kasutada mitte üle 25 mm v. s. rõhu ületamiseks. Seepärast kasutatakse neid tavaliselt lühikestes õhukanalites.

Vajaliku ventilaatori valikul võib kasutada tabeli 3 andmeid.

Tabel 3

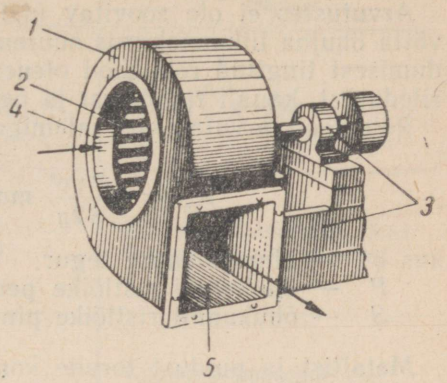
4-labaliste ЦАГИ-tüüpi ventilaatorite tootlikkus V_{vent} m³/h, arendatav surve H mm v. s. ja kasutegur η olenevalt pöörlemiskiirusest n p/min ja tiiviku läbimõõdust d mm.

Ventilaator												
Nr. 3 d = 300 mm n = 1450 p/min			Nr. 4 d = 400 mm n = 1450 p/min			Nr. 5 d = 500 mm n = 960 p/min			Nr. 6 d = 600 mm n = 960 p/min		
V_{vent}	H	η	V_{vent}	H	η	V_{vent}	H	η	V_{vent}	H	η
400	7	0,40	1 000	12	0,42	1 500	7	0,45	2 000	12	0,40
500	6	0,48	1 200	11	0,47	2 000	6	0,52	2 500	11	0,45
600	6	0,57	1 400	10	0,51	2 500	6	0,57	3 000	10	0,50
700	5	0,54	1 600	9	0,53	3 000	5	0,59	3 500	9	0,53
800	5	0,57	1 800	8	0,56	3 500*	4	0,50	4 000	8	0,56
900	4	0,60	2 000	8	0,58				5 000	7	0,58
1 000	4	0,58	2 200	7	0,60				6 000	6	0,49
1 100	3	0,50	2 400	7	0,56						
1 200*	2	0,37	2 600	6	0,52						
			2 800*	4	0,45						

* Ventilaatori tootlikkus on antud tema töötamisel õhu vaba sisse- ja väljapääsu puhul.

Pikemate kanalitega ventilatsioonisüsteemides kasutatakse tsentrifugaalventilaatoreid, mille surve on suurem ja kasutegur kõrgem eespoolvaadeldud telgventilaatorite vastavatest näitajatest.

Tsentrifugaalventilaatorites (joon. 13) tuleb õhk telgsihis läbi sisselasketoru *4* tööratta *2* labade juurde. Seejärel liigub õhk tööratta labade vahel radiaalselt, paisatakse tsentrifugaaljõu toimel spiraalse korpuse seinte vastu ja väljub läbi väljalasketoru õhukanalisse.



Joon. 13. Tsentrifugaalventilaator:
1 — ventilaatori väliskest; *2* — tiivik; *3* — alus koos ajamiga; *4* — sissevoolutoru; *5* — väljavoolutoru

Tootlikkuse ja mõõtmete järgi eristatakse tsentrifugaalventilaatoreid numbritega. Numbrid näitavad tööratta läbimõõtu detsimeetrites.

Tsentrifugaalventilaatorite paigaldamisel ei tohi pilu sisselasketoru ja tööratta korpuse äärikute vahel olla üle 0,01 ratta diameetrist. Vastasel juhul ventilaatori tootlikkus ja tekitatav surve vähenevad järsult.

Ventilaatori tootlikkusele avaldab olulist mõju pöörlemissuund. Ventilaatori vastupidi pöörlemisel väheneb tootlikkus poole võrra ning tekitatav surve langeb 3—5 korda.

Ventilaatori valikul peab peale tootlikkuse teadma ka seda, millist survet ta peab tekitama, et ületada takistusi õhukanalites ja anda vajalikul hulgal õhku, s. t. anda õhule küllaldast liikumisenergiat kanalist väljumisel.

Surve arvutatakse valemiga:

$$H_p = \frac{\gamma v^2}{2g} + \Sigma\,(R_h l + z)\ \text{mm v. s.}, \qquad (6)$$

kus γ = 1,2 kg/m³ — õhu erikaal;
v — õhu liikumiskiirus m/s;
g — raskuskiirendus m/s²;

R_h — rõhukaod õhukanali ühe jooksva meetri kohta mm v. s.;
l — õhukanali pikkus m;
z — rõhukaod kohalikest takistustest mm v. s.

Arvutustes ei ole soovitav üleliigse võimsuskulu tõttu võtta õhujoa liikumiskiirus suurem kui 10 m/s. Õhu hõõrdumisest tingitud rõhukaod olenevad kanali seinte pinna siledusest, kanali ristlõikest ja perimeetrist.

Rõhukaod arvutatakse valemiga:

$$R_h = \varrho \frac{P \gamma v^2}{S 2g} \text{ mm v. s.}, \qquad (7)$$

kus ϱ — pinnasileduse tegur;
P — õhukanali ristlõike perimeeter m;
S — õhukanali ristlõike pind m².

Metallist ja puidust torude korral õhutemperatuuril 0° arvutatakse rõhukaod lihtsustatud valemi järgi:

$$R_h = 6{,}61 \frac{v^{1{,}924}}{d^{1{,}281}} \text{ mm v. s.} \qquad (8)$$

Selles valemis võetakse õhukanali diameeter millimeetrites.

Kui õhukanal on nelinurkse ristlõikega, siis ülaltoodud valemi järgi arvutades asendatakse see ekvivalentse ümmarguse ristlõikega.

Ekvivalentse ristlõike diameeter määratakse valemiga:

$$d_{ekv} = \frac{2bh}{b + h},$$

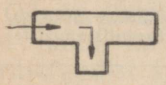
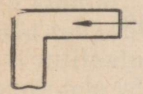
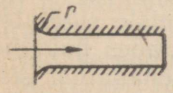
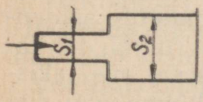
kus b ja h — nelinurkse ristlõikega õhukanali laius ja kõrgus.

Kohalikest takistustest põhjustatud rõhukaod on seotud õhukanali läbimõõdu muutumise, käänakute, sisselaskeavade ja muude takistustega ning määratakse valemiga:

$$z = \varsigma_k \frac{v^2 \gamma}{2g} \text{ mm v. s.}, \qquad (9)$$

kus ς_k — kohalike õhukadude tegur (vt. tabel 4).

Kohalike õhukadude tegurid

Õhukanali kuju	ζ_k	Märkusi
	0,3 0,12	Kui $R = d$ Kui $4d < R < 5d$
	1,5 1,0	Kui on täisnurksed ääred Kui on ümardatud ääred
	1,2	Kui on ümmargune või ruudukujuline ristlõige
	0,5 0,12	Kui on täisnurksed ääred Kui on ümardatud ääred ja $\frac{r}{d} = 0{,}1$
	$\left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2$	Arvutatud v_1 suhtes

Antud tootlikkuse ja surve juures kõrgeima kasuteguriga ventilaatori number määratakse nomogrammi järgi. Telg- ja tsentrifugaalventilaatorite valikul tuleb silmas pidada, et ventilaatori tootlikkus muutub võrdeliselt pöörete arvu esimese, rõhk — teise ja võimsus — kolmanda astmega.

Ventilaatori elektrimootori võimsus määratakse valemiga:

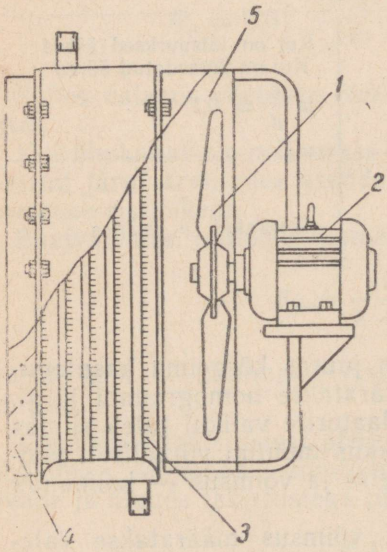
$$N = \frac{VH_1 \cdot B}{102 \cdot 3600\,\eta_v\,\eta_{ü}} \text{ kW}, \qquad (10)$$

kus V — ventilaatori tootlikkus m³/h;
η_v — ventilaatori kasutegur, telgventilaatoritel 0,2—0,3, tsentrifugaalventilaatoritel 0,4—0,6;
$\eta_ü$ — ülekande (elektrimootorilt ventilaatorile) kasutegur;
B — elektrimootori võimsuse varutegur (tabel 5).

Tabel 5

Elektrimootori võimsuse varutegurid

Mootori võimsus kW	Tsentrifugaal-ventilaatoritele	Mittereversiivsetele telgventilaatoritele
Kuni 0,5	1,50	1,10
„ 1	1,30	
„ 2	1,20	
„ 3	1,15	
Üle 5	1, 0	



Joon. 14. Õhukütte agregaadi skeem:
1 — ventilaator; *2* — elektrimootor; *3* — plaatkalorifeer; *4* — šalusiivõre; *5* — väliskest

Viimasel ajal on söödatsehhides, emiste sigalates ja vasikalautades hakatud kasutama mehaanilist sissetõmbeventilatsiooni, õhu eelsoojendamisega kalorifeerides. Suunates soojendatud õhku ruumi, tekitatakse õhusurve, mis takistab välise külma õhu sissetungimist läbi uste ja akende pilude. Sel viisil hoitakse ära talveperioodil inimeste ja loomade haigestumine külmetuse tagajärjel.

Joonisel 14 on toodud skeem, mis kujutab õhukütte agregaati АОП-50 tootlikkusega 50 000 kcal/h.

Agregaat koosneb telgventilaatorist *1*, mis on elektrimootoriga *2* vahe-

tult ühendatud, plaatkalorifeerist *3*, šalusiivõrest *4* ja kestast *5*.

Kalorifeeril on kaks kambrit, mis on omavahel ühendatud tõmmatud ja tsingitud torudega. Paremaks soojuse ärajuhtimiseks on torude peal täisnurksed ribid. Ühte kambrisse antakse auru või kuuma vett, teisest kambrist aga juhitakse kondensaat või külm vesi ära. Kalorifeerist väljuva õhu temperatuur on 45—50°. Kui ei ole auru või kuuma vett, võib õhukütte korraldada ka leekkalorifeeride abil. Leekkalorifeerid kujutavad endast ahju, mille sees on kanalid ventilaatoriga sissejuhitava õhu soojendamiseks.

Odava elektrienergia olemasolu korral kasutatakse mõnel juhul ka elektrikalorifeere, kus küttekehadeks on terastraadist spiraalid.

Et mehaanilise tõmbega ventilatsioonisüsteemid töötaksid kindlalt, ökonoomselt ja ohutult, tuleb nende montaažitööd teha hoolikalt.

Ventilaator ja elektrimootor kinnitatakse jäigalt vundamentidele või spetsiaalsetele tugikonstruktsioonidele. Enne paigaldamist tasakaalustatakse ventilaator hoolikalt. Varjud ja katted kohalike jääkprodukttide ärajuhtimiseks kinnitatakse tugevasti, arvestades nende täielikku tolmuga täitumise võimalust.

Montaažil tuleb erilist tähelepanu pöörata õhutorude ja nende ühenduskohtade hermeetilisusele. Rihmülekannetele ja ventilaatori ning elektrimootori ühendusmuhvidele tuleb panna kaitsekatted. Elektrimootorite korpused tuleb tingimata maandada.

Ventilatsioonisüsteemi normaalne töötamine oleneb tunduval määral ventilatsiooniseadmete hooldamisest. Suurtes mehhaniseeritud farmides on mehaanilise tõmbega ventilatsiooniseadmete hooldamine tehtud ülesandeks valvelukkseppadele, kes neid vajaduse korral reguleerivad ja teevad neile jooksvat remonti.

Loomapidamisruumide ventilatsiooniseadmete õiget kasutamist jälgivad karjatalitajad ja ruumi teenindavad isikud. Nende ülesandeks on sisse- ja väljatõmbekanalite avamise reguleerimine, mehaaniliste tõmbeseadmete sisse- ja väljalülitamine ning seadmete vastuvõtmine ja üleandmine valvekorra vahetusel.

§ 10. Köetavate ruumide soojuskao arvutamine

Meie maa külmade talvedega põhja- ja keskrajoonides paigaldatakse loomakasvatusfarmide teenindusruumidesse kütteseadmed. Siia kuuluvad teenindava personali ruumid, pesemisruumid, piimaruumid, söötade ettevalmistamise ruumid, duširuumid jms. Mõnikord varustatakse kütteseadmetega ka lüpsiruumid, vasikalaudad ja emiste sigalad.

Ruumides, kus peetakse veiseid, noorkarja, nuumsigu, lambaid ja täiskasvanud linde, säilitatakse vajalik temperatuur tavaliselt bioloogilise soojuse arvel, mida eritavad loomad, ja mingeid kütteseadmeid sinna ei paigaldata.

Loomade vabapidamisel hoitakse ruumides vajalik temperatuur sügava, harvavahetatava allapanu (sõnniku) bioloogilise põlemise arvel.

Ruumi soojendamiseks vajaliku soojushulga arvutamisel määratakse kõigepealt hoone soojuskadu. See oleneb soojendatud ja külma õhu temperatuuride vahest, piirdetarindite (seinte, akende, uste, lagede jms.) mõõtmetest ja materjalist. Olulist mõju soojuskao suurusele avaldab hoone kuju. Nii näiteks on sama kubatuuri ja pinnaga hoonete soojuskadu märgatavalt väiksem siis, kui neil on ruudule lähenev mitte aga pikliku nelinurga kuju.

Soojushulk, mis kaob läbi loomapidamisruumide väliste piirdetarindite ja ventilatsiooniseadmete, peab olema võrdne soojushulgaga, mida eritavad loomad ja mida annavad kütteseadmed ruumi õhku. Nii saab soojusbilansi võrrand järgmise kuju:

$$Q_{küte} + Q_{loom} = Q_{tarind} + Q_{vent}, \qquad (11)$$

kus $Q_{küte}$ — soojushulk, mida 1 tunni jooksul annavad ruumi kütteseadmed;

Q_{loom} — soojushulk, mida 1 tunni jooksul eritavad loomad;

Q_{tarind} — hoonete soojuskadu tunnis läbi väliste piirdetarindite;

Q_{vent} — soojushulk, mida ruumi ventilatsioon koos õhuga 1 tunni jooksul välja kannab.

Moodustades ümber võrrandi 11, saame

$$Q_{küte} = Q_{tarind} + Q_{vent} - Q_{loom}. \qquad (12)$$

Soojuskadu läbi väliste piirdetarindite määratakse valemiga:

$$Q_{tarind} = \Sigma KF\ (t_s - t_v)\ \text{kcal/h}, \qquad (13)$$

kus K — piirdetarindite soojuse läbikande tegur kcal/m²h (vt. tabel 6);
F — piirdetarindite pind m²;
t_s — ruumi sisemine temperatuur;
t_v — välistemperatuur kütte arvutamisel.

Piirdetarindite soojuse läbikande tegurid on toodud tabelis 6, temperatuurid t_v — tabelis 7.

Tabel 6

Mõnede väliste piirdetarindite soojuse läbikande tegurid

Piirdetarindite konstruktsioon	Piirde paksus mm	K kcal/m²h kraad
Tellisseinad, seestpoolt krohvitud:		
1½ tellise paksused	395	1,32
2 tellise paksused	525	1,06
2½ tellise paksused	655	0,89
Räbubetoon-õõneskividest seinad, seestpoolt krohvitud:		
1 kivi paksused	205	1,59
1½ kivi paksused	305	1,18
2 kivi paksused	405	0,94
Krohvimata rõhtpalkseinad palkide paksusega:		
200 mm	160	0,88
240 mm	200	0,73
Puitraamidega aknad ja katuselaternad:		
ühekordsed	—	5,0
kahekordsed	—	2,3
Väravad:		
ühekordsed	—	4,0
kahekordsed	—	2,0
Pööningulagi 35 mm laudise ja soojapidava täidisega	—	1,0

Väliste piirdetarindite pindala määramisel võetakse uste ja akende mõõtmed väikseima ehitusava järgi; välisseinte laius mõõdetakse telgedest ja kõrgus — vastavalt ruumi kõrgusele, kaasa arvatud vahelagede paksus.

Tabel 7

Arvutuslikud välistemperatuurid kütte ja ventilatsiooni arvutamisel ning kütteperioodi kestus

Linna nimetus	Arvutuslikud välistemperatuurid kraadides		Kütteperioodi kestus päevades (aastas)	Kütteperioodi keskmine välistemperatuur kraadides
	kütte arvutamisel	ventilatsiooni arvutamisel		
Astrahan	— 21	— 10	149	— 2,7
Arhangelsk	— 32	— 18	230	— 6,5
Brjansk	— 26	— 12	186	— 4,2
Voronež	— 26	— 13	177	— 5,0
Vologda	— 29	— 16	205	— 5,9
Vilnius	— 24	— 8	171	— 1,7
Irkutsk	— 38	— 28	219	— 10,8
Kaasan	— 31	— 17	193	— 7,2
Leningrad	— 24	— 12	193	— 3,7
Moskva	— 30	— 14	194	— 5,3
Novosibirsk	— 38	— 23	212	— 10,6
Rostov Doni ääres	— 19	— 19	148	— 2,1
Sverdlovsk	— 32	— 19	211	— 8,2
Volgograd	— 25	— 13	162	— 4,9
Harkov	— 25	— 11	166	— 3,5

Seinte jaoks, mis eraldavad köetavaid ruume mitteköetavatest, võetakse arvutuslik temperatuuride vahe järgmiselt: mitteköetavatel ruumidel, mis on välisõhuga ühenduses (tuulekojad jms.) — 70%, aga ruumidel, mis pole välisõhuga otseselt ühendatud — 40% välisseinte arvutuslikust temperatuuride vahest.

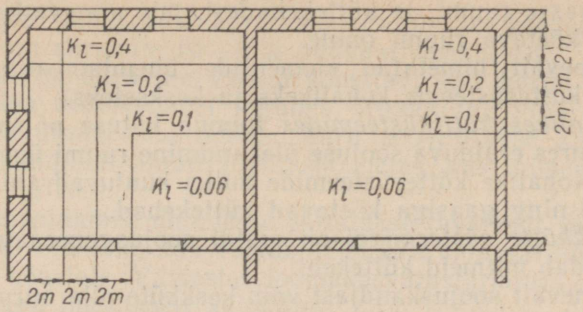
Soojuskadusid vahepealsetes köetavates ruumides arvestatakse ainult sel juhul, kui temperatuuride vahe on üle 5°.

Lagede ja põrandate pind mõõdetakse välisseinte sisemistest äärtest.

Soojuskao arvutamisel läbi soojustamata, vahetult pinnasel paiknevate põrandate kasutatakse leppelist soojuse läbikande tegurit. Sel juhul arvestatakse, et põrand oma alumise küljega ei puutu kokku mitte pinnase, vaid välisõhuga. Soojuskadu läbi põranda määratakse valemiga:

$$Q_{\text{põrand}} = (t_s - t_v)\,\Sigma K_1 \cdot F_p \text{ kcal/h}, \qquad (14)$$

kus K_1 — põranda tsoonile vastav leppeline soojuse läbikande tegur (joon. 15).



Joon. 15. Põrandate mõõtmine

Soojuskaod läbi laagidel paiknevate laudpõrandate saadakse valemi 14 tulemuste korrutamisel teguriga 0,8.

Ülaltoodud soojuskao arvutamise valemites ei võeta arvesse hoone paiknemist valguse suhtes ega tuule läbipuhumist hoonest. Seepärast lisatakse nimetatud meetodite järgi arvestatud soojuskadudele 10% juurde pindade osas, mis on pööratud põhja, ida, loode või kirde suunas, ja 5% pindade osas, mis on pööratud edelasse või läände. Hoonetele, mis paiknevad avatult ja kõrgendikkudel lisatakse 10% kõigi pindade osas.

Hoone ventileerimisel õhuga ärakantav soojushulk määratakse valemiga:

$$Q_{vent} = 0{,}237\ L\ \gamma_v\ (t_s - t'_v)\ \text{kcal/h}, \qquad (15)$$

kus L — ventileeritav õhu maht m³/h;
0,237 — välisõhu soojusmahtuvus kcal/kg · kraad;
γ_v — õhu erikaal temperatuuri t_v puhul kg/m³;
t'_v — välistemperatuur ventilatsiooni arvutamisel.

Rikutud õhuga väljakantavat soojushulka saab tunduvalt vähendada retsirkulatsioonikappide abil, kus väljuv õhk annab metallvaheseina kaudu soojuse edasi sissetulevale värskele õhule.

§ 11. Küttesüsteemide ehitus ja klassifikatsioon

Iga küttesüsteem koosneb kolmest elemendist: soojusgeneraatorist, kus kütust põletatakse; kanalitest või torudest, mille kaudu juhitakse soojuskandja generaatorist

köetavasse ruumi, ja küttekehadest, mis annavad soojuse edasi köetava ruumi õhule.

Olenevalt nimetatud elementide ühendamisest jaotatakse küttesüsteeme kohalikeks ja kesksteks.

Kohalikes küttesüsteemides toimub kütuse põlemine ja sealjuures eralduva soojuse ülekandmine ruumi ühes seadmes. Kohalike küttesüsteemide hulka kuuluvad ahiküte ja elektri- ning gaasiga köetavad küttekehad.

Keskkütte süsteemidel on eraldi soojusgeneraator, mis teenindab mitmeid küttekehi.

Olenevalt soojuskandjast võib keskküte olla auru-, vesi- või õhuküte. Vesikeskküttes soojendatakse vesi katlas, kust ta suundub ruumidesse paigutatud küttekehadesse. Kui soojus on köetava ruumi õhule edasi antud, pöördub jahtunud vesi uueks soojendamiseks katlasse tagasi. Vesi liigub torustikus kas sooja ja külma vee erikaalude vahe tõttu või tsirkulatsioonipumpade toimel.

Esimesel juhul nimetatakse küttesüsteemi gravitatsiooniliseks või loomuliku tsirkulatsiooniga süsteemiks, teisel juhul sundtsirkulatsiooniga küttesüsteemiks.

Auruküttesüsteemis juhitakse küttekehadesse aur, mis jahtub soojuse äraandmisel köetavate ruumide õhule ja kondenseerub. Kondensaat juhitakse tavaliselt katlasse tagasi järjekordseks kasutamiseks.

Auruküttesüsteeme liigitatakse olenevalt aururõhust vaakuum-, madalrõhu- ja kõrgrõhusüsteemideks.

Vaakuumsüsteemides on auru rõhk atmosfäärirõhust madalam, madalrõhusüsteemides on auru rõhk kuni 0,7 at, kõrgrõhu süsteemides üle 0,7 at.

Õhuküttesüsteemides antakse ruumidesse kalorifeerides 40—50° soojendatud õhk. Soojendatud õhk pannakse liikuma kas soojendatud ja külma õhu mahukaalude erinevuse toimel või ventilaatori abil.

Kõige suurema soojusmahtuvusega soojuskandjaks on kuum vesi, mille 1 m^3 jahtudes 92—70° annab ära 24300 kcal soojust samal ajal, kui 1 m^3 auru rõhuga 1,2 at jahtudes ja kondenseerudes annab 312 kcal, aga 1 m^3 õhku ainult 7 kcal soojust. Niisiis suurima hulga soojust soojuskandja mahuühiku kohta annab vesi. Ainult tänu sellele, et aur liigub kiirusega 20—22 m/s, vee liikumiskiirus aga tavaliselt ei ületa 0,3 m/s, on aurutorud ainult veidi jämedamad kuumaveetorudest.

Küttekehade pind on auru kasutamisel veidi väiksem kui

vesikütte puhul, sest auru temperatuur on kõrgem, seepärast on auruküte 10—15% odavam vesiküttest.

Siiski on auruküte vähem soovitav, sest kõrge temperatuuriga küttekehadel laguneb orgaaniline tolm ja õhk saastub utmisproduktidega. Auru soovitatakse kasutada soojuskandjana ainult tootmishoonetes, kus inimesed viibivad ajutiselt.

Loomapidamisruumidesse ehitatakse tavaliselt vesikeskküte või õhuküte, mis vastab täielikult sanitaar-hügieenilistele nõuetele. Väikestes loomakasvatusfarmides kasutatakse aga laialdaselt ahjukütet.

Mitteköetavates emiste sigalates on väga perspektiivne põrandate soojendamine elektriküttekehadega, mis on paigutatud betoonkanalitesse. Elektrienergia kulu on 100—120 W 1 m^2 kohta.

§ 12. Ahjukütte ehitus ja elementaararvutus

Sõltumata konstruktsioonist koosnevad ahjud küttekoldest ja suitsukäikudest ehk lõõridest. Suitsugaasid läbivad lõõrid ja annavad oma soojuse ahju müüritisele.

Ahjud jaotatakse soojusmahtuvusega ja ilma soojusmahtuvuseta ahjudeks. *Soojusmahtuvusega ahjud* on arvestatud igapäevaseks kahekordseks kütmiseks. Sellise ahju aktiivne maht on 0,2 või rohkem m^3, siseseinte paksus küttekolde osas vähemalt 6 cm ja mujal mitte alla 4 cm. Ilma soojusmahtuvuseta ahjudel on õhemad, kas malm- või raudseinad. Niisugused ahjud soojust ei salvesta ja neid on vaja pidevalt kütta.

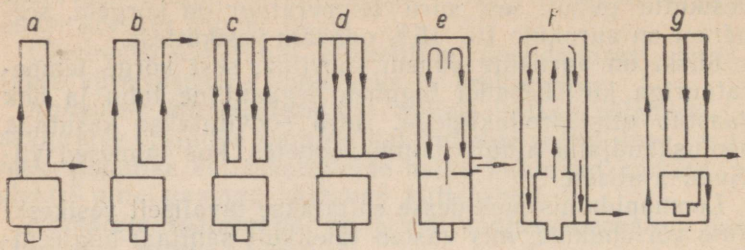
Suitsugaaside liikumise skeemi järgi liigitatakse ahjud ühe lõõriga, kahe lõõriga, mitme järjestikku lõõriga, mitme paralleelse lõõriga, ilma kanaliteta ehk kuppelahjudeks ja alumise soojendamisega ahjudeks.

Joonisel 16 on esitatud suitsugaaside tsirkulatsiooniskeemid ahjudes.

Mitme järjestikku lõõriga ahjude oluliseks puuduseks on lõõriseinte ebaühtlane soojenemine esimeste ja järgmiste lõõride osas ning madal kasutegur, mis tavaliselt ei ületa 40%.

Täiuslikumad on paralleelsete lõõridega ja prof. V. S. Grum-Grižimailo ilma lõõrideta ahjud.

Ilma lõõrideta ehk kuppelahjudes saavutatakse ühtlane seinte soojendamine suitsugaaside pideva laskumisega



Joon. 16. Gaaside liikumise skeemid ahjudes:
a — ühe lõõriga; *b* — kahe lõõriga; *c* — mitme järjestikku paikneva lõõriga; *d* — mitme paralleelse lõõriga; *e* — ilma lõõrideta; *f* — kuppelahjud altsoojenemisega; *g* — mitme lõõriga altsoojenemisega

mööda ahju seinu vastavalt nende jahtumisele. Kuppelahjude kasutegur on mõnel juhul kuni 90%.

Alumise soojendamisega ahjudes (joon. 16, *f* ja *g*) toimub põlemine täielikumalt ja ahju alumises osas antakse ära rohkem soojust. Selline konstruktsioon on eriti soovitav madalakvaliteediliste kütuste kasutamisel.

Mõnedes loomalautades kasutatakse ahjusid ka vee soojendamiseks.

Ahjude arvu ja nende soojenduspindade mõõtmete määramisel lähtutakse järgmistest tingimustest: kõigi soojenduspindade poolt keskmiselt tunnis äraantavate soojushulkade summa peab vastama ruumi arvutuslikule soojuskaole.

$$Q_{\text{küte}} = q_a \Sigma F_a , \qquad (16)$$

kus ΣF_a — kõigi ahjude soojenduspindade summa m²;
q_a — ahju välispinna soojendusvõime kcal/m²h; lahtiste pindade puhul on soojendusvõime 400—500 kcal/m²h.

Ahju ühekordseks kütmiseks kulutatud kütuse hulk (arvestades, et ahi annab soojust 12 tunni jooksul) määratakse valemiga:

$$G_{\text{kolle}} = \frac{Q_{\text{ahi}} \cdot 12}{Q_k^t \eta_a} , \qquad (17)$$

kus Q_k^t — tarbimiskütuse küttevääretus, määratakse tabeli 8—9 järgi;
η_a — ahju kasutegur, võetakse 0,6—0,7.

Kütuste iseloomustus ja põhiandmed ahjude arvutamiseks

Kütuse liik	Kütteväärtus Q^t_k kcal/kg	Mahukaal kg/m³	Põlemistemperatuur kraadides	Põlemisproduktide maht temperatuuril 0° ja õhurõhul 760 mm Hg m³/kg	Resti pinna erikoormus kg/m² h	Kolde erikoormus kcal/m³ h
Küttepuud (niiskusesisaldusega 25%) .	3 300	420	1 000	10	250	350 000
Tükkturvas (niiskusesisaldusega 30%) .	3 000	400	970	10	180	350 000
Brikett	4 000	250	1 000	11	200	380 000
Moskva-ümbruse süsi .	3 000	700	900	12	70	350 000
Pruunsüsi	4 700	750	1 100	12	85	350 000
Kivisüsi	6 500	900	1 200	17	60	450 000
Õled	3 000	102	800	10	—	350 000

Ahjude, katelde ja aurutekitajate üleviimisel ühelt kütuse liigilt teisele tehakse küttekolde mahu ja restipinna suuruse kontrollarvutused.

Küttekolde mahtu kontrollitakse soojuskoormusele, mis ei tohi ületada tabelis 8 toodud väärtusi, järgmise valemiga:

$$V_{kolle} = \frac{G_{kolle}}{mE} Q^t_k \eta_k \quad m^3, \qquad (18)$$

kus m — kütmise kestus tundides;
E — küttekolde erikoormus kcal/m³h;
η_k — kolde kasutegur, mis võetakse kütterestide olemasolu korral 0,9.

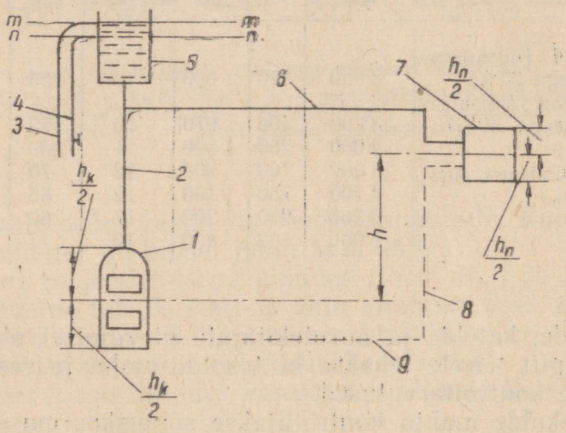
Kütterestide pind määratakse valemiga:

$$F = \frac{G_{kolle}}{mR} \quad m^2, \qquad (19)$$

kus R — restipinna erikoormus kg/m²h, mis võetakse tabelist 8.

§ 13. Loomuliku tsirkulatsiooniga vesikeskküttе ehitus ja elementaararvutus

Vesiküttе põhimõtteline skeem on esitatud joonisel 17. Süsteem täidetakse veega kuni tasapinnani *n-n*. Täitmist kontrollitakse signaaltoruga *4*. Soojendades võib vesi tõusta kuni tasapinnani *m-m*. Tasapinna edasisel tõusmisel hakkab vesi toru *3* kaudu välja voolama. Tsirkulat-



Joon. 17. Vesikeskküttе põhimõtteline skeem:
1 — keskküttekatel; *2* — tsentraalpüstik; *3* — ülevoolutoru; *4* — signaaltoru; *5* — paisumispaak; *6* — pealejooksumagistraal; *7* — küttekeha; *8* — tagasijooksupüstik; *9* — tagasijooksumagistraal

siooni põhjustava gravitatsioonilise surve määramiseks oletatakse, et vesi torudes ei jahtu ja temperatuur tõuseb katla keskkohal ning langeb küttekehas tema keskpunkti tasapinnal. Sel juhul leitakse tsirkulatsioonisurve valemiga:

$$H = h\ (\gamma_0 - \gamma_k)\ \text{kg/m}^2, \qquad (20)$$

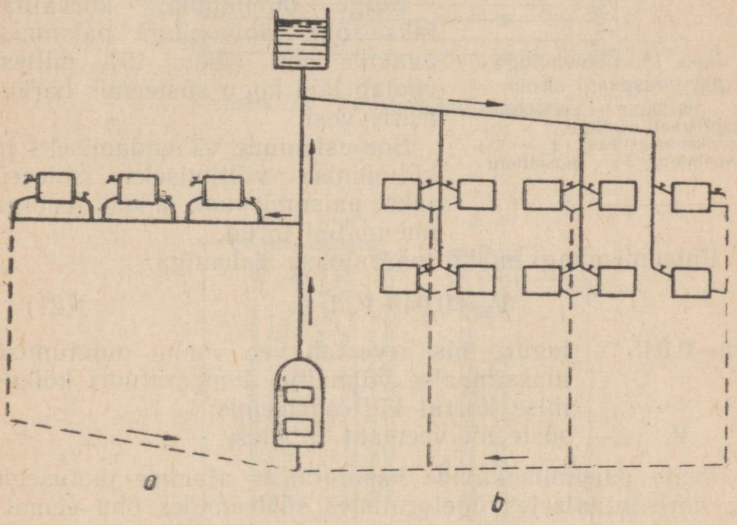
kus h — katla keskpunkti ja küttekeha keskpunkti kõrguste vahe m;

γ_0 — katlasse sissevoolava jahtunud vee mahukaal kg/m³, temperatuuril 70° — 977,81 kg/m³;

γ_k — katlast väljavoolava kuuma vee mahukaal kg/m³, temperatuuril 90° — 965,34 kg/m³.

Nagu valemist nähtub, on tsirkulatsioonijõud seda suurem, mida suurem on kõrguste vahe katlaseadmete ja küttekehade vahel. Katlad on soovitav paigutada kõetavate ruumide keldritesse.

Olenevalt küttekehade ühendamise skeemist võib vesiküte olla kas ühe- või kahetoruline.

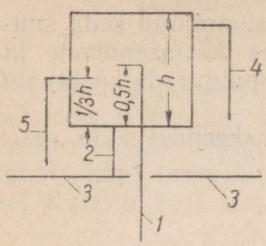


Joon. 18. Loomuliku tsirkulatsiooniga vesikeskkütte skeem:
a — ühe toruga süsteem; *b* — kahe toruga süsteem

Kahetorulises süsteemis (joon. 18, *b*) on küttekehad ühendatud toite- ja tagasijooksu magistraalidega paralleelselt. Ühetorulises süsteemis (joon. 18 *a*) juhitakse kuum vesi küttekehadesse ja jahtunud vesi nendest ära ühe ja sama torustikusüsteemi kaudu.

Kahetorulise süsteemi korral soojenevad kõik küttekehad enam-vähem ühtlaselt, kuid et temperatuuri langus on väike, tuleb katlad tunduvalt madalamale paigutada.

Ühetorulise süsteemi korral soojenevad küttekehad ebaühtlaselt, kuid et tunduva temperatuuri languse tõttu võib katlad paigutada küttekehadega samale tasapinnale. Ühe-



Joon. 19. Läbivooluga paisumispaagi skeem:
1 — püstik; *2* — pealejooksumagistraali püsttoru, *3* — pealejooksumagistraal; *4* — ülevoolutoru; *5* — signaaltoru

torulises süsteemis kulub vähem torusid ja teda on lihtsam monteerida.

Küttesüsteemi normaalseks töötamiseks peab õhk, mis eraldub vee soojenemisel või asub süsteemis enne selle veega täitmist, vabalt välja pääsema.

Kõige täielikumalt kõrvaldatakse õhk läbivooluga paisumispaakide abil (joon. 19), millest voolab läbi kogu süsteemis tsirkuleeriv vesi.

Soojuskadude vähendamiseks ja külmumise vältimiseks isoleeritakse paisumispaak ja kõik temaga ühendatud torud.

Paisumispaagi maht määratakse valemiga:

$$V_p = 0{,}045\ V_s\ \text{l}, \qquad (21)$$

kus 0,045 — tegur, mis arvestab vee mahu muutumist maksimaalse võimaliku temperatuuri kõikumise korral küttesüsteemis;

V_s — süsteemi veemaht liitrites.

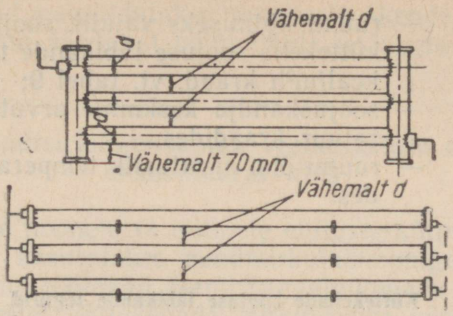
Peale paisumispaakide kasutatakse alumise jaotusega ja horisontaalsetes ühetorulistes süsteemides õhu eemaldamiseks süsteemi ülemistest osadest väljalaskekraane ja automaatseid õhukogujaid — vantuuse (vt. joon. 86, *g*).

Nii vesi- kui ka auruküttesüsteemides kasutatakse küttekehadeks siledaid terastorusid, ümmarguste ja täisnurksete ribidega malmtorusid ning kahesambalisi radiaatoreid. Siledatest terastorudest küttekehad valmistatakse tihti registrikujulised (joon. 20).

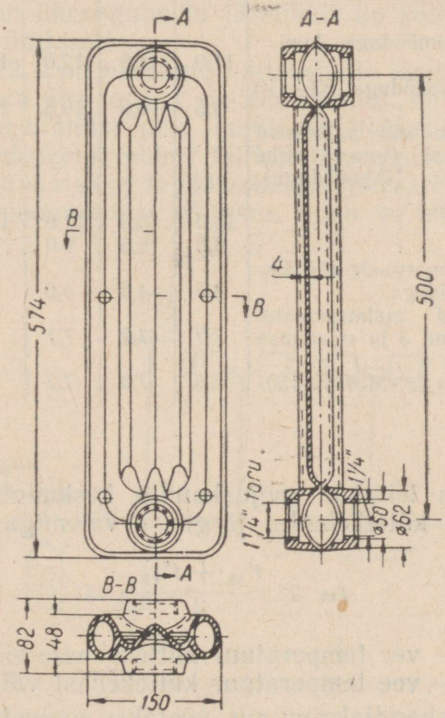
Kõige laialdasemalt kasutatakse küttesüsteemides kahesambalisi malmradiaatoreid (joon. 21). Radiaatorite üksikud sektsioonid ühendatakse niplite abil, mille ühel otsal on vasakpoolne, teisel parempoolne keere.

Lähtudes tingimusest, et ruumis tuleb hoida nõutav sisetemperatuur, määratakse küttekehade summaarne soojenduspind valemiga:

$$\Sigma F = \frac{Q_{küte}}{K_{kk}\,(t_{kk} - t_s)}\ \text{m}^2, \qquad (22)$$



Joon. 20. Terastorudest registrid



Joon. 21. Radiaatori «Moskva-150» sektsioon

kus $Q_{küte}$ — ruumi kütmiseks vajalik soojushulk;
K_{kk} — küttekeha soojuse läbikande tegur, kcal/m²h kraad, vt. tabel 9;
t_{kk} — soojuskandja keskmine arvutuslik temperatuur kraadides;
t_s — ruumi õhu arvutuslik temperatuur kraadides.

Tabel 9

Küttekehade soojuse läbikande tegurid

Küttekeha tüüp	K_{kk} suurus vee temperatuuri $t_{kk} - t_s$ puhul				K_{kk} suurus auru jaoks rõhuga kuni 0,7 atü
	40—50	50—60	60—70	70—80	
Terastoru läbimõõduga kuni 32 mm	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0
Terastoru läbimõõduga 32—110 mm	9,5	10,0	10,5	11,5	12,0
Mitu terastoru, mis paiknevad üksteise kohal (torude vahe võrdub toru läbimõõduga), läbimõõduga:					
kuni 32 mm	10,0	10,0	11,0	11,0	12,5
üle 32 mm	8,0	8,5	9,0	9,0	11,0
Malmtorud ümmarguste või täisnurksete ribidega	4,5	4,5	5,0	5,0	6,0
Kahesambalised malmradiaatorid «Polza» nr. 3 ja «Gamma» nr. 1	7,2	7,3	7,7	7,9	8,5
«Moskva-132» ja «Moskva-150»	6,6	7,0	7,2	7,6	8,5

Vee jaoks leitakse soojuskandja keskmine arvutuslik temperatuur küttekehades järgmise valemiga:

$$t_{kk} = \frac{t'_{kk} + t''_{kk}}{2},$$

kus t'_{kk} — vee temperatuur küttekehasse sisenemisel;
t''_{kk} — vee temperatuur küttekehast väljumisel.

Kui soojuskandjaks on aur, võetakse soojuskandja arvutuslikuks temperatuuriks kondensaadi temperatuur antud aururõhu puhul süsteemis (tabel 9).

Küttekehad paigaldatakse tavaliselt akende alla vahetult välisseina äärde, et võimalikult takistada külma õhu sissevoolu.

§ 14. Sundtsirkulatsiooniga vesikeskkütte ehitus ja elementaararvutus

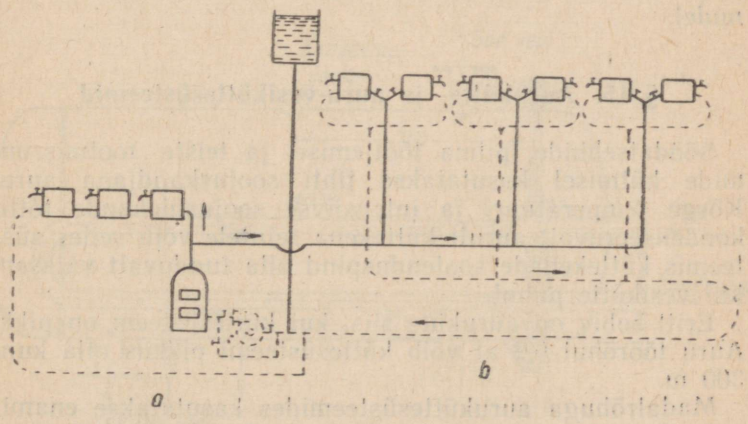
Suuremate hoonete ja mitmete ehituste kütmiseks ühest katlamajast kasutatakse sundtsirkulatsiooniga vesiküttesüsteeme, mis töötavad tsentrifugaalpumpade abil.

Et läbi kõigi küttekehade tsirkuleeriks võrdsel hulgal vett, kasutatakse prof. V. M. Tšaplini kuuma- ja tagasivooluvee nn. mööduvat liikumisskeemi.

Mööduva skeemi (joon. 22, *b*) puhul on kõigi küttekehade tsirkulatsiooniringid võrdse pikkusega, mistõttu survelang on ühesugune ja järelikult ka kõik küttekehad soojenevad ühtlaselt.

Joonisel 22, *a* on näidatud küttekehade järjestikku ühendamise skeem ühe toruga süsteemi puhul, mis on leidnud laialdast kasutamist oma montaaži lihtsuse tõttu. Eelnimetatud süsteemi puhul tsirkulatsioonipump ja paisumispaak ühendatakse tagasivoolumagistraali.

Tsirkulatsioonipumba võimsus tuleb valida niisugune,



Joon. 22. Sundtsirkulatsiooniga vesikeskkütte skeem;
a — ühe toruga süsteem küttekehade ühendamiseks järjestikku; *b* — kahe toruga süsteem küttekehade ühendamiseks paralleelselt

et süsteemis liikuma pandud soojaveekogus oleks küllaldane antud temperatuurilanguse juures ruumi soojuskadude kompenseerimiseks.

Pumba analüütiline võimsus määratakse valemiga:

$$Q_p = \frac{Q_{küte}}{\Delta t_{vs}} \text{ kg/h}, \qquad (23)$$

kus Δt_{vs} — vee temperatuuri langus süsteemis.

Pumbaga tekitatav surve peab andma veele süsteemis vajaliku tsirkulatsioonikiiruse. Olenevalt torude läbimõõdust võetakse tsirkulatsioonikiirus $^1/_2''$ läbimõõduga torudele 0,5 m/s ja $1^1/_2''$ läbimõõduga torudele 1 m/s.

Süsteemi töö kindlustamiseks soovitatakse paigaldada kaks pumpa.

Torude läbimõõdud peavad võimaldama vedeliku läbivoolu antud tsirkulatsioonirõhu puhul, s. t. peab olema täidetud tingimus:

$$H \geqslant \Sigma (R_l + Z),$$

kus R_l — hõõrdumisest tingitud rõhukaod m;
Z — kohalikest takistustest tingitud rõhukaod m.

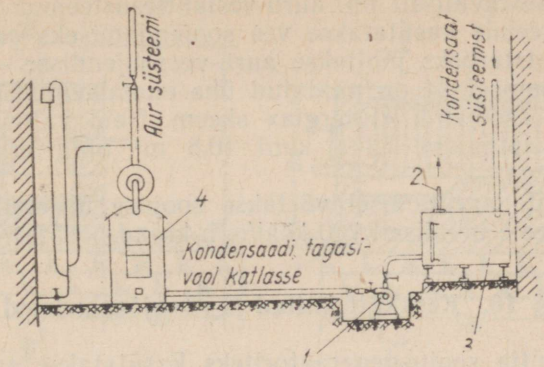
Sundtsirkulatsiooniga vesiküttesüsteemide puuduseks on süsteemi töö olenevus elektrienergia olemasolust ja keerukam ehitus kui loomuliku tsirkulatsiooniga süsteemidel.

§ 15. Aurukütte- ja auru-vesiküttesüsteemid

Söödatsehhide, piima töötlemise ja teiste tootmisruumide kütmisel kasutatakse tihti soojuskandjana auru. Kõrge temperatuuri ja intensiivse soojusülekande tõttu kondenseeruvalt aurult küttekeha seintele võib selles süsteemis küttekehade soojenduspind olla tunduvalt väiksem kui vesikütte puhul.

Eriti sobiv on auruküte siis, kui küttesüsteem on pikk. Auru töörõhul 0,2 at võib küttesüsteemi pikkus olla kuni 300 m.

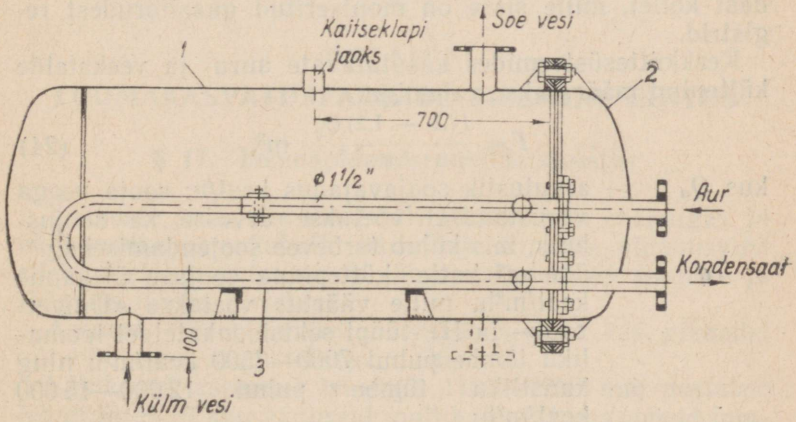
Madalrõhuga auruküttesüsteemides kasutatakse enamikul juhtudel ülemist jaotust koos nn. kondensaadi katkestatud tagasivooluga (joon. 23). Sel juhul kondensaat voolab kogumispaaki, kust ta pumbatakse katlasse.



Joon. 23. Kondensaadi tagasivoolu skeem katkestatud auruküttesüsteemi puhul:
1 — pump; *2* — õhu väljalasketoru; *3* — kondensaadi paak; *4* — katel

Et pumba peatamisel vesi ei voolaks katlast välja, paigaldatakse pumba ette tagasilöögiklapp, mis laseb vett läbi ainult katla suunas.

Loomadele määratud ruumides ja kohtades, kus alaliselt viibivad inimesed ning auru ei soovitata kasutada,



Joon. 24. Mahukas horisontaalne veesoojendi «Energia»:
1 — korpus; *2* — lahtivõetav põhi; *3* — aurutoru

ehitatakse tavaliselt nn. auru-vesiküttesüsteemid. Nimetatud süsteemis kasutatakse vee soojendamiseks auru, mis selleks otstarbeks juhitakse auru-veesoojendisse — boilerisse. Joonisel 24 on näidatud ühe enamlevinud horisontaalse veesoojendi «Energia» skeem. Neid valmistatakse soojenduspinnaga 1,118 kuni 10,5 m^2 ning eristatakse numbritega.

Boilerite arvutamisel võetakse soojuse ülekande tegur aurult veele tavaliselt 700 kcal/m^2h kraad.

§ 16. Keskküttekatlad ja aurujõuseadmed

Keskkütte soojusgeneraatoriteks kasutatakse spetsiaalseid madalrõhu malm- või teraskatlaid.

Madalasordiliste kütuste põletamiseks sobivad loomakasvatusfarmidesse kõige enam «Universaal»-tüüpi malmkatlad ja teraskatlad HP-18, KB-200 ning KB-300. Antratsiidi või vähesel hulgal lenduvaid produkte sisaldava kivisõe põletamisel võib kasutada sisemiste küttekolletega НБ- ja НМ-tüüpi malmist sektsioonkatlaid.

Mõnedes farmides kasutatakse kütmiseks agregaatide ЗК-1 ja ЗК-0,5 aurukatlaid ja lihtsaid veesoojenduskatlaid, mis on valmistatud kohapeal.

Lihtne soojusgeneraator on zootehnik Pavlenko poolt konstrueeritud veetorukatel (joon. 25). Katel kujutab endast kollet, mille sisse on monteeritud gaasitorudest registrid.

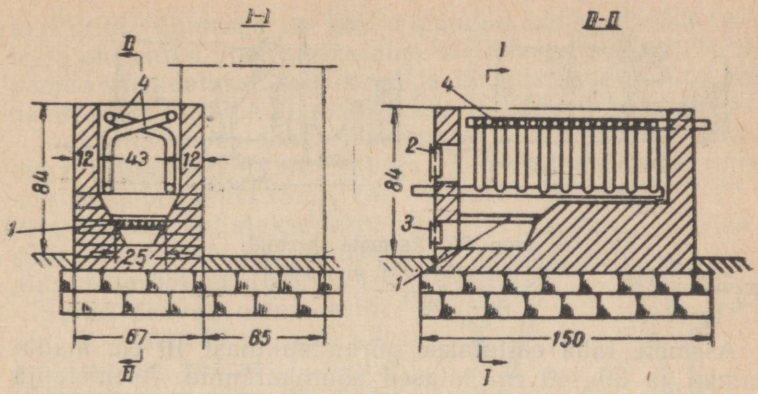
Keskküttesüsteemides kasutatavate auru- ja veekatelde küttepind määratakse valemiga:

$$F = \frac{(1{,}1 - 1{,}2)\,Q_a}{q} \text{ m}^2, \qquad (24)$$

kus Q_a — arvutuslik soojavajadus kcal/h; sooja veega varustamisel võetakse arvesse ka soojushulk, mis kulub tarbevee soojendamiseks;

q — ühe m^2 katla küttepinna soojuse ülekanne kcal/m^2h, mille väärtus võetakse «Universaal»- ja HP-tüüpi sektsioonkateldel loomuliku tõmbe puhul 7000—7500 kcal/m^2h ning kunstliku tõmbe puhul 12 000—15 000 kcal/m^2h;

1,1—1,2 — tegur, mis arvestab soojuskadu mitteköetavates ruumides paiknevast torustikust.



Joon. 25. Kombineeritud katel-pliit keskküte jaoks:
1 — kütterest; *2* — kütteuks; *3* — tuharuumi uks; *4* — gaasitorudest kollektor

Küttesüsteemi töö kindlustamiseks on soovitav paigaldada vähemalt kaks katelt.

Küttesüsteemi tööle avaldab olulist mõju torustiku ristlõige. Torustiku arvutamise metoodika on toodud osas «Loomakasvatusfarmide ja karjamaade veevarustuse mehhaniseerimine».

III PEATÜKK

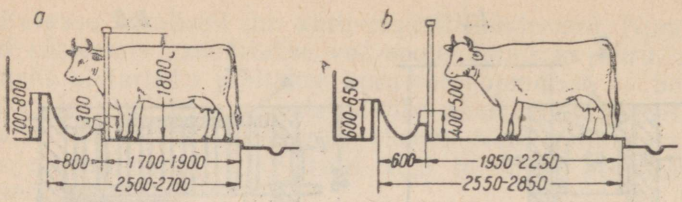
LOOMAKASVATUSFARMIDE SISEMINE EHITUS

§ 17. Loomapidamisruumide sisustus

Loomade pidamine lõastatult asemetel on ebamugav ja ökonoomika seisukohalt ebasoodus. Et seda pidamisviisi siiski veel kasutatakse, on järgnevalt toodud asemete ja lõõgade lühike kirjeldus.

Asemed. Lõaspidamisel peetakse veiseid kas pikkadel või lühikestel asemetel (joon. 26).

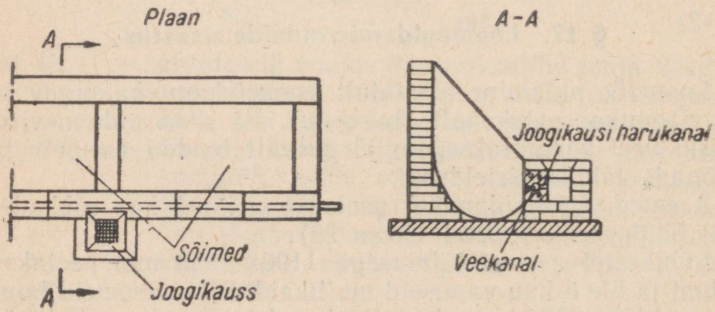
Lühikestel asemetel laiusega 1100—1200 mm peetakse lehmi ja üle 6 kuu vanuseid mullikaid. Pikki asemeid laiusega 1200—1500 mm kasutatakse kõrgetoodanguliste ja tiinete lehmade ning pullide pidamisel.



Joon. 26. Asemete skeemid:
a — lühikesed; *b* — pikad

Asemete taha ehitatakse põrandapinnast 10 cm madalamad ja 30—40 cm laiused sõnnikurennid. Asemete ja sõnnikurennide kalle on 0,015—0,02 sõime poolt virtsarenni poole. Asemete eesmises osas on tavaliselt puidust või metalltorudest raamistik, kuhu kinnitatakse lõad, veetorud ja vaakuumtorustik.

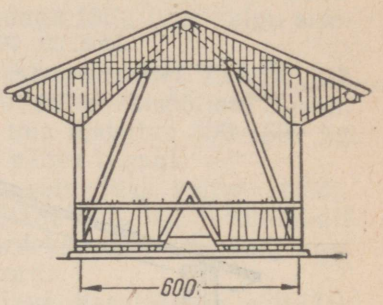
Sõimed valmistatakse puidust, tellistest, kivist või betoonist. Tellis- või betoonsõimedel on olulisi eeliseid võrreldes puitsõimedega: nad on vastupidavamad, hügieenilisemad, tulekindlamad ja paljudel juhtudel odavamad. Viimasel ajal on Brjanski oblasti kolhooside ja sovhooside eeskujul hakatud laialdaselt kasutama tellis- ja betoonsõimi, millesse on sisse ehitatud automaatjootja kausid (joon. 27). Jootjad töötavad ühendatud anumate põhimõttel, vee tasapinda reguleeritakse spetsiaalsesse paaki paigutatud ujukklapiga. Vee juhtimiseks joogikaussidesse on sõime seina sisse ehitatud betoneeritud kanalid või



Joon. 27. Tellistest sõimed koos joogikaussidega

puittorud. Viimased on kokku pandud kahest latist, millesse on tehtud poolringikujulise ristlõikega sooned. Torupooled tihendatakse suurikuga ja ühendatakse poltide või naeltega. Väljastpoolt määritakse liitekohad gudrooniga.

Loomade vabapidamisel kasutatakse heina jaoks võredega isesöötjaid (varbesid) ja mahlakate söötade ning silo jaoks betoonist sõimi. Jalutusõuedele ehitatakse koresööda jaoks lahtised katusealused-isesöötjad (joon. 28).

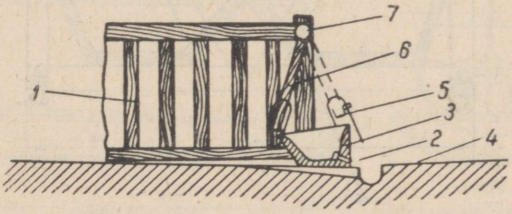


Joon. 28. Heina katusealuse-automaatsöötja skeem

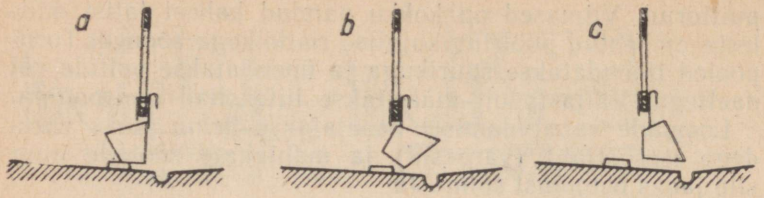
Sulud peavad olema sellised, et sead võiksid neis vabalt ümber pöörata, rahulikult puhata ja süüa. Nuumiksigala grupisulu pindala arvestatakse 0,75—1,5 m² ühe sea kohta. Emiste sigalates tehakse individuaalsulud põrsastega emistele pindalaga 5—6 m²; tiinete emiste sulgude pind võib olla 3—5 m².

Sigade vabapidamisel arvestatakse ühe looma kohta 0,35—0,50 m² sulu pinda ja 0,7—0,8 m² jalutusaeda. Üks söötmiskoht nähakse ette 5—6 seale. Olenevalt sigade vanusest peab söötmisfront olema 30—50 cm ühe looma kohta.

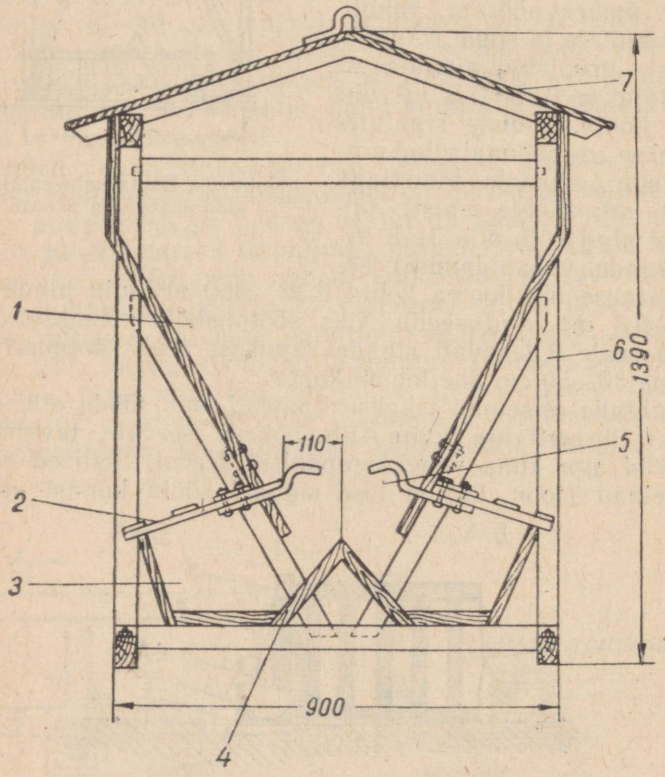
Sulgude esiseinad tehakse liikuvad, mis sööda etteandmisel fikseeritakse küna sulupoolsele servale, tavaliselt asuvad aga küna vahekäigupoolsel serval. Sellised sulu esiseinad (joon. 29) ei lase sigadel sööta künast välja



Joon. 29. Pööratava kaldseinaga sulg:
1 — põikvahesein; *2* — ava pesuvee väljalaskmiseks; *3* — küna; *4* — vahekäik; *5* — tugikahvel; *6* — kaldsein; *7* — kaldseina pöörlemistelg



Joon. 30. Pööratav küna:
a — küna asend sigade söötmisel; *b* — sööda etteandmisel; *c* — pesemisel



Joon. 31. F. I. Tretjakovi konstrueeritud sigade kahepoolse automaatsöötja skeem:
1 — punker; *2* — söödaküna kaas; *3* — küna; *4* — jagaja; *5* — kobestaja; *6* — automaatsöötja raam; *7* — punkri kaas

loopida ega esiseinale ronida. Peale selle laieneb sulgudevaheline käik ja muutub kergemaks künade täitmine.

Peale massiivsete statsionaarsete künade, mis enamasti valmistatakse betoonist, kasutatakse ka kantavaid, väljatõmmatavaid ja pööratavaid künasid, mis on tehtud puidust, tsinkplekist või valatud malmist.

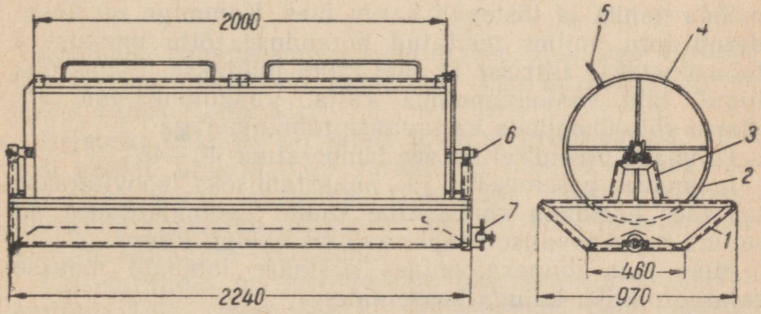
Laialt on levinud pööratavad künad (joon. 30). Selliseid künasid võib pesta või söödaga täita ilma sulgu sisenemata.

Automaatsöötjad. Loomade vabapidamisel kasutatakse kuivade söötade etteandmiseks automaatsöötjaid (joon. 31). Niisuguse söötja punkrit, mis mahutab 500—600 kg sööta, täidetakse üks kord 5—6 päeva tagant.

Poltaava oblasti sovhocsides võimaldas automaatsöötjate kasutamine vähendada söötade kulu 8,35 söötühikult kuni 6,5 söötühikuni 1 kg juurdekasvu kohta, kusjuures üldine tööjõukulu väheneb 2,5 korda.

Sigade söötmiseks vedelsöödaga kasutatakse paljudes majandites vaakuumsöötjaid (joon. 32).

Silindriline punker *2* täidetakse vedelsöödaga, suletakse lükatava kaanega *4* ja pööratakse nii, et ava jääb allapoole. Seejärel tõmmatakse kaas ära ja sööt valgub künasse. Kui küna täitub $^2/_3$-ni mahust, suleb sööt õhu juurdepääsu punkrisse ja sööda valgumine künasse lakkab. Sedamööda kuidas sead söövad, langeb sööda tasapind künas, õhk pääseb punkrisse ja sööta valgub künasse juurde.



Joon. 32. Vaakuumsöötja:
1 — küna; *2* — silindriline punker; *3* — punkri tugi; *4* — kaas; *5* — kaane käepide; *6* — pöörlemistelg; *7* — luuk pesuvee väljalaskmiseks

Nii töötavad vaakuumsöötjad ühendatud anumate põhimõttel, kus atmosfääri rõhk tasakaalustab sööda tasapinnad.

Viimasel ajal on hakanud levima pirnikujulise punkriga vaakuumsöötjad, sest sellest voolab sööt paremini välja.

Lõad. Lõaspidamisel on veised asemetele lõõgadega kinnitatud. Lõastatud loom saab vabalt pead liigutada, tõusta, magama heita, sõimest süüa ja juua. Sealjuures peab lõõg veisel takistama asemele risti magama heitmist, jalgadega virtsarenni või sõime ronimist ning sööda sõimest väljaloopimist.

Lõad peavad olema küllalt tugevad ja võimaldama loomi kergesti lõastada ja lõast vabastada. Lõastamise ja lõast vabastamise viisi järgi liigitatakse lõad individuaal- ja grupilõõgadeks; loomade aseme külge kinnitamise viisi järgi — vabadeks ja lühikesteks ehk vertikaalseteks lõõgadeks, mis tunduvalt piiravad veiste pöördumist asemel.

Grupilõad võimaldavad kuni 25 looma korraga automaatselt lõastada ja lõast vabastada. Kahel töötajal kulub 100 looma lõastamiseks 4 minutit ja lõast vabastamiseks 2 minutit.

Kuna veiste lõaspidamine ei ole ökonoomne, on kolhoosides ja sovhoosides laialdaselt üle mindud veiste vabapidamisele.

Loomade pesemise ja puhastamise seadmed. Loomade kuivpuhastamiseks porist, tolmust ja kõõmast võib kasutada vaakuumkamme. Kammimisel libisevad kammi piid mööda nahka ja tõstavad karva üles. Kammiga on ühendatud toru, milles tekitatud hõrenduse tõttu mustus ja tolm imetakse filtrisse ja seal kinni püütakse. Puhas õhk liigub läbi vaakuumpumba välja. Vaakuumkamme või -harju võib ühendada ka tavalise tolmuimejaga.

Loomade pesemisel on vee temperatuur 40—45°.

Loomade pesemiseks ja puhastamiseks soovitatakse lautades eraldada spetsiaalne ruum. Lehmalautades on selline ruum tavaliselt lüpsisaali sissekäigu juures.

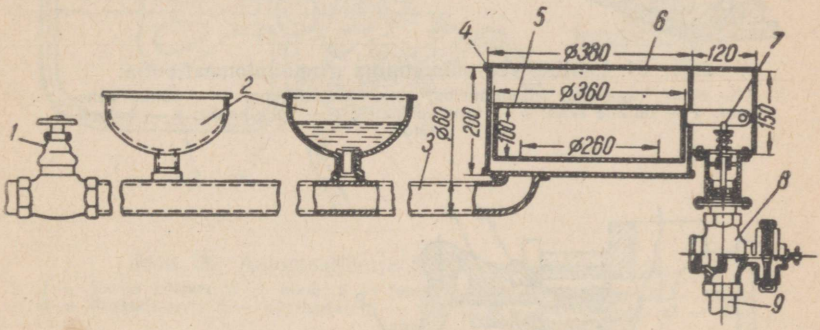
Meie maa lõunarajoonides pestakse lambaid maasse rajatud pikliku kujuga basseinides.

Asemeid, sõimi ja künasid pestakse joatorudega vooliku abil, mis ühendatakse veevarustusvõrguga.

§ 18. Automaatjootjad

Automaatjootjatest võivad loomad juua vastavalt tarvidusele. Spetsiaalsed uurimused on näidanud, et automaatjootjate kasutuselevõtmisel veisefarmides suureneb piimatoodang 10—15% võrra. Peale selle väheneb automaatjootmisel tunduvalt tööjõukulu ja paranevad loomapidamise sanitaar-hügieenilised tingimused.

Töötamispõhimõtte järgi eristatakse vaakuum- ja klappjootjaid. Viimased omakorda jaotatakse ujuk- ja pedaaljootjateks.

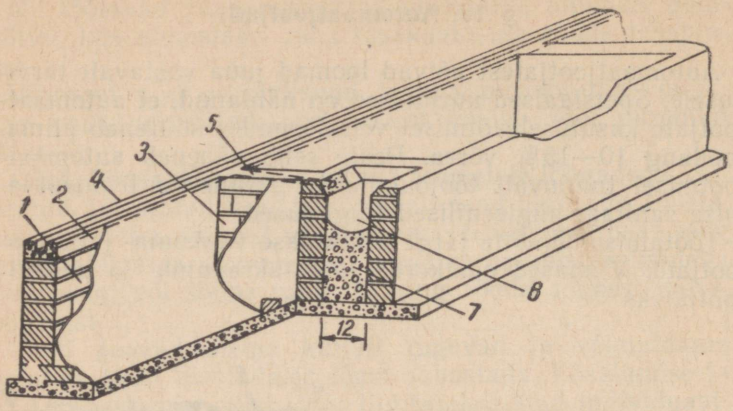


Joon. 33. Ujukiga grupi-automaatjootja ВНИИМЭСХ skeem:
1 — ventiil; *2* — joogikausid; *3* — torustik; *4* — ujukikamber; *5* — ujuk; *6* — kambri kaas; *7* — vee sisselaskeklapp; *8* — automaatne surveregulaator; *9* — torustik veeallikast

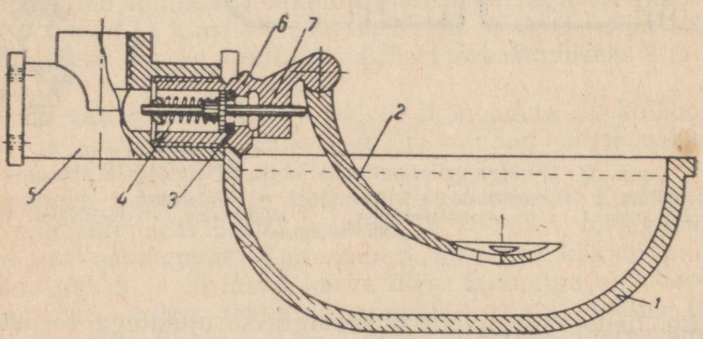
Loomade vabapidamisel kasutatakse ujukitega varustatud klappseadmeid vee tasapinna reguleerimiseks grupijootja künas (joon. 33).

Brjanski oblastis on laialt levinud grupijootjad, kuhu vesi voolab ujuk-klapiga varustatud paagist mööda lahtist renni sõime tagaseinas (joon. 34). Niisugune konstruktsioon vähendab mõnevõrra metalli kulu ja automaatjootjate ehitamise maksumust.

Veisefarmides on levinud ühe joogikausiga automaatjootjad ПА-1 (joon. 35) ja samasugused kahe kausiga jootjad ПА-2. Automaatjootja klapimehhanism koosneb korpusest *6*, taldrikklapist *7*, kummitihendist *3* ja klapivedrust *4*. Kui suruda kausis olevale hoovale *2*, eemaldub



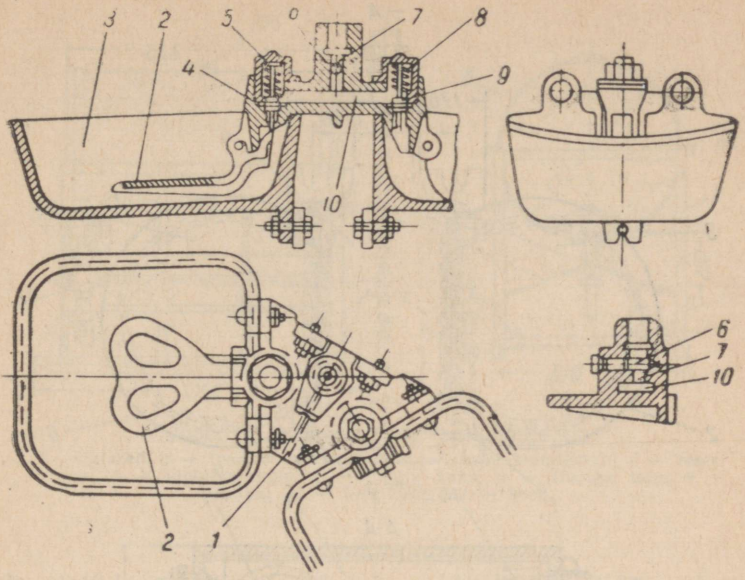
Joon. 34. Lahtise veevoolurenniga grupi-automaatjootja:
1 — sõime tagaseina tellismüüritis; *2* — tsementkrohv; *3* — sõime vahesein; *4* — lahtine renn; *5* — kinnine kanal; *6* — joogikauss; *7* — betoontäidis



Joon. 35. Automaatjootja ПА-1:
1 — joogikauss; *2* — hoob; *3* — kummitihend; *4* — vedru; *5* — kere; *6* — klapikorpus; *7* — klapp

klapp pesast, vesi voolab tekkinud pilu kaudu ringkanalisse ja läbi väljavooluava joogikaussi.

Klappjootjate normaalseks tööks peab veevõrgusurve olema umbes 0,5 atü. Liiga suure surve vähendamiseks on moderniseeritud automaatjootjad ПА-2 (joon. 36) varustatud drosselklapiga.



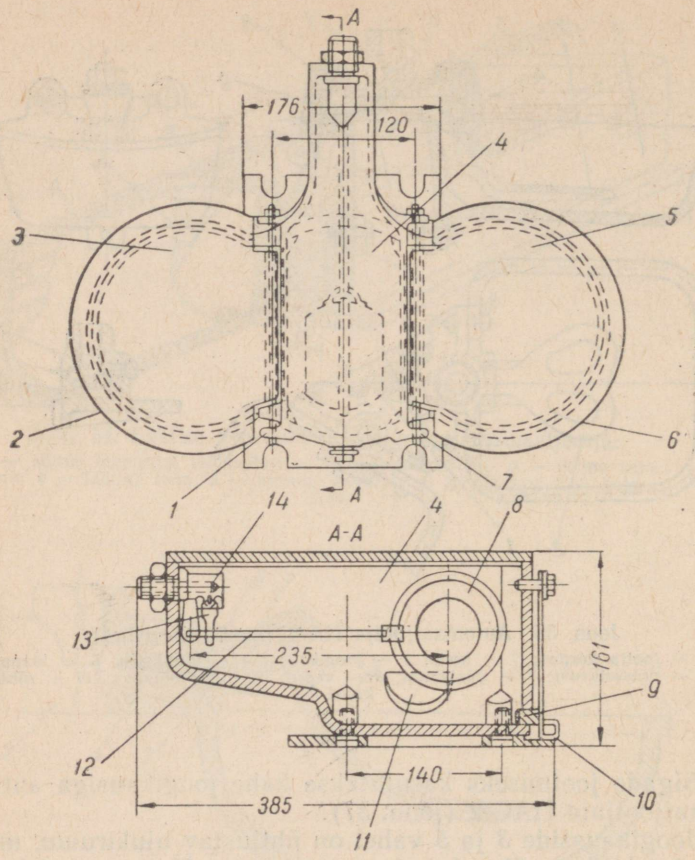
Joon. 36. Automaatjootja ПА-2 (moderniseeritud):
1 — jootja korpus; *2* — hoob; *3* — joogikauss; *4* — klapikarp; 5 — klapp; *6* — drosselkruvi; *7* — püstkanal; *8* — vedru; *9* — ülevooluava; *10* — rõhtkanal

Sigade jootmiseks kasutatakse kahe joogikausiga automaatjootjaid ПАС-2 (joon. 37).

Joogikausside *3* ja *5* vahel on ühtlustav ujukiruum, mis on kaussidega ühendatud avade kaudu. Veetasapind hoitakse pidevalt samal kõrgusel kerakujulise ujuki *8* abil, mis hoova *12* kaudu avab või suleb nõelklapi *13*. Mustuse sissesattumise vältimiseks on joogikausid kaetud metallkaantega *2* ja *6*. Et loomad saaksid kaant tõsta, ulatub see 10 mm võrra üle kausi ääre.

Sigade pidamisel laagris või ruumides, kus puudub veevarustus, kasutatakse vaakuumautomaatjootjat, mille skeem on esitatud joonisel 38.

Automaatjootja reservuaari täitmiseks veega suletakse kraan *9* ja avatakse kork *11*. Siis kallatakse lehtri kaudu vesi reservuaari, keeratakse kork peale ja avatakse torustiku kraan, mille kaudu vesi voolab joogikünasse *10*. Vee-

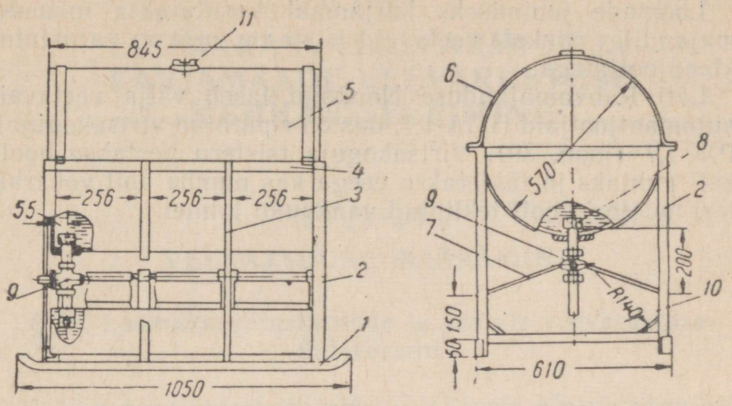


Joon. 37. Automaatjootja ПАС-2:

1 ja *7* — kaante teljed; *2* ja *6* — joogikausside kaaned; *3* ja *5* — joogikausid; *4* — ujukiruum; *8* — ujuk; *9* — kumm.kork; *10* — lehtvedru; *11* — ujukiruumi aken; *12* — hoob; *13* — nõelklapp; *14* — nurgik

vool künasse katkeb niipea, kui torude avad kattuvad veega. Kui veetase künas alaneb, avanevad torude otsad ja vesi hakkab uuesti künasse voolama.

Sigade grupiviisilisel pidamisel kasutatakse jootjaid ATC-24. Viimane koosneb tsisternist, kahest künast ja vaakuumseadmest. Vesi juhitakse veetorustikust tsisterni



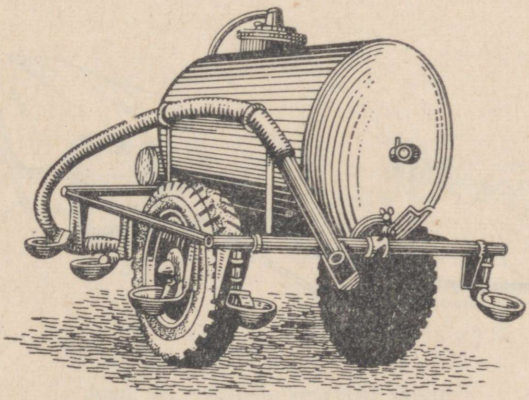
Joon. 38. Liikuv sigade vaakuumjootja:

1 — jalased; *2* — toed; *3* — vahesein; *4* — raami kinnituslatt; *5* — reservuaar; *6* — kinnitusrangid; *7* — jootja kaas; *8* — filtriga toru; *9* — kraan; *10* — joogiküna; *11* — kork

ja sealt torusid kaudu künadesse. Jootjal on 2 küna, kummaski 12 joogikohta.

Talviseks kasutamiseks komplekteeritakse jootja elektrisoojendiga.

Tsisterni maht on 3,1 m³. Üks jootja võimaldab joota 500 siga.



Joon. 39. Liikuv automaatjootja ППА-1,7

Loomade jootmiseks karjamaal kasutatakse mõnedes majandites edukalt veetavaid tsisterne, mis on varustatud klappjootjatega.

Läti Rahvamajanduse Nõukogu laseb välja veetavaid automaatjootjaid ППА-1,7, mis on riputatud virtsakogujale РЖ-1,7 (joon. 39). Virtsakoguja tsistern pestakse hoolikalt puhtaks ja täidetakse veega kas pumba abil või traktori mootori poolt tekitatud vaakuumi toimel.

II OSA

LOOMAKASVATUSFARMIDE JA KARJAMAADE VEEVARUSTUSE MEHHANISEERIMINE

IV PEATÜKK

VEEVAJADUSE MÄÄRAMINE

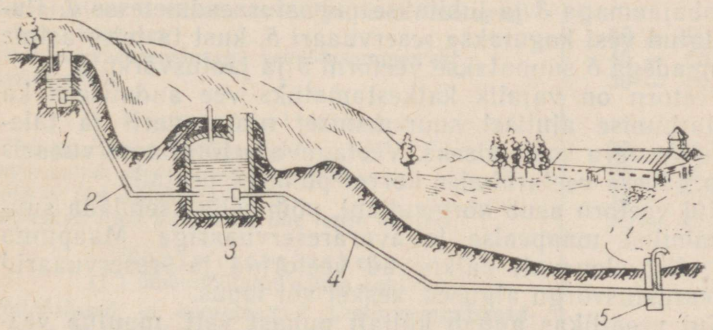
§ 19. Loomakasvatusfarmide ja asulate veevarustuse üldskeemid

Veevarustussüsteemiks ehk veevärgiks nimetatakse ehitiste ja seadmete komplekti vee võtmiseks, töötlemiseks ja tarbimiskohale juhtimiseks.

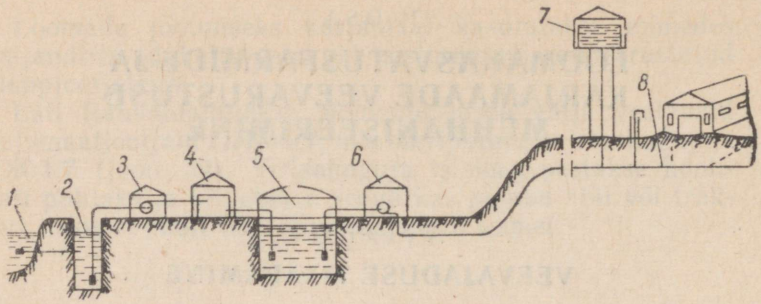
Olenevalt otstarbest jaotatakse veevarustussüsteemid majandus-joogiveevarustuseks, tootmisotstarbeliseks ja tuletõrje-veevarustuseks. Maal ehitatakse tavaliselt ühtne majandus- ja tuletõrje-veevarustus, kust võetakse vett ka tootmisvajadusteks.

Vee liikumapanemise viisi järgi torustikus eristatakse loomuliku survega ehk isevoolu- ja mehaanilise survega veevarustussüsteeme.

Isevoolu-veevarustussüsteemis (joon. 40) asub veeallikas tarbijast kõrgemal. Vesi liigub isevoolu teel kogumis-



Joon. 40. Isevoolu-veevärgi skeem:
1 — veeallikas—kaptaažkaev; *2* — juurdevoolutorustik; *3* — kogumisreservuaar; *4* — jaotusvõrk; *5* — veevõtusammas



Joon. 41. Lahtise veeallikaga veevarustussüsteemi skeem:
1 — veeallikas; *2* — kaldakaev; *3* — esimese astme pumbajaam; *4* — puhastusseadmed; *5* — puhta vee reservuaar; *6* — teise astme pumbajaam; *7* — veetorn; *8* — jaotusvõrk

reservuaaridesse ja nendest samuti isevoolu teel veevõtupunktidesse.

Surve-veevarustuses kasutatakse vee tõstmiseks ja vajaliku surve tekitamiseks veetõstukeid. Enamikul juhtudel toidetakse selliseid veevarustusi tarbimiskohtadest madalamal paiknevatest veeallikatest.

Vett võetakse lahtistest ehk pinnapealsetest allikatest (jõgedest, järvedest, kanalitest, kunstlikest veekogudest) ja kinnistest ehk maa-alustest allikatest.

Vee võtmiseks kinnistest allikatest ehitatakse šaht- ja puurkaevud või kasutatakse ka looduslikke allikaid.

Joonisel 41 on kujutatud lahtisest allikast toidetava surve-veevarustuse skeem. Allikast läheb vesi isevoolu teel kaldakaevu *2*, kust pumbatakse ära esimese astme pumbajaamaga *3* ja juhitakse puhastusseadmetesse *4*. Puhastatud vesi kogutakse reservuaari *5*, kust ta teise astme pumpadega *6* suunatakse veetorni *5* ja jaotusvõrku *8*.

Veetorn on vajalik katkestamatuks vee andmiseks ka veetarbimise ajutisel suurenemisel ning avarii ja tuletõrje veevaru soetamiseks. Veetagavara tõttu reservuaaris võib vähese veetarbimise korral pumbad peatada.

Kui veetorn asub kõrgendikul, võib selle asendada suuremahulise maapealse tagavarareservuaariga. Maapinna reljeefist olenevalt paiknevad veetornid ja -reservuaarid veevarustusvõrgu alguses, keskel või lõpus.

Kui veeallikas annab küllalt puhast vett, muutub veevarustuse skeem märksa lihtsamaks. Sel juhul puhastusseadmeid ja teise astme pumbajaama ei ehitata ning vesi antakse allikast otse võrku.

§ 20. Farmide ja karjamaade veetarbimisnormid

Veekulu farmides ja karjamaadel oleneb loomaliigist, nende hulgast ja tootmisprotsesside mehhaniseerimise tasemest. Veetarbimise arvutamisel võetakse arvesse ka lähedalasuva elanikkonna ja väikeste põllumajanduslike ettevõtete veevajadust. Alati tuleb veetarbijate hulga määramisel arvesse võtta ka kolhoosi, sovhoosi või asula arengu perspektiivplaani lähemaks viieks aastaks või veelgi pikemaks tähtajaks. Veekulu määramiseks majandus-joogivee, tootmise ja tuletõrje vajadusteks kasutatakse veetarbimisnorme.

Veetarbimisnormiks nimetatakse tarbija poolt ajaühikus või toodanguühiku saamiseks kulutatud vee hulka.

Veetarbimise arvutustes lähtutakse ööpäeva keskmisest veevajadusest, mis on määratud aastas tarbitud veehulga keskmise näitajana 1 ööpäeva kohta.

Tabelis 10 on toodud veetarbimisnormid mitmesugustele tootmis- ja elamu-kommunaalsektori tarbijatele ning tabelis 11 — loomakasvatusfarmide veetarbimisnormid.

Tabel 10

Veetarbimisnormid elamu-kommunaal- ja tootmissektoris

Tarbija nimetus	Veekulu l/ööpäevas
Ühe inimese kohta	
Veevarustuse, kanalisatsiooni ja vannidega (puidu-küttega vanniahjud) hoonetes	90 — 120
Veevarustuse ja kanalisatsiooniga, kuid ilma vannideta hoonetes	80 — 90
Asulates, veevarustusega veevõtusammastest . . .	40 — 50
Karjamaadel	30 — 40
Kommunaaltarbeks	
Külasaun, ühe külastaja kohta	75 — 100
Duširuumid, ühe külastaja kohta	60 — 80
Söökla, ühe külastaja kohta	18 — 25
Lasteaiad ilma duššideta, ühe lapse kohta	50 — 75
Tootmisotstarbeks (1 l ümbertöötatud piima kohta)	
Võitööstused ja koorejaamad pastöriseerimisseadmete ja käsitsi töötlemisega	5 — 8
Võitööstused ilma pastöriseerimisseadmete ja käsitsi töötlemiseta	3 — 5
Lokomobiilid 1 hj kohta	15 — 20

Loomakasvatusfarmide ja karjamaade keskmised ööpäevased veetarbimisnormid

Tarbija nimetus	Veekulu ühe looma kohta l/ööpäevas			
	farmides		karjamaadel	
	veevarustusega	ilma veevarustuseta	küllaldaste veeressursside olemasolu korral	rändkarjamaade poolkõrbelistes rajoonides
Veised				
Lüpsilehmad:				
käsitsilüpsil	90	70	60—70	50—60
masinalüpsil	115	95	—	—
Mitte lüpsilehmad	60	50	50	45
Vasikad	35	30	—	—
Härjad	30	25	30	25
Hobused				
Ratsa- ja tööhobused	50	40	50	40
Imetavad märad	75	75	—	—
Noorhobused	40	40	35	30
Sead				
Põrsastega emised	100	75	40—50	—
Kuldid	45	40	30	—
Noorsead	25	12	12	—
Nuumikud	22	10	—	—
Lambad ja kitsed	8—12	6—8	6—8	3
Linnud				
Kanad, kalkunid, pardid, haned	0,5—1,25	0,5—1,0	—	—

Loomakasvatusfarmide veetarbimisnormides on võetud arvesse veekulu söötade ettevalmistamiseks, jootmiseks, loomade pesemiseks ja ujutamiseks, ruumide koristamiseks, sõimede, künade ja nõude pesemiseks.

Veekulu tulekahju kustutamiseks farmis oleneb hoone mahust ja tulekindlusest ning võetakse: üle 300-pealise veisekarja puhul — 2,5 l/s; 300—500-pealise karja puhul — 5 l/s; üle 500-pealise karja puhul 7 l/s. Kuni 1000 elanikuga asulatele arvestatakse tuletõrje veekulu 5 l/s. Veetagavara peab võimaldama tulekahju katkestamatu kustutamise 2—3 tunni jooksul.

Loomakasvatusfarmide ja väikeste asulate jaoks on lubatud ehitada tuletõrje veemahutid või -reservuaarid, kust võetakse vett mootorpumpade või tuletõrjeautodega. Sel juhul arvestatakse veevaru tuletõrje otstarbeks nii suur, et see võimaldaks tulekahju kustutamist 10 min. jooksul ning eeldatakse, et veekulu muudeks vajadusteks on samal ajal maksimaalne.

§ 21. Ööpäevase ja tunnise veekulu määramine

Veevarustusseadmete läbilaskevõime peab olema küllaldane maksimaalse veevajaduse rahuldamiseks ükskõik millisel ajal ööpäevas või aastas. Neil juhtudel, kui pole võimalik täpselt määrata veetarbimise kõikumist, kasutatakse arvutustes nn. tarbimise ebaühtluse tegurit, mis on leitud veevarustusvõrkude töö pikaajalise uurimise põhjal.

Ööpäevase veetarbimise ebaühtluse teguriks $A_{ööp}$ nimetatakse suurima veetarbimise päevade ööpäevase veekulu ja aasta keskmise ööpäevase veekulu suhet. Tunnise veetarbimise ebaühtluse teguriks A_{tunnis} nimetatakse ööpäeva maksimaalse tunnise veetarbimise ja sama ööpäeva keskmise tunnise veetarbimise suhet.

Veetarbimise ebaühtluse tegurite väärtused on toodud tabelis 12.

Tabel 12

Ööpäevase ja tunnise veetarbimise ebaühtluse tegurid

Tarbija nimetus	Ööpäevane veetarbimise ebaühtluse tegur $A_{ööp}$	Tunnise veetarbimise ebaühtluse tegur A_{tunnis}
Kommunaalsektor	1,3	1,5—2
Loomakasvatusfarmid:		
automaatjootjatega	1,3	2 —2,5
automaatjootjateta	1,3	4
Loomad karjamaal	—	5

Veevarustusvõrkude ööpäevase veekulu arvutamisel summeeritakse üksikute objektide veekulud, arvestades sealjuures ööpäevast ebaühtluse tegurit:

$$G_{\text{ööp max}} = N_1 G_1 A_{1\,\text{ööp}} + N_2 G_2 A_{2\,\text{ööp}} + \ldots$$
$$\ldots + N_n G_n A_{n\,\text{ööp}} \qquad (25)$$

$$\text{või } G_{\text{ööp max}} = \sum_1^n N_i G_i A_{i\,\text{ööp}} \text{ m}^3/\text{ööp},$$

kus $G_{\text{ööp max}}$ — maksimaalne veekulu ööpäevas;
$N_1, N_2 \ldots N_n$ — ühesuguse veetarbimisega objektide arv;
$G_1, G_2 \ldots G_n$ — keskmised ööpäevased veekulu normid;
$A_{1\,\text{ööp}}, A_{2\,\text{ööp}} \ldots A_{n\,\text{ööp}}$ — üksikute objektide veetarbimise ebaühtluse tegurid.

Veevarustusvõrkude arvutamiseks ning pumpade ja reguleerivate mahutite valikuks on vaja teada veekulu jaotust ööpäevas või maksimaalset tunni veekulu. Viimane võib tunduvalt erineda keskmisest tunnikulust.

Veetarbimise tunnigraafiku puudumise korral leitakse maksimaalne tunnikulu valemiga:

$$G_{\text{tunnis max}} = \frac{N_1 G_1 A_{1\,\text{ööp}} A_{1\,\text{tunnis}}}{24} + \frac{N_2 G_2 A_{2\,\text{ööp}} A_{2\,\text{tunnis}}}{24} + \ldots$$
$$\ldots + \frac{N_n G_n A_{n\,\text{ööp}} A_{n\,\text{tunnis}}}{24}, \qquad (26)$$

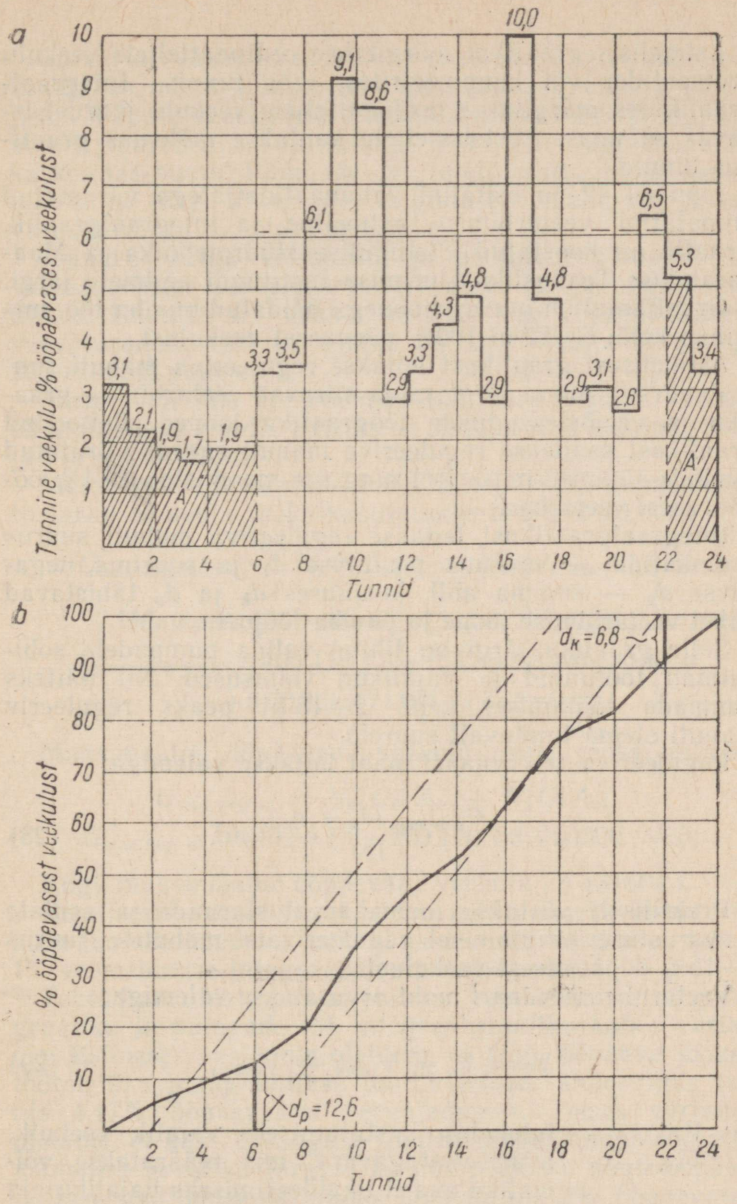
$$\text{või } G_{\text{tunnis max}} = \frac{\sum_1^n N_i G_i A_{i\,\text{ööp}} A_{i\,\text{tunnis}}}{24} \text{ m}^3/\text{h}. \qquad (27)$$

Juhul kui kasutatakse maksimaalselt ööpäevast veetarbimise normi, jäetakse tegur $A_{\text{ööp}}$ eeltoodud valemist välja.

§ 22. Survereservuaaride mahu ja veetõsteseadmete tootlikkuse arvutamine

Veetarbimise tunduv ebaühtlus ööpäevas kompenseeritakse reguleerivate mahutitega — veetornide või maapealsete reservuaaridega. Reguleerivatesse mahutitesse kogutakse vajalik veetagavara maksimaalse tarbimise, pumbajaama seisakute ja tulekahju kustutamise ajaks.

Reguleerivate reservuaaride mahu leidmiseks on sobiv kasutada veetarbimise graafikuid, mis on ühte sobitatud pumba töögraafikuga. Neid võib koostada kas astmeliste või integraalgraafikutena.



Joon. 42. Veetarbimise ja pumpade töö graafikud:
a — astmeline graafik; *b* — integraalgraafik

Astmelisel graafikul märgitakse ordinaatteljele veekulu protsentides või kuupmeetrites igas tunnis. Integraalgraafikutes märgitakse ordinaatteljele veekulu juurdekasvavas summas. Abstsissteljele kantakse mõlemas graafikus tunnid.

Joonisel 42 on esitatud automaatjootjatega varustatud piimafarmi veetarbimise astmeline ja integraalgraafik. Graafik on koostatud Üleliidulise Hüdrotehnika ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi andmete järgi.

Graafikutel on punktiirjoonega näidatud pumba töö, mis annab kella 6—22-ni 100% päevasest veekulust.

Astmelisest graafikust leitakse reguleeriva mahuti suurus suurima pinna järgi, mida piiravad veetarbimise graafiku ja veetõsteseadmete töögraafiku jooned. Eeltoodud graafikust saadakse reguleeriva mahuti suurus viirutatud pindade summeerimise teel ning see moodustab 19,4% ööpäevasest veetarbest.

Integraalgraafikust leitakse reguleeriva mahuti suurus ordinaatide — suurima positiivse d_k ja suurima negatiivse d_p — summa abil, kusjuures d_k ja d_p tähistavad vahet veetarbimise joone ja pumba tööjoone vahel.

Selle graafiku järgi on lihtne valida pumpadele sobivaimad töötunnid ja vajalikud võimsused. Nii näiteks pumpade töötamisel kella 2—18-ni peaks reguleeriv mahuti olema tunduvalt suurem.

Reguleeriva reservuaari maht leitakse valemiga:

$$V_r = \frac{G_{\text{ööp max}} (d_p + d_k)}{100} \text{ m}^3. \quad (28)$$

Praktiliselt võetakse loomakasvatusfarmide ja asulate veevarustuse arvutamisel reguleerivate mahutite suurus 8—15% ööpäevasest veekulust.

Veetorni reservuaari maht arvutatakse valemiga:

$$V_t = V_r + V_{\text{tulek}} + V_{\text{avar}}, \quad (29)$$

kus V_{tulek} — tulekahju kustutamiseks vajalik veehulk;
V_{avar} — avarii-veetagavara, mis määratakse võimaliku avarii likvideerimiseks vajaliku aja järgi (tuulemootoritega pumpadele võetakse 1,5—2 $V^0_{\text{ööp max}}$).

Surverereservuaaride mõõtmeid saab tunduvalt vähendada kasutades mitut pumpa, mis töötavad astmelise graafiku järgi. Vähese veetarbimise tundidel töötab üks pump, tarbimise suurenemisel lülitatakse tööle teine, aga mõnikord ka kolmas pump. Pumpade arv tuleb valida nende karakteristikute järgi, arvestades tingimust, et pumpade ja veevarustusvõrgu töö oleks kooskõlas.

Näide. Leida veisefarmi ja asulat teenindava veevarustusvõrgu surverereservuaari maht ja pumpade tootlikkus. Elanike arv asulas on 440. Vee võtmine toimub veevõtusammastest ja asulas on saun läbilaskevõimega 200 inimest päevas.

Farmis on 400 lüpsilehma, 164 kuni 6-kuist vasikat, 92 mullikat ja 8 pulli. Farmis on sisse seatud automaatjootjad ja masinalüps.

Maksimaalse ööpäevase veekulu leidmiseks loomakasvatusfarmi ja asula jaoks kasutatakse tabeleid 10, 11 ja 12:

$$G_{\max\ ööp\ farm} = \sum_{1}^{n} N_i G_i A_{i\ ööp} = N_{veis} G_{veis} A_{loom} +$$

$$+ N_v G_v A_{loom} + N_m G_m A_{loom} + N_p G_p A_{loom}. \quad (30)$$

$$G_{\max\ ööp\ farm} = 400.115.1{,}3 + 164.35.1{,}3 + 92.30.1{,}3 +$$

$$+ 8.60.1{,}3 = 71484\ \text{l ööpäevas}.$$

Maksimaalne ööpäevane veekulu asula jaoks leitakse:

$$G_{\max\ ööp\ as} = N_{as} G_{as} A_{as} + N_t G_t A_{as}.$$

$$G_{\max\ ööp\ as} = 440.50.1{,}3 + 200.120.1{,}3 = 60200\ \text{l/ööp}.$$

Kogu maksimaalne ööpäevane veekulu on 131684 l.

Reguleeriva reservuaari mahu määramiseks teeme veekulu jaotuse ööpäeva jooksul ja leiame, kasutades tabelit 13, veetarbimise integraalkõvera ordinaadid.

Tehtud arvutuste põhjal ehitame veetarbimise integraalgraafiku ja pumpade töö integraalgraafiku kahes variandis. Esimeses variandis oletame, et kogu ööpäeva jooksul töötab üks pump ühtlase tootlikkusega, andes igas tunnis 4,17% ööpäevasest veevajadusest. Teises variandis oletame, et kaks ühesuguse tootlikkusega pumpa töötavad astmelise graafiku järgi. Üks pump töötab kogu ööpäeva ühtlase tootlikkusega, andes igas tunnis 3% ööpäevasest veevajadusest, teine lülitatakse sisse kell 7 ja töötab kuni kella 18-ni.

Veetarve ja pumpade tootlikkus
(% ööpäevasest veekulust)

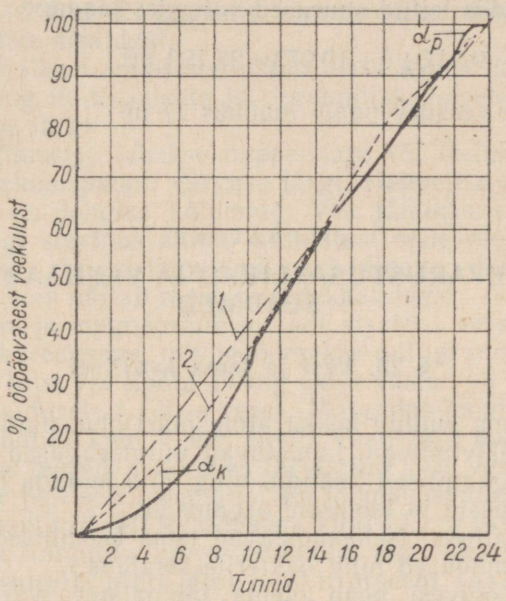
Kellaajad ööpäevas	Asula veetarve tunnis		Loomakasvatusfarmi veetarve tunnis		Integraalkõvera ordinaadid
	% üldisest asula veetarbest	% üldisest veetarbest	% üldisest farmi veetarbest	% üldisest veetarbest	
0— 1	0,75	0,34	3,1	1,70	2,04
1— 2	0,75	0,34	2,1	1,15	3,53
2— 3	1.0	0,45	1,9	1,05	5,03
3— 4	1,0	0,45	1,7	0,93	6,41
4— 5	3,0	1,35	1,9	1,05	8,81
5— 6	5,5	2,48	1,9	1,05	12,34
6— 7	5,5	2,48	3,3	1,81	16,63
7— 8	5,5	2,48	3,5	1,92	21,03
8— 9	4,0	1,80	6,1	3,35	26,18
9—10	4,0	1.8	9,1	5.0	32,98
10—11	6,0	2,70	8 6	4,73	40,41
11—12	8,1	3,60	2,9	1,60	45,61
12—13	8,0	3,60	3,3	1,81	51,02
13—14	6,0	2,70	4,3	2,36	56,08
14—15	5,0	2,25	4,8	2,64	60,97
15—16	5,0	2,25	2,9	1,60	64,82
16—17	4,0	1,80	10.0	5.50	72,18
17—18	4,0	1,80	4.8	2,64	76,56
18—19	6,0	2,70	2.9	1,60	80,86
19—20	6.0	2.70	3,1	1.70	85.26
20—21	5.0	2,25	2,6	1,43	88,94
21—22	3,0	1,35	6,5	3,57	93,86
22—23	2,0	0.9	5 3	2.92	97,68
23—24	1,0	0,45	3,4	1.87	100
	100,0	45,02	100,0	54,98	

Kahe pumba normaalse töötamise korral nende tunnitootlikkus veidi väheneb moodustades 5,5% ööpäevasest veevajadusest. Kella 18-st 20-ni töötavad mõni aeg kaks pumpa koos; nende tootlikkus peab moodustama 3,5% ööpäevasest veevajadusest.

Reguleeriva mahuti arvutamiseks kasutame pumpade astmelise graafiku järgi töötamise varianti, kuna sel juhul on vahe veetarbimise ja pumpade töö integraalkõverate vahel väiksem.

Reguleeriva mahuti suurus leitakse valemi 28 järgi. Graafikust (joon. 43) $d_p = 0{,}68\%$, $d_k = 6{,}3\%$. Paigutades need d_p ja d_k väärtused valemisse saame:

$$V_r = \frac{131684\ (0{,}68 + 6{,}3)}{100} = 9217 \text{ l ehk } 9{,}217 \text{ m}^3.$$



Joon. 43. Veetarbimise ja pumpade töö integraalgraafik:
1 — pumpade ühtlasel töötamisel; *2* — kahe pumba astmelisel töötamisel

Veesurvepaagi üldmaht leitakse võrrandiga:

$$V_ü = V_r + V_{tulek} + V_{avar}. \qquad (31)$$

Puutumatu tuletõrje-veetagavara võtame sellise, et oleks tagatud katkestamatu tulekahju kustutamine 10 min. jooksul üheaegselt kahes kohas üldise veekulu 10 l/s korral:

$$V_{tulek} = \frac{10 \cdot 600}{1\,000} = 6 \text{ m}^3.$$

Avarii-veetagavara määratakse, lähtudes võimalikust vajadusest pumpade peatamiseks kaheks tunniks, järgmiselt:

$$V_{avar} = \frac{2G_{ööp\ max}}{24} = \frac{2 \cdot 131\,684}{24} = 10973 \text{ l ehk } 10{,}973 \text{ m}^3.$$

Asendades leitud suurused valemis, saame:

$$V_ü = 9{,}217 + 6 + 10{,}973 = 26{,}190 \text{ m}^3.$$

Võtame veesurvepaagi mahuks 27 m³.

V PEATÜKK

VEEVARUSTUSALLIKAD JA VEEHAARDESEADMED

§ 23. Vesi ja tema kvaliteet

Vees, mis puutub kokku atmosfääri õhu, pinnase, setete- ja muundkivimitega, lahustuvad mitmesugused mineraalsed ja orgaanilised lisandid ning võib leiduda rohkearvuliselt taimseid ja loomseid organisme.

Vee kvaliteeti iseloomustavad tema keemilised ja füüsikalised omadused ning bakterite sisaldus.

Hea joogivesi peab olema läbipaistev, värvusetu ja vaba haigusttekitavatest pisikutest; peab sisaldama mõõdukal hulgal lahustunud sooli ja tal ei tohi olla kõrvallõhna ega -maitset. Vee läbipaistvus määratakse valgele paberile tõmmatud 1 mm laiuste mustade joonte nähtavuse järgi läbi läbipaistvasse klaassilindrisse valatud vee kihi. Läbipaistvuse astet näitab vee tasapinna kõrgus silindri põhjast cm-tes, mille juures jooned on nähtavad.

Loomakasvatusfarmides on lubatud kasutada vett, milles jooned on näha läbi 5 cm paksuse kihi. Heal joogiveel peab läbipaistvus olema vähemalt 30 cm.

Vee värvus välitingimustes määratakse uuritava ja destilleeritud vee võrdlemise teel. Selleks täidetakse läbipaistvad klaassilindrid 25—30 cm ulatuses üks uuritava ja teine destilleeritud veega ning asetatakse valgele paberile. Kõlblikuks peetakse vaevaltmärgatava värvusega vett. Labo-

ratoorsete uurimiste korral hinnatakse vee värvust spetsiaalsete skaalade järgi, kusjuures värvus ei või ületada 20°.

Lõhn määratakse vett tugevasti loksutades pärast eelnevat kuumutamist suletud kolvis 40—50°-ni. Hea vesi peab olema lõhnata.

Kõrvalmaitse olemasolu selgitatakse pärast vee kuumutamist 15—20°-ni. Ebameeldiv kõrvalmaitse näitab mädanevate ainete sisaldust.

Vee keemilised omadused määratakse temas lahustunud soolade ning mineraalsete ja orgaaniliste hapete koostise ning hulga järgi.

Välitingimustes tehakse happelisuse või leelisuse määr kindlaks lakmuspaberi värvuse järgi. Happelise reaktsiooniga vesi on joogiks kõlbmatu. Vee lämmastikhappe ja ammoniaagi sisaldus annab tunnistust selle reostumisest orgaaniliste ainete lagunemisproduktidega, fosforhappe leidumine vees näitab reostumist fekaalidega.

Kaltsiumi ja magneesiumisoolade sisaldus vees on määratud nn. karedusega, mis mõõdetakse milligramm-ekvivalentides 1 liitri vee kohta (1 mg ekv/l vastab 28 mg lubja (CaO) sisaldusele 1 liitris vees). Majandus-joogivee karedus on lubatud kuni 7 mg ekv/l. Vastavate uurimistega on kindlaks tehtud, et joogiks tarvitatud kare vesi ei mõju kahjulikult tervisele, seepärast on loomakasvatusfarmides lubatud kasutada vett karedusega kuni 14 mg ekv/l.

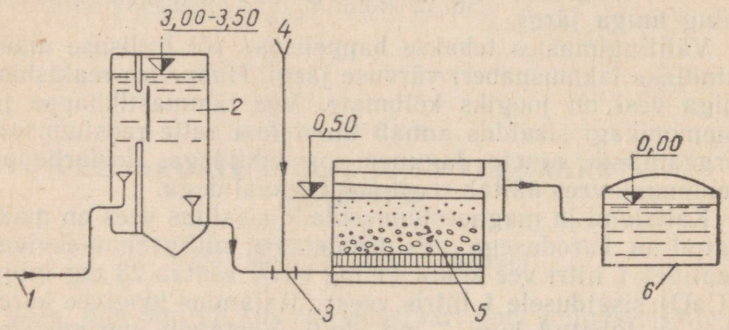
Tervisele kahjulike ainete leidumist joogivees lubatakse mitte üle (mg/l): pliid (Pb) — 0,1, arseeni (As) — 0,05, fluori (F) — 1,5, tsinki (Zn) — 5,0, vaske (Cu) — 3,0.

Vee reostumist bakteritega iseloomustab 1 ml (või 1 cm^3) vees sisalduvate soolekepikesteks nimetatud bakterite arv. Soolekepikesed ise on kahjutud, kuid nende olemasolu näitab, et vesi on reostunud fekaalidega ja annab põhjust eeldada, et selles leidub ka haigusttekitavaid pisikuid.

Vee hulka kuupsentimeetrites, milles sisaldub üks soolekepike, nimetatakse soolekepikese tiitriks (koli-tiiter). Joogivee soolekepikese tiiter peab olema vähemalt 300. Loomakasvatusfarmidele lubatav tiiter on 100—150. Uue veevarustussüsteemi projekteerimisel annavad sanitaarinspektsiooni organid igal üksikul juhul otsuse vee kõlblikkuse kohta joogiks või majanduslikuks otstarbeks.

§ 24. Vee puhastamine ja desinfitseerimine

Juhul kui kahjulike lisandite ja bakterite sisaldus ületab lubatud normid, tuleb vett spetsiaalselt töödelda. Hõljuvad osakesed kõrvaldatakse veest settimise ja läbi kvartsliiva filtreerimise teel. Kolloidselt lahustunud ained, mis põhjustavad vee värvuse, eraldatakse koaguleerimise teel. Koagulandiks kasutatakse kõige sagedamini alumiiniumsulfaati $Al_2(SO_4)_3$.



Joon. 44. Kontaktselitajaga puhastusjaama skeem:
1 — toru, mis tuleb esimese astme pumbajaamast; *2* — vastuvõtukamber; *3* — segisti; *4* — koagulandi sissejuhtimine; *5* — kontaktselitaja; *6* — puhta vee reservuaar

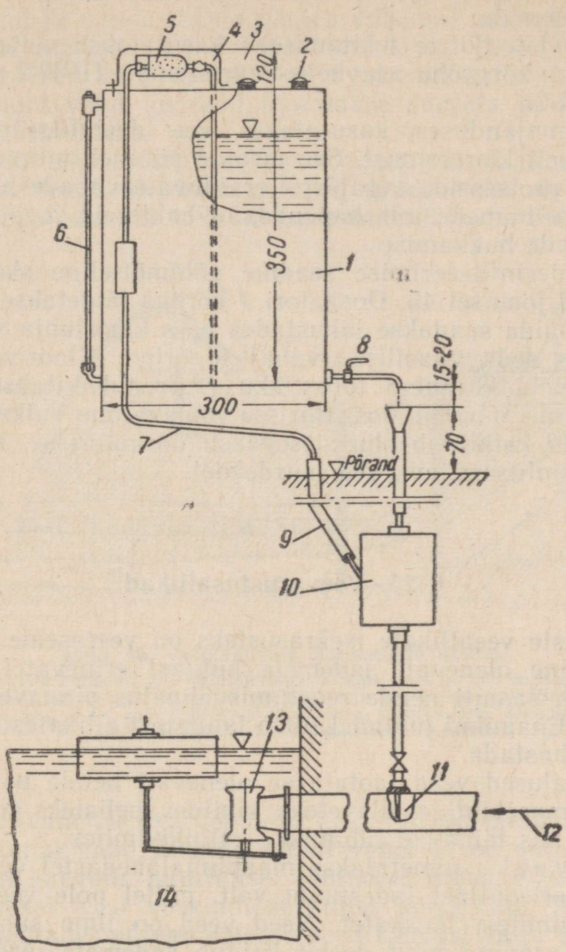
Joonisel 44 on esitatud kontaktselitaja skeem, milles võib kõrvaldada nii hõljuvaid kui ka kolloidselt lahustunud lisandeid.

Esimese astme pumbaga antakse vesi vastuvõtukambrisse *2*, kus eraldatakse suuremad hõljuvad osakesed. Kambrist läheb vesi segistisse *3*, kus vette juhitakse koagulandi lahus. Koagulandiga segatud vesi käib läbi kontaktselitaja *5*, mis on täidetud liivaga, mille teralisus järkjärgult väheneb.

Molekulaarjõudude toimel jäävad hõljuvad ja kolloidsed aineosakesed liivaterade pinnale kinni.

Liiva puhastamiseks hõljuvatest osakestest pestakse kontaktselitaja perioodiliselt puhta veega läbi.

Vee desinfitseerimiseks kasutatakse mitmesuguseid meetodeid: bakterite hävitamist keetmise teel, töötlemist ultra-



Joon. 45. Õhu reguleerimisega vee desinfitseerimise seade ВОУНИМИ:

1 — dosaatori korpus; *2* ja *3* — korgid; *4* — kraan õhu sissevoolu reguleerimiseks dosaatorisse; *5* — klaasvatiga täidetud lehter; *6* — veeklaas; *7* — õhu juurdevoolu toru; *8* — kloorivee sisselaskekraan; *9* — kummitoru; *10* — ujukklapp; *11* — kloorivee sissejuhtimine; *12* — kloorivee torustik; *13* — ujukklapp puhta vee reservuaaris; *14* — puhta vee reservuaar.

violettkiirtega, mõjutamist ultrahelilainetega ja mitmeid keemilisi viise.

Ultraviolettkiirte tekitamiseks kasutatakse vette sukeldatavaid kõrgrõhu elavhõbe-kvartslampe ПРК-2, ПРК-5 ja ПРК-7.

Põllumajanduses kasutatakse vee desinfitseerimiseks laialdaselt kloreerimist. See meetod põhineb mitmete keemiliste protsesside tagajärjel eralduvate vabade hapnikuaatomite toimele, mis hapendavad baktereid ja põhjustavad nende hukkumise.

Vee desinfitseerimise seadme põhimõtteline skeem on esitatud joonisel 45. Dosaatori *1* korpus täidetakse kloorivеega, mida saadakse lahustades vees kloorlupja või küllastades seda gaasilise (vaba) klooriga. Kloorivee voolamist läbi kraani *8* torustikku *12*, reguleeritakse kraaniga *4*, mis muudab dosaatorisse voolava õhu hulka. Ujukklapp *10* katkestab õhu sissepääsu dosaatorisse, kui lakkab desinfitseeritava vee juurdevool.

§ 25. Veevarustusallikad

Lahtiste veeallikate iseärasusteks on veetaseme tunduv kõikumine olenevalt sademete hulgast erinevatel aastaaegadel, samuti nende reostumisvõimalus pinnavete vooludest. Enamikul juhtudel tuleb lahtistest allikatest võetud vett puhastada.

Maa-alused veed jaotatakse olenevalt nende paiknemisest pinnasekihtides ülaveteks, kihtidevahelisteks ja karstiveteks, mis täidavad tühimikke kaljukivimites.

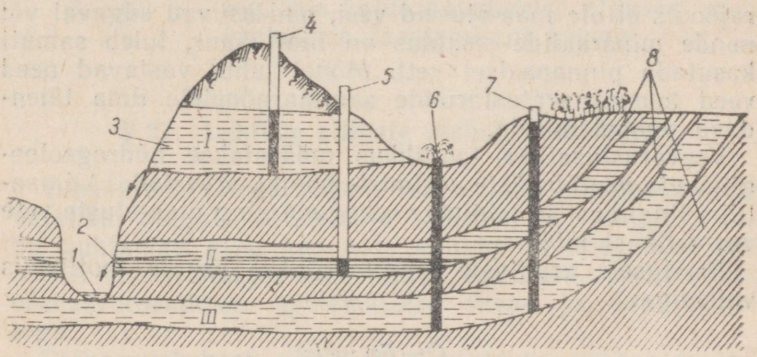
Ülaveeks nimetatakse maapinnalähedastel vettkandvatel horisontidel ladestuvat vett, millel pole veekindlatest kivimitest lauskatet. Need veed on ilma surveta ja nende tasapind ning deebit kõigub sademete järgi. Olenevalt sügavusest jaotatakse ülaveed pinna- ja põhjaveteks.

Pinnaveed paiknevad 3 kuni 5 m sügavusel maapinnast ja võivad ilmuda ka aastaaegade järgi. Tavaliselt kevadel on neid rohkesti aga kuivadel perioodidel kaovad mõnikord täiesti. Pinnaveed sisaldavad suurel hulgal baktereid ja seepärast neid organiseeritud veevarustuseks ei kasutata.

Sügavamates horisontides paiknevad veed on vähem reostunud ja nende režiim oleneb vähemal määral atmosfääri sademetest.

Kihtidevahelised veed asuvad kahe veekindla pinnasekihi vahel ja neid jaotatakse surveta ja survega ehk arteesiaveteks.

Surveta kihtidevahelised veed (joon. 46) ei täida kogu ruumi veekindlate pinnasekihtide vahel. Kaevude puurimisel jääb surveta vete nivoo nende ladestumise sügavusele.



Joon. 46. Vettkandvate horisontide skeem:
I — põhjavete horisont; *II* — kihtidevaheliste ilma surveta vete horisont; *III* — arteesiavete horisont; *1* — tõusev allikas; *2* ja *3* — langevad allikad; *4* — põhjavee kaev; *5* — kaev kihtidevaheliste ilma surveta vete võtmiseks; *6* ja *7* — arteesiakaevud; *8* — veekindlad pinnasekihid

Kihtidevahelised survega ehk arteesiaveed täidavad täielikult ruumi kahe veekindla kihi vahel ja on sinna suletud. Kui kaevude puurimisel läbitakse ülemine veekindel kiht, tõuseb vesi veekindlast kihist kõrgemale. Madalamates kohtades võivad arteesiaveed kaevust välja pursata.

Kuna kihtidevahelised veed on pealt kaetud veekindlate kivimitega, ei ole nad reostunud ja enamikul juhtudel võib neid majanduslikuks otstarbeks kasutada ilma puhastamata.

Jõgede orgudes, jäärakutes ja teistes madalamates kohtades veekindlad kihid tihti paljastuvad ja maa-alused veed tulvavad maapinnale allikate ehk lätetena. Sealjuures tekitavad surveta kihid langevaid, survega kihid aga tõusvaid, sageli jõe põhjas väljuvaid allikaid.

§ 26. Veevarustusallika valik

Veevarustusallika valik on üks tähtsamaid ja vastutavamaid ülesandeid ning peab tingimata olema kooskõlastatud kohaliku töörahva saadikute nõukoguga.

Pinnapealsed jõgede ja järvede veed sisaldavad suurel hulgal hõljuvaid osakesi, mikroorganisme ja orgaanilisi aineid.

Siiski on paljudel juhtudel ökonoomilisest seisukohast kasulik võtta vett pinnapealsest veeallikast. Kui antud rajoonis ei ole maa-aluseid vesi, nad asuvad sügaval või nende mineraalide sisaldus on liialt suur, tuleb samuti kasutada pinnapealset vett. Mõnel juhul vastavad need veed loomakasvatusfarmide sanitaarnõuetele ilma täiendava puhastamiseta.

Veevarustusallika tootlikkus määratakse hüdrogeoloogiliste ja geofüüsiliste uurimiste põhjal, arvestades klimaatilisi tingimusi ja lahtiste veekogude ning maa-aluste vete vastastikust mõju.

Esialgsete arvutuste puhul leitakse jõgede tootlikkus valemiga:

$$Q = Fv \text{ m}^3/\text{s},$$

kus F — jõe ristlõige m², määratakse jõe mõõtmise teel tema sirges osas;

v — jõe voolu keskmine kiirus m/s, leitakse ujukite abil jõe mitmesuguste arvutuslike ristlõigete puhul.

Seoses jõgede veerežiimi tunduva kõikumisega tuleb arvutamisel silmas pidada veepinna alanemise ja voolu kiiruse vähenemise võimalust väheste sademetega aastatel ning sügis- ja talvekuudel.

Tiikide ja järvede tootlikkus arvutatakse nende veemahu ja toiteallikate suuruse järgi.

Maa-aluste veeallikate tootlikkust on ilma põhjalike hüdrogeoloogiliste uurimisteta väga raske määrata.

Üksikute maa-aluste vete võtmiseks ehitatud veehaardeseadmete tootlikkust võib kindlaks määrata proovipumpamiste järgi. Selleks mõõdetakse veetaseme kõrgus kaevus, s. t. määratakse staatiline nivoo. Seejärel pumbatakse välja niipalju, et vee sügavus kaevus väheneks poole võrra, märgitakse veetase ja aeg. Siis pumbatakse uuesti

kiiresti niipalju, et veetase langeks 10—15 cm ning mõõdetakse väljapumbatud vee hulk. Momendist, mil pumpamine katkestati, hakkab vesi kaevus tõusma. Kui vesi on tõusnud märgini, kontrollitakse aega ja arvutatakse tootlikkus g järgmise valemiga:

$$g = \frac{G}{t_2 - t_1} \text{ l/min},$$

kus G — väljapumbatud vee hulk l,
$t_2—t_1$ — aeg, mis kulus pumpamise algusest, kuni veetaseme taastamiseni kaevus.

§ 27. Lahtiste allikate veehaardeseadmed

Veehaardeseadmed peavad varustama pumpasid veega vajalikul hulgal, häireteta ja sellistest horisontidest, mis on puhtamad ning kus pole külmumise ohtu. Kui vees leidub suurel hulgal mehaanilisi lisandeid, varustatakse veehaardeseadmed spetsiaalsete liiva- ja kruusafiltritega.

Paiknemiskohast olenevalt jaotatakse veehaardeseadmed voolusängi- ning kaldatüübilisteks. Voolusängi- ja kaldatüüpi veehaardeseadmed võivad omakorda olla kas ühteliidetud, kui veevastuvõtja ja pumbajaam paiknevad ühes kohas, või eraldatud, kui veevastuvõtja ja pumbajaam asuvad eri kohtades.

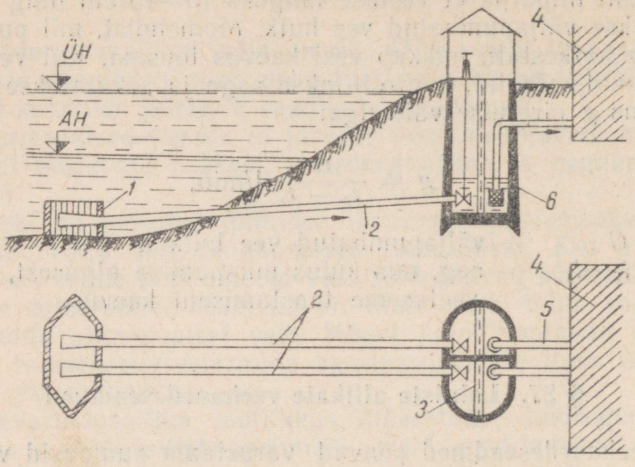
Voolusängi ehitatakse veehaardeseadmed tavaliselt siis, kui veekogu on madal või kaldaäärne pinnas on pehme.

Joonisel 47 on esitatud voolusängi ehitatud isevooluliiniga veehaardeseadme skeem.

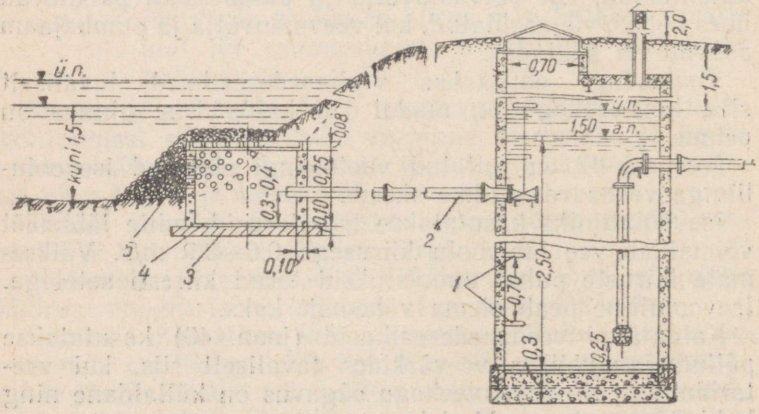
Isevooluliiniks kasutatakse terastorusid, mille läbimõõt võimaldab vee läbivoolu kiirusega 0,6—0,9 m/s. Väiksemate kiiruste puhul ummistuksid torud kiiresti setetega. Isevooluliine peab olema vähemalt kaks.

Kaldatüüpi veehaardeseadmeid (joon. 48) kasutatakse põllumajanduslikes veevärkides tavaliselt siis, kui veetarbimine pole suur, veekogu sügavus on küllaldane ning kaldaäärne pinnas kindel.

Et vältida suuremate mehaaniliste lisandite kaevu sattumist, on veevastuvõtja ümbritsetud kivide ja jämeda



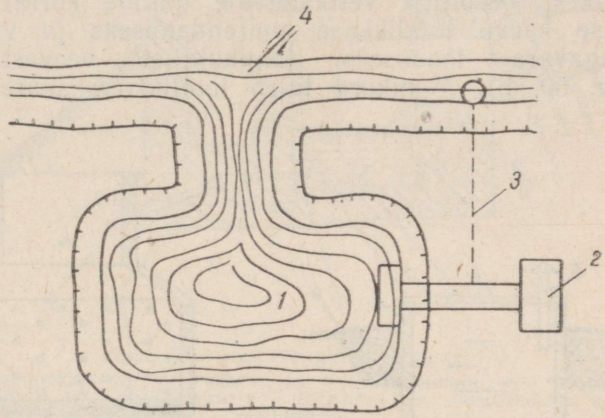
Joon. 47. Jõesängi ehitatud veehaardeseadme skeem:
1 — veevastuvõtja; *2* — isevooluliin; *3* — lamevõrk; *4* — pumbajaam; *5* — imitoru; *6* — kaldakaev; *ÜH* — kõige kõrgem veetasapind; *AH* — kõige madalam veetasapind



Joon. 48. Kaldatüüpi veehaardeseade:
1 — astme konksud; *2* — isevoolutoru; *3* — tellismüüritis tsementmördil; *4* — puhas põrand; 5 — avad läbimõõduga 2—3 cm

kruusa kihiga. Kaevu puhastamisel või remontimisel võib isevoolutoru selle otsa paigutatud siibriga sulgeda.

Et veehaardeseadmed töötaksid rahuldavalt, on vaja õigesti valida nende asukoht. Sellised seadmed tuleb paigutada teenindatavast asulast ja loomakasvatusfarmist ülespoole, kus voolusäng on kindel ja küllaldase sügavusega.



Joon. 49. Tiik vee võtmiseks madalast jõest:
1 — tiik; *2* — pumbajaam; *3* — ajutine juurdevooluliin; *4* — jõgi

Vee võtmiseks väikestest jõgedest ja järvedest kasutatakse spetsiaalseid selitusseadmeid (joon. 49), kus vesi puhastub kõntsast ja prahist.

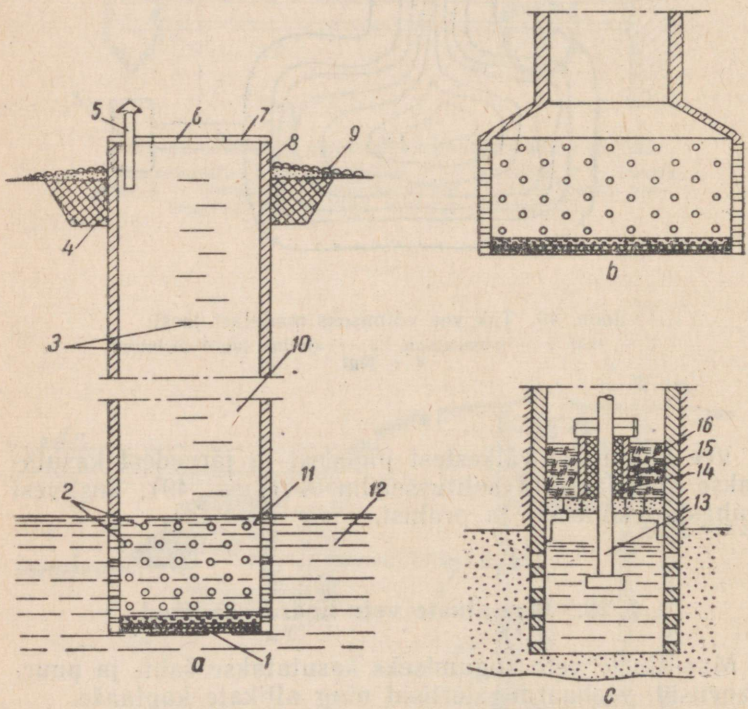
§ 28. Maa-aluste vete haardeseadmed

Maa-aluste vete kogumiseks kasutatakse šaht- ja puurkaevusid, veehaardegaleriisid ning allikate kaptaaže.

Šahtkaevud ehitatakse tavaliselt siis, kui vettkandvad pinnasekihid ei paikne sügavamal kui 30—40 m. Šahtkaevudel on puurkaevudega võrreldes suur filtreeriv pind ja nad mahutavad suurema hulga vett. Peale selle on šahtkaevude veetõsteseadmed lihtsamad ja odavamad.

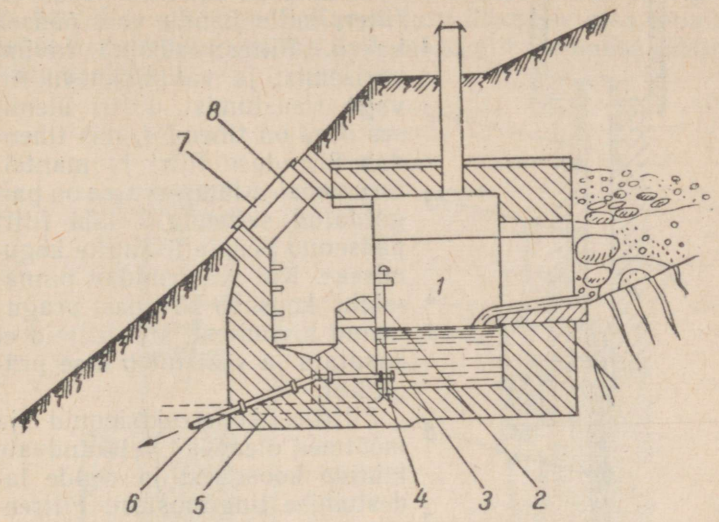
Olenevalt veevastuvõtja paigutusest vettkandvas kihis jaotatakse šahtkaevud täielikeks, kui veevastuvõtja läbib kogu vettkandva kihi paksuse ja lõpeb veekindlal pinnasekihil, ning mittetäielikeks, kui šaht lõpeb vettkandvas kihis, kuid vesi tuleb kaevu läbi selle seinte ja põhja. Kaevu põhja ehitatakse filter jämedateralisest liivast ja kruusast, mille teralisus alt ülespoole pidevalt suureneb.

Väikese deebitiga vettkandvate kihtide korral kasutatakse kaevu tootlikkuse suurendamiseks ja vajaliku veetagavara loomiseks telgikujulist veevastuvõtjat (joon. 50, b). Mõnikord tuleb tootlikkuse suurendami-



Joon. 50. Šahtkaevu skeem:

a — kaevu üldvaade; *b* — telgikujuline kaevu vee vastuvõtja; *c* — vaakuumkaevu vee vastuvõtja; *1* — filter; *2* — vee vastuvõtu avad; *3* — astmekonksud; *4* — savilukk; *5* — ventilatsioonitoru; *6* — sissepääsuluuk; *7* — kaevu kaas; *8* — kaevu pealisosa; *9* — munakividest sillutis; *10* — kaevutoru; *11* — vee vastuvõtja; *12* — vettsisaldav pinnasekiht; *13* — imitoru; *14* — tihendusnöör; *15* — kate; *16* — savitampoon



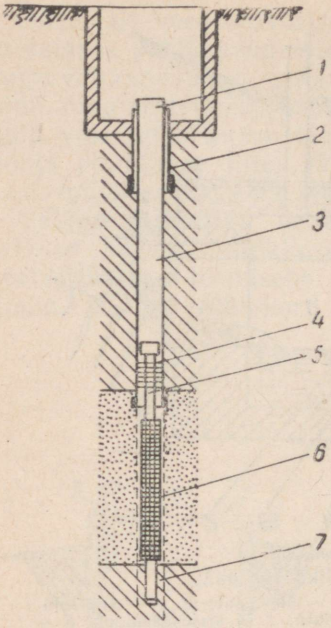
Joon. 51. Langeva allika kaptaaž:
1 — vastuvõtukamber; *2* — siibrivarras; *3* — ülevoolutoru; *4* — äravoolutoru siiber; *5* — äravoolutoru; *6* — tõttetoru; *7* — sissepääsuluuk; *8* — vaatlusruum

seks isoleerida veevastuvõtja kaevust savitampooniga (joon. 50, c). Tekkiv vaakuum suurendab deebitit 3—4 korda.

Šahtkaevu rakked tehakse tellistest, betoonist, paekivist või puidust. Veevastuvõtja osas tehakse raketesse avad või valmistatakse need poorsest betoonist. Reovete sissevalgumise vältimiseks ehitatakse kaevu ülemisse ossa savilukk ning kaevu ümbrus tehakse kõrgem, kallakuga kaevust eemale, ja sillutatakse kividega.

Allikate veevõtukohtadele ehitatakse kaptaažid (joon. 51). Kaptaažide kogumiskambrisse voolab vesi läbi kividega täidetud seina. Kaptaažides ei tohi vett üles paisutada, mis takistaks allika väljavoolu.

Kui maa-aluse vee ladestumise sügavus on üle 30 m, kasutatakse puur- ehk torukaevusid. Paljudes sovhoosides, kolhoosides ja rändkarjamaadel on puurkaevud põhilisteks veehaardeseadmeteks. Nagu näidatud joonisel 52, kujutab puurkaev endast ümmarguse ristlõikega vertikaalset auku, mille seinad on kindlustatud terasest manteltoruga.



Joon. 52. Torukaevu skeem: *1* — torusuue; *2* — konduktor; *3* — torudest koosnev kolonn; *4* — tihend; *5* — filtripealne toru; *6* — filter; *7* — settenõu

Puurkaevu alumises osas on filter, mille kaudu vesi pääseb kaevu. Filter takistab kivimi varisemist ja väldib kaevu liivaga risustumist. Filtri ülemises osas on tihend *4*, mis tihendab ühenduse filtri ja mantel-toru vahel. Alumisse ossa on paigaldatud settenõu *7* läbi filtri pääsenud peente lisandite kogumiseks. Kui vettsisaldav pinnasekiht koosneb kõvadest pragunenud kivimitest, siis filtreid ei kasutata ja vesi tuleb otse pragudest.

Filtrite konstruktsioonid ja mõõtmed olenevad vettkandvate kihtide koostisest ja nende ladestumise tingimustest. Filtreeriva osa pikkus ei või olla väiksem vettkandva kihi paksusest. Vettkandvate kihtide vaheldumise korral võivad filtrid vaheldduda torudega. Filtrid jaotatakse konstruktsiooni järgi võrk-, traat-, pilu- ja kruusfiltriteks.

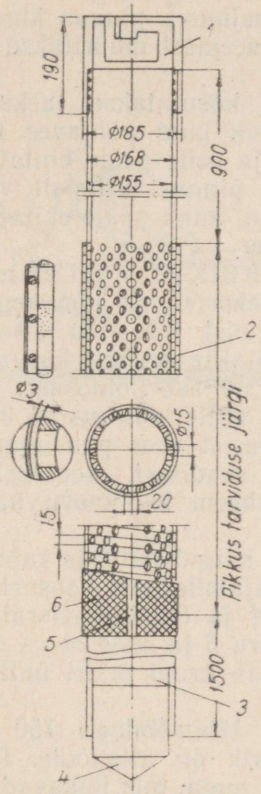
K r u u s f i l t r e i d kasutatakse vee ammutamisel peeneteralisest liivast, kus võrgud võivad ummistuda. Kruusfilter kujutab endast kahekordsete seintega silindrit, mille seinte vahe on täidetud peene kruusaga.

V õ r k f i l t r i t e põhiliseks tööorganiks on metallvõrk, avade läbimõõduga 0,15 kuni 0,60 mm. Võrk on valmistatud messingist, roostekindlast terasest või tinutatud vasest.

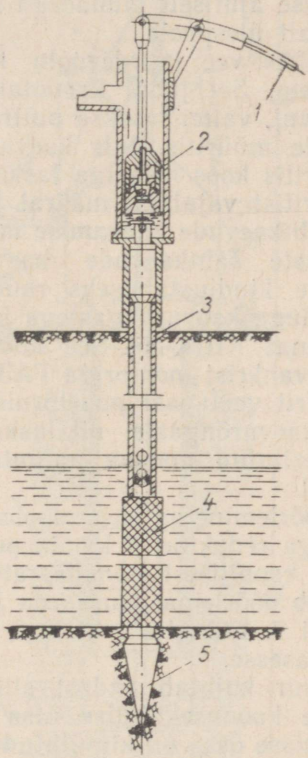
Kõige enam levinud võrkfiltri konstruktsioon on esitatud joonisel 53. Filtri ülaosas on lukk *1*, mis on ette nähtud filtri väljavõtmiseks ja paigaldamiseks remondi korral. Keskosas asuvad filtreerivad elemendid *2* ja allosas settenõu *3* korgiga *4*.

Vähese veehulga pumpamiseks mitte väga sügavalt (kuni 7 m) kasutatakse madalaid torukaevusid (joon. 54).

Kaevu torud *3* on muhvide abil ühendatud võrkfiltriga *4* ja koonilise otsikuga *5*. Kaevu toru ülemisse otsa kinnitatakse keermeliitega pump *2*. Pumba kolb pannakse liikuma käepidemega *1*.



Joon. 53. Võrkfilter:
1 — lukk; *2* — filtreeriv element; *3* — settenõu; *4* — puitkork; *5* — messingplaat; *6* — võrk



Joon. 54. Madal torukaev:
1 — pumba käepide; 2 — veevõtusammas; *3* — toru; *4* — võrkfilter; *5* — püramiidikujuline otsik

§ 29. Veehaardeseadmete ehitamine

Puitraketega šahtkaevude rakked ehitatakse tavaliselt alt ülespoole vastavalt kaevu sügavusele. Kui kaevu alumine osa tehakse telgikujuline, lisatakse rakkeid pealt vastavalt rakete allavajumisele. Auk rakete ümber täidetakse mullaga. Kivi- või tellisraketega kaevud kaevatakse valmis kogu sügavuses, kusjuures pinnas kindlustatakse ajutiselt laudadega ning seejärel müüritakse rakked alt ülespoole.

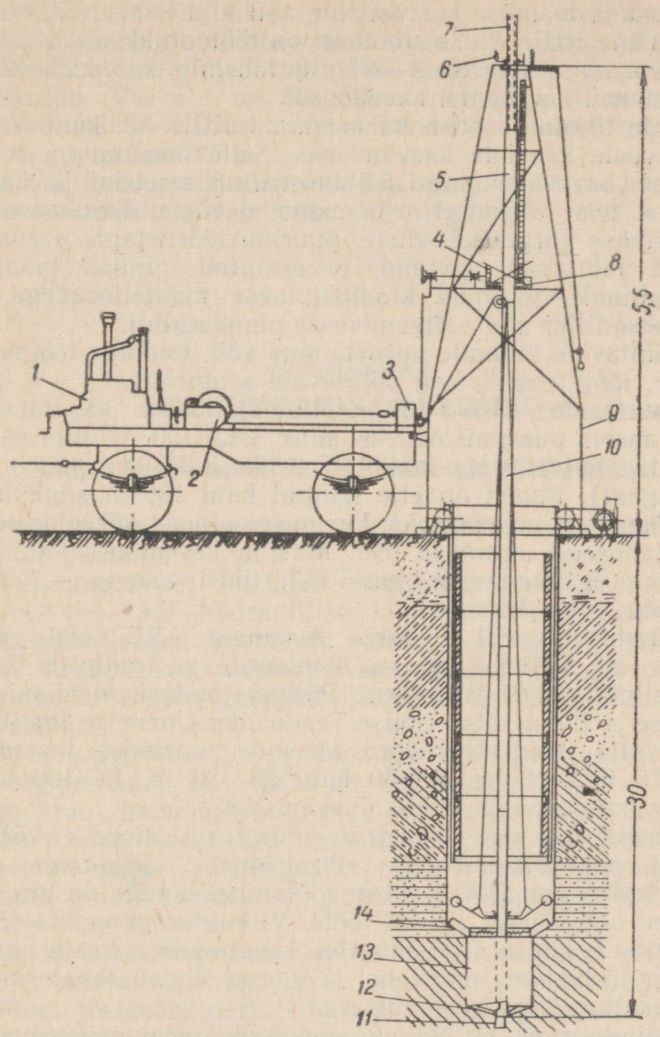
Rohke vee juurdevoolu korral kasutatakse laskuvaid rakkeid. Sel juhul kaevatakse auk kuni põhjavee tasapinnani, valmistatakse puitraam ja selle peale ehitatakse rakete müüritis. Siis kaevatakse pinnast altpoolt välja, müüritis koos raamiga laskub alla, kuna pealt ehitatakse müüritist vajalikul määral juurde.

Šahtkaevude kaevamise masin KŠK-25. Kuni 25 m sügavuste šahtkaevude kaevamiseks ning samaaegseks seinte kindlustamiseks raudbetoonist 980 mm siseläbimõõduga kaevurõngastega kasutatakse edukalt kaevamismasinat KŠK-25. See koosneb neljast põhiosast: auto järelvankrist mootoriga ГАЗ-МК, mille võimsus on 30 hj, vankril veetavast puurtornist, puurist koos puuriajamiga ja kaevurõngaste allalaskmise seadisest. Joonisel 55 on esitatud masina paigutuse skeem šahtkaevu kaevamisel.

Pöörlemine antakse mootorilt *1* käigukasti *2* ja kahe kiirusega reduktori *3* kaudu puuri ajamile, mis koosneb kahest koonilisest hammasrattast *4* ja *8*. Hammasratas 8 paneb pöörlema puurvarda juhttoru *5* ja selle otsas oleva kruvi 7. Liikudes mutris *6*, suunab kruvi puuri ühtlaselt pinnasesse.

Puur kujutab endast silindrit läbimõõduga 750 mm, mille koonusekujulise otsa teravik on allapoole. Puuri alumisse ossa on kinnitatud kaks nuga, mis lõikavad pinnast ja suunavad selle läbi kahe ava silindri sisse. Puuri silindri peale on šarniirselt kinnitatud kaks laiendajat, mis laiendavad šahti põhja 750 mm kuni 1230 mm.

Laiendajatega lõigatud pinnas koguneb silindri sisse. Ühe tsükliga süvendab puur kaevu 160—170 mm. Puuri ülestõstmisel tõmmatakse laiendajad trossi abil koomale. Kobestatud pinnas kõrvaldatakse silindrist vastava luugi kaudu.



Joon. 55. Sahtkaevude kaevamise masina KШК-25 paigutuse skeem:

1 — mootor; *2* — käigukast; *3* — reduktor; *4* ja *8* — puurvarda ülekandemehhanismi koonilised hammasrattad; *5* — puurvarda juhttoru; *6* — mutter; *7* — kruvi; *9* — kahvel; *10* — puurvarras; *12* — lõiketerad; *13* — puur; *14* — laiendaja

Iga kahe meetri süvendamise järel pikendatakse puurvarrast ja lastakse käsivintside abil alla kaevurõngas.

Masina КШК-25 kasutamisel on töötootlikkus 8,4 korda suurem, ehituse kestus 3—4 korda lühem ja kulud 25—40% väiksemad kui käsitsi kaevamisel.

Meie tööstus toodab ka masinaid КШК-30, kuni 30 m sügavuste kaevude kaevamiseks. Selle masina puurtorni kõrgust on vähendatud 5,5 meetrilt 3 meetrini ja ühest kohast teise sõitmisel seda maha ei võeta. Torukaevusid ehitatakse järgmisel viisil: puurimistööriistaga purustatakse läbitavad kivimid, peenestatud pinnas tuuakse maapinnale, puurauk kindlustatakse manteltorudega ja lastakse filter alla vettkandvasse pinnasekihti.

Läbitavate kivimite purustamine võib toimuda löögivarraste, löögitrosside või pöörlevate rootoritega.

Puurmasin АВБ-3-100. Põllumajanduses kasutatakse laialdaselt puurimistöödeks auto ЗИЛ-150 šassiile monteeritud autopuurmasinat АВБ-3-100 (pöörleva puurimise agregaat). Masin on ette nähtud kuni 100 m sügavuste puurkaevude puurimiseks, kusjuures pinnas kõrvaldatakse savilahusega uhtumise teel. Masina keskmine tootlikkus töötamisel liivades on kuni 6 m/h, tihedas savis — 1 m/h, lubjakivis — 0,6 m/h.

Käesoleval ajal lastakse masinaid АВБ-3-100 välja margi all АВБ-Т-3, mis on monteeritavad traktorile С-80.

Hiljuti töötati Valgevene Põllumajanduse Mehhaniseerimise ja Elektrifitseerimise Teadusliku Uurimise Instituudis välja uued efektiivsed kaevude puurimise masinad: БС-25 kuni 25 m, БС-50 kuni 25—80 m, БС-100 kuni 100 m sügavuste kaevude puurimiseks.

Nende masinate konstrueerimisel on aluseks võetud kolm puurimismeetodit: vibratsiooni-, löögi-trossi- ja pöörlemismeetod. Vibraatori töötamispõhimõte on analoogiline tagasilöögi vasara tööle. Vibraator pannakse tööle 12 at-ni kokkusurutud õhu abil. Uus puurimismasin on arvestatud odavate omavahel keermega ühendatavate asbotsementtorude paigaldamiseks.

Kui puurauk on valmis, lastakse kaevu asbotsementtorud, terasest manteltorud aga tõmmatakse masina abil välja.

Seal, kus pinnases ei ole kõvade kivimite kihte, kasutatakse mõnikord hüdraulilist puurimismeetodit. Sel puhul lastakse puurauku hambulise otsikuga toru ning juhitakse

torusse vesi 5—7 at surve all. Vesi, liikudes otsiku hammaste vahelt läbi, uhub pinnase ära ning kannab selle toru ja puuraugu seinte vahelt välja maapinnale. Et vesi ei tõukaks toru välja, riputatakse selle ülemise otsa külge raskused. Veekulu on 50—100 l puuraugu 1 m kohta. Puurimiskiirus on turbapinnases kuni 2 m minutis, puurimissügavus kuni 25 m.

Kuna kaevupuurimise tööd on väga keerukad, teevad seda tavaliselt spetsialiseerunud brigaadid.

VI PEATÜKK

VEEPUMPAMISE SEADMED

§ 30. Veepumpamise seadmete klassifikatsioon

Veepumpamise seadmed on ette nähtud vee tõstmiseks või ümberpaigutamiseks.

Veepumpamise seadmed liigitatakse mehaanilisteks, auru-, vee- või hüdraulilise löögi jõul töötavateks ja pneumaatilisteks, vastavalt sellele, kas nende käitamiseks kasutatakse mootorite mehaanilist energiat, auru või vee kineetilist energiat, hüdraulilise löögi jõudu või suruõhku.

Mehaaniliste veepumpamise seadmete hulka kuuluvad pumbad, mis töötavad väljasurumise põhimõttel, nagu kolb-, hammasratas-, kruvi- ja tiivikpumbad, ning ka sellised, mis kasutavad vedeliku surumiseks kineetilist energiat, nagu tsentrifugaal-, propeller- ja keerispumbad. Samuti kuuluvad sellesse gruppi spiraal-ketiga, köis- või lintveetõstukid.

Veetõsteseadmete hinnang ja nende valik igal erijuhul oleneb nõutavast tootlikkusest, veevõtutingimustest ja vajalikust tõstekõrgusest. Üldiselt on veepumpamise seadmete hindamisel olulised järgmised näitajad: seadme kasutegur antud tootlikkuse juures, töökindlus, töö pidevus, seadme lihtne ehitus ja teenindamine, võimalus ühendada seadet vahetult elektrimootoriga, seadme gabariitmõõtmed ja kaal, võimalus reguleerida ja automatiseerida juhtimist, ehituslik ja ekspluatatsiooniline maksumus.

§ 31. Kolbpumbad

Puur- ja šahtkaevude ekspluateerimisel, mille tootlikkus on 0,25—1 l/s, kasutatakse põllumajanduses liht- või kahepoolse toimega varraskolbpumpasid vertikaalselt asetseva silindriga.

Varraspumpseadme (joon. 56) põhilisteks osadeks on veetõstetorud *11*, vardad *10* ja ülekandemehhanism *6*, mis mehaanilist energiat mootorilt pumbale üle kannab.

Lihttoimega, püstsilindriga varraspumbad annavad vett ainult kolvi ülesliikumisel. Sel ajal surutakse vesi läbi surveklapi survetorusse. Kolvi liikumisel alla paigutub vesi ainult ühest ruumist teise.

Kahekordse toimega varraspumpades toimuvad igal kolvikäigul üheaegselt surve- ja imemisprotsessid.

Kolbpump НПП-3,5 on ette nähtud vee tõstmiseks šahtkaevudest kuni 50 m kõrgusele. Pumpseade koosneb pumbast, reduktorist ja kahekordsest varrasajamist. Kahekordne varrasajam võimaldab jõudu kolvile üle kanda, ilma et varras paindu surve tagajärjel.

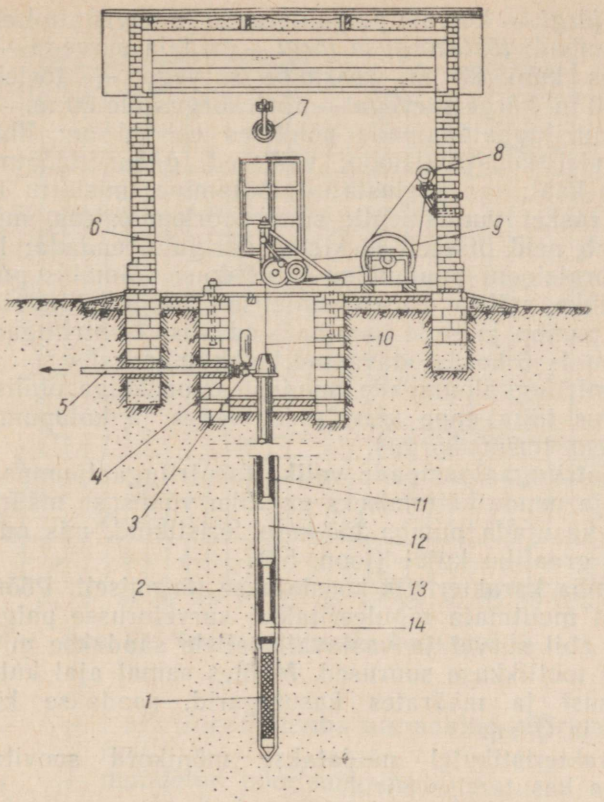
Pumba tootlikkus on 3 m^3 tunnis. Vajalik mootori võimsus 2 kW. Kaal 160 kg.

Kolbpump ОМ3 on ette nähtud vee tõstmiseks puurkaevudest kuni 60 m kõrgusele. Pump on ühesilindriline, kahekordse toimega ja lastakse välja silindriläbimõõtudega 95 ja 145 mm. Käitatakse mootoriga, mille võimsus on 10 hj.

Pumba tootlikkus silindri läbimõõdul 95 mm on 8 m^3 tunnis, silindri läbimõõdul 145 mm aga 18 m^3 tunnis.

Kolbpumpade peamisteks puudusteks on: varraste sage purunemine, pulseeriv töötamine, kolvi ja klappide kontrollimise ja remondi keerukus, mansettide ja ilma mansettideta pumpadel kolbide ja silindrite kiire kulumine, nende kohmakus, suur metallikulu ja automaat- ning kaugjuhtimise keerukus.

Kolbpumbad jäävad tsentrifugaalpumpadest maha oma ekspluatatsiooniliste omaduste ja lühema tööea poolest. Nende asemel leiavad üha laiemalt kasutamist süvistatud elektrimootoriga tsentrifugaalpumbad ja sügavvee arteesiapumbad.



Joon. 56. Pumba paigaldamise skeem puurkaevu:
1 — puurkaevu filter; *2* — puurkaev; *3* — väljalaskepea; *4* — siiber; *5* — survetoru; *6* — ülekandemehhanism; *7* — tali; *8* — elektrimootor; *9* — transmissioon; *10* — varras; *11* — veetõstetoru; *12* — pump; *13* — imitoru; *14* — põhjaklapp koos võrkfiltriga

§ 32. Tsentrifugaal- ja keeripumbad

Tsentrifugaalpumbad klassifitseeritakse järgmiselt: *telje paigutuse järgi* — horisontaalsed ja vertikaalsed; *töörataste arvu järgi* — ühe- ja mitmerattalised ehk ühe- ja mitmeastmelised; *vedeliku sissepääsu järgi töörataste juurde* — ühe- ja kahepoolse sissevooluga; *paigaldamis-*

koha järgi — kuivale paigaldatavad ja süvistatud ehk allveepumbad; *tõstekõrguse järgi* — madala survega — tõstekõrgus kuni 20 m, keskmise survega — tõstekõrgus 40—60 m, kõrge survega — tõstekõrgus üle 60 m.

Tsentrifugaalpumpade põhilised eelised on: lihtne ja tööKindel konstruktsioon; väikesed gabariitmõõtmed ja kerge kaal; tasakaalustatud töötamine, mistõttu nad ei vaja rasket vundamenti; suur pöörlemiskiirus, mis võimaldab neid otseselt elektrimootoriga ühendada; löökide ja vibratsiooni puudumine torustikus; võimalus pumbata vedelikke, milles esineb suhteliselt palju hõljuvaid osakesi; pumba ja selle montaaži odavus; tsentrifugaalpumbad on 4—6 korda odavamad kolbpumpadest.

Tsentrifugaalpumpade puudustest on kõige olulisemad: vajadus täita enne käivitamist veega ja kolbpumpadest väiksem imemiskõrgus.

Tsentrifugaalpumpade valik. Tsentrifugaalpumpade valikul ja nende käitamiseks vajaliku võimsuse määramisel tuleb kasutada pumba töö-karakteristikuid, mis on koostatud graafiku kujul (joon. 57).

Pumba karakteristik koostatakse järgmiselt. Pöörlemiskiirust muutmata reguleeritakse survetorusse paigutatud siibri abil survet ja vastavalt sellele saadakse mitmesugused tootlikkuse suurused. Mõõtes samal ajal kulutatud võimsust ja määrates kasutegurid, saadakse kõverad $Q—N$ ja $Q—\eta$.

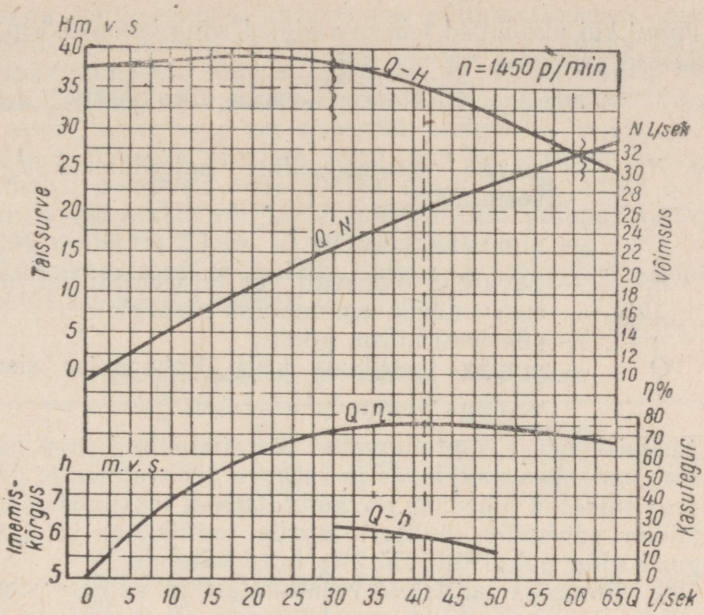
Karakteristikutel näidatakse mõnikord soovitatavad pumba kasutamise piirid.

Pump valitakse järgmiselt. Määratakse antud veekulu jaoks täissurve H, arvestades kõiki takistusi imi- ja survetorustikus, ning kantakse see ordinaatteljele. Läbi leitud punkti tõmmatakse rõhtjoon kuni lõikumiseni kõveraga $Q—H$. Lõikepunktist tõmmatakse ristjoon ja leitakse tootlikkus. Samal ristjoonel leitakse lõikepunktide järgi võimsus, kasutegur ja imemiskõrgus.

Kui suurendada või vähendada tsentrifugaalpumba tööratta pöörlemiskiirust, muutub vastavalt ka tootlikkus.

Pumba tootlikkuse, võimsuse ja survekõrguse muutumist olenevalt pöörlemiskiirusest võib määrata järgmise võrrandi abil:

$$\frac{Q_1}{Q} = \sqrt{\frac{H_1}{H}} = \sqrt[3]{\frac{N_1}{N}} = \frac{n_1}{n}, \qquad (32)$$



Joon. 57. Tsentrifugaalpumba karakteristika

kus n — tsentrifugaalpumba normaalne pöörlemiskiirus;

n_1 — muudetud pöörlemiskiirus;

Q, H, ja N — vastavalt tootlikkus, survekõrgus ja võimsus pumba normaalpööretel;

Q_1, H_1, ja N_1 — samad suurused muudetud pöörlemiskiiruse puhul.

Uued Q_1, H_1, ja N_1 — väärtused arvutatakse valemitega:

$$Q_1 = Q\frac{n_1}{n}; \quad H_1 = H\left(\frac{n_1}{n}\right)^2; \quad N_1 = N\left(\frac{n_1}{n}\right)^3.$$

Neist valemeist järeldub, et pöörlemiskiiruse muutumisel muutub tootlikkus vastavalt pöörlemiskiiruse esimesele, survekõrgus teisele ja võimsus kolmandale astmele.

Selleks et tsentrifugaalpumbad töötaksid suure tootlikkusega, on vaja õigesti määrata imemiskõrgus.

Juhul kui puuduvad tehase andmed, võib imemiskõrguse määrata järgmise valemi abil:

$$H_{im} \leq \frac{P_a}{\gamma} - \frac{H}{867}\sqrt[3]{nQ^2} - h_t - \Sigma h_{im} - 1{,}5, \quad (33)$$

kus H_{im} — pumba geomeetriline paigaldamiskõrgus veepinnast;

$\frac{P_a}{\gamma}$ — atmosfäärirõhk m;

h_t — aururõhk olenevalt vee temperatuurist, m;

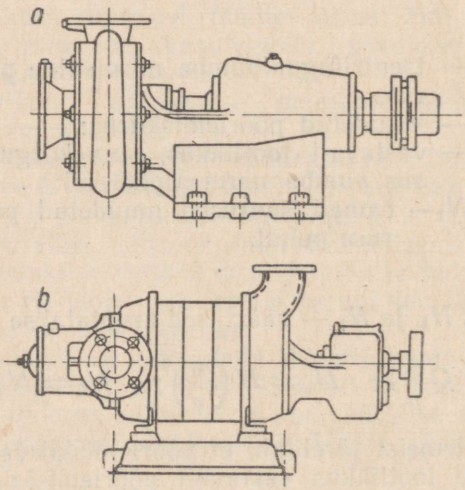
Σh_{im} — survekadude summa imemispoolel;

n — pöörlemiskiirus p/min;

Q — pumba tootlikkus m³/s. Kahepoolse sissevooluga pumpadel võetakse $\frac{Q}{2}$.

Imemiskõrguse suurendamine üle ettenähtud piiri põhjustab vedelikus mullikeste ja veeauru või eralduvate gaasidega täidetud tühemike nn. *kavitatsiooni* tekkimist. Kavitatsioon vähendab oluliselt pumba tootlikkust ja kasutegurit ning põhjustab tööratta kiire kulumise.

Vee võtmiseks lahtistest veeallikatest ja väikese süga-



Joon. 58. Tsentrifugaalpumbad:
a — üherattaline pump K; *b* — mitmeastmeline pump ЗНМГ

vusega šahtkaevudest kasutatakse põllumajanduses laialt üherattalisi horisontaalseid ühepoolse sissevooluga tsentrifugaalpumpasid tüüp K (joon. 58, a). Pumpadel on tööratas asetatud võlli otsale konsoolselt, mistõttu teist laagrit ei ole tarvis ning vee sissepääs pumpa on lihtsam.

Vee tõstmiseks suurtele kõrgustele kasutatakse mitmeastmelisi pumpasid tüüp ЗНМГ (joon. 58, b), millel on 2 kuni 4 tööratast, või ka mitmeastmelisi pumpasid tüüp КСМ, millel on 2 kuni 10 tööratast.

Enamkasutatavate K-tüüpi pumpade tehniline iseloomustus on toodud tabelis 14.

Tabel 14

Tsentrifugaalpumpade tehniline iseloomustus

Pumba mark	Tootlikkus m³/h	Surve m	Pöörlemiskiirus p/min	Soovitav võimsus kW	Kasutegur %	Vaakuummeetriline imemiskõrgus m	Tööratta läbimõõt mm
2K-6	10	34,5			50,6	8,7	
	20	30,8	2 900	4,5	64	7,2	162
	30	24			63,5	5,9	
3K-9	30	34,8			62	7	
	45	31	2 900	7	71	6	168
	54	27			71,5	5,9	

Tabelis 14 märgitud vaakuummeetrilised imemiskõrgused vastavad pumba imitoru otsa paigutatud manomeetri näitudele.

Pumba geomeetriline paigaldamiskõrgus veepinnast määratakse valemiga:

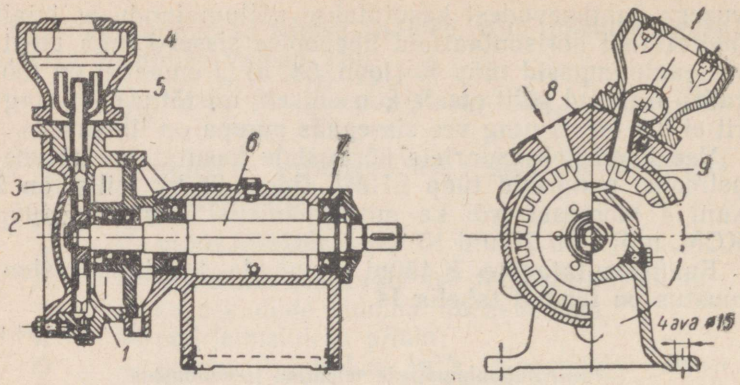
$$H_{im} = H_v - \Sigma h_{im},$$

kus H_v — vaakuummeetriline imemiskõrgus;

Σh_{im} — kõigi imemistorus esinevate takistuste summa.

Keerispumbad. Põllumajanduses kasutatakse laialdaselt horisontaalseid keerispumpasid tüüp B ja suurendatud imemisvõimega pumpasid tüüp BC (joon. 59).

Keerispumpadel on malmkorpuses 1 ringkanal *9*, mis asub tööratta suhtes kontsentriliselt ja kulgeb pöörlemissuunas imitoru poolt survetoru poole. Imitoru ja survetoru



Joon. 59. Keerispump tüüp BC:
1 — pumba korpus; *2* — kaas; *3* — tööratas; *4* — kuppel; *5* — õhu ärajuhtimise toru; *6* — võll; *7* — laager; *8* — vahesein; *9* — kanal

vahel asub vahesein *8*, mis eraldab imemisruumi surveruumist. Tööratas kujutab endast radiaalsuunaliste süvenditega terasketast.

Ratta pöörlemisel tungivad vedelikuosakesed pumba labadevahelisse ruumi ja kantakse labadega kaasa imitoru poolt survetoru poole.

Tsentrifugaaljõu toimel paiskuvad vedelikuosakesed pumba labade vahelt ringkanalisse, tekitades seal kõrgendatud rõhu. Võrdse kiiruse puhul arendab keerispump 3—5 korda suurema surve kui tsentrifugaalpump.

BC-tüüpi pumpadele on iseimemisvõime suurendamiseks paigutatud kuppel *4* ja õhu ärajuhtimise torud *5*.

Keerispumba normaalseks tööks peavad radiaal- (vaheseina kohal) ja telglõtkud tööratta ning pumba kere vahel olema 0,05—0,15 mm piirides.

Kuna keerispumbad on võimelised ise imema, siis on pumba esmasel käivitamisel vaja veega täita ainult pumba korpus. Pärast seda tekitab tööratas vees pööreldes hõrenduse, millest piisab vee imemiseks allikast.

Keerispumpade peamiseks puuduseks on madal kasutegur, mitte üle 31—35%, ja kiire kulumine, kui vesi sisaldab mehaanilisi lisandeid.

Keerispumpade iseimemisvõime tõttu kasutatakse neid

tavaliselt väikese tootlikkusega automatiseeritud pumbajaamades.

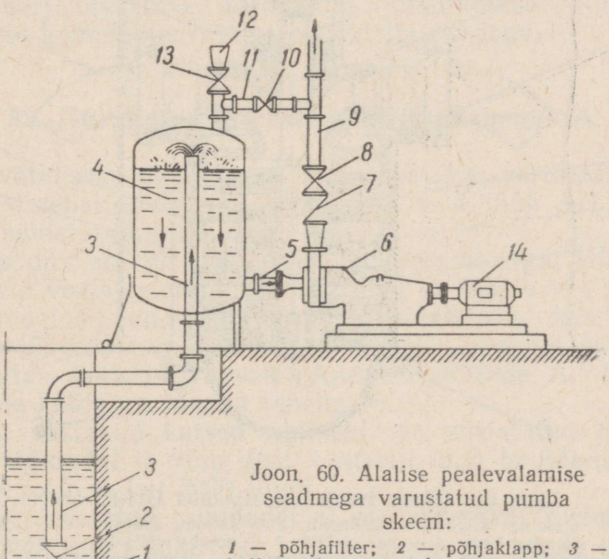
Automatiseeritud pumbajaamades kasutatakse ka alalise pealevalamise seadmetega varustatud tsentrifugaalpumpasid (joon. 60).

Pumba käivitamiseks vajalik veetagavara asub hermeetiliselt suletud paagis *4*, mis on veeallikaga ühendatud imitoru *3* kaudu. Alalise pealevalamise seadme paagi maht leitakse valemiga:

$$V = V_1 l K \text{ l},$$

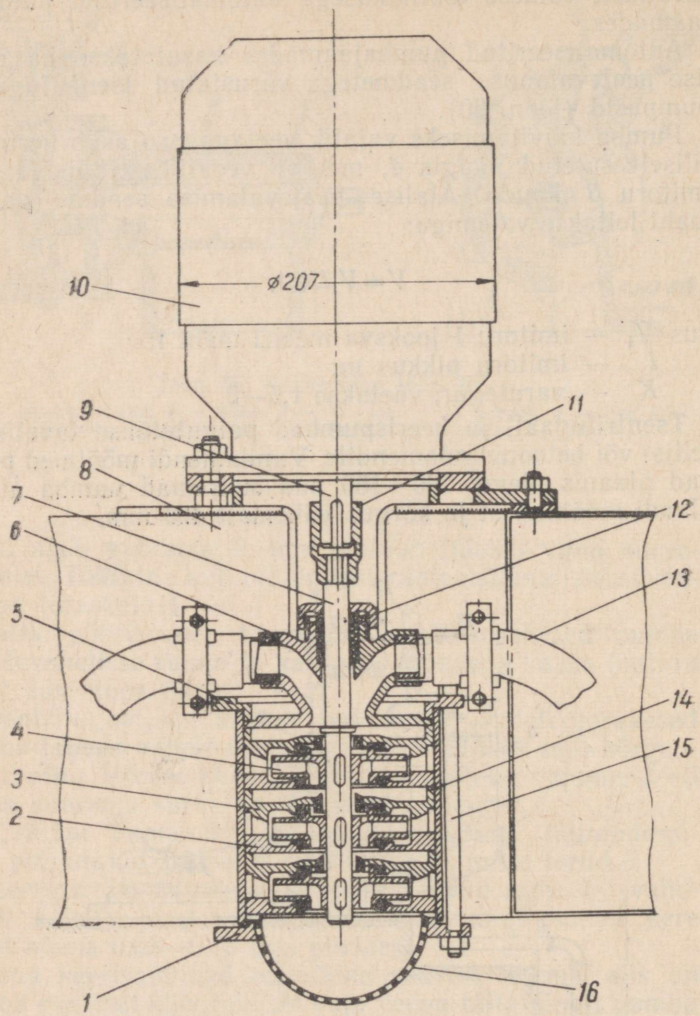
kus V_1 — imitoru 1 jooksva meetri maht l;
l — imitoru pikkus m;
K — varutegur, võetakse 1,5—2.

Tsentrifugaal- ja keerispumbad paigutatakse tavaliselt tellis- või betoonvundamendile. Vundamendi mõõtmed peavad plaanis olema 100—150 mm suuremad pumba alusplaadi mõõtmetest ja kõrgus vähemalt 400 mm.



Joon. 60. Alalise pealevalamise seadmega varustatud pumba skeem:

1 — põhjafilter; *2* — põhjaklapp; *3* — imitoru; *4* — veepaak; *5* — toru; *6* — tsentrifugaalpump; *7* — tagasilöögiklapp; *8* — siiber; *9* — survetoru; *10* — korkkraan; *11* — pealevalamistoru; *12* — lehter; *13* — ventiil; *14* — elektrimootor



Joon. 61. Ujuva tsentrifugaalpumba ПН-Ю skeem:

1 — alumine kaas; *2* — vahesein; *3* — suunav aparaat; *4* — tööratas; *5* — ülemine kaas; *6* — survetorud; *7* — pumba võll; *8* — pontoon; *9* — elektrimootori võll; *10* — elektrimootor; *11* — ühendusmuhv; *12* — tihend; *13* — kummivoolik; *14* — pumba korpus; *15* — pingutuspoldid; *16* — võrkfilter

Pumba paigaldamise kõrgus madalaimast veetasemest määratakse vaakuummeetrilise imemiskõrguse ja imimagistraali hüdrauliliste takistuste suurusega.

Imitorud tuleb paigutada nii, et vesi tõuseks pidevalt pumba juurde. Õhukottide tekkimise võimalus peab olema välditud. Imitoru läbimõõt peab võimaluse korral olema suurem pumba sisselasketoru läbimõõdust. Imitoru ots varustatakse filtri ja põhjaklapiga, mis on vajalik vee hoidmiseks torudes pumba peatamise korral. Filter paigutatakse 0,5 m kõrgusele veeallika põhjast ja vähemalt toru kolmekordse läbimõõdu kaugusele selle seintest.

Ujuv tsentrifugaalpump ПН-Ю. Vee pumpamiseks šahtkaevudest ja lahtistest veekogudest on sobiv kasutada G. Judnevi konstrueeritud tsentrifugaalpumpasid ПН-Ю (joon. 61).

Kolmeastmelist tsentrifugaalpumpa käitatakse 1 kW elektrimootori abil. Elektrimootoril on niiskusekindel isolatsioon; pumba tootlikkus on 1,8—7,2 m^3/h; tõstekõrgus kuni 25 m. Pump on monteeritud silindrilisele pontoonile, mille läbimõõt on 650 mm. Töötamise ajal vajub pontoon $^2/_3$ ulatuses oma kõrgusest vette ja ujub vabalt.

Rändkarjakasvatuse rajoonides kasutatakse ujuvaid pumpasid komplektis liikuvate elektrijaamadega.

§ 33. Süvistatud arteesia-tsentrifugaalpumbad

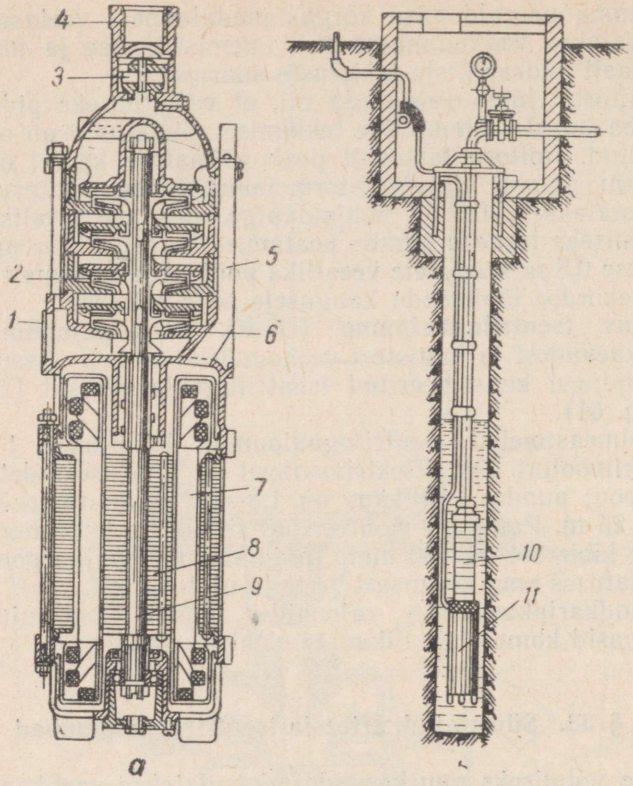
Vee võtmiseks puurkaevudest kasutatakse vertikaalseid mitmeastmelisi süvistatud elektripumpasid tüüp АП (arteesia, süvistatud, joon. 62).

Pump on vahetult ühendatud elektrimootoriga, mis riputatakse veetõstetorude kolonni otsa ja töötab vee sees. Elektrimootoril on polükloorvinüülisolatsioon, mis võimaldab töötamist vee all. Elektrimootori laagreid määrib ja jahutab tsirkuleeriv vesi. Andmed mõnede АП-tüüpi pumpade kohta on toodud tabelis 15.

Nagu vastavad katsed näitasid, on süvistatud pump täiesti töökindel ja võib ilma kontrolli ning hooldamiseta töötada rohkem kui 5000 tundi.

Kuna süvistatud pumpadel ei ole kohmakat ülekandeseadet ega suurt takistust veetõstetorus, on nende kasutegur suhteliselt suur (55—60%).

Arteesiapumpade montaaži alustatakse tavaliselt puur-



Joon. 62. Süvistatud АП-tüüpi tsentrifugaalpump:

a — lõige; *b* — üldvaade; *1* — võrkfilter; *2* — tööratas; *3* — tagasilöögiklapp; *4* — survetoru; *5* — elektrikaabel; 6 — imiava; *7* — staatori mähis; *8* — rootor; *9* — elektrimootori võll; *10* — pump; *11* — elektrimootor

augu sirgjoonelisuse kontrollist, milleks lastakse alla mõned veetõstetoru sektsioonid. Siis ühendatakse pump imitoruga ja lastakse kaevu. Edasi pikendatakse survetoru, lisades sellele järjest lülisid ja lastes toru allapoole, kuni pump on jõudnud vajalikku sügavusse.

Normaalseks tööks peab pumba korpus asuma vähemalt 1 m võrra veetasemest allpool. Kõiki sügavveepumpade töötavaid osi määritakse pumbatava veega, mistõttu neid ei ole lubatud tööle panna kuivas keskkonnas. Agregaatide

kaitseks veetaseme võimaliku alanemise puhul paigutatakse puurkaevu relee, mis annab veetaseme langemisel impulsi elektrimootori peatamiseks.

Tabel 15

АП-tüüpi pumpade tehniline iseloomustus

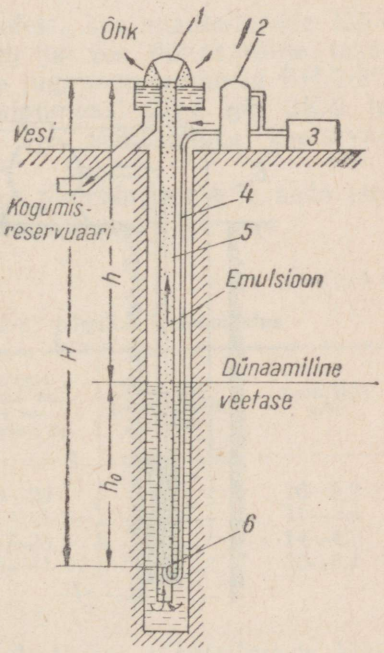
Tehnilised näitajad	Pump		
	6АП - 9×6	8АП - 9×6	ЭПЛ - 6
Tootlikkus m^3/h	7,2	18	14,4—18
Surve m	45	92	75
Elektrimootori võimsus kW	2,5	12	8
Pöörlemiskiirus p/min. . . .	2950	2950	2950
Tööratasте arv	6	6	8
Manteltoru läbimõõt tollides	6	8	6

§ 34. Õhktõstukid ja jugapumbad

Õhktõstuki ehk erlifti (joon. 63) töö põhineb tõstetava vedeliku erikaalu vähendamisel suruõhu juhtimise teel kompressorist veetõstetoru alumisse ossa. Selle tagajärjel tekib väikese erikaaluga õhu-vee-emulsioon.

Ühendatud anumate seaduse järgi surutakse emulsioonisammas H pidevalt üles raskema veesamba h_0 poolt, mis asub õhupihusti kohal.

Veetõstetorust väljudes põrkab emulsioon vastu reflektorit, paiskub laiali, mille tagajärjel õhk eraldub, vesi aga kogutakse reservuaari, kust teise astme pumpade abil suunatakse tarbijatele.



Joon. 63. Erlifti skeem:
1 — reflektor õhueraldaja; *2* — ressiiver; *3* — kompressor; *4* — õhutoru; *5* — veetõstetoru; *6* — pihusti

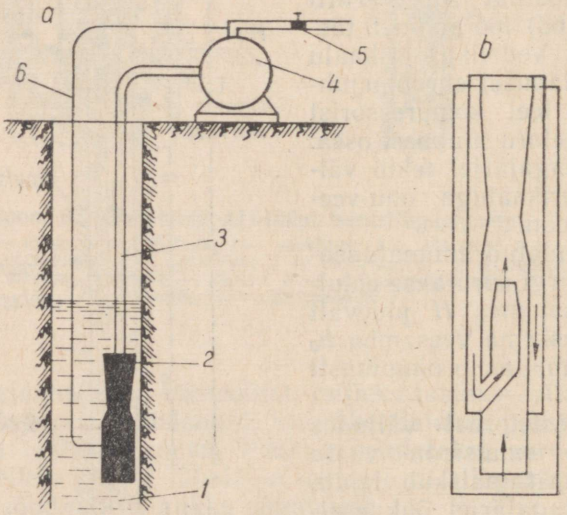
Erlifti rahuldavaks töötamiseks peab pihusti süvistustegur, s. t. suhe $\frac{H}{h}$ olema 1,9—3 piirides. Tuleb meeles pidada, et mida suurem on süvistustegur, seda suurema kasuteguriga seade töötab.

1 m^3 vee tõstmiseks kulutatud õhu hulk oleneb süvistussügavusest ja 15 kuni 60 m sügavuste puurkaevude puhul kõigub praktiliselt 3—6 m^3 piirides.

Õhktõstukitel on madal kasutegur, tavaliselt mitte üle 20—25%, ja nende kasutamisel tuleb kaevud üleliia sügavaks puurida.

Erliftide eeliseks on lihtne ehitus, töökindlus, liikuvate osade puudumine kaevus ja võimalus kasutada neid kõverate puurkaevude puhul.

Eriti sobiv on kasutada erlifte neil juhtudel, kui kaevuvees leidub rohkesti peent liiva ja tsentrifugaalpumpasid kasutada ei saa.



Joon. 64. Jugapumbaseadme (*a*) ja jugapumba (*b*) skeemid:

1 — puurkaev; *2* — jugapump; *3* — veetõstetoru; *4* — tsentrifugaalpump; *5* — siiber; *6* — survetoru.

Jugapumbad ehk hüdroelevaatorid on sobivad kasutada vee tõstmiseks väikese sügavusega kaevudest.

Nende töötamispõhimõte (joon. 64) on järgmine. Tsentrifugaalpumbast juhitakse osa vett jugapumba sisekanalisse (joon. 64, *b*) ja sealt läbi düüsi segukambrisse. Veejuga, liikudes suure kiirusega, tekitab segukambris hõrenduse, mille tagajärjel vesi voolab imitorust läbi difuusori survetorusse.

Kaevust juurdeimetav vee hulk oleneb tõstekõrgusest. Näiteks tõstekõrgusel 23—32 m moodustab see 25—35% kogu pumba tootlikkusest. Jugapumpade kasutegur on väike ja olenevalt tõstekõrgusest kõigub 18 kuni 32% piirides. Kuid nende lihtne ehitus, avariideta töötamine, samuti nende valmistamise ja remontimise võimalus remonditöökoja tingimustes on põhjusteks, miks hüdroelevaatoreid laialdaselt kasutatakse vee tõstmiseks kuni 70 m sügavustest puurkaevudest. Nad võivad asendada kolbpumpasid 80—90% ulatuses.

Vee võtmiseks puurkaevudest, kus manteltorude läbimõõt on vähemalt 200 mm ja vee dünaamiline tasapind kuni 45 m, kasutatakse jugapumpseadmeid BH-2-8″. Seade koosneb tsentrifugaalpumbast 2K-6 või 3K-9 ja jugapumbast, mille surve- ja veetõstetoru asetsevad kõrvuti.

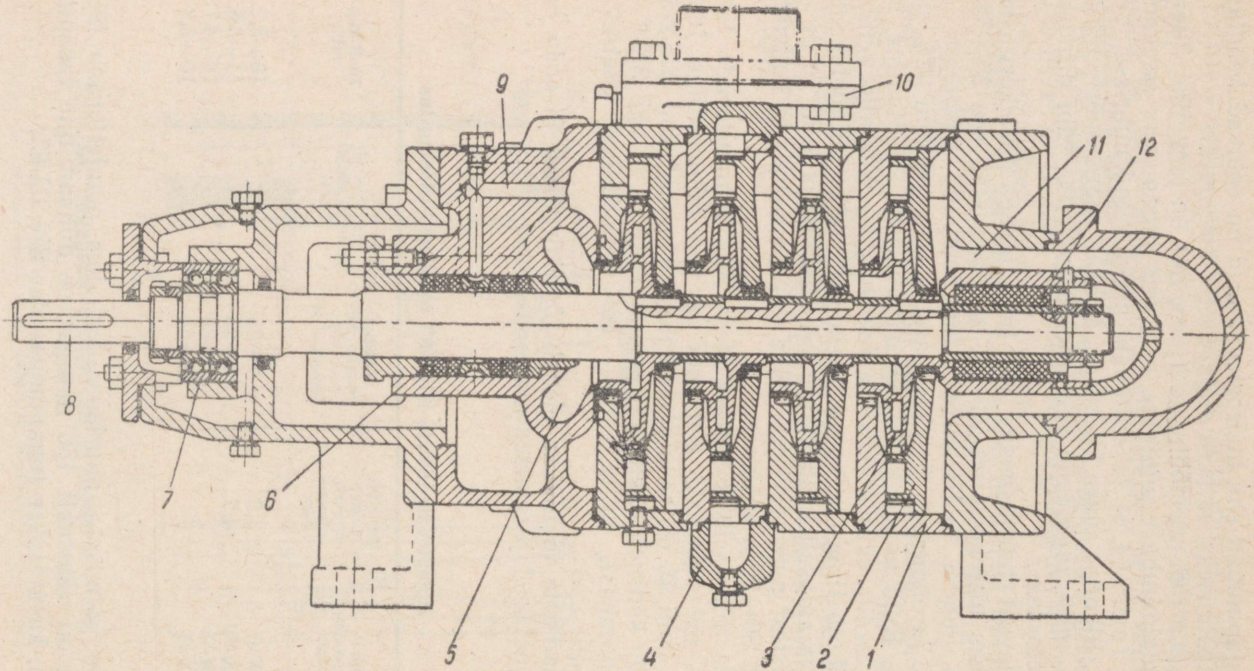
Seadmete tootlikkus oleneb tõstekõrgusest ja seda iseloomustavad järgmised andmed (tabel 16).

Tabel 16

Jugapumpseadmete BH-2-8″ tehniline iseloomustus

Tsentrifugaalpumba mark	Soovitav elektrimootori võimsus kW	Kaugus pumba teljest veetasemeni m	Vaba surve pumba telje kohal	Tootlikkus m³/h
2K-6	4,5	8—23	20	16—5,2
2K-6	4,5	15—28	20	11—3,6
3K-9	7	17—33	25	14—4,7
3K-9	7	26—41	25	10—3,8

Vee võtmiseks puurkaevudest, kus manteltorude läbimõõt on vähemalt 150 mm ja vee dünaamiline tasapind 75 m, kasutatakse jugapumpseadet BH-2Ц-6″.



Joon. 65. Kahe surveliiniga tsentrifugaalpump ЦДС-4:

1 — sektsiooni korpus; *2* — suunav aparaat; *3* — tööratas; *4* — spiraalkamber, tõstetud vee ärajuhtimiseks; *5* — imemiskamber; *6* — tihend; *7* — kuullaagrid; *8* — võll; *9* — hüdrauliline lukk; *10* — survetoru; *11* — survekamber; *12* — liugelaager

Seade koosneb spetsiaalsest kahe surveliiniga mitmeastmelisest pumbast ЦДС ja tsentraalselt üksteise sees asetsevate torudega jugapumbast.

Mitmeastmeline ЦДС-tüüpi tsentrifugaalpump (joon. 65) koosneb üksikutest omavahel poltidega ühendatud sektsioonidest. Igal sektsioonil on tööratas *3* ja juhtimisaparaat *2*. Olenevalt tõstekõrgusest võib sektsioonide arv olla mitmesugune.

Jugapumpa antakse vesi, mis on vajaliku surve saamiseks läbinud kõik pumba sektsioonid, kaevust võetud vesi aga suunatakse tarbijatele läbi spiraalkambri *4* ainult osa tööratastе survel.

Selline pumba konstruktsioon võimaldab kasutada vee tõstmiseks sügavatest puurkaevudest ainult ühte monoliitset seadet mitme järjestikku ühendatud tsentrifugaalpumba asemel.

Jugapumpseadme ВН-2Ц-6″ tehniline iseloomustus on toodud tabelis 17.

Tabel 17

Jugapumpseadmete ВН-2Ц-6″ tehniline iseloomustus

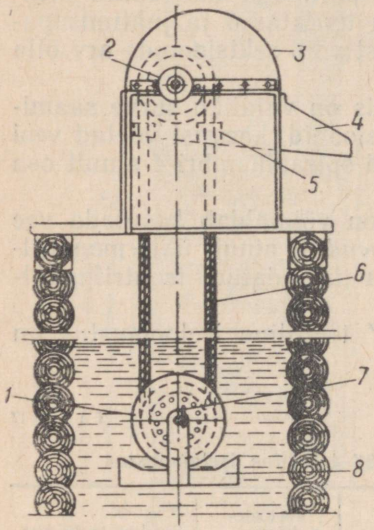
Seadme nr.	Tsentrifugaalpumba mark	Soovitav elektrimootori võimsus kW	Veetõstekõrgus kaevust m	Seadme tootlikkus m^3/h
1	ЦДС-2	7	15–20	14,4—12,2
			20—25	12,2—10
			25—30	10 — 8,6
2	ЦДС-3	7	30—36	10,8— 8,7
			36—43	8,7— 8,2
			43—50	8,2— 7,2
3	ЦДС-4	10	50—58	10,4— 9,0
			58—66	9,0— 7,5
			66—75	7,5— 6,8

§ 35. Veetõstukid

Veetõstukeid kasutatakse peamiselt suvelaagrites ja karjamaadel vee tõstmiseks kuni 20 m sügavustest šahtkaevudest.

Tööorganite ehituse järgi eristatakse spiraalketiga ja koppelevaatoriga veetõstukeid.

Spiraalketiga veetõstuk BOC-2 (joon. 66) kujutab endast 5 mm läbimõõduga traadist lõputut spiraali, mis liigub ülemisel vedaval ja alumisel veetaval plokil. Alumine plokk *1* on varustatud 20 kg raskusega. See asetatakse vette 50—70 cm sügavusele.



Joon. 66. Spiraalketiga veetõstuk BOC-2:

1 — alumine plokk; *2* — ülemine plokk; *3* — äravoolukamber; *4* — renn; *5* — kann; *6* — lõputu spiraal; *7* — konks; *8* — raskus

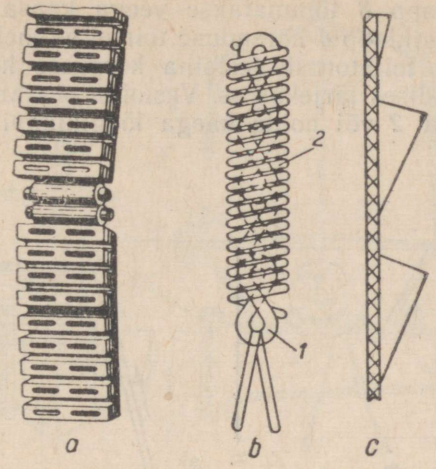
Ülemise ploki pöörlemisel kiirusega 3—4—5 m/s haarab spiraal alt üles liikudes vett kaasa ja tõstab vastuvõturuumi. Siin pöördub spiraal ümber vedava ploki, vesi paiskub tsentrifugaaljõu toimel äravoolurenni ja juhitakse edasi tarbijatele.

Spiraalketiga veetõstuki tootlikkus tõstekõrgusel 20 m on 2—4 m^3 tunnis. Kui vajatakse suuremat tootlikkust, võib kasutada veetõstukit BOC-2 mitme paralleelselt asetatud spiraalketiga.

Koppelevaatoriga veetõstukid kujutavad endast vertikaalselt liikuvat lõputut linti, mille külge on kinnitatud kannud või kopad vee tõstmiseks (joon. 67). Trapetsikujulised kannud valmistatakse tsinkplekist ja neis on piklikud avad.

Koppelevaatori lindiks on kummeeritud rihm ristlõikega 50×3 mm, millele on õmmeldud presendist kopad. Iga kopa sees on vedrukäpp, mis hoiab koppa avali.

Vaadeldud veetõstukid on oma ehituselt lihtsad ja küllaltki töökindlad. Nende montaaž on lihtne ja teostatav ilma kaevu laskumata. Jäätumise tõttu on talvel veetõstukite ekspluateerimine raskendatud.



Joon. 67. Veetõstukite tööorganid:
a — kannlint; *b* — spiraalkett; *c* — kopp-elevaator; *1* — kett; *2* — traadist spiraal

§ 36. Vesioinad

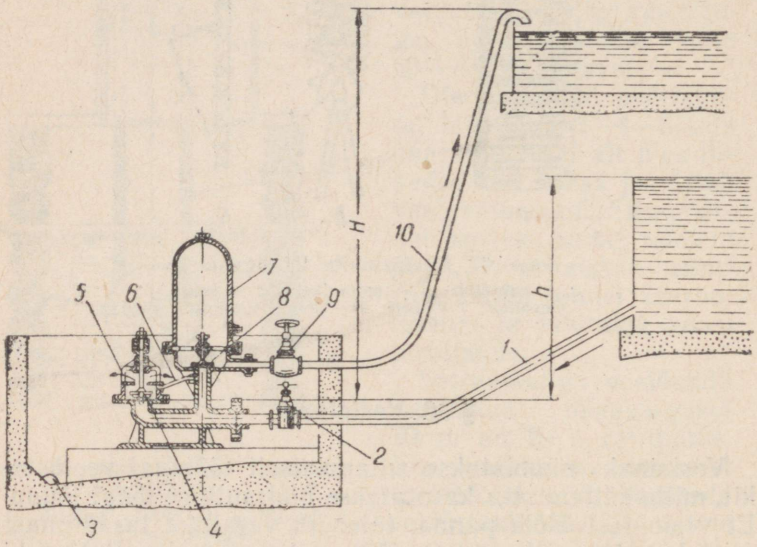
Vesioinaks nimetatakse automaatselt töötavat veetõstukit, mille käitamiseks kasutatakse hüdraulilise löögi jõudu. Et vesioinast tööle panna, tuleb ta veeallika tasapinnast madalamale paigutada ja töötanud vesi pidevalt tõstuki juurest ära juhtida.

Vesioinas (joon. 68) töötab üksteisele järgnevate töötsüklite kaupa, millest igaüks koosneb kolmest taktist: hoovõtust, survest ja tagasilöögist.

Vesioina käivitamiseks tuleb vajutada löögiklapi *4* vardale, siis hakkab vesi toitetorust *1* läbi lahtise klapiava järjest kasvava kiirusega välja voolama. Saavutanud suurima kiiruse, tõstab vesi voolu survel taldriku üles ja suleb klapi. Järsk väljavoolu katkemine põhjustab hüdraulilise löögi, vesi liigub kõrgendatud rõhu all läbi surveklapi 8 õhukuplisse *7*, surub seal õhu kokku ja tõuseb survetoru kaudu üles. Toimub vee surumine.

Surve tõttu vee liikumine toitetorus peaaegu lakkab, kokkusurutud õhu toimel hakkab vesi kiiresti voolama kupli alt toitetorusse ning vesioina korpuses tekib hõren-

dus. Surveklapp *8* tõmmatakse veega kaasa ja sulgub, kuna aga löögiklapp *4* hõrenduse toimel avaneb. Peale vee uut hoovõttu toitetorust vesioina korpusse kordub kogu töötsükkel endises järjekorras. Vesioina peatamiseks tuleb sulgeda siiber *2* või hoida käega löögiklappi *4* ülemises asendis.



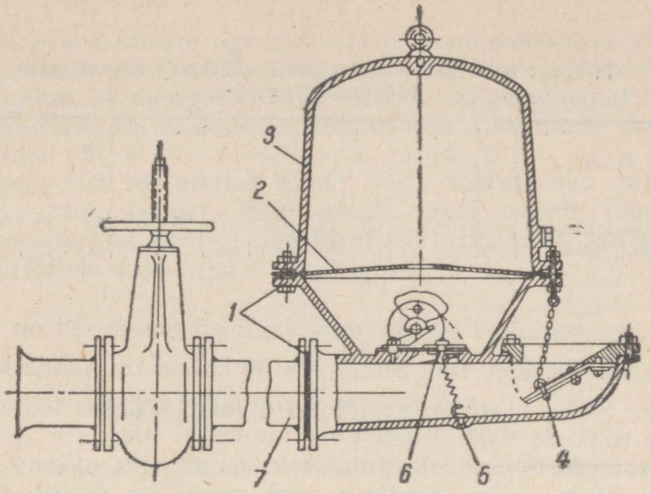
Joon. 68. Vesioina TГ-2 skeem:

1 — toitetoru; *2* ja *9* — siibrid; *3* — vee äravoolu ava; *4* — löögiklapp; *5* — löögiklapi tugipind; *6* — õhutoru; *7* — õhukuppel; *8* — surveklapp; *10* — survetoru

Õhutagavara automaatseks täiendamiseks kuplis *7* on õhutoru *6*. Selle kaudu imetakse tagasilöögitakti ajal surveklapi alt õhku sisse ning järgmise hüdraulilise löögi puhul liigub õhk koos veega läbi surveklapi õhukuplisse.

Trembovelski süsteemi vesioinaid TГ-1 ja TГ-2 valmistatakse väikese tootlikkusega — kuni 0,5 l/s. Veekulul 1,5 l/s võib kasutada vesioinast УИЖ-К100 (joon. 69), mille iseärasusteks on õhukuplisse monteeritud kummidiafragma ja klappide ühepoolne avanemine.

Andmed vesioinaste kohta on toodud tabelis 18.



Joon. 69. Vesioina УИЖ-К100 skeem:
1 — vesioina korpus; *2* — õhukuppel; *3* — löögiklapp; *5* — vedru; *6* — surveklapp; *7* — toitetoru

Tabel 18

Vesioinaste tehniline iseloomustus

Vesioina mark	Toitetoru diameeter mm	Survetoru diameeter mm	Kaal kg	Läbilaskevõime (l/min), kui toitetoru pikkus on 10 m ja surve (m)						
				1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
ТГ-1	76	38	106	157	192	221	247	272	93	312
ТГ-2-100	100	50	204	360	432	504	576	600	660	720

Vesioina tootlikkus arvutatakse valemiga:

$$g = \frac{Q_j\, h}{H + h_k}\, \eta_t \text{ l/min}, \qquad (34)$$

kus H — survekõrgus m;
h — vee langemiskõrgus, mõõdetakse toitereservuaari veetasemest kuni löögiklapi ava tsentrini;
h_k — rõhukaod survetorus m;
Q_j — vee hulk, mis voolab vesioinasse l/min;
η_t — vesioina kasutegur, selle väärtus oleneb suhtest $\frac{H}{h}$; ТГ-tüüpi vesioinaste kasutegurid on toodud tabelis 19.

ТГ-tüüpi vesioinaste kasutegurite väärtused arvestamata hõõrdumist torudes

Suhe $H : h$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20
Vesioina kasutegur %	85	78	72	67	63	60	57	54	52	47	44	40	34

Kõige paremad ekspluatatsioonilised omadused on vesioinastel УИЖ-К 100. Suhte $\frac{H}{h} = 30$ korral on nende kasutegur 70%. ТГ-tüüpi vesioinad ei hakka üldse tööle selliste rõhkude vahe puhul.

Vesioinaste oluliseks puuduseks on asjaolu, et suur hulk vett läheb kaotsi. Seetõttu peab veeallika deebit olema 10—15 korda suurem veehulgast, mis läheb tarbijatele. Peale selle piirab vesioinaste kasutamist töötanud vee ärajuhtimise vajadus.

Et aga vesioinad töötavad ilma täiendava ajamita, on töökindlad, ehituselt lihtsad ning kerged ekspluateerida, siis on nad rohkesti kasutamist leidnud vee tõstmiseks lahtistest veekogudest, juhul kui seda võimaldavad maastiku tingimused ja veeallika deebit. Eriti hästi sobivad vesioinad vee pumpamiseks väikestest ülespaisutatud jõgedest, kanalitest ja ojadest.

§ 37. Tuulemootori valik veetõstemasinate käitamiseks

Tuul on võimas ja alaliselt taastuv energiaallikas.

Tuuleenergiat võib kasutada pideva veevarustuse jaoks siis, kui süsteemis on veesurvepaak 2—3-ööpäevase veetagavara mahutamiseks. Seda on vaja veevarustusvõrgu toitmiseks tuulevaikuse perioodidel.

Ebaühtlase tuulekiiruse tõttu on ka tuulemootori pöörlemiskiirus muutuv, mida tuleb arvestada veetõsteseadmete töölerakendamisel tuulemootori jõul.

Enamikul tuulemootoritest püsib pöörlemiskiirus ühtlasena alles pärast reguleerimisseadme töölehakkamist, s. o. alates tuule kiirusest 7—8 m/s.

Veetõsteseadmete agregateerimisel tuulemootoritega tuleb arvesse võtta pöörlemiskiirusi ja valida ülekandesuhe niisugune, et agregaat võiks töötada kõige pikemat aega ja tuuleenergia kasutamise tegur oleks seejuures maksimaalne.

Agregaadi töötamisel tuleb kõige sobivamaks pidada sellist tuule kiirust, mille puhul seade annab suurima hulga energiat aastas. Sobivaim ehk arvutuslik tuule kiirus leitakse valemiga:

$$v_y = 1{,}55\ v_0; \qquad (35)$$

kus v_y — arvutuslik tuule kiirus m/s;
v_0 — aasta keskmine tuule kiirus m/s.

Tuulemootori võimsus antud tuulekiirusel arvutatakse valemiga:

$$N_{tm} = \frac{v_y^3 D^2}{1530}\ \zeta\ hj, \qquad (36)$$

kus D — tuuleratta läbimõõt m;
ζ — tuule kasutamise tegur, võetakse 0,3—0,4.

Kuna tsentrifugaalpumbad töötavad kõrge kasuteguriga ainult kindla pöörlemiskiiruse korral, siis on tuulemootori töötamisel tsentrifugaalpumpadega agregaadi tootlikkus ligikaudu 2 korda väiksem kui kolbpumpade puhul.

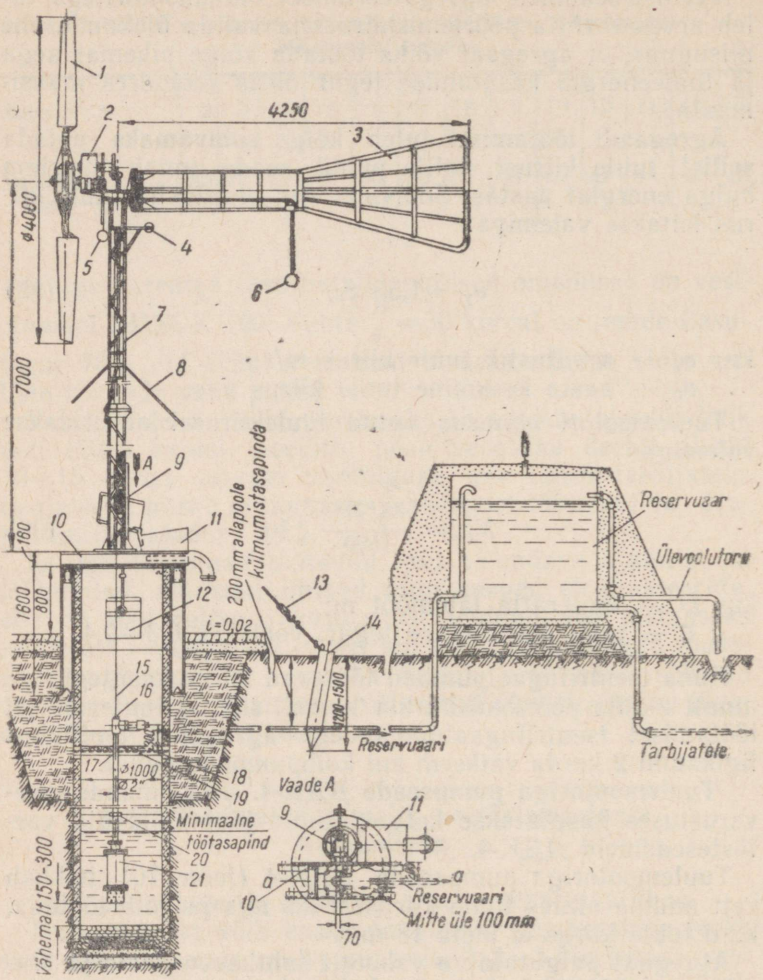
Tuulemootoriga pumpseade ДДК-4. Karjamaade veevarustuses kasutatakse kergeid tuule jõul töötavaid veetõsteseadmeid ДДК-4.

Tuulemootoriga pumpseade ДДК-4 (joon. 70) hakkab vett andma alates tuule kiirusest 2,5 m/s ja võib töötada, kuni tuule kiirus ei ületa 18 m/s.

Agregaat paigutatakse vahetult šahtkaevu peale ja kinnitatakse trossidega. Tuulemootori peas on väntmehhanism, mis varraste kaudu annab liikumise edasi veetõstukile.

Tuulevaikuse perioodidel võib pumba tööle panna hobuajamiga.

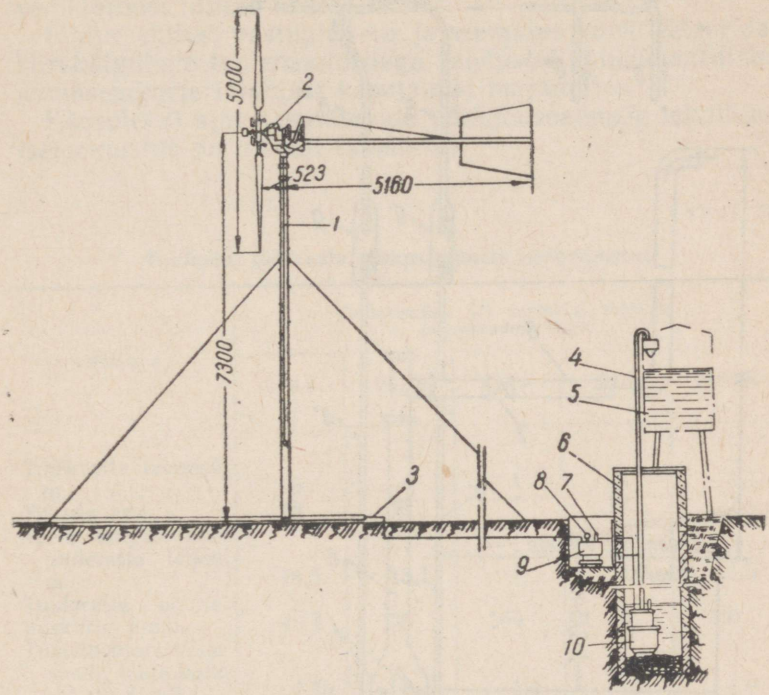
Veetõstuk ВПВ-5. Karjamaa tingimustes on sobivaks vee tõsteagregaadiks tuule-kompressorseade ВКУ-3,5 ja selle baasil väljatöötatud pneumaatiline veetõstuk ВПВ-5



Joon. 70. Tuulejõuseade ДДК-4 šahtkaevul:

1 — tuuleratas; *2* — tuulemootori pea; *3* — saba; *4* — montaažirull; *5* — käivitushoova rõngas; *6* — tross tuuleratta tuulest väljapööramiseks; *7* — mast; *8* — kinnitustross; *9* — kronstein plokiga; *10* — tugi koos veepange tõstmise seadisega; *11* — renn; *12* — pang; *13* — pingutusmuhv; *14* — ankruvai; *15* — veetõstuki varras; *16* — tihend; *17* — veetõstetorn, *18* — laudkate; *19* — koht pumba kinnitamiseks; *20* — pumba kinnitus; *21* — pump НП-150

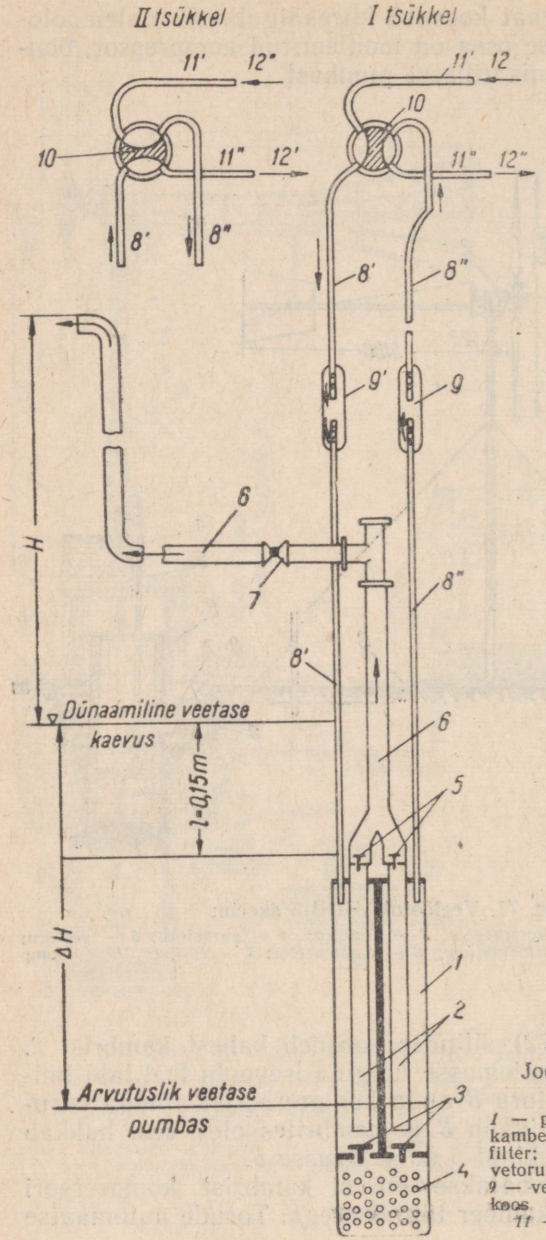
(joon. 71). Agregaat koosneb kiirekäigulisest tuulemootorist, mille ülemisse ossa on monteeritud kompressor, õhujaotajast ja pneumaatilisest pumbast.



Joon. 71. Veetõstuki ВПВ-5 skeem:
1 — tuulemootor; *2* — kompressor; *3* — õhutoru; *4* — survetoru; *5* — veetoru; *6* — kaev; *7* — reduktsiooniklapp; *8* — manomeeter; *9* — ressiiver; *10* — pump

Pumba (joon. 72) silinder koosneb kahest kambrist *2*. Vesi võib neisse mõlemasse tungida isevoolu teel läbi imiklapi *3*. Kui läbi toru *8* anda kompressorist pumpa surutõhku, siis sulgub klapp *3* ja kambrites olev vesi hakkab liikuma läbi surveklapi *5* survetorusse *6*.

Samal ajal pumbatakse teisest kambrist kompressori abil õhk välja ja kamber täitub veega. Torude automaatse



Joon. 72. Pneumaatilise pumba skeem:

1 — pumba silinder; *2* — survekamber; *3* — imiklapid; *4* — võrkfilter; *5* — surveklapid; *6* — survetoru; *7* — siiber; *8* — õhutorud; *9* — vee-eraldaja; *10* — õhujaotaja koos neljakäigulise kraaniga; *11* — õhutorud kompressorist

ümberlülitamise tõttu survelt imemisele tsükkel kordub. Torude ümberlülitamine toimub neljakäigulise kraani *10* abil pumba silindri veest tühjenemise momendil. Õhujaotajat käitatakse kompressori väntvõllilt või kasutatakse selleks veemõõtja mehhanismi, mis pärast teatud hulga vee läbimist lülitab kraani ümber.

Lihtne ehitus, vastupidavus ja võimalus komplekteerida kiirekäiguliste tuulemootoritega soodustab pneumaatiliste pumpseadmete laialdast kasutamist majandites.

Käesoleval ajal kasutatavate tuulejõuseadmete tehniline iseloomustus on toodud tabelis 20.

Tabel 20

Tuulejõul töötavate pumpseadmete iseloomustus

Näitajad	Tuulemootori või tuulejõul töötava pumpseadme mark				
	УТВ-5	УВД-8	ДДК-4	ВП-3	ВКУ-3,5
Tuuleratta läbimõõt m	5	8	4	3	3,5
Tiibade arv	18	18	7	18	2
Torni kõrgus kuni tuuleratta teljeni m	14,5	15,1	7	5,6	5,5
Tuuleratta pöörlemiskiirus p/min	40	35	160	70	750
Tuulemootori võimsus hj tuule kiirusel v=8 m/s	2,59	6,4	1,6	1,0	1,0

Tuulemootorite püstitamiseks tuleb valida selline koht, kus õhuvool võiks mistahes suunast vabalt pääseda tiivikule ning pumpseade asuks mootori vahetus läheduses.

Kui tuulemootori lähedal on varjavaid takistusi, peab vahemaa viimaste tippudest kuni tiiviku pöörlemisel tekkiva ringjooneni olema vähemalt 2 m. Juhul kui takistused ulatuvad tiiviku alumisest äärest kõrgemale, peab tuulemootori kaugus takistusest olema 15 korda suurem kui takistuse selle osa kõrgus, mis asub kõrgemal tiiviku alumise ääre tasapinnast.

Tuulemootorit ei soovitata paigaldada jäärakute äärde

ja jõgede järskudele kallastele, sest neis kohtades võivad tekkida ülesliikuvad õhuvoolud, mis takistavad tuuleratta tööd.

Kuni 8 m tiiviku läbimõõduga tuulemootorid monteeritakse tavaliselt kokku horisontaalses asendis maapinnal ja tõstetakse siis vintsi või traktori abil üles. Tuulemootori püstitamisel tuleb kinni pidada ohutustehnika eeskirjadest.

VII PEATÜKK

VEESURVEEHITISED

§ 38. Veetornid ja -reservuaarid

Veetornid ehitatakse sel juhul, kui tarbijate läheduses ei ole loomulikku kõrgendikku surverreservuaari paigutamiseks.

Enamikul juhtudel koosneb veetorn paagist, kandekonstruktsioonist ja paagimajast.

Veetorn. Joonisel 73 on esitatud puitkandekonstruktsiooniga veetorn. 25 m^3 mahuga survepaagi võib valmistada metallist või ka kohapeal kokku panna 6 cm paksustest tünnilaudadest, mis on metallvitstega kokku tõmmatud. Paagi ümber ehitatakse vooderdatud sõrestikseintega maja. Veetorn varustatakse kolme toruga: toite-tarbimistoru *6*, ülevoolutoru *5* ja mudatoru *4*.

Toite-tarbimistorustiku otstarve on juhtida paaki vett, juhul kui pumba tootlikkus on tarbimisest suurem, ja anda paagist vett tarbijatele, juhul kui tarbimine ületab pumba tootlikkuse või pump üldse ei tööta. Ülevoolutoru ülesanne on anda märku paagi täitumisest. Ülevoolutoru püstiku külge on ühendatud paagi mudatoru. Torude hargnemiskohta paigaldatakse siiber, mida avatakse ainult reservuaari settest puhastamiseks.

Mõlema vertikaaltoru ülemises otsas on kompensaatorid *3* temperatuurist tingitud torustiku pikkuse muutumise kompenseerimiseks. Soojustamiseks on torud ümbritsetud puitkastiga, mis on täidetud antiseptitud saepuruga. Peale selle soojustatakse toite-tarbimistoru kahekordse vildiga ja kaetakse pealt õlivärviga värvitud kotiriidega.

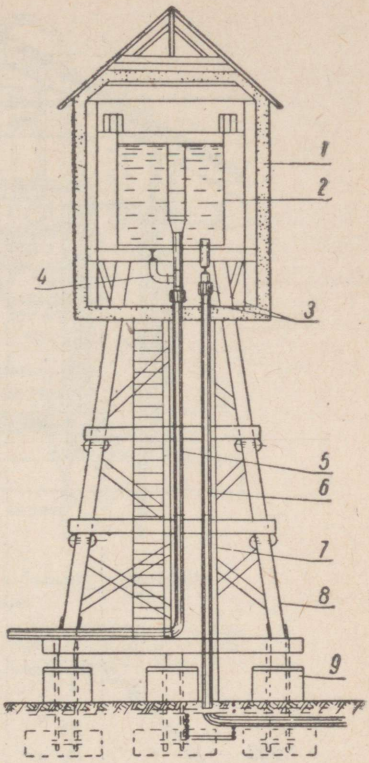
Põllumajanduses on paljudel juhtudel otstarbekohane ehitada insener A. A. Rožnovski konstrueeritud monteeritavatest metallplokkidest veetornid (joon. 74). Ehitusplatsile tuuakse niisugune torn üksikute osadena, mis on järgmised: veepaak, üksikutest paneelidest koosnev metallist alussammas, torud ja raudbetoonist vundamendiplokid. Eelnevalt ehitatakse torni vundament. Siis monteeritakse torn kokku horisontaalasendis ja tõstetakse mõne minuti jooksul vintsi ja traktori abil vundamendile.

Monteeritavatesse tornidesse paigutatakse vahel ka tuule jõul töötav pumpagregaat.

Mõnikord paigutatakse loomakasvatusfarmidesse veereservuaar olemasolevasse silotorni või kõige kõrgemal kohal asuva hoone pööningule.

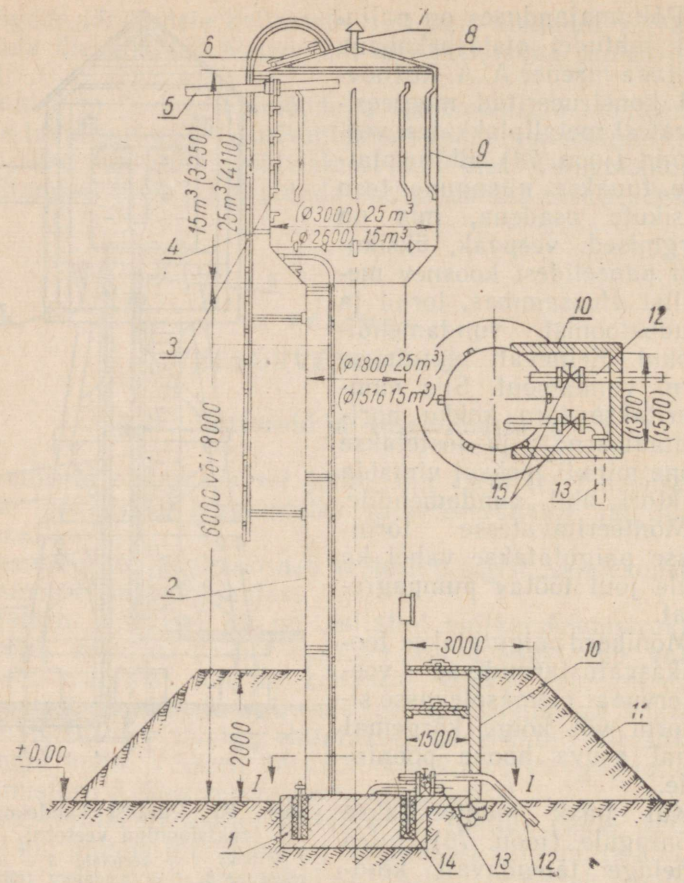
Kui paak monteeritakse pööningule (joon. 75), tuleb vahelage täiendavalt kindlustada.

Paagiruum vooderdatakse soojapidava materjaliga, paagi alla aga asetatakse läbiimbuva ja paagi seintele kondenseeruva vee kogumiseks plekist pann. Pealt kaetakse paak puitkaanega. Kui veevarustusvõrgu piirkonnas on looduslikke kõrgendikke, võib survemahutid paigutada kõrgemale kohale maasse.



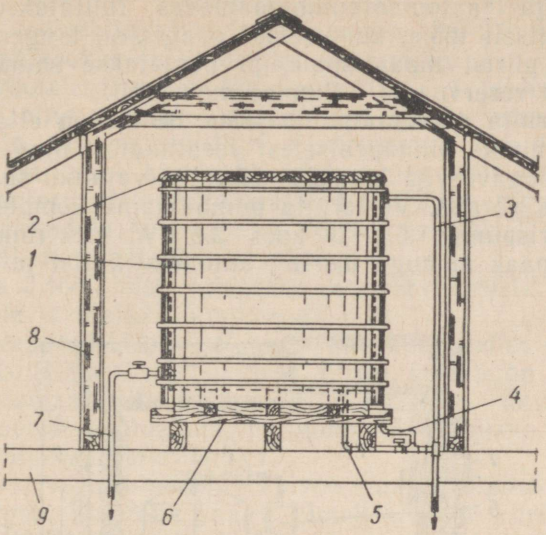
Joon. 73. Puidust kandekonstruktsiooniga veetorn:
1 — telk; *2* — veepaak; *3* — kompensaatorid; *4* — mudatoru (tühjendamistoru); *5* — ülevoolutoru; *6* — toite-tarbimistoru; *7* — puitkast; *8* — tugikonstruktsioonid; *9* — vundamendipostid

Maa-alused reservuaarid ehitatakse tavaliselt raudbetoonist, tellistest või paekivist ja varustatakse samade torustikega nagu veetornidki.



Joon. 74. Monteeritav metallplokkidest ilma väliskestata veetorn: *1* — vundament; *2* — sammas; *3* — sisetrepp; *4* — välistrepp; *5* — kontrolltoru; *6* — luuk; *7* — ventilatsioonitoru; *8* — kaas; *9* — paak; *10* — kaev; *11* — muldtäidis; *12* — toite-tarbimistoru; *13* — tühjendustoru; *14* — ankrupoldid; *15* — siibrid

Kõrgendikkudele paigaldatud maa-alused reservuaarid osutuvad paljudel juhtudel veetornidest ökonoomsemateks ja kindlamateks eriti talvel.



Joon. 75. Veepaagi paigaldamine veiselauda pööningule:

1 — veepaak; *2* — paagi kaas; *3* — ülevoolutoru; *4* — alus-panni äravoolutoru; *5* — paagi tühjendamistoru; *6* — alus-pann; *7* — toite-tarbimistoru; *8* — soojustatud kest; *9* — prussid

§ 39. Automaatpumbajaamad

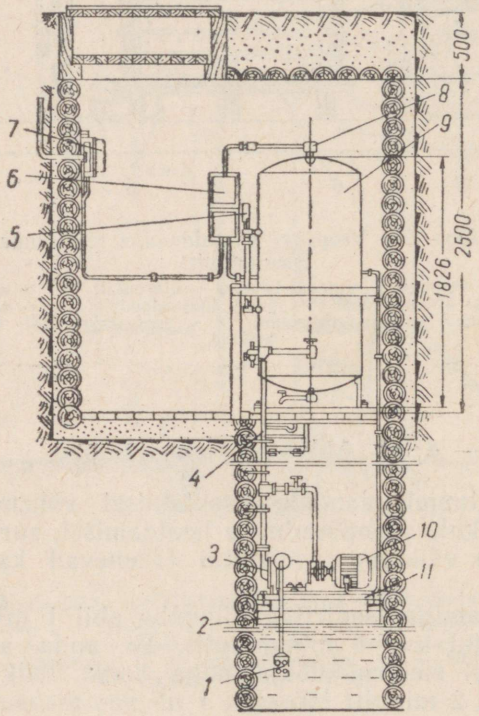
Automaatpumbajaamade kasutamisel väheneb tunduvalt tööjõukulu pumpseadmete hooldamisel, survemahutid võivad olla väiksemad, mistõttu vähenevad ka kapitaalmahutused.

Elektriajamiga tsentrifugaalpumba abil 1 m^3 vee tõstmisel kulutatakse 8 inimminutit. Et anda automaatse ВЭ-2,5-tüüpi elektripumbajaamaga sama hulk vett, on vaja ainult 2 minutit tööaega. 1 m^3 vee maksumus automaatse veevarustuse puhul märksa alaneb.

Surve-reguleerivate seadmete järgi eristatakse veetorniga pumbajaamasid, kus surve-reguleeriv reservuaar asub kõrgemal kohal, ja veetornita õhu-veepaagiga pumbajaamasid, kust vesi surutakse kokkusurutud õhu toimel veevõrku.

Torniga automaatpumbajaamades lülitatakse pump automaatselt tööle, kui veetase paagis on langenud ettenähtud piirist madalamale, ja peatatakse samuti automaatselt reservuaari täitumise momendil.

Veetornita automaatpumbajaam BƏ-2,5 on ette nähtud vee võtmiseks pinnapealsetest veeallikatest ning šahtkaevudest sügavusega kuni 20—25 m ja vajaliku surve tekitamiseks võrgus. Veetornita pumbajaama komplekti kuulub keerispump 1,5B-1,3 koos 2,8 kW elektrimootoriga, õhu-veepaak mahuga 0,8 m³, automaatlülitist ja magnet-



Joon. 76. Automaatpumbaseadme BƏ-2,5 šahtkaevu paigaldamise skeem:

1 — põhjaklapp; *2* — imitoru; *3* — pump; *4* — survetoru; *5* — veemõõtetoru; *6* — magnetkäiviti; *7* — vinnaklüliti; *8* — automaatlüliti; *9* — õhuveekatel; *10* — elektrimootor; *11* — laudkate

käivitist koosnev automaatjuhtimise aparatuur. Automaatse veetornita elektripumbajaama ВЭ-2,5 seadmete skeem šahtkaevus on kujutatud joonisel 76.

Vesi voolab kaevust läbi põhjaklapi *1* ja imitoru *2* pumpa *3* ning surutakse survetoru *4* kaudu hermeetiliselt suletud ja automaatlülitiga *8* varustatud õhu-veepaaki. Viimane on kaabli kaudu ühendatud magnetkäivitiga *6* ja elektrimootoriga *10*. Automaatlüliti on välja reguleeritud teatud rõhkudele ja reageerib rõhu muutumisel üle ettenähtud alumise või ülemise piiri.

Pumba *3* töötamisel juhitakse vesi survetorustiku kaudu tarbijatele ja ülejääk õhu-veepaaki.

Õhu-veepaagi täitumisel veega surutakse selles olev õhk kokku. Kui rõhk tõuseb ülemise piirini, millele on reguleeritud automaatlüliti, hakkab viimane tööle, katkestades elektrimootori vooluahela, ja pump jääb seisma. Katkeb vee andmine survetorustikku.

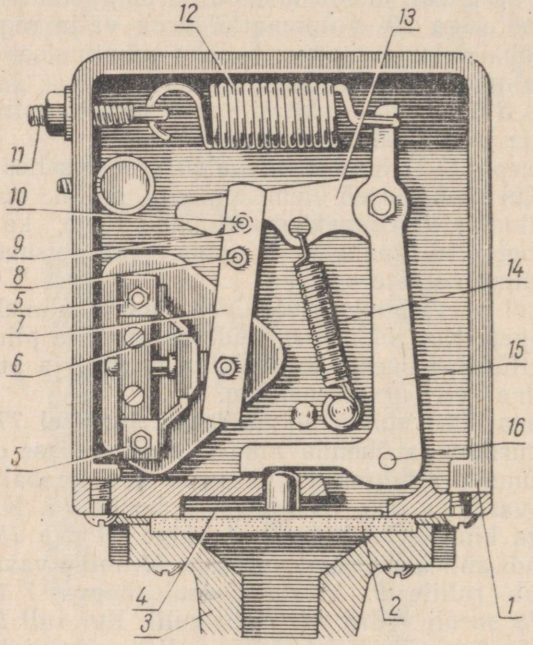
Edasisel veetarbimisel veenivoo paagis alaneb ja õhu rõhk langeb. Kui rõhk paagis ületab alumise piiri, lülitab automaatlüliti *8* uuesti sisse elektrimootori ja pump hakkab andma vett survetorustikku.

Automaatlüliti ehitus on näidatud joonisel 77. Lülitit paagi õhuruumiga ühendava karbi *3* süvendisse on paigutatud kummidiafragma *2*. Viimasel asub vabalt metallketas *4* vardaga, mis toetub vastu hooba *15*. Karp *3* on kruvidega kinnitatud korpuse *1* külge. Hoova *15* üks ots on liigendi abil ühendatud hoovaga *13*, mille vastaspoolne ots surub rullile *9*. Viimane asub hoova *7* teljel *10*. Hooba *13* surub vedru *14* vastu rulli. Kui rull *9* asetseb hoova *13* otsa väljalõikes (süvendis), ühendab hoob *7* liikuva kontakti *6*, sulgedes liikumatud kontaktid *5*. Viimaste külge on ühendatud pumba töötamist juhtiva vooluringi juhtmed.

Rõhu suurenemisel paagis diafragma kerkib ja surub ketta *4* varda vastu hoova *15* alumist otsa, pöörates seda ümber telje *16*. Hoova *15* pöördumisel liigub hoob *13* paremale, hoova otsal olev nukk tõuseb rullile *9* ja vedru *14* venitatakse pikemaks. Hoova *13* edasisel liikumisel paremale veereb hoova *7* rull (ületanud hoova *13* nuki) vedru *14* tõmbel mööda hoova *13* otsa kaldpinda, kusjuures hoob *7* pöördub kiiresti ümber telje *8* ja lahutab kontakti *6* liikumatust kontaktist *5*. Pumba elektrimootorit toitev vooluahel katkeb silmapilkselt.

Niipea kui rõhk õhu-veepaagis langeb, tõmbab vedru *12* hoova *15* tagasi esialgsesse asendisse ja koos sellega liiguvad kõik lülitusmehhanismi osad tagasi algseisu.

Soovitav töörežiim seatakse kruvi *11* abil, kusjuures reservuaaris on võimalik rõhku reguleerida *2* kuni *4* atü.



Joon. 77. Automaatlüliti:

1 — korpus; *2* — kummidiafragma; *3* — karp; *4* — ketas; *5* — liikumatu kontakt; *6* — liikuv kontakt; *7* — kontaktide hoob; *8* — kontaktide hoova telg; *9* — rull; *10* — rulli telg; *11* — reguleerimiskruvi; *12* — pingutusvedru; *13* — üleviskehoob; *14* — üleviskehoova vedru; *15* — peahoob; *16* — peahoova telg

Elektrifitseeritud majandeis, kus veekulu ei ületa 6 m³/h, on kasulik ja tehniliselt otstarbekohane kasutada keerispumbaga varustatud veetornita elektripumbajaama.

Vee võtmiseks puurkaevudest komplekteeritakse pumbajaam juga- või süvistatud pumpadega.

Juhul kui pumbaseadme lähedal ei leidu soojustatud

hoonet, võib õhu-veepaagi paigutada ka vahetult šahtkaevu kohale. Selleks soojustatakse šaht hästi ning isoleeritakse ruberoidi ja rasvase savi kihiga.

Automaatpumbajaama avariidest tingitud tööseisakute puhuks soovitatakse loomakasvatushoonetesse paigutada 3—5 m^3 mahuga paagid.

VIII PEATÜKK

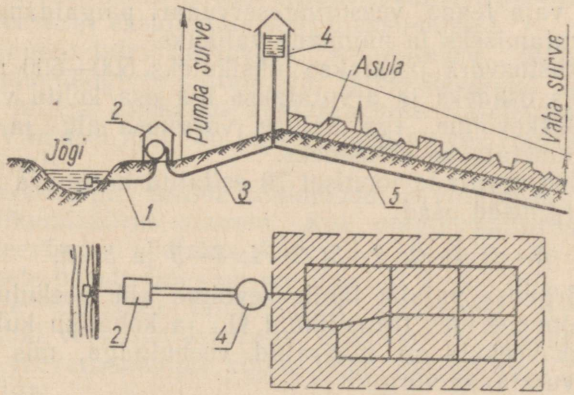
VEEVARUSTUSVÕRGUD JA VEEVÕTUSEADMED

§ 40. Veevarustusvõrgud ja nende arvutus

Veevarustuse haruvõrkude ülesandeks on jaotada ja juhtida vett tarbimiskohtadele. Haruvõrkude torustik monteeritakse maasse ja hoonete sisse. Veehaardepunktidest kuni haruvõrguni tuleb vesi mööda magistraaltorustikku.

Veevarustusvõrgud jagatakse hargnevateks ehk umbvõrkudeks ja ring- ehk suletud võrkudeks.

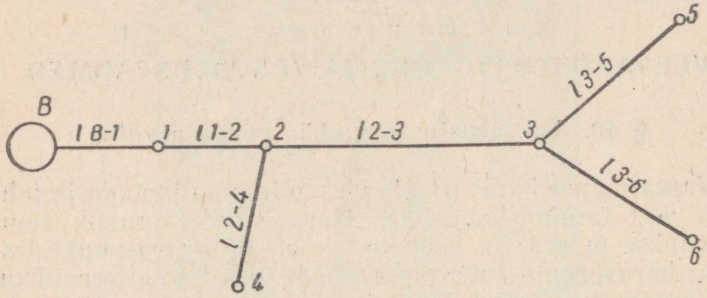
Ringvõrgul (joon. 78) on mitu magistraaltorustikku, mis moodustavad ühe või mitu kinnist veevooluringi.



Joon. 78. Veevarustuse ringvõrgu skeem:
1 — imitoru; *2* — pumbajaam; *3* — veetorustik; *4* — veetoru; *5* — asula veevarustusvõrk

Hargnev võrk (joon. 79) koosneb umbsete harudega magistraaltorustikest.

Hargnev võrk on ekspluatatsioonis ebakindel. Mingi võrguosa vigastuse puhul jäävad vigastuskoha taga paiknevad tarbijad ilma veeta. Siiski on hargnevad võrgud rohkem levinud, sest üksteisest kaugel paiknevate objektide veega varustamisel on torude kulu väiksem kui ringvõrgu korral.



Joon. 79. Hargneva võrgu skeem

Hüdrauliliste arvutustega määratakse torude läbimõõt kõigis võrgu osades ja samuti rõhukaod torustikus. Viimast on vaja teada veesurvereservuaari paigaldamiskõrguse arvutamiseks ja pumpade valikuks.

Veevarustusvõrk jagatakse üksikuteks 500—600 meetri pikkusteks osadeks ja arvutatakse iga osa kohta vajalik vee läbilaskevõime. Iga sellise võrguosa alg- ja lõpppunkte nimetatakse sõlmedeks.

Nii tuleb arvutada joonisel 79 esitatud hargneva võrgu puhul järgmised osad:

B—1; 1—2; 2—3; 2—4; 3—5 ja *3—6*.

Iga võrguosa vajalik läbilaskevõime ehk veekulu saadakse, summeerides transiitkulu Q_{tr} ja kohaliku kulu Q_k.

Kohalik veekulu on määratud veehulgaga, mis tarbitakse arvutatavas võrguosas.

Magistraaltorustiku osas muutub kohalik veekulu 0—100%, aga torude läbimõõt jääb kogu pikkuses ühtlaseks.

Kui transiitveekulu puudub, võetakse arvutuslikuks veekuluks ligikaudu pool kohalikust veekulust. Kui aga transiitveekulu on, siis leitakse arvutuslik veekulu valemiga:

$$Q_a = Q_{tr} + 0{,}5Q_k.$$

Teades arvutuslikku veekulu, leitakse torude läbimõõt valemiga:

$$Q_a = \frac{\pi d^2}{4} v \text{ m}^3/\text{s},$$

kust

$$d = 2\sqrt{\frac{Q_a}{\pi v}} \text{ m}, \qquad (37)$$

kus d — torude läbimõõt m;
Q_a — arvutuslik veekulu m³/s;
v — kiirus m/s.

Vee voolamiskiirus määratakse ökonoomiliste kaalutluste alusel. Vastavate uurimiste põhjal võetakse torudele läbimõõduga alla 350 mm vee voolamiskiirus 0,75 kuni 1 m/s ja torudele läbimõõduga üle 350 mm — 1 kuni 1,4 m/s.

Kiiruse suurenemisel üle nimetatud määra kasvavad rõhukaod ja järelikult suureneb elektrienergiakulu pumba käitamiseks. Viimane moodustab tavaliselt 30—40% üldisest veevärgi ekspluatatsiooni maksumusest.

Majandus-tuletõrjeveevõrk arvutatakse maksimaalse majandus-joogivee kulule ja läbilaskevõimet kontrollitakse hiljem tulekahju kustutamiseks vajalikule veehulgale. Viimasel juhul on torudes lubatav vee voolamiskiirus 2—2,5 m/s.

Siseveevõrgu torude läbimõõdu arvutamisel võetakse vee liikumiskiirus suurem. Kui magistraaltorustikus ja välisveevõrgus võetakse kiirus 1—1,5 m/s, siis veevõtuseadmete harutorudes on see lubatud 2—2,5 m/s.

Peale torustiku läbimõõtude määramist arvutatakse rõhukaod veevarustusvõrgus. Rõhukao leidmiseks arvutatakse veevarustusliini pikkusühiku nn. hüdrauliline kalle valemiga:

$$i = \frac{h_1}{l} = \lambda \frac{1}{d} \frac{v^2}{2g}, \qquad (38)$$

kus i — hüdrauliline kalle;
h_l — liini rõhukaod m;
λ — hõõrdekoefitsient, mis oleneb torude läbimõõdust ja seinte karedusest.

Olemasolevate veevärkide laialdaste uurimiste põhjal määratakse hüdrauliline kalle alltoodud valemite järgi. Tarvitatud teras- ja malmtorudele vee voolamiskiirusel $v \geqslant 1{,}2$ m/s

$$i = 0{,}00107 \frac{v^2}{d^{1{,}3}}; \tag{39}$$

kiirusel $v \leqslant 1{,}2$ m

$$i = 0{,}000912 \frac{v^2}{d^{1{,}3}} \left(1 + \frac{0{,}867}{v}\right)^{0{,}3}; \tag{40}$$

asbotsementtorudele

$$i = 0{,}000561 \frac{v^2}{d^{1{,}19}} \left(1 + \frac{3{,}51}{v}\right)^{0{,}19}. \tag{41}$$

Välisveevõrkude arvutamisel tavaliselt kohalikke rõhukadusid nende väikese väärtuse tõttu ei arvestata. Mõnikord võetakse nad ilma arvutusteta 5—10% liini rõhukadudest.

Siseveevõrkude arvutamisel leitakse kohalikest takistustest tingitud rõhukaod valemiga:

$$h_k = \zeta \frac{v^2}{2g}, \tag{42}$$

kus ζ — tegur, mis oleneb kohalikest takistustest.

Lähtudes vajadusest kindlustada vaba rõhk kõige ebasoodsamas (dikteerivas) võrgupunktis ka kõige madalama veetasapinna puhul paagis, leitakse veesurvereservuaari paigaldamise kõrgus järgmise valemi järgi:

$$H_p = H_{vr} + \Sigma h_{rk} + (Z_a - Z_b), \tag{43}$$

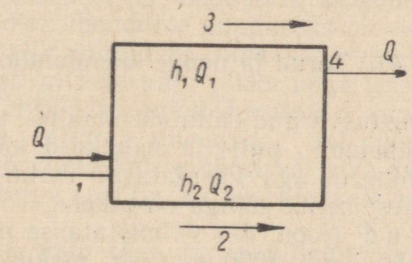
kus H_p — veesurvereservuaari põhja kõrgus maapinnast m;
H_{vr} — vaba rõhk m, võetakse ühekordsetele hoonetele 8 m, kahekordsetele hoonetele 12 m;

Σh_{rk} — võrgu rõhukadude summa teel veetornist kuni dikteeriva punktini m;

Z_a ja Z_b — maapinna geodeetilised kõrgused dikteerivas punktis ja veetorni paiknemise kohas.

Kui kõige ebasoodsama punkti asukohta ei saa kohe selgitada, siis vaadeldakse mitut põhilist arvutatava liini paiknemise varianti.

Ringveevarustusvõrgu arvutamine on tunduvalt keerulisem kui hargneva võrgu arvutamine, sest ei ole teada, milline veehulk voolab läbi üksikute harude.



Joon. 80. Ühest ringist koosneva veevarustusvõrgu skeem

Kui võrk koosneb ühest ringist (joon. 80) ja tarbitav veehulk Q võib olla üle kantud ühte punkti, siis võib arvutustes lähtuda tingimusest, et rõhukaod ühes ringi harus peavad alati võrduma rõhukadudega teises harus ning veekulu mõlemast harust võrdub nende mõlema veekulude summaga, s. t.

$$h_1 = h_2$$

ja

$$Q = Q_1 + Q_2,$$

kus h_1 — rõhukaod harus *1—2—4*;
h_2 — rõhukaod harus *1—3—5*;
Q_1 — veekulu harus *1—2—4*;
Q_2 — veekulu harus *1—3—4*.

Arvutamiseks antakse Q_1 ja Q_2-le mingisugused väärtused ja pärast seda määratakse torude läbimõõdud d_1 ja d_2 ning arvutatakse rõhukaod h_1 ja h_2.

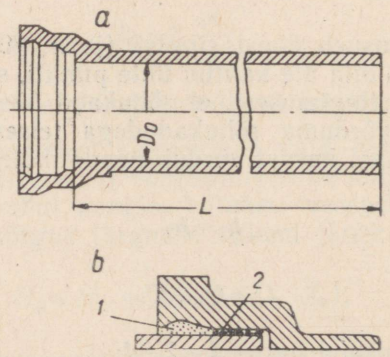
Kui selgub, et $h_1 > h_2$, siis on vaja vähendada Q_1 ja vastavalt suurendada Q_2 ning toimida niiviisi seni, kuni rõhukaod saavad võrdseks või jäävad erinevaks lubatud piirides. Tavaliselt on rõhukadude lubatud erinevus 0,3—0,5 m piirides. Juhul kui võrk koosneb mitmest ringist (vt. joon. 78), muutub arvutus tunduvalt keerulisemaks.

Tuleb märkida, et üldiselt on keerulise ringvõrgu arvutamise ülesanne matemaatiliselt määramata, sest arvutustega võib valida igale ringile mitu torude läbimõõtu.

§ 41. Torud ja nende ühendamine

Välisveevarustusvõrgud ehitatakse malm-, teras-, asbesttsement-, raudbetoon-, puit- ja mõnikord ka kummitorudest. Kõige rohkem aga kasutatakse malm- ja asbotsementtorusid, sest nende tööiga on pikem.

Malmtorud (joon. 81) valmistatakse muhvtorudena läbimõõduga 50 kuni 1000 mm ja pikkusega 2—5 m. A-klassi torud arvestatakse normaalsele töörõhule 10 atü, C-klassi torud — kõrgendatud rõhule kuni 16 atü. Torude



Joon. 81. Veevarustusvõrgu malmist muhvtorud:
a — toru; *b* — muhvi tihendus; *1* — asbotsement; *2* — nöör või köis

ühendamisel asetatakse ühe toru sile ots teise toru muhvi. Seejuures jäetakse sileda toruotsa ja muhvi tugipinna vahele pilu 3—5 mm. Tekkinud ringikujuline tühik topitakse $^2/_3$ sügavuselt täis tõrvatud kanepinööri või köit.

Köis tihendatakse 1—1,5 kg raskuse vasara löökidega erilise tööriista — tihendusraua abil. Ülejäänud muhviosa täidetakse asbotsemendiga, s. o. seguga, mis koosneb 30% asbestist ja 70% portlandtsemendist mark 300—400. Segu hõõrutakse hästi läbi ja niisutatakse nii, et see muutub tihedaks taignaks. Taignast tehakse rullikesed, mis asetatakse kihtidena muhvi sisse, kusjuures iga kiht tihendatakse. Pärast temmimist kaetakse ühenduskoht märja kotiriidega. Torustikku pole lubatud vett lasta enne, kui muhvide kinnitemmimisest on möödunud 24 tundi.

Asbotsemendist ühenduste puuduseks on asjaolu, et talvel pole võimalik töid teha ilma soojakuteta ja pärast kinnitemmimist on neid vaja pikka aega seista lasta.

Kiirete remonttööde puhul lubatakse muhvtorude liiteid seatinaga (pliiga) tihendada. Sel juhul pannakse muhvi põhja tõrvatud kanepinööri või köit, tühjaksjäänud ossa aga valatakse seatina, kattes eelnevalt muhvi väljastpoolt saviga.

Ühenduskohti võib täita ka väävlisulamiga, mis koosneb 60—65% väävlist, 30—35% puhtast kvartsliivast ja 5% mitmesugustest lisanditest. Väävlisulam valmistatakse tehases ja lastakse välja valukänkudena.

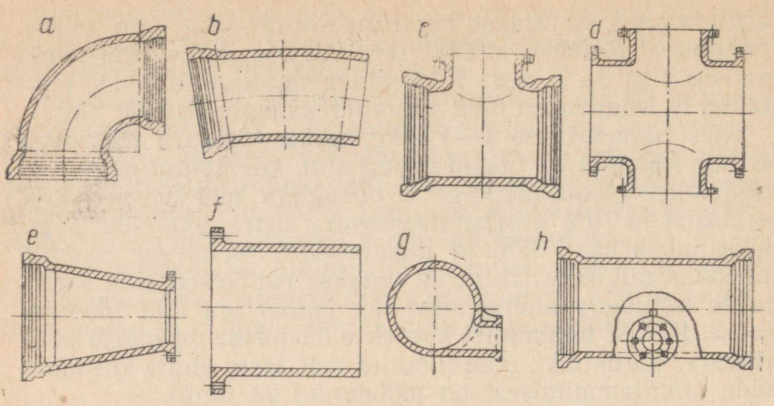
Väävlisulamist ühenduste puuduseks on nende haprus, mistõttu neid ei tule kasutada nõrkades, ebakindlates pinnastes.

Torude hargnemiste, käänakute, ühelt läbimõõdult teisele üleminekute ja armatuuri kinnitamiseks kasutatakse mitmesuguseid toruliitmikke (joon. 82).

Erinevalt torudest valmistatakse toruliitmikud siledate otste, muhvide ja äärikutega. Viimased on vajalikud siibrite ja muu äärikutega armatuuri ühendamiseks.

Terastorud jagatakse valmistamisviisi järgi keevitatud ja ilma õmbluseta ehk tõmmatud torudeks. Välisveevõrkudes kasutatakse tõmmatud gaasitorusid, mis on katsetatud survele kuni 60 atü ja elektrikeevitatud torusid, mis on katsetatud survele kuni 15 atü. Nimetatud tüüpi torud ja neile üleminekud ühendatakse automaatkeevitusega.

Kaitseks korrosiooni eest kaetakse terastorud bituumenist ja hüdroisoolist (asbestist ja tselluloosist valmistatud



Joon. 82. Malmist toruliitmikud:
a — muhvidega põlv; *b* — kaarpõlvik (poogen), mille üks ots on sile, teises muhv; *c* — kolmik kahe muhviga ja ühe äärikuga; *d* — äärikutega ristmik; *e* — siirdemuhv; *f* — siirdeäärik; *g* ja *h* — väljalaskemuhvid

ning bituumeniga immutatud kangas) valmistatud isolatsiooniga.

Kogemused näitavad, et ilma kaitsekatteta terastorude tööiga maa all on 5—6 aastat, korrosiooni vastu isoleeritud torudel aga samades tingimustes üle 30 aasta.

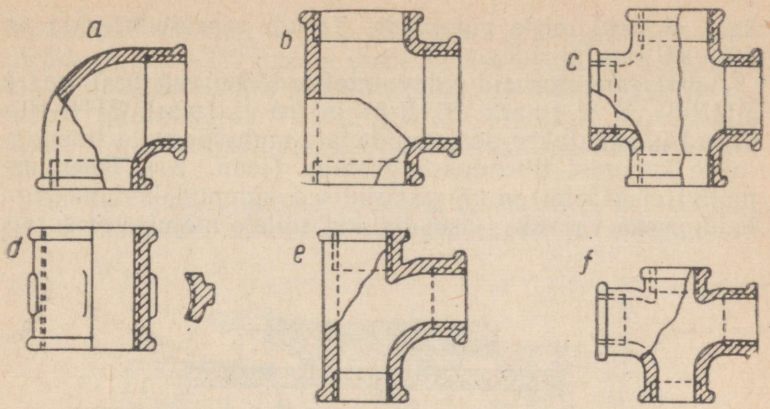
Välisveevõrkudes kasutatakse terastorusid üle 10 atü rõhu puhul, veetorustiku viimisel teede alt ja muudes kohtades, kus esineb põrutusi.

Siseveevõrkudes kasutatakse tõmmatud ja keevitatud vee-gaasitorusid, mida mõnikord nimetatakse ka gaasitorudeks. Gaasitorude otstel on silindriline tollkeere.

Terastorude ühendamiseks, käänakute ja hargnemiste tegemiseks kasutatakse spetsiaalseid toruliitmikke. Joonisel 83 on esitatud tempermalmist toruliitmikud. Üle 10 atü rõhu puhul kasutatakse terasliitmikke, mis erinevad malmliitmikest siledate, ilma ringkühmukesteta otste poolest.

Terasest vee-gaasitorude mõõtmed on toodud tabelis 21.

Asbotsementtorusid valmistatakse portlandtsemendi (75—80%) ja asbestvilla (20—25%) segust. Nad on kerged, tugevad ja ei roosteta, kuid on haprad. Asbotsementtorusid tuleb transportida ja laadida ettevaatli-



Joon. 83. Terastorude liitmikud:
a — nurgik; *b* — täisnurkkolmik; *c* — toruristmik; *d* — muhv; *e* — hargnem. sega kolmik; *f* — hargnemistega ristmik

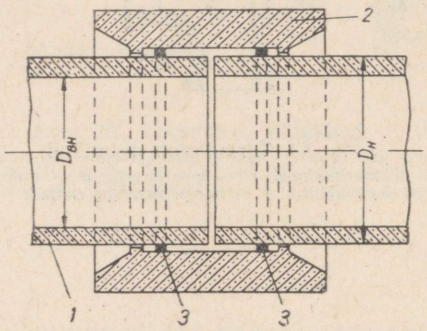
Tabel 21

Terasest vee-gaasitorud (ГОСТ 3262-46)

Sisemine tinglläbimõõt mm	Nimiläbimõõt tollides	Välisläbimõõt mm	harilikud P=10 kg/cm²		tugevdatud P=12 kg/cm²		Keerme välisläbimõõt mm	Keermeniitide arv 1 tolli kohta
			Seinte paksus mm	Siseläbimõõt mm	Seinte paksus mm	Siseläbimõõt mm		
6	1/4	13,5	2,25	9	2,75	8	13,158	19
10	3/8	17	2,25	12,5	2,75	11,5	16,663	19
15	1/2	21,25	2,75	15,75	3.25	14,75	20,956	14
20	3/4	26,75	2,75	21,25	3,5	19,75	26,442	14
25	1	35,5	3,25	2,7	4	25,5	33,25	11
32	1 1/4	42,25	3.25	35,75	4	34,25	41,912	11
40	1 1/2	48	3,5	41	4,25	39,5	47,305	11
50	2	60	3,5	53	4,5	51	59,616	11
70	2 1/2	75,5	3,75	68	4.5	66,5	75,187	11
80	3	88,5	4	80,5	4,75	79	87,887	11
100	4	114	4	106	5	104	113,034	11
125	5	140	4,5	131	5,5	129	138,435	11
150	6	165	4,5	156	5,5	154	163,863	11

kult, et neid mitte vigastada. Torude siseläbimõõdud on 50—960 mm piirides.

Asbotsementtorusid valmistatakse töösurvele 5 at (mark ВНД-5), 8 at (mark ВНД-8) ja 10 at (mark ВНД-10). Torud ühendatakse pealepandavate muhvidega ja tihendatakse kummist tihendusrõngastega (joon. 84). Ühendusmuhvi siseäärtel on rõngakujulised kühmud kummirõnga hoidmiseks vajalikus asendis, kui sellele mõjub vee surve.



Joon. 84. Asbotsementtorude ühendamine:
1 — asbotsementtoru; *2* — muhv; *3* — kummist tihendusrõngas

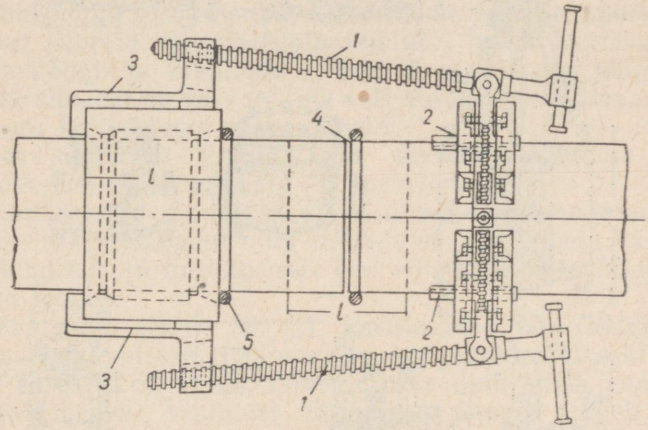
Torusid monteeritakse erilise tungraua (joon. 85) abil. Pöörates tungraua kruvi *1*, mis on kinnitatud ühele torudest pinguti *2* abil, haaravad käpad *3* muhvi ja tõmbavad selle ühendatavate torude otstele. Enne muhvi paigaldamist asetatakse üks kummirõngas toru otsale, teine teisele torule, ühenduskohast muhvi pikkusest veidi väiksemale kaugusele.

Käänakute ja hargnemiste tegemiseks ning armatuuri ühendamiseks asbotsementtorude külge kasutatakse standardseid malmist toruliitmikke.

Puittorud. Põllumajanduslikus veevarustuses on mõningal määral kasutamist leidnud ka puittorud. Neid tehakse kas ümarpuidust läbipuurimise, vineeritahvlitest liimimise või laudadest kokkupaneku teel. Puuritud puittorud val-

mistatakse värskelt saetud, koorimata männitüvedest läbimõõduga 160—250 mm ja ühendatakse koonilise keermega metallpukside abil. Pärast ühendamist määritakse jätkukohad gudrooniga. Puittorusid kasutatakse survel alla 5 atü. Vajaliku hooldamise korral võivad nad töötada kuni 20 aastat.

Kummitorud. Viimastel aastatel on hakatud kolhoosides ja sovhoosides sisemise veevarustusvõrgu ehitamiseks

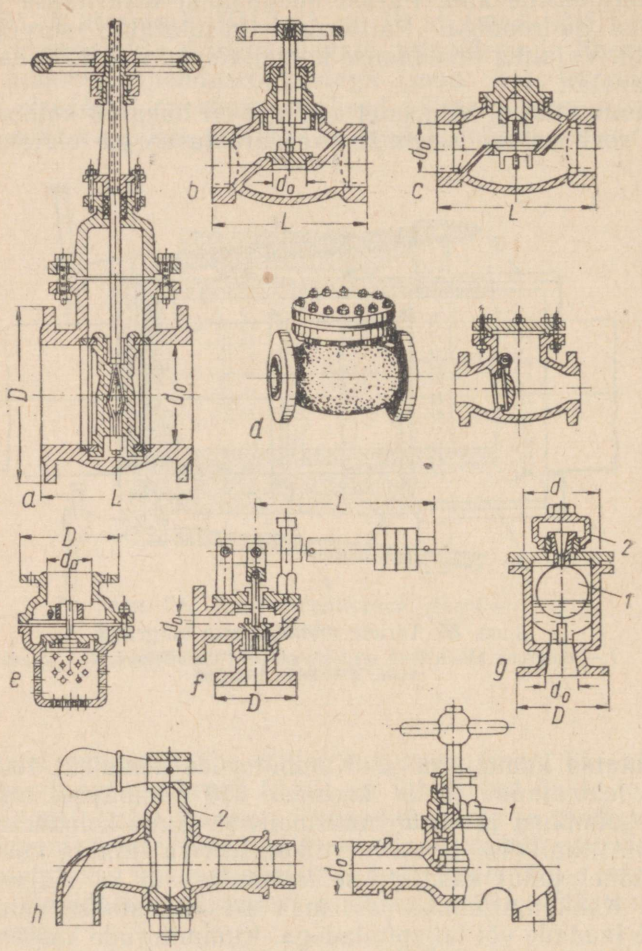


Joon. 85. Torude monteerimise tungraud:
1 — tungraua kruvi; *2* — seadekäpad; *3* — tõmbekäpad; *4* — torude vahe; *5* — kummirõngad

kasutama kummitorusid. Kummitorude komplekt 100-pealise lehmalauda jaoks koosneb 310 kummivoolikust, 70 torukolmikust ja 80 ühendusmuhvist. Enne kohalemonteerimist liimitakse torud isevulkaniseeriva liimiga kokku.

Mõnel juhul kasutatakse kummitorusid ka välisvõrkudes. Kokkumuljumise eest maa sees kaitstakse neid tolliste laudade või lauapindadega. Kummitorude kasutamine vähendab tunduvalt töökulu võrkude monteerimisel. Kummitorude kasutamist piirab aga nende väike vastupidavus mehaanilistele vigastustele ja suhteliselt lühike tööiga.

Käesoleval ajal on võetud kasutusele veel keraamilised torud, mis on arvestatud rõhule 5—6 atü, ja klaastorud.



Joon. 86. Veevärgiarmatuur:

a — siiber; *b* — ventiil; *c* — muhvidega tagasilöögiklapp; *d* — äärikutega tagasilöögiklapp; *e* — imiklapp; *f* — kaitseklapp; *g* — vantuus; *1* — kuul; *2* — õhuväljumisavad; *h* — veekraanid; *1* — ventiilkraan; *2* — korkkraan

§ 42. Veevärgiarmatuur

Veevärgiarmatuuriks nimetatakse veevarustusvõrkude ja -torude teenindamise seadiseid. Veevärgiarmatuur jagatakse vastavalt otstarbele reguleerimis-, kaitse- ja veevõtuarmatuuriks.

Reguleerimisarmatuuri hulka kuuluvad siibrid (joon. 86, *a*) ja ventiilid (joon. 86, *b*), mille abil on võimalik veevarustusvõrku täielikult või osaliselt sulgeda. Kuni 75 mm läbimõõduga torude puhul kasutatakse ventiile, suuremate puhul siibreid. Reguleerimisarmatuuri hulka kuuluvad ka tagasilöögi- ja imiklapid (joon. 86, *d, e*), mis paigaldatakse siis, kui on vaja juhtida vett ainult ühes suunas, ning samuti kaitseklapid ja vantuusid.

Imiklapid paigutatakse tavaliselt pumba imitorusse, tagasilöögiklapid — survetorusse.

Kaitseklapid (joon. 86, *f*) väldivad veevarustusvõrgus liigse rõhu tekkimist ning need tuleb paigaldada ka õhuveekuplitele ja torustikesse, kus võivad tekkida hüdraulilised löögid.

Vantuuse (joon. 86, *g*) kasutatakse õhu automaatseks eraldamiseks veetorustiku kõrgeimatest punktidest. Kui torustik on veega täidetud, siis ujuk suleb vantuusi väljalaskeava. Vantuusi täitumisel õhuga alaneb veetase, ujuk langeb allapoole, väljalaskeava jääb vabaks ja õhk pääseb vabalt välja. Veevarustuse sisevõrkudes vantuuse ei kasutata, sest õhku võib eraldada kraanide kaudu.

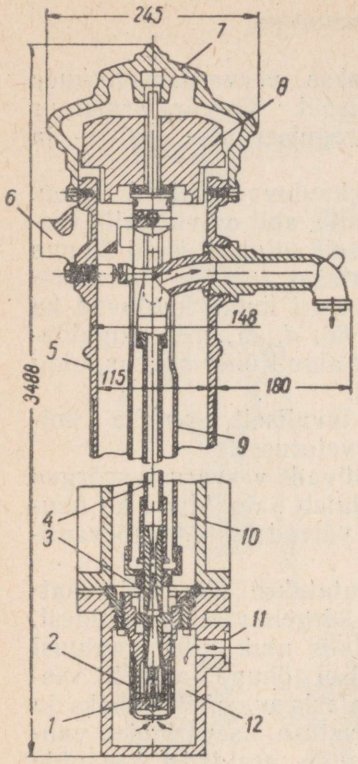
Veevõtuarmatuuri hulka kuuluvad veekraanid, automaatjootjad, veevõtusambad ja tuletõrje hüdrandid.

§ 43. Veevõtusambad (ventiilkaevud)

Veekraanid jaotatakse kork- ja ventiilkraanideks (joon. 86, *h*). Korkkraane kasutatakse väikese võrgusurve puhul ja juhul kui veevõtmine peab toimuma kiiresti.

Veevõtusambaid kasutatakse vee võtmiseks ämbritega veevarustuse välisvõrgust; need paigutatakse piki magistraalliini teenindusraadiusega 150 m. Kõige levinumad on moskva-tüüpi veevõtusambad (joon. 87).

Veevõtusamba töötamispõhimõte on järgmine: kui vajutada kangile *6*, tõuseb sisemine toruvarras *9* ülespoole.



Joon. 87. Moskva-tüüpi veevõtusammas:
1 — klapp; *2* — võrkfilter; *3* — ejektor; *4* — etteandetoru; 5 — korpus; *6* — hoob; *7* — kuppel; *8* — raskus; *9* — toru-varras; *10* — alus; *11* — toru; *12* — vastuvõtja

samaaegselt tõusevad ka klapp *1* ja ejektor *3*. Avatud klapi ja ejektori kaudu voolab vesi torusse *4* ja edasi läbi väljavoolutoru välja. Samal ajal imeb ejektor veevõtusamba alumisest osast vett juurde. Kangi allalaskmisel langeb raskuse *8* mõjul alla ka varras koos ejektoriga ning suleb tihedalt klapi. Torusse *4* jäänud vesi voolab läbi pilude veevõtusamba alumisse ossa ja väljub järgmisel veevõtmisel koos torustikust juurdevoolava veega.

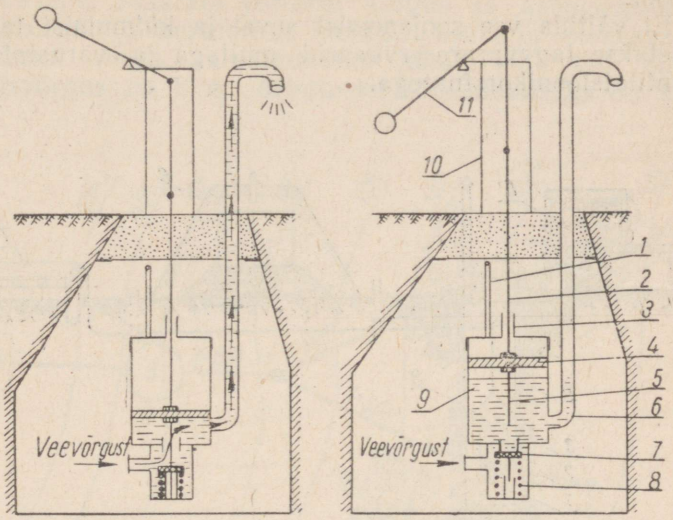
Vaadeldud tüüpi veevõtusamba paigaldamiseks ei ole vaja ehitada maa-alust kaevu, kuid samba enda ehitus on küllaltki keeruline ja tema rahuldavaks töötamiseks peab surve olema vähemalt 1—1,5 atü.

Põllumajanduses leiavad kasutamist mittekülmuvad, lihtsustatud tüüpi veevõtusambad. Joonisel 88 on kujutatud N. Rogožkini poolt esitatud veevõtusamba töötamise skeem.

Kangi *11* tõstmisel liigub varras *2* koos kolviga *4* alla. Kolb surub vee silindrist väljavoolutorusse *6*, kolvi edasisel langemisel surub varras *5* klapi lahti ja vesi voolab võrgust veevõtusambasse. Kangi allalaskmisel kerkib kolb üles, klapp sulgub ja vedru *8* mõjul vee juurdevool võrgust lakkab. Väljavoolutorusse jäänud vesi voolab tagasi imemissilindrisse *9* ning seega hoitakse ära vee külmumine väljavoolutorus.

Vee võtmiseks tulekahju kustutamiseks paigaldatakse veevarustusvõrku spetsiaalsed veevõtukraanid, mida nime-

tatakse hüdrantideks. Mõningatel juhtudel lubatakse nende asemel ajutiselt monteerida tuletõrjemutriga varustatud soojustatud püstikud.



Joon. 88. Külmakindla veevõtusamba töötamise skeem:
1 — õhutoru; *2* — varras; *3* — varda suunaja; *4* — kolb; *5* — varras; *6* — väljavoolutoru; *7* — põhjaklapp; *8* — vedru; *9* — imemissilinder; *10* — veevõtusamba korpus; *11* — kang

§ 44. Karjamaade veevarustuse organiseerimine

Karjamaadel organiseeritakse jootmiskohad sellise arvestusega, et loomad ei peaks kaugel joomas käima.

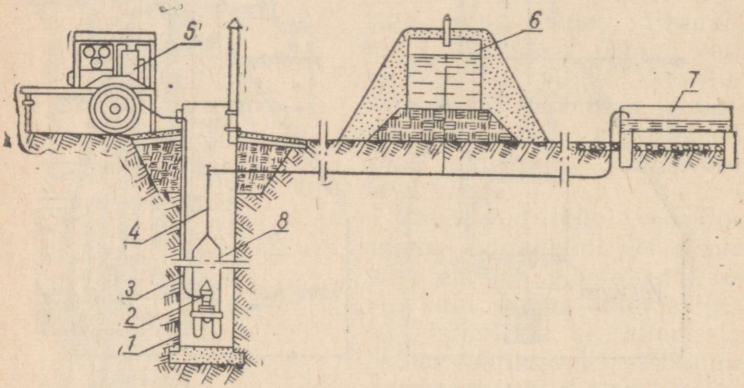
Enamikul juhtudel võetakse karjamaade jootmiskohtades (joon. 89) vett šahtkaevudest, mis varustatakse veetõste- ja jaotusseadmetega.

Veetõsteseadmetena kasutatakse enamasti kergestimonteeritavaid spiraal-kettveetõstukeid ja koppelevaatoreid, mis käitatakse hobuajami või tuulemootori БП-3 abil. Kasutatakse ka tuule jõul töötavat pumpseadet ДДК-4 komplektis kolbpumbaga.

Rändkarjamaadel kasutatakse liikuvaid, autole ГАЗ-51 monteeritud ujuva tsentrifugaalpumbaga seadmeid, mille

komplekti kuulub elektrigeneraator ja pöördkraana — pontoonile paigutatud elektrimootori ja pumba 2K-6 tõstmiseks ning allalaskmiseks. Veeallikast pumbatakse vesi tagavarareservuaari, mis asub maapinnast 0,75—1 m kõrgusel.

Et vältida vee soojenemist suvel ja külmumist talvel, kaetakse tagavarareservuaarid mullaga ja varustatakse ventilatsioonikorstnatega.



Joon. 89. Karjamaajootmiskoha skeem:
1 — kaev; *2* — ujuv pump ПН-10; *3* — kaabel; *4* — survetoru; *5* — liikuv elektrijaam; *6* — reservuaar; *7* — joogikünа; *8* — kummivoolikud

Vesi juhitakse reservuaarist joogikünasse ventiiliga metalltoru kaudu, mille läbimõõt on 50 mm.

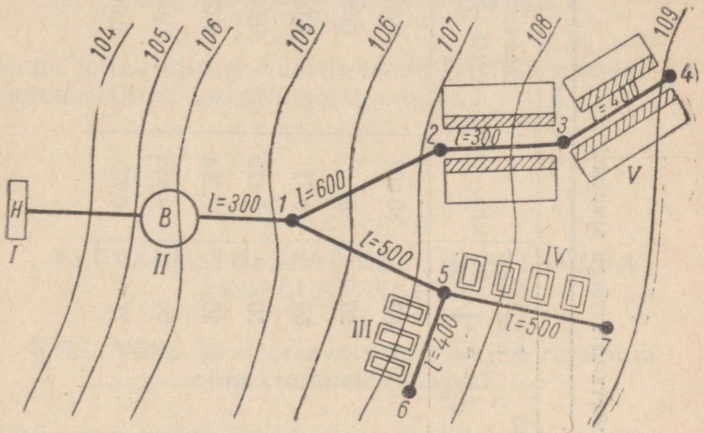
Joogikünade pikkus arvutatakse järgmise valemiga:

$$l = \frac{mat}{T} \text{ m}, \qquad (44)$$

kus m — loomade arv karjas;
a — ühele loomale vajalik küna pikkus m; võetakse küna ühepoolse juurdepääsu puhul — veistele 0,75 m, lammastele ja kitsedele 0,35 m;
t — ühe looma joomise aeg min.;
T — kogu karja joomise kestus min.; tavaliselt 45—60 min.

Joogikünad tehakse puust, kivist või betoonist. Künade ümbrus tuleb vähemalt 3 m laiuselt sillutada või katta jämeda kruusa kihiga. Sillutis tehakse kallakuga 0,05 künast eemale, et vesi ära voolaks.

N ä i d e. Määrata veetorni kõrgus ja asbotsemendist magistraal- ja harutorude läbimõõt asula ja loomakasvatusfarmi veega varustamiseks juhul, kui vaba surve välisvõrgus on 8 m. Arvutuste lihtsustamiseks on kõik



Joon. 90. Veevarustusvõrgu skeem

lähteandmed ja määratavad suurused koondatud tabelisse 22.

Leiame veetorni kõrguse valemi 43 järgi. Selleks võtame dikteerivaks punktiks asula lõpus paikneva punkti 4. Kohalikud rõhukaod võetakse 5% liini rõhukadudest:

$$H_p = 8 + (0{,}576 + 2{,}745 + 8{,}400 + 2{,}385)\,1{,}05 + \\ + (109 - 106) = 25{,}75 \text{ m}$$

Veevõrku, mis on arvutatud maksimaalsele majandusjoogivee kulule, kontrollime tuletõrje veekulu läbilaskmiseks tingimusel, et vajalik surve tekitatakse tuletõrjepritsiga.

Tabel 22

Lähteandmed veevarustusvõrgu arvutamiseks.

Antud				Arvutatud				
võrguosa	osa pikkus m	veekulu		arvutuslik kulu $Q_a = 0{,}50\,Q_k + Q_{tr}$	toru läbimõõt mm $d = 2\sqrt{\frac{Q_a}{\pi v}}$	kiirus m/s	hüdrauliline kalle $i = 0{,}00056\,\frac{v^2}{d^{1{,}9}}\left(1+\frac{3{,}51}{v}\right)^{0{,}19}$	surve m $h_k = li$
		kohalik	transiit					
3—4	400	0,8	—	0,4	50	0,204	0,00144	0,576
2—3	300	0,6	0,8	1,1	50	0,56	0,00915	2,745
1—2	600	—	1,4	1,4	50	0,71	0,01400	8,400
5—7	500	0,7	—	0,35	50	0,178	0,00113	0,565
5—6	400	0,8	—	0,4	50	0,204	0,00144	0,576
1—5	500	0,4	1,5	1,7	50	0,868	0,02030	10,150
Magis-traal	300	—	3,3	3,3	75	0,75	0,00795	2,385

Võtame täiendava veekulu tulekahju kustutamiseks 2,5 l/s ja kontrollime torude läbilaskevõimet kõige enam koormatud võrguosas 1—5 ning magistraaltorustikus: võrguosas 1—5

$$v = \frac{4\,(Q_a + Q_k)}{\pi d^2} = \frac{4\,(0{,}0017 + 0{,}0025)}{\pi \cdot 0{,}05^2} = 2{,}14 \text{ m/s};$$

magistraaltorus

$$v = \frac{4\,(0{,}0033 + 0{,}0025)}{\pi \cdot 0{,}075^2} = 1{,}31 \text{ m/s}.$$

Kuna leitud kiiruse väärtused on lubatud piirides, pole vajadust valitud toruläbimõõte muuta.

IX PEATÜKK

VEEVARUSTUSSEADMETE MONTAAŽ JA EKSPLUATATSIOON

§ 45. Välis- ja siseveevarustusvõrkude rajamine ning seadmete montaaž

Välisveevarustusvõrkude trassid tuleb planeerida võimalikult lühikesed ja vastavalt kavatsetavate veevõtupunktide asukohtadele.

Veetorud asetatakse maasse sellisesse sügavusse, et vesi neis ei külmuks ka kõige madalamatel välistemperatuuridel.

NSV Liidus võib metalltorud orienteeruvalt paigaldada järgmisse sügavusse (kuni toru alumise ääreni):

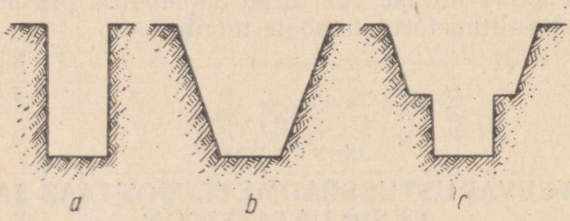
põhjarajoonides	3—3,5 m
keskrajoonides	2,5—3 m
lõunarajoonides	1—1,5 m

Juhul kui vesi torudes pidevalt voolab, võib neid paigaldada väiksemale sügavusele.

Olenevalt pinnase iseloomust võivad kraavkaevikud torude asetamiseks olla kolme tüüpi (joon. 91): vertikaalsete külgseintega, kaldseintega ja segatüüpi kaevikud, mille seinad on alt vertikaalsed, ülalt aga kaldu.

Vertikaalsete seintega kraavkaevikute puhul on mullatööde maht kõige väiksem, kuid neid saab kaevata ainult tugevates pinnastes. Teistel juhtudel tuleb neid kindlustada laudadest toestikuga ja töö muutub kallimaks. Kaldseintega kaevikuid pole vaja kindlustada, kuid nende mullatööde maht on tunduvalt suurem.

Seinte kallak oleneb pinnase liigist. Liivastes pinnastes peab kalle olema 1 : 0,75 kuni 1 : 1, liivsavides — 1 : 0,3 kuni 1 : 0,75.



Joon. 91. Torukraavide tüübid:
a — püstloodsete seintega; *b* — kaldseintega; *c* — segatüüpi

Segatüüpi kraavkaevikud kaevatakse pinnavee tungimisel kaevikusse. Torudele läbimõõduga kuni 500 mm määratakse kaeviku põhja laius valemiga:

$$b = D_v + 2a + 0{,}6 \text{ m}, \qquad (45)$$

kus b — kaeviku põhja laius m;
D_v — toru välisläbimõõt m;
a — kaeviku kindlustuslaudade paksus m.

Asbotsementtorude kaeviku laius peab olema 0,10—0,20 m võrra suurem.

Enne torude asetamist tasandatakse kaeviku põhi visiiride järgi vastavalt ettenähtud kaldele. Torud asetatakse kogu pikkuses kaeviku põhjale, nende liitekohtade alla aga tehakse süvendid muhvide jaoks. Nõrkades soostunud pinnastes tuleb torude alla asetada tõrvatud lauad.

Malmtorud asetatakse maasse nii, et muhvid jäävad vastu veevoolusuunda.

Jõgedest ja orgudest üleminekul paigutatakse veetorud kas jõe põhja kaevatud kaevikutesse nn. düükeritesse või viiakse üle sildade. Viimasel juhul tuleb torud hästi soojustada. Kindluse pärast kasutatakse üleminekukohtades terastorusid ja viiakse kaks liini.

Peale paigaldamist proovitakse torude vastupidavust ja hermeetilisust. Torusid proovitakse 500—1000 m kaupa, reeglina 2 korda — esialgselt avatud kraavkaevikutes ja lõplikult pärast kaeviku kinniajamist. Esialgse proovimise ajal kaetakse torustik mullaga, kusjuures pinnas tambitakse külgedelt hoolikalt kinni. Kattekihi paksus 0,4—0,5 m. Torude ühenduskohad jäetakse vabaks, et jälgida neid proovi ajal.

Malmtorusid võib proovida 0,5—1 ööpäeva järel pärast torustiku täitmist veega, asbotsementtorusid aga 1—2 ööpäeva järel. See on tingitud asjaolust, et muhvühenduste topend laseb esialgu vett läbi ja asbotsementtorud imevad teatud hulga vett endasse.

Proovisurve P_p suurus teras- ja malmtorudele on kehtestatud ehitusnormide ja reeglitega, mille kohaselt

$$P_p = KP_t,$$

kus P_t — sisemine töörõhk,
K — tegur, mis võetakse 1,25.

Proovisurve peab olema vähemalt 10 atü ja töösurvest vähemalt 5 atü võrra suurem.

Asbotsementtorusid proovitakse töösurvele.

Proovimise tulemused loetakse rahuldavaks, kui proovitava torustiku ülevaatusel ei leitud mingisuguseid defekte, samuti ka siis, kui proovimisel kindlakstehtud veekadu arvestatuna 1 dm läbimõõdu ja 1 km torustiku pikkuse kohta ei ületa terastorude puhul 0,4 l/min, malmtorude puhul 0,7 l/min ja asbotsementtorude puhul 1,39 l/min.

Veekao suurust võib määrata surve languse järgi torustikus. Teras- ja malmtorusid peetakse rahuldavaks siis, kui pärast hüdraulilise pressi seismajätmist 3 min. jooksul rõhk neis ei lange rohkem kui 1 atü.

Hüdrauliline proov tehakse 500 m osade kaupa. Malmtorusid ei proovita enne 48 tundi, asbotsementtorusid aga mitte enne 24 tundi pärast muhvühenduste täitmist tsemendiga.

Kõige suurema mahuga töö torustiku paigaldamisel tehakse paljukopalise kraaviekskavaatoriga ЭТ-251. Liikudes kiirusega 22—185 m/h, kaevab ekskavaator vertikaalseintega kraavi, mille sügavus on kuni 2,5 m ja laius 0,8—1,1 m. Paljukopalise ekskavaatori kasutamisel alaneb tunduvalt torustiku rajamise maksumus.

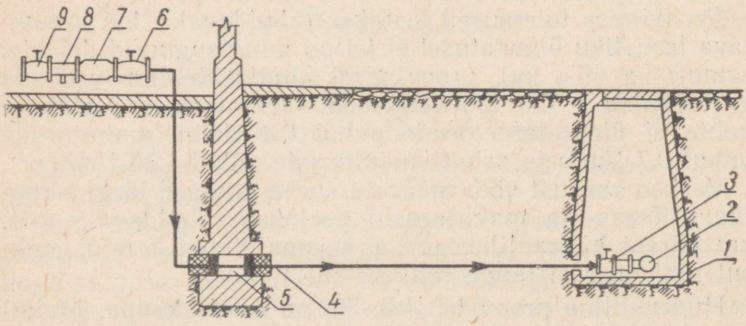
Kraavkaevikute kaevamiseks kasutatakse ka ühekopalisi labidatega ekskavaatoreid või draglainekskavaatoreid. Kuid olenemata kaevamisviisist asetatakse kaevatud pinnas alati ühele kraavi kaldale, 0,6 m kaugusele äärest. Teine kallas jäetakse vabaks torude paigutamiseks.

Peale torustiku hüdraulilist proovimist täidetakse kraavkaevik tavaliselt buldooseri abil ja tambitakse traktoriga kinni.

Siseveevarustusvõrk koosneb sisseviigist, jaotusvõrgust, püstikutest, veevõtu-, sulg- ja reguleerivast armatuurist. Mõningatel juhtudel paigaldatakse sisevõrku ka veesurve- või tagavarapaagid, veemõõtjad, tuletõrjekraanid, pumpseadmed.

Sisseviigiks nimetatakse välisvõrgu haru, mille kaudu vesi juhitakse sisevõrku. Sisseviik (joon. 92) tehakse veevarustuse malmist muhvtorudega, mis paigaldatakse välisseina suhtes risti ja kallakuga 0,003 hoonest eemale. Sisseviigi võib välisvõrku ühendada torukolmiku abil või välisvõrgu torusse puuritud augule sadula asetamise teel.

Siseveevarustusvõrk tehakse tsingitud terastorudest läbimõõduga 13—50 mm, mis ühendatakse omavahel muh-

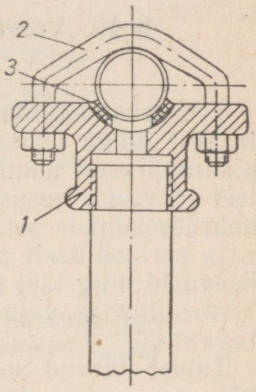


Joon. 92. Sisseviigi ehitus:
1 — vaatluskaev; *2* — jaotustoru; *3*, *6* ja *9* — ventiilid; *5* — terastoru; *7* — veemõõtja; *8* — väljalaskekraaniga harutoru

videga. Olenevalt magistraaltorustiku asukohast võivad sisevõrgud olla ülemise ja alumise jaotusega. Loomapidamisruumides kasutatakse enamikul juhtudel ülemist lahtist torude jaotust.

Vee väljalaskmiseks põhilistest veetorudest ja õhukottide tekkimise vältimiseks monteeritakse torud ühtlase kallakuga vähemalt 0,005.

Seadmete montaaž. Lehmalautades monteeritakse magistraaltorustik asemeraamistiku peale, 160—170 cm kõrgusele põrandast. Torud kinnitatakse konksude või rangide abil vähemalt iga 2—2,5 m tagant. Magistraaltorustik ühendatakse automaatjootjatega püstikute kaudu. Automaatjootjad monteeritakse sõimede vahepostidele, 600 mm kõrgusele põrandast.



Joon. 93. Sadul:
1 — sadul; *2* — rangid; *3* — tihend

Püstikud ühendatakse magistraaltorustikuga sadulate abil (joon. 93). Sadula ja toru ühenduskoht tihendatakse kummitihendiga.

Mõnikord viiakse torude kokkuhoiuks magistraaltorustik mööda esimest või tagumist sõime seina (vt. joon. 27) või asendatakse hoopis lahtise, sõime esiseina ehitatud kanaliga (vt. joon. 34).

Kaitseks risustumise eest kaetakse lahtine kanal pealt laudadega. Ruumides, kus temperatuur võib langeda alla 0°, veetorud soojustatakse. Soojustamiseks kasutatakse antiseptitud saepuru ja vilti, turbapuru ja peenikest räbu.

Veetagavara kogumiseks ja soojendamiseks paigaldatakse mõnikord paagid mahuga 3—6 m³. Soojendamiseks juhitakse paaki sooja vett katlast või elektriveesoojendajatest. Et vesi süsteemis ei külmuks, pannakse vesi tsirkuleerima pumba abil. Elektriveesoojendaja sisselülitamine võib toimuda automaatselt temperatuurireleega.

Loomade vabapidamisel on siseveevarustusvõrgu ehitus tunduvalt lihtsam, veetorusid ja automaatjootjaid vajatakse vähem. Kulutused veetorustiku montaažiks vähenevad tunduvalt.

Siseveevarustusvõrgu montaaži alustatakse sisseviigi ehitusest ja magistraalliinide paigaldamisest. Pärast seda monteeritakse püstikud ja ühendatakse seadmed. Iga 15—20 m tagant ühendatakse torud pikkvindiga, et lihtsustada üksikute võrguosade lahtimonteerimist. Pärast montaažitööde lõpetamist proovitakse veetorustikku töösurvest 5 atü võrra suuremale survele.

Siseveevarustusvõrku loetakse rahuldavaks, kui 10 minuti jooksul surve ei lange üle 1 atü.

§ 46. Veevarustusseadmete remont ja ekspluatatsioon

Veevarustusseadmete töö on efektiivne siis, kui kehtestatakse kõige ökonoomsem töörežiim ja organiseeritakse plaanipäraselt tehnilist hooldamist ja remonti. Vee kvaliteet ja veega varustamine oleneb tunduval määral veehaardeseadmete seisukorrast. Ekspluatatsiconi kestel on vaja perioodiliselt puhastada filtrivõrke ja vee vastuvõtu kaevusid ning läbi pesta isevooluliine. Šahtkaevusid tuleb kontrollida ja vajaduse korral puhastada iga 3—4 kuu tagant.

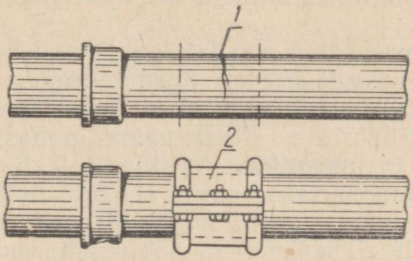
Talvel kaevud soojustatakse. Puurkaevude vee vastuvõtuosa seisukorda kontrollitakse perioodiliselt. Selleks võetakse kaevust vett ja lastakse seista. Märgatava sademe tekkimine näitab, et filtris on mõra. Tootlikkuse vähenemisel on aga filter mustunud.

Torukaevu puhastatakse puurlusikaga, mis kõrvaldab kaevu põhja settinud pinnaseosakesed. Mustunud filter pestakse kiire pumpamisega läbi. Kaltsiumi- ja rauasoolad lahustatakse 10% soolhappe lahuses, mis, mõjudes sooladele, ei riku vaskdetaile. Kui ei õnnestu filtrit puhastada või filter on purunenud, asendatakse see uuega. Manteltorude kulumisel asetatakse kaevu peenema läbimõõduga torud.

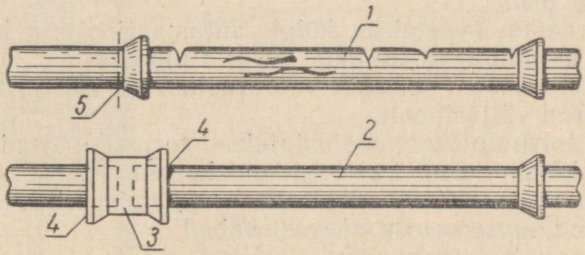
Veevõtuseadmete tehniline hooldamine toimub tehaste instruktsioonide ja juhendite kohaselt. Kapitaalremont täieliku lahtivõtmise ja enamiku detailide taastamisega tehakse veetõsteagregaatidele poolteise- kuni kaheaastase pideva töötamise järel.

Välisveevarustusvõrk vaadatakse perioodiliselt üle. Vantuuse, kaitseklappe ja siibreid kontrollitakse vähemalt

kord aastas. Kõiki torustiku poltliiteid kontrollitakse samuti kord aastas. Mõranenud malmtorud parandatakse kummitihenditega rangide abil (joon. 94). Suurte pragudega torud tuleb vahetada. Selleks raiutakse vigastatud osa vajalikus pikkuses välja ja paigaldatakse uus



Joon. 94. Pragude parandamine pealepandava muhvi abil:
1 — pragu; *2* — pealepandav muhv



Joon. 95. Torustiku osa vahetamine pealetõmmatava muhvi abil:
1 — rikutud torustiku osa; *2* — uus toru; *3* — pealetõmmatav muhv; *4* — tsemendist tihendus; *5* — läbiraiumise joon

torulõik, mis kinnitatakse pealelükatavate muhvidega (joon. 95).

Terastorude vigastused keevitatakse kinni.

Uurimised näitavad, et torustiku sisemine ava ekspluatatsioonis pidevalt väheneb. Mõnikord võib 15—20 aastaga torustiku ristlõige väheneda 2—3 korda. Et vältida torude kinnikasvamist, tuleb torustik 1—2 korda aastas läbi pesta, suurendades vee liikumiskiirust 2—4 korda.

Torustikku pestakse 500 kuni 1000 m pikkuste osade kaupa. Sette paremaks ärauhtumiseks viiakse mõnikord vastavast avast (lahtivõetud siibri või liitmiku kohalt) torusse puit- või jääst kuulike. See vähendab toru ristlõiget ja vee liikumiskiirus suureneb. Kuulikese läbimõõt võetakse 0,5—0,8 toru diameetrist. Puitkuulikese külge seotakse peenike tross, millega ta hiljem tagasi välja tõmmatakse.

Veesurvereservuaarid vaadatakse üle ekspluatatsiooniprotsessis 2—4 korda aastas. Seejuures pööratakse erilist tähelepanu kõigi ühenduste hermeetilisusele ning klappide ja siibrite seisukorrale. Reservuaare puhastatakse kord aastas settest ja juhuslikust mustusest. Talve algul kontrollitakse ja remonditakse paagi soojusisolatsiooni.

Siseveevarustusvõrgus tuleb jälgida eriti veevõtuarmatuuri, sest selle rikked võivad põhjustada suuri veekadusid. Veevõtuarmatuuri tuleb kontrollida vähemalt üks kord kuus.

Veekraane saab parandada topendi vahetamise või tihendamise, kraaninaha või -fiibri vahetamise ning klappide lihvimise teel.

Kord aastas võetakse kõigi automaatjootjate klapid lahti ja asendatakse kulunud detailid uutega.

Üks kord aastas pestakse veevarustusvõrk läbi ja värvitakse torud väljastpoolt.

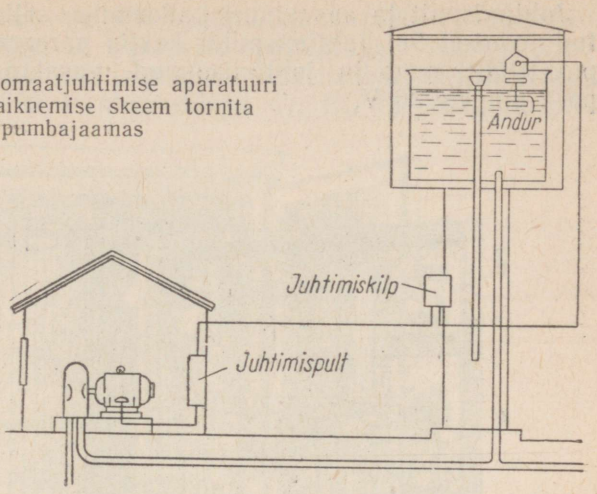
Enne talve tulekut soojustatakse torustiku osad, mis asuvad külma käes. Loomapidamishoonete siseveevarustusvõrku remonditakse tavaliselt karjatamisperioodil, kui ruumid on suurema osa päevast vabad.

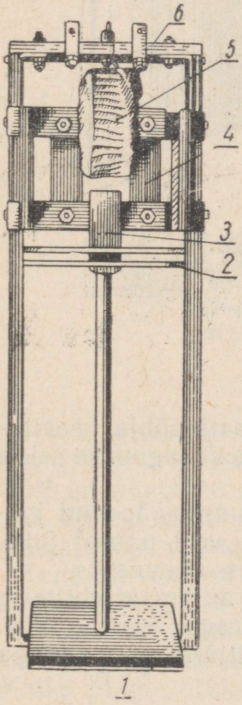
§ 47. Pumbamajade automaatjuhtimine

Veevarustust nagu teisi protsessegi saab automatiseerida ainult elektrienergia katkestamata kasutamisvõimaluse korral. Veetorniga pumbamajad automatiseeritakse automaatjuhtimise aparatuuri АБВ-КД abil, mis võimaldab automatiseerida tsentrifugaal-, keeris- ja jugapumpade tööd.

Automaatjuhtimise aparatuuri АБВ-КД paigutuse skeem veetorniga pumbamajas on esitatud joonisel 96. Aparatuur АБВ-КД koosneb juhtimiskilbist, juhtimispuldist ja veetaseme kontaktandurist. Toitevõrgu pinge on 380/220 V

Joon. 96. Automaatjuhtimise aparatuuri АБВ-КД paiknemise skeem tornita pumbajaamas





Joon. 97. Kontaktandur:
1 — alumine plaatide paar (AK); *2* — ülemine plaatide paar (ÜK); *3* — transformaatori sekundaarmähis; *4* — transformaatori südamik; *5* — transformaatori primaarmähis; *6* — klemmlaud

ja 220 V. Mittevoolujuhtivad aparatuuri osad nullitakse (380 V) või maandatakse (220 V).

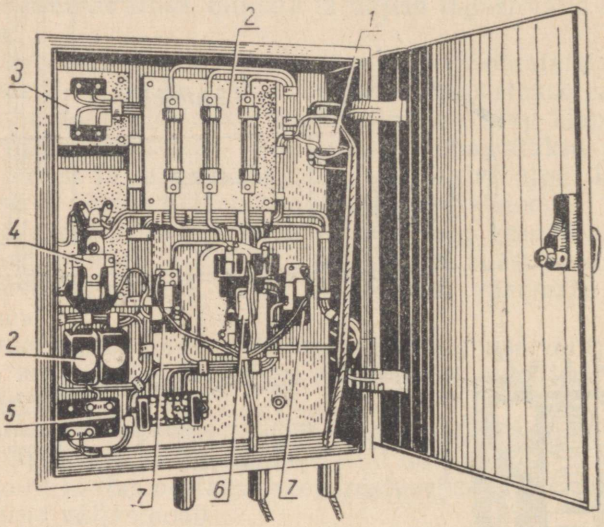
Pumba elektrimootori automaatjuhtimine toimub olenevalt veetasemest torni paagis.

Kui veetase paagis ületab ettenähtud määra, lülitatakse pumba elektrimootor automaatselt välja, madalama veetaseme korral aga käivitatakse. Vee tasapinna kõikumise diapasoon võetakse 50 cm.

Juhtimisaparatuur АБВ-КД kaitseb pumba elektrimootorit lühise, samuti tehnoloogiliste ja faasi katkemisest tingitud ülekoormuste eest.

Kontaktandur (joon. 97) töötab vahelduvvooluga, mille pinge on 36 V.

Juhtimispult ja aparatuuri paiknemine sellel on näidatud joonisel 98. Juhtimispuldi kastis paremal pool asub pakettlüliti nupp ja juhtimisnupud, vasakul — pistikupesa pingele 36 V.



Joon. 98. Juhtimispult:

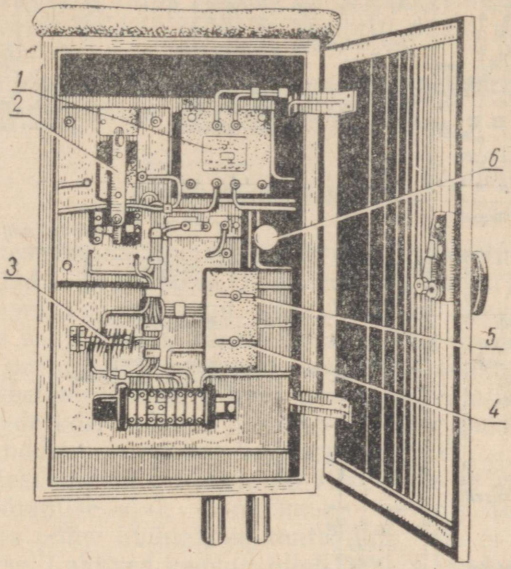
1 — pakettlüliti ПК-3-25; *2* — kaitsmed (kolm ПР-1 ja kaks E-27); *3* — kohtvalgustuse transformaator 220/36 V; *4* — elektromagnetiline relee РЭ-2161/10 pingele 220 V; *5* — üleviigiklemmid töötamiseks pingega 220/380 V; *6* — magnetkäiviti 220 V; *7* — kaks ТРА-tüüpi termoreleed

Kaabel tuuakse juhtimispulti läbi kasti põhja keevitatud toru. Pult riputatakse üles vertikaalselt tagumise seina külge keevitatud aasade abil.

Juhtimiskilp ja sellel paiknev aparatuur on toodud joonisel 99. Peale esitatud aparatuuri on veel paneel juhtmete, signalisatsiooni- ja toiteliinide sissetoomiseks.

Vaatleme veetorniga pumbajaama automaatjuhtimise aparatuuri АБВ-КД põhimõttelist skeemi (joon. 100). Toitevõrgu juhtmed ühendatakse pakettlüliti klemmidega L_1, L_2, L_3.

Nulljuhe (380 V) või maandusjuhe (220 V) ühendatakse kontaktiga 0. Vastavalt võrgupingele tehakse üleviik I_1. Pumba elektrimootori toitekaabel ühendatakse võrgupingel 380 V klemmidega C_1, C_2, C_3, võrgupingel



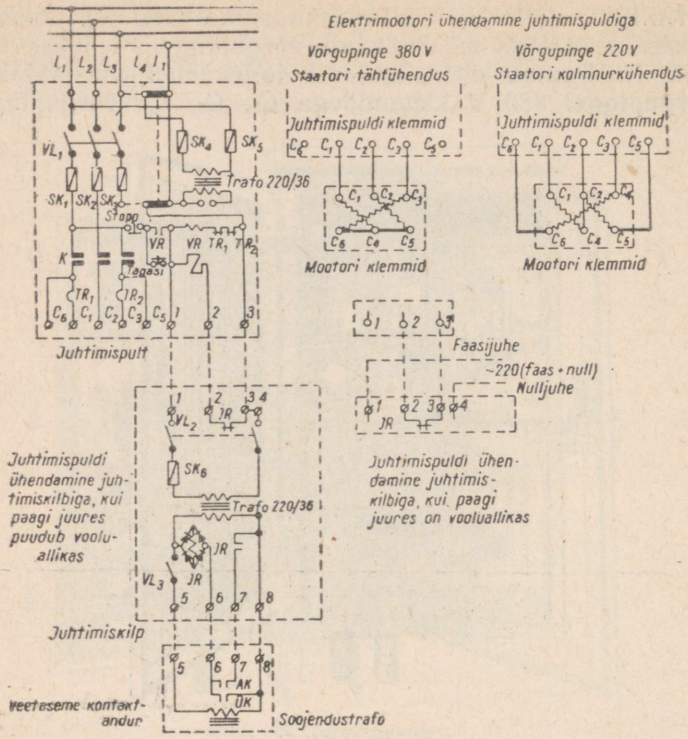
Joon. 99. Juhtimiskilp:

1 — transformaator 220/36 V; *2* — РЭ-105/1-A-tüüpi elektromagnetiline relee pingele 24 V; *3* — seleenalaldaja pingele 36 V; *4* — lüliti kontaktanduri ülemiste elektroodide soojenduse sisselülitamiseks tal vel; *5* — lüliti kogu juhtimisaparatuuri sisse- ja väljalülitamiseks; *6* — 6 A kaitsmed

220 V klemmidega C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6. Paneeli klemmidega *1*, *2* ja *3* ühendatakse juhtimiskilbi juhtmed. Juhtimiskilbil ühendatakse need juhtmed vastavalt klemmidega *1*, *2*, *3*. Juhtimiskilbilt toidetakse kontaktandurit, mis asub pumbajaama veesurvepaagis.

Kontaktandur ja juhtimiskilp ühendatakse kaabli abil klemmide *5*, *6*, *7*, *8* kaudu.

Pakettlüliti nupu pööramisega lülitatakse juhtimispult tööle ja pingestatakse käiviti kontaktid. Vajutades nupule «Käik» pingestatakse vaherelee *VR* pool ja magnetkäiviti



Joon. 100. Automaatjuhtimise aparatuuri АБВ-КД elektriline skeem

pool ning relee *VR* hakkab tööle. Samaaegselt pingestatakse klemmide *1* ja *3* kaudu juhtimiskilp. Lülitatakse sisse lüliti VL_2 ja vool läbib kontaktanduri ning juhtimisrelee *JR*.

Juhul kui survepaagis ei ole vett, on juhtimisrelee *JR* välja lülitatud ja pumbamootori magnetkäiviti sisse lülitatud. Pump annab vett veetorni survepaaki. Kui vesi ühendab anduri alumised kontaktplaadid (AK), siis töörežiim ei muutu, kuid ülemiste kontaktplaatide ühendamisel hakkab tööle juhtimisrelee *JR*, magnetkäiviti pool lülitatakse välja, käiviti peatab pumbamootori ja vee juurdevool paaki katkeb. Vastavalt veekulule langeb tasapind

paagis ja anduri ülemised kontaktid (ÜK) lahutatakse, kuid relee *JR* ei tööta ja pumbamootorit ei käivitata. Edasisel veepinna alanemisel paagis lahutatakse anduri alumised kontaktplaadid, relee vooluahel katkeb ja relee *JR* pool lülitatakse välja. Relee *JR* võtab esialgse asendi, pumbamootor hakkab tööle ja veetorni paaki pumbatakse vett juurde.

Ülemiste kontaktplaatide soojendus elektrivooluga lülitatakse sisse lülitiga VL_3 juhtimiskilbilt.

§ 48. Ohutustehnika

Veetõsteseadmete montaažil ja ekspluateerimisel tuleb kinni pidada järgmistest ohutustehnika eeskirjadest.

Välise veevarustusvõrgu kraavkaeviku kaevamisel on vaja selle seinad hästi kindlustada, et vältida nende varisemist. Toestuse lammutamist tuleb alustada altpoolt.

Enne veetõsteseadmete käivitamist on vaja kontrollida kaitsevõrede korrasolekut ja pumpade ning mootorite kinnitust vundamentidele või tugiraamidele.

Veetõsteseadmeid on keelatud remontida ja reguleerida nende töötamise ajal. Enne kaevu remonti tuleb sinna sisse lasta põlev küünal, et kontrollida, kas ei leidu ohtlikke gaase. Lahtised kaevud tuleb piirata laudade või lattidega, et ära hoida inimeste ja loomade kaevu kukkumist.

Survestatud veetorusid võib läbi lõigata või lahti võtta ainult pärast antud torustikuosa lahutamist üldisest võrgust. Et kaitsta teenindavat personali elektrivoolu eest, tuleb hoonetesisesed veetorud monteerida elektrijuhtmetest vähemalt 25—30 cm kaugusele. Mootorite korpused tuleb hoolikalt maandada või nullida.

Montaažitöödel kasutatavad tõstemehhanismid ja -trossid peavad olema korras ja vastama monteeritavate seadmete kaalule.

Montaažitöödele ja veevarustusseadmeid ekspluateerima lubatakse ainult isikuid, kes tunnevad seadmete ehitust ja oskavad käsitseda montaaži- ning tõsteseadmeid ja -mehhanisme.

III OSA

SÖÖTADE TÖÖTLEMISE MEHHANISEERIMINE

X PEATÜKK

SÖÖTADE TÖÖTLEMISE TEHNOLOOGILISTE PROTSESSIDE SKEEMID

§ 49. Söödad ja nende klassifikatsioon

Söötadeks nimetatakse taimse või loomse päritoluga produkte, aga samuti ka mineraalaineid, mida kasutatakse loomade söötmiseks. Söödad peavad olema odavad, loomade poolt hästi söödavad, sisaldama toitaineid omastataval kujul ja ei tohi mõjuda kahjulikult organismile. Söötade toiteväärtus määratakse peamiselt proteiini, mineraalainete ja vitamiinide sisalduse järgi.

Kõik taimse päritoluga söödad, sõltuvalt nende omadustest ja keemilisest koostisest jagatakse kore-, mahlakateks ja jõusöötadeks.

K o r e s ö ö d a d — hein, põhk ja aganad on kõrge tselluloosisisaldusega.

M a h l a k a d s ö ö d a d on juur- ja mugulvili, kõrvitsalised kultuurid, silo ja värske roht. Selle grupi söötade kuivaine on kõrge toiteväärtusega, sisaldab palju kergesti seeditavaid süsivesikuid ja on hea maitsega. Mahlakad söödad, eriti silo, on kohustuslikud kõikide põllumajandusloomade ja -lindude söödaratsioonides.

J õ u s ö ö d a d on kõrge omastatavate orgaaniliste ainete sisaldusega ühe mahuühiku kohta, kuid nad sisaldavad väga vähe vitamiine ja mineraalaineid. Jõusöötasid võib enne söötmist segada mahlakate ja koresöötadega.

Jõusöötade gruppi kuuluvad söödateravili ja mõned põllumajandussaaduste ümbertöötamisel saadud jäätmed. Teraviljadest on erilise tähtsusega kõrge süsivesikute sisaldusega mais. Maisi kasvatamisel saadakse 1 ha-lt 5000—8000 söötühikut, kuna aga kaer isegi heal saagiaastal ei anna hektarilt üle 1000—1500 söötühiku. Maisi

võib söötühikute hulga poolest ületada ainult suhkrupeet. Eriti väärtuslike söödaomadustega on ka valgurikkad kaunviljakultuurid.

Põllumajandussaaduste töötlemisel saadud jäätmetest on loomakasvatuses laialdast kasutamist leidnud rohkesti proteiini sisaldavad kliid, jahutolm, õlikoogid ja võitööstuse jäätmed. Väärtuslikke söödajäätmeid annavad viina-, suhkru- ja tärklise-siirupitehased. Tähtsamad nendest jäätmetest on praak, söödapärm ja kartulipulp. Need produktid sisaldavad palju vett, kuid kui neid kuivatada, on nii kuivatatud praak kui ka söödapärm oma toiteväärtuselt võrdsed jõusöötadega.

Suure väärtusega on loomse päritoluga söödad, nagu piima-, või- ja juustutööstuse, samuti ka liha- ja kalatööstuse jäätmed. Kõik need söödad sisaldavad palju valke, mineraalaineid ja on loomade poolt hästi seeditavad.

Linnalähedastes majandites kasutatakse sigade söötmiseks individuaal- ja ühiskondliku toitlustamise (sööklate) jäätmeid. Et loomade organism omastaks söötades sisalduvaid toitaineid, on vaja need üle viia lahustunud olekusse. Seeduvuse ja maitseomaduste parandamisel on suur tähtsus söötade ettevalmistamisel söötmiseks.

Söötade ettevalmistamise viisid jagatakse mehaanilisteks, termilisteks, keemilisteks ja bioloogilisteks.

Mehaanilisel ettevalmistamisel söödad pestakse, puhastatakse kõrvalistest lisanditest, peenestatakse, doseeritakse, segatakse ja pressitakse.

Mõnede söötade töötlemisel kasutatakse soojust — keetmisel, aurutamisel, kuivatamisel.

Keemiline ettevalmistamine, kus söötasid töödeldakse mitmesuguste keemiliste ainetega, on laialdaselt levinud peamiselt koresöötade töötlemisel.

Söötade ettevalmistamise bioloogilised viisid — sileerimine, pärmistamine, suhkrustamine — on seotud mitmesuguste mikroorganismide tegevusega.

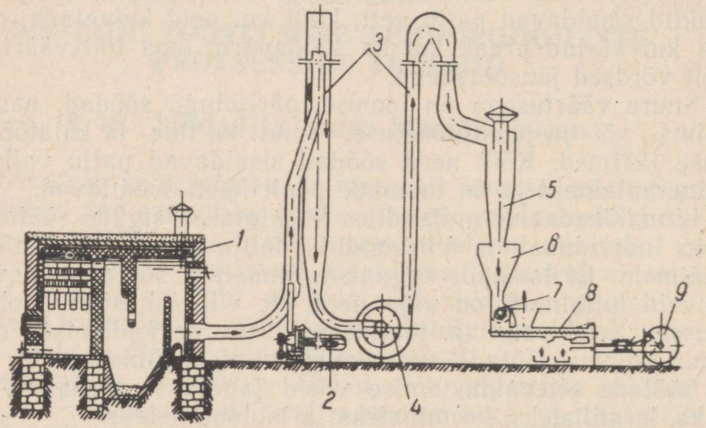
§ 50. Koresöötade ettevalmistamine söötmiseks

Heina toiteväärtus sõltub suurel määral tema botaanilisest koostisest, koristamisajast ja -viisist. Isegi kuiva ilmaga esinevad heina koristamisel küllaltki suured valkainete ja vitamiinide kaod. Proteiini kadu on seejuures

20—22% ja karotiini kadu 95—97%. Vihmaste ilmade puhul kaod tunduvalt suurenevad.

Veistele ja teistele mäletsejatele loomadele söödetakse heina naturaalsel kujul ilma igasuguse eelneva ettevalmistuseta. Sigade ja lindude jaoks hein peenestatakse jahuks.

Heinajahu valmistamiseks on konstrueeritud agregaat ВИСХОМ СПТ-0,1 (joon. 101). Agregaat peenestab rohu



Joon. 101. BUCXOM-i rohttaimede kuivatamise, heinajahu valmistamise ja briketeerimise agregaadi skeem:

1 — kolle; *2* — haljasmassi peenestaja; *3* — kuivatustorud; *4* — ventilaator; *5* — tsüklon; *6* — settekamber; *7* — vasarveski kuiva produkti peenestamiseks; 8 — tigu; 9 — briketipress

ja kuivatab selle küttegaasidega, mille esialgne temperatuur on 600—700°. Kuivatamise aeg on 5—7 sekundit. Intensiivse kuivatamise tõttu karotiin säilib heinajahus täielikult.

Vitamiinheinakuivati ABM-0,4 on põhiliselt ette nähtud vitamiinheinajahu tootmiseks, kuid teda võib kasutada ka teravilja ja teiste põllumajandussaaduste kuivatamiseks.

Heinajahu valmistamisel on agregaadi tootlikkus ja majanduslik efekt kõige suurem siis, kui haljasmass on purustatud 10—20 cm pikkusteks lõikudeks.

Agregaadi põhisõlmed on järgmised: raam koos käiguosaga agregaadi edasiviimiseks ühelt töökohalt teisele,

kütteseade, küttekolle, transportöör, kuivatustrummel, kuivatatud massi tsüklon, purustaja, heinajahu ärajuhtimise süsteem ja juhtimispult.

Agregaadi kõik sõlmed, välja arvatud haljasmassi transportöör ja juhtimispult, on monteeritud raamile. Esimeste rataste telje külge on kinnitatud veodiisel. Tagumine telg, mille rattad on varustatud klotspiduritega, on kinnitatud raami külge jäigalt.

Raami pikitaladele on asetatud rullid (pneumaatilised kummid), milledele toetub trummel. Kaks keskmist vedavat rulli pannakse pöörlema 2,8 kW elektrimootoriga.

Kütteseade koosneb kütuse eelsoojendist, pihustitest, kütusetorustikust, ventilaatorist, termoregulaatorist ja pumbast.

Küttekolle kujutab endast kahekordsete seintega silindrit, mille esiosa külge on ühendatud kütteseade. Tagumine osa on hermeetiliselt ühendatud pöörleva kuivatustrumliga. Silinder on vooderdatud seest tulekindlate tellistega. Küttekoldes põletatakse pihustiga etteantavat hästi pihustatud kütust. Õhu ja põlemisprodukti segu temperatuur on 900—1000° C.

Transportööriks on renn, milles asub kaks lõputa ketti. Kettide külge on kinnitatud metall-liistud.

Kuivatustrummel koosneb omavahel üheks tervikuks ühendatud kolmest kontsentrilisest silindrist. Trumlit käitavad vedavad rullid.

Kuivatatav materjal juhitakse kõigepealt sisemisse silindrisse, kus temperatuur on kõige kõrgem. Edasi suunatakse materjal keskmisse ja lõpuks välimisse silindrisse, milles temperatuur on suhteliselt kõige madalam. Iga silindri siseküljele on keevitatud painutatud labad, mis segavad ja nihutavad kuivatatavat massi trumlit läbivas kuumas õhuvoolus edasi. Kuivatustrumli esiosa on ühendatud põlemiskambriga, tagumine osa aga torustiku kaudu kuiva massi tsükloniga.

Vasarpurustaja peenestab kuivatatud massi jahuks. Peenestamise astet reguleeritakse vahetatavate sõeltega. Vahetatavate sõelte (arvult kolm) avade läbimõõdud on 3, 4 ja 6 mm.

Purustaja ja tsükloni vahele on paigutatud sorteerija, mis eraldab kivid ja muud tahked lisandid.

Heinajahu ärajuhtimise süsteem koosneb tsüklonist, dosaatorist ja väljalaadimisteost. Dosaator annab ühtla-

selt jahu väljalaadimisteosse, mis viib selle edasi teo kestas olevate avadeni. Väljalaadimisavade külge on kinnitatud kotid jahu kogumiseks.

Agregaadi ABM-0,4 kasutamisel säilitatakse heinajahus kuni 90—96% toitaineid ja karotiini. Tavalisel haljasmassi kuivatamisel säilib heinas mitte üle 50% toitaineid.

Agregaati teenindab mehaanik ja 2—3 abitöölist.

Tehniline iseloomustus

Tootlikkus kg/h:	
peenestatud haljasmassi kuivatamisel 75% kuni 8—10%-ni	400—500
teravilja kuivatamisel	2000—4000
Kasutatav kütus	masuut või diislikütus
Kütuse kulu kg/h	50—90
Vajalik võimsus kW	kuni 55
Käitamine	8 elektrimootoriga, mille üldvõimsus on 55 kW
Gabariitmõõtmed tööolukorras mm:	
pikkus	11 180
laius	2500
kõrgus	3050
Agregaadi üldkaal, kg	13 500
Haljasmassi transportööri pikkus mm	5780
Kuivatustrumli läbimõõt mm	2280
Trumli pikkus mm	3970

Kõrge vitamiinisisalduse tõttu on heinajahu eriti efektiivne noorloomade ja lindude söötmiseks. Heinajahu osakeste suurus kesikute, tiinete ja imetajate emiste ning nuumkarja jaoks ei või olla üle 2 mm, põrsaste ja lindude jaoks aga mitte üle 1 mm.

Heinajahu kasutamine sigade söötmiseks võimaldab hoida kokku jõusöötasid 25—35%.

Põhku ja aganaid kasutatakse söödana paljudes meie maa rajoonides. Hästi hoitud kaera- ja odrapõhku söödetakse tavaliselt ilma töötlemata. Jämedavarreliste taliviljakultuuride ja riknenud suvivilja põhku töödeldakse enne söötmist, et parandada nende söödavust.

Kõige kättesaadavam ja odavam töölemisviis on põhu hekseldamine. Põhulõikude pikkus veiste jaoks peab olema 4—5 cm, hobuste ja lammaste jaoks 1,5—2 cm. Lühemaks lõigustatud põhu neelavad loomad alla ilma mälumata, mis võib põhjustada veistel mälumise katkemise ja hobustel pisteid.

Söödavuse parandamiseks lõhestatakse põhuhekslid piki kiudu purustajates tüüp ИГК-30 ja niisutatakse sooja soolvee, siloekstrakti, praaga, meski või söödasiirupiga. Põhk niisutatakse tünnides, puittoobrites või betoonmahutites. Enne kasutamist on soovitatav põhuheksleid maitsestada jõusöötadega ja sööta segatult peenestatud juurviljade või siloga.

Lihtsaks põhuhekslite töötlemise viisiks on nende isekuumenemine ja kääritamine. Isekuumenemiseks peenestatud põhk asetatakse hästi soojustatud tünnidesse või kastidesse 25—30 cm kihtidena ja niisutatakse 20—30° sooja veega, arvestusega 65—75 l vett 1 ts kuiva põhu kohta. Seejärel lõigud segatakse, tihendatakse hoolikalt ja kaetakse pealt kilpidega, millele asetatakse raskused. Nii hoitakse 3—4 ööpäeva. Pärast seda on põhk muutunud pehmeks, omandanud meeldiva lõhna ja loomad söövad seda meelsasti.

Hallitusseentega ja mikroobidega nakatatud põhku hautatakse või aurutatakse.

Põhu peenestamine, isekuumenemine, hautamine ja aurutamine parandavad peamiselt põhu söödavust, kuna toiteväärtus seejuures ei suurene.

Põhu toiteväärtust saab mõnevõrra suurendada mitmesuguste keemiliste töötlemisviisidega.

Üksikutes majandites on põhku töödeldud lubjastamise teel, leotades põhuheksleid 3—5 ööpäeva 1% lubjapiimas. Kaltsineerimisel hoitakse põhuhekslid 10—15 minutit 1% lubjalahuses, võetakse seejärel välja ja paigutatakse kohedalt mingile alusele vedeliku äranõrgumiseks. Siis asetatakse hekslid vooderdatud auku, tihendatakse ja kaetakse pealt kilpidega. Põhku töödeldakse ka sooda-soolalahusega, puutuha leelisega jne.

Donetsi oblasti majandites kasutatakse koresöötade pärmistamist. See viis koosneb kahest protsessist: taimse toormaterjali hüdrolüüsist suhkru saamiseks (suhkrustamine) ja hüdrolüüsitud produkti kääritamisest valkuderikka söödapärmi kasvatamiseks.

Kuna põhu keemiline töötlemine on palju jõukulu nõudev ja keerukas, tuleb seda kasutada ainult siis, kui see on tehnilis-ökonoomiliselt põhjendatud.

§ 51. Juur- ja mugulvilja ettevalmistamine söötmiseks

Juur- ja mugulviljade ettevalmistamine söötmiseks seisneb peamiselt nende puhastamises mullast, pesemises, peenestamises, aurutamises ja jõusöötadega segamises.

Söödapeeti, -naerist ja kartulit soovitatakse üle 6 kuu vanustele kariloomadele sööta toorelt peenestamata. Noorkarja, sigade ja kõrgetoodanguga lehmade jaoks tuleb mälumise kergendamiseks ja seeduvuse parandamiseks suhkrupeet ja kaalikas peenestada. Lõikude paksus veistele peab olema 10—15 mm, vasikatele 5—10 mm.

Sigadele ja lindudele söödetakse kartul tavaliselt aurutatult, juurvili aga toorelt peenestatult või peenestamata. Kohe pärast aurutamist kartul pudrustatakse. Pudrustamata osakeste suurus ei või ületada 10 mm ja selliseid osakesi ei või olla pudrustatud massis üle 5%.

Sigadele söötmiseks soovitatakse juurvili töödelda pastaks, lindudele aga peenestada 3—4 mm laiusteks ribadeks.

Juur- ja mugulvili tuleb pesta, lõigata, aurutada ja segada jõusöötadega vahetult enne söötmist.

Säilitamisel kaasnevate kadude vähendamiseks soovitatakse kartulit sileerida. Sileeritud kartulis toitainete kadu tavaliselt ei ületa 4% ja niisugust sööta võib säilitada mitu aastat. Kõige parem on kartulit sileerida aurutatult. Rajoonides, kus on vähe kohalikku odavat kütust, on sobiv sileerida toorest kartulit peenestatult, lisades juurde porgandit, söödakapsast, kaunvilju või koresöötasid.

§ 52. Jõusööda ettevalmistamine söötmiseks

Jõusööda söötmiseks ettevalmistamise viisideks on lisanditest puhastamine, purustamine, jahvatamine ja mitmesuguste söödasegude valmistamine.

Esialgu puhastatakse jõusööt kõrvalistest lisanditest.

Kui teraviljast ja purustatud brikettsöötadest on igasugused lisandid eemaldatud, puhastatakse nad viljapuhastusmasinates.

Maitse ja seeduvuse parandamiseks jõusööt peenestatakse. Loomade produktiivsuse tõstmiseks võimalikult väiksema söödakuluga toodanguühiku kohta on osutunud kõige sobivamaks jõusöödasegud, mis sisaldavad kõiki vajalikke toitaineid ja vitamiine.

Lihtsad segud, mis koosnevad 3—4 komponendist, valmistatakse vahetult farmides. Keerulisemad, kõige täisväärtuslikumad segud valmistatakse spetsiaalsetes kombineeritud sööda tehastes.

Tehastes valmistatud kombineeritud sööt lastakse tavaliselt välja brikettidena või graanulatena ja on 1,5—2 korda odavam kui farmides töödeldud söödateravili.

Teadus ja praktika on tõestanud, et loomasöödale antibiootikumide juurdelisamisel on suur tähtsus noorloomade ja lindude kasvu kiirendamisel ning juurdekasvu (iibe) tõstmisel, aga samuti ka mitmesuguste nakkus- ja mittenakkushaiguste profülaktikas.

Reas majandites on organiseeritud kohapeal antibiootikumide saamine lihtsustatud meetodi järgi. Näiteks Donetsi oblasti paljudes kolhoosides ja sovhoosides kasutatakse terramütsiini, biomütsiini ja teisi antibiootikume.

Donetsi oblasti Bolšaja Novoselka rajoonis töötab alates 1959. a. lihtsustatud tüüpi katsebiotsehh. Sama rajooni kolhoosides läbiviidud katsetega on tõestatud, et antibiootikumide kasutamine mõjub soodustavalt juurdekasvule sigade ja lindude nuumamisel. Söödale iga 1 kg eluskaalu kohta 1—2 g terramütsiini juurdelisamine andis täiendavat juurdekasvu sigade nuumamisel kuni 15%, kesikute (2—4-kuuliste) nuumamisel aga kuni 20—25%, võrreldes kontrollrühmaga.

Moskva oblasti Kuntsevo rajooni kolhoosis «Put novoi žizni» võimaldas antibiootikumide kasutamine kesikute nuumamisel tõsta loomade kaalu 30% võrra.

Jõusöötade maitseomaduste parandamiseks ja uute väärtuslike ainetega rikastamiseks kasutatakse suhkrustamist, pärmistamist ja teisi töötlemise viise.

Suhkrustatakse tavaliselt kõrgema tärklisesisaldusega jahvatatud teraviljasöötasid. Jahvatatud produkt puistatakse tihedatesse kastidesse või tünnidesse, valatakse üle

kahekordse veekogusega (soojendatud kuni 80—90°), segatakse hästi segi, kaetakse pealt kinni ja hoitakse 3—4 tundi. Selliselt saadud sööt soovitatakse ette anda kohe pärast valmistamist.

Pärmistamiseks lisatakse söötadele juurde söödapärmi, mis kiiresti paljuneb.

Tuleb arvestada, et termiline ja bioloogiline jõusöötade töötlemine on seotud küllalt suure tööjõu ja vahendite kuluga.

§ 53. Toiduainete tööstuse jäätmete ettevalmistamine söötmiseks

Heaks lisasöödaks, eriti sigade nuumamisel, on nii taimse kui ka loomse päritoluga toiduainete tööstuse jäätmed.

Piimatööstuse jäätmed, nagu juustuvesi, võipiim ja lõss söödetakse ilma eelneva töötlemiseta, vahel koos jõusöötadega. Õlle- ja viinavalmistamise jäätmed, nagu õlleraba ja praak söödetakse samuti ilma töötlemata. Kuivatatud õlleraba ja praak leotatakse enne söötmist vees paksu pudruni. Õlleraba kuumutatakse enne söötmist, et hävitada seedeorganite häireid põhjustavad pärmiseened. Vedel pärm kuumutatakse kuni keemiseni, kuiv pärm lahustatakse väikeses koguses kuumas vees ja kuumutatakse samuti keemiseni.

Liha- ja liha-kondijahu, mis saadakse tapetud ja roogitud loomakerede kuivatamisel ja jahvatamisel, samuti ka kalajahu kasutatakse valkainete lisandina teravilja ja koresöötade söötmisel.

Mürgituste vältimiseks võib kala- ja lihajäätmeid sööta sigadele ainult pärast eelnevat keetmist ühe tunni jooksul.

Leivatööstuse jäätmed, nagu jahujäätted, taignalõikmed, kuivad leivatükid, soovitatakse enne söötmist segada selliste söötadega, mis ei põhjusta segus halvasti seeduvate liimjate tükkide tekkimist. Sellise segu koostisosana kasutatakse söödapeete, kliisid ja maisihelbeid.

Viimasel ajal kasutatakse laialdaselt nii meil kui ka välisriikides söödana individuaal- ja ühiskondliku toitlustamise toidujäätmeid.

Nii näiteks kasutab Moskva oblastis sovhoos «Mõtištši» aastas umbes 20 000 tonni toidujäätmeid. Leningradi ob-

lastis sovhoos «Võborgski» kasutab iga päev umbes 120 t toidujäätmeid.

Prof. V. P. Dobrovolski andmete järgi sisaldab üks kilogramm selliseid jäätmeid keskmiselt 0,25 söötühikut. Enne söötmist peab toidujäätmed steriliseerima. Selleks neid aurutatakse spetsiaalsetes kateldes 35—40 minutit.

§ 54. Söötade töötlemise masinad ja nende klassifikatsioon

Söötade töötlemise masinad ja seadmed klassifitseeritakse järgmistesse gruppidesse: masinad söötade puhastamiseks lisanditest; peenestusmasinad; masinad doseerimiseks ja segamiseks; seadmed termiliseks ja bioloogiliseks töötlemiseks; kombineeritud või universaalsed masinad.

Söötade lisanditest puhastamise masinad jaotatakse pesemise ja kuivalt puhastamise masinateks. Pesemismasinaid kasutatakse põhiliselt juur- ja mugulviljade söötmiseks ettevalmistamisel. Kuivalt puhastamise masinaid kasutatakse tavaliselt jõusöötade ettevalmistamisel. Metallisandid kõrvaldatakse magnetaparaatidega. Mullatükid, kivid ja mõned rohttaimede mürgised seemned eraldatakse sõeltega.

Söötade peenestamise masinate töötamine põhineb *lõikamisel:* põhu-silolõikajad, silolõikajad, juurviljalõikajad; *hõõrumisel:* teravilja- ja valtsveskid; *produkti purustamisel löökide ja muljumisega:* vasarveskid, õlikoogipurustajad.

Esitatud klassifikatsioon on teatud määral tinglik, kuna mõned masinad üheaegselt lõikavad, purustavad ja hõõruvad töödeldavat produkti.

Käesoleval ajal on laialdaselt levinud universaalsed söödatöötlemise masinad, mis kujutavad endast üheks seadmeks komplekteeritud üksikute masinate süsteemi. Tehnoloogiliselt on üksikud masinad seotud omavahel transpordivahendite abil.

SILOSÖÖTADE TÖÖTLEMINE JA SILOHOIDLAD

§ 55. Söötade sileerimise olemus ja tähtsus

Sileerimiseks nimetatakse mahlakate söötade konserveerimist piimhapetega, mis on tekkinud keeruliste mikrobioloogiliste protsesside tulemusena.

Silohoidlatesse asetatud mahlakate söötade massis arenevad õhuhapniku puudumisel ja küllaldase hulga süsivesikute olemasolul piimhapet tootvad piimhappebakterid.

Piimhape annab silole meeldiva maitse ja mõjub soodustavalt selle seeduvusele. Samal ajal takistab piimhape kahjulike võihappe- ja roiskbakterite tegevust.

Piimhappebakterite kiiremaks arenemiseks on tähtis, et rakumahlas sisalduv suhkur oleks bakteritele kergesti kättesaadav. Intensiivne rakumahla eraldumine saavutatakse taimede peenestamise teel. Peenestatud mass paigutatakse tihedalt, nii et õhk täielikult eraldub. See takistab sileeritud sööda kuumenemist.

Peenestamata sööda laadimisel, puudulikul tihendamisel ja silohoidlate aeglasel täitmisel jätkavad taimed pikemat aega hingamist, mistõttu kulutatakse tunduv osa süsivesikuid, lämmastikühendeid ja eraldub soojust.

Kuumenemise ärahoidmiseks tuleb sileeritav sööt kihtide viisi hoolikalt tihendada. Õigel laadimisel silomassi temperatuur ei tõuse üle 30—35°.

Suurt mõju avaldab toimuvatele protsessidele silomassi veesisaldus. Praktika on näidanud, et parima kvaliteediga silo saadakse, kui veesisaldus on 65—75%. Kui sileeritava massi niiskus on liiga suur, siis vähendatakse seda aganate või põhuhekslite lisamisega.

Taimede sileeruvus sõltub esmajärjekorras süsivesikuid sisaldavate ainete olemasolust.

Süsivesikute sisalduse järgi jaotatakse taimed kergesti sileeruvateks: mais, päevalill, maapirn, sorgo, peedipealsed, söödanaeris, kaalikad, söödakapsas; raskesti sileeruvateks: lutsern, ristik, mesik, malts, tarn, kartulipealsed ja mittesileeruvateks: vikk, sojauba, kõrvitsaliste kultuuride pealsed.

Kergesti sileeruvad taimed sisaldavad palju süsivesikuid; raskesti sileeruvatel on süsivesikuid küllaldaselt tin-

gimusel, kui need täielikult muutuvad piimhappeks; mittesileeruvad sisaldavad süsivesikuid vähe. Raskesti- ja mittesileeruvatest taimedest täisväärtusliku silo saamiseks tuleb neid sileerida segus kergesti sileeruvate taimedega.

Raskestisileeruvatest taimedest võib saada head silo piimhappebakterite kasutamise teel. Silomassile piimhappebakterite lisamine soodustab süsivesikute muundumist piimhappeks, mille tulemusena sööt hapendub. On küllalt kui 10 t silo valmistamiseks kasutada 0,5 l ekstrakti, mis on lahjendatud 100 l soojas vees. Ekstrakti valmistatakse biovabrikutes.

Sileerimine on kõige levinumaks ja sobivamaks mahlakate söötade töötlemise viisiks. Hea silo on omadustelt võrdne haljassöödaga, samuti tekitab ta loomadel söögiisu, mis soodustab kore- ja jõusöötades olevate toitainete kõige täiuslikumat kasutamist. Maisisilo väärtus tõuseb tunduvalt, kui lisada juurde peenestatud liblikõielisi taimi.

Töökulu sileeritud sööda ühe söötühiku kohta on tunduvalt väiksem kui teistel mahlakatel söötadel. Nagu praktika näitab, on silo söötühiku omahind palju väiksem heina söötühiku omahinnast.

§ 56. Silo valmistamise mehhaniseerimine

Maisi sileerimine. Heakvaliteedilise silo saamiseks tuleb sileerimine läbi viia katkestamatult. Aeglasel sileerimisel tekib silosse küllalt suur kogus äädikhapet, mis alandab silo söödavust.

Kauaaegsel sileerimisel toimub piimhappe oksüdeeruv lagunemine, mis soodustab roiskumisprotsesside arenemist ja seetõttu saadakse tugevalt roiskunud silo.

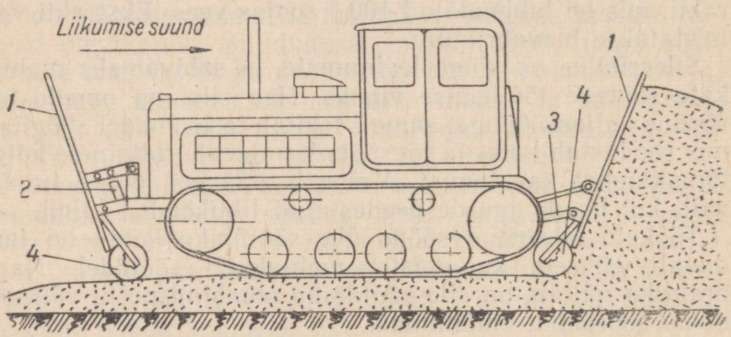
Maisi sileerimise viise on mitmesuguseid. Sileerimisviisi kindlaksmääramisel tuleb arvestada tsoonide iseärasusi, klimaatilisi tingimusi, majandi spetsialiseerumist, loomade pidamise viise jne.

Maapealne sileerimine. Viimastel aastatel on laialdaselt levinud sileerimine maapealsetesse hoidlatesse, mille kasutamisel tunduvalt alaneb tööjõukulu ja silo omahind.

Täisväärtusliku silo saamiseks ja kadude vähendamiseks tuleb materjal purustada ja hoolikalt tihendada. Enamikul taimedel lõigete pikkus peab olema 1,5—3 cm.

Virnakülgede korralik tihendamine piirab järsult tsooni, milles on ülekaalus aeroobsed protsessid, mis põhjustavad hallitumist, roiskumist ja sööda isekuumenemist.

Silomassi tuleb hakata tihendama traktoritega ДТ-54, С-80 või ratastraktoritega kohe peale esimeste autode tühjakslaadimist ja jätkata tihendamist katkestamatult, kuni kogu virn on laaditud. Häid tulemusi saavutatakse silotampija ПТСМ-2 kasutamisel (joon. 102).



Joon. 102. Silomassi tasandaja-etteandja ja tampija ПТСМ-2 (esimene ja tagumine riputusseade):
1 — kilp; *2* — eesmise riputusseadme mehhanism; *3* — riputusseadme hüdrosüsteemi hoovad; *4* — rull

Virna kuju võib olla mitmesugune: ümmargune, ruudu- või ristkülikukujuline, kaldkülgedega kaarekujuline jne.

Paljudes kolhoosides ja sovhoosides valmistatakse silo ristkülikukujuliste virnadena. Sademetevee äravoolamiseks tehakse virn pealt katusekujulisena.

Reas majandites tehakse silo tüvikoonusetaolistesse virnadesse, külgede kallakuga 20—25°. Selline virna kuju võimaldab silomassi tihendada palju ühtlasemalt. Virna, mille aluse läbimõõt on 20—40 m ja kõrgus 3,5—4,5 m, võib paigutada 400—1200 t silo.

Lääne-Kasahstani oblasti Zelenovski rajooni Uljanovski sovhoosis tehakse silovirnad ruudukujulised või veidi piklikud. Tihendamisel liiguvad traktorid kahes suunas ristamisi.

Tihendada tuleb päeval ja öösel ning isegi haljasmassi laadimise vaheaegadel. Peale laadimistööde lõpetamist on

tarvis virna täiendavalt tihendada kahe ööpäeva jooksul, kummalgi päeval 2—4 tundi.

Et takistada mahla väljavoolamist virnast, tuleb sileeritavale massile juurde lisada põhku või teisi koresöötasid 10—12% sileeritava massi kaalust.

Peale virna valmistamist lõigatakse selle küljed kuni 60—80 cm kõrguseni tasaseks. Lõikmed asetatakse virna ja tambitakse kinni. Paljudes majandites virn kaetakse pealt põhu kihiga.

Kartulite sileerimine. Enne sileerimist pestakse kartulid hoolikalt ja aurutatakse. Silohoidlasse asetatud kartulid tihendatakse ja kaetakse tihedalt kokkulöödud laudadest kilpidega.

Õhu läbitungimise vältimiseks kaetakse kilbid pealt (määritakse) rasvase saviga, millele omakorda asetatakse 10—12 cm paksune peene mulla, saepuru või aganate kiht.

Kuna sileerimisel kartulite aurutamine on seotud küllalt suure kütusekuluga, on rajoonides, kus kohaliku kütuse ressursid ei ole küllaldased, lubatud sileerida kartulit toorelt. Sel juhul kartul peenestatakse juurviljalõikajas ja laaditakse silohoidlasse kuni $^3/_4$ hoidla kõrguseni.

Esimesel perioodil peale laadimist tekib silomassis tormilise gaaside eraldumisega kaasnev väga intensiivne käärimine, mille tulemusena kogu mahl tugevalt vahutab ja sileeritud mass nagu kerkib üles.

Toorete kartulite sileerimisel piimhappebakteri preparaadi kasutamine parandab tunduvalt silo kvaliteeti. Enne savi ja mullaga katmist kaetakse sileeritud toores kartul pealt põhukihiga.

Viimasel ajal on laialdaselt levinud segasilo valmistamine. Segasilo valmistatakse vastavalt eri loomaliikide söötadele esitatud nõuetele.

Nii valmistatakse mõnedes majandites silo sigade jaoks järgmise koostisega: 50% aurutatud kartulit, 25% ristikut ja kuni 25% porgandeid või söödapeete.

§ 57. Silohoidlad

Silohoidlaiks nimetatakse alalisi või ajutisi ehitisi, mis on ette nähtud silosööda valmistamiseks ja säilitamiseks.

Silohoidlad tuleb ehitada loomakasvatusfarmide lähedale, et oleks võimalik organiseerida loomade iseteenin-

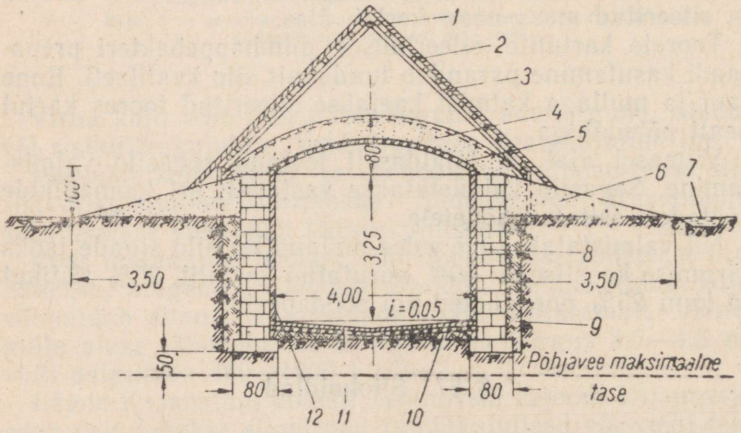
davat söötmist või mehhaniseerida silo etteandmist söödakünadesse. Silohoidlate tüübi valikul tuleb lähtuda kaalutlustest, et silohoidlate ehitamine, silo valmistamine ja samuti söötmine toimuks minimaalsete tööjõukuludega.

Paiknemise järgi võivad silohoidlad olla maapealsed või süvistatud. Maapealsetes hoidlates asub enamik silomassist maapinnast kõrgemal. Ehitiste kuju järgi klassifitseeritakse silohoidlad tornideks, pooltornideks, aukudeks, tranšeedeks ja virnhoidlateks.

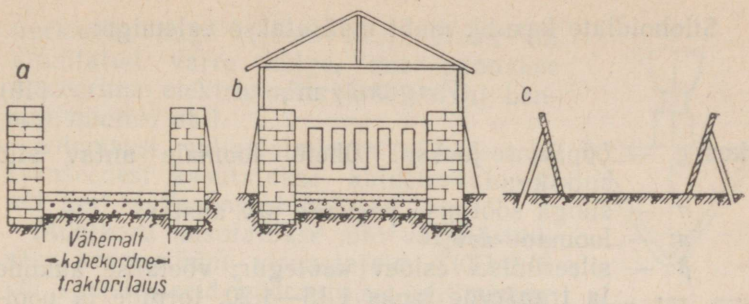
Silotornide ja pooltornide olulisteks puudusteks on 1 tonni silo kohta tulev kõrge ehituse maksumus ja samuti suur tööjõukulu silo laadimisel ning väljavõtmisel. Neil põhjustel selliseid hoidlaid käesoleval ajal enam ei ehitata.

Sigadele segasilo valmistamiseks kasutatakse siloauke. Need kujutavad endast maasse kaevatud silindrilise või mõne teise kujuga auku, mille seinad vooderdatakse telliste, laudade, kivide või betoonplaatidega.

Silotranšeed rajatakse maasse või külgseintega virnhoidlatena maa peale. Silotranšee juur- ja mugulvilja sileerimiseks on toodud joonisel 103. Vastavalt kehtivatele eeskirjadele ei tohi tranšee laius ületada sügavust. Kuid



Joon. 103. Tranšee juurviljade sileerimiseks:
1 — põhk; *2* — roovilatt; *3* — sarikad; *4* — muld; *5* — savi; *6* — savilukk; *7* — vee ärajuhtimise renn; *8* — kivivooderdis; *9* — savi; *10* — tambitud savi; *11* — munakivid; *12* — tsementkrohv



Joon. 104. Külgseintega virnsilohoidla ehitamise skeemid:
a — tellisseintega; *b* — tellisseinte ja söödarestiga; *c* — ajutine puitkilpidest

nagu näitavad Eesti kolhooside kogemused, ei ole tranšeede ehitamine laiusega alla 4 m otstarbekohane, sest see põhjustab liigset ehitusmaterjalide ja tööjõukulu.

Tranšeede puhul, millede laius on 5 m, materjalide kulu seinte vooderdamiseks ümberarvestatult 1 t silo kohta väheneb rohkem kui 2 korda võrreldes 2—3 m laiuste tranšeedega. Peale selle ei ole kitsastes tranšeedes praktiliselt võimalik silomassi tihendada traktoritega, sest puudub külgsuunas liikumise võimalus, mis on tarvilik lintide vahele jäänud massi tihendamiseks.

Paljudes majandites täidetakse tranšeed kallakuliselt ühe otsa poole. See võimaldab traktoril tampimiseks tranšeesse sisse sõita ja samuti silomassi maha laadida traktorilaadijatega.

Silotranšeed tuleb ehitada tihedatesse pinnastesse. Vastasel korral peab ehitama põikvaheseinad, mis aga tunduvalt tõstavad ehituse maksumust. Peale selle langeb ära üks tranšeede eelistest — võimalus tihendada silomassi traktoriga.

Juur- ja mugulviljade ning kartulite silotranšeed jaotatakse 10—15 m^3 mahuga sektsioonideks. Üksikute sektsioonide väike maht võimaldab neid täita 1—2 päevaga.

Külgseintega virnsilohoidlad (joon. 104) tehakse enamasti pikkusega vähemalt 15 m, laiusega 6—8 m ja kõrgusega 2,5—3 m. Hoidla põhi sillutatakse kividega, seinad ehitatakse seestpoolt enamikul juhtudel vertikaalsetena tellistest, põllukividest, betoonist või puidust.

Virnsilost võib loomi sööta edasitõstetavate sõimede või söödarestide abil.

Silohoidlate kasulik maht määratakse valemiga:

$$V = gnm\beta\gamma \text{ m}^3, \quad (46)$$

kus g — ööpäeva jooksul ühele loomale antav silo hulk kg;
n — siloga söötmise päevade arv aastas;
m — loomade arv;
β — sileerimisel esinev kaotegur; võetakse aukude ja tranšeede jaoks 1,15—1,20, tornide ja pooltornide jaoks 1,10;
γ — silomassi keskmine mahukaal; võetakse tranšeede ja aukude jaoks 575—700 kg/m^3.

Sileerimine kile abil. Silomassi kadude ja tranšeede ehitamiseks vajalike kapitaalmahutuste vähendamiseks kasutatakse viimastel aastatel sileerimist polümeeridest kilede abil. Hermeetiliselt kaetud silol on suuri eeliseid. Sileerimine sünteetiliste kilede all võimaldab säilitada kogu sööta ilma kadudeta. Kui silo säilitatakse täielikult hermeetilistes tingimustes, siis virna tihedusel ja mõõtmetel ei ole mingisugust tähtsust. Peamine on, et virn oleks kaetud igast küljest õhukindla kilega. Kui silo säilitatakse täielikult hermeetilistes tingimustes, siis õhku virnast kõrvaldada ei ole tarvis.

Eriti laialdast kasutamist võib see meetod leida lõunarajoonides, kus kuiva kliima tõttu silo kaotab palju niiskust ja kuivab lahtiste virnade välimistes kihtides täielikult.

Silohoidlate täitmine ja tühjendamine

Silomassi laadimiseks tornidesse kasutatakse kolhoosides ja sovhoosides põhu-silolõikajaid PCC-6, puhureid ja spetsiaalseid liisttransportööre. Madalatesse tornidesse ja pooltornidesse võib silomassi laadida ka ehitustöödel kasutatavate linttransportööridega.

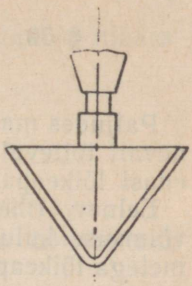
Silotranšeed ja -augud täidetakse vahetult autodelt või järelvankritelt. Laadimistöid aitavad kiirendada kallutavad veokastid ja lihtsad mahalaadimisseadmed.

Tornist, august ja tranšeest väljavõtmiseks lõigatakse silomass vertikaalselt lahti terava labida või spetsiaalse noaga. Lahtilõikamise kergendamiseks kasutatakse kolm-

nurkseid nuge (joon. 105). Noad on kinnitatud varre külge, mis pannakse vibreerima elektrimootori või 0,3 hj bensiinimootori abil.

Silomassi väljatõstmiseks aukudest ja tranšeedest kasutatakse kaldelevaatoreid või kett-liisttransportööre.

Mõnikord kasutatakse silo väljatõstmiseks kraanatüüpi virnastajaid СКП-0,15 või spetsiaalseid hüdraulilise juhtimisega greiferlaadijaid ПГ-0,5Д.



Joon. 105. Silolõikamise nuga

XII PEATÜKK

HALJASMASSI, KORESÖÖDA NING JUUR- JA MUGULVILJA LÕIKAMISE MASINAD JA MEHHANISMID

§ 58. Haljasmassi ja koresööda lõikamise masinate klassifikatsioon ja tehnoloogilised nõuded

Enamikul haljasmassi ja koresöötade lõikamise masinatel on toite- ja lõikeaparaadid, ajammehhanism ja peenestatud massi transportimise organid. Lõikeaparaadi konstruktsiooni järgi jaotatakse masinad ketasmasinateks, millede noad on paigutatud pöörleva ketta tasapinda, ja trummelmasinateks, kus noa terad on asetatud trumlile nurga all.

Haljasmassi ja koresööda lõikamise masinatel on aktiivne, poolaktiivne või passiivne toiteaparaat. Esimestel antakse haljasmass toitevaltsidele spetsiaalse transportööriga; poolaktiivse aparaadiga masinatel käsitsi; passiivse aparaadiga masinatel toitevaltsid puuduvad.

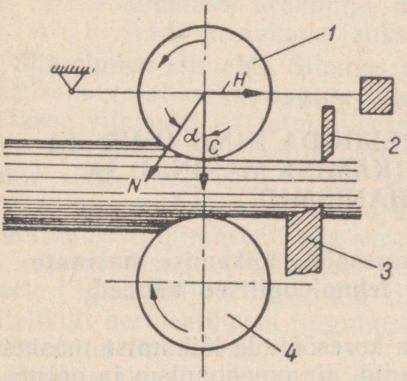
Masinad käitatakse käsitsi või mehaanilise ajamiga, toodetakse liikuvatena või statsionaarsetena.

Haljasmassi ja koresööda lõikamise masinad peavad töötama võimalikult väiksema võimsuse kuluga ning olema varustatud lõikude pikkuse reguleerimise seadmega.

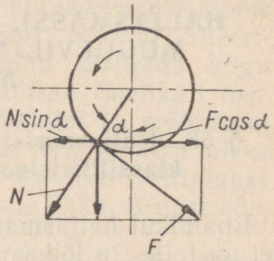
§ 59. Haljasmassi ja koresööda lõikamise masinate tööprotsess

Paljudes masinates põhk ja haljasmass tihendatakse eelnevalt toitevaltsidega ning antakse siis tihendatud kihina edasi lõikeaparaati (joon. 106).

Eelnev tihendamine vähendab lõikamiseks vajalikku võimsuse kulu ja võimaldab kasutada väiksemate mõõtmetega lõikeaparaate.



Joon. 106. Põhu-silolõikaja lõikemehhanismi töötamise skeem:
1 ja *4* — ülemine ja alumine valts; *2* — nuga; *3* — vastulõikeplaat



Joon. 107. Jõudude skeem toitevaltsi töötamisel

Produkti paremaks haaramiseks ja alalise surve tekitamiseks on ülemine toitevalts paigutatud selliselt, et ta koos laagritega võib liikuda vertikaalsetes suunajates. Vajalik surve ei tekitata mitte ainult valtsi kaaluga, vaid valtsi võllile mõjuva ülesseatud täiendava raskuse või vedru abil.

Produkti edasiviimise põhimõtte selgitamiseks lahutame ülemise valtsi survejõu G jõuks N, mis on suunatud valtsi raadiuse suunas, ja horisontaalseks jõuks H, mis surub valtsi võlli kõrvale külje suunas.

Jõud N mõjul tekib hõõrdejõud F (joon. 107), mis viib produkti edasi lõikeaparaati. Mehaanikast on teada, et

hõõrdejõud on alati suunatud risti survejõuga ja määratakse valemiga:

$$F = Nf,$$

kus F — hõõrdejõud;
f — produkti ja valtside vaheline hõõrdetegur.

Lahutame hõõrdejõu F ja normaalsurve N horisontaalseteks ja vertikaalseteks komponentideks.

Produkt juhitakse lõikeaparaati tingimusel kui

$$F \cos \alpha > N \sin \alpha$$

või

$$Nf \cos \alpha > N \sin \alpha,$$

kus $Nf \cos \alpha$ — produkti edasiviiv horisontaaljõud;
$N \sin \alpha$ — produkti edasiliikumist takistav jõud.

Jagades mõlemad pooled suurusega $N \cos \alpha$, saame:

$$f > tg\ \alpha.$$

Väljendades hõõrdeteguri f hõõrdenurga $tg\ \varphi$ kaudu, saame:

$$tg\ \varphi > tg\ \alpha,$$

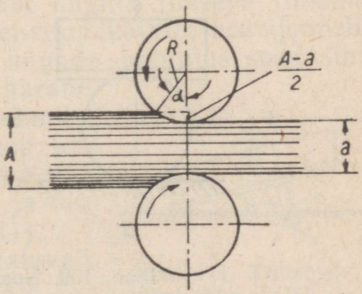
või

$$\varphi > \alpha.$$

Järelikult produkti edasiviimiseks on tarvis, et haardenurk oleks alati väiksem produkti hõõrdenurgast valtsi pinnaga.

Hõõrdenurk põhu jaoks võetakse 17—27°, haljasmassi jaoks 18—30°. Vajalik haardenurga suurus saavutatakse küllalt suure läbimõõduga valtsi paigutamisega.

Valtsi läbimõõdu võib määrata joonisel 108 esitatud skeemi abil.



Joon. 108. Toitevaltside skeem

Vastavalt skeemile

$$\frac{A-a}{2} = R - R\cos\alpha$$

või

$$R = \frac{A-a}{2(1-\cos\alpha)},$$

siis

$$D = \frac{A-a}{1-\cos\alpha}. \qquad (47)$$

Produkti paremaks haaramiseks on väiksema läbimõõduga valtsid rihveldatud.

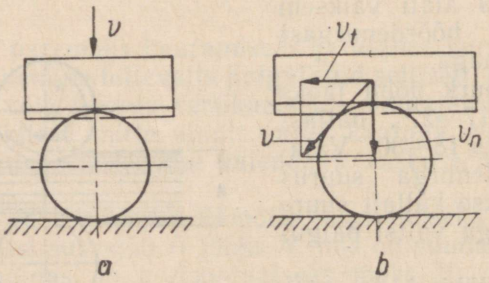
Põhu-silolõikajates noa tera surub algul vartekimbu kokku ja pärast seda lõikab selle läbi.

Lõikamiseks kuluv töö hulk sõltub suurel määral noa liikumise suunast lõigatavate varte suhtes. Ühel juhul noa tera võib liikuda ainult lõikamise suunas (joon. 109, *a*), teisel juhul noa tera võib liikuda üheaegselt kahes omavahel risti olevates suundades (joon. 109, *b*).

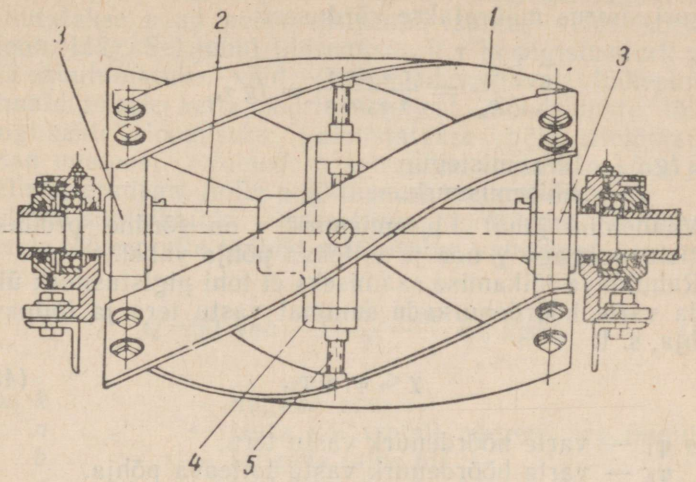
Esimesel juhul tekib raiuv lõikamine, kus noa tera tungib materjalisse kiiluna, teisel juhul tekib libisev lõikamine.

Libisevat lõikamist kasutatakse igapäevases elus näiteks leiva lõikamisel, aga samuti ka paljude põllumajandusmasinate töös.

Eksperimentaalsed uurimused ja teoreetilised järeldused näitavad, et libisemine tunduvalt kergendab lõikamist.



Joon. 109. Noa liikumise skeem:
a — lõikamine otseliikumisel (raiumine); *b* — lõikamine libiseval liikumisel



Joon. 110. Põhu-silolõikaja РСБ-3,5 nugadega trummel:
1 — nuga; *2* — trumli võll; *3* — kettad; *4* — muhv; *5* — reguleerimispolt

Akad. V. P. Gorjatškini andmete järgi noa raiuval lõikamisel ühe õlekõrre läbilõikamiseks vajalik jõud on 600 g, libiseval lõikamisel võib aga lõikejõud väheneda kuni 100 g-ni.

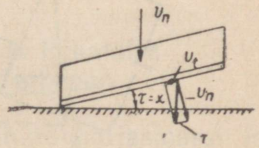
V. P. Gorjatškini arvamuste järgi antud juhul läbilõigatav materjal saetakse katki lõiketera hammastega, milliseid võib mikroskoobi all näha isegi habemenoal.

Et töödeldavat produkti läbi lõigata libiseva liikumisega, asetatakse noad trummel-silolõikajates kruvijooneliselt (joon. 110). Niisugune nugade paigutus soodustab peale lõikamise tingimuste paranemise veel jõu ühtlasemat jaotamist.

Trumli pöörlemisel iga noa tera ükskõik millise punkti kiiruse v võib lahutada normaalkiiruseks v_n ja tangensiaalkiiruseks v_t (joon. 111).

Normaalkiirus mõjub raiuvalt, tangensiaalkiirus aga libisevalt.

Tangensiaalkiiruse v_t ja normaal-



Joon. 111. Trummeltüüpi põhu-silolõikaja noa töötamise skeem

kiiruse v_n suhet nimetatakse libisemisteguriks. Libisemisteguri suurus määratakse võrdusest:

$$\frac{v_t}{v_n} = \frac{r\,\omega \sin \tau}{r\,\omega \cos \tau} = tg\,\tau,$$

kus $tg\,\tau$ — libisemistegur;
τ — libisemisnurk.

Vaadeldud juhul libisemisnurk τ on võrdne produkti pigistusnurgaga χ noa ja toiteava põhja vahel.

Rahuldava lõikamise saamiseks ei tohi pigistusnurk ületada varte hõõrdenurkade summat vastu tera ja toiteava põhja, s. t.

$$\chi \leqslant \varphi_1 + \varphi_2, \qquad (48)$$

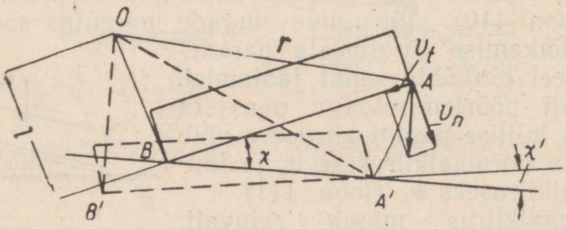
kus φ_1 — varte hõõrdenurk vastu tera;
φ_2 — varte hõõrdenurk vastu toiteava põhja.

Kui pigistusnurk muutub hõõrdenurkade summast suuremaks, siis kalduvad lõigatavad varred kõrvale. Nurk χ ei või olla üle 50°.

Et trummel-põhusilolõikajate tööprotsessist võtaks osa alati kindlaksmääratud terade pikkus, on vajalik kinni pidada järgmisest suhtest:

$$tg\chi\, b = \frac{\pi D}{z},$$

kus b — toiteava laius;
D — trumli läbimõõt;
z — nugade arv.



Joon. 112. Ketastüüpi põhu-silolõikaja noa liikumise skeem

Ketas-põhusilolõikajates libiseva lõikamise tagamiseks nihutatakse noad pöörlemistsentri suhtes veidi kõrvale (joon. 112). Sel juhul libisemisnurk τ ja pigistusnurk χ ei jää muutumatuks, vaid vähenevad vastavalt lõikepunkti eemaldumisele ketta pöörlemisteljest. Soodsamate lõiketingimuste loomiseks valmistatakse põhu-silolõikajate noad enamasti arhimedese spiraalile vastavate kõverjooneliste teradega, mille pigistusnurk on konstantne.

Põhu-silolõikajate teoreetiline tootlikkus sõltumata nende tööorganite tüübist määratakse valemiga:

$$Q = 60\ knb\ \frac{a_{max} + a_{min}}{2}\ l\gamma_0\ \text{kg/h}, \qquad (49)$$

kus k — nugade arv;
n — ketta või trumli pöörete arv minutis;
b — toiteava laius m;
a_{max} ja a_{min} — maksimaalne ja minimaalne toitevaltside vaheline kaugus m;
l — lõikude pikkus m;
γ_0 — valtsidega kokkupressitud põhu või haljasmassi mahukaal kg/m³, võetakse põhkude jaoks 120—160 kg/m³, haljasmassi jaoks 350—500 kg/m³.

Produkti ebaühtlase etteandmise tõttu on masina tegelik tootlikkus teoreetilisest alati väiksem.

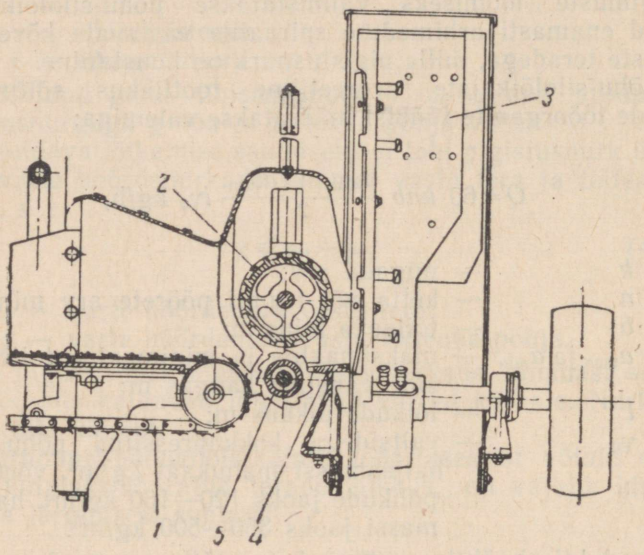
Põhu-silolõikajate töötamisel vajalik võimsus sõltub tunduval määral lõikude pikkusest ja masina tootlikkusest.

Pneumaatilise transportööriga (lõigatud materjali ärajuhtimiseks) silolõikajate võimsuse erikulu on 0,8—1,6 hj/t. Seejuures kulutatakse ventilaatori tööle umbes $^2/_3$ antud võimsusest.

§ 60. Haljasmassi ja koresööda lõikamise masinate ehitus ja ekspluatatsioon

Põhu-silolõikaja PCC-6 on ette nähtud haljasmassi ja põhu lõikamiseks. Ta koosneb toite- ja ülekandemehhanismist, lõikeaparaadist, transpordiseadmest ja ratastega raamist.

Toitemehhanism (joon. 113) koosneb puitrenni põhjale monteeritud kett-liisttransportöörist ning ülemisest ja alumisest toitevaltsist. Ülemine toitevalts võib liikuda vertikaalselt külgsuunajates. Vajalik surve tekitatakse

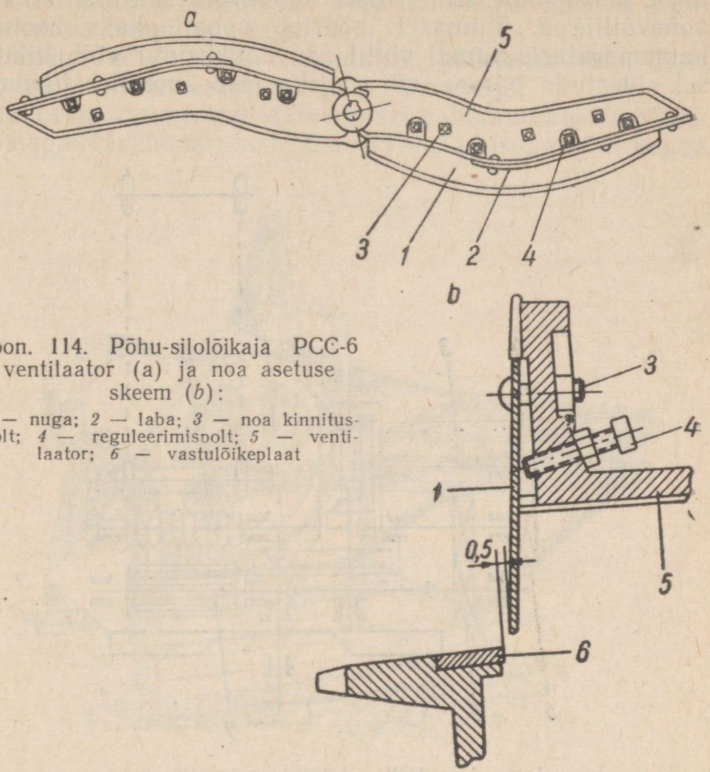


Joon. 113. Põhu-silolõikaja PCC-6 toitemehhanism:
1 — transportöör; *2* — ülemine valts; *3* — laba; *4* — suudme põhi; *5* — alumine valts

etteantavale massile vedru abil. Alumine valts on kinnitatud võllile, mis pöörleb mitteliikuvatel laagritel. Alumise valtsi pind on rihveldatud.

Lõikeaparaadi (joon. 114) koosseisu kuulub ventilaator koos kahe noaga ja vastulõikeplaat. Tera kumerus on valitud sellise arvestusega, et lõigatavate taimede pigistusnurk libiseval lõikamisel oleks kogu tera pikkusel ühesugune.

Noa tera ja vastulõikeplaadi vaheline pilu on lubatud põhu ja peenevarreliste taimede lõikamisel kuni 0,5 mm, maisi ja teiste jämedavarreliste taimede lõikamisel 0,5—1,0 mm.



Joon. 114. Põhu-silolõikaja PCC-6 ventilaator (a) ja noa asetuse skeem (*b*):

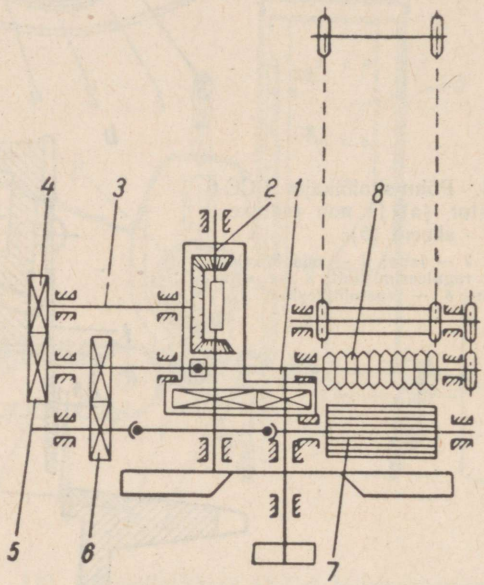
1 — nuga; *2* — laba; *3* — noa kinnituspolt; *4* — reguleerimispolt; *5* — ventilaator; *6* — vastulõikeplaat

Noa teritusnurk on 12°, vastulõikeplaadil 87°. Valtsidega etteantava materjali ja noa külgpinna vahelise hõõrdumise vältimiseks on noa kaldenurk pöörlemistasapinna suhtes 3—4° piirides.

Põhu-silolõikaja transpordiseade (puhur) koosneb teokujulisest kestast, labadega ventilaatorist ja suunajaga torust, mille kaudu silomass transporditakse silohoidlasse. Ventilaatori pöörlemisel paiskavad labad peenestatud massi torusse, kus see tekkinud õhuvoolu toimel edasi liigub.

Masina ülekandemehhanism (joon. 115) annab liikumise peavõllilt edasi toitemehhanismile. Peavõllilt *1* an-

takse pöörlemine silindriliste hammasrataste paari kaudu vahevõllile *2*. Viimasel pöörleb vabalt kaks koonilist hammasratast. Samal võllil asuv nukksidur võib liikumisel sidestuda parem- või vasakpoolse koonilise hammas-



Joon. 115. Põhu-silolõikaja PCC-6 kinemaatiline skeem:

1 — peavõll; *2* — vahevõll; *3* — võll suure koonushammasrattaga; *4* ja *5* — vahetatavad hammasrattad; *6* — silinderhammasrattad; *7* — ülemine toitevalts; *8* — alumine toitevalts

rattaga. Vastavalt sellele muutub suure koonilise hammasratta pöörlemissuund.

Suure koonilise hammasratta pöörlemissuunast sõltub transportööri ja toitevaltside liikumise suund.

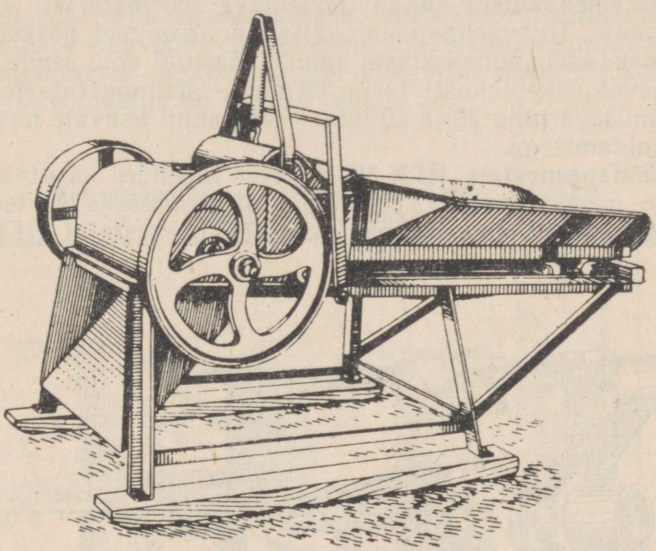
Tagurpidikäik antakse toitevaltside ummistumisel ja alati enne käivitamist, et vältida juhuslikult transportöörile jäetud esemete sattumist masinasse.

Suur kooniline hammasratas paneb pöörlema võlli, mille otsa on kinnitatud vahetatav hammasratas *4*, mis on ham-

bumises alumise toitevaltsi võlli pöörlema paneva teise vahetatava hammasrattaga *5*.

Ülemine toitevalts *7* pannakse pöörlema vahevõllilt silindriliste hammasrataste paari *6* kaudu.

Masin on varustatud kolme paari vahetatavate hammasratastega. Hammasrataste ümbervahetamisega võib saada



Joon. 116. Põhu-silolõikaja РСБ-3,5

kuus erinevat toitevaltside pöörlemise kiirust ja järelikult erinevaid lõigete pikkusi 6—104 mm.

Paljudes majandites kasutatakse kõrvuti põhu-silolõikajatega PCC-6 ketassilolõikajaid PKC-12. Nende silolõikajate lõikeaparaatidel on kolm sirgjoonelise teraga nuga ja kuus laba õhuvoolu tekitamiseks. Toitemehhanismi juurde kuulub peale transportööri ja toitevaltside veel survetrummel. Oma ehituse ja töötamispõhimõtte poolest on PKC-12 võrdlemisi sarnane põhu-silolõikajaga PCC-6.

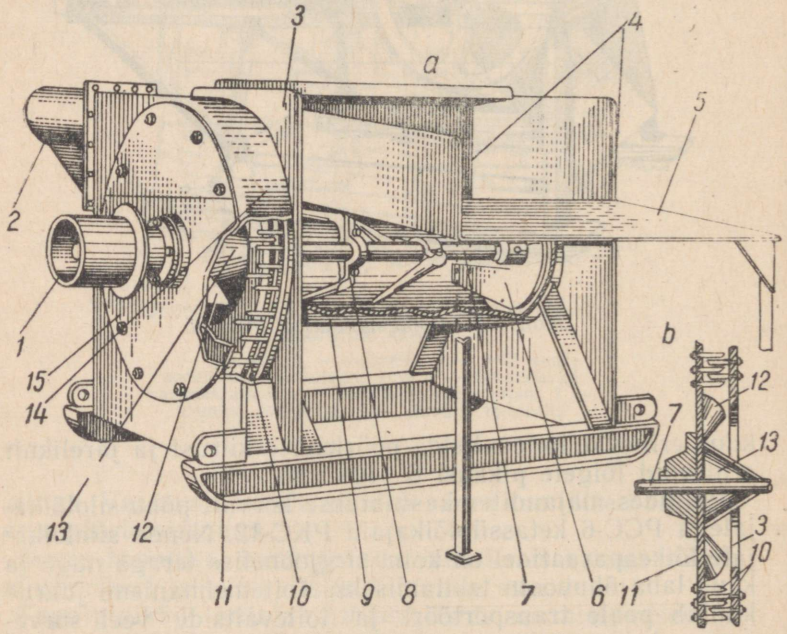
Põhu-silolõikaja РСБ-3,5 (joon. 116) kuulub aktiivse toiteaparaadiga statsionaarsete masinate liiki. Ta koosneb

lõikeaparaadist, toitemehhanismist ja transportöörist, mis koos ajammehhanismiga on monteeritud ühisele raamile.

Lõikeaparaat koosneb nugadega trumlist ja vastulõikeplaadist. Trumli nugade ja vastulõikeplaadi serva vahelise pilu reguleerimiseks on viimane masina raamil nihutatav. Normaalne pilu suurus on 0,5—1 mm, mille juures taimede lõikamise tingimused on kõige soodsamad.

Toitemehhanism annab töödeldava toormaterjali lõikeaparaati. Toitemehhanismi käitab noatrummel põrksiduri ja ülekandehammasrataste kaudu. Masinal võib seada neli erinevat lõikepikkust: 14 ja 20 mm — hammasrataste vahetamisega ning 28 ja 40 mm — vastakuti asuvate nugade eemaldamisega.

Söödapeenestaja ИГК-30. Suurtes farmides kasutatakse põhu peenestamiseks, pikikiudu purustamiseks ja teatud kaugusele transportimiseks koresöödapeenestajat ИГК-30



Joon. 117. Koresöödapeenestaja ИГК-30:

1 — rihmaratas; *2* — toru; *3* — liikumatu sein; *4* — kaitsepiirded; *5* — etteandelaud; *6* — kaldlaba; *7* — võll; *8* — sõrmed; *9* — renn; *10* — hambad; *11* — peenestusaparaadi pöörlev ketas; *12* — ketta laba; *13* — suunav koonus; *14* — peenestusaparaadi kest; *15* — kate

(joon. 117). Viimase põhisõlmedeks ja tööorganiteks on raam, toite- ja peenestusaparaat, etteandelaud ja toru. Masin paigaldatakse statsionaarselt.

Masina lauale etteantud põhu haaravad vastuvõturennis *9* pöörlevad sõrmed ja kannavad selle edasi peenestusaparaati. Tsentrifugaaljõu ja õhusurve mõjul läheb põhk peenestusaparaadis pöörlevate ja paigalseisvate tihvtide vahelt läbi ning peenestatakse. Peenestatud põhk transporditakse õhuvoolu toimel toru kaudu ettenähtud kohta.

Haljasmassi ja koresöötade lõikamise masinate tehniline iseloomustus on toodud tabelis 23.

Tabel 23

Haljasmassi ja koresöötade peenestamise masinate tehniline iseloomustus

Masina nimetus ja mark	Nugade arv	Tootlikkus haljasmassi peenestamisel t/h	Tootlikkus põhu peenestamisel t/h	Lõikude pikkus mm	Peenestatud massi tõstekõrgus m	Vajalik võimsus hj	Masina kaal kg
Põhu-silolõikaja РСС-6	2	6	1,5	6; 15; 25; 27; 40	8—10	6—8	750
Silolõikaja РКС-12	3	10 — 12	—	12; 20	10	12—25	950
Põhu-silolõikaja РСБ-3,5	4	3,5	1,5	12; 20; 28; 40	—	4	245
Söödapeenestaja ИГК-30		—	3		7	15—25	1040

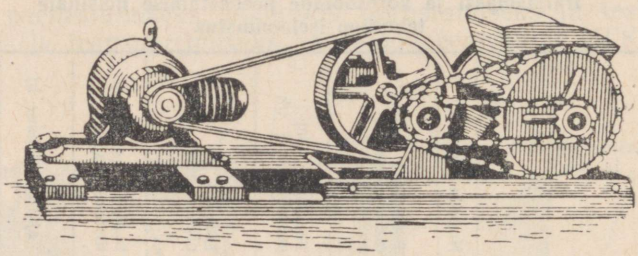
Pastavalmistaja ПЗГ-2. Paljudes kolhoosides ja sovhoosides kasutatakse sigade söödaratsioonis mitmesuguseid mahlakaid ja haljassöötasid: maisisilo, juur- ja mugulvilju, kaunvilju ja teisi kultuure. Häid tulemusi annab loomade söötmine segasiloga.

Praktika on näidanud, et majanduslikult kõige sobivam on silo söötmine pastana. Pasta seedub paremini ja on seetõttu täisväärtuslikum sööt kui harilik silo.

Novotšerkasski tehas «Gormaš» on hakanud tootma pastavalmistajaid ПЗГ-2 (joon. 118), mis on ette nähtud maisisilo ja teiste mahlakate söötade peenestamiseks, katkihõõrumiseks ning pastataolise massi valmistamiseks. Masin kujutab endast suurte mõõtmetega hakkmasina tüüpi tigupeenestajat, mille noal on eraldi ajam.

Raamile on kinnitatud elektrimootor, vaheajam ja silindriline korpus toitepunkri, teo ning lõikeaparaadiga.

Korpus kujutab endast metalltoru, mille siseläbimõõt on 260 mm ja pikkus 600 mm. Silindri ülemisse ossa lõigatud avale on keevitatud punker. Korpuse sisse on paigutatud tigu. Sööda paremaks peenestamiseks on korpuse sisekül-



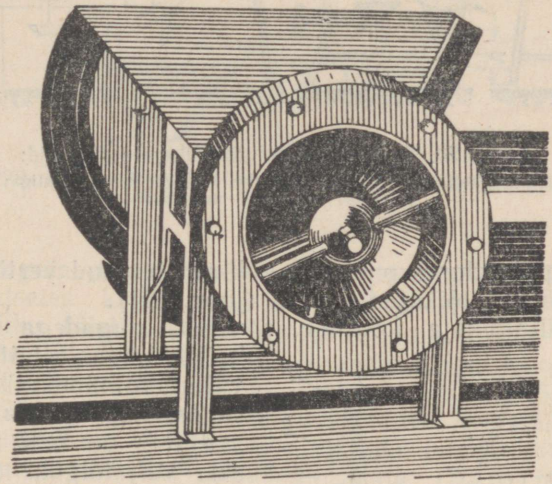
Joon. 118. Pastavalmistaja ПЗГ-2 (vaade ajami poolt)

jel kuus pikiribi. Korpuse tagumine külg on suletav kaanega, milles asub rull-laager, eesmise külje moodustab malmist rest.

Teovõll kujutab endast toru, mille külge on keevitatud teokeermed. Toru läbib kolmele ühterealisele radiaalkuullaagrile paigutatud nugade võll. Võlli neljakandilisele osale on kinnitatud nugadega rumm. Rummus on kaks diametraalset soont, millesse terasest nugade otsad (joon. 119) kinnitatakse nelja kruviga ja kaetakse restiga.

Pastavalmistaja töötab järgmiselt. Pärast elektrimootori käivitamist antakse silomass, mahlakad haljassöödad või niisutatud hein punkri kolusse kas transportööriga või käsitsi harkidega. Tigu haarab silo, suunab selle nugadele, mis peenestavad ja suruvad massi läbi resti transportöörile või taarasse. Juur- ja mugulvili suunatakse punkrisse pesemismasinast.

Sööt tuleb anda toitepunkrisse ühtlaselt ühesuguste 2—3 kg suuruste annustena. Pärast peenestamise lõpetamist tuleb masinat lasta töötada lühikest aega tühikäigul, et peenestatud mass korpusest täielikult väljuks.



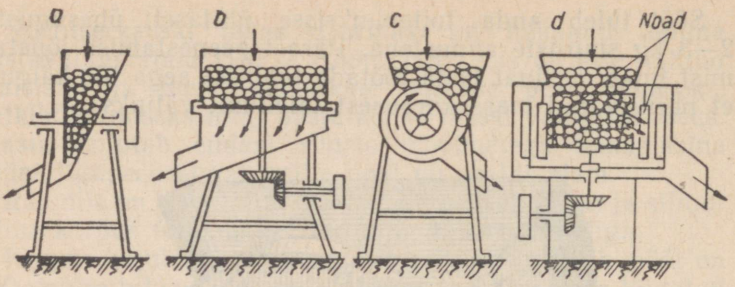
Joon. 119. Pastavalmistaja ПЗГ-2 lõikeseade

Masina tootlikkus maisisilo ja haljasmassi peenestamisel on kuni 1500 kg/h, peetide peenestamisel 5000 kg/h. Pastavalmistajat teenindab üks inimene.

§ 61. Juur- ja mugulvilja lõikamise masinad

Juur- ja mugulvilja lõikamise masinad, mida tavaliselt nimetatakse juurviljalõikajateks, klassifitseeritakse: *tööpõhimõtte järgi* — pöörlevate nugadega ja liikumatult kinnitatud nugadega lõikajateks; *lõikeaparaadi tööorganite kuju järgi* — ketas- ja trummellõikajateks; *tööorganite asetuse järgi* — vertikaalseteks ja horisontaalseteks ning *ajami tüübi järgi* — käsi- ja mehaanilise ajamiga masinateks.

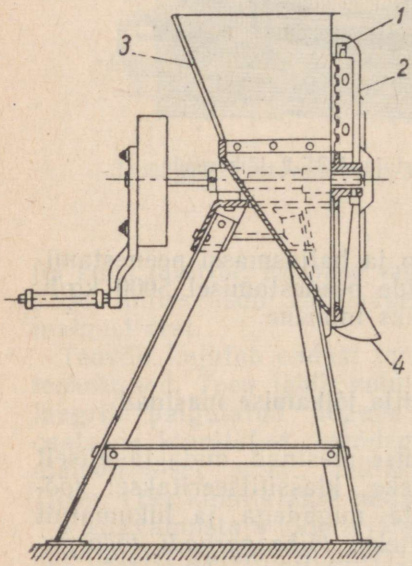
Juurviljalõikajate tüüpskeemid on toodud joonisel 120.



Joon. 120. Juur- ja mugulviljalõikajate skeemid:
a — vertikaalse kettaga; *b* — horisontaalse kettaga; *c* — trumliga; *d* — liikumatult kinnitatud nugadega

Põllumajanduses on kõige rohkem levinud vertikaalsed ketas-juurviljalõikajad PKP-2 (joon. 121).

Juurviljalõikaja koosneb raamist, nugadega kettast, kaitsekestast, toitekolust, väljalaadimisrennist ja võllist koos rihmarattaga.

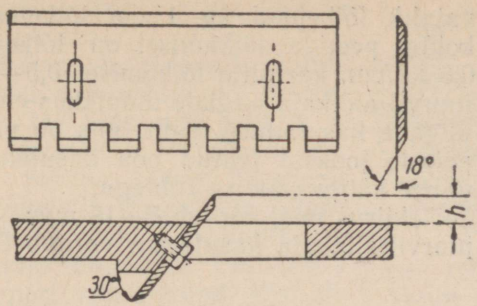


Joon. 121. Ketas-juurviljalõikaja PKP-2:
1 — ketas; *2* — nuga; *3* — toitekolu; *4* — väljalaadimisrenn

Kettas on neli radiaalset väljalõiget, millesse noad on kinnitatud poltidega, kusjuures noaterad ulatuvad toitekolu sisse. Juurviljalõikaja töötamisel surutakse toitekolusse antud juur- ja mugulvili omakaalu toimel vastu ketta sisepinda ja viilustatakse nugadega.

Nugadel (joon. 122) on üks serv sirge teraga, teine aga kammikujuline, mis võimaldab juurvilja lõigata viiludeks või ribadeks.

Viilude paksust reguleeritakse noaterade kaugusega ketta pinnast. Nugades olevad ovaalsed kinnitusavad võimal-



Joon. 122. Kahepoolne lapiknuga ja selle kinnitamine kettale

davad reguleerida lõikude paksust 5—10 mm piirides. Vertikaalsetes ketas-juurviljalõikajates ei kasutata nugade käiku täielikult. Lõikamine toimub ainult nugade ülalt alla liikumise tsoonis. Nugade käigu kasutamise tegur ei ületa 0,30—0,40. Trummel-juurviljalõikajatel (joon. 120, *c*) on samad puudused mis ketaslõikajatel. Täiuslikumad on horisontaalse kettaga (joon. 120, *b*) ja liikumatult kinnitatud nugadega (joon. 120, *d*) lõikajad. Nendes juurviljalõikajates surutakse lõigatav produkt vastu nuga ja noad töötavad katkestamatult. Nugade kasutamise tegur on 0,8—0,9.

Iga tüüpi juurviljalõikajate tootlikkus arvutatakse valemiga:

$$Q = Vn\gamma 60 \text{ kg/h}, \tag{50}$$

kus V — produkti maht, mis lõigatakse nugade poolt ühe täispöörde jooksul m³;

n — ketta või trumli pöörete arv minutis;

γ — 1 m³ lõigete kaal kg.

Juurviljalõikajate käitamiseks vajalik võimsus kulutatakse lõikamiseks, samuti laagrites ning juur- ja mugulviljade ning masina liikuvate osade vahel esinevate hõõrdetakistuste ületamiseks.

Raiuval lõikamisel vajalik võimsus määratakse valemiga:

$$N = \frac{PLK_0 v\chi}{75\,\eta_{lk}}, \tag{51}$$

kus P — vajalik lõikejõud kg 1 cm lõiketera pikkuse kohta; peetide lõikamisel on lõikejõud 0,7—0,8 kg/cm, kartulite lõikamisel 0,5—0,6 kg/cm;
L — juurviljalõikaja nugade üldpikkus cm;
K_0 — nugade kasutamise tegur, mis on võrdne täispöörde jooksul tehtud noa kasuliku käigu ja üldise käigu pikkuse suhtega;
v — lõikekiirus m/s, võrdub 8—15 m/s;
η_k — juurviljalõikaja kasutegur, võrdub 0,6—0,7;

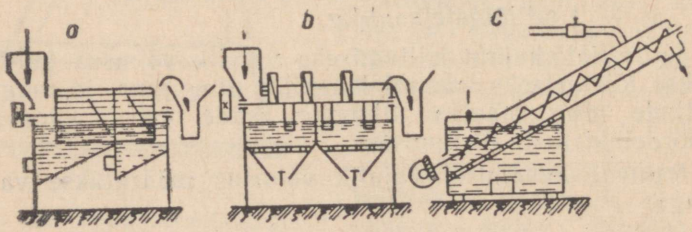
$$\chi = \frac{\gamma_0}{\gamma};$$

γ_0 — töödeldava produkti mahukaal (puistekaal);
γ — töödeldava produkti erikaal (tiheda massi kaal).

§ 62. Juur- ja mugulvilja pesemise masinad

Juur- ja mugulvilja pesemise masinad klassifitseeritakse: *tööorganite konstruktsiooni järgi* — trummel-, kurik- ja tigupesijateks (joon. 123), *künade tüübi järgi* — ühekambrilisteks, kahekambrilisteks ja paljukambrilisteks ning *tööprotsessi järgi* — pideva ja perioodilise toimega pesijateks.

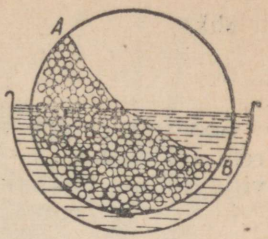
Põllumajanduses kasutatakse laialdaselt trummeltüüpi pideva toimega juurviljapesijaid (joon. 123, *a*). Liisttrumlisse, mis aeglaselt pöörleb veega täidetud künas, juhitakse toiterenni kaudu pestav produkt, mis hõõrdumisel



Joon 123. Juur- ja mugulviljapesijate skeemid:
a — trummeltüüpi kahekambriline pideva toimega; *b* — kurikatega kahekambriline pideva toimega; *c* — teoga

vastu liistudest trumli seina hakkab pöörlevalt liikuma.

Trummel kannab pidevalt alumises kihis asuva juurvilja või mugulad (joon. 124) üles, mis punktis *A* eralduvad trumlist ja veerevad alla punkti *B*. Selline pidev liikumine põhjustab juur- ja mugulvilja intensiivse ükstеise vastu hõõrdumise ja veega puhtaks uhtumise. Eraldunud mustus ja pori vajub trumli liistude vahelt läbi küna põhja, kust ta perioodiliselt läbi luukide välja lastakse. Produkt liigub pidevalt piki trumlit edasi labade toimel, mis tõstavad esimeses trumlis pestud juur- ja mugulvilja üle põikvaheseina teise trumlisse ning lõpuks teisest trumlist väljumisrenni.



Joon. 124. Produkti liikumise skeem pesija trumlis

Trumlite pöörete arv valitakse selline, et pestavale produktile mõjuv tsentrifugaaljõud oleks raskusjõust väiksem. Sel juhul liiguvad produkti osakesed pidevalt pöörleva trumli ülemisest poolest alumisse. Kriitiline pöörete arv, mille juures produkti osakesed ei veere trumli suhtes, määratakse võrdusest:

$$am = gm,$$

kus a — tsentrifugaalkiirendus;
g — raskuskiirendus;
m — produkti mass.

Lihtsustades saame:

$$a = g.$$

Mehaanikast on teada, et

$$a = \omega^2 r = \frac{\pi^2 n^2}{30^2} r,$$

kus ω — nurkkiirus;
r — raadius m;
n — trumli pöörete arv minutis.

Asendamisel saame:

$$\frac{\pi^2 n^2}{30^2} r = g,$$

ehk

$$n \approx \frac{30}{\sqrt{r}}. \qquad (52)$$

Soodsate pesemistingimuste loomiseks peab trumli pöörete arv olema 0,4—0,5 n. Pideva toimega juur- ja mugulviljapesijate tootlikkust võib määrata valemiga:

$$Q = 60\, ng \text{ kg/h}, \qquad (53)$$

kus n — trumli pöörete arv minutis;
g — produkti kaal kg, mille labad viskavad välja trumli ühe pöörde jooksul.

Vajalik trumli maht antud tootlikkuse juures määratakse valemiga:

$$V = \frac{Q_1 t}{\gamma_1 \beta} \text{ m}^3, \qquad (54)$$

kus Q_1 — juur- ja mugulviljapesija tootlikkus kg/min;
t — produkti vees oleku aeg; võetakse 4—5 minutit;
β — trumli mahu kasutamise tegur; võrdub 0,25—0,35;
γ_1 — vees asuva produkti mahukaal; peetidel 390—420 kg/m³, kartulitel 420—450 kg/m³.

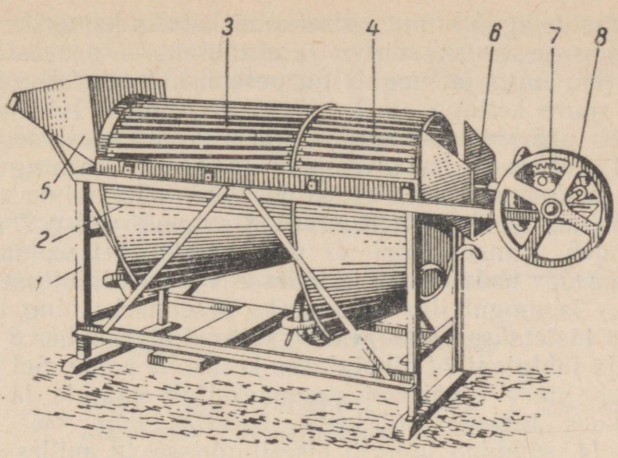
Paljudes majandites kasutatakse pideva toimega trummeltüüpi juur- ja mugulviljapesijat МП-2,5.

Juur- ja mugulviljapesija МП-2,5 (joon. 125) tootlikkus on 2,5 t/h. Pesija on trummeltüüpi, kahekambriline, pideva toimega. Käitatakse käsitsi või elektrimootoriga, mille võimsus on 0,5—0,8 kW. Masina raamile on monteeritud toite- ja libasrenn, kaks küna, kaks trumlit ja ajammehhanism.

Juur- ja mugulviljapesija paigaldatakse kergele tellisvundamendile või 100×120 mm prussidest valmistatud puitraamile. Raam kinnitatakse maasse löödud vaiadele. Masina paigaldamiskohale ehitatakse kanalisatsioon musta vee kogumiseks ja ärajuhtimiseks.

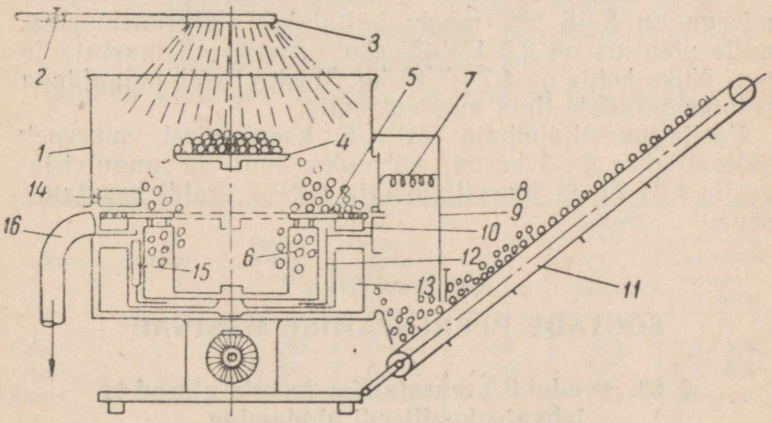
Pesija-juurviljalõikaja МРК-5. Suurtes loomakasvatusfarmides kasutatakse tsentrifugaalpesijaid-juurviljalõikajaid МРК-5 (joon. 126). Masin peseb juur- ja mugulvilja, peenestab need ja annab töödeldud produkti transpordivahendisse või aurutajatesse.

Pesijal on silinder *1*, mille sees pöörleb vertikaalvõll kahe kolmelabalise tiiviku ja pesemisketastega. Väike pese-



Joon. 125. Juur- ja **mugulviljapesija МП-2,5:**

1 — raam; *2* — kahekambriline küna; *3* ja *4* — esimene ja teine pesemistrummel; *5* — toiterenn; *6* — libasrenn; *7* — ajammehhanism; *8* — rihmaratas



Joon. 126. Pesija-juurviljalõikaja MPK-5 tehnoloogiline skeem:

1 — välissilinder; *2* — veekraan; *3* — niisutustoru; *4* — väike pesemisketas; *5* — suur pesemisketas; *6* — kolmelabaline tiivik; *7* — siibri vedru; *8* — siiber; *9* — külgkest; *10* — mustuse ja pori väljajuhtimise laba; *11* — transportöör; *12* — sisesilinder; *13* — teine kolmelabaline tiivik; *14* — juhtplaat; *15* — nuga; *16* — mustaveetoru

misketas *4* jagab silindri siseruumi kaheks kambriks: ülemiseks — pesemiskambriks ja alumiseks — peenestamiskambriks. Juur- ja mugulvilja pesemisel asetatakse väike ketas suure kettaga ühele kõrgusele, mille tulemusena kujuneb pöörleva põhjaga silinder. Pöörlemisel segavad kettad pealt veega pestavat juur- ja mugulvilja ning paiskavad selle vastu silindri seina. Tsentrifugaaljõu mõjul ületab juur- ja mugulvili siibrit *8* sulgeva vedru *7* surve ja langeb transportööri *11* vastuvõtukambrisse, millest transportöör tõstab selle kärudesse või aurutajatesse.

Juur- ja mugulvilja üheaegseks pesemiseks ning lõikamiseks tõstetakse väike pesemisketas *4* üles, siiber *8* suletakse ja juhtplaat *14* nihutatakse keskkoha poole. Sel juhul paiskub juurvili väikselt pesemiskettalt suurele ja hakkab koos kettaga pöörlema. Kohates oma teel juhtplaati *14*, suundub juurvili sisesilindrisse *12*, milles pöörleb kolmelabaline tiivik *6*. Tiivik paneb juurvilja pöörlevalt liikuma ja viimane surutakse tsentrifugaaljõu toimel vastu sisesilindri seina. Silindri väljalõigetesse asetatud nugadega peenestatud juur- ja mugulvili paisatakse teise tiiviku *13* labadega välissilindris oleva ava kaudu transportöörile.

Masina tootlikkus pesemisel koos samaaegse peenestamisega on 5—6 t/h; masin käitatakse elektrimootoriga, mille võimsus on 2,8 kW. Veekulu ärapestud mustuse ja pori ühiku kohta on 4.7—7,4 l/kg. Masinat võib paigaldada betoonpõrandale ilma vundamendita.

Pesija-juurviljalõikaja MPK-5 kasutamisel suureneb töötootlikkus 2—3 korda, võrreldes juur- ja mugulviljapesija МП-2,5 ja juurviljalõikaja PKP-2 eraldi kasutamisega.

XIII PEATÜKK

SÖÖTADE PEENESTAMISE MASINAD

§ 63. Produkti peenestamise teooria alused ja jahvatuskvaliteedi hindamine

Peenestamisel purustatakse produkt üheaegselt mitmes tasapinnas ja mitmesuguse kujuga osakesteks, lõikamisel aga tükeldatakse produkt ainult tööorganite liikumistasapinnas.

Peenestamisprotsess on küllaltki keeruline ja sõltub peenestatava produkti füüsikalis-mehaanilistest omadustest, masina tööorganite töötamise põhimõttest ja paljudest muudest asjaoludest.

Teoreetiliselt kulutatakse peenestamisel energia peenestatava produkti deformeerimiseks ja purustamiseks, s. o. osakeste vaheliste sidemete lõhkumiseks, samuti ka osakeste ning masina peenestusorganite liikumisel tekkiva hõõrdumise ületamiseks.

Peenestamiseks vajalik tööhulk määratakse valemiga:

$$A = C_{np}[C_v \lg \lambda^3 + C_s(\lambda - 1)]\ \text{kgm/kg}, \qquad (55)$$

kus C_v — tegur, mis väljendab teravilja kaaluühiku elastseks deformatsiooniks kuluvat tööd kgm/kg;

C_s — tegur, mis iseloomustab uue pinnaühiku moodustumisele kuluvat tööd 1 kg teravilja peenestamisel kgm/kg;

C_{np} — tegur, mis arvestab teravilja füüsikalisi ja mehaanilisi omadusi ning tööorganite mehaanilist mõju produktile;

λ — peenestusaste, mis kujutab endast keskmise kaaluga tera läbimõõdu ja peenestatud osakese keskmise läbimõõdu suhet.

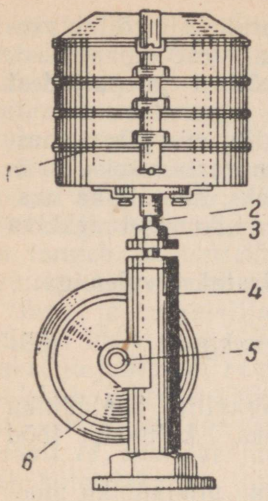
Tegurite arvulised suurused on esitatud tabelis 24.

Tabel 24

Kultuuri nimetus	Terade erikaal g/cm³	Keskmine terade suurus cm	Tegurid		
			C_v kgm/kg	C_s kgm/kg	C_{np} vasarpurustajate jaoks
Oder	1,298	0,420	863	763	0,9—1,5
Kaer	1,355	0,370	239	200	3,5—6,5
Rukis	1,281	0,329	857	655	1,1—1,8

Valemist on näha, et tööhulk kasvab järsult peenestusastme suurenemisega.

Olenevalt peenestatud produkti osakeste suurusest nimetatakse jahvatust jämedaks, kui osakeste suurus on



Joon. 127. Seade sõõtade jahvatusastme määramiseks:

1 — lahtivõetav karp sõeltega; *2* — rapputusmehhanismi võll; *3* — mutter kummiseibiga; *4* — korpus; *5* — nukiga ajamivõll; *6* — rihmaratas

1,8—2,6 mm, keskmiseks — osakeste suurusega 1,0—1,8 mm ja peeneks — osakeste suurusega 0,2—1,0 mm.

Jahvatusaste määratakse kindlaks näitarvuga *M*, mis iseloomustab jahvatatud sõõda osakeste keskmist aritmeetilist läbimõõtu. Suurus *M* määratakse 100 g jahvatatud produkti läbisõelumisega ins. J. V. Makarovi poolt väljatöötatud spetsiaalses seadmes (joon. 127).

Seade koosneb sõelakastist koos stantsitud sõelte komplektiga, mille aukude läbimõõdud jämeda ja keskmise jahvatuse puhul on 5, 3, 2 ja 1 mm, peene jahvatuse puhul 0.2 mm.

Sõelad aukude läbimõõduga 5 ja 4 mm on mõlemal juhul kontrolliseks, kusjuures nendele sõeltele jääv jääk liidetakse 3 mm aukudega sõelale jääva jäägiga.

Läbisõelumiseks pannakse sõelakast viieks minutiks rappuvalt liikuma. Peale sõelumise lõpetamist kogutakse iga fraktsioon eraldi ja kaalutakse tehnilistel kaaludel täpsusega kuni 0,1 g.

Jahvatusaste või osakeste keskmine läbimõõt jämedal ja keskmisel jahvatusel määratakse valemiga:

$$M = \frac{0{,}5P_0 + 1{,}5P_1 + 2{,}5P_2 + 3{,}5P_3}{100} \text{ mm}, \qquad (56)$$

peenel jahvatusel:

$$M = \frac{0{,}1P_0 + 0{,}6P_{0{,}2} + 1{,}5P_1 + 2{,}5P_2 + 3{,}5P_3}{100}, \qquad (57)$$

kus P_0 — jäägi kaal sõelakasti põhjal, g;

$P_{0,2}$ — jäägi kaal sõelal, mille aukude läbimõõt on 0,2 mm, g;

P_1, P_2, P_3 — jääkide kaalud sõeltel, mille aukude läbimõõt on 1, 2 ja 3 mm, g.

§ 64. Söötade peenestamise masinate klassifikatsioon

Mehaaniliselt purustavad söötade peenestamise masinad klassifitseeritakse järgmiselt.

1. Vasarpurustajad, mis purustavad sööda vasarate löökidega juba lennult (joon. 128, *a*).

2. Teravilja- ja valtsveskid — peenestavad sööda purukshõõrumisega (joon. 128, *b*).

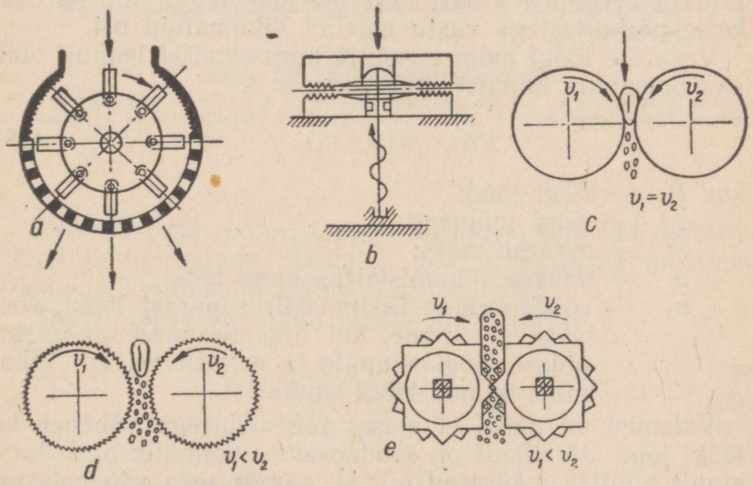
3. Valtspurustajad ja muljujad — sööt pigistatakse puruks kahe sileda pinna vahel (joon. 128, *c*).

4. Õlikoogi- ja teraviljapurustajad — purustatav sööt läheb kahe hambulise või rihveldatud pinna vahelt läbi (joon. 128, *d* ja *e*).

5. Universaalpurustajad, mis töötavad samaaegselt nii lõikamise, raiumise, löökide kui ka purukshõõrumise põhimõttel.

Sõltumata peenestusviisist tuleb taotleda alati võimalikult ühesuguse peenestusastmega koostise saamist.

Peenestatud teraviljas ei tohi olla suuremas koguses jahufraktsiooni ega ka peenestamata terasid.



Joon. 128. Teravilja- ja brikettsöötade purustamise printsiibid:

a — purukspeksmine vasarpurustajas; *b* — purukshõõrumine teraviljaveskis; *c* — purukslitsumine (helvestamine) teraviljavaltsis; *d* — purukslõikamine teravilja-purustajas; *e* — hakkiv purustamine hambuliste valtsidega õlikoogipurustajas

Jahutolm ei ole soovitav, sest tolmpeeneks jahvatamine on seotud alati suure energiakuluga ja lendumisest tingitud söödakaoga. Peale selle ei märgu tolmpeened jahuosakesed peaaegu üldse veega ega loomade süljega, mistõttu tekivad organismi poolt halvasti seeduvad tükikesed.

Suurt tähtsust omab teravilja peenestamise masinate peenestusastme õige reguleerimine, kuid samuti ka masina kulumisest tingitud metall-lisandite peenestatud söödasse sattumise vältimine.

§ 65. Vasarpurustajate tööprotsess

Vasarpurustaja (joon. 129) koosneb korpusest, mille siseruum on purustuskambriks, vasaratega rootorist ja korpuse alumisse ossa kinnitatud sõelast.

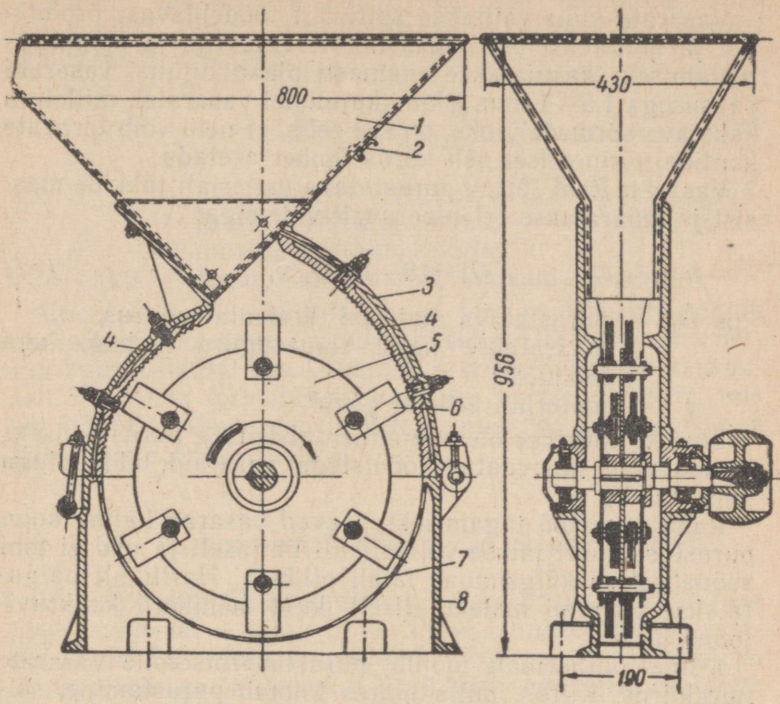
Masinasse antav söödt juhitakse pöörleva rootori vasarate löökide alla, purustatakse, paisatakse ringjoonelise liikumise suunas edasi, heidetakse vastu kambri seina rihveldatud plaate, kust nad põrkuvad tagasi ning satuvad uuesti vasarate mõjupiirkonda teistkordsete löökide alla. Nii kestab see kuni osakesed on muutunud nii väikesteks, et nad vabalt pääsevad läbi sõela avade. Teravili peenestatakse siin mitte ainult vasarate löökidega, vaid ka osakeste põrkumistega vastu masina liikumatuid osi.

Vasarate löögi mõju teravilja purustamisel lennult võib iseloomustada impulsi suurusega, s. t.

$$P\Delta t = m(v \pm v_1), \qquad (58)$$

kus P — löögi jõud;
Δt — löögi mõjuaeg;
m — osakese mass;
v — vasara liikumiskiirus enne lööki;
v_1 — söödaosakese liikumiskiirus pärast lööki, võetakse positiivne, kui liikumissuund on vastupidine löögi suunale ja negatiivne, kui liikumine toimub löögi suunas.

Valemist on näha, et massi vähenemisega väheneb ka löögi jõud. Järelikult on söödaosakesi võimalik purustada ainult kindlaksmääratud piirini, pärast seda väheneb purustaja töö efektiivsus tunduvalt. Vasarpurustajate rahuldava töö tagamiseks on olulise tähtsusega vasarate geomeetrilised mõõtmed ja nende paigutus rootoril.



Joon. 129. Vasarpurustaja skeem:
1 — toitekolu; *2* — siiber; *3* — korpuse ülemine pool; *4* — rihveldatud soomusplaadid; *5* — rootoriketas; *6* — vasar; *7* — sõel; *8* — korpuse alumine pool

Et vabastada rootori laagrid löökidest tingitud reaktiivjõust ja ühtlustada liikumist, peavad vasarate mõõtmed vastama kindlaksmääratud tingimustele.

Soovitatakse kasutada järgmisi mõõtmeid:

$$a = 0{,}23\ D, \tag{59}$$
$$b = 0{,}1\ D, \tag{60}$$
$$l = 0{,}154\ D, \tag{61}$$

kus a — vasara pikkus;
b — vasara laius;
l — vasara otsa ja sõrmtelje vaheline kaugus;
D — šarniirselt riputatud vasaratega trumli läbimõõt.

Vasarate kuju valitakse sõltuvalt töödeldavast produktist ja nõutavast purustusastmest. Teravilja ja heina purustamiseks kasutatakse enamasti plaadikujulisi vasaraid paksusega 1,5—4 mm. Plaadikujulistel vasaratel, millel on kaks ava sõrmede jaoks, on see eelis, et neid võib teravate kantide nürinemisel neli korda ümber asetada.

Vasarate kaal sõltub purustatava materjali tükkide massist ja määratakse orienteeruvalt valemiga:

$$G_v = (8—11) D_p^3 \gamma, \qquad (62)$$

kus D_p — purustatava materjali keskmine suurus, määratakse nagu samasuguse mahuga kera läbimõõt;
γ — materjali erikaal g/cm³.

Suurtes tükkides olevate mineraalsöötade purustamiseks kasutatakse tugevdatud tööotstega vasaraid, üldkaaluga kuni 1,5 kg.

Rahuldava töö tagamiseks peavad vasarad katma kogu purustuskambri laiuse võimalikult ühtlaselt ja nad ei tohi söödaosakesi külgsuunas laiali pilduda. Harilikult paigutatakse vasarad malekujuliselt, kuid mõnikord ka kruvijoone järgi.

Kõige olulisemalt mõjub purustusprotsessile vasarate nurkkiirus. Kiirus, mille juures toimub purustamine, sõltub materjali mehaanilistest omadustest ja määratakse akad. V. P. Gorjatškini valemiga:

$$v = \frac{\sigma}{E} \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}}, \qquad (63)$$

kus σ — purunemist esilekutsuv pinge kg/cm²;
E — materjali elastsusmoodul kg/cm²;
g — raskuskiirendus.

Kuna teravilja ja muude põllumajandussaaduste füüsikalis-mehaanilisi omadusi ei tunta veel küllaldaselt, valitakse vasarate töökiirus katseandmete järgi. Enamikul olemasolevatel purustajatel on vasarate välisotste nurkkiirus 40—60 m/s. On olemas ka purustajaid vasarate nurkkiirusega kuni 80—90 m/s.

Uurimused on näidanud, et vasarate kiiruse suurendamisel väheneb purustamiseks vajalik erivõimsus. Purustaja töötamiseks vajalik võimsus sõltub tema tootlikkusest.

produkti füüsikalis-mehaanilistest ja tehnoloogilistest omadustest ning peenestamisastmest. Vajalik võimsus määratakse valemiga:

$$N = (1{,}15—1{,}20)\,\frac{Aq}{101{,}97}\ \text{kW}, \qquad (64)$$

kus A — purustamiseks vajalik eritöö kgm/kg, määratakse valemiga 55;

q — masina tootlikkus kg/s;

1,15—1,20 — tegur, mis arvestab kadusid tühikäigul.

Energeetilistele näitajatele ja töö kvaliteedile mõjub oluliselt purustatava produkti niiskus. Üldine elektrienergia kulu produkti iga kaaluühiku kohta suureneb keskmiselt 6% võrra teravilja niiskuse iga protsendi kohta, mis on üle 14%. Peale selle väheneb niiskuse suurenemisega tunduvalt peenestusaste λ.

§ 66. Vasarpurustajate ehitus ja ekspluatatsioon

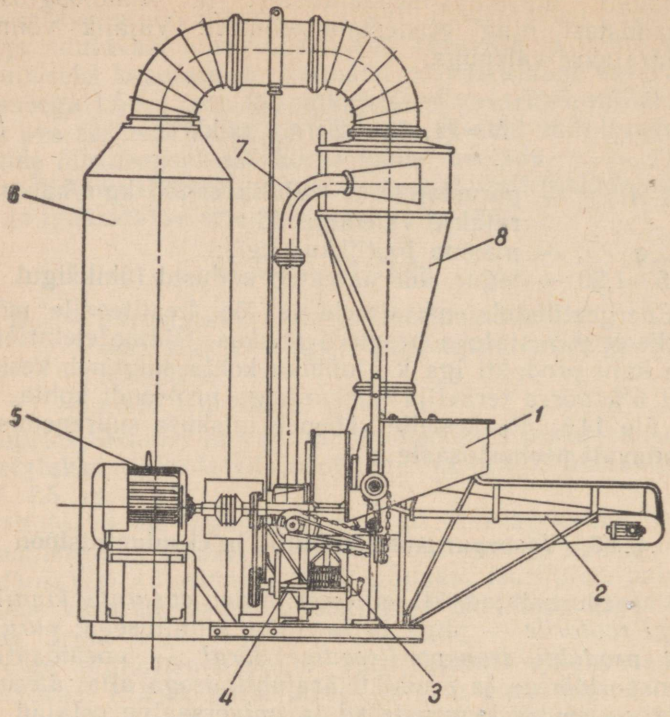
Vasarpurustajad klassifitseeritakse: *vasarate kinnituse järgi rootorile* — jäiga ja šarniirse kinnitusega; *purustatud produkti transpordiseadme järgi* — pneumaatilise transportööriga ja produkti ärajuhtimisega alla; *ülesande järgi* — jõusöödapurustajad ja universaalpurustajad kõikide söödaliikide peenestamiseks.

Viimasel ajal on kõige rohkem levinud vasarpurustajad, mida kasutatakse kõige erinevamate söödaliikide peenestamiseks.

Purustajatega töödeldav produkt ei kuumene, niisked söödaosakesed ei kleepu masina tööorganite külge, tööpinnad kuluvad võrdlemisi aeglaselt ja peenestusastet on võimalik reguleerida. Purustajad on lihtsa ehitusega, mugavad ja töökindlad ekspluatatsioonis.

Universaalne söödapurustaja ДКУ-1,2 (joon. 130) on ette nähtud söödateravilja, õlikookide, maisitõlvikute, maisivarte ja mineraalsöötade purustamiseks, haljasmassi peenestamiseks ning heinajahu valmistamiseks.

Purustaja koosneb purustuskambrist, toitekolust puistematerjalide etteandmiseks, linttransportööriga toiteseadisest koresöötade, nagu maisitõlvikute ja haljasmassi etteandmiseks, transpordiseadmest koos tolmupüüdjaga pu-

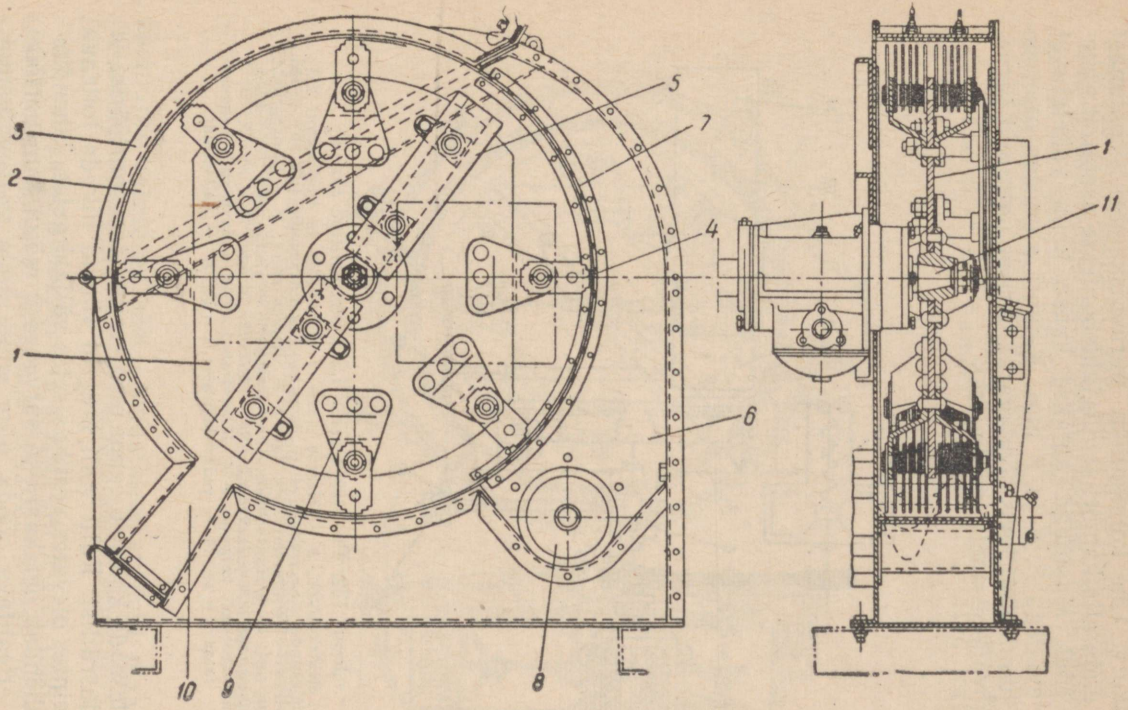


Joon. 130. Universaalne söödapurustaja ДКУ-1,2:
1 — toitekolu; *2* — transportöör; *3* — purustusaparaat; *4* — ventilaator; *5* — elektrimootor; *6* — tolmupüüdja; *7* — toru; *8* — tsüklon

rustatud sööda ärajuhtimiseks, ülekandemehhanismist ja elektrimootorist käivitus- ja kaitseseadmetega. Kõik masina sõlmed ja mehhanismid on monteeritud ühisele raamile. Purustusaparaadiks (joon. 131) on tööketas, mille ühel küljel on reguleeritavatele kronsteinidele kinnitatud kaks nuga. Ketta ringjoonel olevale kuuele kronsteinile on riputatud šarniirselt 76 vasarat.

Iga vasar kujutab endast otstest sümmeetriliste täisnurksete väljalõigetega terasplaati paksusega 2 mm.

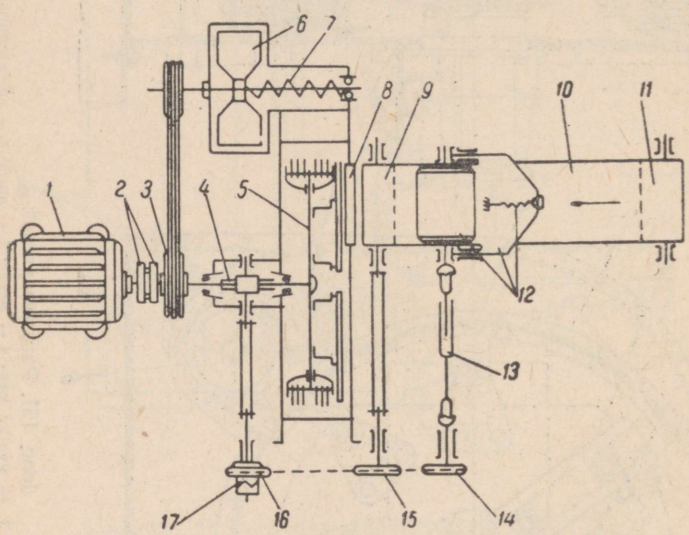
Purustuskambri korpus on aluseks, millele on monteeritud kõik masina sõlmed ja mehhanismid. Purustuskambri silindrilise siseseina külge on kinnitatud 4 mm paksusest



Joon. 131. Purustusaparaat:

1 — tööketas; *2* — purustuskamber; *3* — avatav kaas; *4* — vasar; *5* — nuga; *6* — sõelatagune ruum; *7* — vahetatav sõel; *8* — tigu; *9* — kronstein; *10* — tasku; *11* — rumm

lehtterasest sõelakujuline läbilöödud 10 mm avadega purustuskorv. Ühe kolmandiku purustuskambri sisepinnast võtab enda alla kambri seinte juhtsoontesse asetatud vahetatav sõel. Masinaga antakse kaasa kolm vahetatavat sõela avadega 3, 6 ja 8 mm. Kambri alumises osas on tasku juhuslikult koos söödaga kambrisse sattunud kõrvaliste kõvade esemete püüdmiseks.

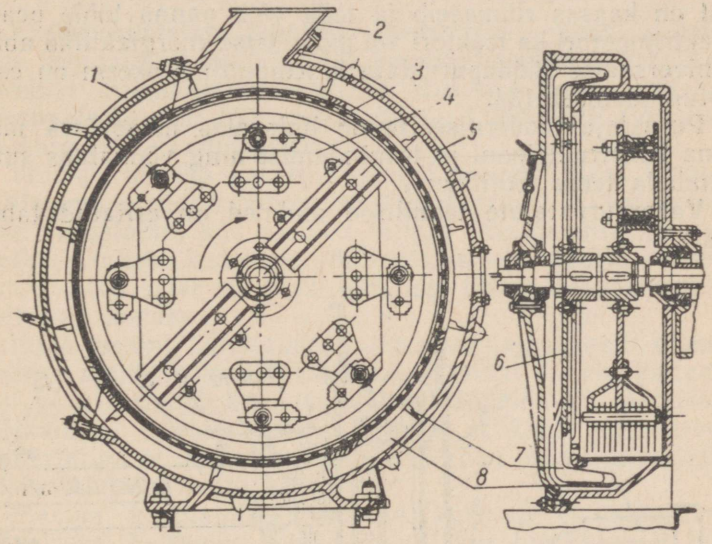


Joon. 132. Purustaja ДКУ-1,2 kinemaatiline skeem:

1 — elektrimootor; *2* — elastne sidur; *3* — peavõlli ja ventilaatori kiilrihmülekande rihmarattad; *4* — teopaar ülekandearvuga 1:30; *5* — töö ketas; *6* — ventilaator; *7* — tigu; *8* — vastulõikeserv; *9* — transportööri vedav rull; *10* — transportöör; *11* — transportööri veetav rull; *12* — tihendamistrummel kaare ja vedruga; *13* — tihendamistrumli kardanvõll; *14* — tihendamistrumli ketiratas *z*-24; *15* — transportööri vedava rulli hammasratas z = 13; *16* — vedav ketiratas z = 15; *17* — kaitsesidur

Toiteseade koosneb renni monteeritud transportöörist ja tihendusrullist. Rulli võlli laagrid võivad liikuda toiteava külgseintes olevates vertikaalsetes väljalõigetes. Tihendusrull tihendab omakaalu ja survevedru mõjul transportööri poolt etteantava sööda ning juhib selle vastuvõtusuudmesse. Transportööri tööorganid käitatakse purustaja peavõllilt tigureduktori ja kettülekande abil (joon. 132).

Töödeldud söötade pneumaatiline transportöör (puhur) koosneb ventilaatorist, mis on ühendatud väikese teoga, ning torust, tsüklonist ja tolmupüüdjast. Tigu ja ventilaator on monteeritud ühisele võllile. Ventilaator käitatakse söödapurustaja peavõllilt kahe kiilrihmaga. Peenestatud mahlakad söödad ja piim-vahaküpsed maisitõlvikud juhitakse masinast ära kambri kaanele kinnitatud toru abil,



Joon. 133. Universaalse söödapurustaja ДКУ-М purustusaparaat:
1 — kere kaas; *2* — väljalasketoru; *3* — sõel; *4* — tööketas vasarate ja nugadega; *5* — kere; *6* — labadega ketas; *7* — labad; *8* — sõeltetagune ruum

kusjuures vahetatav sõel asendatakse avadeta plaadiga. Õhuvoolu tugevdamiseks on tööketta külge kinnitatud kaks laba.

Universaalne söödapurustaja ДКУ-М. Alates 1955. aastast toodab tööstus purustaja ДКУ-1,2 asemel moderniseeritud purustajaid ДКУ-М.

Moderniseeritud purustajas (joon. 133) on neljalabaline ventilaator ja tigu asendatud kontsentriliselt töö-

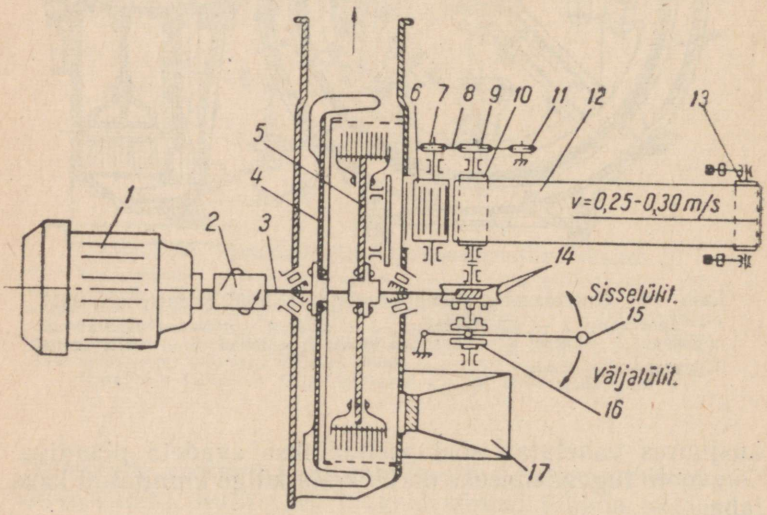
ketta külge kinnitatud labadega. Sõeltetaguses ruumis pöörlevad labad eemaldavad peenestatud produkti. Sõelte pinda, võrreldes purustaja ДКУ-1,2 sõelaga, on suurendatud kolm korda.

Kui purustajat ДКУ-М kasutatakse koresöötade ja haljasmassi peenestamiseks siloks, siis võetakse sõelad välja. Sel juhul langevad peenestatud sööda osad vahetult sõeltetagusesse ruumi ja heidetakse pöörlevate labade toimel väljalasketorusse.

Linttransportöör käitatakse tiguülekande abil. Purustajal on kaasas rihmaseib ja teda võib panna tööle peale elektrimootori ka traktori või mõne teise energiaallika abil. Universaalse söödapurustaja kinemaatiline skeem on esitatud joonisel 134.

Purustaja moderniseerimine lihtsustas mõnevõrra masina konstruktsiooni ja teenindamist ning võimaldas suurendada tema tootlikkust.

Vasarpurustajate tehnilised andmed on esitatud tabelis 25.



Joon. 134. Universaalse söödapurustaja ДКУ-М kinemaatiline skeem:

1 — elektrimootor; *2* — rihmaseib; *3* — peavõll; *4* — ketas; *5* — tööketas; *6* — tihendustrummel; *7* — tihendustrumli võlli ketiratas; *8* — kett; *9* — vedav ketiratas; *10* — transportööri vedav rull; *11* — pingutushammasratas; *12* — transportöör; *13* — veetav rull; *14* — tigupaar; *15* — transportööri sisselülitamise käepide; *16* — sidur; *17* — toitekolu

Tabel 25

Vasarpurustajate tehniline iseloomustus

Näitajad	ДКУ-1,2	ДКУ-М
Tootlikkus kg/h:		
teravilja purustamisel	250—1150	300—1200
õlikookide purustamisel	1 0 0	2 000
põhu peenestamisel	1 100	1 100
Elektrimootori võimsus kW	10	10
Tööketta pöörete arv minutis	1 450	1 450
Masina kaal kg	730	715

Vasarpurustajate tehniline hooldamine. Vasarpurustajate kasutamisel tuleb jälgida hoolikalt rootori pöördeid ja produkti etteandmist masinasse. Masina koormus loetakse normaalseks, kui tööorganid jõuavad töödelda purustuskambrisse etteantud produkti.

Transportööriga vasarpurustajad paigaldatakse kergele tellisvundamendile hoone alumisel korrusel. Transportöörita purustajad, kus produkt langeb masina alla, paigaldatakse teisele korrusele või spetsiaalsele alusele peenestatud sööda salve või seda punkrisse tõstva koppelevaatori toitekolu kohale.

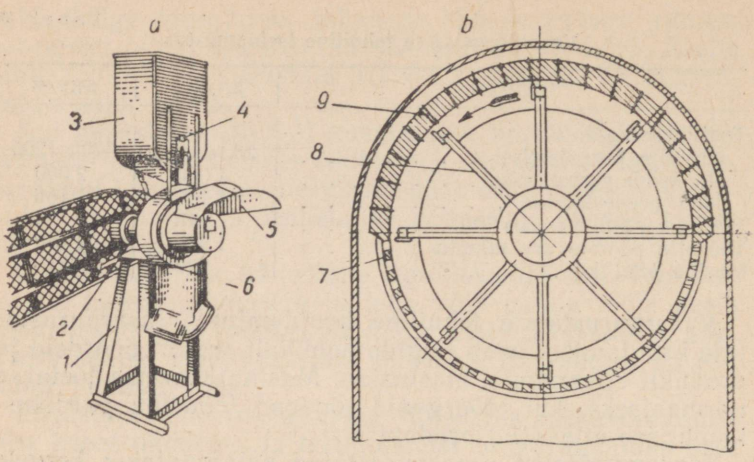
Enne masina käivitamist tuleb purustaja trumlit mõned korrad ajamirihma abil pöörata. Masinat ei tohi käitada, kui purustuskambrisse on jäänud töödeldavat materjali. Töötamisel tuleb hoolikalt jälgida, et koos purustatava materjaliga ei satuks purustajasse kõvu esemeid: metallitükke, mutreid, polte, kive jne.

Masina kasutamisel vasarad kuluvad ja muutuvad ovaalseks. Sel juhul masina tootlikkus märgatavalt langeb. Kulunud vasarad tuleb asetada ümber selliselt, et teravad nurgad jääksid lööginurkadeks. Kui mõlemad nurgad on kulunud, tuleb vasarad teravaks sepistada ja pärast seda trummel tasakaalustada. Vasarad, mida ei ole võimalik taastada, vahetatakse.

Pärast pikemat vaheaega uuesti tööle asumisel tuleb purustajat hoolikalt kontrollida.

§ 67. Universaalsed söödapurustajad

Universaalseid söödapurustajaid, mis töötavad samaaegselt produkti lõikamise, raiumise ja purukshõõrumise põhimõttel, kasutatakse teravilja, heina, õlikookide, haljasmassi, maisi, juurviljade ja kartulite peenestamiseks.



Joon. 135. Universaalveski МДУ-4:
a — üldvaade; *b* — veski põhimõtteline skeem; *1* — raam; *2* — korpus; *3* — toitekolu; *4* — siiber; *5* — renn; *6* — kest; *7* — töösilindri sõel; *8* — rootor; *9* — töösilindri noad

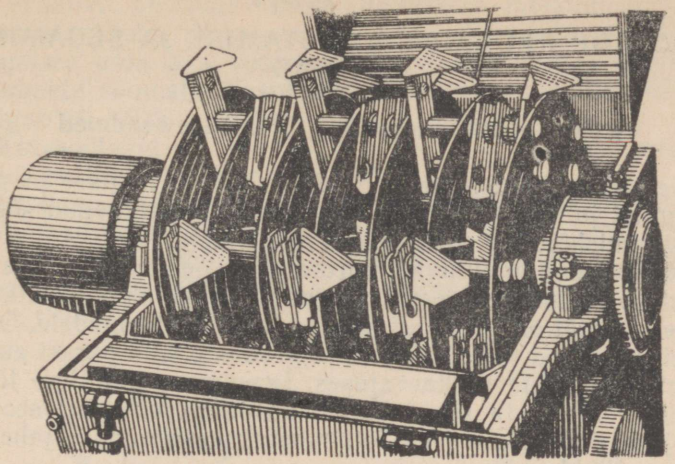
Sellistest masinatest on kõige rohkem levinud universaalveskid МДУ-4 (joon. 135). Põhilised veski osad on raam, korpus, mille sisse on asetatud nugade ja restiga töösilinder, ning labadega rootor. Töösilindri nugade ja rootori labade otste vaheline pilu on 2—4 mm.

Teravilja etteandmiseks on korpuse kohale asetatud toitekolu, heina jaoks aga metallrenn.

Rootori pöörlemisel paiskavad labad sööda silindri sisepinnale. Tsentrifugaaljõu mõjul töödeldav sööt asetub õhukese kihina mööda ringjoont. Kohtudes nugade teradega sööt peenestub ja läheb läbi sõela avade ning väljavoolutoru kaudu masina alla riputatud kottidesse. Sööda peenestusastet muudetakse sõelte vahetamisega. Masinaga on kaasas sõelad avadega 2, 3, 4, 5 ja 6 mm.

Veski tootlikkus söödateravilja peenestamisel on 350—500 kg/h, heina peenestamisel 100—120 kg/h. Elektrimootori vajalik võimsus on 7—8 kW.

Universaalveski puuduseks on suur energia erikulu sööda peenestamisel, keeruline ehitus ja teenindamine ning peenestatud sööda transpordiseadme puudumine, mistõttu ka neid enam ei toodeta.



Joon. 136. Universaalne söödapurustaja УДК-Т-ВИЭСХ (P. Tertõsnikovi konstruktsioon)

Universaalne söödapurustaja УДК-Т. Pudrutaoliste söötade valmistamiseks on levinud P. Tertõsnikovi konstrueeritud universaalsed söödapurustajad УДК-Т (joon. 136).

Universaalse purustaja põhiliseks tööorganiks on seitsmest kettast koosnev rootor. Ketaste külge on kinnitatud kuus paari telgi šarniirselt riputatud purustusvasarate ja jäigalt kinnitatud segmentnugadega. Purustusvasarad ja segmentnoad on asetatud rootorile malekujuliselt.

Purustaja ümbrisesse on kinnitatud aukudega toru vee juhtimiseks peenestatavasse massi.

Purustajatel on ümmarguste avadega 3, 5, 7 ja 10 mm ning täisnurksete avadega 40×104 ja 50×115 mm sõelte komplektid. Ümmarguste avadega sõelad on ette nähtud teravilja, söödajäätmete, õlikookide ja mineraalsegude purustamiseks. Täisnurksete avadega sõelu kasutatakse juur- ja mugulvilja ning haljasmassi peenestamiseks kuni pastataolise konsistentsini.

Universaalse söödapurustaja tootlikkus teravilja peenestamisel on 850—2000 kg/h; piim-vahaküpse maisi peenestamisel 1200—1500 kg/h; juur- ja mugulvilja töötlemisel 3500—5000 kg/h.

SÖÖTADE KEETMISE, AURUTAMISE JA SEGAMISE MASINAD

§ 68. Söötade termilise töötlemise seadmed

Termiline töötlemine parandab söötade maitset ja mõningatel juhtudel muudab saastunud ning riknenud sööda tarvitamiskõlblikuks ja konserveerib neid.

Koresöödad muutuvad aurutamisel pehmemaks, maitsvamaks ja loomade poolt paremini söödavaks. Aurutatud ohteline sööt on täielikult söödav ja ohutu loomadele. Osaliselt riknenud toidujäätmeid ja produkte võib pärast aurutamist kasutada seakasvatuses. Igasugune termiline töötlemine sõltumata kasutatavast seadmest on alati seotud soojuse ülekandumisega kuumemast keskkonnast jahedamasse keskkonda.

Söötade termilise töötlemise seadmed klassifitseeritakse: *soojusallika järgi* — ahju-, auru- ja elektriküttega; *tehnoloogilise ülesande järgi* — keetmise, kuivatamise ja kuumutamise seadmed; *tehnoloogilise protsessi läbiviimise järgi* — pideva ja perioodilise toimega; *ekspluatatsioonitingimuste järgi* — statsionaarsed ja liikuvad; *abioperatsioonide mehhaniseerimisastme järgi* — mehhaniseerimata, osaliselt ja täielikult mehhaniseeritud.

Loomakasvatusfarmides kasutatakse põhu, juur- ja mugulviljade ning toidujäätmete töötlemiseks perioodilise toimega aurutajaid. Soojuse edasiandjana kasutatakse küllastatud auru rõhuga kuni 0,7 atü.

Väikestes farmides kasutatakse vahel juur- ja mugulviljade töötlemiseks lihtsat soojusaparaati — koldesse (ahju) müüritud malmkatelt. Selliste seadmete olulisteks puudusteks on madal soojuse kasutegur, mis ei ületa 16—18%, väike tootlikkus, teenindamise ebamugavus ja samuti ka vees lahustumise tagajärjel esinev töödeldava produkti mõningate toitainete osaline kadu.

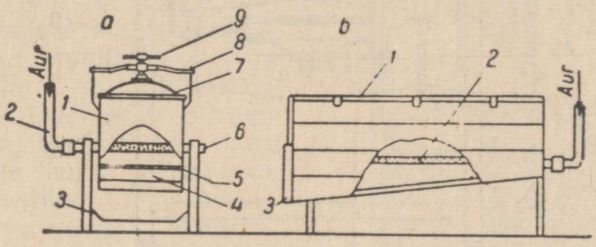
Aurutatud sööda väljalaadimise kergendamiseks kasutatakse tappidel kallutatavaid aurutustünne (joon. 137, *a*), milles soojusekandjana kasutatakse küllastatud auru rõhuga 0,2—0,3 atü.

Tööstus toodab komplektis aurukateldega metallist aurutustünne mahuga 250 ja 450 l. Tünni sees asub teine restikujuline põhi, mille all on vaba ruum pori kogumiseks

ja produkti alumiste kihtide ühtlasema läbikuumenemise soodustamiseks. Kondensaadi väljalaskmiseks on tünni alumises osas ava koos külgekeevitatud toruga. Selliste seadmete soojuslik kasutegur sõltuvalt aurukatla tüübist kõigub 30—40% piirides.

Koresöötasid aurutatakse hermeetilise kaanega suletavates puitkastides (joon. 137, *b*).

Produkt laaditakse kasti pneumaatilise transportööriga. Väljalaadimise kergendamiseks on kasti põhi kaldu 15—20°. Kasti mõõtmed määratakse arvestusega, et kasti 1 m^3 mahutab 100—120 kg koresööta.

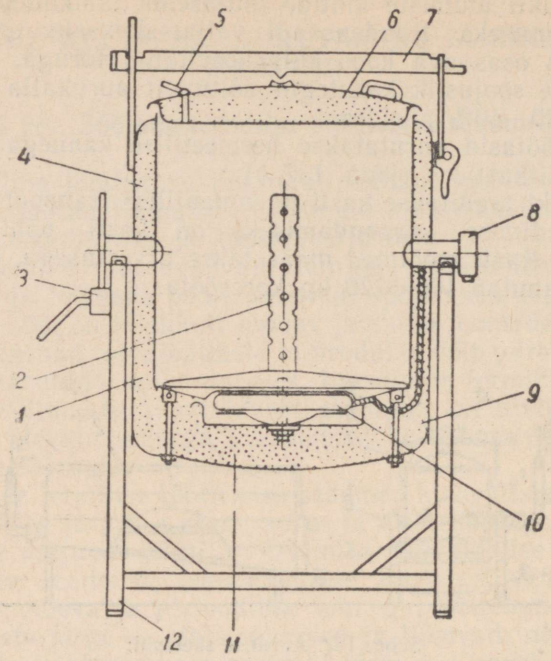


Joon. 137. Aurutite skeemid:

a — juur- ja mugulvilja auruti: *1* — aurutustünn; *2* — aurutoru; *3* — tugi; *4* — kondensaadi väljalaskmise ava; *5* — restikujuline põhi; *6* — tapp; *7* — kaas; *8* — tugiraud; *9* — survekruvi; *b* — koresöötade aurutaja: *1* — kaas; *2* — aurujaotustoru; *3* — väljalaadimise luugi siiber

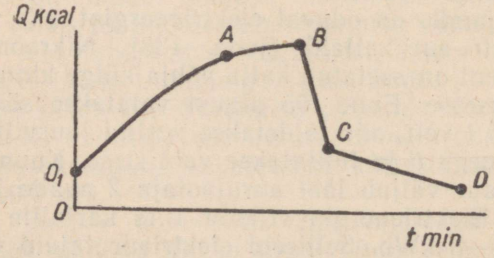
Viimasel ajal on levinud traatvõrgust korvidega varustatud aurutustünnid. Pärast töötlemist tõstetakse korvid koos söödaga tünnidest välja ja transporditakse söötade väljajagamise kohale.

Kui majandis on odavat elektrienergiat, siis võib kasutada elektri-aurukatlaid (joon. 138). Nikroomspiraalist kütteelement on asetatud katla põhja külge kinnitatud metallist alusesse. Enne töö algust valatakse söödaaurutajasse 4—5 l vett, siis täidetakse pestud juurviljaga, suletakse kaanega *6* ja lülitatakse vool sisse. Kuumenemisest tekkinud aur väljub läbi aurujaotaja *2* avade ja aurutab produkti. Elektrienergia erikulu 1 ts kartulite aurutamiseks on 6—8 kWh. Selliseid elektriaurutajaid võib kasutada ka kuuma vee saamiseks.



Joon. 138. Elektriaurukatel:

1 — tünn; *2* — aurujaotaja; *3* — kinnitusseade; *4* — kest; *5* — auruklapp, *6* — kaas; *7* — p ngutusseade; *8* — kontaktkarp; *9* — soojusisolatsioon; *10* — kütteelement; *11* — kesta põhi; *12* — raam



Joon. 139. Soojuse kasutamine aurutustünnis

Juur- ja mugulviljad aurutatakse auruga töötavates või elektrilistes aurutajates. Korraga aurutatava söödakoguse kuumendamiseks ja aurutamiseks vajalik aeg on 25—40 minutit.

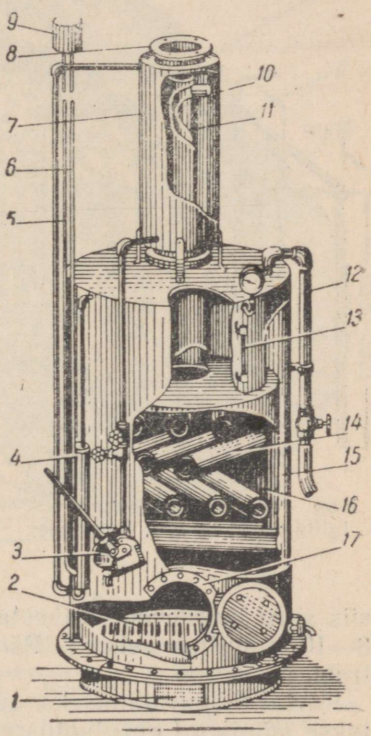
Sööda aurutamisel aurutajas võib soojuse kasutamist iseloomustada graafikuna (joon. 139). Lõik O_1A iseloomustab sööda ja aurutustünni seinte kuumenemise protsessi ümbritseva keskkonna temperatuurist kuni kuumendatud auru temperatuurini; lõik AB kujutab sööda aurutamise protsessi; lõik BC iseloomustab soojuse kadu aurutustünni jahtumisel.

Esitatud graafik näitab, et perioodilise toimega aurutajates võib tarbitava soojuse hulka vähendada aurutustünni tühjendamise ja täitmise aja lühendamise teel.

§ 69. Aurukatlad ja veesoojendid

Söötade töötlemiseks vajalik aur saadakse spetsiaalsetes aurukateldes, mida toodetakse koos aurutustünnidega. Mõnikord kasutatakse selleks otstarbeks ka farmide lähedal olevate aurujõuseadmete heitauru. Aurutustünnidega komplekteeritud aurukatlaid nimetatakse söödaaurutusagregaatideks, mida toodetakse kas statsionaarsetena või liikuvatena.

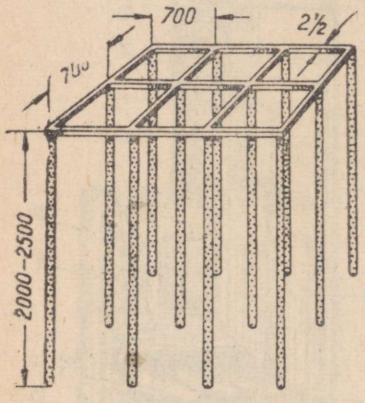
Loomakasvatusfarmides kasutatakse nii vertikaal-



Joon. 140. Aurukatel KM-1600:
1 — tõmbeava; *2* — rest; *3* — veepump; *4* — vesikaitse alumine paak; *5* ja *6* — vesikaitse auru- ja veetoru; *7* — vee eelsoojendi; *8* — korstna kinnitamise äärik; *9* — vesikaitse ülemine paak; *10* — vee eelsoojendi välimine ringkamber; *11* — vee eelsoojendi sisemine ringkamber; *12* — aurutoru; *13* — veeklaas; *14* — veetorud; *15* — välimine kest; *16* — leegikamber; *17* — äravõetav äärik ja kolde uks

seid kui ka horisontaalseid aurukatlaid. Esimeste hulka kuuluvad katlad 3K-0,5, 3K-1,0, KM-600 ja KM-1600, teiste hulka katlad KB-100, KB-200 ja KB-300.

Aurukatel KM-1600 (joon. 140) on ette nähtud söötade aurutamiseks, kuuma vee ja auru saamiseks ning tootmisruumide kütmiseks. Ta koosneb välisest kestast, silindrilisest torust, tuharestist, vee eelsoojendist ja kaitseseadmest. Küttepinna suurendamiseks on aurukatlal veekuumendamistorud ja vee eelsoojendi.



Joon. 140a. Aurujaotusrest kartulite aurutamiseks tranšeedes

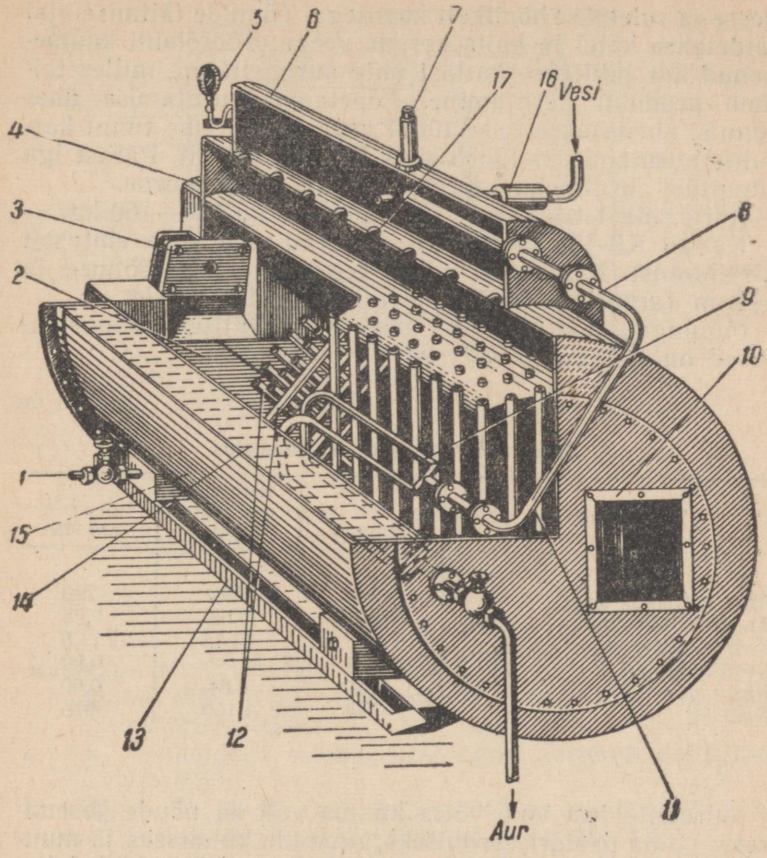
Aurukatla komplekti kuulub aurukatel küttepinnaga 8 m² ja kaks aurutustünni, mõlemad mahuga 800 l.

Katla aurutootlikkus on kuni 300 kg auru tunnis töörõhuga 0,35 atü. Tootlikkus kartulite aurutamisel kuni 1600 kg/h.

Kartulite sileerimisel asetatakse tünnid tavaliselt tranšee lähedale kõrvuti kartulipudrustajaga. Tünn täidetakse pestud kartulitega, suletakse tihedalt kaanega ja lastakse aur sisse. Kui tünni alumisest avast hakkab kondensvee asemel väljuma aur, siis auru juurdevool katkestatakse, tünn aga jäetakse veel 8—10 minutiks seisma. Pärast seda laaditakse kartulid tranšeesse.

Kartulite aurutamiseks aukudes ja tranšeedes kasutatakse mõnikord aurujaotusresti (joon. 140, *a*). Rest asetatakse tranšeesse, mis pärast seda täidetakse pestud kartulitega, kaetakse pealt tihedalt katetega ja aurutatakse 5—6 tundi. Auru kulu 1 t kartulite aurutamiseks on 120—140 kg.

Aurukatlad KB-100, KB-200, KB-300 on välja töötatud Üleliidulise Põllumajanduse Elektrifitseerimise Teadusliku Uurimise Instituudi poolt. Võrreldes aurukateldega tüüp KM, on neil kõrgem kasutegur ja väiksem metalli erikulu 1 m² küttepinna kohta. Küttepinna suurendamiseks on



Joon. 141. Aurukatla KB-300 skeem:

1 — ventiil katla veega täitmiseks ja läbipuhumiseks; *2* — tuharest; *3* — kolde uks; *4* — leegikamber; *5* — manomeeter; *6* — aurukoguja; *7* — kaitseklapp; *8* — aurutoru; *9* — auru ülekuumendi; *10* — äärik; *11* — vertikaalkuumendustorud; *12* — kaldkuumendustorud; *13* — jalased; *14* — veekamber; *15* — korpus; *16* — tagasilöögiklapp; *17* — auru läbilaskmise avad

nende katelde leegikambrisse monteeritud veetorud ja auru ülekuumendi.

Aurukatel KB-300 (joon. 141) koosneb korpusest, leegi- ja veekambrist, veetorudest, aurukogujast, auru ülekuumendist, aurutorudest ning kontroll- ja kaitseseadmetest. Aurutatavad kartulid pestakse, laaditakse aurutustünni-

desse ja suletakse hoolikalt kaantega. Tünnide täitmise ajal täidetakse katel ja kaitsekorpus veega. Töörõhuni kuumenenud aur juhitakse katlast ühte aurutustünni, milles toimub produkti aurutamine. Lõpetanud aurutamise ühes tünnis, alustatakse teise tünni aurutamist. Ühe tünni kartulite aurutamiseks läheb aega 20—25 minutit. Pärast iga tünnitäie aurutamist lisatakse katlasse vett juurde.

Auru kulu 1 t kartulite aurutamiseks on 150—160 kg.

Katlad KB-100 ja KB-200 erinevad vähe oma ehituselt kirjeldatust. Nendel on ainult teised gabariitmõõtmed ja vähem (arvult ja mõõtmetelt) kuumendustorusid.

Mõningate aurukatelde lühikesed tehnilised iseloomustused on esitatud tabelis 26.

Tabel 26

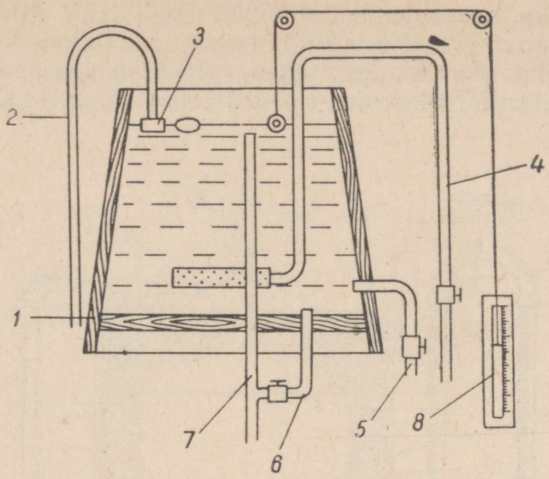
Aurukatelde tehniline iseloomustus

Näitajad	Aurukatlad		
	KB-200	KB-300	KM-1600
Aurutootlikkus kg/h	200	300	290
Auru töörõhk atü	0,65	0,65	0,35
Katla küttepind m²	9	14,46	11,5
Resti pind m²	0,75	—	0,90
Kasutegur	0,64	0,64	0,60
Kaal kg	790	1 100	975

Aurukateldest võib võtta kuuma vett ka nõude pesemiseks, piima pastöriseerimiseks, ruumide kütmiseks ja muudeks eesmärkideks. Tsentraliseeritud aurukütte korral kasutatakse vee soojendamiseks veesoojendeid (vt. joon. 24) või valmistatakse spetsiaalsed paagid, milles soojendav aur juhitakse vahetult vette (joon. 142). Püsiva veenivoo kindlustamiseks varustatakse paagid reguleerivate ujukitega. Odava elektrienergia puhul võib kasutada elektrilisi aurukatlaid ja elektrilisi veesoojendeid.

Elektrienergia kasutamine on õigustatud, kui see tuleb odavam kütuste kasutamisest. Seda võib arvutada valemiga:

$$C_{el} \leqslant \frac{864\, C_k\, \eta_{el} K}{Q_k\, \eta_t}, \qquad (65)$$



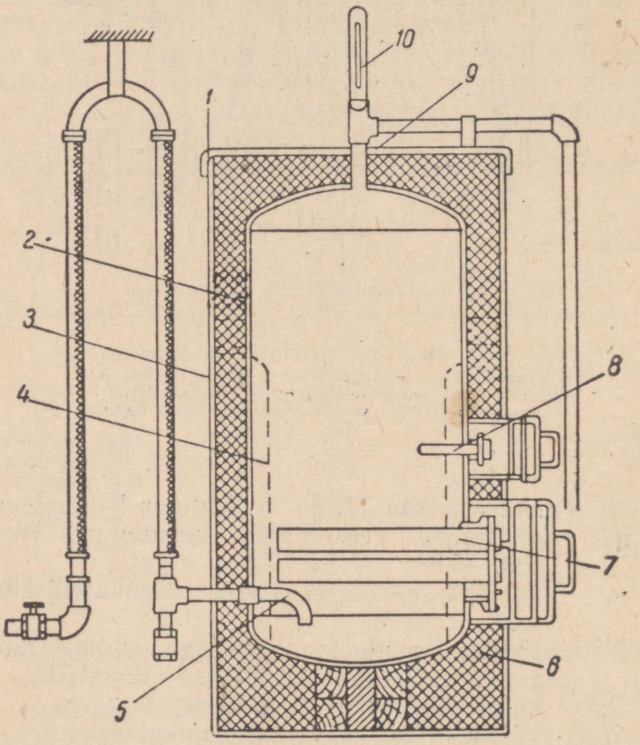
Joon. 142. Veesoojenduspaagi skeem:
1 — paak; *2* — külmaveetoru; *3* — ujuki klapp; *4* — aurutoru; *5* — kuumaveetoru; *6* — tühjendustoru; *7* — ülevoolutoru; *8* — paagis oleva vee nivoo näitaja

kus C_{el} - elektrienergia 1 kWh maksumus kopikates;
η_{el} — elektrilise veesoojendi kasutegur; võetakse 0,90—0,98;
η_t — koldega seadme kasutegur; aurukateldel 0,35—0,55;
K — tööjõu lisakulu tegur koldega seadmete kasutamisel; aurukateldel võetakse 1,25—1,15;
Q_k — kütuse küteväärtus kcal/kg;
C_k — kütuse 1 kg maksumus kopikates.

Elektrilised veesoojendid. Kolhoosides ja sovhoosides kasutatakse elektrilisi veesoojendeid BƏT-200 ja BƏT-400. Elektrilisel soojendajal BƏT-200 (joon. 143) on 200 l veepaak ja kolmefaasiline kütteelement, võimsusega 5,4 kW.

Veepaak täidetakse veega ja lülitatakse vool sisse. Kui vesi on soojenenud kindlaksmääratud temperatuurini, katkestab termorelee voolu ja kütteseade lülitub automaatselt välja. Külma vee juurdetulekul või vee jahtumisel lülitab automaatlüliti kütteseadme sisse ja vesi soojeneb uuesti. Elektrienergia kulu 1 l vee soojendamiseks 80°-ni on 0,11 kWh. Vee soojendamise aeg kuni 80°-ni — 4 tundi.

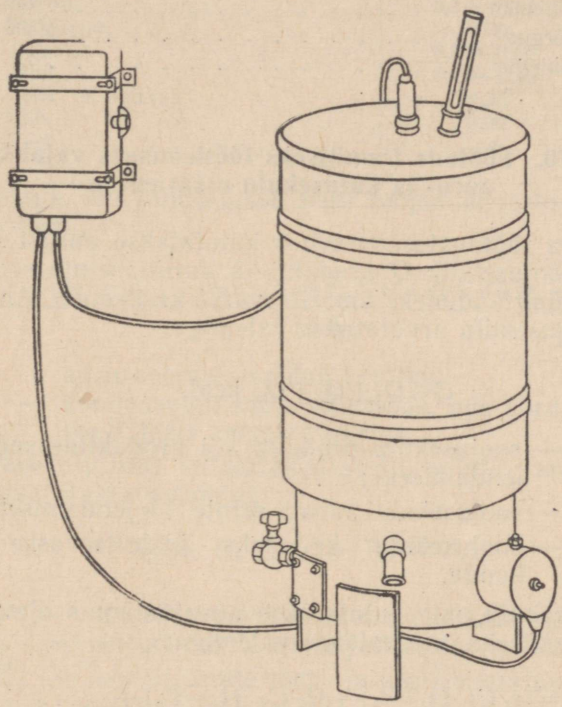
Elektriline veesoojendi ЭВ-150М. Eesti NSV Ministrite Nõukogu koondise «Eesti Põllumajandustehnika» Raasiku Elektromehaanika Remonditehas valmistab vee soojendamiseks elektrilisi veesoojendeid ЭВ-150М (jcon. 143, *a*).



Joon. 143. Elektrilise veesoojendi ВЭТ-200 skeem:
1— kaas; *2* — veeanum; *3* — kest; *4* — tsentreerivad ribid; *5* — alumine toru; *6* — soojusisolatsioon; *7* — kütteseade; *8* — termorelee; *9* — ülemine toru kuuma vee võtmiseks; *10* — termomeeter

Veesoojendi põhiosaks on kolmele jalale toetuv silindriline veepaak. Viimasesse paigutatud manteltorudes asuvad 0,8 mm läbimõõduga nikroomtraadist kütteelemendid. Veesoojendi ühendamiseks veevarustusvõrguga ja sooja vee väljalaskmiseks on paagil kraan ning sisse- ja välja-

lasketorud. Soojuslike kadude vähendamiseks on paagi ja väliskesta vahel asbestpulbrist soojusisolatsioon. Temperatuuri mõõtmiseks on veesoojendi kaanel šaht termomeetri paigutamiseks. Paaki puhastatakse veesoojendi all



Joon. 143a. Elektriline veesoojendi ЭВ-150М

paikneva tihendatud luugi kaudu. Elektrivõrku ühendamiseks ja vee temperatuuri automaatseks reguleerimiseks on veesoojendil seinale kinnitatav juhtimiskapp, kus paiknevad kaitsmed, lüliti, magnetkäiviti ja termorelee.

Vajalik võimsus kW	5,8
Pinge V	3×380
Vool A	9
Veepaagi maht l	150
Tootlikkus l/h	150
Gabariitmõõtmed mm:	
läbimõõt	530
kõrgus	1300
Kasutegur	0,9

§ 70. Söötade termiliseks töötlemiseks vajaliku auru- ja kütusekulu määramine

Auruga töötavates aurutites kulutatakse aurust saadav üldine soojusehulk Q produkti ja auruti seinte soojendamiseks ning kadudeks ümbritsevasse keskkonda. Analüütiline soojusekulu arvutatakse valemiga:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \text{ kcal}, \qquad (66)$$

kus Q_1 — soojusekulu produkti või produktide segu soojendamiseks;

Q_2 — soojusekulu auruti seinte soojendamiseks;

Q_3 — soojusekulu kadudeks ümbritsevasse keskkonda.

Soojusehulk, mis kulutatakse aurutustünnis oleva segu soojendamiseks, määratakse valemiga:

$$Q_1 = G_1 C_1 (t_1 - t_a) + G_2 C_2 (t_1 - t'_a) + \ldots\ldots + G_n C_n (t_1 - t_a^n) \text{ kcal}, \qquad (67)$$

kus $G_1, G_2 \ldots G_n$ — segusse kuuluvate produktide kaal kg;

$C_1, C_2 \ldots C_n$ — soojendatavate produktide erisoojus kcal/kg° C, võetakse tabelist 27;

t_1 — segu lõpptemperatuur;

$t_a, t'_a \ldots t_a^n$ — segusse kuuluvate produktide algtemperatuurid.

Tabel 27

Materjalide ja söötade erisoojus

Materjalide ja söötade nimetus	Erisoojus kcal/kg°C
Kuiv puit	0,6—0,65
Raud	0,115
Asbestpapp	0,195
Kartul	0,84—0,87
Söödapeet	0,90
Teravili	0,50—0,60
Jahu	0,43—0,45
Põhk ja aganad	0,55
Piim	0,92
Vesi	1,0

Auruhulk, mis kulutatakse segu soojendamiseks, määratakse valemiga:

$$D_1 = \frac{G_1 C_1 (t_1 - t_a) + G_2 C_2 (t_1 - t'_a) + \ldots + G_n C_n (t_1 - t^n_a)_{kg}}{i - i_k}, \quad (68)$$

kus i — auru soojusesisaldus kcal/kg;
i_k — kondensaadi soojusesisaldus, mis võrdub arvuliselt tema temperatuuriga.

Soojusekulu, mis kulutatakse auruti seinte soojendamiseks, määratakse valemiga:

$$Q_2 = G_s C_s (t^s_1 - t^s_a) \text{ kcal}, \quad (69)$$

kus G_s — auruti soojendatavate osade kaal kg;
C_s — auruti seinte materjali erisoojus kcal/kg° C.
t^s_1 ja t^s_a — auruti seinte lõpp- ja algtemperatuur.

Aurukulu auruti soojendamiseks

$$D_2 = \frac{G_s C_s (t^s_1 - t^s_a)}{i - i_k} \text{ kg}.$$

Soojusekadu ümbritsevasse keskkonda määratakse valemiga:

$$Q_3 = F\beta (t_s - t_õ) T \text{ kcal}, \quad (70)$$

kus F — soojusülekande pind m^2;
β — soojusülekandetegur kcal/m^2h° C;
t_s — auruti seinte välispinna temperatuur;
$t_õ$ — õhu temperatuur;
T — produkti soojendamise aeg h.

Soojusülekandeteguri suurus sõltub ümbritseva õhu liikumise kiirusest, pindade seisukorrast ja nende geomeetrilisest kujust. Teguri suuruse võib ligikaudselt määrata valemiga:

$$\beta = 7{,}8 + 0{,}047\Delta t, \qquad (71)$$

kus Δt — temperatuuride vahe soojendatud auruti seinte ja ümbritseva õhu vahel.

Aurukulu soojuse kadude kompenseerimiseks ümbritsevasse keskkonda määratakse valemiga:

$$D_3 = \frac{F\beta T(t_s - T_õ)}{i - i_k} \text{ kg.}$$

Üldine aurukulu produkti töötlemiseks

$$D = D_1 + D_2 + D_3 \text{ kg.} \qquad (72)$$

Auru erikulu kg-des 1 kg produkti kohta määratakse valemiga:

$$d = \frac{D}{G_p}, \qquad (73)$$

kus G_p — aurutustünni laaditud produkti kaal kg.

Auru erikulu produkti ühiku kohta võrdub ligikaudselt juur- ja mugulviljade aurutamisel 0,16—0,20; põhu aurutamisel 0,40—0,50; vee soojendamisel 10°—100°-ni 0,20.

Kui teame aurukulu tunnis, võib kütusekulu määrata valemiga:

$$B = \frac{D(i - t'_v)}{Q_k \eta_k}, \qquad (74)$$

kus t'_v — toitevee temperatuur;
η_k — aurukatla kasutegur, võetakse katseandmete järgi või tabelist 26.

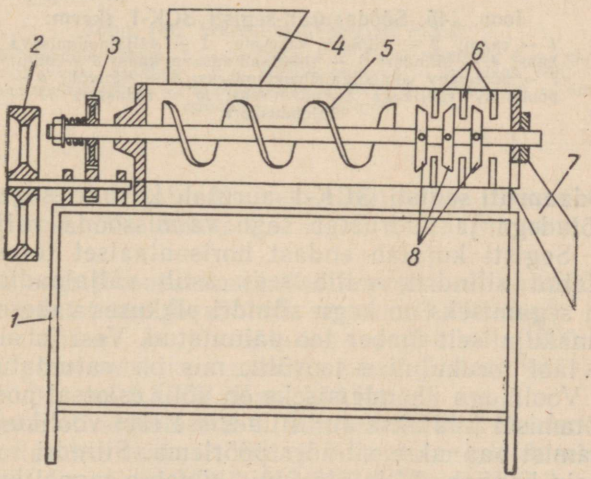
Auru- ja kütusekulu sõltub tunduval määral aurutajate mahust, konstruktsioonist, seinte materjalist, täislaadimise astmest ja üksikute operatsioonide vaheldumise kiirusest.

§ 71. Söötade pudrustamise ja segamise masinad

Et loomad paremini sööksid aurutatud juur- ja mugulvilju, tuleb need pudrustada. Pudrustamisel purustatakse juur- ja mugulvili pöörlevate tihvtidega ning surutakse läbi liikumatult kinnitatud sõrmede või resti.

Kartulipudrusteid toodetakse eraldi masinatena või agregateeritutena aurutite ja segistitega.

Kartulipudrusti KM-1,5. Mõnedes väikestes loomakasvatusfarmides on levinud kartulipudrustid KM-1,5 (joon. 144). Masin koosneb raamist, tigutrumlist, kestast toitekoluga ja ajamist. Tööorganite purunemiste vältimiseks kõvade esemete sattumisel masinasse on ajami suur hammasratas ühendatud tigutrumli võlliga nukk-kaitsesiduri abil.

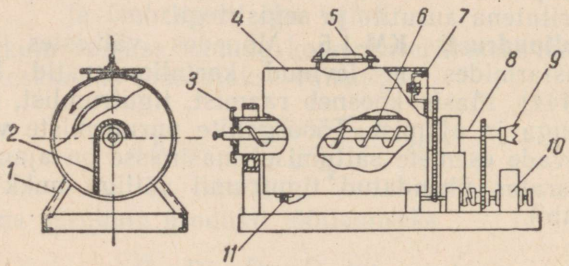


Joon. 144. Kartulipudrustaja KM-1,5 skeem:
1 — raam; *2* — rihmaratas; *3* — hammasratasajam; *4* — toitekolu; *5* — tigu; *6* — sõrmed; *7* — kaldrenn; *8* — noad

Peale pudrustamise võib masinat kasutada mitmesuguste söödasegude valmistamiseks aurutatud juur- ja mugulviljadest koos teiste söötadega. Suurtes farmides kasutatakse söötade segamiseks spetsiaalseid söödasegisteid.

Toodetakse perioodilise ja pideva toimega söödasegisteid. Pideva toimega masinates toimub segamine üheaegselt katkematu söödakomponentide etteandmisega segistisse ja katkematu valmissööda väljalaadimisega.

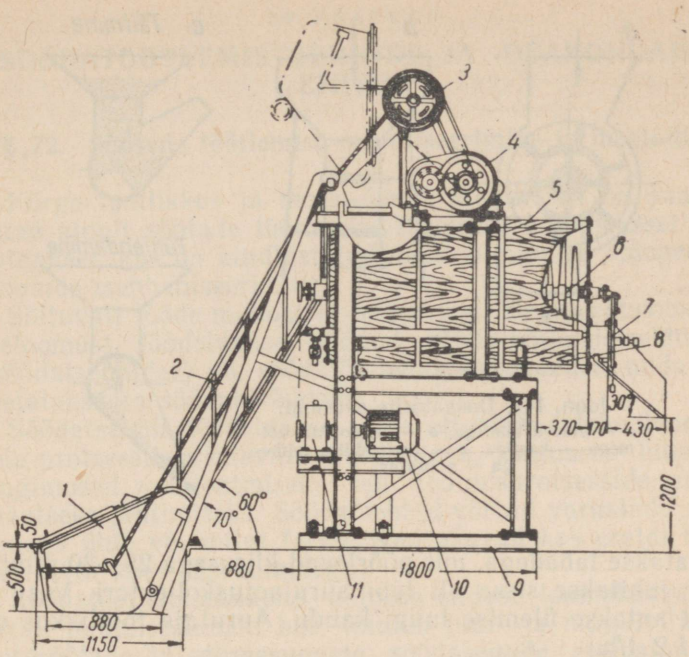
Perioodilise toimega söödasegistid on ette nähtud eelnevalt mõõdetud ja aparaati antud söötade segamiseks. Seda tüüpi masinate hulka kuuluvad aurutid-segistid 3CK-1 ja 3CK-2 (joon. 145).



Joon. 145. Söödaauruti-segisti 3CK-1 skeem:
1 — raam; *2* — silindri vahesein; *3* — väljalaadimisava kaas; *4* — silinder; *5* — sisselaadimisava kaas; *6* — tigu; *7* — poolmuhv voolikuga ühendamiseks; *8* — tiguvõll; *9* — poolmuhv voolikuga ühendamiseks; *10* — reduktor; *11* — tühjenduskork

Söödaauruti-segisti 3CK-1 aurutab kartuli, segab selle jõusöötadega ja pudrustab segu valmissööda väljalaadimisel. Segisti kujutab endast horisontaalset terasplekist keevitatud silindrit, mille sees asub väljalaadimistigu. Sööda segamiseks on kogu silindri pikkuses vahesein, mis on künakujuliselt ümber teo painutatud. Vesi ja aur juhitakse läbi torukujulise teovõlli, mis on varustatud avadega. Voolikuga ühendamiseks on võlli esiotsal poolmuhv.

Töötamisel juhitakse aur silindrisse läbi vooliku. Pärast aurutamist pannakse silinder pöörlema. Silindri sees olev vahesein kannab sööda üles, mis künasse tagasi kukkudes pudrustub. Pudrustamine kestab tavaliselt 4—5 minutit. Siis lisatakse vajalikul hulgal söödakomponente ja segatakse.



Joon. 146. Söödaauruti-segisti M3-2:

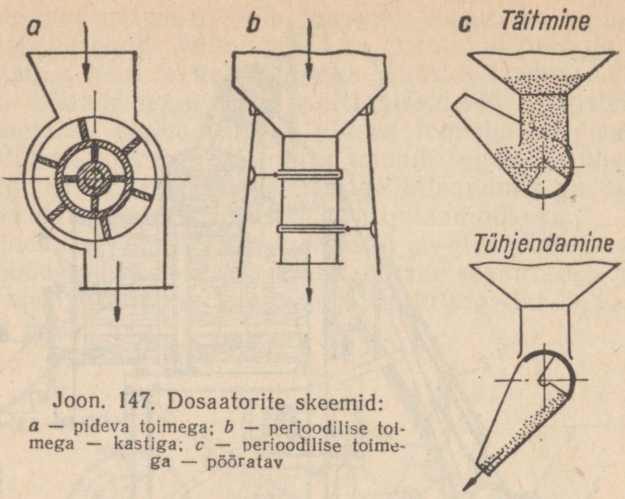
1 — tõsteseadme kühvel; *2* — veotross; *3* — vintsi trummel; *4* — elektrimootor ja vintsi reduktor; *5* — aurutuskatel; *6* — labadega võll; *7* — väljalaadimisluuk; *8* — aurujaotuskollektori toru; *9* — raam; 10 — elektrimootor; *11* — reduktor

Valmissegu väljalaadimiseks lülitatakse töösse väljalaadimistigu, mis omakorda segab sööta ja surub selle välja.

Auruti-segisti tootlikkus kartulite pesemisel on 3000 kg/h, kuivade purustatud jõusöötade segamisel 1500 kg/h, kartulite aurutamisel ja jõusöötadega segamisel 1200 kg/h. Silindri pöörlemiskiirus minutis on 11,5, teol 98, elektrimootori võimsus 2,8 kW. Kaal 540 kg.

Söödaauruti-segisti M3-2. Suurtes seakasvatusfarmides, kus kasutatakse rohkesti toidujäätmeid, on laialdaselt levinud aurutid-segistid M3-2, M3-3, BKC-2 ja BKC-3.

Joonisel 146 on esitatud auruti-segisti M3-2, mis on monteeritud metallraamile ja varustatud tõsteseadmega. Auruti on silindriline ja asetatud veidi kaldu. Produktid



Joon. 147. Dosaatorite skeemid:
a — pideva toimega; *b* — perioodilise toimega — kastiga; *c* — perioodilise toimega — pööratav

segatakse labadega, mis pöörlevad kiirusega 25—30 p/min. Aur juhitakse sisse alt läbi aurujaotuskollektori. Vesi ja sööt antakse ülemise luugi kaudu. Aurutaja tootlikkus on 1—1,2 t/h.

Keedukatlad-segistid BKC-2 ja BKC-3 on ehituselt analoogilised eespool kirjeldatule, erinedes ainult gabariit-mõõtmete ja mõnede sõlmede konstruktiivse kujunduse poolest.

Dosaatorid. Söödasegude valmistamisel on suur tähtsus doseerimisel, s. t. üksikute söödakomponentide mõõtmisel mahu või kaalu järgi. Tööpõhimõtte järgi eristatakse pideva ja perioodilise toimega dosaatoreid.

Pideva toimega dosaatorites (joon. 147, *a*) antakse söödad ette pidevalt kogu segamisprotsessi jooksul. Perioodilise toimega dosaatorites mõõdetakse söödakogused enne nende segamist. Perioodilise toimega dosaatoreid toodetakse mahudosaatoritena ja kaaludosaatoritena. Mahudosaatoreid (joon. 147, *b* ja *c*) kasutatakse peamiselt puistesöötade doseerimiseks. Juur- ja mugulvilja doseerimiseks on kõige sobivamaks osutunud kaaludosaatorid.

Sageli kasutatakse dosaatorina auruteid-segisteid 3CK-1, mis on asetatud platvormkaaludele kandejõuga 1500 kg. Silindri pöörlemisel lülitatakse kaalumehhanism välja.

SÖÖDATÖÖTLEMISTSEHHIDE JA -OSAKONDADE EHITUS

§ 72. Söötade töötlemise organiseerimine ja meetodid

Kõrge tootlikkus ja majanduslik efektiivsus on saavutatav ainult söötade töötlemise masinate kompleksel kasutamisel, kus on kindlustatud vooltootmine ja abioperatsioonide mehhaniseerimine.

Sõltuvalt tööde mahust ja tehnoloogiliste operatsioonide iseloomust töödeldakse söödad söödatöötlemistsehhides (söödatsehhides) või söödatöötlemisosakondades, mida nimetatakse ka söödaköökideks.

Söödatsehhis töödeldakse sööta ettenähtud tehnoloogilisele protsessile vastavate masinatega, kusjuures luuakse tingimused vooltootmiseks või tootmisprotsesside automaatseks juhtimiseks. Söödatsehhid võivad varustada söötadega ühte või mitut farmi. Nad asuvad kas eraldi hoonetes või koos laoruumidega.

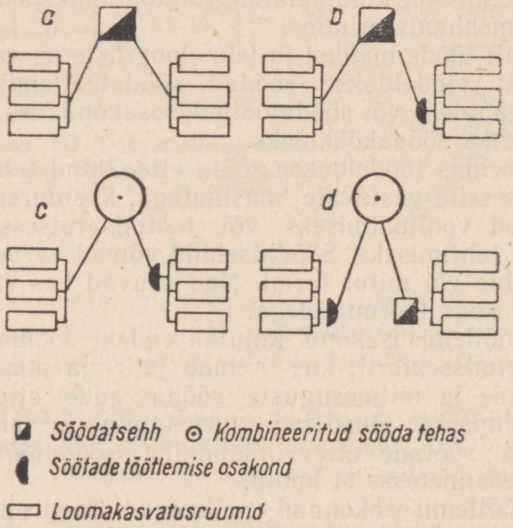
Söödatöötlemisosakond kujutab endast loomakasvatusfarmi tootmissektorit, kus toimub juur- ja mugulviljade, koresöötade ja mitmesuguste söödasegude ettevalmistamine söötmiseks. Jõusöötade purustamine ja samuti kombineeritud söötade ettevalmistamine söödatöötlemisosakonna ülesannetesse ei kuulu.

Söödatöötlemisosakonnad paiknevad tavaliselt loomakasvatusruumide juurdeehitistes, teenindades ühte või mitut lauta.

Viimasel ajal on rajatud automatiseeritud kombineeritud söödatehaseid, mis toodavad kõrge toiteväärtusega jõusöötasid heinajahu, mineraallisandite, loomse päritoluga söötade ja mõningatel juhtudel ka antibiootikumide lisandusega.

Üksikute põllumajanduslike rajoonide teenindamiseks rajatud kombineeritud söödatehastes on võimalik valmistada söötasid põllumajandusliku toodangu ja toiduainetetööstuse jäätmetest kõige ratsionaalsemalt ja kõige väiksema tööjõu ning vahendite kuluga. Kombineeritud sööda valmistamine tehastes-automaatides on 1,5—2 korda odavam kui söötade ettevalmistamine farmides. Kuid paljudes farmides on siiski tarvilikud väikesed söödatöötlemisosakonnad või mõningatel juhtudel isegi söödatsehhid.

Sõltuvalt loomakasvatusfarmide mõõtmetest, tootmissuunast ja paigutusest võib kasutada mitmesuguseid söötade ettevalmistamise mehhaniseerimise variante. Kõige ratsionaalsemaks söötade ettevalmistamise organiseerimise süsteemiks farmides on söötade ettevalmistamine tsentraliseeritud korras — ühises söödatsehhis majandi



Joon. 148. Söötade töötlemise organiseerimise variantide skeemid

kõikide loomade jaoks. Kui loomad peetakse ühes farmis või lähestikku asuvates farmides, siis ehitatakse tavaliselt üks universaalne söödatsehh (joon. 148, *a*), kus valmistatakse sööta kõikidele loomadele.

Loomade pidamisel üksteisest kaugel asuvates farmides ehitatakse kõikide farmide varustamiseks jõusöötadega söödatsehh kas ühte farmidest või majandi territooriumi keskele. Juur- ja mugulvili ning koresöödad valmistatakse ette väikestes söödatöötlemisosakondades, mis teenindavad ühte või mitut loomakasvatusruumi (joon. 148, *b*).

Kui on olemas rajoonide või rajoonidevahelised kombineeritud sööda tehased, siis ehitatakse loomakasvatusfarmidesse ainult söödatöötlemisosakonnad (joon. 148, *c*). Tehasest kaugelasuvates majandites, ja samuti ka majandites, kus on suured linnu- ja seafarmid, ehitatakse tavaliselt söödatsehhid või söödatöötlemisosakonnad (joon. 148, *d*). Sel juhul jahvatatakse söödatsehhis teravili ja valmistatakse lihtsamad segud, aga kõige väärtuslikum kombineeritud sööt saadakse tsentraliseeritud korras tehasest.

Jõusöötade töötlemise tsehhid varustatakse jahvatamiseks, doseerimiseks, segamiseks, heinajahu valmistamiseks, samuti ka kõikide transpordi- ja peale- ning mahalaadimistööde mehhaniseerimiseks vajalike vahenditega.

Veisefarmides, kus söödaks ei kasutata põhku, sisustatakse söödatöötlemisosakonnad ühe pesija-juurviljalõikajaga MPK-5. Lamba- ja hobusefarmidesse söödakööke tavaliselt ei ehitata.

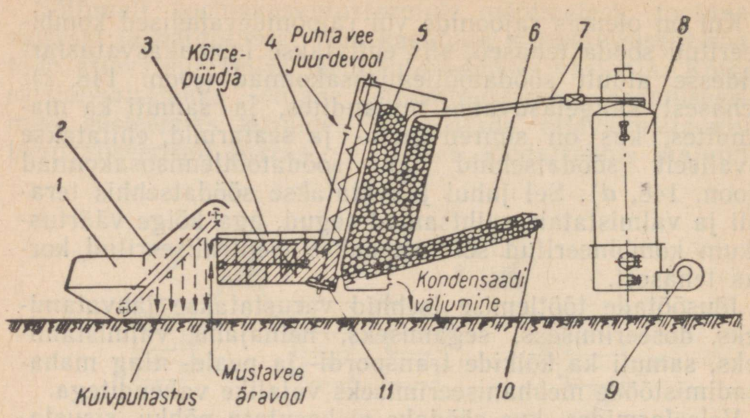
§ 73. Söötade ettevalmistamise agregaadid

Üheks agregaadiks komplekteeritud masinatega on võimalik tunduvalt kokku hoida tööjõu ja elektrienergia kulu töödeldava produkti ühiku kohta ja vähendada tootmispinna vajadust 2—3 korda. Kolhoosides ja sovhoosides kasutatakse laialdaselt söötade ettevalmistamise agregaate.

Kartuliaurutamise agregaat 3KH-2. Suurtes seakasvatusmajandites on kasutamist leidnud liikuv pideva toimega auruti 3KH-2. Agregaat (joon. 149) koosneb toitepunkriga *1* kett-liisttransportöörist *2*, kurikatega kartulipesijast *3*, kald-tigutransportöörist *4*, aurutist *5* ja väljalaadimisteost *6*. Auru saamiseks on agregaat komplekteeritud aurukatlaga 3K-1. Kõik mehhanismid käitatakse kolme elektrimootoriga.

Agregaati võib kasutada kartulisilo valmistamiseks või igapäevaseks kartulite aurutamiseks. Pideva toime ja abioperatsioonide mehhaniseerimise tõttu on töötootlikkus kartulite aurutamisel 5 korda suurem kui töötamisel agregaadiga 3K.

Agregaadi tootlikkus on 1,5—1,6 t/h, auru kulu 1 t kartulite aurutamiseks 125 kg. Kaal 2850 kg.



Joon. 149. Liikuva kartulipudrustaja 3KH-2 tehnoloogiline skeem:
1 — toitepunker; *2* — kett-liisttransportöör; *3* — kurikatega kartulipesija; *4* — kald-tigutransportöör; *5* — auruti; *6* — väljalaadimistigu; *7* — aurutoru ventiiliga; *8* — aurukatel; *9* — ventilaator; *10* — väljalaadimisteo pudrustaja; *11* — kivipüüdja

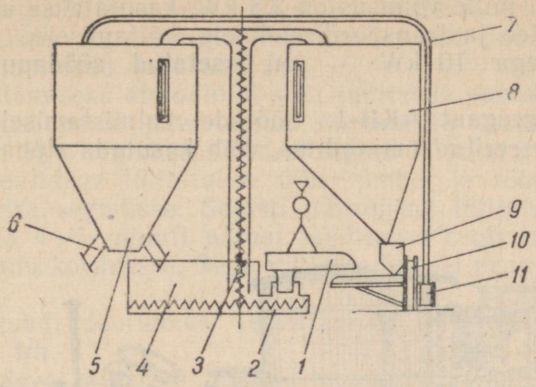
Agregaat AKK-1,2. Kombineeritud söötade valmistamisel teraviljast, heinast, maisitõlvikutest ja mineraalsetest lisanditest on efektiivne statsionaarne agregaat AKK-1,2 (joon. 150).

Agregaadi põhisõlmed on järgmised: universaalne söödapurustaja ДКУ-1,2, vastuvõtuseade, teraviljapunker, tolmupüüdja ja kaaluline dosaator. Söötade vastuvõtmiseks on horisontaalse ja vertikaalse laadimisteoga vastuvõtupunker *4*. Vertikaalse teoga vastuvõtupunkrist üleskantud sööda võib pööratava jagamispea abil suunata kas teraviljapunkrisse, segamispunkrisse või pööratava kaldtoru suudmesse.

Segamispunker on ülalt silindriline, alt tüvikoonusekujuline. Silindri sees on 400 mm läbimõõduga segamistigu, mille ülemises osas asub tasandaja laba, alumisse ossa aga on võllile jäigalt kinnitatud punkri põhja ja kaldseinte järgi painutatud nuga. Teravilja- ja segamispunkri silindrilises osas on vaateklaasid.

Dosaator koosneb kaalust ja kaalukühvlist, milles on ava produktide juhtimiseks vastuvõtupunkrisse.

Teravili, mis tuleb eelnevalt purustada, laaditakse vastuvõtupunkrisse, millest vertikaalteoga tõstetakse teravilja-



Joon. 150. Kombineeritud söötade valmistamise agregaadi AKK-1,2 tehnoloogiline skeem:
1 — kaalukühvel; *2* — horisontaalne tigu; *3* — vertikaalne tigu; *4* — vastuvõtupunker; *5* — punker-segaja; *6* — tühjendustoru; *7* — toru; *8* — teraviljapunker; *9* — purustaja toitekolu; *10* — söödapurustaja ДКУ-1,2; *11* — ventilaator

punkrisse. Teraviljapunkrist lastakse sööt purustajasse. Purustatud sööt antakse toru *7* abil segistisse, millest tühjendustoru kaudu lastakse kottidesse.

Kombineeritud söödasegud valmistatakse järgmiselt. Teravili juhitakse pärast kaalumist teraviljapunkrisse ja sealt — purustajasse. Jahvatatud produkt juhitakse õhuvoolu abil segamispunkrisse. Mittevoolavad söödad tõstetakse pärast kaalumist purustaja transportöörile ja pärast purustamist — segistisse.

Kui kõik söödakomponendid on laaditud segistisse, lülitatakse segamistigu tööse, mille abil söödad segatakse ühtlaseks seguks. Valmis söödasegu lastakse segajast kottidesse või vagonettidesse.

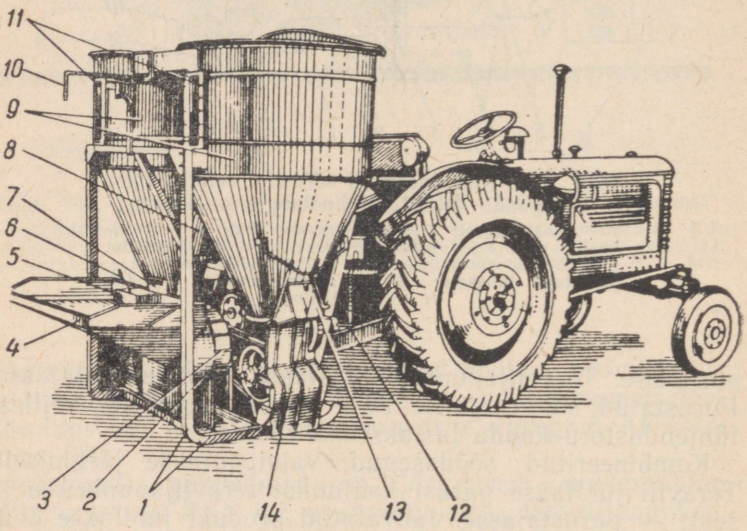
Jahvatamisele mittekuuluvad söödad juhitakse kaalukühvlilt kohe segistisse ilma purustajat läbimata.

Agregaadi tootlikkus kolmest komponendist (heina-, odra- ja kaerajahust) kombineeritud sööda valmistamisel, kui purustaja töötab sõelaga, millie aukude läbimõõt on 3 mm, on 200 kg/h, töötamisel 8 mm sõelaga — 650 kg/h. Masina tootlikkus jahvatatud söötade kasutamisel on 1200 kg/h.

Agregaat käitatakse kahe elektrimootoriga. Ühte elektri-

mootorit, mille võimsus on 2,8 kW, kasutatakse agregaadi segamisteo ja transpordiseadmete käitamiseks, teine — võimsusega 10 kW — on asetatud söödapurustajale ДКУ-1,2.

Rippagregaat АКН-1. Söötade valmistamiseks mitte-elektrifitseeritud majandites võib kasutada rippagregaate



Joon. 151. Rippagregaat АКН-1:

1 — raam; *2* — purustaja; *3* — ventilaator; *4* — toitekolu; *5* — toitekolu suue; *6* — käepide teravilja etteandmise reguleerimiseks; *7* — siiber; *8* — toru; *9* — segajad; *10* — torustiku siibri käepide; *11* — segajate aknad; *12* — käepide segaja töösse lülitamiseks; *13* — segaja tühjendustoru; *14* — tühjendustoru siibri käepide

АКН-1 (joon. 151). Agregaat riputatakse traktorile ДТ-24 või «Belaruss» ja käitatakse jõuvõtuvõllilt või elektrimootoriga.

Agregaat koosneb vasarpurustajast, kahest segamisteost, purustaja ventilaatorit segistitega ühendavast torust, filtreerivate käistega tolmupüüdjast, ajammehhanismist ja raamist koos traktorile riputamise seadmega.

Agregaadi АКН-1 segistid on konstruktsioonilt analoogilised agregaadile АКК-1,2 monteeritud segistitega. Mõ-

lemad segistid koosnevad punkrist, millesse on asetatud vertikaalselt segamistigu. Tigu käitatakse punkri põhja külge kinnitatud reduktori abil.

Jahvatamiseks ettenähtud sööt juhitakse purustuskambrisse, kust peale jahvatamist suunatakse ventilaatoriga toru abil ühte segistisse. Pärast segisti täitmist ettenähtud komponentidega lülitatakse siiber ümber ja söödad juhitakse teise segistisse. Segisti täitumisel lülitatakse tigu töösse ja 4—5 minuti pärast laaditakse segu tühjendustoru kaudu kottidesse. Segu väljalaadimisel peab tigu töötama.

Agregaadi tootlikkus jahvatamisel ja segamisel on 0,7—1,6 t/h.

Käesoleval ajal on levinud rippagregaadid АКН-1М, mille tehnoloogiline skeem vastab eespool kirjeldatud agregaadile АКК-1,2. Masin käitatakse traktori jõuvõtuvõllilt või elektrimootoriga (statsionaarsel töötamisel), mille võimsus on 10—12 kW.

Uute söötade ettevalmistamise masinate komplekti kuuluvad ka mehhaniseeritud punkrid АБ-3,5, mida kasutatakse kombineeritud ja jõusöötade hoidmiseks ning väljaandmiseks. Punkrid kujutavad endast sektsiooni, mis koosneb kolmest eraldatud ruumist, üldmahuga 5 m^3, ülemise jagamis- ja alumise väljalaadimisteoga elevaatorist ning alumise teo väljumisava kohale asetatud detsimaalkaalust koos kühviga. Elevaator ja teod käitatakse 1,7 kW elektrimootoriga. Punkrit koos purustajaga ДКУ-М on sobiv kasutada söödateraviljaladudes.

§ 74. Söödatöötlemistsehhide ja -osakondade projekteerimise alused

Projekti väljatöötamisele eelneb alati üksikasjalik majandi või farmi tehnilis-ökonoomiline uurimine.

Uurimisel tuleb kindlaks teha järgmised andmed:

karja koosseis ja struktuur, arvestades selle lähemate aastate arendamisplaani;

loomade ja lindude pidamise viis aastaaegade järgi;

majandile kuuluva maa topograafiline kaart üksikasjaliku ehitiste ja teede pealekandmisega;

ehitiste asetuse plaan farmides;

kasutatavate söötade iseloomustus ja hulk, arvestades söödabaasi arendamist lähemate aastate jooksul;

erinevatel aastaaegadel kasutatavad söödaratsioonid ja erinevate loomagruppide söötmise kord;

elektrienergia olukord;

kasutatavad kütuse liigid ja selle maksumus;

veevarustusallikad, kanalisatsioonivee ärajuhtimise võimalused;

söötade töötlemise viisid ja tehnilised vahendid.

Kogutud andmete alusel määratakse kindlaks söödatsehhi või söödatöötlemisosakonna ööpäevane tootlikkus kõige pingelisema aastaaja kohta, koostatakse söötade ettevalmistamise tehnoloogiline skeem ja valitakse vajalik sisseseade. Edasi määratakse kindlaks tööjõu, auru, elektrienergia, vee ja kütuse vajadus. Lõpuks tuleb anda vastuvõetud variandi majanduslik põhjendus.

Söödatsehhi või söödatöötlemisosakonna ööpäevane tootlikkus määratakse valemiga:

$$G = g_1 + g_2 + \ldots + g_n \text{ t/ööpäevas}, \qquad (75)$$

kus $g_1, g_2 \ldots g_n$ — ööpäevased söödahulgad, mis kuuluvad töötlemisele, t.

Ööpäevased söödahulgad määratakse võrdustest:

$$g_1 = m_1 a_1 + m_2 a_2 + \ldots + m_k a_k \text{ t/ööpäevas};$$
$$g_2 = m_1 a'_1 + m_2 a'_2 + \ldots + m_k a'_k \text{ t/ööpäevas};$$
$$g_n = m_1 a_1^n + \ldots + m_k a_k^n \text{ t/ööpäevas},$$

kus $m_1, m_2 \ldots m_k$ — loomade arv loomagruppide järgi;
$a_1, a_2 \ldots a_k$ — ööpäeva jooksul söötmiseks ettenähtud üksikute söödaliikide kaal.

Söötade töötlemise masinate tootlikkus sõltub tunduval määral söötmise viisist ja vastuvõetud päevakorrast farmis. Kõige väiksem seadmete tunnitootlikkus on loomade iseteenindaval söötmisel kuivade söötadega ja siloga. Kuiva sööta võib valmistada tagavaraks ja hoida valmis kujul mõned päevad.

Aurutatud juur- ja mugulvilja sisaldava söödasegu valmistamine suuremas koguses kui seda on tarvis üheks söötmiseks, on keelatud, sest seismisel võib sööt rikneda.

Söödakulu arvestamiseks ööpäeva tundide järgi on kõige lihtsam koostada graafik (söödaliikide järgi).

Sisseseade valimiseks tuleb määrata kindlaks söötade

töötlemise viisid ja töödeldava sööda tehnilised tingimused. Seejuures tuleb töötlemise tagajärjel saavutatud sööda toiteväärtuse suurenemine kõrvutada tehnoloogilisteks protsessideks vajalike tööjõu ja vahendite kulutustega.

Kalleid ja väheefektiivseid söötade töötlemise viise, nagu jõusöötade suhkrustamist, pärmistamist jt. tuleb kasutada ainult erandjuhtudel. Põhuhekslite aurutamine tuleb võimaluse korral asendada sileerimisega segus peenestatud mahlakate söötadega või pikikiudu purustatud põhuhekslitega, mis on ühtlasi segatud heinaga.

Vastavalt majanduslikult põhjendatud söötade töötlemise viisidele töötatakse välja tööoperatsioonide tehnoloogilised skeemid ja määratakse kindlaks põhi- ning abiseadmed.

Joonisel 152 on esitatud kõige sagedamini kasutatavad söötade töötlemise skeemid. Tehnoloogilist skeemi (joon. 152, *a*) võib soovitada veisefarmidele, kus söödana ei kasutata silo. Neil juhtudel on söödaköögi seadmeks pesija-juurviljalõikaja MPK-5,0, mis on varustatud transportööriga CT-2.

Tehnoloogiline skeem (joon. 152, *b*) võimaldab töödelda juurvilja veistele ja valmistada mitmesuguseid söödasegusid sigadele ning lindudele. Sellist skeemi soovitatakse komplekssetele loomakasvatusfarmidele.

Tehnoloogiline skeem (joon. 152, *c*) on ette nähtud teravilja jahvatamiseks ja mitmesuguste söödasegude saamiseks. Vajaduse korral võib jõusöödasegudele lisada vett ja aurutada.

Ühes ja samas segajas on võimalik kartulit aurutada ja pudrustada. Selline tehnoloogiline skeem on soovitatav suurtele seakasvatusmajanditele.

Väikestes majandites on jõusöötade töötlemine lihtne agregaadiga AKH-1,2.

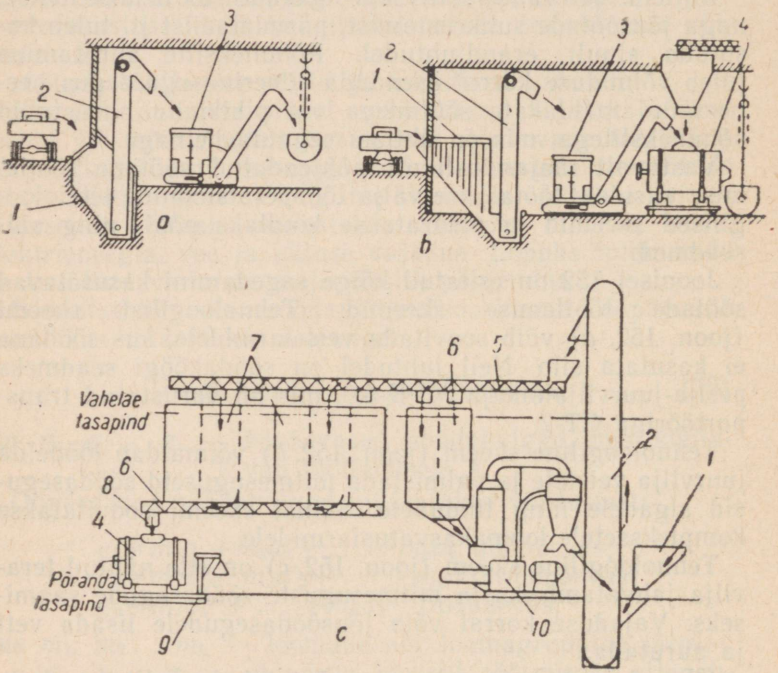
Toidujäätmete töötlemise tehnoloogiline skeem (joon. 146), kus kasutatakse aurutit-segistit M3-2, on levinud laialdaselt linnalähedastes seafarmides.

Tabelis 28 on esitatud söödatöötlemisosakondade ja -tsehhide jaoks mitmesuguste seadmete komplektide sobivamad variandid ja tööjõukulu 1 t töödeldava sööda kohta.

Esitatud variandid ei määra söötade töötlemise tehnoloogilisi protsesse kindlaks lõplikult. Igal konkreetsel juhul on lubatud kõrvalekaldumised, kui need arvestavad

söödaratsiooni iseärasusi ja on seotud töödeldavate söötade maksumuse vähenemisega.

Peale tehnoloogiliste skeemide lõplikku kindlaksmääramist koostatakse söötade tunnikulu graafiku alusel masinate ööpäevane koormusgraafik.



Joon. 152. Söötade töötlemise tehnoloogilised skeemid:

a — veisefarmi söödatöötlemisosakond; *b* — kompleksfarmide söödatöötlemisosakond; *c* — suurte seakasvatusfarmide söödatsehh; *1* — vastuvõtupunker; *2* — elevaator HB-4; *3* — pesija-juurviljalõikaja MPK-5,0; *4* — auruti-segisti ЗСК-1; *5* — tigu; *6* — teraviljapunker; *7* — jahvatatud söötade punker; *8* — magnetaparaat; *9* — kaal; *10* — universaalne söödapurustaja ДКУ-1,2

Juur- ja mugulviljade ning segude, samuti ka aurutatud juur- ja mugulviljade töötlemise masinad võivad töötada ainult söötade väljajagamise ajal ja üks tund enne väljajagamist. Jõusöötade töötlemise masinaid tuleb kasutada ajal, mis on kõige sobivam tööjõu ühtlaseks koormamiseks.

Söötade töötlemise masinate näitlikud komplektid

Jrk. nr.	Seadmete nimetus	Arv	Keskmine tootlikkus t/h	Elektrimootori iseloomustus			Teenindava personali arv	Tööjõu kulu 1 t sööda kohta inimtundides	Kasutamise piirkond
				tüüp	võimsus kW	pöörete arv minutis			
I	1. Transportöör TK-0	1	kuni 40	AO—41—4	1,7	1 420	1	0,5	Veisefarm, 400-pealine
	2. Juurviljapesija-lõikaja MPK-5,0 . .	1	kuni 5,0	AO—42—4	2,8	1 420			
II	1. Transportöör TK-0	1	kuni 40	AO—41—4	1,7	1 420			Seafarm, 50—100 põhiemisega ühes põrsastega
	2. Juurviljapesija-lõikaja MPK-5,0 . .	1	kuni 5,0	AO—42—4	2,8	1 420	1—2	1,5	
	3. Söödaauruti-segisti	2	0,3—1,0	AO—42—4	2,8	1 420			
	4. Aurukatel KB-200	1	—	—	—	—	—	—	
	5. Põhu-silolõikaja РСБ-3,5	1	3,0	AO—51—4	4,5	1 420			
III	1. Transportöör TK-0	1	kuni 40	AO—41—4	1,7	1 420			
	2. Juurviljapesija-lõikaja MPK-5,0 . .	1	kuni 5,0	AO—42—4	2,8	1 420	2—3	1,0	Nuumseafarm, 2,5—3 tuhande pealine
	3. Keetmiskatel МЗ	3	1,0	AO—54—4	4,5	1 420			

Jrk. nr.	Seadmete nimetus	Arv	Keskmine tootlikkus t/h	Elektrimootori iseloomustus			Teenindava personali arv	Tööjõu kulu 1 t sööda kohta inimtund.des	Kasutamise piirkond
				tüüp	võimsus kW	pöörete arv minutis			
	4. Aurukatel	1	500 kg						
	5. Veesoojendi . . .	2	250 kg						
	6. Põhu-silolõikaja РСБ-3,5	1	vett 3,0 rohtu	АО—51—4	4,5	1420			
IV	1. Jõusööda agregaat АКН-1М	0,1							
	2. Kaalud, kandejõuga 500 kg	1	0,8	АО—62—4	10,0	1460	2	3,2	Teraviljaladu
V	1. Elevaator НВ-4 . .	1	kuni 4 0	АО--41—4	1,7	1420			Komplekssed veisefarmid. 200—400-pealised ja seafarmid
	2. Tigu ТШК-200 . .	20 m	kuni 6,0	АО—41—4	1,7	1420		2,1	
	3. Magnetaparaat . .	1	—	—	—	—	2	—	
	4. Universaalne söödapurustaja ДКУ-М	1	0,3—0,1	АО—62—4	10,0	1460			
	5. Söödaauruti-segisti	1	1,0	АО—42—4	2,8	1420			100 ja rohkem põhiemisega ühes põrsastega
	6. Platvormkaalud . .	1:5—1	—	—	—	—	—	—	
	7. Punkrid	4—6	—	—	—	—	—	—	

Iga masina vajalik tunnitootlikkus leitakse valemiga:

$$G_t = \frac{G_{ööp}}{T} \text{ kg/h}, \quad (76)$$

kus T — masina võimalik töötundide arv ööpäevas;
$G_{ööp}$ — ööpäevane sööda vajadus kg.

Kui tööstuse poolt toodetud masina tootlikkus osutub väiksemaks nõutavast, siis paigaldatakse kaks, aga mõnikord ka kolm ühesugust masinat.

Abisisseseade — salved, punkrid ja transpordimehhanismid — määratakse kindlaks igal konkreetsel juhul eraldi, lähtudes vastuvõetud tehnoloogilisest protsessist.

Jõusöötade töötlemise osakonnas ehitatakse jahvatatud produktide ja valmissegude jaoks salved. Juur- ja mugulviljade töötlemise osakonnas ehitatakse salved ainult üne ööpäevase tagavara hoidmiseks. Selliste salvede või punkrite mahu määramisel jõusöötade osakonnas lähtutakse autode tühjakslaadimise ja sööda juurdeveo võimalustest.

Punkrite maht produktide hoidmiseks söödatsehhis määratakse valemiga:

$$V_p = \frac{K \cdot G_{ööp}}{\gamma\beta} \text{ m}^3, \quad (77)$$

kus $G_{ööp}$ — üht või teist liiki sööda ööpäevane tarvidus t;
K — sööda tagavara tegur, jahvatamata sööda jaoks võetakse 1, jahvatatud sööda ja segude jaoks 2—3;
γ — sööda mahukaal t/m³, määratakse tabeli 29 järgi;
β — punkri täitetegur, võetakse teraviljasöötadele 0,85—0,90, jahusöötadele 0,80—0,85.

Punkrite arv peab vastama kasutatavate söödaliikide arvule. Elevaatorite, tigude ja teiste transpordivahendite valikut ja arvutusmeetodeid vaadeldakse järgmises peatükis.

Söödatsehhide ja -köökide (-osakondade) pindala määramiseks koostatakse seadmete paigutamise plaan, kusjuures on arvestatud tehnoloogilisi iseärasusi ja kehtivaid ohutustehnika ning töökaitse eeskirju.

Esialgseteks arvutusteks võib kasutada järgmist valemit:

$$F = K\Sigma f \text{ m}^2, \quad (78)$$

kus Σf — seadmete alla kuuluv pindalade summa (arvutatakse seadmete gabariitmõõtmete järgi);

K — tegur, mis määrab hoone põranda pindala töökohtade, läbikäikude ja abiruumide jaoks; võetakse 2—3.

Elektrienergia kulu määratakse ööpäevase koormusgraafiku koostamise teel. Auru ja kütuse kulu söötade termiliseks töötlemiseks määratakse metoodika järgi, mis on esitatud § 70. Söötade termilise töötlemise maksumuse vähendamiseks tuleb kasutada lokomobiilide ja teiste aurujõuseadmete töötanud auru.

Uute söödatsehhide ja söödatöötlemisosakondade ehitamisel on soovitav projekteerimis-eelarveliste tööde lihtsustamiseks kasutada tüüpprojekte, mis on välja töötatud spetsiaalsete projekteerimisorganisatsioonide ja teadusliku uurimise asutuste poolt.

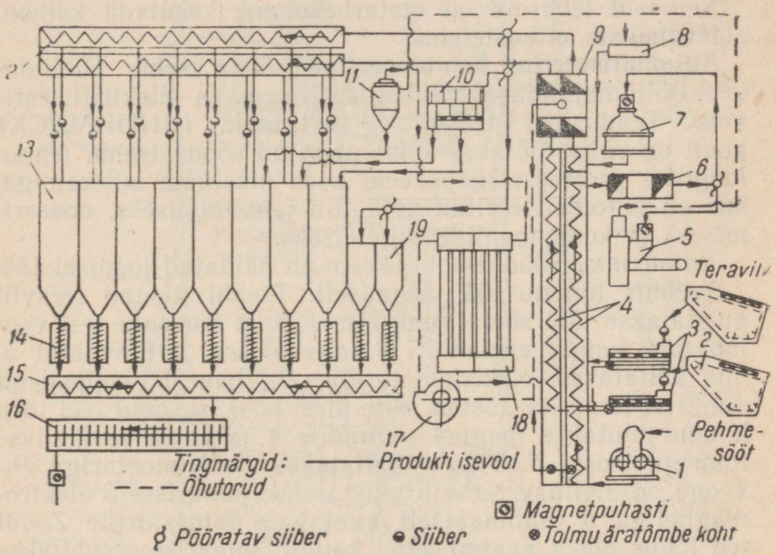
Tüüpprojekt-eelarveline dokumentatsioon koosneb seletuskirjast, eelarvest ja jooniste komplektist, mis on tarvilikud ehitustöödel, seadmete montaažil, jõu- ja valgustusvõrgu, veetorustiku, küttesüsteemi ja kanalisatsiooni rajamisel.

§ 75. Väiksegabariidiline kombineeritud sööda tehas МУКЗ-35 ja automatiseeritud söödatsehh

Väiksegabariidiline universaalne kombineeritud sööda tehas МУКЗ-35. Seoses kuivade kombineeritud söötade osatähtsuse suurenemisega loomade söödaratsioonis, mis võimaldab laialdaselt kasutada automaatsöötjaid, on suurt huvi äratanud väikese universaalse kombikormi tehase МУКЗ-35 projekt, tootlikkusega 35 t ööpäevas (joon. 153). Tehases on ette nähtud kaks paralleelselt töötavat tehnoloogilist liini: üks on söötade jaoks, mis kuuluvad peenestamisele (teravili, õlikoogid) ja teine pehmete söötade jaoks, mis antakse punkrisse ilma eelneva purustamiseta (kliid, jahu, sool).

Teravili antakse vastuvõtupunkrist sõelakasti, kus sõelutakse, puhastatakse lisanditest ja juhitakse alumisse teosse *4*, mis viib vilja elevaatorisse *6*. Viimasest suunatakse teravili vasarpurustajasse *7* ja sealt edasi alumisse teosse, mis annab teravilja paariselevaatorisse *9*, edasi ülemisse teosse, mis jaotab vilja punkritesse *13*.

Lindude jaoks töödeldav sööt antakse kestade eraldamiseks lattkoorijasse *10*. Lattkoorija on paigaldatud selliselt, et teravili ja jahu puistatakse ühte punkrisse, kestad aga teise. Pehmed söödad juhitakse vastuvõtupunkrist sõelakasti, sõelutakse, puhastatakse lisanditest ja alumise



Joon. 153. Agregaadi МУКЗ-35 tehnoloogilise protsessi skeem:
1 — õlikookide ja maisi purustaja; *2* — vastuvõtupunker; *3* — raputaja; *4* — alumised teod; *5* — purustaja ДКУ-М; *6* — elevaator; *7* — vasarpurustaja; *8* — punker; *9* — paariselevaator; *10* — lattkoorija; *11* — tsüklon; *12* — ülemised teod; *13* — punkrid; *14* — dosaatorid; *15* — tigu-koguja; *16* — segaja; *17* — ventilaator; *18* — tolmupüüdja; *19* — väikesed punkrid

teo, elevaatori *9* ning ülemise jagamisteo *12* abil laaditakse punkrisse *13*. Õlikoogid ja mais purustatakse eelnevalt õlikoogipurustajas *1* ning juhitakse lõplikuks peenestamiseks teoga *4* ning elevaatoriga *6* vasarpurustajasse *7*. Jahvatatud sööt jaotatakse punkritesse. Sool ja kriit laaditakse vastuvõtupunkrist *8* teo *4* ja elevaatori *9* abil väikestesse punkritesse *19*.

Universaalset purustajat ДКУ-М kasutatakse heinajahu saamiseks, mis õhutoru kaudu antakse tsüklonisse *11* ja edasi ühte punkritest *13*. Punkritest suunatakse sööt dosaatorite *14* ja kogujateo *15* abil segistisse *16*. Segistist läheb valmissööt magnetaparaadi kaudu valmissöötade lattu.

Tehas on kompaktne ja võrdlemisi lihtsa ehitusega, mehhanismid käitatakse 12 elektrimootoriga, millede koguvõimsus on 45 kW.

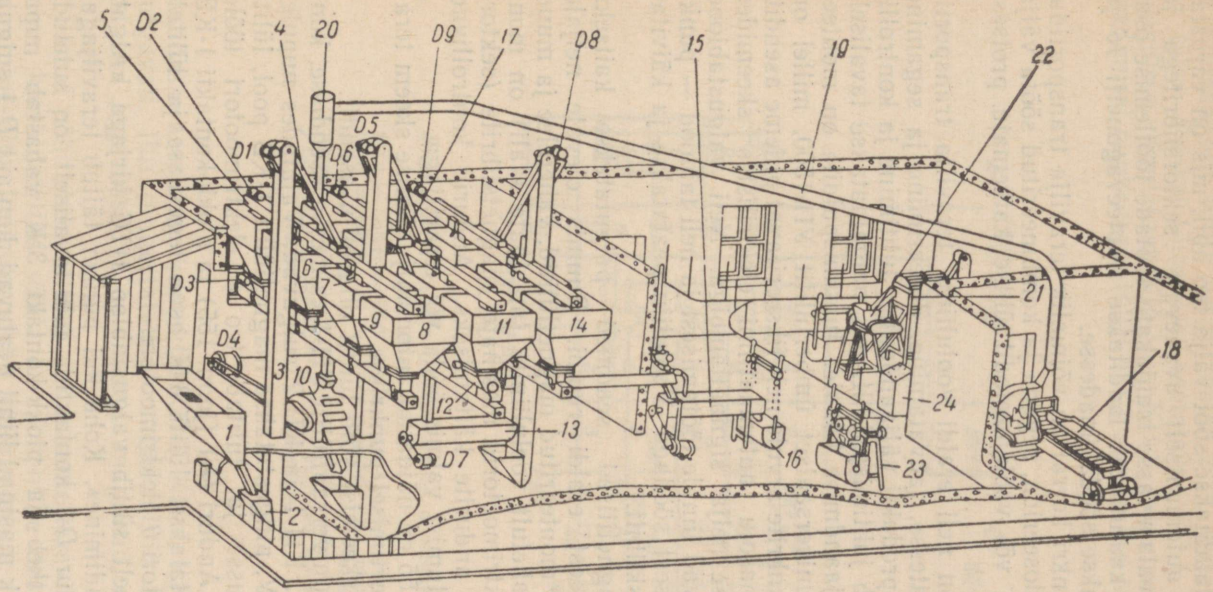
Selliseid tehaseid on otstarbekohane kasutada kolhoosidevaheliste ettevõtetena.

Automatiseeritud kombineeritud sööda tsehh. Üleliidulise Põllumajanduse Mehhaniseerimise ja Elektrifitseerimise Teadusliku Uurimise Instituudi (ВНИИМЭСХ) poolt on välja töötatud kombineeritud sööda tsehhi tehnoloogilise protsessi tüüpskeem koos masinate süsteemiga, kus on automatiseeritud vooluliin jahvatamiseks, doseerimiseks ja komponentide segamiseks.

Automaatse söödatsehhi skeem on näidatud joonisel 154.

Tsehhis toimub töö järgmiselt. Tsehhi toodud teravili puistatakse läbi sõela punkrisse *1*, kust isevoolu teel voolab toru kaudu elevaatori *3* toitekolusse *2*. Elevaator *3*, mis käitatakse elektrimootoriga D_1, haarab koppadega punkrist teravilja, tõstab selle üles, kust isevoolu teel toru kaudu juhitakse magnetaparaadile *4* ja edasi reversiivse toimega teosse *5*. Tigu *5* käitatakse elektrimootoriga D_2. Teoga edasiviidav teravili puistatakse punkrisse *8* elektromagnetiga *6* automaatselt avatavate lamesiibrite *7* või teo lõpus oleva avatud akna kaudu. Punkrist *8* juhitakse teravili automaatselt avanevate sektorsiibrite *9* abil teosse, mis annab selle peenestamiseks purustajasse *10*. Tigu käitatakse elektrimootoriga D_3, purustaja aga rihmülekande kaudu elektrimootoriga D_4. Teravilja peenestamisel saadud jahu läheb elektrimootoriga D_5 käitatava elevaatori kolusse. Elevaator viib jahu üles, kust see isevoolu teel suundub toru kaudu magnetaparaadile ja edasi jaotuskolusse *17* või reversiivteosse, mis jagab selle punkritesse *11*. Reversiivtigu käitatakse elektrimootoriga D_6. Jõusöötade segu valmistatakse pideva toimega dosaatoritest *12* ja antakse teoga segistisse *13*, kus hoolikalt segatakse.

Segajast *13* suunatakse kombineeritud sööt järgmise elevaatori kolusse, kust läheb edasi magnetaparaati ja pärast seda jaotatakse reversiivteoga punkritesse *14*. Vastavalt



Joon. 154. Kombineeritud söötade tsehhi skeem:

1 — vastuvõtupunker; *2* — elevaatori toitekolu; *3* — elevaator; *4* — magnetaparaat; *5* — tigu; *6* — elektromagnet; *7* — lamesiiber; *8* — teraviljapunker; *9* — sektorsiiber; *10* — purustaja; *11* — jahupunker; *12* — dosaator; *13* — segaja; *14* — kombineeritud sööda punker; *15* — segaja; *16* — vagonett; *17* — jaotuskolu; *18* — purustaja; *19* — toru; *20* — tsüklon; *21* — juurviljapesija; *22* — juurviljalõikaja; *23* — peenestaja; *24* — juhtimispult, D_1—D_9 — elektrimootorid

vajadusele laaditakse sööt välja teo abil, mis on varustatud nelja automaatselt avanevate sektorsiibritega ja antakse kõrvalasuvasse mahlakate söötade töötlemise osakonda, kus kaalutakse, laaditakse rippteevagonetti *16* ja transporditakse söödakünadesse.

Mitme punkri korral on võimalik teravilja transportida, jahvatada, doseerida, segada ja kombineeritud sööta välja anda eraldi või voolumeetodil ühtse katkematu protsessina.

Tsehhis on neli eraldi vooluliini: teravilja transportimine punkritesse, jahvatamine, doseerimine ja segamine ning valmisprodukti väljaandmine. Juhtimine ja kontrollimine toimub juhtimispuldilt, mis paigaldatakse tavaliselt söötade väljaandmise kohale. Juhtimispuldile on monteeritud neli universaalset ümberlülitit УП-1500, millel on vastavalt punkrite arvule neli fikseeritavat pideme asendit. Pinge olemasolu automaatliini elektrilistes skeemides kontrollitakse nelja signaallambiga. Neli valgustablood signaliseerivad liinide töötamisest ja neli tablood — punkrite täitumisest söödaga. Vooluliin peatatakse ja käivitatakse lülituskilbilt.

Elektromagnetilised seadmed paigutatakse kaitseks jahutolmu eest eraldi ruumi. Ruumis olevale neljale paneelile on monteeritud magnetlülitid, vaherelee ja muud seadmed. Vahetult vooluliinile (masinate saali) on monteeritud elektrimootorid masinate, magnetsiibrite (sektorsiibrite) ja andurite käitamiseks. Andurid kontrollivad punkrite täitumist valmissööda või teraviljaga.

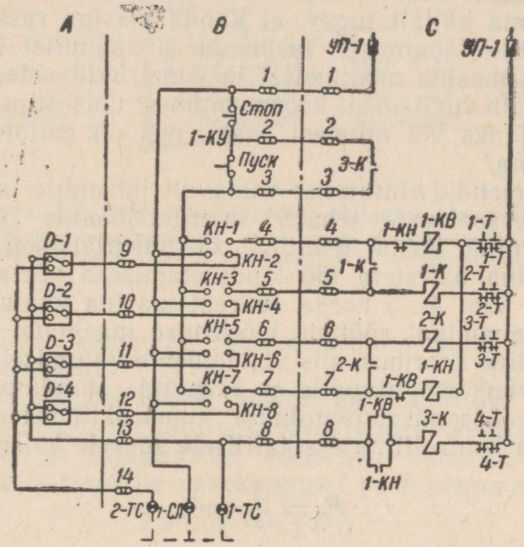
Joonisel 155 on näidatud automaatjuhtimise skeem teravilja transportimisel punkrisse.

Sõltuvalt skeemist võib lülitil olla mitu asendit.

Asetades universaallüliti УП-1 esimesse asendisse, kontaktid УП-1, КН-1 ja КН-2 sulguvad. Vajutades nupule, «Пуск» 1-КУ, pingestatakse magnetlüliti 1-КВ pool, lüliti asub tegevusse ja lülitab teo *5* elektrimootori tööle (joon. 154). Anduri *D*-1 (joon. 155) ja plokk-kontakti 1-КВ ahel pingestatakse, lüliti 3-К asub tegevusse ja lülitab sisse elevaatori *3* elektrimootori.

Samaaegselt süttib valgustabloo 1-ТС kirjaga «Algab teravilja laadimine». Kohe kui punker täitub teraviljaga, lahutab andur *D*-1 kontaktid, mis tavaliselt on suletud, toiteahel katkeb ja plokk-kontakt 3-К vabastab nupu «Пуск». Kõik masinad liinil peatuvad, kontakt *D*-1 sulgub

ja samaaegselt süttib valgustabloo 2-TC kirjaga «Punker on täis». Punkri täitumisel asetatakse УП-1 neljandasse asendisse. Kontaktid КН-7 ja КН-8 sulguvad. Teravilja laadimisel punkritesse lüliti УП-1 asetatakse teise või kol-



Joon. 155. Teravilja transportimise automaatjuhtimise skeem:

УП-1 — universaallüliti; КН-1 — КН-8 — universaallüliti kontaktid; D-1 — D-4 — andurid; 1-КУ juhtimisnupud «Käik» ja «Seis»; 1-ТС, 2-ТС — valgustablood; 1СЛ — signaallamp; 1КВ, 1-К, 2-К, 1-КН, 3-К — magnetlülitite poolid vastavate kontaktidega; 1-Т — 4-Т — soojusrelee

mandasse asendisse, kontaktid КН-3, КН-4, КН-5 ja КН-6 sulguvad, liin pingestatakse, magnetlülitid 1-К ja 2-К astuvad tegevusse ja käivitavad magnetid, mis avavad siibrid.

Samal põhimõttel toimub automaatne teravilja jahvatamine, kombineeritud sööda komponentide doseerimine ja segamine ning valmisprodukti väljaandmine.

SÖÖTADE TÖÖTLEMISE MASINATE MONTAAŽ JA EKSPLUATATSIOON

§ 76. Vundamentide ehitamine ja masinate montaaž

Vundament ehitatakse masinate paigaldamiseks ning ta peab olema küllalt tugev. et kanda masina raskust ning vastu võtta töötamisel tekkivaid dünaamilisi koormusi. Sõltuvalt masina mõõtmetest ja konstruktiivsetest iseärasustest võib vundament koosneda ühest ühisest osast, kogu masina jaoks või mitmest osast, mis on ehitatud eraldi kandjatena.

Vundamendid ehitatakse vastavalt juhendite ja masinatega kaasasolevate tehaste instruktsioonide järgi. Kui vundamentide kohta tehniline dokumentatsioon puudub, siis masina häireteta töö kindlustamiseks võetakse vundamendi kaal 4—5 korda suurem masina kaalust.

Kuna enamikul söötade töötlemise masinatel on väike dünaamiline koormus, siis vundamente vajumisele, tihedusele ja võnkeamplituudile ei arvutata. Vundamendialuse pindala määramisel lähtutakse konstruktiivsetest kaalutlustest ja kontrollitakse staatilisele survele valemiga:

$$F_v = \frac{G}{\sigma} \text{ cm}^2, \qquad (79)$$

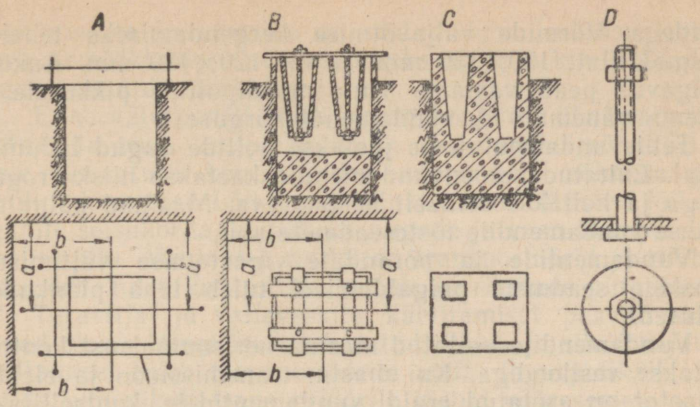
kus G — vundamendi ja masina üldkaal kg;
σ — lubatud surve, võetakse nõrkade niiskete pinnaste jaoks 1,1—1,2 kg/cm², keskmise kõvadusega pinnaste jaoks 1,5—3,5 kg/cm².

Vundamentide kõrguse määramisel lähtutakse samuti konstruktiivsetest kaalutlustest ja kontrollitakse valemiga:

$$h = \frac{G_v \cdot 1\,000}{F_v \gamma} \text{ cm}^2, \qquad (80)$$

kus G_v — vundamendi kaal kg;
γ — vundamendi erikaal; võetakse tellistest vundamendi jaoks 1,5 g/cm³, telliskivipurust betooni jaoks 1,8 g/cm³, kruusbetooni jaoks 2,2 g/cm³.

Vastavalt projektile märgitakse enne vundamendi ehitamist telgjooned ja määratakse tema kaugus seintest.



Joon. 156. Betoonvundamentide ehitamise skeemid:
A — vundamendiaugu märkimine; *B* — poltide jaoks šablooni asetamine; *C* — vundament peale valamise lõpetamist; *D* — vundamendipolt seibiga

Vibratsiooni vähendamiseks ei seostata vundamenti ehituse elementidega.

Kui masinat käitatakse eraldi vundamendile asetatud elektrimootoriga, on tähtis, et keskjooned oleksid täpselt paralleelsed ja rihmarattad asetseksid ühes tasapinnas. Rihmarataste tsentrite vahekaugus l peab olema vähemalt

$$l \geqslant 1{,}5\ (D_1 + D_2),$$

kus D_1 ja D_2 — vedava ja veetava rihmaratta läbimõõdud.

Keskjooned märgitakse kahe vaia külge pinguli tõmmatud peene traadi või nööri abil (joon. 156). Pärast vundamendi kesk- ja kontuurjoonte märkimist kaevatakse vajaliku sügavusega vundamendiauk. Augu põhi tasandatakse ilma pinnast segamata.

Vundamendi materjaliks kasutatakse telliseid, loodus-likke kive ja betooni, mille mahulıne koostis on üks osa tsementi, kolm osa puhast kvartsliiva ja üheksa osa killustikku või kruusa. Kõige paremad on betoonvundamendid.

Tellisvundamendid laotakse tsemendisegul, mis koosneb ühest osast tsemendist ja kolmest osast kvartsliivast. Algul laotakse tellised või valatakse betoon kuni vundamendipoltide alumiste otste tasapinnani, pärast seda märgitakse vundamendipoltide augud šablooni järgi.

Betoonvundamentidesse tehakse poltide augud puitvor-

midega. Vormide väljavõtmise kergendamiseks tehakse augud ülalt 130×130 mm, ja alt 120×120 mm. Aukude sügavus peab vastama vundamendipoltide pikkusele ja olema vähemalt $^2/_3$ vundamendi kõrgusest.

Tellisvundamentidesse jäetakse poltide augud ladumise ajal. Ehitatud betoonvundamendid kaetakse niiske roguskiga ja hoitakse selliselt 6—8 päeva. Masinad paigaldatakse vundamendile tõsteseadmete abil.

Vundamentide ja põrandate vigastamise vältimiseks raskete seadmete paigaldamisel tuleb teha plankudest alused.

Vundamendile asetatud masina horisontaalsust kontrollitakse vesiloodiga. Kui masin, transmissioon ja elektrimootor on asetatud eraldi vundamentidele, kontrollitakse nende rihmarataste võllide paralleelsust. Pärast seda keeratakse mutrid vundamendipoltidele ja täidetakse augud tsemendiseguga. Kui segu on kivistunud, kontrollitakse veel kord paigalduse õigsust ja kinnitatakse mutrid lõplikult.

Betoonpõrandale asetatakse söödatöötlemise agregaadid, universaalne söödapurustaja ДКУ-1,2 koos ühisele raamile monteeritud elektrimootoriga, juurviljapesija-lõikaja МРК-5 ja mõned teised masinad.

Ajutisel paigaldamisel kinnitatakse masinad vahel ka puitvundamentidele. Viimane kujutab endast 150×150 mm prussidest raami, mis on kinnitatud kuni 1 m sügavusele maasse löödud neljale vaiale.

§ 77. Montaažitööde organiseerimine ja söötade töötlemise masinate ekspluatatsioon

Montaažitööd sõltuvad seadmete paigutusest, ja nende kohta tuleb välja töötada plaan-graafik, milles on näidatud tööde maht, nende alustamise ja lõpetamise aeg, ning vajalik tööliste arv. Montaaži tähtaegade lühendamiseks koostatakse graafik selliselt, et oleks ette nähtud võimalikult rohkem mitmesuguseid paralleelselt läbiviidavaid töid. Näiteks võib vundamentide ehitamise ja seadmete montaažiga üheaegselt teha veetorustiku, elektrivõrgu ja küttesüsteemi montaaži. Täiendavaid ehitustöid (viimistlustöid) tehakse montaažitööde ajal või pärast nende lõpetamist.

Iga masina kasutamine on seotud oma iseärasustega. Masinate töökindluse pikendamiseks on vaja kinni pidada järgmistest üldeeskirjadest.

1. Enne käivitamist tuleb masin hoolikalt üle vaadata, kontrollida tema komplektsust ja töölepaneku võimalust. Peale ülevaatuse kontrollitakse tähtsamate sõlmede ja detailide kinnitust. Lõikamismasinatel kontrollitakse lõikeorganite seisukorda, samuti ka nugade ja vastulõikeplaadi vahelist pilu. Masinatel, millel on transportöörid ja rihmülekanded, tuleb kontrollida kettide ja rihmade pingutust.

2. Teravilja- ja valtsveskite käivitamisel peavad tööpinnad olema teineteisest lahutatud. Põhu- ja silolõikajate käivitamisel tuleb transportöörile anda tagurpidikäik, et vältida juhuslikult transportöörile jäetud võõresemete sattumist masina tööorganite ette.

Esimese 5—10 minuti jooksul lastakse masinal töötada tühikäigul ja kuulatakse hoolikalt tema töötamist. Kui mingisuguseid vigu ei avastata, minnakse üle koormusega töötamisele.

3. Tööprotsessis tuleb hoolikalt reguleerida produkti etteandmist. Ei ole lubatud ülekoormustest tingitud pöörete arvu vähenemist. Veskitesse ja purustajatesse puistesöötade ning pesijatesse juur- ja mugulvilja etteandmist reguleeritakse töötamise ajal toitekolu siibriga. Koresöötade ja haljasmassi etteandmist reguleeritakse transportööri ja toitevaltside kiiruse muutmisega.

Vasarpurustajates reguleeritakse söötade jahvatusastet vahetatavate sõeltega, teravilja- ja valtsveskites aga tööorganite vahekauguse muutmisega. Tööprotsessis tuleb perioodiliselt kontrollida laagrite kuumenemist ja kuulata mehhanismide töötamist. Laagrite kuumenemisel või kõrvalise müra tekkimisel tuleb masin kohe peatada ja viga kõrvaldada.

4. Masin peatatakse alles pärast etteandmise lõpetamist ja tööorganite täielikku puhastumist produktist. Pärast peatamist masin puhastatakse ja tehakse korda edaspidiseks töötamiseks. Pesemiskünadest lastakse vesi välja. Aurutustünnid, purustajad ja segistid, rennid ja teised kiirestiriknevate produktidega kokkupuutuvad masinaosad tuleb hoolikalt puhtaks pesta. Põhu-silolõikajates pärast seiskamist vaadatakse üle noad ja tavaliselt teritatakse iga 20—30 töötunni järel.

Masinate häireteta tööks on otsustava tähtsusega plaa-

nilis-ennetavate tehniliste hooldamiste ja remontide süsteemi rakendamine. Selle süsteemi olemus seisab selles, et ettenähtud aja äratöötanud masinale tehakse kohustuslikus korras varem kindlaksmääratud hooldamisoperatsioonid, mis põhiliselt on seotud mehhanismide reguleerimise ja määrimisega.

§ 78. Ohutustehnika

Söötade ettevalmistamise masinatega töötamisel tuleb täita järgmisi ohutustehnika eeskirju.

Kõik töötajad peavad tundma masinate ehitust ja teadma vastaval masinal töötamise ohutuseeskirju.

Masinate ülekandemehhanismid (rihm- ja hammasülekanded) peavad olema piiratud kaitsepiiretega (kaitsetega).

Enne masina käivitamist on vaja veenduda, et ta on korras ja et temas ei ole kõrvalisi esemeid. Masinad ja agregaadid tuleb käivitada tühikäigul varem kindlaksmääratud signaali järgi. Töötamise ajal on keelatud avada ja paljastada tööorganeid, asetada käsi vastuvõtukambrite ja -punkrite suudmesse, määrida ja reguleerida masinaid ning teha muid hooldamistöid.

Suuet ja toitevaltse tuleb ummistavast massist puhastada tagurpidikäigu sisselülitamisega, kusjuures etteande transportöör tuleb seisata.

Et vältida kõrvaliste esemete masinasse sattumist, tuleb haljasmass enne transportöörile tõstmist läbi puistata.

Juurviljad tuleb nugadega masinatesse anda ainult surveseadiste abil. Keelatud on töötada masinate ja agregaatide juures lahtises (lehvivas) riietuses ja asuda kiirestipöörlevate masinaosade läheduses.

Sileerimisel tuleb masinad asetada siloaukudest ja -tranšeedest vähemalt 1,5 m kaugusele.

Söödaaurutusagregaatide kasutamise ajal tuleb hoolikalt jälgida kontrollseadmeid (manomeetrit, veemõõteklaasi ja kraane). Veetase katlas ei või langeda allapoole lubatud piiri. Aururõhk aurutis ei tohi ületada antud katla kohta kindlaksmääratud töörõhku. Näo ja käte põletuste vältimiseks võib aurutustünni kaane ära võtta pärast auruventiili sulgemist.

Söötade töötlemise ruumides peavad olema vajalikud tulekaitsevahendid.

IV OSA

FARMISISESE TRANSPORDI MEHHANISEERIMINE

XVII PEATÜKK

LOOMAKASVATUSFARMIDE VEOSTE RINGLUSE ARVUTUS JA TRANSPORDIVAHENDITE VALIK

§ 79. Veoste liigid ja nende iseloomustus

Loomakasvatusfarmis transporditavate veoste liigi ja hulga määramisel lähtutakse majandi tootmissuunast, farmide mõõtmetest ja loomade pidamise viisist.

Loomakasvatusfarmides on põhilisteks transporditavateks veosteks mitmesugused söödad, allapanu, piim, jää, sõnnik, kütus jt.

Loomakasvatusfarmis transporditavate veoste hulk, eriti loomade lõaspidamisel on võrdlemisi suur. Näiteks 200-pealises veisefarmis ulatub veoste üldkaal kuni 15 t ööpäevas. Seepärast kulutatakse veoste transportimisele 30—50% kogu farmi tööde mahust. Transporditööde mehhaniseerimine kergendab loomakasvatajate tööd ja vähendab tunduvalt veoste transportimisel tegelevate tööliste arvu.

Vabapidamisel pääsevad loomad vabalt koresöötade ja silo juurde, mistõttu väheneb märgatavalt veoste transportimise vajadus farmides.

Sõltuvalt veoste iseloomust ja mahukaalust tuleb valida vastavad veokastid, platvormid või taarad.

Kuna üheröõpalised rippteed, mida kasutati nii söötade etteandmise kui ka sõnniku väljaviimise mehhaniseerimiseks, on tootmisest maha võetud, siis on konstrueeritud spetsiaalsed seadmed eraldi söötade etteandmiseks ja sõnniku väljaviimiseks. Seepärast on ka otstarbekohane vaadelda söötade etteandmise ja sõnniku koristamise mehhaniseerimist eraldi.

Tabelis 29 on toodud loomakasvatusfarmis transporditavate tähtsamate veoste mahukaalud.

Tabel 29

Mitmesuguste söötade ja materjalide mahukaalud

Veoste nimetus	1 m³ kaal t
Mais	0,7—0,75
Silo	0,55—0,7
Kartul	0,65—0,73
Söödapeet	0,57—0,65
Söödaporgand	0,424—0,567
Hein pärast 3-kuulist seismist	0,05—0,085
Rukki- ja nisupõhk pärast 3-kuulist seismist	0,08—0,1
Pressitud hein ja põhk	0,27—0,29
Aganad	0,115—0,12
Kaer	0,4 —0,5
Nisukliid	0,18—0,255
Kaerajahu	0,29—0,35
Rukkijahu	0,5 —0,6
Linaseemne-õlikoogid tahvlites	0,44—0,55
Purustatud õlikoogid	0,4 —0,45
Oder	0,65—0,75
Heinajahu	0,15—0,18
Värske sõnnik	0,4 —0,5
Seisnud sõnnik	0,7 —0,75
Peeneks purustatud jää	0,6
Kuivad küttepuud	0,4 —0,5

§ 80. Loomakasvatusfarmi veoste ringluse arvutus

Farmi territooriumil ühest kohast teise transporditavate veoste hulka tunnis, ööpäevas, kuus, aastas või laudaperioodil nimetatakse veoste vooluks. Vastavalt sellele nimetatakse veoste voolu tunniliseks, ööpäevaseks, kuuseks, aastaseks jne.

Veoste voolu korrutist teepikkusega nimetatakse veoste ringluseks. Veoste vool määratakse tonnides, veoste ringlus — tonnkilomeetrites.

Loomakasvatusfarmi veoste ringlus sõltub farmide ja söötade töötlemise tehnoloogiliste protsesside planeerimisest.

Nagu teada on veoste vool loomakasvatusfarmis nii kuus kui ka ööpäevas ebaühtlane ning sõltub transporditavatest veostest ja farmi päevakorrast.

Veoste voolu kindlaksmääramiseks peab olema teada loomade arv loomaliikide ja vanusegruppide järgi, ööpäevased söödaratsioonid vastavalt perioodile, ööpäevane piimatoodang, tarvilik jää kogus, allapanu, kütus ja teised veosed, aga samuti ka sõnniku hulk.

Transpordiühikute valikul tuleb veoste voolu arvutust söötade ja sõnniku jaoks teha eraldi, sest sõnniku eemaldamiseks kasutatakse spetsiaalseid transpordivahendeid, mida ei või kasutada söötade etteandmiseks.

Ööpäevane veoste vool üksikute loomagruppide jaoks määratakse valemiga:

$$G_{ööp} = a_1 m + a_2 m + a_3 m + \ldots + a_n m, \qquad (81)$$

kus $a_1, a_2, a_3, \ldots a_n$ — ühe looma kohta ööpäevases söödaratsioonis ettenähtud veoste kaalud t;

m — loomade arv grupis.

Ööpäevane veoste ringlus ehk transporditööde maht, väljendatuna tonn-kilomeetrites, leitakse valemiga:

$$G'_{ööp} = a_1 m l_1 + a_2 m l_2 + a_3 m l_3 + \ldots + a_n m l_n \text{ tkm}, \qquad (82)$$

kus $l_1, l_2, \ldots l_n$ — iga veose liigi veoteekonna pikkus km.

Ööpäevase veoste ringluse ebaühtlase jaotuse tõttu arvutatakse transpordiühikute hulk lähtudes üksikute veoste liikide tunnilisest veoste ringlusest. Selleks arvutatakse eelnevalt tunniline veoste vool valemiga:

$$G_t = \frac{a_1 m}{t_1} + \frac{a_2 m}{t_2} + \ldots + \frac{a_n m}{t_n} \text{ t}, \qquad (83)$$

kus $t_1, t_2 \ldots t_n$ — aeg antud veose ümberpaigutamiseks, mis on kooskõlastatud ettenähtud päevakorraga ja tehnoloogilise protsessiga, h.

Tunniline veoste ringlus määratakse samuti nagu tunniline veoste vool iga veose vedamisteekonna pikkuse kohta

$$G'_t = \frac{a_1 m}{t_1} l_1 + \frac{a_2 m}{t_2} l_2 + \ldots + \frac{a_n m}{t_n} l_n \text{ tkm}. \qquad (84)$$

Segatüüpi farmides arvutatakse veoste ringlus iga loomade grupi kohta eraldi. Arvutuste lihtsustamiseks paigutatakse veoste ringluse ja veoste voolu andmed tabelisse.

Tabeli andmete, tehnoloogiliste protsesside ja kindlaksmääratud päevakorra alusel määratakse loomakasvatusfarmis farmisisese transporditööde kõige pingelisemad kellaajad. Edasi valitakse vastavalt ümberpaigutatavate veoste iseloomule sobiv transpordiliik ja arvutatakse transpordiühikute hulk.

§ 81. Transpordivahendid ja nende kasutamisalad

Tänapäeva loomakasvatusfarmides kasutatakse mitmesuguseid transpordivahendeid, mis erinevad üksteisest veereva koosseisu, liigi ja liikumisviisi poolest. Transpordivahendite mitmekesisus on põhjustatud ebaühtlasest transporditööde mahust ja veoste iseloomust; samuti tuleb nende valikul arvestada ka antud majandi iseärasusi.

Loomakasvatusfarmides kasutatakse transpordivahenditena ripp- ja maapealseid rööbasteid; väikese võimsusega traktoreid, autolaadijaid, lint-, tigu-, kraap-, rull- ja pneumaatilisi transportööre, käsi- ja hobuvankreid; elektrikärusid; isevooluseadmeid ja elevaatoreid.

Ripp- ja maapealseid rööbasteid kasutatakse mitmesuguste veoste transportimiseks. Veerev koosseis koosneb nendel vagonettidest, platvormidest ja vedelsöödajagajatest (toobrid ja veokastid).

Viimasel ajal on loomakasvatusfarmides laialdaselt levinud mitmesuguste veoste vedamiseks väikesevõimsuselised traktorid ja autod.

Käsi- ja hobuvankreid kasutatakse abivahenditena väikestes loomakasvatusfarmides, kus on head katteta või kõvakattega teed.

Söödatsehhides ja ladudes transporditakse teravilja, jahu ning kontsentraate mitmesuguste transportööridega. Pneumaatilised transportöörid, mis võivad olla statsionaarsed või teisaldatavad, on leidnud laialdast kasutamist teravilja, heina, põhu ja aganate ümberpaigutamisel. Isevooluseadmeid ja rulltransportööre kasutatakse tükkveoste, kottide, kastide jt. transportimiseks.

XVIII PEATÜKK

RIPP- JA MAAPEALSED RÖÖBASTEED

§ 82. Üheröömpalised rippteed

Veoste vedamiseks loomakasvatusfarmides kasutatakse mitmesuguse konstruktsiooniga üheröömpalisi rippteid. Rööpaprofiili järgi jaotatakse niisugused teed eriprofiilis rööbastega ja nurk- või ribaterasest valmistatud rööbastega rippteedeks.

Ripptee ДП-300. Meie tööstus tootis üheröömpalisi ripp-

teid margiga ДП-300, mis on kasutamist leidnud paljudes meie maa kolhooside ja sovhooside farmides.

Suure metallikulu, väikese efektiivsuse ja manööverdamisvõime puudumise tõttu on ripptee ДП-300 tootmisest maha võetud. Kuid et paljudes majandites neid siiski kasutatakse, kirjeldatakse allpool lühidalt tema täiustamise ning kohandamise võimalusi.

Joonisel 157 on näidatud üherööpalise ripptee ДП-300 üldine ehitus. Ripptee koosseisu kuuluvad kandekonstruktsioon *7*, tugipostid *11*, rööbaste ühendamise liitmikud *4*, kolmeharuline pöörang *10*, pöördering *9*, ülesõiduteede kohal olev pööratav rööbas *3* ja veoseade (vagonett), mis koosneb kärust *1*, metallveokastist *2*, puitplatvormist *5*, tõstemehhanismist *6* ja toobritest *8* vedelsöötade jaoks.

Tugipostid, kandekonstruktsioon ja rööpad

Loomakasvatusruumi sees kasutatakse ripptee ДП-300 kandekonstruktsiooni toestamiseks laetalasid või vastavaid kinnitustugesid.

Väljaspool hoonet kinnitatakse kandekonstruktsioon koos rööpaga spetsiaalsete metallist või puidust П- või Г-kujulistele tugipostidele.

Ripptee ДП-300 rööpa ripats on ehituselt lihtne. Ta koosneb klambrist, tõmmitsast, kahest poolhaarmest ja koonilisest rõngast. Poolhaarmed asetatakse rööpa pea külge ja surutakse kokku koonilise rõnga allalöömise teel. Poolhaarmed ühendatakse ripatsiga, mis omakorda on kinnitatud laetala külge klambriga.

Rööbaste ühendamiseks kasutatakse kooniliste rõngastega või poltidega kinnitatavaid ühenduslappe.

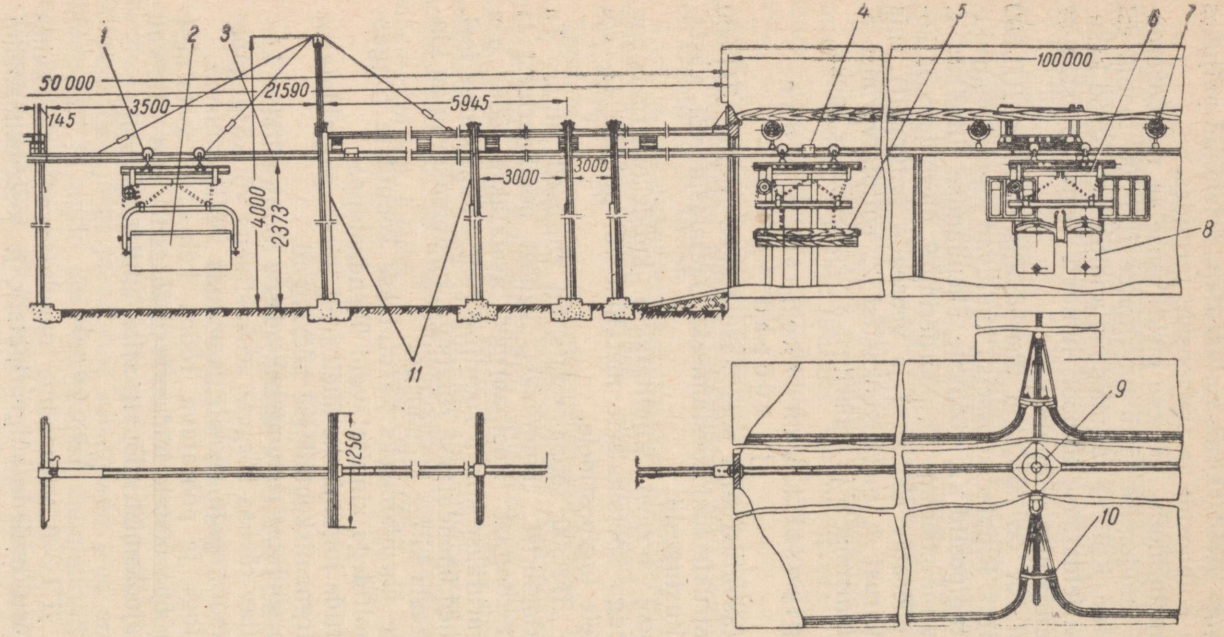
Vagonettide juhtimiseks ühelt teelt teisele paigaldatakse ripptee hargnemiskohtadesse pöörangud.

Ripp- ja sõidutee ristumiskohtadesse monteeritakse kõrvale pööratav rööbas kõrgete veokastidega või kõrgegabariidiliste koormatega veokite ja autode läbilaskmiseks.

Pöörderingi ja pööratava rööpa kohtades asetatakse vabadele rööpa otstele blokeerivad tõkestid. mis väldivad käru mahajooksmist rööpalt selle lahtioleku ajal.

Veoseade

Ripptee ДП-300 veoseadme moodustavad kaks kaherattalist käru, millede külge ripatsite ja tõstemehhanismi



Joon. 157. Üherööpalise ripptee ДП-300 skeem:

1 — käru; *2* — metallveokast; *3* — pööratav rööbas; *4* — rööbaste ühendamise liitmik; *5* — puitplatvorm; *6* — tõstemehhanism; *7* — rööpa laetala külge kinnitamise ripats laudas; *8* — pehmesõõtade toobrid; *9* — pöördering; *10* — kolmeharuline pöörang; *11* — tugipostid

abil on riputatud veokast, platvorm või vedelsöödajagaja. Kogu seda süsteemi tervikuna nimetatakse tavaliselt vagonetiks.

Tõstemehhanism koosneb raamist, trumlist ja tiguratast paariga ajammehhanismist. Viimane pannakse liikuma keti abil tiguvõllile kinnitatud ketiratta kaudu. Tõstemehhanismi trumli külge on kinnitatud veokasti kandeketid, mis kasti tõstmisel keritakse trumlile. Tõstetava veose võib jätta ükskõik millisele soovitavale kõrgusele.

Veokastid, platvormid ja vedelsöödajagajad, sõltuvalt nende otstarbest, võivad olla mitmesuguse kujuga ja konstruktsiooniga.

Piimanõude transportimise seade

Piimanõude pealelaadimiseks ja transportimiseks võib kasutada seadet, mis on toodud joonisel 158. Seda kasutatakse järgmiselt. Ripptee rööpa alla asetatakse üks või kaks piimanõu. Konksud *12* haagitakse piimanõu käepidemete külge, ja pöörates ratast *8*, keritakse võllile *2* trossid *5*. Nii tõstetakse piimanõud tarvilikule kõrgusele, lükatakse siis vajalikku kohta ja lastakse alla.

Autodele laadimiseks tõstetakse piimanõud nii kõrgele, et neid oleks võimalik lükata autoveokasti kohale, ja lastakse siis käsiratta vastassuunalise pööramisega alla, vabastades eelnevalt põrkratta lingi.

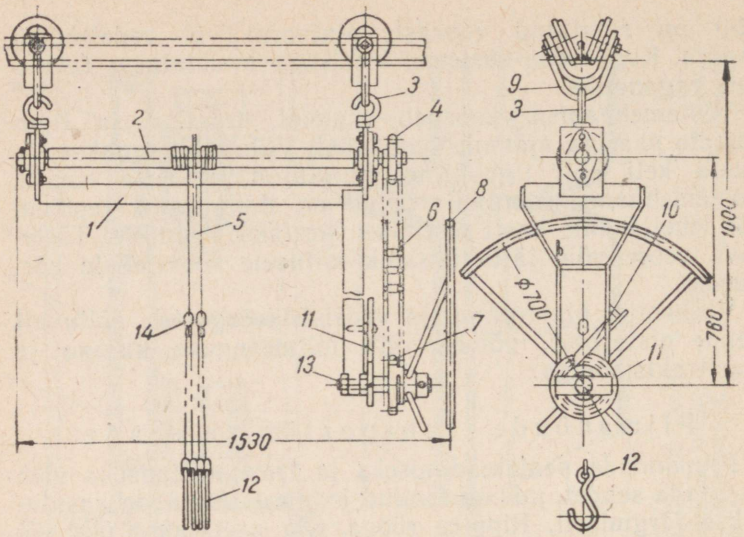
Ripptee vagonette lükatakse tavaliselt käsitsi. Seepärast on suure veoste ringluse puhul tarvis võrdlemisi palju tööjõudu, mis raskendab teede kasutamist.

Käesoleval ajal on paljudes majandites ripptеed elektrifitseeritud ja automatiseeritud.

Vagoneti tagasitoomise automaatseade

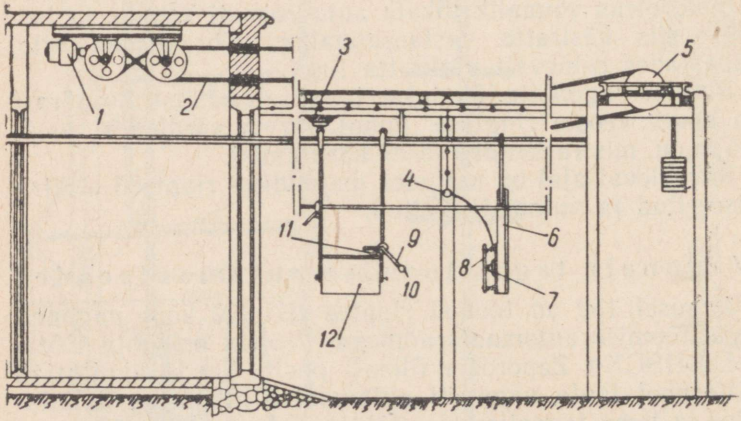
Joonisel 159 on toodud ripptee ДП-300 koos vagoneti tagasitoomise automaatseadmega. Projekt on välja töötatud ВИЭСХ-i Zaporožje filiaali poolt. Seade kindlustab väljaspool lauta vagoneti automaatse liikumise, kallutamise ja tema tagasitoomise lähtekohale.

Seadeldis koosneb jõuagregaadist, veotrossist *2*, mille läbimõõt on 4,8 mm, pingutusseadmest *5* ja automaatseadmest vagoneti peatamiseks, kallutamiseks ning tagasitoomiseks.



Joon. 158. Piimanõude laadimise ja transportimise seade:

1 — raam; *2* — võll; *3* — konks; *4* — ülemine ketiratas; *5* — tross; *6* — kett; *7* — ketiratas; *8* — pööratav käsiratas; *9* — käru kahvel; *10* — põrklink; *11* — põrkmehhanism; *12* — konksud; *13* — pööratava ratta võll; *14* — ketid



Joon. 159. Trossiveoga ripptee ja seade vagoneti automaatseks tagasitoomiseks:

1 — elektrivints; *2* — veotross; *3* — väljalülitusklemm; *4* — kolme kontaktiga pistikupesa; *5* — pingutusseade; *6* — liikuv tugi; *7* — ümberlüliti; *8* — puhver; *9* — hoob; *10* — ristmik; *11* — lukustuslink; *12* — veokast

Jõuagregaat on monteeritud metallraamile, millele on asetatud elektrivints *1* mootoriga АОЛ-34-4. Mootori võimsus on 0,6 kW, vedava ja veetava rihmaratta läbimõõt 400 mm. Trossi pingutamiseks on pingutusseade *5*. Automaatseade koosneb liikuvast toest *6*, survepuhvrist *8* ja ümberlülitist *7*.

Mootorit toidetakse kolmefaasilise vooluga kandeprussile asetatud juhtme kaudu. Juhtmelt on tehtud väljavõtted ja postidele on asetatud kolmekontaktilised pistikupesad, mida kasutatakse toe *6* ümberasetamisel uuele kohale. Ümberlüliti *7* ühendatakse kaabli ja kolmekontaktilise pistiku abil lähema pistikupesaga.

Vagonett fikseeritakse tööasendisse lukustuslingi *11* ja ristmikuga *10* varustatud hoova *9* abil.

Automaat töötab järgmiselt. Kui vajutada lülitusnupule, hakkab trossi *2* külge kinnitatud täislaaditud vagonett liikuma. Kui vagonett jõuab toeni *6*, siis ristmik *10* põrkub vastu puhvrit *8*, hoob *9* pöördub ning vabastab lingi *11* pesast, veokast kaldub ümber ja tühjeneb. Edasisel surumisel vastu puhvri taldrikut lülitatakse lüliti *7* ümber ja vagonett (kallutatud asendis) hakkab liikuma tagasi. Vagonett peatub siis, kui käru esimene ratas surub väljalülitusklemmile *3*. Pärast peatumist vabastatakse vagonett trossist, asetatakse tööasendisse ja lükatakse käsitsi laadimiskohale. Vagoneti liikumiskiirus on 1,2—1,4 m/s. Vajalik veojõu suurus vagoneti (üldkaaluga 300 kg) edasiviimiseks sirgel horisontaalteel on 20—30 kg. Rööbaste ühenduskohtades ja teekõverustel on veojõud tunduvalt suurem. Veojõud ja trossi pingutamiseks vajalik jõud kokku on umbes 150 kg.

*

Ripptee tehnilisel hooldamisel tuleb iga kuu kogu seadmestik üle vaadata ja hõõrduvad osad määrida solidooliga. Üks kord aastas tuleb kogu tee seadmestik ja vagonetid hoolikalt üle vaadata ning remontida.

Vagonette tuleb kasutamise ajal pidevalt puhastada ja töö vaheaegadel hoida kinnises ruumis, kusjuures sõnnikuvagonetid peavad olema söödavagonettidest eraldatud.

§ 83. Maapealsed kitsarööpmelised raudteed

Peale rippteede kasutatakse sovhooside ja kolhooside loomakasvatusfarmides mitmesuguste veoste transportimiseks maapealseid kitsarööpmelisi raudteid (joon. 160).

Maapealsed kitsarööpmelised raudteed on ekspluatatsioonis mugavad ja suuremate veokauguste puhul on võimalik kasutada hobu- või mehaanilist veojõudu.

Eeliste kõrval on raudteedel ka hulk puudusi. Maapealsete rööbasteede ehitamiseks kulub palju metalli ja puitu. Teed on tarvis sageli puhastada, eriti pöörderinge ja pööranguid. Seepärast käesoleval ajal loomakasvatusfarmides raudteid peaaegu ei ehitata.

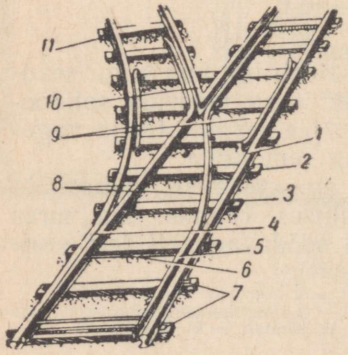
Kitsarööpmeliste teede rööbaste vahe on 600 või 750 mm. Rööpad peavad olema asetatud paralleelselt ja ühesugusele kõrgusele. Tee lang ei tohi olla üle 0,004 (4 mm 1 m kohta).

Et loomad ei vigastaks jalgu, asetatakse loomalautades rööpad põranda sisse. Tee hargnemiskohtades kasutatakse pööranguid, mis paigutatakse tasastele teelõikudele ja väljaspoole ruume.

Teede ristumiskohtadesse ehitatakse pöörderingid, mille kaudu vagonetti võib lükata üle tee või, pöörates koos ringiga, juhtida ühelt teelt teisele.

Kitsarööpmelisel teel kasutatakse kallutatava veokasti või puitplatvormiga kergeid kaheteljelisi vagonette.

Vagonettide kandejõud on kuni 500 kg.



Joon. 160. Kitsarööpmeline raudtee ja pöörang:
1 — rööbas; *2* — pöörangu liiper; *3* — rööpanael; *4* — liitmik; *5* — pöörmekeel; *6* — tõmmits; *7* — metallist aluslapid; *8* — üleminekurööpad; *9* — tugirööpad; *10* — pöörang; *11* — tee liiper

RÖÖBASTETA TRANSPORT

§ 84. Väikesevõimsuselised traktorid

Loomakasvatusfarmide rööbasteta transpordivahendite hulka kuuluvad järelvankritega väikesevõimsuselised traktorid, autolaadijad, elektrikärud, autokärud, käsikärud, vankrid ja hobu-isekallutajad.

Viimasel ajal kasutatakse farmides laialdaselt väikesevõimsuselisi traktoreid ДТ-14, šassiitraktoreid ДСШ-14 jt. Nende abil on võimalik mehhaniseerida mitmesuguseid tööprotsesse, nagu söötade juurdevedu söödaplatsidele, sõnniku väljavedu vahetult laudast põllule, silo väljavõtmist tranšeedest ja transportimist söötmiskohale, piima transportimist, veevedu jne.

Traktoritega võib käitada ka söötade töötlemise masinaid, veepumpi, lüpsiseadmete vaakuumpumpi jt. Väikesi rippbuldoosereid võib edukalt kasutada loomade vabapidamisel jalutusõuedelt sõnniku koristamiseks.

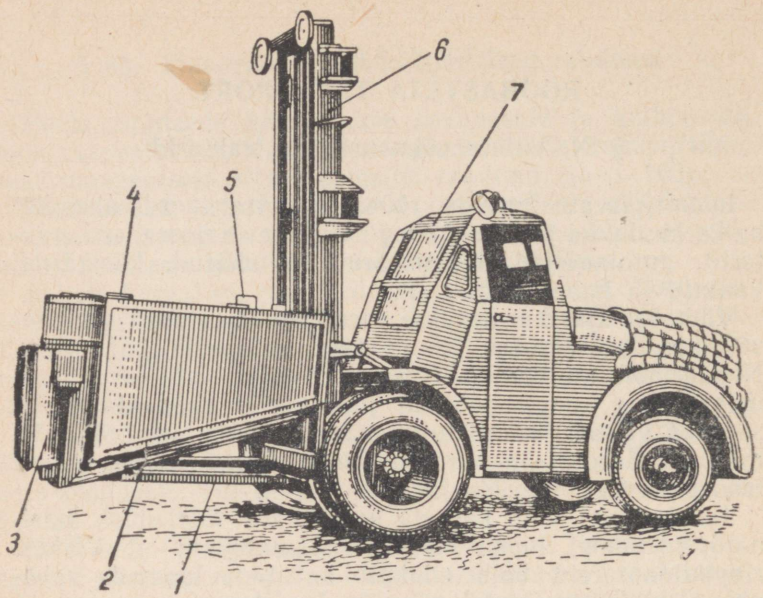
Mittekallutatavatelt transpordivahenditelt söötade mahalaadimist võib mehhaniseerida kraapide ja mahalaadimisvõrkude abil. Kui söödad on paigutatud eriplatsidele karjaaedadesse või nende kõrvale, võib sööda ümberpaigutamiseks kasutada väikese võimsusega traktoreid, mis märgatavalt kergendavad farmitöötajate tööd.

Traktorite ja nende juurde kuuluvate tööseadmete komplektiga võib kõik tähtsamad tehnoloogilised protsessid mehhaniseerida loomakasvatuses, tagades seega kõrge tootlikkuse ja parimad ökonoomilised näitajad. Näiteks Donetsi oblasti põllumajanduslikus katsejaamas üks traktorist traktoriga ДТ-14 veab kohale söödad ja vee ning jagab need laiali automaatsöötjatesse ja -jootjatesse 5000 seale.

§ 85. Autolaadijad

Loomakasvatusfarmides kasutatakse söötade juurdeveoks ja jagamiseks spetsiaalsete koppadega autolaadijaid.

Mõtištši sovhoosi suures seakasvatusfarmis on söötade transportimine ja väljajagamine mehhaniseeritud Lvovi tehases toodetud autolaadijaga, tüüp 4003M (joon. 161).



Joon. 161. Spetsiaalse kopaga söödalaadija:
1 — hark; *2* — kopp söötade jaoks; *3* — suunav renn; *4* — laadimisluuk; *5* — kaane käepide; *6* — raam; *7* — autolaadija

Autolaadija *7* hargile *1* on asetatud kopp *2*, mahuga 3,5 m³. Koppa on võimalik tõsta hüdraulilise tõstuki ja teleskoopilise raami *6* abil kuni *4* m kõrgusele ning kallutada ettepoole 4,5° või tahapoole 14° võrra.

Kopa täitmiseks tuleb kaas avada. Kaane avamiseks ja sulgemiseks on käepidemed *5*. Sööt laaditakse välja kopa alumise ava kaudu. Väljalaadimisava suletakse siibriga.

Ava alumise ääre juurde on kinnitatud šarniirselt renn *3*, mis kopa täitmisel tõstetakse üles vastu esiseina, sööda väljalaadimisel aga lastakse alla, et sööta künasse juhtida.

Autolaadija abil viiakse sööt ühisest söödaköögist kõikidesse sigalatesse.

Täitmisel lastakse kopp alla ja seatakse sellisesse asendisse, et kaane ava jääks söödapunkri laadimisluugi alla.

Autolaadijast sööda vastuvõtmiseks on iga sigala tuulekotta 120—150 mm kõrgusele põrandast üles seatud 5 m³ mahuga vastuvõtupunker.

Sööda väljalaadimiseks tõstetakse kopp üles, väljalaadimisrenn asetatakse kohakuti punkri vastuvõturenniga, avatakse kopa siiber ja sööt voolab isevoolu teel punkrisse. Punkrist transporditakse ja jagatakse sööt künadesse söödajagaja abil, mis liigub rippteel ДП-300. Söödakünad asuvad kahel pool sööda käiku.

Kopaga autolaadija tootlikkus on 10—12 t/h.

Sellisel söötade transportimisel ja jagamisel on tööjõukulu sigade 1 ts juurdekasvu kohta 0,5 tundi, endise transportimisviisi puhul aga 2,8 inimtundi.

§ 86. Söödajagajad ja -laadijad

Moskva oblasti Zvenigorodski sovhoosis on söötade etteandmine mehhaniseeritud liikuvatele platvormidele paigutatud söödajagajate abil. Platvormid pannakse liikuma elektrivintsi ja trossi abil.

Seadme töötamise põhimõte on järgmine. Laudas on kaks söödakäiku. Lauda ühte otsa, esimese söödakäigu kohale on paigutatud elektrivints T-66 ja teise söödakäigu kohale veotrossi pingutusseade.

Terastross (Ø 7,8 mm), mille mõned keerud on peale keritud elektrivintsi trumlile, läbib esimese söödakäigu ja juhitakse selle lõpus juhtrullide abil teise söödakäiku. Teise söödakäigu läbinud trossi ots on kinnitatud pingutusseadme külge.

Söödajagajate platvormid on asetatud igasse söödakäiku veotrossi kohale.

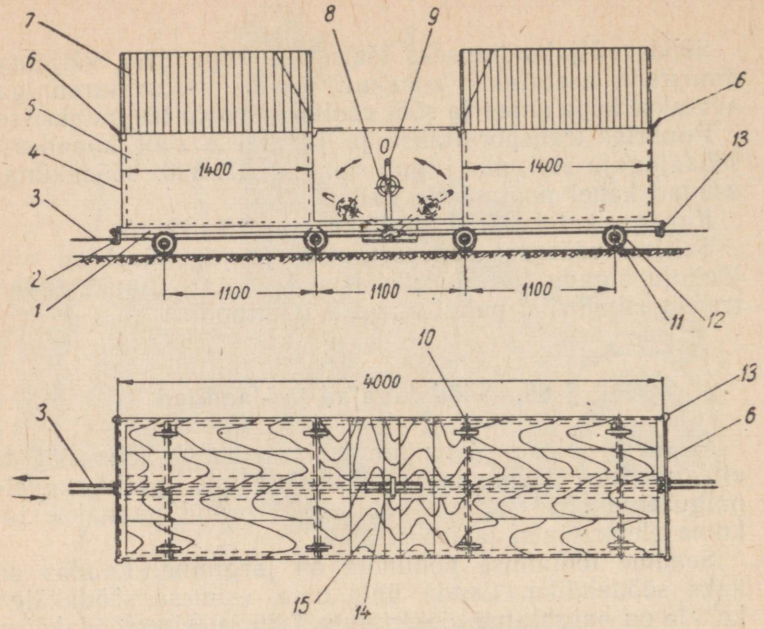
Söödaplatvorm (joon. 162) koosneb neljale teljele *11* asetatud raamist *1* ja ratastest *12*. Raamile on paigutatud kaks otsaluukidest *4* ja külgluukidest *5* kokkupandud punkrit. Luukide kõrgendamiseks kasutatakse äravõetavaid reste *7*.

Punkrite vahele jääb platvorm *15*, millele on monteeritud juhtimisseade. Platvormi all asub juhtimiskarp *14*.

Trossi suunamiseks on seintele kinnitatud kolm vertikaalset telge. Igale teljele on asetatud kaks rulli, mille üle käivad trossi harud.

Platvorm ühendatakse trossiga nukkidega kronsteini, karbi külge needitud kahe friktsioonlindi ja raskusega *8* varustatud hoova *9* abil.

Hoova *9* lükkamisel paremale surub kronsteini nukk



Joon. 162. Söödajagaja platvorm:

1 — platvormi raam; *2* — suunav rull; *3* —veotross (parem ja vasak haru); *4* — otsaluuk; *5* — küljeluuk; *6* — käepide; *7* — äravõetav rest luukide kõrgendamiseks; *8* — raskus; *9* — lülitushoob; *10* — veoratta telje laager; *11* — veoratta telg; *12* — ratas; *13* — põrkrull; *14* — juhtimisseadme karp; *15* — platvorm

trossi haru vastu friktsioonlinti, seega on platvorm ühendatud trossi ühe haruga ja hakkab liikuma mööda söödakäiku. Hoova lükkamisel vasakule platvorm ühendatakse trossi teise haruga ja hakkab liikuma vastupidises suunas. Kui hoob *9* on vertikaalasendis (nullseisus), seisab platvorm paigal.

Et platvorm ei vigastaks hoone seinu, on raami nurkadele kinnitatud ümberasetatavad põrkrullid *13*, mille asendit saab reguleerida vastavalt söödakäigu laiusele.

Kui söödakäigu lõpul platvorm ei peatu, vaid põrkub vastu seina, siis trossi libisemise tõttu vintsi trumlil mingit avariid ei teki. Peale selle on söödakäikude otstesse otstarbekohane asetada reverseerivad lülitid.

Platvormi mõõtmed on 4000×1050 mm, platvormi liikumise kiirus 0,12 m/s. Kirjeldatud söödajagaja abil jagab üks tööline sööda 8—10 minuti jooksul 50 lehmale.

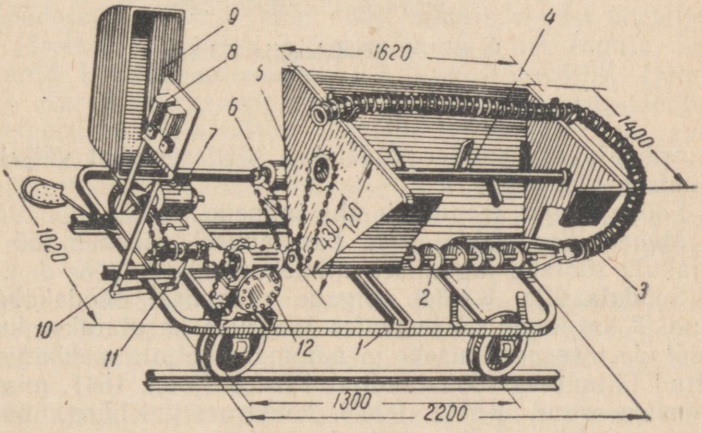
N. F. Manukovski brigaadis kasutatav söödajagaja

Voroneži oblasti Novaja Usmani rajooni Kirovi-nimelise kolhoosi sotsialistliku töö kangelase N. F. Manukovski kompleksse mehhaniseerimise brigaad on üles seadnud mehaanilise pehmesöötade jagaja. Söödajagaja võtab segatud massi segistist oma punkrisse, segab täiendavalt sööda, transpordib selle «söötlasse» ja täidab söödakünad.

Söödajagaja (joon. 163) kujutab endast vagoneti metallraamile *1* asetatud punkrit *5*. Raamile on asetatud ka elektrimootor. Vagonett liigub sigala söötlas kaherööpalisel rööbasteel kahe automaatsöötjate rea vahel. Söödajagaja punkri maht on umbes 900 kg.

Punkri *5* alla on kogu pikkuse ulatuses keevitatud kuuetolline toru, millesse on asetatud kahekäiguline väljalaadimistigu *2*. Torusse on lõigatud 450 mm pikkune ja poole läbimõõdu laiune vastuvõtuava. Tigu viib sööda väljalaadimisvoolikusse *3*, kust see läheb edasi söödakünadesse.

Punkris on kahel kuullaagril pöörlev labadega segaja *4*. Labad on kinnitatud võllile kruvijooneliselt.

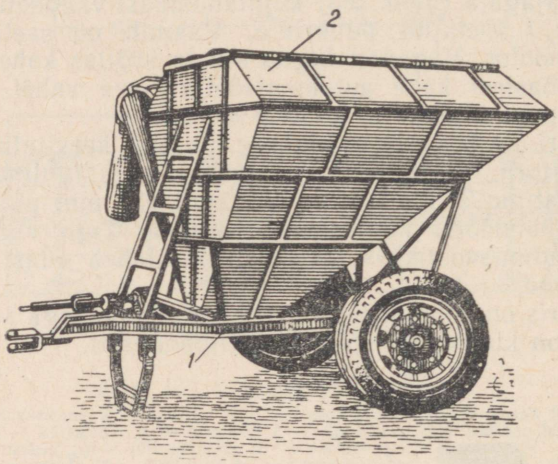


Joon. 163. N. F. Manukovski brigaadis töötav söödajagaja:
1 — vagoneti raam; *2* — väljalaadimistigu; *3* — väljalaadimisvoolik; *4* — segaja; *5* — vagoneti punker; *6* ja *7* — elektrimootorid; *8* — juhtimispult; *9* — kaitsekest; *10* — siduri hoob; *11* — muhv; *12* — reduktor

Segajat ja väljalaadimistigu käitatakse elektrimootoriga *6*. Söödajagaja liigub mööda rööbasteed elektrimootori *7* jõul kettülekande ja reduktori *12* abil.

Elektrimootori toitekaabel on riputatud piki rööbasteed pingutatud terastraadil olevatele rõngastele.

Söödajagaja vagoneti raami eesmisele osale on kinnitatud iste ja kahe reverseeriva lülitiga juhtimiskilp.



Joon. 164. Söödalaadija K3-3,0:
1 — punker; *2* — üheteljeline järelkäru

Söödajagaja punker täidetakse söödasegistist väljalaadimisvooliku abil.

Söödajagajat teenindab üks inimene.

Mehaanilise söödajagaja kasutamisel väheneb töö- ja ajakulu söötade jagamisel mitmekordselt.

Söödalaadija K3-3,0. Sigade pidamisel söödaköögist kuni 7 km kaugusel asuvates laagrites kasutatakse kuivsöötade transportimiseks ja automaatsöötjate mehhaniseeritud täitmiseks söödalaadijat K3-3,0 (joon. 164), mis on konstrueeritud Kiievi RMN konstrueerimisbüroo poolt. Seda seadet võib kasutada ka mitmesuguste teraviljade transportimiseks. Ta töötab agregaadis traktoritega ДТ-14, ХТЗ-7, КДП-35, ДТ-24 ja «Belaruss».

Söödalaadija K3-3,0 koosneb punkrist, reduktorist ja

väljalaadimisteost, mis on monteeritud spetsiaalsele üheteljelisele järelkärule. Väljalaadimistigu on asetatud punkri küljele ja käitatakse haakes olevalt traktorilt kardaanülekandega.

Söödalaadija K3-3,0 tehniline iseloomustus on järgmine: gabariitmõõtmed 3500×3460×2200 mm; kandejõud 2,0 t; vajalik võimsus 10—11 hj; teo tootlikkus 80 t/h; liikumiskiirus katteta teedel kuni 6 km/h; kõvakattega teedel kuni 15 km/h; kaal 640 kg; teenindab üks traktorist.

Söödajagaja PM-3. Loomade vabapidamisel on nii farmis kui ka laagris kõiki töid lihtne mehhaniseerida. Kuid vabapidamine eriti talvel on mõnevõrra piiratud, sest see meetod ei võimalda ökonoomselt kulutada söötasid ja allapanu.

Ukraina Põllumajanduse Mehhaniseerimise ja Elektrifitseerimise Teadusliku Uurimise Instituudi poolt on välja töötatud veiste teenindamise skeem lõaspidamisel, kusjuures laudas töötab traktoriga söödajagaja. Sellise skeemi rakendamisel jääb täielikult ära söötade toimetamine transpordivahenditest jagajatesse.

Uue tehnoloogia järgi töötamiseks tuleb kaherealisse veiselauta ehitada kahe meetri laiune kesksöödakäik, neljarealisse aga kaks söödakäiku. Lehmad asuvad peadega söödakäigu poole, mida mööda liigub söödajagaja.

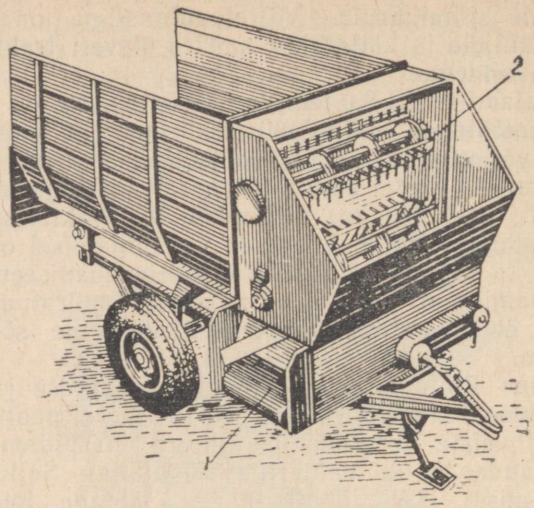
Söödajagaja PM-3 (joon. 165) kujutab endast üheteljelist järelkäru punkriga, mille maht on 3 m^3. Jagaja tööorganid käitatakse traktori ДТ-20 jõuvõtuvõllilt (joon. 166). Kardaanülekandega antakse pöörlemine edasi põiktransportööri ajamivõllile. Viimane on kettülekande abil ühendatud reduktoriga, mis käitab kahte biitrit ja põiktransportööri etteandemehhanismi. Kulissi ja põrkratta abil muudetakse põikitransportööri liikumine katkendlikuks.

Transportööri ülemine haru liigub mööda punkri põhja ja veab sööta edasi.

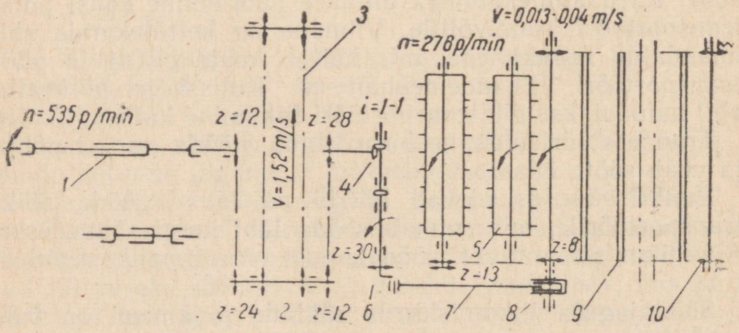
Punkri eesosas olevad biitrid puistavad sööda põiktransportöörile, mis suunab sööda läbi luugi sõimedesse. Ajaühikus etteantavat söödakogust on võimalik reguleerida.

Söödajagaja liikumiskiirus söötade jagamisel on 0,87 km/h.

Söödajagaja PM-3, liikudes mööda söödakäiku, täidab esiteks söötadega parempoolsed sõimed, sõidab siis välja, pöörab ümber ja täidab vasakpoolsed sõimed.



Joon. 165. Söödajagaja PM-3:
1 — põiktransportöör, *2* — biitrid



Joon. 166. Söödajagaja PM-3 kinemaatiline skeem:
1 — kardaanülekanne; *2* — põiktransportööri ajamivõll; *3* — põiktransportöör; *4* — reduktor; *5* — biitrid; *6* — vänt; *7* — kuliss; *8* — põrkratas; *9* — pikitransportöör; *10* — pingutusratas

Söödajagaja PM-3 võib välja jagada järgmisi söötasid: silo, peenestatud juur- ja mugulvilja, hekseldatud põhku, peenestatud heina, põhuhekslite ja peenestatud juurviljade segu, peenestatud haljassööta jt.

Söötade jagamiseks 100—120 lehmale kulutatakse aega 5—10 minutit. Söödajagaja kaal on 1050 kg, teenindab üks traktorist.

Söödajagaja KPC-1. Kuivade, poolvedelate ja vedelate söötade jagamiseks toodetakse söödajagajat KPC-1. Masina põhilisteks sõlmedeks ja mehhanismideks on 1,5 m^3 mahuga keeviskonstruktsiooniga punker, kahest õhukummidega rattast koosnev käiguosa, pikitigu, väljalaadimistigu ja segaja.

Söödajagaja mehhanismid käitatakse traktori ДТ-20 jõuvõtuvõllilt reduktori abil.

Jagaja täidetakse söödaga punkrist või ümberasetatava tigutransportööri abil.

Söödajagaja kandejõud on 1 t, tootlikkus kuni 3 t/h.

§ 87. Käsikärud ja -vankrid

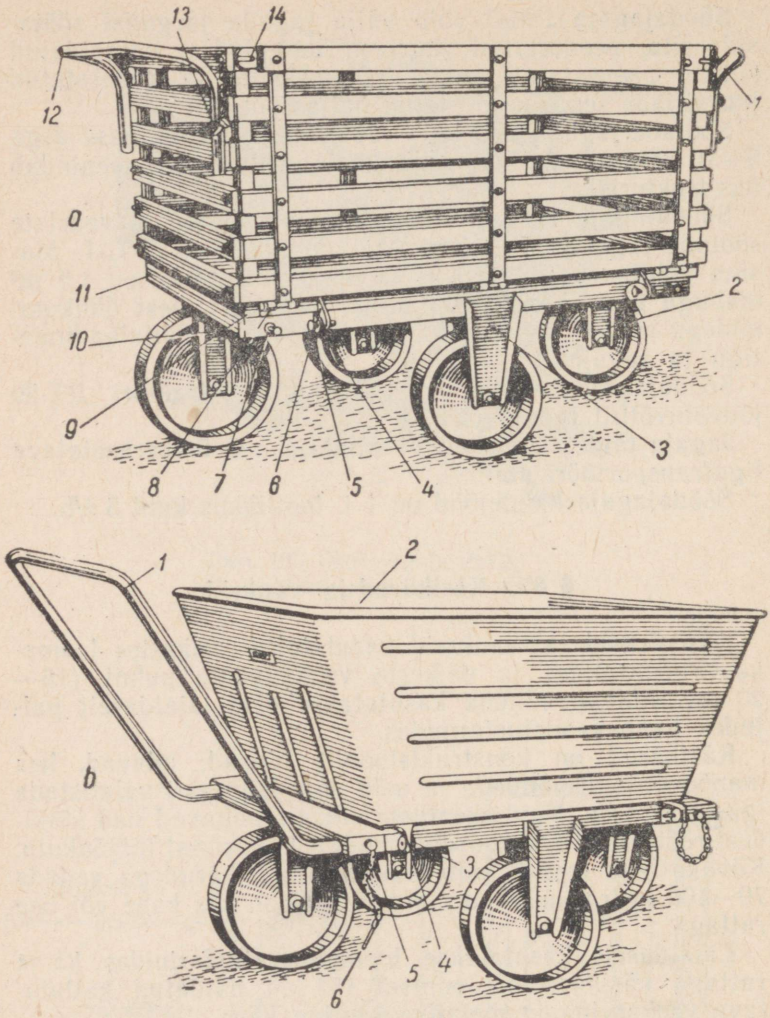
Käsikärusid ja -vankreid kasutatakse väikestes loomakasvatusfarmides ja väikeste veokauguste puhul (15—20 m). Abivahenditena kasutatakse neid laialdaselt paljudes loomakasvatusfarmides.

Käsikärud on konstruktsioonilt lihtsad, odavad, hea manööverdamisvõimega ja neid võib hõlpsasti valmistada igas majandis. Kuid ekspluatatsioonis nõuavad nad kõikidest rööbasteta transpordivahenditest suurimat tööjõukulu. Kõvakattega teedel võib standardsete kärudega vedada 70—100 kg raskusi koormaid. Kärud on kas kahe või ühe rattaga.

Laialdaselt kasutatakse loomakasvatusfarmides ka 4 rattaga käsikärusid. Joonisel 167 on näidatud kallutatava veokorviga ja metallveokastiga käru.

Käru kujutab endast metallplatvormi *11* (joon. 167, *a*), mille külge on keevitatud kahekordsed kronsteinid *3* ja *10*. Kronsteinide külge kinnitatud telgedel on kummibandaažidega metallrattad, mis tagavad kärude vaikse liikumise sööda- ja sõnnikukäikudes.

Kummibandaaži paksus rattapõial on 20—25 mm. Käru on pööratav nii kohal kui ka liikumisel, kuna esimese ja



Joon. 167. Käsikärud:

a — kallutatava veokorviga: *1* — tagumine äravõetav käepide; *2* — kummibandaažiga ratas; *3* — kronstein külgmise ratta kinnitamiseks; *4* — alumise platvormi aasad; *5* — polt; *6* — veokorvi kronstein põhja ühendamiseks platvormiga; *7* — pidekruvi käepidemete kinnitamiseks platvormi külge; *8* — veokorvi külgresti šarniir; *9* — veokorvi põhi; *10* — esiratta kinnituskronstein; *11* — alumine platvorm; *12* — esimene äravõetav käepide; *13* — külgresti lukustuspolt; *14* — kinnituspolt, *b* — kallutatava metallveokastiga: *1* — käepide; *2* — veokast; *3* — aas; *4* — kronstein; *5* — polt; *6* — lukustuspolt

tagumise ratta tugipind on külgmiste rataste tugipinnast 30—35 mm kõrgemal.

Veokorv on valmistatud puitliistudest, mis on poltide abil kinnitatud külgseintel metalltugede, otstel aga nurkterasest tugede külge. Veokorvi restikujulised külgseinad on põhjaga *9* šarniirselt ühendatud, ülalt aga kinnitatakse otsaseina külge kinnituspoldi *14* ja lukustuspoldi *13* abil. Veokorvi põhi on ühendatud šarniirselt käru platvormiga.

Joonisel 167, *b* on toodud kallutatava metallveokastiga käru. Kasti maht on 0,4 m^3. Veokasti asetamisel käru platvormile läheb kronstein *4* aasade *3* vahele ja aasade avasse asetatakse lukustuspolt *6*. Veokasti mõlemad küljed kinnitatakse šarniirselt.

Et lukustuspoldid ei kaoks, on nad ketikeste abil alumise platvormi küljes. Sellist veokasti võib kallutada nii paremale kui ka vasakule küljele. Kallutamiseks võetakse lukustuspoldid ühelt poolt välja ja veokast kallutatakse vastasküljele.

Käru kandejõud on 350—400 kg.

Kirjeldatud käru on konstruktsioonilt lihtne, odav valmistada ja teda võib kohandada mitmesuguste veoste transportimiseks.

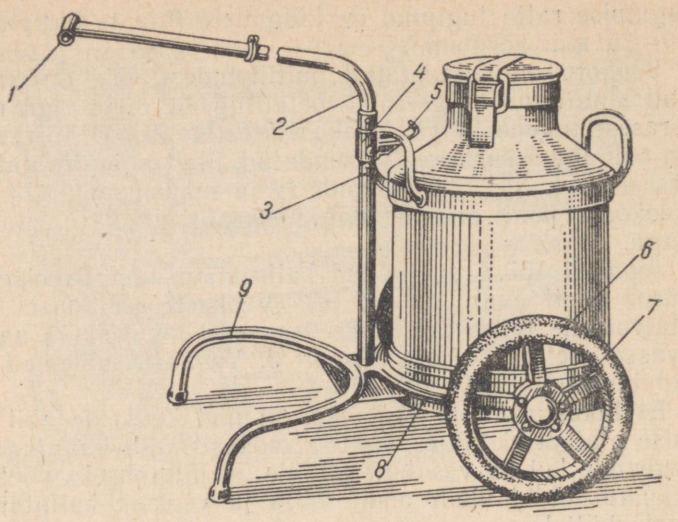
Otstarbekohane on ka kolmerattaline laudakäru, mida valmistab koondise «Eesti Põllumajandustehnika» Harju rajooniosakond.

Piimanõude transportimiseks laudas kasutatakse torudest valmistatud käsikärusid (joon. 168), mida kasutatakse järgmiselt.

Käru lükatakse piimanõu juurde, tugi *2* kallutatakse ettepoole ja konks *5* haagitakse piimanõu käepideme külge, ning toetudes jalaga toele *9*, pööratakse käepidemega *1* tugi *2* vertikaalasendisse. Seega on piimanõu üles tõstetud ja ripub konksul *5*. Piimanõu põrandale asetamiseks kallutatakse tugi jälle ettepoole, konks vabastatakse käepidemest ja käru tõmmatakse tagasi.

Sõltuvalt piimanõu käepideme asetusest võib konksu *5* nihutada mööda tuge ja kinnitada kruvi abil toe külge vajalikule kõrgusele põrandast.

Toodetakse universaalseid käsikärusid ТУ-250А ja ТУ-250Б. Kärud on ette nähtud vedelate ja puistetavate söötade, alusturba, mineraalväetiste, piimanõude, kastide jt. transportimiseks. Käru ТУ-250А toodetakse kolmes va-



Joon. 168. Piimanõude käru:
1 — käepide; *2* — Г-kujuline tugi; *3* — toe avad; *4* — muhv; *5* — konks; *6* — kummibandaažiga ratas; *7* — ratas; *8* — eesmine kaarekujuline tugi; *8* — tagumine kaarekujuline tugi

riandis, ТУ-250Б aga kahes variandis. Kärud on mugavad ja liiguvad kergelt.

Rõõbasteta transpordivahendite (kärude, vankrite, elektrikärude) kasutamisel peavad teed olema kõva kattega või kuiva tihendatud pinnasega.

§ 88. Transpordiühikute hulga määramine

Arvutatud veoringluse põhjal (§ 80) määratakse üht või teist liiki transpordiühikute hulk kõige rohkem koormatud aja kohta ööpäevas.

Transpordiühikute hulk määratakse tunnilise veoringluse valemi järgi:

$$G'_t \leqslant nV\gamma mLK \text{ tkm},$$

millest

$$n \geqslant \frac{G'_t}{V\gamma mLK}, \qquad (85)$$

kus G'_t — maksimaalne tunniline veoringlus tkm;
n — transpordiühikute hulk;
V — transpordiühiku mahutavus arvestades täitetegurit, m³;
γ — transporditava veose mahukaal t/m³;
L — transportimise kaugus km;
m — edasi-tagasisõitude arv tunnis;
K — tegur.

Edasi-tagasisõitude arv tunnis arvutatakse valemiga:

$$m = \frac{3600}{t_p + t_m + t_k + t_t}, \qquad (86)$$

kus t_p ja t_m — peale- ja mahalaadimise aeg s;
t_k — koormaga liikumise aeg s;
t_t — tühjalt liikumise aeg s.

Tähistades transpordiühiku liikumiskiiruse koormaga v_k ja tühjalt v_t, leiame et

$$t_k = \frac{L\,1000}{v_k}\ s;\ t_t = \frac{L\,1000}{v_t}\ s.$$

Käsitsi ja hobuveol võetakse vagoneti liikumiskiiruseks koormaga v_k ja tühjalt v_t piirides $v = v_k = v_t = 1{,}0$—$1{,}3$ m/s. Elektriveol — elektriveduri või trossiga elektrivintsi puhul — võetakse liikumiskiirused piirides $v = v_k = v_k = 1{,}4$—$1{,}7$ m/s.

Peale- ja mahalaadimistööde aeg t_p ja t_m sõltuvad tööde organiseerimisest loomakasvatusfarmis, mehhaniseerimise astmest, veoste iseloomust ja reast teistest põhjustest. Seepärast on transpordiühikute tootlikkuse suurendamiseks tingimata vaja maksimaalselt mehhaniseerida peale- ja mahalaadimistööd.

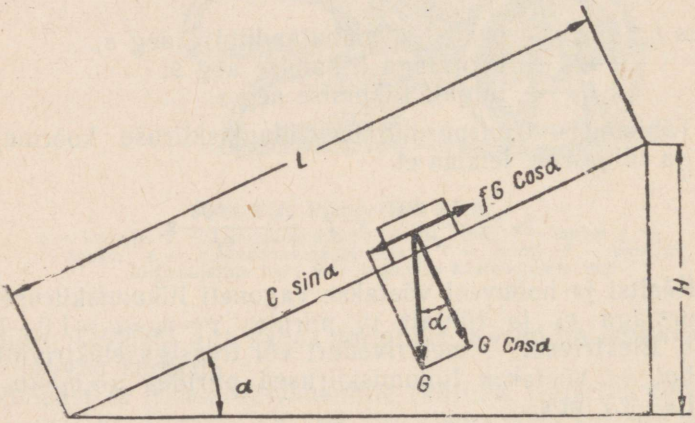
Kui vagoneti kandejõud on 200—250 kg, siis katseandmete alusel võetakse käsitsi pealelaadimise ajaks $t_p = 7$—10 min, mahalaadimise ajaks koos materjali kõrvale asetamisega $t_m = 4$—6 min.

Transpordiühiku edasiliikumiseks vajalik veojõud ja võimsus määratakse mehaanika üldtuntud valemite järgi.

ISEVOOLU-TRANSPORDISEADMED, TRANSPORTÖÖRID JA ELEVAATORID

§ 89. Isevoolu-transpordiseadmed

Isevoolu- ehk gravitatsiooni-transpordiseadmetes toimub veoste ümberpaigutamine oma raskuse mõjul. Niisuguste seadmete hulka kuuluvad isevoolutorud, kaldrennid, kaldpinnad ja kald-rulltransportöörid.



Joon. 169. Jõudude skeem veose liikumisel kaldpinnal

Produkti liikumine mööda kaldpinda algab ainult kindlaksmääratud kaldenurga juures horisontaaltasapinnaga. Joonisel 169 on näidatud jõudude skeem, mis avaldavad mõju G kaaluga veose allapoole liikumisel mööda kaldpinda. Ülalt alla mõjuv jõud — veose kaal $G \sin \alpha$ püüab veost panna liikuma allapoole, materjali ja tööpinna vaheline hõõrdejõud $fG \cos \alpha$ aga takistab veose liikumist. Nurga suurendamisel saabub moment, mil ülalt alla mõjuv jõud muutub suuremaks hõõrdejõust ja keha hakkab liikuma alla.

Järelikult keha liikumiseks allapoole mööda kaldpinda peab olema täidetud tingimus, et

$$G \sin \alpha > fG \cos \alpha.$$

Jagades võrdust suurusega G cos α, saame, et tan α>f. Asendades hõõrdeteguri f tan φ-ga, saame:

$$\tan \alpha > \tan \varphi, \text{ ehk } \alpha > \varphi,$$

kus φ — veose hõõrdenurk kaldpinna suhtes, sõltub materjalist ja liugepinna seisukorrast (vt. tab. 30).

Tabel 30

f ja φ väärtused mõnede materjalide puhul

Transporditav materjal	Libisemine					
	terasel		puidul		betoonil	
	f	φ	f	φ	f	φ
Nisu ja rukis	0,4	23	0.4	22	0,44	24
Oder	0.38	21	0.42	23	0,45	25
Kaer	0.41	22	0.45	24	0.47	25
Mais	0,37	21	0,34	19	0,42	23
Hernes	0,26	15	0,29	16	0,30	17

Et veos liiguks edasi mööda kaldpinda, võetakse kõige väiksem kaldenurk α 2—5° võrra suurem hõõrdenurgast φ. Kõige suurem nurk α sõltub vastuvõetud veose maksimaalsest kiirusest allalaskmise lõpus. Seda võib määrata valemiga:

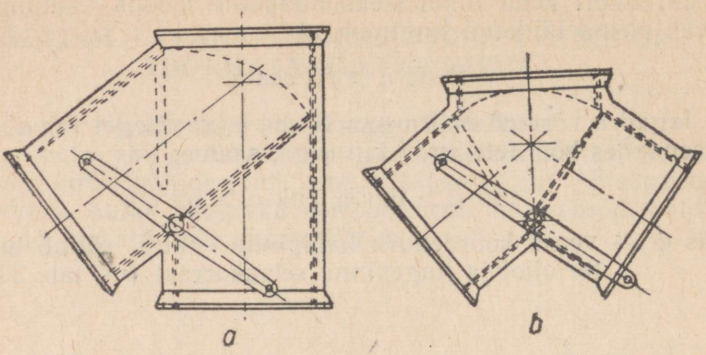
$$\tan \alpha = \frac{2gHf}{2gH - v^2_{max}}, \qquad (87)$$

kus H — allalaskmise kõrgus m;

v_{max} — veose maksimaalne kiirus allalaskmise lõpus m/s; puiste- (jahu, teravilja jt.) ja tükimaterjalidele võetakse mitte üle 2 m/s.

Veose sujuvaks ja löökideta allatulekuks peab nurk allalaskmise lõpus aeglaselt vähenema kuni nullini.

Produktide isevooluteel transportimiseks valmistatakse torud ja rennid puitlaudadest või lehtterasest. Rennide



Joon. 170. Isevoolutorude liikuvad klapid:
a — ühepoolne; *b* — kahepoolne

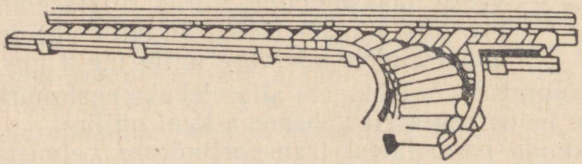
ristlõige võib olla kas ruudukujuline, ristkülikukujuline või ümmargune. Produktide liikumise suuna muutmiseks asetatakse toru hargnemiskohtadesse liikuvad klapid (joon. 170).

Isevoolutorude ja -rennide tootlikkus määratakse valemiga:

$$Q = 3600\ F\gamma\psi v\ \text{t/h}, \qquad (88)$$

kus F — ristlõike pindala m²;
γ — produkti mahukaal t/m³;
ψ — täitetegur, võetakse arvutustel orienteerivalt 0,2—0,4;
v — veose liikumiskiirus m/s.

Rulltransportöörid (joon. 171) on ette nähtud tükiveoste transportimiseks. Need paigutatakse 3—5° nurga all hori-



Joon. 171. Kõrvalteega rulltransportöör

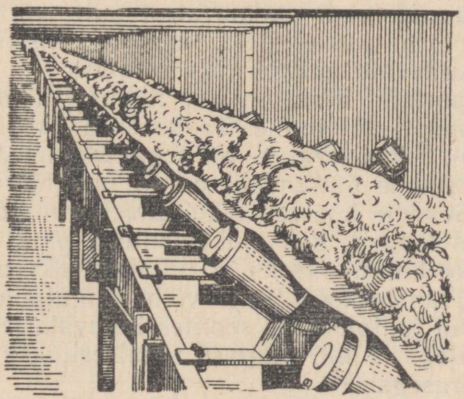
sontaaltasapinna suhtes transportimise suunas, mis soodustab veose edasiliikumist omaraskuse mõjul. Rullid valmistatakse 70—120 mm läbimõõduga torudest, mis pöörlevad liuge- või kuullaagritel telgedel. Rullide teljed on kinnitatud nurk- või profiilterasest valmistatud raami külge.

Rulltransportöörid tehakse statsionaarsetena või ümbertõstetavatena üksikutest sektsioonidest. Kõveratele teeosadele asetatakse spetsiaalsed pöördelülid, hargnemiskohtadesse aga kõrvalteega sektsioonid.

§ 90. Linttransportöörid, nende ehitus ja elementaararvutus

Linttransportööre (joon. 172) kasutatakse puiste- ja tükimaterjalide transportimiseks horisontaalsetel ning väikese kaldega teedel. Maksimaalne linttransportööri tõusunurga suurus rukki, nisu, kaera, odra ümberpaigutamisel on 20°, hernel ja maisil 12°, kartulil 22°.

Linttransportöörid on laialdaselt levinud oma kõrge tootlikkuse (500 m^3/h ja rohkem), suure transportimiskauguse (50 m ja rohkem), väikese kaalu ja lihtsa konstruktsiooni, aga samuti ka kõrge töökindluse ja mugavuse tõttu ekspluatatsioonis. Linttransportöörid võivad olla statsio-



Joon. 172. Linttransportöör

naarsed, liikuvad või ümbertõstetavad. Neid kasutatakse loomakasvatusfarmide söödatsehhides, köögiviljahoidlates ning teravilja laadimisel autodele ja haakeveokitele.

Linttransportöörid koosnevad lõputa lindist, ajamist ja pingutusseadmest ning rennikujuliste ja sirgete rullidega raamist. Linttransportöörid on mõnikord varustatud vastuvõtu- ja mahalaadimiskärudega. Transportööri lint toetub metall- või puitraamile paigutatud rullidele.

Materjal laaditakse linttransportööri ülemisele harule sõltuvalt laadimiskolu paigutusest ükskõik missuguses sobivas kohas. Samuti võib maha laadida igasse sobivasse kohta, kus on vastav mahalaadimiskäru. Transportööri ülekoormamise vältimiseks reguleeritakse produkti väljumiskiirus laadimiskolust vastavalt lindi liikumiskiirusele.

Transportööride lindid valmistatakse kummeeritud või puuvillriidest laiusega 200—600 mm, mis sõltub transportööri tootlikkusest ja tema töötingimustest.

Transportööri lindi liikumiskiirus sõltub ümberpaigutatavast materjalist ja tema füüsikalistest omadustest. Nisu, maisi ja rukki transportimisel on kiirus 3,0—4,0 m/s, kaera, odra ja päevalille seemnete transportimisel 2,0—3,0 m/s, jahu ja kliide puhul 1,0—2,0 m/s, köögivilja ja kartulite puhul 0,3—0,4 m/s.

Kui lindi laius on alla 500 mm, siis teraviljade transportimisel ei või kiirus olla üle 2,5 m/s. Tükiveoste transportimiseks kasutatakse vahel linti, mis on kokku pandud liikumise suunale risti paiknevatest puit- või terasliistudest ja kinnitatud veokettidele. Niisugune liisttransportöör käitatakse vedavate hammasrataste abil.

Linttransportööri ajam on ette nähtud liikumise edasiandmiseks mootorilt lindile. Ta koosneb trumlist, laagritest ja rihm-, hammasratas- või segaülekandest.

Pingutusseadme ülesandeks on transportööri lindi pingutamine. Seadme koosseisu kuuluvad trumlid koos võllidega, kaks laagrit, kaks juhtsoontega paralleeli trumli võlli laagrite kinnitamiseks ja nihutamiseks ning pingutusseadis. Transportööri linti võib pingutada pingutuskruvidega või juhtplokkide soontes liikuvale trossile riputatud raskusega. Lindi pingust reguleeritakse riputatava raskuse suurusega.

Linttransportööri raam on valmistatud nurk- või U-terasest või puitprussidest.

Transportööri koormatud haru toetamiseks paigutatakse rullid rennikujuliselt. Rullide külglülid asetatakse 30° nurga all horisontaaltasapinna suhtes. Koormamata lindi haru toetatakse sirgete rullidega.

Rullid valmistatakse 70—120 mm läbimõõduga terastorudest või malmist, mis pöörlevad kuul- või rull-laagritel.

Linttransportööri tootlikkus arvutatakse valemiga:

$$Q = 3600\, F\gamma v \text{ t/h}, \qquad (89)$$

kus F — lindil asuva materjali ristlõikepind m²;
γ — 1 m³ materjali puistekaal t;
v — lindi liikumiskiirus m/s.

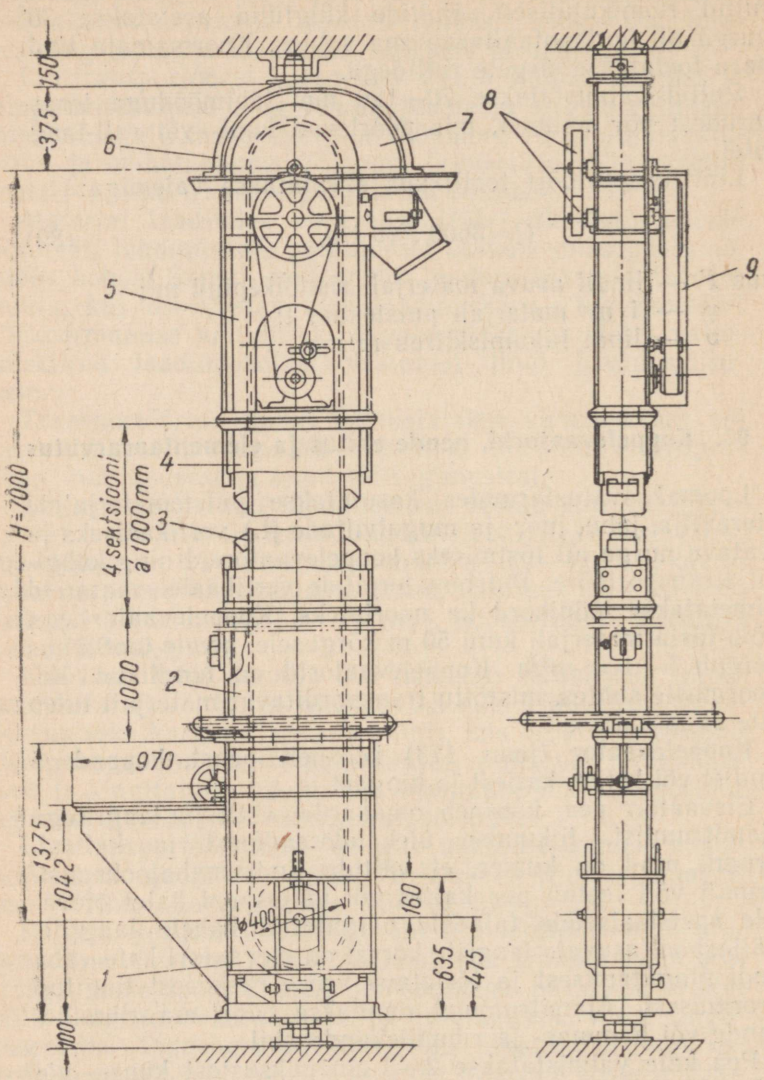
§ 91. Koppelevaatorid, nende ehitus ja elementaararvutus

Loomakasvatusfarmides kasutatakse puistematerjalide (teravilja, jahu, juur- ja mugulviljade jt.) vertikaalseks ja teatava nurga all tõstmiseks koppelevaatoreid ning köögiviljatransportööre. Puistematerjalide vertikaalelevaatoreid nimetatakse mõnikord ka nooriateks. Koppelevaatoritega võib tõsta materjali kuni 50 m kõrgusele, nende tootlikkus kõigub 5—160 m³/h. Koppelevaatorid on tundlikud ülekoormuste suhtes, mistõttu transporditavat materjali tuleb ette anda ühtlaselt.

Koppelevaator (joon. 173) koosneb peast, koppadega lindist või ketist, kattest ja kingast.

Elevaatori pea koosneb omakorda võlli ja laagritega ajamitrumlist, liikumise ülekandeseadmest ja kattest. Trumli pind on kumer, et vältida lindi mahajooksmist. Trumli võll toetub pea kattes või väljaspool katet olevatele spetsiaalsetele taladele paigutatud kahele laagrile. Väljaspool asuvate laagrite korral on elevaatori kate vaba lindi pingutamisest ja tõstetava veose raskusest tingitud koormusest. Ajamitrummel pannakse pöörlema rihmülekande või hammas- ja rihmülekande abil.

Pea kate valmistatakse 2—3 cm paksustest kuuse- või männilaudadest või 2—3 mm paksusest lehtterasest. Peaehk vedavale võllile on kinnitatud põrkratas koos põrklindiga, et hoida ära trumli tagurpidi pöörlemist tõstetava materjali raskuse mõjul.



Joon 173. Koppelevaatori (nooria) üldine vaade:

1 — king; *2* — katte alumine sektsioon; *3* — lint koos koppadega; *4* — katte keskmine sektsioon; *5* — katte ülemine sektsioon; *6* — kronstein; *7* — pea; *8* — hammasrattad; *9* — rihmülekanne

Kui elevaatoris on lindi asemel ketid, siis asendatakse trummel vedavate ketiratastega. Elevaatorites kasutatakse puuvillaseid, villaseid, kummi-, tekstiil- ja kummeeritud linte. Lindi laius peab olema 25—30 mm suurem koppade laiusest ja 25—30 mm kitsam trumli pikkusest. Katte seinte ja trumli otste vahe peab olema 30—60 mm. Koppadega lindi liikumise kiirus teravilja transportimisel on 1—2 m/s.

Üleliidulise Põllumajanduse Mehhaniseerimise Teadusliku Uurimise Instituudi poolt on soovitatud järgmised koppelevaatori lindi liikumiskiirused sõltuvalt trumli läbimõõdust (tab. 31).

Tabel 31

Koppelevaatori lindi liikumiskiirused

Trumli läbimõõt mm	Soovitatav lindi liikumiskiirus m/s
500	1,39
700	1,80
900	1,93
1 000	2,09

Niisketes hoidlates kasutatakse tavaliselt juur- ja mugulvilja tõstmiseks kettidega köögiviljaelevaatoreid. Kettide liikumiskiirus juur- ja mugulvilja transportimisel ei või ületada 0,3—0,5 m/s. Kopad kinnitatakse lindi külge poltide või neetidega, kettide külge aga ainult neetidega. Koppade gabariitmõõtmed, kuju ja nende paigutamine lindile või kettidele sõltub elevaatori tootlikkusest ja tõstetavast materjalist.

Teravilja transportimiseks valmistatakse kopad 0,9—2 mm paksusest lehtterasest mahuga 1—3,7 l sõltuvalt elevaatori tootlikkusest.

Elevaatori king koosneb trumlist koos võlliga, laagritest, pingutusseadmest ja kattest koos etteandekoluga. Pingutusseade võimaldab nihutada kinga trumli võlli piki elevaatori telge ja reguleerida elevaatori lindi või kettide pingust.

Joonisel 173 on näidatud elevaatori king 1 kruvi-pingutusseadmega. Lindi pingsuse tagamiseks, eriti mitteköeta-

vates ruumides töötavatel tekstiillintidel, kasutatakse nagu linttransportööridelgi raskuse toimel töötavat pingutusseadet. Kinga kate valmistatakse lehtterasest või laudadest. Katte küljel on ava elevaatori puhastamiseks produktidest.

Elevaatori kate kujutab endast täisnurkse ristlõikega toru, mis on valmistatud 2—3 cm paksustest laudadest või 2—3 mm paksusest lehtterasest. Toru üks ots on kinnitatud elevaatori pea katte ja teine ots kinga katte külge. Mõnedel elevaatoritel koosneb kate kahest torust — üks tõusva ja teine laskuva haru jaoks.

Elevaator töötab järgmiselt. Materjal antakse ette isevoolutoru ja kinga kattes oleva etteandekolu kaudu. Kopad, liikudes ümber kinga trumli, haaravad materjali ja tõstavad selle pea trumlini. Edasiliikumisel ümber pea trumli tühjendatakse kopad väljavoolutorusse.

Kopad tühjendatakse kas tsentrifugaaljõu või tõstetava materjali raskusjõu mõjul. Vastavalt sellele koppelevaatorid jagatakse kiirekäigulisteks ja aeglasekäigulisteks.

Tsentrifugaaljõuga tühjendamist kasutatakse kiirekäigulistes, eeskätt lint- (harvemini kett-)koppelevaatorites kergete puistematerjalide, jahu, teravilja ja tükimaterjalide transportimiseks.

Elevaatori kopp liigub trumlini sirgjooneliselt ja ühtlaselt ning materjal asub kopas ainult oma raskusjõu $G=mg$ mõjul. Kui kopp hakkab pöörduma ümber trumli (või ketirataste), siis raskusjõule lisandub veel tsentrifugaaljõud (joon. 174):

$$J_n = \frac{Gv^2}{gr} = m\frac{v^2}{r},$$

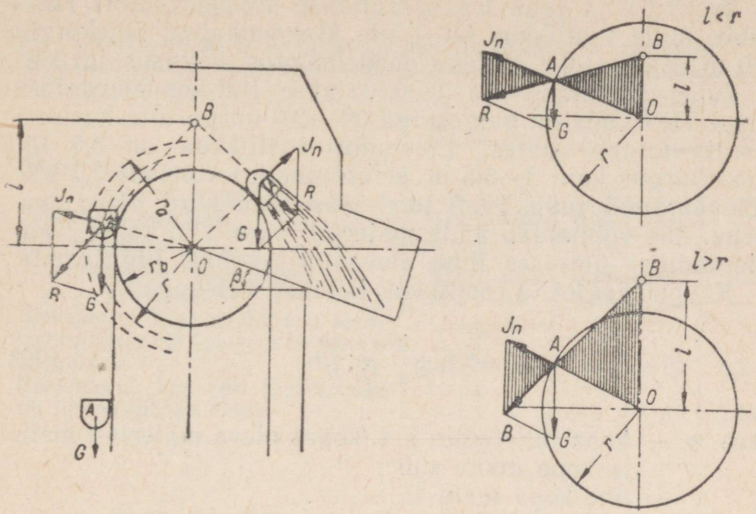
kus m — veose (materjali) mass kopas — $\frac{kg/s^2}{m}$;

v — kopas oleva veose raskuskeskme liikumiskiirus m/s;

r — pöörderaadius, s. t. kaugus trumli keskpunktist O kuni kopas oleva veose raskuskeskmeni A m;

g — raskuskiirendus m/s².

Tsentrifugaaljõu ja raskusjõu resultantjõud R muutub kopa pöördudes oma suuruselt ja suunalt. Kuid ükskõik mis tahes asendis kopp ka ei oleks, resultantjõu R vektori pikendus lõikab trumli keskpunkti läbivat vertikaali ainult ühes punktis B, mida nimetatakse pooluseks.



Joon. 174. Koppelevaatori töötamise skeem

Sarnastest kolmnurkadest (joon. 174) ABO ja AJ_nR võime kirjutada, et

$$\frac{l}{r} = \frac{G}{J_n} = \frac{mg}{m\frac{v^2}{r}}.$$

Saadud võrdust teisendades leiame pooluse kauguse l:

$$l = g\frac{r^2}{v^2} = \text{const.}$$

Asetades valemisse kiiruse väärtuse

$$\left(v = \frac{\pi n}{30} r\right),$$

saame

$$l = \frac{gr^2 \cdot 30^2}{\pi^2 r^2 n^2} = \frac{895}{n^2} \text{ m},$$

kus n — elevaatori pea trumli võlli pöörete arv minutis. Prof. P. S. Kozmini uurimisandmete järgi (joon. 174), kui $l \leqslant r_b$ — kopp tühjeneb tsentrifugaaljõu mõjul;

$l > r_a$ — kopp tühjeneb isevoolu teel;

$r_b < l < r_a$ — kopa tühjendamine toimub segaviisiliselt — isevoolu teel ja tsentrifugaaljõuga.

Teravilja ja jahu transporditakse koppelevaatori HB-4 abil, mille tootlikkus on 4 t/h. Maksimaalne tõstekõrgus 10 m. Elevaatorit käitava elektrimootori võimsus 1,5 kW.

Juur- ja mugulvilja teisaldatakse lint-koppelevaatoritega TK-0, mis on paigutatud 30—60° nurga alla horisontaaltasapinna suhtes. Elevaatori tootlikkus on 3,6 t/h, tõstekõrgus kuni 3—3,5 m, elektrimootori võimsus 1,7 kW. Elevaatoreid tüüp TK-0 toodetakse mõnikord pööratavatena, mis võimaldab anda materjali vajalikku kohta pöörderaadiuse ulatuses ilma elevaatorit kohalt liigutamata.

Koppelevaatorite tootlikkus leitakse valemiga:

$$Q = 3{,}6\,\psi \frac{i}{a}\,\gamma v \text{ t/h}, \qquad (90)$$

kus ψ — kopa täitetegur, s. t. kopas oleva materjali mahu ja kopa mahu suhe;
i — ühe kopa maht l;
a — koppade vahekaugus m;
γ — 1 l tõstetava materjali mahukaal kg;
v — lindi liikumiskiirus m/s.

Teades tootlikkust, määrame orienteerivalt elevaatori käitamiseks vajaliku võimsuse:
vertikaalelevaatoritele

$$N = \frac{QH}{370}\left(A_1 + B_1 \frac{q_0}{Q} v + C \frac{v^2}{H}\right) \text{kW} \qquad (91)$$

kaldelevaatoritele

$$N = \frac{QH}{370}\left[A_1 + \frac{A_0}{tg\alpha} + \left(B_1 + \frac{B_2}{tg\alpha}\right)\frac{q_0}{Q} v + C \frac{v^2}{H}\right] \text{ kW}, \qquad (92)$$

kus Q — elevaatori tootlikkus t/h;
H — materjali tõstekõrgus m;
g_0 — lindi ühe jooksva meetri kaal koos koppade kaaluga, mis asuvad lindi ühel jooksval meetril;
v — lindi liikumiskiirus m/s (vt. tab. 32);
A_1, A_2, B_1, B_2 ja C — tegurid, mis arvestavad mitmesuguseid takistusi ja sõltuvad pingutusseadme konstruktsioonist ning keti või lindi toestamisest.

Valemites 91 ja 92 esinevate tegurite keskmised väärtused

	Tegurid				
	A_1	B_1	C	A_2	B_2
Lintelevaatorid:					
laialiasetatud koppadega	1,14	1,55	0,25	—	—
soomuskoppadega	1,14	1,25	0,65	—	—
Kettelevaatorid:					
laialiasetatud koppadega . . .	1,11	1,1	0,25	—	—
soomuskoppadega	1,13	0,8	0,65	—	—
Elevaatorid, kus lint või kett toetub tugirullidele või kus kett toetub käigurullidele	—	—	—	0,09	0,5
Elevaatorid, kus kett tugikäppadega libiseb mööda valtsi	—	—	—	0,3	1,35

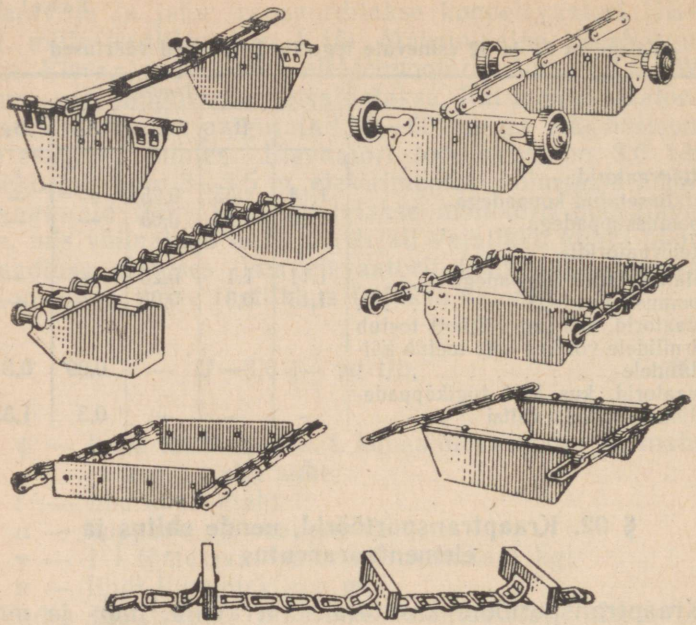
§ 92. Kraaptransportöörid, nende ehitus ja elementaararvutus

Kraaptransportööre kasutatakse teravilja, juur- ja mugulvilja, sõnniku, peenestatud söötade jt. ümberpaigutamiseks.

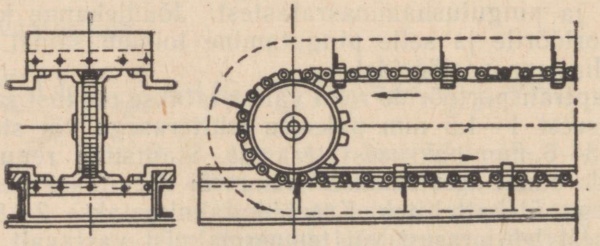
Veoseid transporditakse horisontaal- või kaldteed mööda, mille tõus võib olla kuni 45°. Kraaptransportöörid koosnevad rennist, ühest või kahest lõputa ketist kraapidega, ajami- ja pingutushammasratastest. Jõuülekanne kraaptransportöörile ja selle pingutamine toimub samal viisil nagu linttransportööridel.

Kraaptransportööride renn valmistatakse puidust ja kaetakse seest 1—1,5 mm paksuse lehtterasega või stantsitakse 3—6 mm paksusest terasest. Stantsitud rennisektsioonide otsad keevitatakse kokku või needitakse peitpeaneetidega ülekatteliites. Kraabid valmistatakse 2—8 mm paksusest lehtterasest või tempermalmist vastavalt renni kujule (joon. 175). Kergetel transportööridel libisevad kraabid mööda renni põhja. Raskete transportööride kraabid varustatakse käppade või rullidega, mis liiguvad rennis mööda suunajaid.

Joonisel 176 on näidatud kraaptransportööri töötamise skeem. Kraabid, liikudes mööda renni, veavad sellele puistatud materjali piki renni edasi ja lükkavad renni



Joon. 175. Transportööride kraabid



Joon. 176. Kraaptransportööri töötamise skeem

põhjas oleva ava (luugi) kaudu välja. Väljumisavasid tehakse renni põhja vastavalt materjali ärajuhtimiskohtade arvule. Materjal juhitakse vastavatesse kohtadesse piki- ja ristsiibrite abil.

Kraaptransportööride tootlikkus määratakse valemiga:

$$Q = 3{,}6\,\frac{i}{a}\gamma v \text{ t/h}, \qquad (93)$$

kus i — materjali hulk iga kraabi ees l;
a — kraapidevaheline kaugus m;
γ — materjali mahukaal kg/l;
v — keti liikumiskiirus, arvutustel võetakse 0,2—1 m/s.

§ 93. Kühveltõstukid, nende ehitus ja elementaararvutus

Kühveltõstukid on ette nähtud peeneteraliste ja puistematerjalide tõstmiseks spetsiaalses metallkopas — kühvlis (joon. 177).

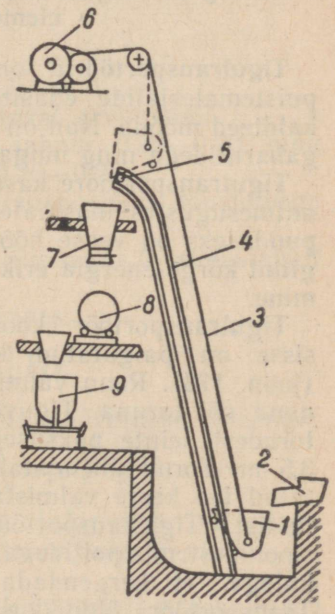
Kühvel *1* on monteeritud liikuvale vankrile, mille esirattad veerevad sisemisel U-terasest suunajal, tagarattad aga välisel suunajal.

Kühvli tühjendamiskohal on suunajad painutatud selliselt, et sellele lähenemisel kühvel kaldub ja veos puistatakse punkrisse *7*. Kühveltõstukid ehitatakse statsionaarsetena või liikuvatena, automaatse või käsitsi juhtimisega. Automaatsel juhtimisel toimub täitmine, tühjendamine ja kühvli liikumine ilma teenindava personali osavõtuta; käsitsi juhtimisel — lüliti ümberlülitamise teel.

Kühvli liikumiskiirus on 0,1—0,4 m/s, kühvli maht 0,25—5 m³, tõstekõrgus kuni 30 m ja rohkem.

Kühveltõstuki tootlikkus määratakse järgmise valemiga:

$$Q = ncq \text{ t/h}, \qquad (94)$$



Joon. 177. Kühveltõstuk:
1 — kühvel (kopp); *2* — laadimisrenn; *3* — veotross; *4* — kühvli (kopa) suunajad; *5* — tühjendamisseade; *6* — vints; *7* — punker; *8* — segaja *9* — vagonett

kus c — tsüklite arv tunnis;
n — kühvlite arv tõstukil;
q — veose kaal kühvlis, kui täitetegur on 0,9, t.

Tsüklite arv määratakse valemiga:

$$c = \frac{3600}{t + \frac{2H}{v}},$$

kus t — kühvli täitmiseks vajalik aeg;
käsitsi täitmisel võetakse t=70 s; automaatsel täitmisel 16—25 s;
H — tõstekõrgus m;
v — kühvli liikumiskiirus m/s.

Kühvel tühjendatakse liikumisel, mistõttu selleks kuluvat aega ei arvestata.

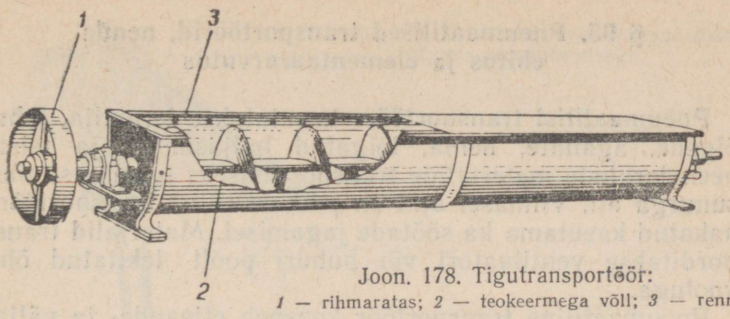
§ 94. Tigutransportöörid, nende ehitus ja elementaararvutus

Tigutransportöörid on ette nähtud peeneteraliste ja puistematerjalide edasitoimetamiseks horisontaalselt või kaldteed mööda. Nad on lihtsa konstruktsiooniga, väikeste gabariitidega ning mugavad ekspluateerida.

Tigutransportööre kasutatakse eraldi agregaatidena või mitmesugustes masinates eraldi mehhanismidena. Nende puuduseks on veose hõõrdumisest teo ja renni vastu tingitud kõrge energia erikulu ning tugev teo ja renni kulumine.

Tigutransportöör koosneb liikumatust rennist, mille sisse on paigutatud keermekujulise teraslindiga võll (joon. 178). Renn valmistatakse puidust või terasest künana või toruna. Tiguvõll tehakse peamiselt tõmmatud torudest seinte paksusega 3—5 mm ja pikkusega 2,5—3,5 m. Torud ühendatakse terasjätkudega. Võllile kinnitatud teo keere valmistatakse 2—4 mm paksusest teraslindist. Tigutransportöörid koosnevad üksikutest sektsioonidest, mis poltidega ühendamiseks on varustatud äärikutega, et kergendada kokkupanekut ja lahtivõtmist. Transportööri üldpikkus võib olla 30 m ja rohkem, teo läbimõõt on 100—600 mm.

Materjal laaditakse transportööri ühel otsal olevasse toitekolusse. Võlli pöörlemisel viib teo keere materjali renni teise otsa väljalaadimisluugini.



Joon. 178. Tigutransportöör:
1 — rihmaratas; *2* — teokeermega võll; *3* — renn

Tigutransportööri tootlikkus määratakse valemiga:

$$Q = 60\,\frac{\pi\,(D^2-d^2)}{4}\,sn\gamma\psi C \text{ t/h}, \qquad (95)$$

kus D — teo läbimõõt m;
d — tiguvõlli läbimõõt m;
s — teo keerme samm m;
n — pöörlemiskiirus p/min;
γ — materjali mahukaal t/m³;
ψ — teo täitetegur, mis võetakse arvutustel: teraviljale 0,28—0,35, jahule 0,25—0,30 ning juur- ja mugulviljale 0,20—0,25.
C — tegur, mis arvestab transportööri tõusunurga suurust.

Kui nurk on 0°; 5°; 10°; 15°; 20°, siis tegur C on vastavalt 1,0; 0,9; 0,8; 0,7; 0,65.

Tiguvõlli läbimõõt võetakse piirides:

$$d = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) D.$$

Teo pöörlemiseks vajalik võimsus määratakse valemiga:

$$N = 1{,}05\,Q\left(\frac{WL}{270} + \frac{l}{3{,}6}\,N_1 m\right) \text{ hj},$$

kus W — eritöö, mis kulutatakse 1 kg materjali edasiliikumisel 1 m võrra; teraviljale $W = 1{,}85$;
Q — teo tootlikkus t/h;
N_1 — võimsus, mis on vajalik materjali minekuks üle laagrite (hj-des 1 kg/cm-le), teraviljale teo pöörlemiskiiruse juures 55 p/min $N = 0{,}0019$ hj;
m — laagrite arv;
L — transportimiskaugus m.

§ 95. Pneumaatilised transportöörid, nende ehitus ja elementaararvutus

Pneumaatilisi transportööre kasutatakse teravilja, jahu, õlgede, aganate, heina, lõigatud haljasmassi ja teiste peeneteraliste materjalide transportimiseks igasuguse tõusunurga all. Viimasel ajal on pneumaatilisi transportööre hakatud kasutama ka söötade jagamisel. Materjalid transporditakse ventilaatori või puhuri poolt tekitatud õhu vooluga.

Pneumaatiline transportöör koosneb etteande- ja väljalaadimisseadmest, tsentrifugaalventilaatorist ning torujuhtmest. Nad on lihtsa ehitusega ja kõrge tootlikkusega. Transportimine toimub täielikult hermeetilistes tingimustes, mistõttu materjalide kadusid ei esine. Transportööri teenindavate tööliste arv on väike.

Pneumaatiliste transportööride kasutamisel on võimalik transportimist täielikult automatiseerida ning kõige täielikumalt mehhaniseerida peale- ja mahalaadimistöid.

Põhilised puudused pneumaatilistel transportööridel on: kõrgem energia kulu kui mehaanilistel transportööridel ühe ja sama materjali koguse transportimisel (1—4 kWh iga tonni transporditava materjali kohta); heina ja õlgede transportimisel võivad torud vahel ummistuda; ei ole võimalik transportida niiskeid, kleepuvaid veoseid.

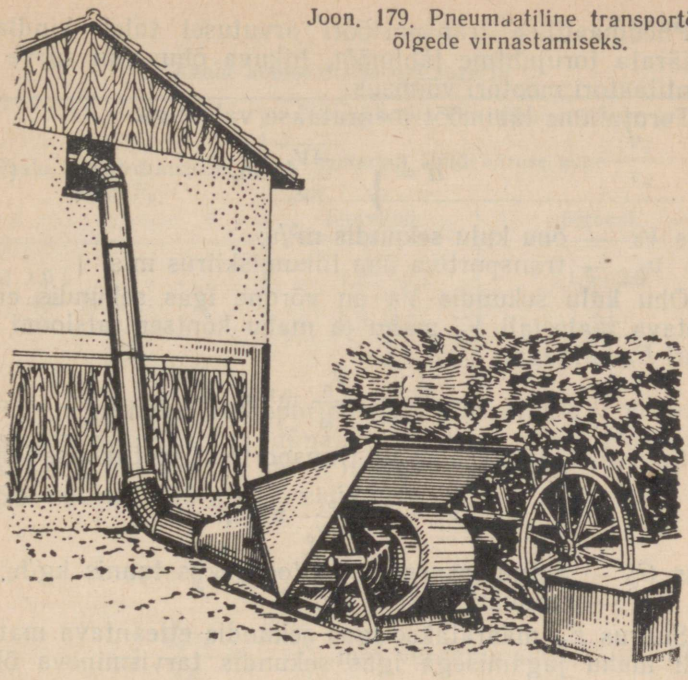
Pneumaatilised transportöörid jaotatakse imi-, suru- ja imi-suru- (segatüüpi) transportöörideks.

I m i t r a n s p o r t ö ö r e kasutatakse teravilja väljalaadimiseks autodest, salvedest ja veskites ning elevaatorites tolmu eemaldamiseks. Sellise transportööri torujuhe tehakse painduv, mille ühele otsale on kinnitatud imidüüs.

S u r u t r a n s p o r t ö ö r e kasutatakse heina, õlgede, teravilja, haljasmassi ja teiste produktide transportimiseks. Sellistel transportööridel antakse produkt ette läbi külgmise ava ventilaatori kesta või läbi spetsiaalse söötekolu, mis on asetatud survetoru peale.

I m i - s u r u t r a n s p o r t ö ö r e (segatüüpi) kasutatakse puistematerjalide transportimiseks salvedest, autodest ja nende tõstmiseks kuni 12 m kõrgusele. Neid võib kasutada ka materjalide transportimiseks horisontaalselt kuni 60 m kaugusele.

Sisseimetud produkt läbib koos õhuvooluga imeva toru, ventilaatori, survetoru ja siseneb tsüklonisse. Kuna tsük-



Joon. 179. Pneumaatiline transportöör õlgede virnastamiseks.

loni läbimõõt on 8—10 korda suurem survetoru läbimõõdust, siis õhk kaotab oma kiiruse, produkt langeb raskusjõu mõjul koonusesse ja transporditakse edasi mööda isevoolutorusid, õhk aga juhitakse läbi ülemise toru atmosfääri.

Produkti edasitoimetamine torude kaudu nõuab kindla kiirusega õhuvoolu. See sõltub toru õhuvoolus liikuva materjali kontsentratsioonist. Õle heksiite, saepuru, jahu transportimisel peab õhuvoolu kiirus olema 15—20 m, peenestatud haljasmassi puhul 25—30 m/s. Vastavalt õhu liikumiskiirusele kasutatakse transportöörides ka madalrõhu ventilaatoreid rõhuga kuni 500 mm veesammast või kõrgrõhu ventilaatoreid rõhuga üle 500 mm veesammast. Peeneteraliste materjalide transportimisel peab torude läbimõõt olema 100—300 mm, õlgede ja heinte jaoks aga 300—600 mm. Torustik monteeritakse üksikutest 1—3 m pikkustest torudest.

Pneumaatilise transportööri arvutusel tuleb kindlaks määrata torujuhtme läbimõõt, liikuva õhuvoolu surve ja ventilaatori mootori võimsus.

Torujuhtme läbimõõt määratakse valemiga:

$$d = \sqrt{\frac{4V_õ}{\pi v_õ}} \text{ m}, \qquad (97)$$

kus $V_õ$ — õhu kulu sekundis m³/s;
$v_õ$ — transportiva õhu liikumiskiirus m/s.

Õhu kulu sekundis $V_õ$ on võrdne igas sekundis etteantava materjali V_p mahu ja mahu kontsentratsiooni teguri E_m suhtega:

$$V_õ = \frac{V_p}{E_m} \text{ m}^3/\text{s}.$$

Suurus V_p leitakse antud transportööri tootlikkuse järgi:

$$V_p = \frac{G_p}{3600\,\gamma_p} \text{ m}^3/\text{s},$$

kus G_p — antud transportööri tootlikkus tunnis kg/h;
γ_p — produkti erikaal kg/m³.

Suurus E_m määratakse igas sekundis etteantava materjali mahu jagamisega igas sekundis tarvismineva õhuhulgaga $\left(E_m = \frac{V_p}{V_õ}\right)$. Õlgede ja teravilja transportimisel

$$E_m = \frac{1}{1000} \text{ kuni } \frac{1}{2000}.$$

Transporteeriva õhu liikumiskiirus $v_õ$ sõltub kaalu kontsentratsiooni teguri ja materjali kandekiirusest.

Kaalu kontsentratsiooni tegur on võrdne transporditava materjali kaalu ja transportiva õhu kaalu suhtega

$$E_k = \frac{G_p}{G_õ} = \frac{V_p \gamma_p}{V_õ \gamma_õ} = E_m \frac{\gamma_p}{\gamma_õ},$$

kus $\gamma_õ$ — õhu erikaal kg/m³.

Materjali kandekiiruseks nimetatakse tõusva õhuvoolu kiirust, mille juures transporditava keha kaal tasakaalustatakse aerodünaamilise voolu survega. Teravilja ja õlgede puhul võetakse kandekiiruseks 9 m/s.

Sõltuvus transportiva õhu liikumiskiiruse $v_õ$, materjali kandekiiruse v_k ja kaalu kontsentratsiooni teguri E_k vahel on toodud tabelis 33.

Kaalu kontsentratsiooni tegurid

Kaalu kontsentratsiooni tegur E_k	Transportiva õhu liikumiskiiruse ja materjali kandekiiruse suhe $\frac{v_õ}{v_k}$	
	teraviljal	õlgedel
Kuni 1,0	1,25—1,3	1,5—2,0
1,0—2,0	1,5	2,2
Üle 2,0	2,0—2,5	2,5

Pneumaatilistel transportööridel määratakse õhuvoolu täissurve staatilise ja dünaamilise surve ning materjali tõstmiseks kulutatava surve liitmise teel.

See suurus määratakse valemiga:

$$H_t = \left(R\,l + \varsigma \frac{v_õ^2\,\gamma_s}{2g}\right)(1 + E_k\,tg\,\alpha) + \frac{v_õ^2\,\gamma_s}{2g} + \frac{G' H_p}{U} \text{ mm veesammast,} \quad (98)$$

kus R — õhu ja torustiku seinte vaheline hõõrdetakistus mm veesammast 1 m kohta; määratakse vastava tabeli ja nomogrammi abil või arvutatakse valemiga 8;

l — torujuhtme pikkus m;

ς — kohalike kadude tegur; leitakse tabelist 4;

g — raskuskiirendus — 9,81 m/s²;

G' — sekundis etteantava materjali kogus kg,

H_p — tõstekõrgus m;

γ_s — õhu ja materjali segu erikaal; määratakse valemiga:

$$\gamma_s = \left(\frac{\gamma_õ}{E_m} + \gamma_p\right) : \left(\frac{1}{E_m} + 1\right) \text{ kg/m}^3; \quad (99)$$

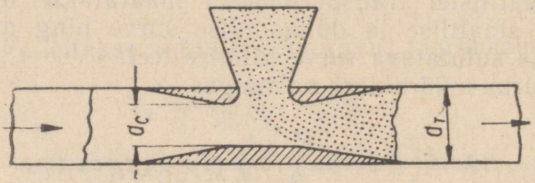
$(1 + E_k\,tg\,\alpha)$ — parandustegur õhu ja transporditava materjali liikumisel mööda torujuhet.

tg α väärtused mitmesuguste transportiva õhuvoolu kiiruste ja kandekiiruste suhete juures on järgmised:

$\frac{v_õ}{v_k}$	1,3	1,65	2,0	3,0
tg α	0,25	0,22	0,18	0,13

Normaalse töö tagamiseks peab laadimiskolu üles seadma survetorule nii, et kolus ei tekiks staatiline rõhk, vaid imemine.

Kui seda tingimust ei täideta, paiskub materjal kolust välja. Seepärast on vaja projekteerimisel torujuhtmes kolu piirkonnas staatiline rõhk muuta dünaamiliseks, s. t. mär-



Joon. 180. Materjali läbimineku skeem kolust õhutorusse

gatavalt suurendada õhu kiirust. See saavutatakse materjali etteandmise piirkonnas toru ahendamise teel (joon. 180). Laadimiskolu düüsi läbimõõdu leidmiseks tuleb täissurve ümber arvestada dünaamiliseks.

$$H_t = \frac{v^2_{kolu}\,\gamma_õ}{2g},$$

millest õhukiirus kolu düüsis v_{kolu} määratakse järgmiselt:

$$v_{kolu} = \sqrt{\frac{2g\,H_t}{\gamma_õ\,\eta_{kolu}}},$$

kus η_{kolu} — kolu kasutegur.

Maksimaalseks õhu liikumiskiiruseks kolu düüsis võetakse $v_{kolu} = 45$ m/s. Kiiruse suurenemisel üle 45 m/s on tarvis märgatavalt suurendada võimsust.

Kolu düüsi läbimõõt määratakse valemiga:

$$d = \sqrt{\frac{4 V_{\delta}}{\pi v_{kolu}}}, \qquad (100)$$

kus V_{δ} — sekundiline õhu kulu m³/s.

Pneumaatilise transportööri käitamiseks vajalik võimsus määratakse valemiga:

$$N = \frac{V_{\delta} H_t K}{102 \eta_k \eta_i} \text{ kW}, \qquad (101)$$

kus V_{δ} — sekundiline õhu vajadus m³/s;
H_t — täissurve mm veesammast;
η_k — tsentrifugaalventilaatori kasutegur, võetakse 0,45—0,65;
η_i — ülekande kasutegur elektrimootorilt ventilaatorile; rihmülekannetel 0,9; otseülekande puhul ei arvestata;
K — võimsuse varutegur, võetakse tabelist 5.

XXI PEATÜKK

SÕNNIKU KORISTAMISE MEHHANISEERIMINE

§ 96. Köisskreeperid, kraaptransportöörid ja muud sõnniku koristamise vahendid

Eriti suur tähtsus on sõnniku koristamisel ja transportimisel. Loomade vabapidamisel koristatakse sõnnik ükskaks korda aastas buldooserite ja sõnnikutõstukitega.

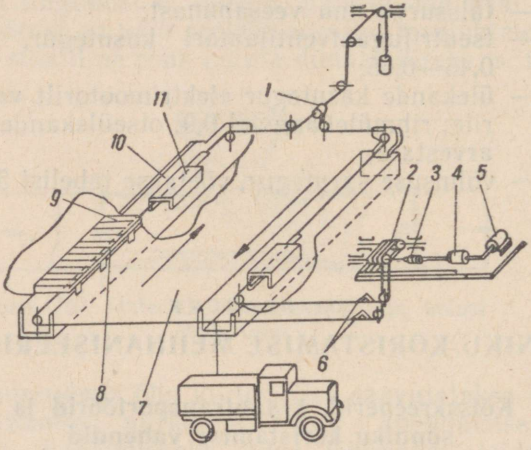
Lõaspidamisel koristatakse sõnnik iga päev.

Sõnniku koristamiseks loomakasvatusruumidest ja selle transportimiseks sõnnikuhoidlasse kasutatakse rippteid, köisskreepereid, transportööre ja mitmesuguseid kärusid. Moskva oblasti Petrovskoje sovhoosis koristatakse sõnnik veiselaudast köisskreeperiga СУ-ВИМ, mille töötamise skeem on toodud joonisel 181.

Kaherealises veiselaudas on kummassegi sõnnikurenni — ruumi vastaspoolsetesse otstesse paigutatud üks teraskühvel (skreeper) 11 ühest otsast ülestõstetava klapiga. Kühvlid on valmistatud 1—1,5 mm paksusest lehtterasest, mahtuvusega umbes 100 kg. Kühvli avatud ots on sõnniku väljaveo poole.

Kühvlid on omavahel ühendatud terastrossiga, mis plokkide süsteemi abil on ühendatud väljapoole ruumi asetatud vintsi trumliga. Vintsi elektrimootori võimsus on 4,5 kW.

Töötamisel tõmbab tross sõnnikurennides asuvaid kühvleid vastassuundades. Üks kühvel, mille klapp on suletud, kogub sõnniku ja viib selle lauda otsas asuvasse sõnniku-



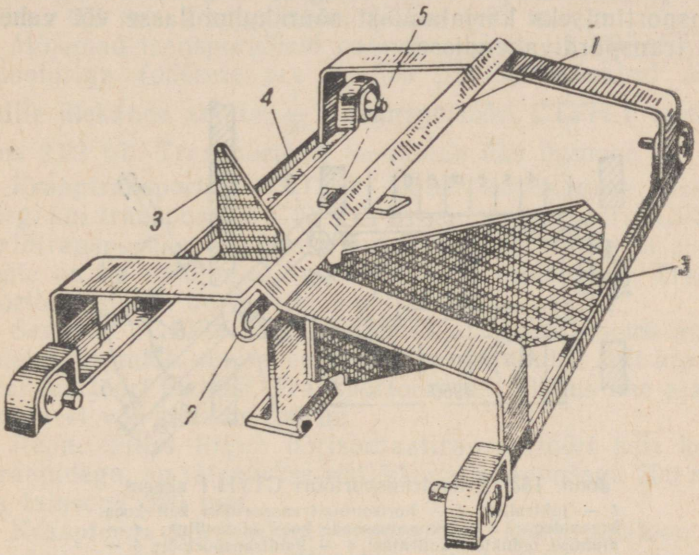
Joon. 181. Sõnnikuskreeperi skeem:
1 — pingutusseade; *2* — vints; *3* — ajam; *4* — reduktor; *5* — elektrimootor; *6* — trossi puhastaja; *7* — läbikäik; *8* — sõnniku lükkamise avad; *9* — asemed; *10* — renn; *11* — kühvel (skreeper)

ruumi, teine kühvel liigub aga samaaegselt tühjalt, kusjuures tema klapp on üles tõstetud. Liikumissuund muudetakse automaatlülititega. Kastide liikumiskiirus on 6 m/min.

Sõnnikuruum on ehitatud lauda põrandast madalamale, et autod või muud transpordivahendid saaksid juurde sõita. Sõnnikuruumis on paralleelsetele taladele üles seatud kallutatavad teraspunkrid mahuga 1,5 t. Punkrid on kergesti kallutatavad ja sõnnik laaditakse nendest auto või käru veokasti.

ВИЭСХ konstrueeritud köisskreeper. Sovhoosis «Mõtištši» kasutatakse üheaegselt kolmest sigalast sõnniku koristamiseks ВИЭСХ konstrueeritud köisskreeperit, mis on ekspluatatsioonikindel ja mugav teenindada.

Igasse sigalasse on pikisuunas söödakünade all asuvasse spetsiaalsesse kanalisse paigutatud kaks sõnniku-skreeperit.



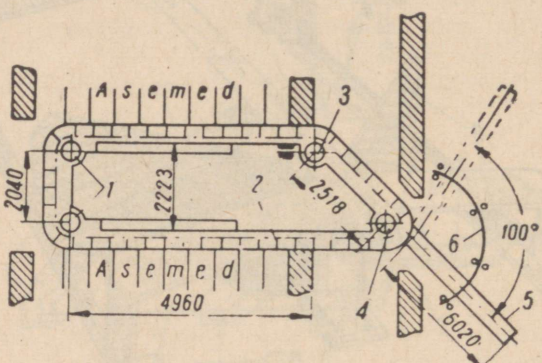
Joon. 182. Skreeper:
1 — raam; *2* — veokonks; *3* — pöörduvad labad; *4* — alumine raami nurgik; *5* — piiraja

Söödakünad on põrandast 12 cm kõrgusel, kus juures nende alla jääva ava kaudu lükatakse sõnnik kanalisse. Ristsuunas läbib kogu koline sigalat keskelt sööda-künade all asuvatest kanalitest madalamale ehitatud ühine sõnnikukanal, millesse samuti on paigutatud skreeper.

Skreeperid pannakse liikuma trossi, vintsi ja elektrimoo-tori abil. Sigalate kanalitest lükkavad skreeperid sõnniku üldisesse sõnnikukanalisse, kust see samuti skreeperiga transporditakse edasi sõnnikuhoidlasse. Skreeperi üld-vaade on toodud joonisel 182.

Tühikäigul skreeperi pöörduvad labad 3 lähenevad ja toetuvad vastu piirajat 5, moodustades omavahel 15—20° nurga. Töökäigul labad eemalduvad, toetuvad vastu raami alumist nurkrauda, moodustavad 90° nurga ja haaravad endaga kaasa kanalis oleva sõnniku.

Kraaptransportöör СТУН-1. Joonisel 183 on näidatud kraaptransportööri СТУН-1 skeem. See koosneb horisontaal- ja kaldtransportöörist ning on ette nähtud sõnniku transportimiseks karjalaudast sõnnikuhoidlasse või vahetult transpordivahendisse.



Joon. 183. Kraaptransportööri СТУН-1 skeem:
1 — juhtrullid; *2* — horisontaaltransportööri kett koos kraapidega; *3* — pingutusseade koos juhtrulliga; *4* — alumise reduktori ketiratas; *5* — kaldtransportöör; *6* — kaldtransportööri rööbastee

Horisontaaltransportöör on paigutatud asemete lähedalt möödaminevasse pealt kaetud sõnnikurenni ja on ette nähtud sõnniku transportimiseks karjalaudast kaldtransportöörini. Horisontaaltransportöör koosneb 160 mm sammuga lõputa ketist, mille lülid on valmistatud 30 mm läbimõõduga ümarterasest ja on ühendatud omavahel terasplaatidega. Spetsiaalsete kronsteinide abil on plaatide külge kinnitatud puitkraabid, vahekaugusega 470 mm. Kraabid on ühe otsaga ühendatud transportööri keti külge. Kraapide mõõtmed on 275×40×70 mm. Kett toetub väikese lõtkuga renni siseseinte suhtes rullidele *1, 3, 4*. Transportööri keti liikumiskiirus on 0,15 m/s, transportööri pikkus 51,5 m.

Kaldtransportöör võtab sõnniku horisontaaltransportöörilt ja viib selle sõnnikuhoidlasse või vankrisse. Kaldtransportööri võib pöörata horisontaaltasapinnas mööda spetsiaalset rööbasteed kuni 100° piires. See võimaldab sõnnikut laadida igasse sobivasse kohta pöördekaare ulatuses. Kraabid on transportööri keti külge kinnitatud vahekaugusega 285 mm. Transportööri raam on süsinikterasest. Sõnniku tõstekõrgus kuni 3,6 m, transportööri liikumiskiirus 0,3 m/s, transportööri pikkus 6,02 m.

Mõlemad transportöörid pannakse tööle 1,7 kW elektrimootoriga (pöörete arv n=800 p/min) reduktori abil, mille ülekande arv $i = \frac{1}{30}$. Transportööri СТУН-1 tootlikkus 2,23 t/h. Transportööri teenindab üks inimene.

Kraaptransportöör ТСГУ-2 töötab samasuguse skeemi järgi kui transportöör СТУН-1. Kraaptransportööri ТСГУ-2 kaldtransportöör ei pöördu horisontaaltasapinnas ja peale selle on ka mõningad konstruktiivsed erinevused. Transportööri skeem on toodud joonisel 184.

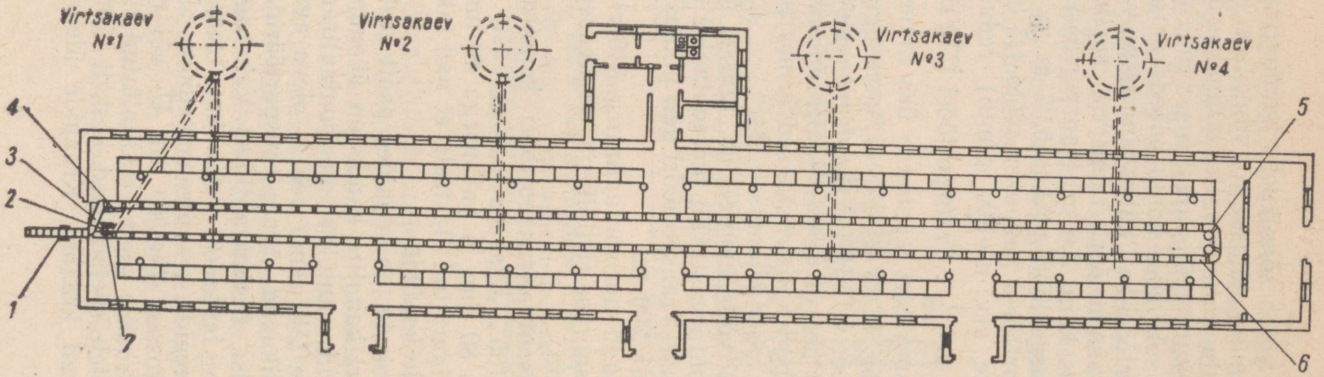
Seadme ТСГУ-2 võib monteerida igasse loomalauta, kusjuures tuleb muuta vastavalt horisontaalse kett-kraaptransportööri pikkust. Transportööri keti pikkus ühe ajami kohta ei või ületada 200 m.

Renn, milles liigub horisontaaltransportööri kett koos kraapidega, on täisnurkse ristlõikega, sügavusega 200 mm ja laiusega 320 mm.

Kraapidega horisontaaltransportööri konstruktsioon on toodud joonisel 185. Kraabid on puidust, pikkusega 290 mm, laiusega 80 mm ja paksusega 40 mm. Kraabid on kettide külge kinnitatud elastselt, et nad takistuste puhul saaksid kõrvale kalduda.

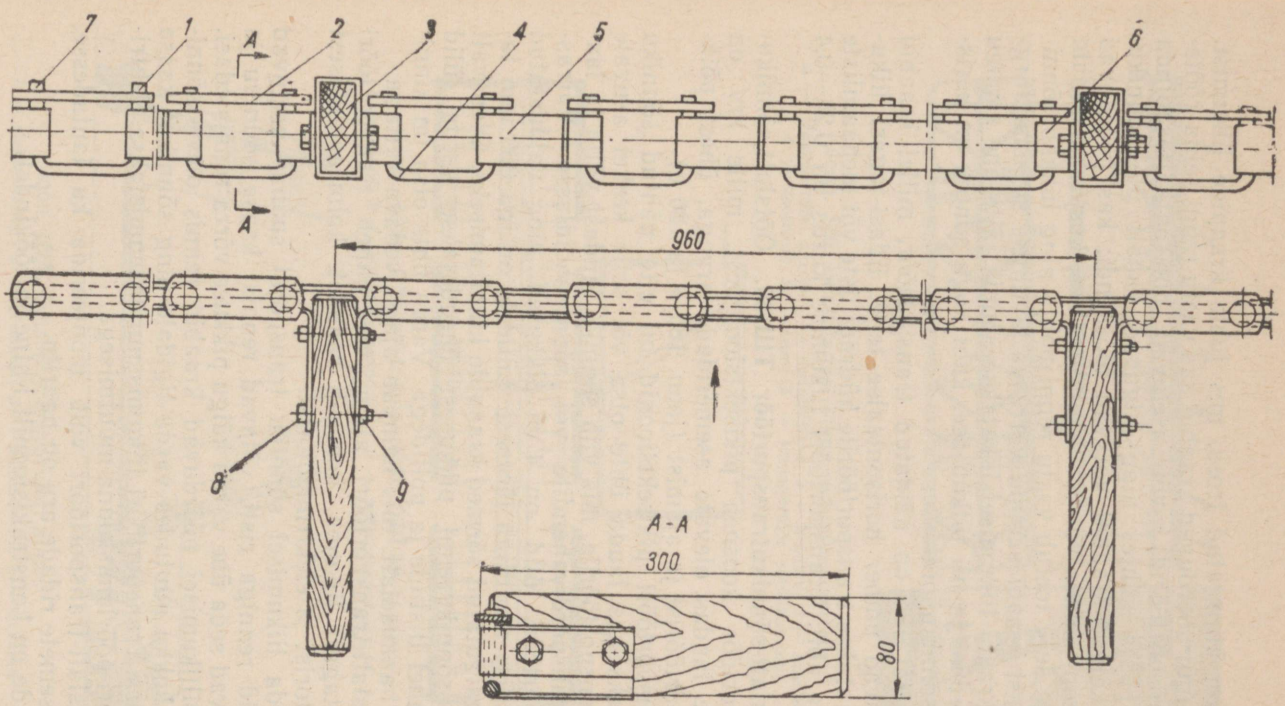
Virtsa ärajuhtimiseks on rennides pealt restidega kaetud luugid, mis eri kanalite kaudu on ühendatud virtsakogujatega. Sõnnik antakse horisontaaltransportöörilt kaldtransportöörile läbi renni põhjas oleva ava.

Edasi-tagasi liikuvad kraaptransportöörid. Meil ja välisriikides (Saksa Demokraatlikus Vabariigis ja Šveitsis) kasutatakse lautadest sõnniku transportimiseks edasi-tagasi liikuvaid kraaptransportööre. Need koosnevad kas terastrossist (ketist) või U- või nurkterasest pikiliikuvast latist, mille külge on kinnitatud kindlaksmääratud vahekaugustele spetsiaalsed, keskelt 120° nurga alla painutatud liikuvad kraabid. Kraapide ülemiste harude



Joon. 184. Sõnniku koristamise kraaptransportööri ТСГУ-2 skeem:

1 — kaldtransportöör; *2* — ajam; *3* — horisontaaltransportöör; *4* — pingutusseade; *5* — juhtrullid; *6* — renn; *7* — ava sõnniku juhtimiseks kaldtransportöörile



Joon. 185. Kraapidega horisontaaltransportööri konstruktsioon:

1 — ühenduslüli; *2* — klambri ühendusliist; *3* — puitkraap; *4* — lüli klamber; *5* — ovaalne lüli; *6* — kraabi kinnitamise lüli; *7* — splint; *8* — polt; *9* — mutter

külge on kinnitatud tross, mis juhib kraapide liikumist. Tühikäigul pöörduvad kraabid kas vastu renni seina (õõtslatt-transportöörid) või asetuvad horisontaaltasapinda renni põhja suhtes ning liiguvad vabalt üle sõnniku. Tagasikäigul kraabid võtavad tööasendi: kas pöörduvad risti renni suhtes või vertikaalasendisse, kusjuures kraabi alumine serv toetub vastu renni põhja ning lükkab sõnnikut edasi kraabi sammu võrra väljaviimise suunas. Järgmisel kraabi liikumisel lükatakse sõnnik jälle ühe sammu võrra edasi ja nii jätkub see, kuni kogu sõnnik on koristatud sõnnikuhoidlasse.

Joonisel 186 on näidatud transportöör, millel kraabid pöörduvad ümber horisontaalse telje. Edasi-tagasi liikumine antakse transportöörile hüdrauliliste või mehaaniliste ajamite abil. Transportööri liikumise kiirus on 0,25—0,4 m/s.

Õõtslatt-sõnnikutransportöör ТШ-30. Õõtslatt-sõnnikutransportöör koosneb pikisektsioonidest, mille arv on võrdne laudas olevate asemeridade arvuga, ühest põiktransportöörist ja ajamist (joon. 186 a ja 186 b).

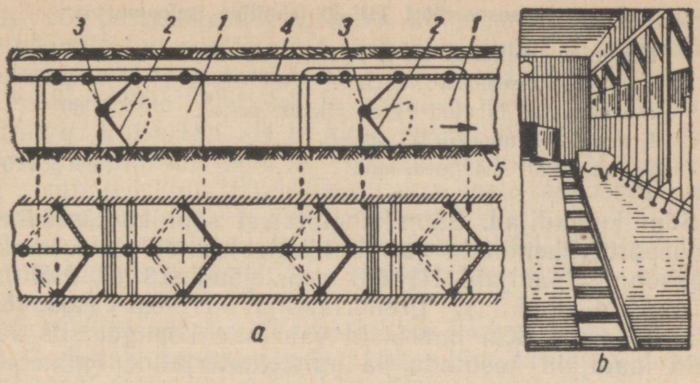
Transportööri pikisektsioonid on ette nähtud sõnniku viimiseks kas lauda ühte otsa või selle keskel asuvale põiktransportöörile, mis viib sõnniku laudast välja ja laadib transpordivahendile või sõnnikuhoidlasse. Varrastransportööri lülid on 4 m pikkused ning valmistatud U-kujulise profiiliga terasest. Lülidele on iga 800 mm tagant paigutatud sõrmed kraapide kinnitamiseks. Olenevalt lauda sõnnikurenni pikkusest ühendatakse varda lülid omavahel liistude ja poltidega. Varda ühte otsa on kinnitatud hammaslatt, mis hambub ajami vedava rattaga.

Õõtslatt-transportööri ajam, mis paneb transportöörі edasi-tagasi liikuma, koosneb raamist, kolmeastmelisest reduktorist ja elektrimootorist.

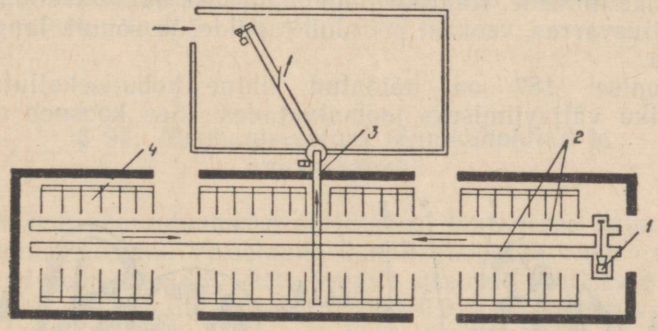
Varda liikumisel sõnniku transpordi suunas asetuvad kraabid renniga risti, võtavad rennist kaasa sõnniku ja tõukavad seda ühe varda käigu pikkuse võrra rennis edasi. Tagasiliikumisel pöörduvad kraabid rennis oleva sõnnikuga kokku puutudes varda ligidale ning sõnnikut kaasa ei haara. Transportööri liikumissuunda muudetakse elektrimootori pöörlemissuuna muutmisega.

Õõtslatt-transportööri võib monteerida ka lautadesse, kus asemete ridade arv on paaritu.

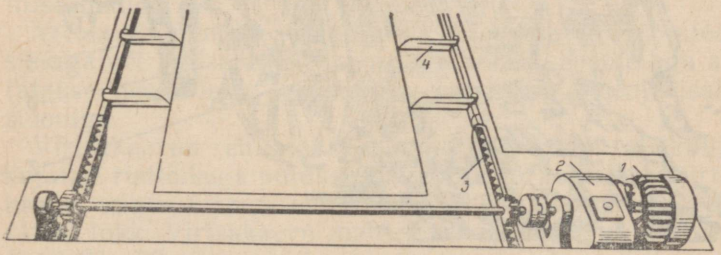
Seade on konstruktsioonilt lihtne ja töökindel.



Joon. 186. Edasi-tagasi liikuv kraaptransportöör:
a — transportööri skeem; *1* — metallküljed; *2* — kraabid; *3* — kraabi telg; *4* — veotross; *5* — renn; *b* — transportöör sõnnikurennis



Joon. 186a. Õõtslatt-transportööri ТШ-30 skeem:
1 — ajam; *2* — õõtslatt-transportöör; *3* — põiktransportöör; *4* — asemed



Joon. 186b. Õõtslatt-transportööri ajam:
1 — elektrimootor; *2* — reduktor; *3* — hammaslatt; *4* — kraabid

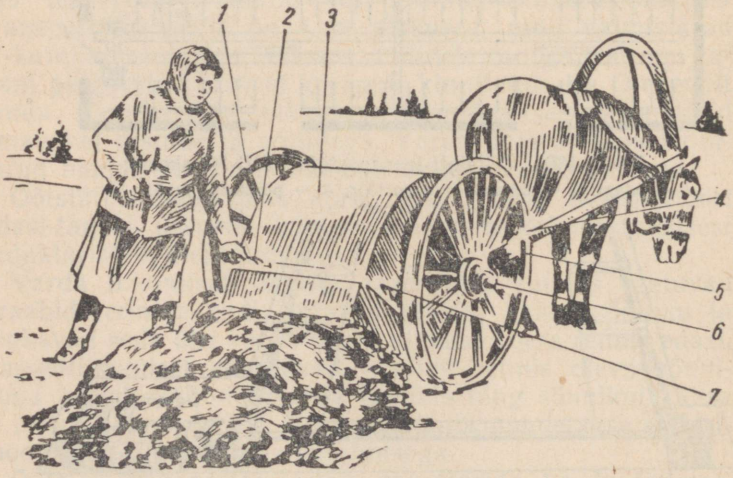
Õõtslatt-transportööri ТШ-30 tehniline iseloomustus

Keskmine tootlikkus t/h	6—10
Vajalik võimsus, kW	2,8
Maksimaalne lubatud varda pikkus, m	80
Kraapide liikumiskiirus, m/s	0,2
Sõnnikurenni mõõtmed, mm	400×140

Sõnnikulaadijad. Sõnnikuhoidlatest sõnniku tõstmiseks transpordivahenditele ja sõnnikulaotajatele kasutatakse rippsõnnikulaadijaid НН-0,3 (tõstejõud 0,3 t), НН-0,75 (tõstejõud 0,75 t), greiferlaadijat ПГ-0,5 (tõstejõud 0,5—0,7 t) jt. Kui haaratsid vahetada kopaga, siis võib neid laadijaid kasutada ka puistematerjalide (mineraalväetis, turvas jne.) tõstmiseks.

Hobu-isekallutaja. Laudast sõnniku väljavedamiseks kasutatakse kallutatava veokastiga kaarikut, mida teenindab üks inimene. Kaariku tühjendamiseks haagitakse lahti kinnitusvarras, veokast pöördub tappidel ja sõnnik langeb maha.

Joonisel 187 on näidatud lihtne hobu-isekallutaja sõnniku väljaviimiseks loomalautadest. See koosneb me-



Joon. 187. Hobu-isekallutaja:
1 — ratas; *2* — käepide; *3* — kast; *4* — aas; 5 — aisad; *6* — pooltelg; *7* — veokasti külgsein

talı- või puitveokastist *3*, mille külgseintele on äärikute abil kinnitatud poolteljed *6*. Kui külgseinad ei ole küllaldaselt tugevad, asetatakse telg läbi veokasti.

Pooltelgedele (teljele) asetatakse puit- või metallrattad *1*. Ratta tappide ja kasti külgseinte vahele on šarniirselt kinnitatud aisad *5*. Veokasti kaldumise tagamiseks on poolteljed kinnitatud 20—30 mm kasti raskuskeskmest madalamale.

Kast kinnitatakse transpordiasendisse külgseinte külge kinnitatud haakidega, mis haagitakse aisadel olevate aasadega *4*.

Kasti tühjendamisel vabastatakse haagid aasadest, töö line kallutab tagumise seina külge kinnitatud käepideme abil kasti ja veos puistatakse välja.

Tühi kast pööratakse transpordiasendisse kasti esiseina külge kinnitatud käepideme *2* abil ja fikseeritakse haakidega. Hobu-isekallutajat teenindab üks inimene. Kasti mahutavus on 0,5—0,6 m^3.

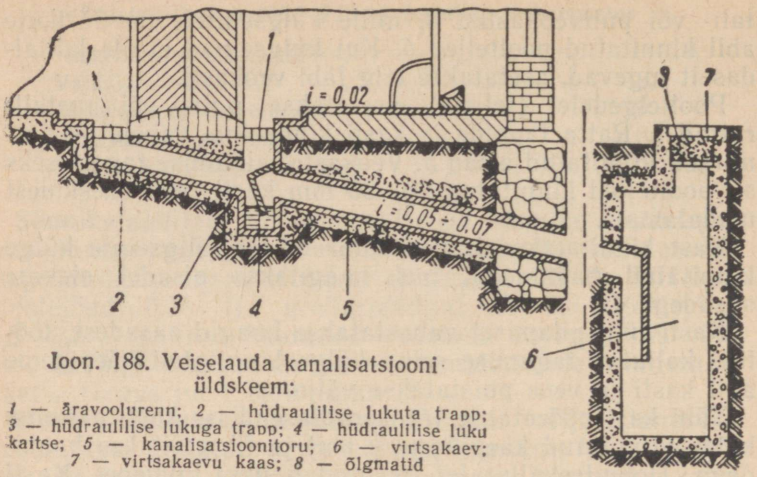
§ 97. Mehhaniseeritud sõnnikuhoidlad ja virtsakaevud

Virtsa eemaldamiseks ehitatakse lautadesse kanalisatsioonisüsteemid. Veiselauda kanalisatsiooni skeem on esitatud joonisel 188. Virts valgub asemelt lahtisesse äravoolurenni *1*, mille kalle on 0,010—0,015, kust tema valgub edasi trappidesse *2* ja *3* ning lõpuks läbi äravoolutoru *5* — virtsakaevu *6*. Et gaasid virtsakaevust ei tungiks lauta tagasi, varustatakse kanalisatsioonisüsteem hüdraulilise lukuga *4*.

Virtsa külmumise vältimiseks kaetakse äravoolutorud šlakiga või antiseptilise saepuruga, virtsakaevule aga asetatakse peale luuk kahekordse kaanega ja soojusisolatsiooniga.

Virtsakaevud ehitatakse ümmargused või ristkülikukujulise ristlõikega puidust, betoonist või tellistest. Virtsakaevu seinte ümber ehitatakse 30 cm laiune rasvasest savist lukk. Virtsakaevu maht arvutatakse tema täitumise järgi 25—30 päeva jooksul.

Ööpäevast virtsa ja pesuvee kogust võib määrata tabeli 34 järgi.



Joon. 188. Veiselauda kanalisatsiooni üldskeem:

1 — äravoolurenn; *2* — hüdraulilise lukuta trapp; *3* — hüdraulilise lukuga trapp; *4* — hüdraulilise luku kaitse; *5* — kanalisatsioonitoru; *6* — virtsakaev; *7* — virtsakaevu kaas; *8* — õlgmatid

Tabel 34

Virtsa kogus ja pesuvee kulu ühe ööpäeva kohta

Loomade nimetus	Virts, l	Pesuvesi, l
Lehmad	12	8
Mullikad	5	2
Vasikad	3	3
Nuumsead (4 kuni 10 kuud)	6	3

Virtsakaevude kasutamisel oleme varustatud väärtusliku lämmastik-kaaliväetisega, mida kasutatakse teraviljade, köögiviljade ja rühvelkultuuride väetamiseks.

Hilissügisel ja talvel kasutatakse virtsa turbakompostide valmistamiseks või kuiva sõnniku ülevalamiseks.

Lämmastikühendite säilitamiseks virtsas peab virtsakaev olema tihedalt suletud, väljapumpamisel aga hoiduda virtsa ilmaaegsest segamisest.

Virtsa pumpamiseks kasutatakse reovete või muude selletaoliste vedelikkude pumpamiseks kohandatud pumpi, nagu lahtivõetavate klappidega kolbpumpi, mida on kerge demonteerida ja puhastada, samuti tsentrifugaalpumpi 2,5 НФ. Kasutatakse ka liikuvaid elektripumpi, mis on monteeritud kaherattalistele kärudele.

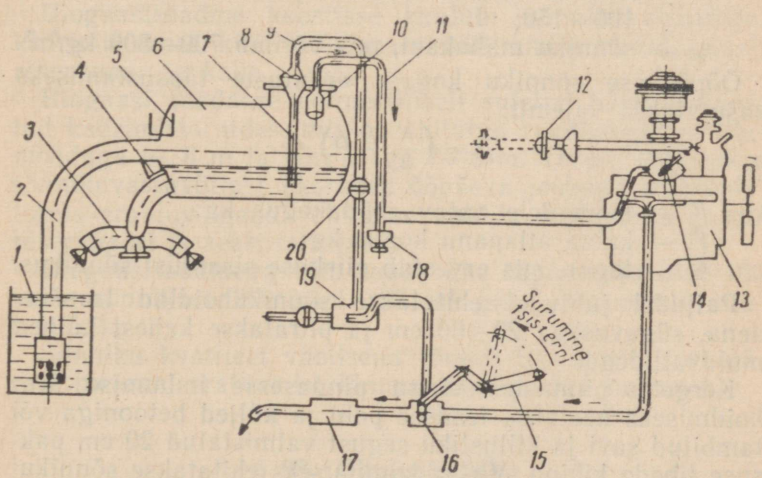
Taolisi agregaate võib kasutada ka vee väljapumpamiseks silotornidest, tranšeedest, keldritest ning köögi- ja puuviljaaedade kastmiseks.

Virtsahajutajate abil on võimalik täiuslikult mehhaniseerida virtsa kasutamist.

Virtsahajutaja АНЖ-2 on monteeritud auto ГАЗ-63 šassiile. Seade pumpab virtsa välja virtsakogujast, transpordib ja hajutab selle ühtlaselt põllule või valab laiali kompostiga segamiseks. Virtsahajutaja tsisterni mahutavus on 1,5 m^3.

Virtsahajutaja põhimõtteline skeem on toodud joonisel 189. Tsistern *6* täidetakse vedelikuga automootori poolt tekitatud alarõhu toimel. Alarõhu suurus on 0,50—0,55 kg/cm^2, mille järgi teoreetiliselt võimalik vedeliku tõstekõrgus on 5—5,5 m. Tegelikult aga torustikus olemasolevate takistuste ja veest suurema erikaalu tõttu virtsa tõstekõrgus ei ulatu üle 4 m.

Vedeliku tsisternist väljapritsimiseks kasutatakse automootori heitgaaside rõhku. Gaasid lähevad gaasijaotus-



Joon. 189. Virtsalaotaja põhimõtteline skeem:

1 — virtsakoguja; *2* — imivoolik; *3* — laotamisseade; *4* — väljalaadimisseadme sulgur; *5* — imivooliku sulgur; *6* — tsistern; *7* — tasakaalustusseade; *8* — tagasilöögiklapp; *9* — survemagistraal; *10* — kaitseklapp; *11* — vaakuummagistraal; *12* — vaakuummagistraali sisselülitamise hoob; *13* — automootor; *14* — kraan; *15* — gaasijaotuskarbi siibri juhtimise hoob; *16* — gaasijaotuskarp; *17* — summutaja; *18* — sadesti; *19* — uhtmispaak; *20* — survemagistraali kraan

karbist *16* survemagistraali *9* ja sealt edasi tsisterni *6*, kus tekitavad rõhu kuni 1,5 atm. Ülerõhu toimel voolab vedelik läbi hajutaja *3* põllule.

Sõnnikuhoidlad. Sõnnik on väärtuslikemaid orgaanilisi väetisi. Sõnnikut kogutakse ja säilitatakse erilistes sõnnikuhoidlates, mis võivad olla lahtised või katusealused. Viimaseid on soovitav kasutada sademeterikastes rajoonides.

Sõnnikuhoidla mõõtmete määramisel lähtutakse kariloomade arvust, pidamisviisist, sõnniku kogusest ja selle hoidmise ajast sõnnikuhoidlas.

Sõnnikuhoidla pindala arvutatakse valemiga:

$$F = \frac{mgn}{h\gamma} \text{ m}^2, \qquad (102)$$

kus F — sõnnikuhoidla kasulik pindala m²;
m — loomade arv lõaspidamisel;
g — ööpäevane sõnniku kogus ühe looma kohta kg; lehmadel ja pullidel 35—40 kg, sigadel 8—10 kg;
h — sõnniku virnastamise kõrgus, harilikult 1,5—2 m;
n — sõnniku hoidlas hoidmise päevade arv, võetakse 100—150;
γ — sõnniku mahukaal, mis võrdub 700—800 kg/m³.

Ööpäevase sõnniku koguse arvutuste täpsustamiseks kasutatakse valemit:

$$g = \left(\frac{K}{2} + P\right) 4,$$

kus K — loomadele antav söödakogus kg;
P — kuiva allapanu kogus kg;
4 — tegur, mis arvestab niiskuse sisaldust sõnnikus.

Paljudel juhtudel ehitatakse sõnnikuhoidlad tranšeedena, sügavusega 20—60 cm ja piiratakse kahest küljest muldvallidega.

Kergetes pinnastes virtsa pinnasesse imbumise ärahoidmiseks kaetakse tranšee põhi ja küljed betooniga või tambitud savi ja killustiku segust valmistatud 20 cm paksuse tiheda kihiga. Virtsa kogumiseks ehitatakse sõnnikuhoidla mõlemale küljele virtsakaevud.

Väga perspektiivne on sõnniku eemaldamine virtsaga uhtmise teel kogumiskaevudest. Sõnnik lükatakse perioodiliselt labidaga vastuvõtukaevudesse, kuhu samuti valguvad ka vedelad ekskremendid.

Vastuvõtukaevudest uhutakse sõnnik fekaalpumba 4-НФ poolt tekitatud tugeva virtsajoaga (surve 10 m) survetorustikku. Äravool toimub mööda torusid, mille kalle on 2%. Tiheda sõnnikuga ummistumise vältimiseks ümbritsetakse pumba imitoru sõnnikukogujas filtreeriva võrguga.

Sõnniku eemaldamiseks uhtmise teel tuleb allapanuks kasutada hekseldatud põhku, saepuru või turvast.

Uhtmine kergendab märgatavalt sõnniku koristamist ning võimaldab täielikult säilitada sõnniku ja vedelad ekskremendid väetisena.

Sõnniku koristamist uhtmise teel kasutatakse Saksa Demokraatlikus Vabariigis.

Biogaasiseadmed. Hermeetiliselt suletud nõudes kääriv sõnnik eraldab põlevat gaasi. Biogaas sisaldab kuni 60% metaani, küteväärtusega ligikaudu 5000—5200 kcal/m³. Biogaasi võib kasutada kütmiseks ja kütusena traktorites.

Mitmetes maades ja Nõukogude Liidus on viimastel aastatel hakatud ehitama biogaasiseadmeid. Peale biogaasi saadakse nendes seadmetes veel kõrgekvaliteedilist vedelväetist.

Biogaasiseadme koostisse kuulub: sõnnikuvastuvõtja, käärimistornid, kääritatud massi säilitamise tornid, gaasireservuaar ja kaks pumpa.

Biogaasi saadakse hermeetiliselt suletud hästi isoleeritud käärimistornides, mis on ehitatud raudbetoonist läbimõõduga 5—6 m ja kõrgusega 7—8 m. Tornid laaditakse sõnnikuvastuvõtjast üks kord ööpäeva jooksul. Käärimistornis eralduv gaas juhitakse mööda torustikku gaasireservuaari ja sealt tarbijatele.

Biogaasiseadmega võib saada ühe ööpäeva jooksul 100 veise sõnnikust 260 kuni 350 m³ gaasi (olenevalt allapanust).

Sõnniku kvaliteet väetisena tõuseb tunduvalt, sest pärast metaani eraldamist lämmastikusisaldus suureneb.

§ 98. Ohutustehnika

Õnnetusjuhtumite vältimiseks on tarvis loomakasvatusfarmides transpordivahenditega töötamisel täita järgmisi ohutustehnika nõudeid:

1. Transpordivahenditele töötama lubatakse isikuid,

kellel on vastavate masinate või agregaatide juhtimise õigus ja kes on tundma õppinud ohutustehnika eeskirju.

2. Keelatud on töötada mittekorrasolevate ja halvasti reguleeritud masinatega (agregaatidega). Enne tööle asumist tuleb masinad üle vaadata ja kontrollida, kas nendesse ei ole jäetud produkte või kõrvalisi esemeid.

3. Elevaatorite, nooriate ja transportööride kasutamisel ei tohi asetada käsi vastuvõtukolu suudmesse, punkritesse ja teistesse produktide etteandmise kohtadesse. Kui etteantavad produktid ei liigu edasi, ei või neid edasi lükata masina töötamise ajal. Keelatud on samuti töötamise ajal avada töökambrit ja paljastada tööorganeid.

4. Masina või agregaadi käivitamine ja seismajätmine on lubatud ainult signaali järgi.

5. Mootori töötamise ajal on keelatud masinate (agregaatide) tehniline hooldamine ja remontimine; masinate reguleerimine ja määrimine, välja arvatud sõlmed, mis on ette nähtud spetsiaalselt instruktsioonis; rikete kõrvaldamine; rihma mahavõtmine ja pealepanemine. Masinate (agregaatide) ja samuti ka elektriliinide remontimisel tuleb lülititele riputada sildid «Mitte lülitada — remont».

6. Ülekannete ja mehhanismide kõik pöörlevad osad ning vooluvastuvõtjad tuleb katta äravõetavate või alaliste kaitsmetega.

7. Transpordi tee ja masina või agregaadi töökoht peab olema hästi valgustatud.

8. Masinate (agregaatide) ja transpordivahendite montaažil tuleb jätta nende vahele läbikäigud laiusega vähemalt 1 m.

9. Kõikides osakondades peavad olema esmaabikapid ravimite komplektiga esmaabi andmiseks (side, vatt, joodtinktuur, nuuskpiiritus jne.).

V OSA

LEHMADE LÜPSMINE JA PIIMA ESMASE TÖÖTLEMISE MEHHANISEERIMINE

XXII PEATÜKK

LÜPSISEADMETE EHITUS JA TÖÖTAMINE

§ 99. Lüpsiprotsess ja füsioloogilised nõuded

Lüpsiprotsess seisneb lehma udara astikust piima väljaimemises või väljapigistamises.

Loomulikul imemisel luuakse perioodiliselt hõrendus, mis vaheldub nisa pigistamisega vasika poolt üksikute piimakoguste allaneelamise momendil. Seejuures on vaakuumi suurus kuni 28 cm elavhõbedasammast, imemispulsside arv minutis 45—70.

Käsitsi lüpsmine, mis seisneb piima väljapigistamises nisadest, on väga väsitav ja aeglane operatsioon, sest 1 l piima saamiseks on tarvis nisa pigistada umbes 100 korda.

Käsitsi lüpsmine põhjustab sageli lüpsjate käte kutsehaigusi. Väga oluliseks käsitsilüpsi puuduseks on paratamatu piima mehaaniline ja bakteriaalne risustumine ning lüpsjate madal tööjõudlus. Üks lüpsja lüpsab käsitsi tavaliselt 10—12 lehma.

Masinalüps põhineb vahelduval imemisel, s. t. vahelduva vaakuumi tekitamises lehma nisade all.

Nõukogude Liidus kasutatakse laialdaselt kolme- ja kahetaktilisi lüpsiaparaate.

Tööjõudlus masinalüpsil suureneb mitmekordselt, samuti jäävad ära käsitsilüpsi puudused.

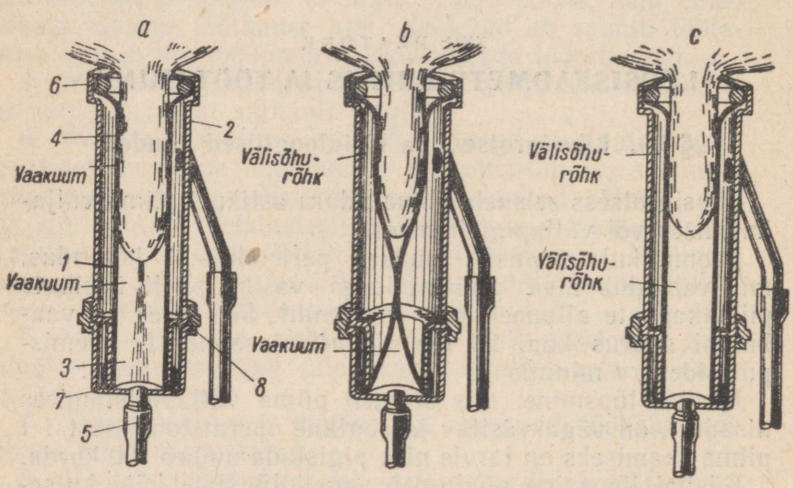
Kahekambriline nisakann (joon. 190) koosneb välimisest metallhülsist, mille sisse on asetatud nisakumm. Kui nisakann asetada nisale, tekib kaks hermeetiliselt suletud kambrit.

Imemistakti ajal on mõlemates nisakannu kambrites (joon. 190, *a*) vaakuum ning rõhkude erinevuse tõttu uda-

ras ja nisakannus voolab piim nisast välja nisaalusesse kambrisse *3*.

Massaažitaktil on seintevahelises kambris *4* välisõhurõhk, mistõttu nisakumm surutakse kokku (joon. 190, *b*), toimub nisa massaaž ja piima väljavool lakkab.

Puhketakti ajal on nisaaluses kambris *3* ja seintevahelises kambris *4* välisõhurõhk. Nisa võtab loomuliku kuju



Joon. 190. Kahekambrilise nisakannu töötamise skeem kolmetaktiliselt: *a* — imemistakt; *b* — massaažitakt; *c* — puhketakt: *1* — nisakumm; *2* — hülss; *3* — nisaalune kamber; *4* — seintevaheline kamber; *5* — voolik; *6* — metallrõngas; *7* — piimanapp; *8* — mutter

ja vereringe pärast massaažitakti taastub kiiresti (joon. 190, *c*).

Pulsside kestus jaguneb üksikute taktide vahel järgmiselt: imemistaktile 45%, massaažitaktile 15% ja puhketaktile 40%.

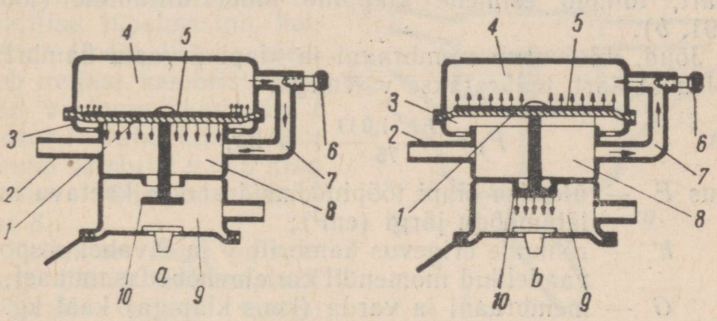
Käesoleval ajal toodetakse Nõukogude Liidus moderniseeritud lüpsimasinaid, millel imemistakti kestust on suurendatud puhketakti lühendamise arvel kuni 60%. Selliste aparaatide kasutamine võimaldab tunduvalt lühendada lüpsmise aega.

§ 100. Pulsaatorite ja kollektorite ehitus ning töötamine

Kahe- või kolmetaktiliselt töötavates nisakannudes tekitatakse vahelduv vaakuum pulsaatoriga.

Sõltuvalt konstruktsioonist on pulsaatorid tehtud kas jaotussiibriga, membraantüüpi, magnettüüpi või kuulidega.

Nõukogude Liidus ja välisriikides on kõige laialdasemat kasutamist leidnud membraantüüpi pulsaatorid.



Joon. 191. Kolmetaktilise lüpsiaparaadi membraantüüpi pulsaatori töötamise skeem:

a — klapi ja membraani asend imemistaktil; *b* — klapi ja membraani asend imemis- ja puhketaktil; *1* — membraan; *2* — toru; *3* — alalise välisrõhu kamber; *4* ja *8* — vahelduva vaakuumi kambrid; *5* — ülemine klapp; *6* — kruvi; *7* — kanal; *9* — alalise vaakuumi kamber; *10* — alumine klapp

Kolmetaktilise lüpsimasina pulsaatori töötamise skeem on esitatud joonisel 191.

Pulsaator koosneb alalise vaakuumi kambrist *9*, vahelduva vaakuumi kambritest *4* ja *8* ning alalise välisrõhu kambrist *3*. Alalise vaakuumi kamber on ühendatud kummivooliku ja torustiku abil vaakuumpumbaga. Kambrid on üksteisest eraldatud membraani *1*, ülemise klapi *5* ja alumise klapi *10* abil.

Pulsaator töötab automaatselt sobivalt vaiitud kambri *8* ristlõike ja membraani ning klapi pindalade tõttu. (Kambri *8* ülemise ristlõike läbimõõt on 33 mm, memb-

raani ja alumise klapi tööpinna läbimõõdud on vastavalt 45 mm ja 12 mm.)

Vaakuumi sisselülitamisel liigub membraan koos ülemise klapiga *5* rõhkude erinevuste tõttu alla pesasse ja vaakuum kandub kambrist *9* läbi avatud alumise klapi *10* kambrisse *8*, sealt edasi kanali *7* kaudu kambrisse *4* ja läbi toru *2*, kummivooliku ning kollektori nisakannudesse. Vaakuumi suurenemisel kambris *4* jõud, mis surub membraani vastu kambri *8* ülemist äärt, väheneb. Välisõhurõhk aga ringkambris *3* jääb muutmatuks. Momendil, kui kambri *3* poolt membraanile mõjuv jõud muutub suuremaks jõust, mis surub membraani vastu kambri *8* ülemist äärt, toimub esimene klappide ümberlülitumine (joon. 191, *b*).

Jõud, mis surub membraani ja klapi *5* vastu kambri *8* ülemist äärt, määratakse valemiga:

$$P_1 = \frac{Fh' 1{,}033}{76} + G \text{ kg},$$

kus F — ülemise klapi tööpind, määratakse kaetava ava läbimõõdu järgi (cm²);
h' — rõhkude erinevus kambrite *4* ja *8* vahel eespool vaadeldud momendil cm elavhõbedasammast;
G — membraani ja varda (koos klapiga) kaal kg.

Jõu suurus, mis mõjub membraanile ringkambri *3* poolt, määratakse valemiga:

$$P_2 = \frac{F_k h'' 1{,}033}{76} \text{ kg},$$

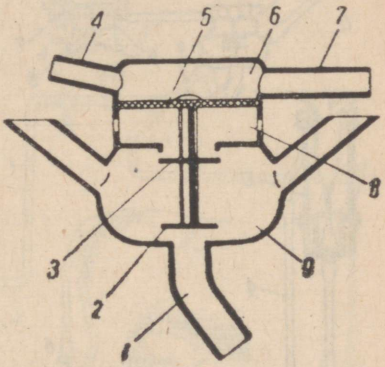
kus F_k — ringkambri pindala cm²;
h'' — vaakuumi suurus kambris *4* vaadeldud momendil cm elavhõbedasammast.

Klappide ümberlülitumine toimub, kui $P_2 > P_1$. Pärast klappide ümberlülitumist liigub välisõhk kambrist *3* kambrisse *8*, tekib välisõhurõhk, mis kandub läbi kanali *7* kambrisse *4* ja läbi toru *2*, kummivooliku ning kollektori nisakannudesse. Rõhu suurenemisega kambris *4* jõud, mis mõjub membraanile alt üles, kujutades enesest kambrites *8* ja *4* olevat rõhkude vahet, väheneb ja teatud momendil muutub vähemaks jõust, mis mõjub ülalt alla alumisele klapile. Toimub teine klappide ümberlülitumine (joon. 191, *a*). Kamber *8* eraldatakse allalaskunud ülemise klapiga *5* alaiise välisrõhu kambrist *3* ja ühendatakse

avatud alumise klapi *10* kaudu alalise vaakuumi kambriga *9*. Vaakuum kambrist *9* kandub uuesti kambrisse *8* ja kogu tsükkel kordub.

Pulseerimise sagedust reguleeritakse kruviga *6*. Kruvi kinnikeeramisel kanali ristlõige väheneb, vaakuum kambris *4* muutub aeglasemalt ja pulseerimise sagedus väheneb, lahtikeeramisel aga pulseerimise arv suureneb.

Vahelduv vaakuum pulsaatorist antakse edasi nisakannudesse läbi kollektori, mis samaaegselt on ette nähtud piima kogumiseks nisadest ja puhketakti moodustamiseks massaažitakti lühendamise arvel. Kolmetaktilise lüpsimasina kollektor (joon. 191 a) koosneb neljast kambrist: alalise vaakuumi kambrist *1* (toru), vahelduva vaakuumi kambrist *9* ja *6* ning alalise välisrõhu kambrist *8*.



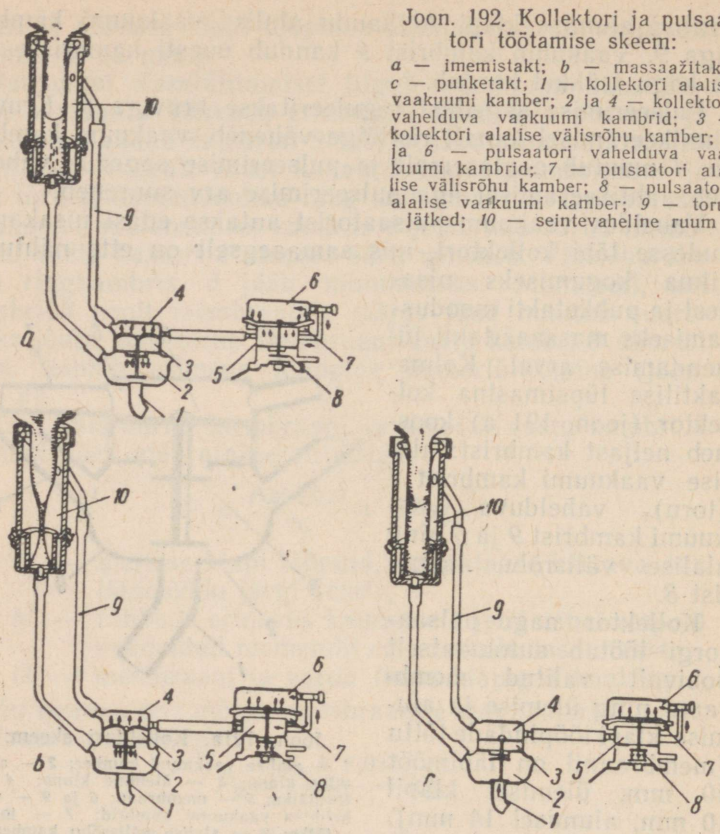
Joon. 191a. Kollektori skeem:
1 — alalise vaakuumi kamber; *2* — alumine klapp; *3* — ülemine klapp; *4* — toruiätke; *5* — membraan; *6* ja *9* — vahelduva vaakuumi kambrid; *7* — toruiätke; *8* — alalise välisrõhu kamber

Kollektor nagu pulsaatorgi töötab automaatselt sobivalt valitud membraani ning ülemise ja alumise klapi tööpindade tõttu (membraanil on läbimõõt 40 mm, ülemisel klapil 10 mm, alumisel 14 mm). Kollektori ja pulsaatori töötamise skeem on esitatud joonisel 192.

Pulsaatori kambrist *5* (joon. 192) antakse vaakuum toru kaudu edasi kollektori kambrisse *4* ja edasi toru *9* kaudu nisakannude seintevahelisse kambrisse *10*.

Vaakuumi mõjul membraan *5* kumerdub üles ja tõmbab endaga kaasa kollektori varda klappidega *2* ja *3*. Seetõttu ülemine klapp sulgub, alumine aga avaneb ja vaakuum kandub nisaalusesse kambrisse (imemistakt. joon. 192, *a*).

Järgmisel momendil asendub vaakuum pulsaatori kambris *5* välisõhurõhuga. Õhk voolab kollektori kambrisse *4* ja edasi nisakannude vahekambrisse. Nisade all on sel ajal veel vaakuum ja toimub massaažitakt (joon. 192, *b*). Edasi-



Joon. 192. Kollektori ja pulsaatori töötamise skeem:

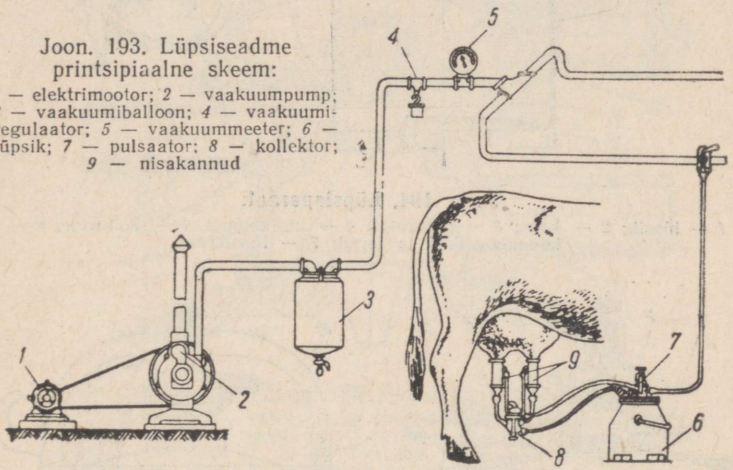
a — imemistakt; *b* — massaažitakt; *c* — puhketakt; *1* — kollektori alalise vaakuumi kamber; *2* ja *4* — kollektori vahelduva vaakuumi kambrid; *3* — kollektori alalise välisõhu kamber; *5* ja *6* — pulsaatori vahelduva vaakuumi kambrid; *7* — pulsaatori alalise välisõhu kamber; *8* — pulsaatori alalise vaakuumi kamber; *9* — torujätked; *10* — seintevaheline ruum

sel õhu liikumisel kambrisse *4* väheneb vaakuum ligikaudu nullini ja saabub selline moment, millal jõud, mis mõjub membraanile ülalt, muutub väiksemaks kui jõud, mis mõjub klapile *3* alt (joon. 191, *a*), ja kollektori varras laskub alla. Seejuures õhk voolab kambrist *3* (joon. 192) läbi kambri *2* nisakannude nisaalusesse kambrisse. Nisakannude mõlemas kambris on välisõhurõhk — toimub puhketakt (joon. 192, *c*).

Seega vahetakt — massaažitakt — on tingitud sellest, et välisõhk juhitakse nisaalusesse kambrisse teatud hilinemisega.

§ 101. Lüpsiseadme ДА-3 ehitus ja töötamine

Lüpsiseadme ДА-3 koosseisu kuuluvad kümme lüpsiaparaati, kaks tagavaralüpsikut, vaakuumpump, vaakuumiballoon, vaakuumiregulaator, vaakuummeeter, torude komplekt (umbes 200 m) armatuuriga, harjade komplekt aparaatide puhastamiseks, nisakannude kokkupanemise abinõud, elektrimootor, mille võimsus on 2,6 kW kolbvaakuumpumba või 1,4 kW rotatsioonipumba puhul.



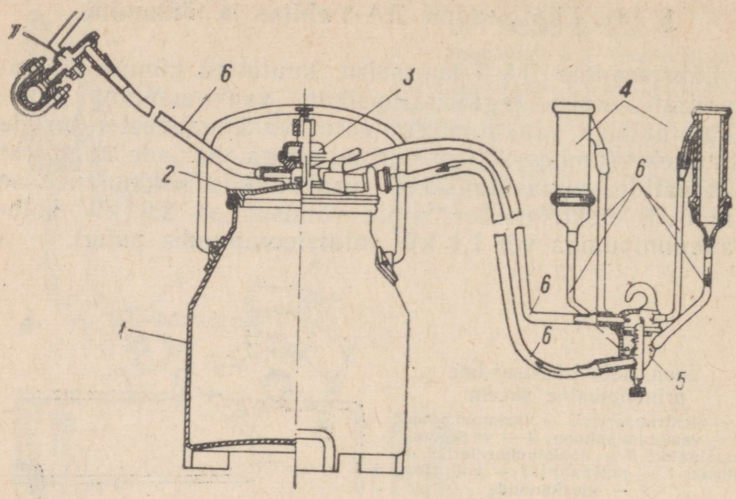
Joon. 193. Lüpsiseadme printsipiaalne skeem:
1 — elektrimootor; *2* — vaakuumpump; *3* — vaakuumiballoon; *4* — vaakuumiregulaator; *5* — vaakuummeeter; *6* — lüpsik; *7* — pulsaator; *8* — kollektor; *9* — nisakannud

Lüpsiseadme põhimõtteline skeem on toodud joonisel 193. Lüpsiaparaat (joon. 194) koosneb lüpsikust *1*, lüpsikukaanest *2*, pulsaatorist *3*, kollektorist *5*, nisakannudest *4*, kummitorudest ja voolikutest, millede abil ühendatakse põhilised sõlmed omavahel.

Aparaadi enamik metallosi on valmistatud alumiiniumisulamist.

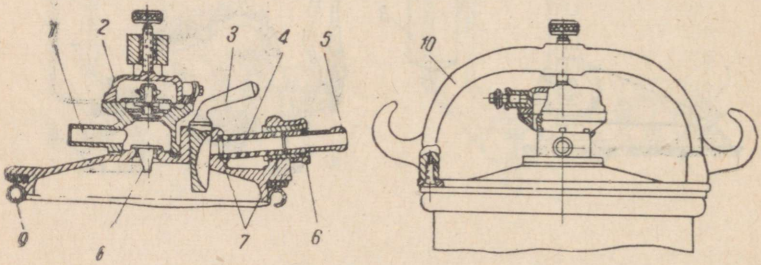
Aparaadi töötamise ajal on lüpsikus alaliselt vaakuum ja piim kogutakse kollektorist lüpsikusse. Vaakuum tagab lüpsiku ja kaane vahelise hermeetilisuse, sest kaas koos kummitihendiga on tihedalt imetud vastu lüpsiku äärt.

Lüpsiku kaanel (joon. 195) asub pulsaator *2*, tagasi-



Joon. 194. Lüpsiaparaat:

1 — lüpsik; *2* — kaas; *3* — pulsaator; *4* — nisakannud; *5* — kollektor; *6* — kummivoolikud ja torud; *7* — lüpsikraan



Joon. 195. Lüpsiku kaas:

1 — alalise vaakuumi toru; *2* — pulsaator; *3* — piimakraan; *4* — vaateklaas; *5* — piimatoru; *6* — mutter; *7* — kummitihend; *8* — tagasilöögiklapp; *9* — kaane tihend; *10* — käepide

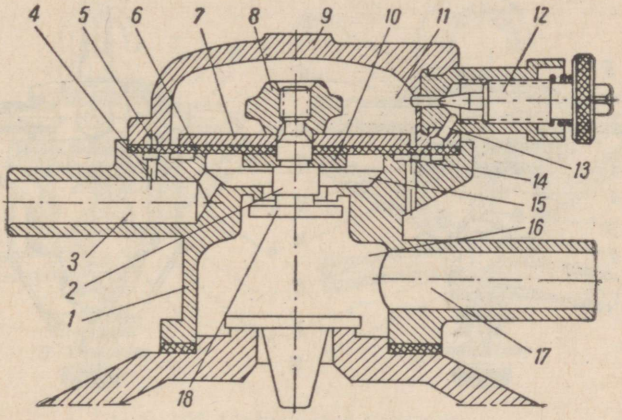
löögiklapp *8*, piimakraan *3*, vaateklaas *4* ja käepide *10*. Käepide on varustatud kahe konksuga, millele aparaadi kandmise ajal riputatakse kollektor koos nisakannudega.

Tagasilöögiklapp hoiab ära magistraaltorustikust niiskuse ja mustuse sattumise lüpsikusse pumba juhusliikul seismajäämisel või vooliku mahalangemisel. Neil juhtudel asetub tagasilöögiklapp oma pessa ja suleb tihedalt

lüpsiku. Lüpsiaparaadi töötamise ajal on klapp kogu aeg ülestõstetud seisus.

Piimakraani ülesandeks on õhu lüpsikusse laskmine ja vaakuumi katkestamine, et võimaldada lüpsikult kaane ja nisadelt nisakannude äravõtmist.

Vaateklaasi abil saame jälgida piima voolamist lüpsikusse. Vaateklaasi otste ja metallosade vahelise ühendus-



Joon. 196. Pulsaator:

1 — korpus; *2* — varras; *3* — torujätke; *4* ja *13* — kanalid; *5* — ringkanalid; *6* — membraan; *7* ja *18* — klapid; *8* — mutter; *9* — kaas; *10* — seib; *11* ja *15* — vahelduva vaakuumi kambrid; *12* — reguleerimiskruvi; *14* — alalise välisrõhu kamber; *16* — alalise vaakuumi kamber; *17* — torujätke

kohtade tihendamiseks kasutatakse 2—2,2 mm paksusega kummitihendeid.

Pulsaator (joon. 196) koosneb korpusest *1*, kaanest *9*, kahest klapist *7* ja *18*, mis on riputatud ühisele vardale *2*, membraanist *6* ja reguleerimiskruvist *12*.

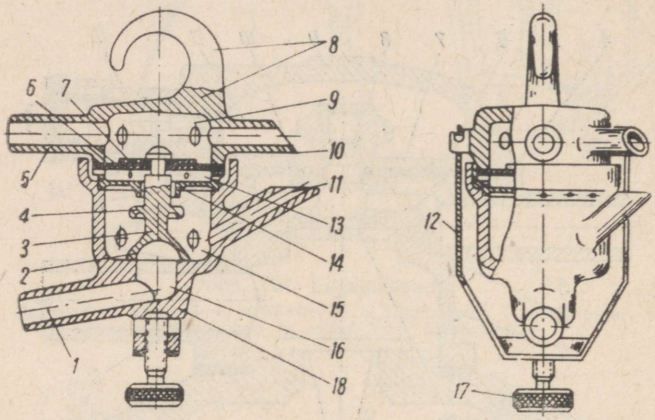
Toru *17* kaudu pumbatakse õhk pidevalt pulsaatorist ja lüpsikust välja. Toru *3* on vahelduva vaakuumi edasiandmiseks pulsaatorist kollektorisse.

Pulsaatori korpuses ja kaanes on kaks ühesugust treitud ringkanalit *5* ning kanalid *4* ja *13*, millede kaudu vahelduva vaakuumi kambrid *15* ja *11* on omavahel ühen-

datud. Kanalis *13* asub reguleerimiskruvi *12*. Ringkamber *14* on ühenduses välisõhuga kuue ava kaudu.

Pulsaatori membraan on valmistatud 1—1,5 mm paksusest kummist. Membraan võimaldab klapi käigu 0,6—0,8 mm piirides.

Lüpsiaparaadi normaalse töö tagamiseks peab torustikus vaakuumi suurus olema 35—38 cm elavhõbedasam-



Joon. 197. Kollektor:

1, 5, 10 ja *11* — torujätked; *2* ja *4* — klapid; *3* — klapisäär; *6* — membraan; *7* — seib; *8* — kaas; *9* ja *15* — vahelduva vaakuumi kamber; *12* — klamber; *13* — alalise välisrõhu kamber; *14* — suunaja; *16* — alalise vaakuumi kamber; *17* — kruvi; *18* — korpus

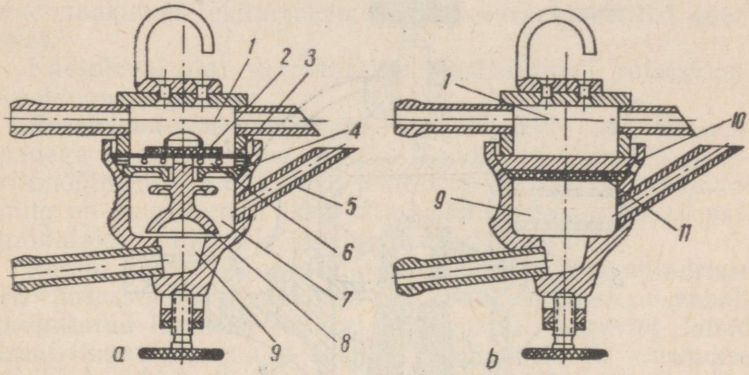
mast ja pulsaatori pulseerimise sagedus 40—60 pulssi minutis. Pulseerimise sagedust reguleeritakse kuulmise järgi kruviga *12*.

Kollektoril (joon. 197) on viis toru. Nelja toru *11* kaudu, mis on ühendatud nisakannude nisaaluste kambritega, kogutakse piim. Toru *1* kaudu juhitakse piim lüpsikusse.

Kollektori kaanel on samuti viis toru. Nelja toru *10* kaudu antakse vahelduv vaakuum edasi nisakannude seintevahelisse kambrisse. Kui nisakannud juhuslikult nisadelt ära kukuvad, siis toru otste lõike tõttu lülituvad need automaatselt tööst välja. Toru *5* on ette nähtud kollektori ühendamiseks pulsaatori vahelduva vaakuumi kambriga.

Kollektori korpus ja kaas on valmistatud alumiiniumisulamist, varras *3* ning klapid *2* ja *4* on valmistatud komplektsena roostevabast terasest.

Kolmetaktilise lüpsiagregaadi ДА-3 ümberseadmine kahetaktiliseks. Tööjõudluse suurendamise ja lüpsiaja vähendamise eesmärgil, eriti kui kasutatakse vanemaid kolmetaktilisi lüpsiagregaate ДА-3, on paljudes kolhoosi-



Joon. 198. Ümberseatud kollektor:

a — kolmetaktiline; *b* — kahetaktiline; *1* — vahelduva vaakuumi kamber; *2* — kummiseib; *3* — membraan; *4* — juhtseib; *5* — vahelduva vaakuumi toru; *6* — välisrõhu kamber; *7* — vahelduva vaakuumi kamber; *8* — klapp; *9* — alalise vaakuumi kamber; *10* — seib; *11* — kummitihend

des ja sovhoosides need agregaadid seatud ümber kahetaktilise töörežiimiga töötamiseks.

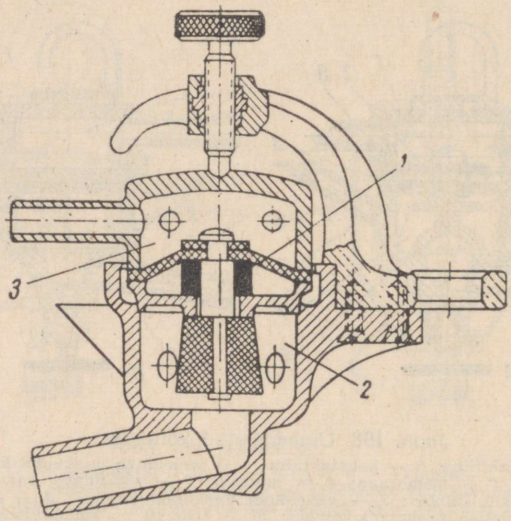
Donetsi oblasti sovhoosis «Metallist» on vana tüüpi lüpsiagregaat ДА-3 kohandatud ümber järgmisel viisil.

Kollektorist (joon. 198) kõrvaldatakse klapp *8*, juhtseib *4*, membraan *3* ja kummiseib *2*. Pärast seda asetatakse juhtseibi all olevasse pessa kummitihend *11* ja kaetakse 3—4 mm paksuse alumiiniumist seibiga *10*, mille diameeter on võrdne membraani läbimõõduga. Seib suleb tihedalt õhuavad kollektori korpuses. Kummitihenditeks võib kasutada vanu membraane.

Seega moodustus kollektoris vahelduva vaakuumi kamber *1*, mis on ühendatud nisakannude pulseerivate kamb-

ritega, ja alalise vaakuumi kamber *9*, mis on ühendatud lüpsikuga ning nisakannude nisaaluste kambritega. Kui kollektoris on vahelduva ja alalise vaakuumi kamber, siis töötab lüpsiagregaat kahetaktilise režiimiga.

Teine võimalus lüpsiagregaadi ДА-3 ümberkohandamiseks kolmetaktiliselt režiimilt kahetaktiliseks on näidatud joonisel 199.



Joon. 199. Kahetaktiliseks töötamiseks seatud kollektor:
1 — piimavooliku tükk; *2* — alalise vaakuumi kamber; *3* — vahelduva vaakuumi kamber

Kollektori kokkupanekul paigutatakse varras juhtseibi avasse ja varda ülemisele otsale asetatakse 8 mm pikkune kummivooliku tükk *1*. Pärast seda, nagu tavalisel kokkupanekul, asetatakse membraan ja seib. Kummitoru *1* ei lase vardal ega klapil liikuda ja seepärast on ülemine klapp alati suletud.

Kollektoris on nüüd kaks kambrit: alalise vaakuumi kamber *2* ja vahelduva vaakuumi kamber *3*. Nendes tingimustes töötab lüpsiaparaat kahetaktilise režiimi järgi.

Nisakann (joon. 190) koosneb välisest metallsilindrist (hülsist) *2*, nisakummist *1*, metallrõngast *6*, piimanapast *7* ja mutrist *8*. Nisakummi rõngaslaiendus on ette nähtud kannu kinnitamiseks nisale vaakuumi toimel.

Kodumaistel lüpsiaparaatidel kasutatakse nisakumme, millede siseläbimõõt on 22 mm.

Rotatsioon-vaakuumpumba ehitus ja töötamine. Masinalüpsiks tarvilik vaakuum tekitatakse kolb- või rotatsioon-vaakuumpumpadega, samuti aparaatidega, mis kasutavad vaakuumi tekitamiseks vee või auru kineetilist energiat.

Käesoleval ajal varustatakse lüpsiseadmed rotatsioon-vaakuumpumpadega.

Rotatsioon-vaakuumpumpadel (joon. 200) on kolbpumpadega võrreldes rida eeliseid. Nendel on väikesed gabariitmõõtmed ja väike kaal, tekitavad ühtlasema vaakuumi ning on mugavamad ekspluatatsioonis. Need pumbad paigaldatakse väikestele alustele (vundamentidele).

Pumba rootor *13* on asetatud ekstsentriliselt silindrisse (korpusesse) *12*. Rootoril on neli soont, millesse on vabalt paigutatud labad *9*. Rootori pööriemisel liiguvad labad tsentrifugaaljõu mõjul soontes radiaalselt ja surutakse vastu korpuse silindrilist sisepinda, mille juures kahe naaberlaba vahele tekib muutuva ruumalaga vaba ruum.

Rootori pöörlemisel päripäeva suureneb labadevaheline ruumala paremal pool ja õhk imetakse magistraaltorustikust läbi ava sisse. Vasakul küljel aga labadevaheline ruumala väheneb, õhk surutakse kokku ja paisatakse väljalasketorusse.

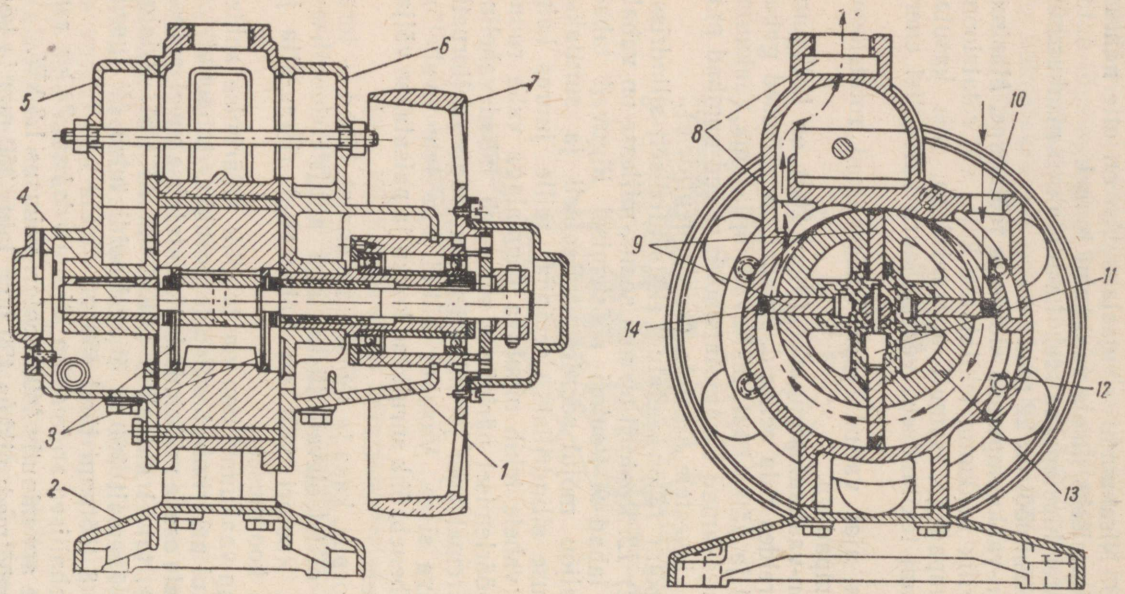
Pumba korpus, kaas ja rootor on malmist, labad — terasest, nende otstel olevad liistud aga antifriktsioonilisest materjalist. Rootori võll on vabastatud rihmaratta ja ajamirihma koormusest.

Rotatsioon-vaakuumpump on tundlik määrimise suhtes ja puudulikul määrimisel väheneb tootlikkus tunduvalt.

Hõõrduvate osade määrimiseks kasutatakse suvel autooli 10 (AK-10), talvel autooli 6 (AK-6 või AK3-6). Esialgu valatakse vähemalt 360 g õli, edaspidi tuleb õli juurde valada iga 8 töötunni järel 150 g.

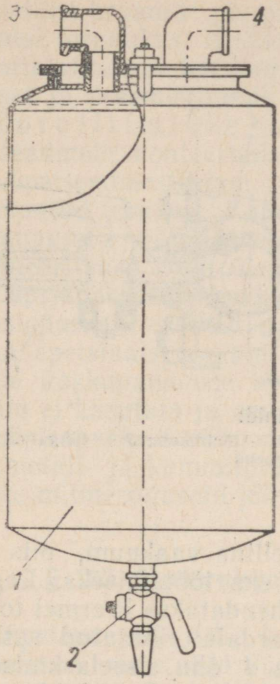
Pumba tehnilised andmed on järgmised: kaal 78 kg, rootori pöörete arv minutis 440, mootori võimsus 1,3 kW.

Gabariitmõõtmed: pikkus 450 mm, laius 360 mm ja kõrgus 460 mm.

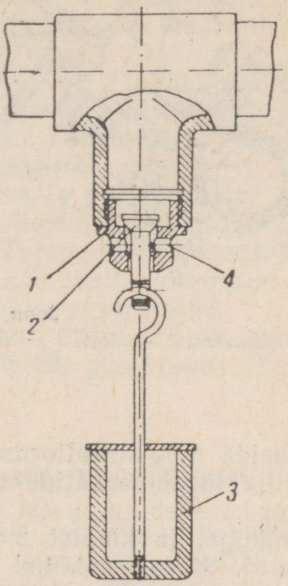


Joon. 200. Rotatsioon-vaakuumpump:

1 — kuullaager; *2* — vundamendile kinnitamise raam; *3* — vaheraamid; *4* — rootori võll; *5* ja *6* — tagumine ja eesmine kaas; *7* — rihmaratas; *8* — väljalasketoru; *9* — labad; *10* — sisselasketoru; *11* — sooned; *12* — silinder (korpus); *13* — rootor; *14* — vahetükid



Joon. 201. Rotatsioonpumba vaakuumiballoon:
1 — balloon; *2* — kraan; *3* ja *4* — torud



Joon. 202. Vaakuumiregulaator
1 — korpus; *2* — klapp; *3* — raskus; *4* — ava

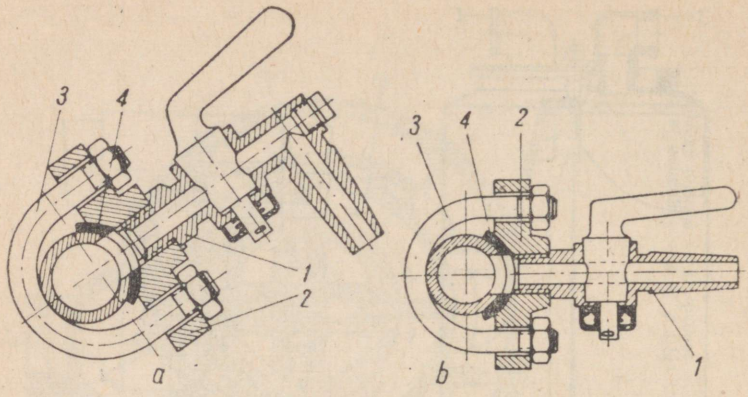
Seadmed, armatuur ja vaakuumitorustik. Vaakuumi pulseerimise tasandamine, selle reguleerimine ja mõõtmine toimub vaakuumiballooni, vaakuumiregulaatori ja vaakuummeetri abil.

Vaakuumiballoon (joon. 201) on vaakuumi pulseerimise tasandamiseks torustikus, kondensaadi kogumiseks ja pumpa mustuse ning vee sattumise vältimiseks.

Mustusest puhastamiseks ja pesemiseks võetakse vaakuumiballoon magistraaltorustiku küljest lahti. Kondensaadi eemaldamiseks balloonist tuleb iga kord pärast lüpsmist avada kraan *2* ja kondensaat välja lasta.

Vaakuumiballoon asetatakse pumbaga ühte ruumi.

Vaakuumiregulaatori (joon. 202) ülesandeks



Joon. 203. Kraanid:

a — täisnurkne; *b* — sirge; *1* — lüpsikraan; *2* — malmkate; *3* — pingutusklamber; *4* — kummitihend

on hoida magistraaltorustikus selline vaakuum, mis on tarvilik lüpsiaparaatide normaalseks töötamiseks. Regulaator koosneb korpusest *1*, mis ühendatakse keermel torukolmikuga, ja klapist *2* koos vardale riputatud raskusega *3*. Korpuse küljel on ava *4* õhu sisselaskmiseks vaakuumitorustikku, kui liigse vaakuumi korral klapp *2* avaneb. Vaakuumi suuruse reguleerimiseks muudetakse liiva kogust ballastikarbis *3*. Vaakuumiregulaator peab kümne lüpsiaparaadiga töötamisel kindlustama vaakuumi vähemalt 35 cm elavhõbedasammast ja kõikide aparaatide väljalülitamisel vähemalt 38 cm elavhõbedasammast. Vaakuumiregulaator monteeritakse magistraaltorustikule vaakuumiballooni järele, arvates pumbast.

Vaakuummeeter on ette nähtud vaakuumi suuruse kontrollimiseks. See monteeritakse vaakuumitorustikule lauda sees. Vaakuummeetri numbriklaasil on punaste joontega märgitud maksimaalne ja minimaalne vaakuum.

Vaakuummeetri näitusid võib kontrollida elavhõbe-vaakuummeetriga.

Vaakuumivõrgu armatuuri hulka kuuluvad kraanid ja toruliitmikud. Kasutatakse täisnurkseid ja sirgeid kraane. Täisnurkseid kraane kasutatakse lüpsiaparaatide jaoks ja need monteeritakse torustikule teatud nurga all horisontaaltasapinna suhtes (joon. 203, *a*).

Selline kraanide paigutus hoiab ära vee ja mustuse sattumise torustikust lüpsikusse. Sirgeid kraane (joon. 203, *b*) kasutatakse kondensaadi väljalaskmiseks vaakuumitorustikust ja pesemisruumis lüpsiaparaatide pesemiseks.

Toruliitmikke kasutatakse torude ühendamiseks ja seadmete monteerimiseks torustikule.

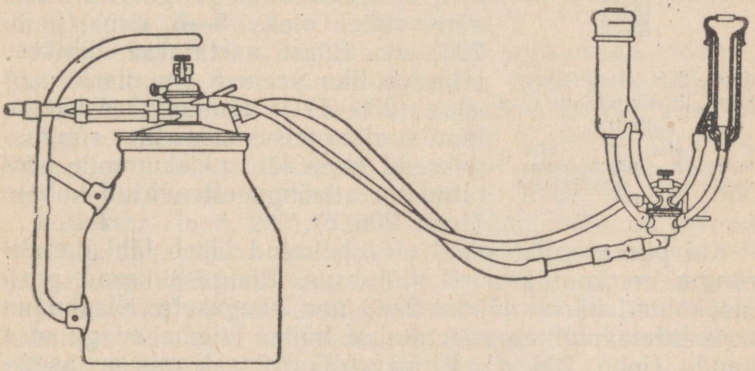
Lüpsiseadmestik monteeritakse ühe- ja kahetollistest tõmmatud torudest. Kahetolliseid torusid kasutatakse vaakuumpumba väljalasketorustikus. Ühetollistest torudest monteeritakse kogu ülejäänud torustik.

Lüpsiaparaatide kokkupanemine ja puhastamine. Kõik lüpsiaparaadi sõlmed pannakse kokku ja võetakse lahti ilma spetsiaalsete abinõudeta. Varem toodetud nisakannude kokkupanemise abinõude komplekti praegusel ajal enam ei kasutata ja nende tootmine on lõpetatud.

Lüpisaparaadi sõlmede väliseks puhastamiseks, samuti ka metall- ja kummitorude seestpoolt pesemiseks kasutatakse mitmesuguseid jõhvharju.

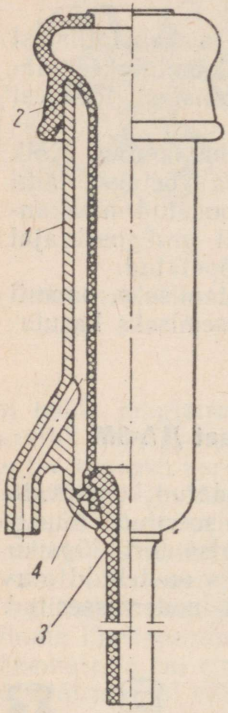
§ 102. Moderniseeritud lüpsiagregaat ДА-3М

Lüpsiaparaadi ДА-3 kasutamisel omandatud kogemuste alusel on nimetatud lüpsiseade moderniseeritud. Lüpsiaparaadi ДА-3 nisakannu, kollektori, pulsaatori, lüpsiku ja lüpsiku kaane sõlmede konstruktsioonis on tehtud olulisi muudatusi. Joonisel 204 on näidatud moderniseeritud lüpsiaparaadi ДА-3М üldvaade.



Joon. 204. Moderniseeritud lüpsiaparaadi üldvaade

Nisakann (joon. 205) koosneb neljast osast: hülsist *1*, nisakummist *2*, lühikesest piimavoolikust *3* ja metallrõngast *4*. Nisakumm on spetsiaalse kujuga. Selle ülemine ots on kohandatud nisale külge imemiseks ilma metallrõnga sisseasetamiseta. Nisakannu kokkupanekul saadakse kohe vajaliku kujuga imiava, ilma et oleks tarvis täiendavalt aega kulutada selle ühtlustamiseks.



Joon. 205. Moderniseeritud lüpsiaparaadi nisakann:
1 — hülss; *2* — nisakumm; *3* — lühike piimavoolik; *4* — metallrõngas

Uus konstruktsioon võimaldab nisakannu kokku panna ja lahti võtta ilma spetsiaalsete abinõudeta. Kann hoiab nisakummi tarvilikul määral pingul ja ta on hästi kohandatav mitmesuguse suurusega nisadele.

Peale selle on uue konstruktsiooniga kannudel detailide arv väiksem ja nende tööiga pikem. Kannu hülss on valmistatud alumiiniumist.

Töökindluselt ja vastupidavuselt ületab uut tüüpi nisakumm vana ja teda vahetatakse vastavalt vajadusele, kuid mitte sagedamini kui üks kord kuus.

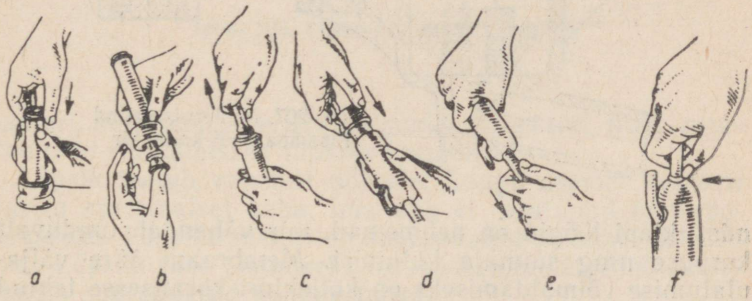
Nisakann pannakse kokku järgmises järjekorras (joon. 206).

Nisakummi alumisele silindrilisele otsale asetatakse metallrõngas selliselt, et vahekaugus rõnga ja kummi ääre vahel oleks 5—6 mm (joon. 206, *a*). Edasi asetatakse lühikese piimavooliku peenem ots nisakummi sisse (206, *b*) ja tõmmatakse käega, kuni vooliku teises otsas olev rõngaspaksend tuleb läbi nisakummile asetatud metallrõnga ettenähtud kohale (joon. 206, *c*).

Kui piimavooliku otsal olev paksend läheb läbi metallrõnga, on kuulda nõrk plõksatus. Rõngaspaksend peab nisakummi äärest jääma 2—3 mm kaugusele. Nisakumm koos piimavoolikuga asetatakse hülssi laiema avaga otsa kaudu (joon. 206, *d*). Piimavooliku otsast, mis on asetatud läbi hülsi alumise ava, tõmmatakse niikaua, kuni

rõngaspaksend (tugiaste) tuleb läbi ava ja toetub hülsi alumisele äärele. Nisakummi ülemine ots asetatakse hülsi ülemisele otsale ja jälgitakse, et kumm toetuks hülsi servale ühtlaselt.

Nisakann võetakse lahti järgmiselt. Pöidla küünega surutakse hülsist väljaulatuv piimavoolikul asuv rõngaspaksend hülssi tagasi (206, *f*); võetakse nisakummi ülemine ots (imiots) hülsilt maha ja tõmmatakse koos piimavoolikuga hülsist välja, eemaldatakse nisakummi alumiselt



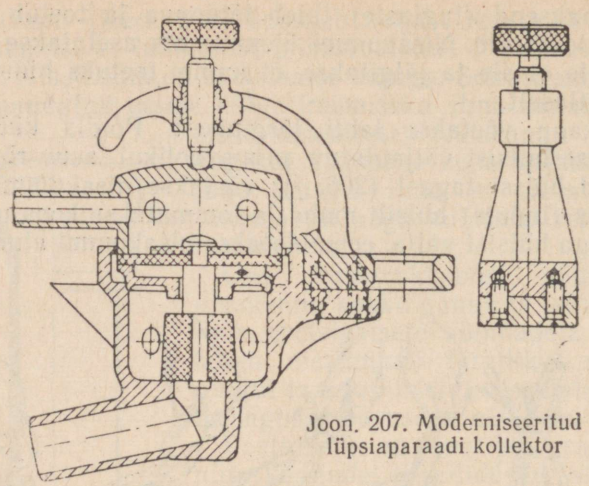
Joon. 206. Nisakannu kokkupanemine ja lahtivõtmine:
a — metallrõnga asetamine nisakummile; *b* — lühikese piimavooliku asetamine nisakummi sisse; *c* — piimavoolik on asetatud nisakummi sisse; *d* — nisakummi asetamine hülssi koos voolikuga; *e* — piimavooliku pingutamine läbi hülsi alumise ava; *f* — piimavooliku surumine hülssi

otsalt metallrõngas, tõmmatakse piimavoolik nisakummist välja ja võetakse sellelt metallrõngas.

Nisakummi pikkus lahtimonteeritult peab olema 156 mm. Kui kasutamisel nisakumm pikeneb, tuleb seda lõigata vastavalt lühemaks. Pikenenud nisakummi pingutus on väiksem, mis avaldab tunduvat mõju lüpsmise kiirusele. Väikeste nisadega lehmade lüpsmisel asetatakse tavaliselt nisakummile nisakummi alumiselt otsalt võetud lõik.

Kollektor (joon. 207). Kollektori tööpõhimõte on jäänud muutmatuks. Vana kollektori oluliseks puuduseks oli metallklapi löökidest tingitud kollektori korpuse ja suunaja kiire kulumine, samuti ka membraani ebakindel töötamine, mida tuli vahetada või lõigata väiksemaks, et vältida selle toetumist vastu korpuse seina.

Moderniseeritud kollektoris on klapi töötav osa kum-



Joon. 207. Moderniseeritud lüpsiaparaadi kollektor

mist, klapi löögid on pehmemad, mis vähendab tunduvalt korpuse ning suunaja kulumist. Membraani ääre väljaulatumise võimaldamiseks on kollektori korpusesse tehtud ringõnar. Kollektori kokkupanekul ja kruvi tugeval pingutamisel võib membraani ääre vabalt kollektori kaane alt välja suruda.

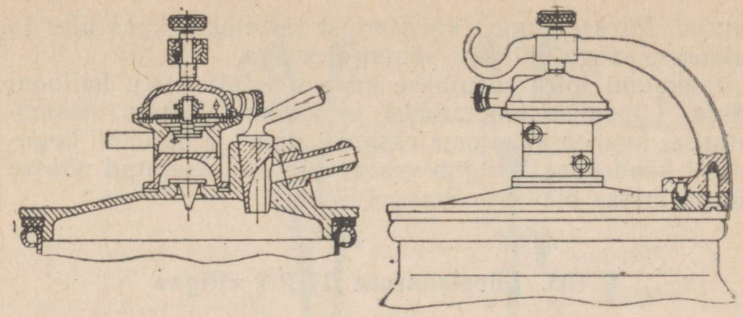
Kollektori töökindluse tõstmiseks on seibi asemel membraanile asetatud tükike nisakummi.

Et parandada kollektori kinnitust ja kergendada kokkupanemist, on kollektori korpusele konksu asemel kinnitatud koba.

Kollektori korpuse küljes on rõngas, mille abil kollektor ja kannud riputatakse lüpsiku kaanele.

Pulsaator. Moderniseeritud pulsaatoril on suurendatud kambri *15* (joon. 196) mõõtmeid ja tagasilöögiklapi jaoks on tehtud eraldi alalise vaakuumi kamber, mis on eraldatud kambrist *16*. See võimaldas pikendada imemistakti 58—60%-ni. Kambrite uue konstruktsiooni tõttu on takistatud piimavahu sattumine alumisse kambrisse. Pulsaatorist läheb nüüd vaakuumitorustiku poole kaks kummivoolikut: üks kambrist *16*, teine tagasilöögiklapi kambrist. Mõlemad kummivoolikud on torukolmiku abil ühendatud magistraalvoolikuga.

Lüpsiku kaas (joon. 208) on konstruktsioonilt muudetud otstarbekohasemaks. Konsooltüüpi käepidemel asub pul-



Joon. 208. Lüpsiku kaas pulsaatoriga

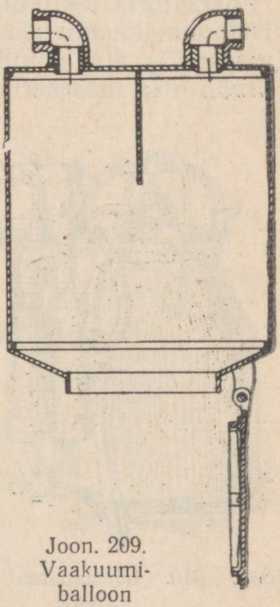
saatori kinnitamise kruvi ja konks kollektori ning nisakannude riputamiseks lüpsiku kandmisel.

Lüpsik toetub vahetult põhjale. Sanga asemel kasutati varem spetsiaalset koba, mis aga ei osutunud otstarbekohaseks. Lüpsiku mahtu on suurendatud 16 liitrilt 20 liitrini. Lüpsikiiruse tõstmiseks on moderniseeritud lüpsiaparaadis suurendatud kõikide torude ja kanalite ristlõiget, et soodustada piima läbivoolamist nisakannudest lüpsikusse. Piimavooliku sisemine läbimõõt on endise 10 mm asemel 14 mm.

Orgaanilisest klaasist torukujuline vaateklaas on paigutatud piimavoolikusse kollektori ligidale. See võimaldab lüpsmist täpsemalt jälgida.

Imemistakti pikendamise ja pulsside arvu suurendamise tõttu ei ole lüpsmisel tarvis nisakanne nööriga üles riputada, sest nisakannud kukuvad väga harva nisadelt maha.

Vaakuumiballoon. Balloon (joon. 209) kujutab endast silindrilist anumat, mille põhjaks on hingedel pööratav kaas. Viimane on varustatud kummitihendiga. Kui lüpsiseade ei tööta, on kaas alati



Joon. 209. Vaakuumiballoon

avatud. Pärast pumba käivitamist tõstetakse kaas üles ja suletakse seega ballooni põhjal olev ava.

Vaakuumi tõttu surutakse kaas tihedalt vastu ballooni põhja. Lüpsmise lõpetamisel ja vaakuumpumba seismajätmisel avaneb kaas oma raskuse mõjul ja ballooni kogunenud kondensaat valgub vastavasse alla asetatud nõusse või põrandas olevasse äravoolurenni.

§ 103. Lüpsiaparaat ДПР-2 «Riga»

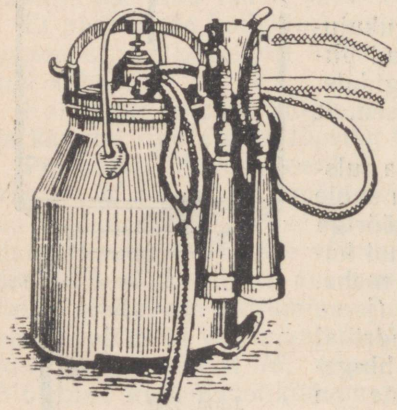
Läti Põllumajanduse Akadeemia ja tehase «Rigaselmaš» juures asuv Loode peakonstruktoribüroo töötas välja akadeemia õppejõu A. Skromanise projekti järgi kahetaktilise lüpsiaparaadi konstruktsiooni.

Lüpsiagregaat koos lüpsiaparaadiga ДПР-2 (joon. 210) on kasutatav statsionaarsena ja liikuva lüpsiseadmena.

Joonisel 211 on toodud lüpsiaparaadi töötamise skeem.

Lüpsiaparaat koosneb neljast nisakannust *1*, kollektorist *2*, pulsaatorist *3*, lüpsikust *4* ja voolikutest. Nisakannud kujutavad endast nisakummiga hülssi.

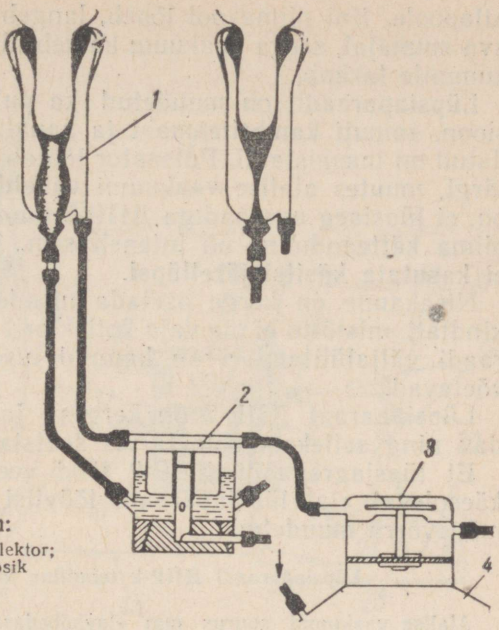
Pulsaatoris tekitatud vahelduva vaakuumi mõjul surub nisakumm imemistakti ajal nõrgalt nisaotsale, survetakti (massaaži) ajal paindub kumm aga nisale tugevamini ja toimub nisa masseerimine.



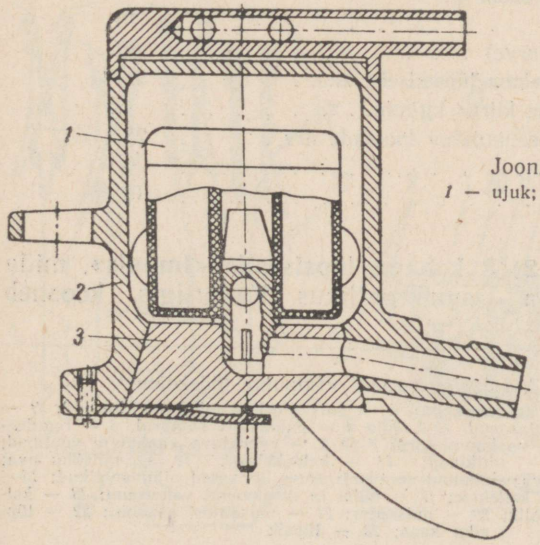
Joon. 210. Lüpsiaparaat ДПР-2 «Riga»

Lüpsiaparaadi ДПР-2 kollektor (joon. 212) erineb oluliselt teistest kodu- ja välismaise päritoluga kollektoritest. See koosneb korpusest *2*, korgist *3* ja ujukist *1*. Kollektor jaotab vahelduva vaakuumi, reguleerib selle suurust nisaaluses kambris ja kogub piima.

Lüpsmise ajal, kui piim voolab lakkamatu joana, asub ujuk kollektori ülemises osas. Lüpsmise lõpul tuleb kollektorisse piima vähem ja ujuk hakkab vajuma mööda suunajat



Joon. 211.
Lüpsiaparaadi skeem:
1 — nisakannud; *2* — kollektor;
3 — pulsaator; *4* — lüpsik



Joon. 212. Kollektor:
1 — ujuk; *2* — kollektori korpus;
3 — kork

allapoole. Kui piimavool lõpeb, langeb ujuk alla ja suleb ava suunajal, seega vaakuum katkeb ning selle mõju nisakummile lakkab.

Lüpsiaparaadil on muudetud ka pulsaatori konstruktsioon, samuti kambrite maht ja kanalite ristlõige; pikendatud on imemistakti. Pulsaator töötab kahetaktilise tsükli järgi, muutes alalise vaakuumi vahelduvaks. Tulemuseks on, et lüpsiaeg aparaadiga ДПР-2 tunduvalt lüheneb ning piima kätteandmine on intensiivsem. Enamikul lehmadel ei kasutata käsitsi järellüpsi.

Nisakanne on kerge asetada nisadele ja nad püsivad kindlalt, mistõttu ei ole vaja kollektorit üles riputada. Aparaadi väljalülitamisel on kannud nisadelt kergesti äravõetavad.

Lüpsiaparaat ДПР-2 on kergesti ja kiiresti kokkupandav ning selleks ei ole tarvis spetsiaalseid abinõusid.

Et lüpsiagregaadi ДПР-2 tööd veelgi parandada, on käesoleval ajal lüpsiaparaadi tööviisi ja konstruktsiooni mõnevõrra muudetud.

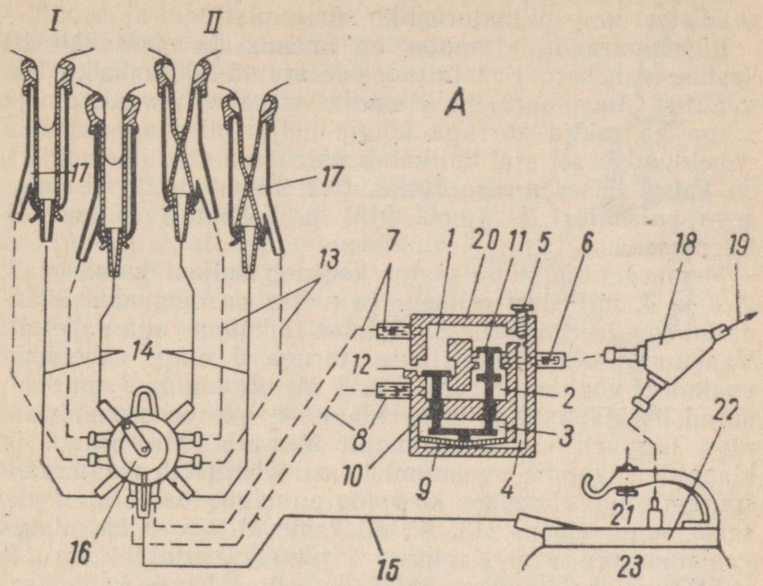
Lüpsiaparaadi ДПР-2 tehniline iseloomustus

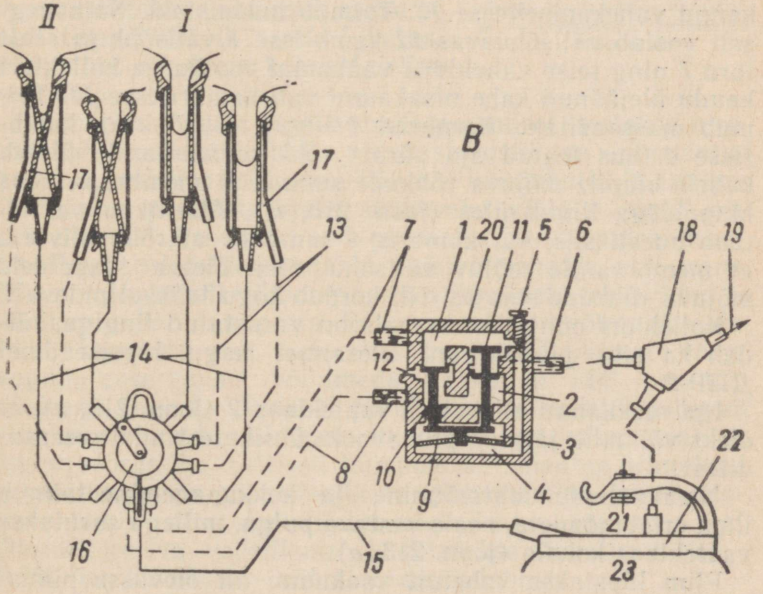
Alalise vaakuumi suurus mm elavhõbedasammast	360
Pulsside sagedus minutis	115±5
Taktide suhteline kestus %:	
imemistakt	70
massaažitakt (surve)	30
Keskmine aeg 1 lehma lüpsmiseks min.	3—4
Lüpsmise keskmine kiirus kg/min.	1,6
Ühe aparaadiga teenindatav loomade arv	25
Lüpsiku maht l	20
Aparaadi kaal kg	13

Statsionaarne 2×8 kohaga lüpsiseade «Impuls», mida toodetakse Saksa Demokraatlikus Vabariigis, koosneb

Joon. 213. Lüpsiagregaadi «Impuls» tööskeem:

1 — imemistakt; *11* — massaažitakt; *A* — pulsaatori membraani allasend; *B* — pulsaatori membraani ülaasend. *1, 2, 3* ja *4* — pulsaatori kambrid, *5* — reguleerimiskruvi; *6* — alalise vaakuumi toru; *7* ja *8* — vahelduva vaakuumi voolikud; *9* — membraan; *10* — lihtklapp; *11* — kaksikklapp; *12* — välisõhu ava; *13* — lühikesed vahelduva vaakuumi voolikud; *14* — lühikesed piimavoolikud; *15* — pikk piimavoolik; *16* — kollektor; *17* — hülsi ja nisakummi vaheruum; *18* — kolmik; *19* — vaakuumivoolik; *20* — pulsaator; *21* — pulsaatori asukoht; *22* — lüpsiku kaas; *23* — lüpsik


I
II
A
17
17
13
14
16
15
7
1
20
11
5
6
18
19
12
2
8
3
10
9
4
22
21
23


II
I
B
17
17
13
14
16
15
7
1
20
11
5
6
18
19
12
2
8
3
10
9
4
22
21
23

lüpsiplatsist, lüpsi-, jahutus-, pesemis- ja desinfektsiooniseadistest ning piimatorustiku süsteemist.

Lüpsiaparaadil «Impuls» on imemis- ja massaažitakti kestuse vahekord 1 : 1 ja pulsside arv 45—50 kaksikpulssi minutis. Lüpsiaparaadis «Impuls» ei vaheldu vaakuum ja seega ka taktid korraga kõigis neljas nisakannus, vaid vaheldumisi: sel ajal kui kahes nisakannus on imemistakt, on kahes teises massaažitakt. See toimub vastava ehitusega pulsaatori *20* (joon. 213) ja kollektori *16* koostöö tulemusena.

Membraanitüüpi pulsaator koosneb neljast kambrist *1*, *2*, *3* ja *4*, milledest esimene ja neljas on omavahel ühendatud reguleerimiskruviga *5*, teine ja kolmas aga vahetult. Vaakuumivoolik ühendatakse toruga *6* ning vahelduva vaakuumi voolikud toruga *7* ja *8*. Membraaniga *9* on ühendatud lihtklapp *10* ja kaksikklapp *11*, mis koos membraaniga liiguvad vaakuumi mõjul üles-alla. Membraani ja klappide liikumist vaakuumi toimel põhjustab membraani suurem pind, võrreldes klappide pinnaga. Membraani allseisu puhul (joon. 213, *A*) on kambrid *2* ja *3* ühenduses vaakuumitoruga *6*. Kambrist *2* juhitakse alarõhk toru *8*, vahelduva vaakuumi vooliku ja kollektori kaudu kahe nisakannu vahekambritesse *17*. Toimub imemistakt. Samaaegselt voolab välisõhuavas *12* kambrisse *1* välisõhk ja sealt toru *7* ning teise vahelduva vaakuumi vooliku ja kollektori kaudu ülejäänud kahe nisakannu vahekambritesse *17*. Toimub massaažitakt. Kambrist *1* liigub välisõhk ka kambrisse *4*, kus teatud aja pärast rõhk membraanile ületab kahele klapile mõjuva rõhkude summa ja membraan koos klappidega liigub üles (joon. 213, *B*). Allaliikumine toimub uuesti siis, kui kambris *4* suureneb alarõhk niivõrd, et membraanile mõjuv välisõhu rõhk ületab klappidele mõjuva rõhkude summa. Nii kordub kogu tsükkel pidevalt.

Kollektori põhjakoonus, mis on varustatud lingiga, täidab ka siin piimakraani ülesannet nagu lüpsiseadmel ДПР-2.

Iga nisakannu allosal on vaateklaas *2* (joon. 213, *a*), et oleks võimalik jälgida piimavoolu üksikutest udaraveerandidest.

Nisakannude lahtivõtmine ja kokkupanemine toimub ilma eriabinõudeta, peale vastava pulga, millega surutakse vaateklaas kohale (joon. 213, *a*).

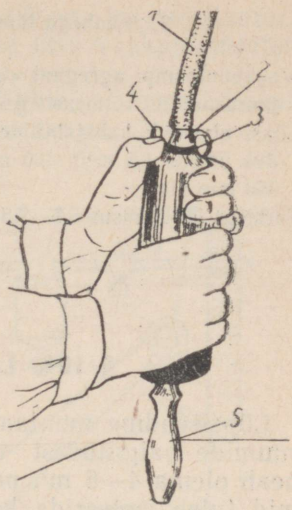
Piim lüpstakse vahetult vaakuumi all olevasse piima-

torustikku, kust ta liigub edasi jahutisse ja lõpuks tsisterni. Seega piima kokkupuutumine välisõhuga on täielikult kõrvaldatud, mis võimaldab saada kõrgekvaliteedilist piima.

Piimatoru on valmistatud läbipaistvast plastmassist, mille külge on rangidega kinnitatud torujätked lüpsiaparaatide piimavoolikute ühendamiseks piimatoruga.

Pesemis- ja desinfektsioonivedeliku torustik on valmistatud fineliidist.

Piima jahutamiseks kasutatakse kahte paralleelselt töötavat tüvikoonusekujulist vaakuumjahutit. Jahutis liigub piim mööda ringkanalit allapoole, jahutusvesi aga piima voolusuunale vastupidi alt üles. Jahuti jahutab piima 7—8°-ni. Basseinis asuv jahutusvesi hoitakse külmutusseadme abil temperatuuril 3—4°. Jahutusvee paneb ringlema kaheastmeline veepump.



Joon. 213a. Lüpsiaparaadi «Impuls» nisakummi kokkupanemine:
1 — lühike piimavoolik; *2* — vaateklaas; *3* — nisakummi ots; *4* — lühikese vahelduva vaakuumi vooliku torujätke; *5* — vaateklaasi kohalesurumise pulk

Piimatorustiku ja nisakannude pesemisel imetakse nisakannud vaakuumi abil pesemistorustikuga ühendatud puhastusvedeliku jaotuspea külge. Piimajahutid ja tsistern lülitatakse pesemise ajaks süsteemist välja — neid pestakse käsitsi. Pesemisel teeb pulsaator 20—40 pulssi minutis. Pesemisvedelik pannakse pulsivõimendaja abil torustikus pulseerivalt liikuma, mis võimaldab torustikku ja nisakanne paremini pesta. Reservuaarist on võimalik vedelikku kraanide abil lasta kas pesemissüsteemist välja, koguda reservuaari või imeda vaakuumi abil pesemissüsteemi tagasi. Viimasel juhul ringleb vedelik pidevalt läbi nisakannude, piimatorustiku, reliiseri, reservuaari ja pesemistorustiku. Selliselt toimubki automaatne piimatoru, nisakannude ja piimavoolikute puhastamine loputamis-, puhastamis- ning desinfitseerimisvedeliku ringvoolu teel. Desinfitseeriva vedelikuna kasutatakse tavaliselt 0,1—0,2%-list kloorlubja- või klooramiinilahust.

Vaakuumpump: agregaat «Gigant»; tootlikkusega 30 m³/h 400 mm Hg juures, ajami võimsus 2,5 kW, 220/380 V, 1420 p/min.

Lüpsivahendid: kahetaktiline pulsaator «Impuls» M-59; vaakuumitarvidus umbes 1,5 m³/h 400 mm Hg juures, vaakuum töötamisel umbes 350 mm Hg.

Tarbitav üldvõimsus 5,7—7,5 kW.

§ 104. Lüpsiseadme montaaž

Lüpsiseadme montaaž sõltub kasutatavast seadmest ja ruumide paigutusest veiselaudas. Pumbaruumi pindala peab olema 4—6 m², pesemisruumil 12—15 m². Need ruumid tuleb isoleerida kapitaalsete seintega teineteisest ja ruumist, kus hoitakse loomi.

Pesemis- ja pumbaruum võivad asetseda lauda esiküljel või otstel. Vastavalt sellele tuleb kohandada lüpsiseadme monteerimise skeem.

Vaakuumitorustiku monteerimist on kõige otstarbekohasem alustada pumbast. Pumba mootori ning vaakuumpumba rihmarattad paigutatakse seina poole, mitte lähemale kui 0,4 m seinast.

Vaakuumpump ja elektrimootor paigutatakse betoonvundamendile või lihtsale puitraamile vastavalt lüpsiseadme juhendis esitatud joonistele.

Rotatsioonpumba õigeks ülesseadmiseks on rihmarattal nool, mis näitab mootori võlli pöörlemise suunda.

Et lüpsiseade võiks töötada ka elektrienergia katkestuste ja elektrivõrgu häirete puhul, soovitatakse vaakuumpumba ja lauda valgustusvõrgu elektrigeneraatori käitamiseks üles seada tagavara sisepõlemismootor (joon. 214).

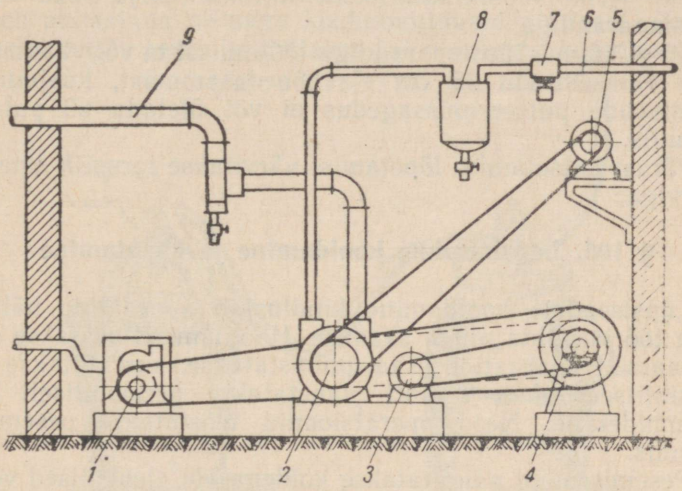
Vaakuumitorustik tuleb monteerida selliselt, et seda oleks mugav remontida ja et inimesed, loomad ning transpordivahendid saaksid vabalt liikuda. Kondensaadi äravooluks peab torustiku kalle olema 0,005—0,01 vaakuumpumba ja väljalaskekraanide poole.

Torud kinnitatakse seintele või postidele konksnaeltega, lakke aga latt- või ümarterasest ripatsitega.

Alustades vaakuumpumbast, monteeritakse pumbaruu-

mis olevale torustikule vaakuumiballoon ja -regulaator, lauta nähtavale kohale aga seatakse üles vaakuummeeter ja lüpsikraanid.

Kraanide asetamisel on tarvis jälgida, et kraani kanal ühtiks tihendisse ja torusse puuritud avaga.



Joon. 214. Tagavara-sisepõlemismootoriga vaakuumpumba ruumi sisustamise skeem:

1 — mootor ЗИД-4,5; *2* — vaakuumpump; *3* — elektrigeneraator; *4* — transmissioon; *5* — elektrimootor; *6* — vaakuumitorustik; *7* — vaakuumiregulaator; *8* — vaakuumiballoon; *9* — väljalasketoru

Pesemisruumis monteeritakse vaakuumitorustik 1,2—1,5 m kõrgusele põrandast. Torule asetatakse 5—6 pesemiskraani lüpsiaparaatide pesemiseks.

Moderniseeritud lüpsiseadme montaaž erineb vähe vana seadme montaažist. Tunduvalt erinev on jõuagregaadi montaaž. Seadme ДА-3М jõuagregaat koosneb vaakuumpumbast РВН-200 ja 2,8 kW elektrimootorist tüüp А51-6, mis on monteeritud ühisele metallraamile. Elektrimootor käitab pumpa kiilrihma abil.

Pärast lüpsiseadme monteerimist kontrollitakse kõiki ühendusi ja üleviike. Kui on kindel, et vaakuumpump ja

muud sõlmed on monteeritud korralikult, siis võib seadet katsetada.

Algul käitatakse tühikäigul elektrimootor, hiljem lülitatakse töösse ka vaakuumpump. Vaakuumiregulaatori raskuse muutmisega seatakse torustikus vaakuum suletud lüpsi- ja väljalaskekraanide puhul 38 cm elavhõbedasammast. Kõiki lüpsikraane kontrollitakse järjestikku ühe lüpsiaparaadiga.

Kõigi kümne lüpsiaparaadiga töötamisel ei või vaakuum olla väiksem kui 35 cm elavhõbedasammast, kusjuures aparaatide pulseerimissagedus ei või ületada 60 pulssi minutis.

Pärast katsetamise lõpetamist värvitakse torustik emailvärviga.

§ 105. Lüpsiseadme hooldamine ja kasutamine

Lüpsiseadme hooldamine kindlustab aparaatide häireteta töö ja puhta piima saamise. Hooldamisel pestakse regulaarselt aparaatide osad, puhastatakse, kuivatatakse ja desinfitseeritakse, samuti vahetatakse perioodiliselt ka kummidetaile. Need operatsioonid teostatakse pesemisruumis.

Pesemisruumi paigutatakse koldega või elektrilised veesoojendid, auruti, lauad ja varn lüpsiaparaatide kuivatamiseks, vannid ning kapp kummidetailide hoidmiseks. Lüpsiaparaate tuleb pesta pärast lüpsi algul külma, pärast kuuma veega, mille temperatuur on vähemalt 85°. Enne lüpsi loputatakse ainult kuuma veega.

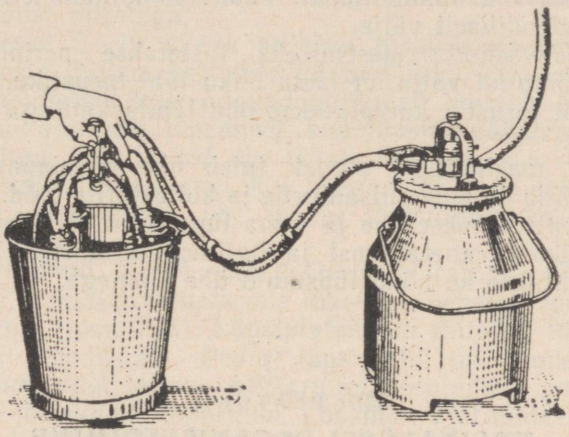
Pesemiseks ühendatakse lüpsiaparaat pesemiskraanide abil vaakuumitorustikuga ja nisakannud asetatakse külma veega täidetud lüpsikusse (joon. 215). Siis avatakse vaakuumitorustikul olev pesemiskraan ning vaakuumi mõjul imetakse läbi nisakannude ja kummivooliku 5—6 l külma vett. Pärast seda suletakse pesemiskraan vaakuumitorustikul, võetakse ära lüpsiku kaas ja lüpsikus oleva veega loputatakse üle kaane sisekülg. Ülejäänud veega pestakse lüpsik seest- ja väljastpoolt.

Samas järjekorras pestakse aparaat soodalahusega või kuuma veega. Pärast pesemist riputatakse aparaat kuivamiseks konksule.

Üks kord ööpäeva jooksul pesemise ajal võetakse lahti kollektor ja puhastatakse harjadega, samuti võetakse

maha pulsaator ja ilma lahti võtmata pestakse selle alus (alalise vaakuumi kamber). Samaaegselt pestakse ka lüpsiku kaanel asuv tagasilöögiklapp.

Peale selle iga 5—6 päeva järel võetakse aparaat täielikult lahti; puhastatakse harjadega ja pestakse osad hoolikalt kuumas soodalahuses (40 g kaltsineeritud soodat ämbri vee kohta) temperatuuriga 50—60°. Eriti hoolikalt tuleb puhastada piimaga kokkupuutuvaid pindasid. Peale soodalahuses pesemist hoitakse osi 30 minutit kuumas vees



Joon. 215. Lüpsiaparaatide läbiloputamine

(mitte alla 85°). Seejärel loputatakse osad veel üle, kummiosad vahetatakse ja lüpsiaparaat pannakse kokku.

Kokkupandud aparaat ühendatakse vaakuumitorustikuga ning lastakse läbi nisakannude ja kummivooliku lüpsikusse 6—8 l kuuma vett. Pärast vee väljavalamist lüpsikust on aparaat valmis kasutamiseks.

Töös olnud kummiosad asetatakse puhkusele. Katsed on näidanud, et kummiosade perioodiline puhkus pikendab nende kasutamist 2—3 korda.

Lüpsiaparaadi «Impuls» nisakannud, samuti kollektor ja piimavoolik pestakse ning täidetakse seejärel desinfitseeriva lahusega. Kuni järgmise lüpsini hoitakse lahusega täidetud nisakanne spetsiaalses hoideseadmes.

Iga $1^1/_2$—2 kuu järel tuleb vaakuumitorustik pesta läbi,

et vältida torustiku siseläbimõõdu vähenemist mustumise tagajärjel.

Torustiku pesemisel suletakse vaakuumiregulaatori klapp, lisades sellele 1—2 kg lisaraskust. Pumbast kõige kaugemal asuva kraani külge ühendatakse üks vaakuumivooliku ots, vaba ots aga asetatakse kuuma soodalahusega ämbrisse.

Vaakuumpump lülitatakse töösse, avatakse lüpsikraan ja soodalahus imetakse ämbrist läbi vaakuumivooliku ning -torustiku vaakuumiballooni. Vaakuumiballoonist lastakse vesi perioodiliselt välja.

Intensiivsemaks pesemiseks tõstetakse perioodiliselt voolik ämbrist välja, et lasta õhku läbi torustiku. Pärast pesemist torustik kuivatatakse õhu läbilaskmisega 15—20 minutit.

Enne masinalüpsi algust tuleb ühe lüpsiaparaadiga kontrollida kõikide pulsaatorite ja kollektorite tööd. Pärast seda kontrollitakse ühe ja sama lüpsikuga kõikide kaante vastastikust vahetatavust ja ligiimemise kiirust. Samuti kontrollitakse ka kõiki lüpsikuid ühe kaanega.

XXIII PEATÜKK

MASINALÜPSI ORGANISEERIMINE

§ 106. Lüpsiruumid ja -platsid

Lüpsitööde mehhaniseerimisel on osutunud kõige progressiivsemaks spetsiaalselt sisustatud lüpsiruumide ja -platside kasutamine.

Lüpsiruumid ja -platsid võimaldavad organiseerida lüpsmist, piima transportimist ja esmast töötlemist voolumeetodil, kusjuures ajavahemik lüpsmise ja piima töötlemise vahel on minimaalne.

Lüpsiplatsidel ei toimu lehmade lüpsmine asemetel, vaid lüpsikohtadel, mis asuvad üldistes või eraldi ruumides.

Lüpsiplatsil lüpsmisel on lüpsja kogu aeg samal töökohal. Kõik töövahendid on siin lüpsja vahetus läheduses. Tal ei ole tarvis kanda aparaati ühe lehma juurest teise juurde, nagu seda tuleb teha asemetel lüpsmisel. Lehmad lähevad ise teatud järjekorras lüpsiplatsile. Siin pestakse

ja masseeritakse udarad, kuivatatakse puhta rätikuga ning lüpstakse.

Lüpsiplatside ehitus on tavaliselt ette nähtud lautade tüüpprojektides, kuid vastava ruumi võib eraldada ka olemasolevates lautades.

Tavaliselt ehitatakse lüpsiplatsid lauda või suvelaagri keskele, arvestusega 100 lehma kohta 6—8 lüpsikohta. Kohtade vahele jäetakse kuni 70 cm laiused vahekäigud piimanõude ja lüpsiaparaatide asetamiseks.

Harilikult eraldatakse lüpsikohad torudest ümarterasest või puidust piiretega.

Esimesed 5—10 päeva antakse lüpsiplatsil lehmadele jõusöötasid, hiljem aga tulevad nad juba lüpsikohtadele ise. Lüpsiplatsid suurendavad tunduvalt lüpsjate tööjõudlust. Kui asemetel lüpsmisel, kus lüpsjad töötavad kahe aparaadiga, kulutatakse ühe lehma lüpsmiseks 6—7 min., siis lüpsmisel lüpsiplatsil, kus lüpsjad töötavad nelja aparaadiga, kulutatakse ühe lehma lüpsmiseks keskmiselt 2—3 minutit.

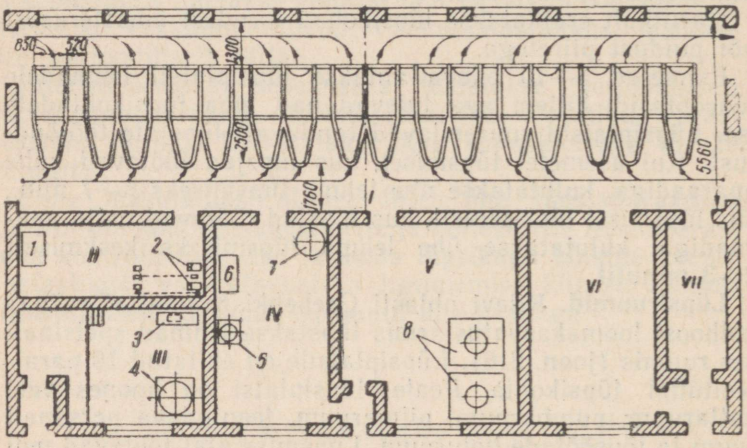
Lüpsiruumid. Kiievi oblasti Grebenki rajooni «Družba» kolhoosi loomakasvatusfarmis lüpstakse lehmad spetsiaalses ruumis (joon. 216). Lüpsiplatsile on ehitatud 16 paralleeltüüpi lüpsikohta. Peale lüpsiplatsi on hoones veel katlaruum, pumbaruum, piimaruum, teenindava personali ruum ja jõusöötade hoiuruum. Lüpsmise ajal töötavad neli lüpsjat, igaüks nelja aparaadiga, ja karjak lehmade platsile laskmiseks.

Farmis töötab kaks vaakuumpumpa PBH-100. Udara pesemiseks antakse pumbaga torustiku kaudu sooja vett. Lüpstud piim voolab mööda torustikku tsisternidesse. Lüpsiaparatuuri pesemiseks juhitakse katlaruumist pesemisruumi aur. külm ja kuum vesi. Piima vastuvõturuumis on kaks tsisterni, mahuga 1100 l.

Üleminek loomade vabapidamisele ja lüpsiruumide kasutuselevõtmine võimaldasid vähendada farmis tööliste arvu mitmekordselt. Kui 1959. a. 180 lehma teenindamiseks lõaspidamisel läks tarvis 32 inimest, siis praegu vabapidamisel teenindavad 10 kolhoosnikku 360 lehma. Tunduvalt vähenes ka piima omahind.

Viimastel aastatel on meil ja välisriikides laialt levinud tandemtüüpi lüpsiplatsid, kus lüpsikohad on asetatud üksteise taha, ja eriti kalasabatüüpi platsid, kus lüpsikohad asetsevad teatud nurga all.

Tandemtüüpi lüpsiplats. Tandemtüüpi lüpsiplatsil on lüpsikohad paigutatud selliselt, et lehmad asetuvad lüpsiks üksteise taha. Joonisel 217 on toodud projekteerimisinstituudi «Rosgiprosovhozstroi» poolt väljatöötatud 8 lüpsikohaga tandemtüüpi lüpsiplats, mis on ette nähtud 200 lehma teenindamiseks. Lüpsikohad on asetatud piki süven-



Joon. 216. Kolhoosi «Družba» lüpsiruumi skeem:
I — lüpsiplats; *II* — pumbaruum; *III* — katlaruum; *IV* — pesemisruum; *V* — piimaruum; *VI* — teenindava personali ruum; *VII* — jõusööda hoiuruum; *1* — kalorifeer; *2* — vaakuumpumbad; *3* — boiler; *4* — söödaauruti KM-1600; *5* — piimanõude aurutaja; *6* — vann; *7* — segamispaak; *8* — piimatsisternid

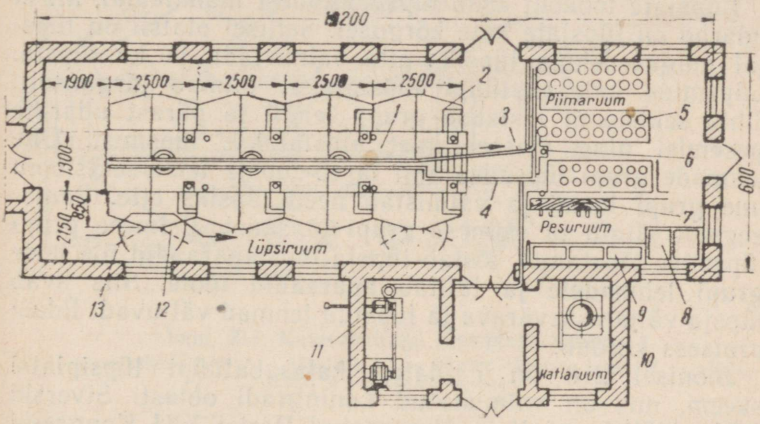
dit kahele poole külge. Lüpsjate töökoht asub madalamal põrandapinnast, millel seisavad lehmad.

Igal lüpsikohal on kaks väravat: üks on lehmade sisselaskmiseks lüpsikohale ja teine lüpsikohalt väljalaskmiseks. Lüpsikohale küljelt sisselaskmine võimaldab lüpsmisel arvestada lehmade individuaalseid iseärasusi, nagu aeglane piima kätteandmine jne.

Lüpsiplatsil on torustikud vaakuumi, piima ja sooja vee jaoks ning teised lüpsmiseks vajalikud vahendid.

Et lehmad harjuksid ise tulema lüpsiplatsile, asetatakse esialgu lüpsikohtadele ajutiselt sõimed jõusöötade jaoks. Hiljem sõimed hoitakse spetsiaalses söötmisruumis.

Töö lüpsiplatsil toimub järgmiselt. Lüpsja avab vaba lüpsikoha sisselaskevärava (takistades sellega ühtlasi lüpsikohast möödaminekut), laseb sellesse lehma, suleb värava, minnes süvendi ääre juurde, ja alustab lüpsi. Pärast lüpsmise lõpetamist avab väljalaskevärava ja laseb lehma välja.



Joon. 217. Tandemtüüpi lüpsiplats:

1 — süvend; *2* — lüpsikoht; *3* — piimatorustik; *4* — vaakuumitorustik; *5* — piimanõud; *6* — piima vaakuumpump; *7* — lüpsiaparaatide varn; *8* ja *9* — pesemisvannid; *10* — katel; *11* — vaakuumpump; *12* ja *13* — lüpsikoha välja- ja sisselaskevärav

Kõige paremaid tulemusi annab tandemtüüpi lüpsiplatside kasutamine lehmade vabapidamisel.

Kalasabatüüpi lüpsiplats. Rostovi oblasti «Millerovski» sovhoosis olev kalasabatüüpi lüpsiplats koosneb kahest sektsioonist, mille vahel asub süvend laiusega 120 cm ja sügavusega 60—80 cm. Igas sektsioonis on süvendi suhtes 35° nurga all asetatud lüpsikohad, mis jäävad söödakünade ja siksaktara vahele. Lüpsikohtade põrand on puidust, süvendi kohale on monteeritud vaakuumitorustik.

Puidust söödakünad on kinnitatud tugipostidele ritta 60—65 cm kõrgusele põrandast vahekaugusega üksteisest 1 m. Söödakünade vahel on vaheseinad.

Söödakünade tugipostidele on hingedega riputatud sisselaskeväravad, tara tugipostidele — väljalaskeväravad. Siksaktara ülemiste lattide kõrgus põrandast on 100—110 cm, alumistel lattidel 60—70 cm.

Lehmad asetuvad sektsioonides süvendi suhtes nurga all peaga küna poole piki pikemat tara külge kalasabakujuliselt. Sellise asetuse juures ühe looma kitsad kehaosad on teise looma laiemate osade vastu, mis võimaldab loomi paigutada tunduvalt lühemale rindele.

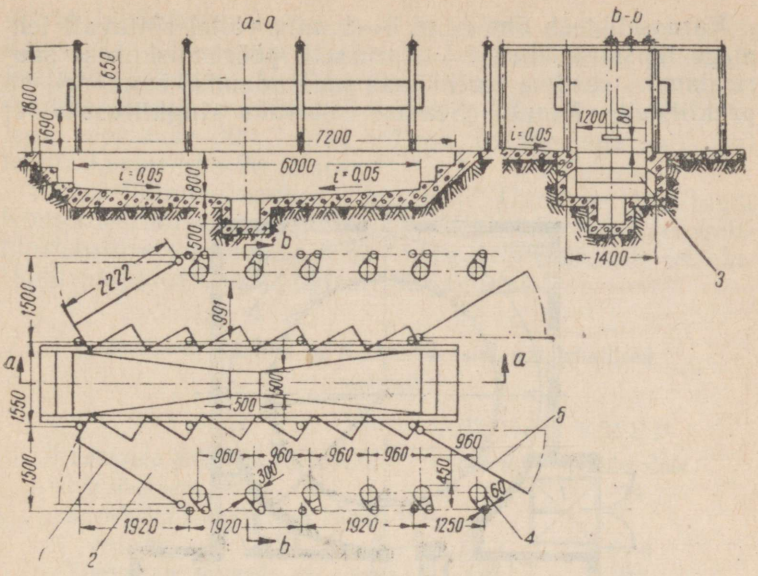
Lüpsjate töökoht asub lüpsikohtadest madalamal, nii et udarad on lüpsjate käte kõrgusel. Sellisel platsil on lüpsjal mugav lehma lüpsiks ette valmistada ja ka lüpsta. Lüpsmine kalasabatüüpi lüpsiplatsil toimub järgmiselt. Ühte sektsiooni lastakse grupp lehmi ja pärast udarate pesemist ning masseerimist alustatakse lüpsmist. Ühe lehmade grupi lüpsmise ajal laseb lüpsja teise sektsiooni uue grupi loomi ja valmistab need lüpsiks ette. Samaaegselt jälgib ta esimese grupi lüpsmist. Esimese grupi lüpsmise lõpetanud, tõstab lüpsja lüpsiaparaadid üle teise grupi lehmadele ja lülitab aparaadid tööle. Siis avab lüpsja väljalaskeväravа ja lüpstud lehmad väljuvad. Edasi protsess kordub.

Joonisel 218 on näidatud kalasabatüüpi lüpsiplatsi skeem, mis on valmistatud Leningradi oblasti Siverski RTJ-i tööliste poolt ja üles seatud Partei XXI Kongressi nimelises kolhoosis. 12 kohaga kalasabatüüpi lüpsiplats võimaldas lüpsjatel 15 lehma asemel teenindada 120 lehma.

Ivanovo oblasti «Šuiski» sovhoosi masinalüpsi meistrid, sotsialistliku töö kangelased Z. I. ja D. I. Zabotinid, töötades kalasabatüüpi lüpsiplatsil, lüpsid loomade vabapidamisel 1961. aastal 300 lehmalt 650 t piima.

Sama karja teenindasid varem 35 inimest, nendest 22 lüpsjat. Nüüd aga töötavad farmis peale lüpsjate Zabotinite 6 karjakut, mehaanik ja brigadir. Seejuures suurenes väljalüps ja langes märgatavalt omahind.

Karussell-lüpsiseadmed. Lüpsjate tööjõudlus tõuseb karussell-lüpsiseadmete kasutamisel võrreldes kalasabatüüpi seadmega mitmekordselt. Samuti paraneb piima kvaliteet ja loomakasvatajate töö muutub kergemaks. Karussell-lüpsiseade annab laialdased võimalused automaatika kasutamiseks. Selliseid seadmeid kasutatakse Krasnodari krais, Tšeljabinski ja Sverdlovski oblastites, Ukrainas ning samuti Omski oblasti majandites.

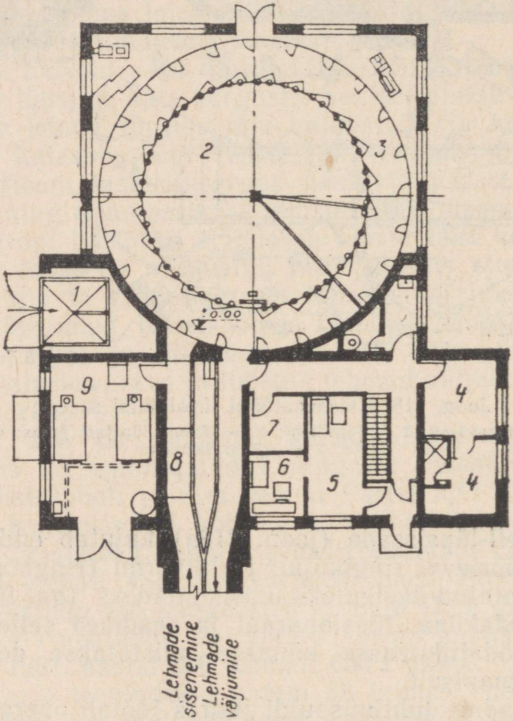


Joon. 218. Kalasabatüüpi lüpsiplatsi skeem:
1 — sisselaskeavärav; *2* — lüpsikoht; *3* — süvend lüpsjate jaoks; *4* — sõõdaküna; *5* — väljalaskevärav

Karussell-lüpsiseade (joon. 218a) kujutab endast tugirullidel pöörlevat ringikujulist platvormi (ringkonveierit), mis on jaotatud üksikuteks lüpsikohtadeks. Igal lüpsikohal on jõusöödaküna, lüpsiaparaat ja seadmed selle pesemiseks. Mõõdaliikuvasse künasse puistatakse dosaatorist sööt automaatselt.

Lüpsiseadme juhtimispuldi juures töötab operaator, kes juhib ringkonveieri ringlemist, jälgib loomade lüpsikohtadele saabumist ja sealt lahkumist ning peseb veejoaga lehmade udaraid. Pesemine mõjub udarale ühtlasi ka masseerivalt. Esimene lüpsja, kes seisab karusselli platvormi astmel, kuivatab udara, lülitab töösse lüpsiaparaadi ja asetab lehma nisadele nisakannud. Esialgu juhitakse piim kontroll-lüpsiks erinõusse, sealt aga mööda üldist torustikku piimajahutisse ja lõpuks piimatanki. Teine lüpsja jälgib lüpsiprotsessi, teeb lõpetava massaaži ja võtab nisadelt nisakannud. Lehm astub platvormilt maha ja läheb tagasi lauta.

Karussell teeb ühe ringi 6—8 min. vältel sõltuvalt lehmade lüpsmise kiirusest. Karusselli pöörlemiskiiruse suurendamine seadme tootlikkuse suurendamise eesmärgil on praktiliselt võimatu. Seadme sobivaks ringkiiruseks, et



Joon. 218a. Karussell-lüpsiseade:
1 — söödapunker; *2* — lüpsisaal; *3* — ringkonveier; *4* — riietusruum; *5* — teenindusruum; *6* — laboratoorium; *7* — pumbaruum; *8* — udarate pesemise koht; *9* — katlamaja

loomad saaksid vabalt minna lüpsikohale ja sealt ära tulla, on 0,15—0,2 m/s.

Seadme tootlikkus sõltub põhiliselt lüpsiplatvormi lüpsikohtade arvust, mis omakorda sõltub lüpstavate lehmade arvust. Lüpsikohtade arvu suurendamine põhjustab plat-

vormi läbimõõdu suurenemist ja ehitus läheb tunduvalt kallimaks. Sellepärast tuleb neid küsimusi alati hoolikalt kaaluda. Insener A. Teslenko, esimese pöörleva lüpsiseadme autori arvestuste kohaselt peaks karussellil, millega lüpstakse 300 lehma, olema 16 lüpsiaparaati, 600 lehma korral aga 20 aparaati.

Siberi Põllumajanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Konstrueerimisbüroo poolt on välja töötatud karussell-lüpsiseadmete projektid КДУ-16 ja КДУЕ-24, mis on ehitatud paljudes Omski oblasti majandites.

Seadmete КДУ-16 ja КДУЕ-24 esialgsed tehnilised andmed

	КДУ-16	КДУЕ-24
Lehmade paigutus karussellil	«tandem»	«kalasaba»
Lüpsikohtade arv	16	24
Karussellil täispöördeks kuluv aeg min.	6—8	6—8
Lüpstavate lehmade arv tunnis	160	240
Karusselli pöörlemiseks vajalik elektrimootori võimsus kW	1,7	1,7

Lüpsiks kasutatakse kahetaktiliseks seadistatud lüpsiaparaate ДА-3М.

Esimesed katsetused on näidanud, et karussell-lüpsiseadmed (nii statsionaarsed kui liikuvad) annavad majandile suurt kasu. Näiteks Hersoni oblasti Partei XIX Kongressi nimelises kolhoosis lüpstakse karussellil iga päev 600 lehma. Enne karusselli töölerakendamist talitas lüpsikarja kokku 61 inimest. Nüüd lüpsavad ja talitavad sama arvu lehmi 3 lüpsjat, operaator-elektrotehnik, 2 valvelukkseppa ja 8 karjakut, kokku 14 inimest.

Lehviktüüpi poolautomaatne lüpsiseade. Alma-Ata oblasti Džanašarski sovhoosis on kohalike mehhanisaatorite poolt konstrueeritud meie maal esimene poolautomaatne lehviktüüpi lüpsiseade (joon. 218b).

Erinevalt kalasaba- ja karussell-lüpsiseadmest võib siin lüpsja kontrollida iga lehma lüpsiprotsessi individuaalselt. Sõltuvalt produktiivsusest asub iga lehm lüpsikohal ainult nii kaua, kui on tarvilik piima täielikuks väljalüpsmiseks. Lehviktüüpi seadme konstruktiivseks erinevu-

seks on see, et lehmad lüpstakse mitteliikuvatel lüpsikohtadel, lüpsja aga liigub pöörleva platvormiga vajaliku lüpsikoha juurde. Uue lüpsisaali ehitamiseks vajalik metallikulu on tunduvalt väiksem kui karussell-lüpsiseadmel.

Poolringikujulisse lüpsisaali, mille läbimõõt on 10 m, on metalltorudest monteeritud 12 lehvikukujuliselt asetsevat lüpsikohta.

Saali keskel on 5 m läbimõõduga puitkattega pöörlev ring. Ring on monteeritud betoonalusele põrandaga ühele kõrgusele ja pöörleb mõlemas suunas kiirusega 40—240 m minutis.

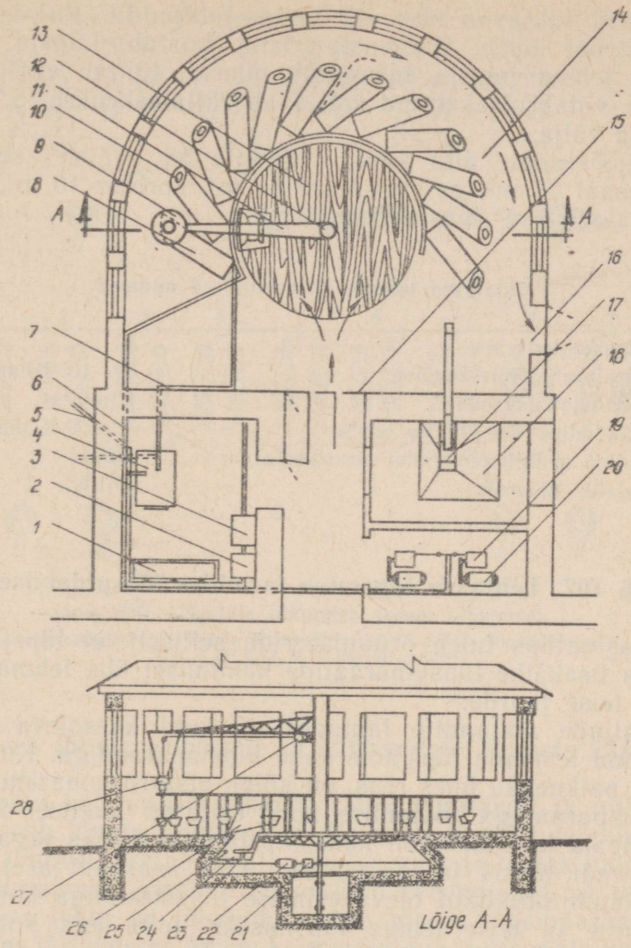
Ringi servas olevasse väljalõikesse on monteeritud koos ringiga pöörlev kabiin juhtpuldi ja istmega lüpsja jaoks. Puldilt võib kõiki põhilisi mehhanisme ja agregaate automaatselt juhtida. Lüpsja, istudes kabiinis, võib liikuda või seisma jääda ükskõik millise lüpsikoha juurde, lülitab sisse soojavee pihusti udara pesemiseks ja doseerib jõusööda künade kohal liikuva söödajagajaga. Ühekordse vajutamisega nupule tuleb künasse 0,5 kg jõusööta. Kui lehmale vastavalt produktiivsuse järgi on vaja anda 1 kg jõusööta, siis vajutatakse nupule kaks korda jne. Söödajagaja maht on 60 kg.

Lüpsja võib samuti juhtpuldilt avada või sulgeda lauda ja lüpsisaali vahel asuva ukse. Lüpsiprotsessi, peamiselt aga iga lehma lüpsmise lõppemist jälgitakse signaallampide järgi.

Lüpsikoha esisein koos söödakünaga on avatav ja selle kaudu lastakse lüpstud lehmad välja. Lüpsikoha tagumisse ossa on spetsiaalsele kronsteinile asetatud lüpsiaparaadi kannud.

Pesemisruumis on elektriline veesoojendi ja kuuma ning külma vee segaja. Vesi juhitakse vooliku abil lüpsja kabiini juurde. Piim voolab lüpsiaparaatidest kummivooliku kaudu ühisesse klaasist piimatorusse ja edasi piimatanki, mille maht on 1100 l.

Lehmade lüpsmine toimub järgmiselt. Juhtpuldi juures istuv lüpsja avab kõikide lüpsikohtade sisselaskeuksed. Nupule vajutamisega avab samuti laudaukse ja laseb laudast lüpsisaali 12 lehma. Liikudes ühe lüpsikoha juurest teise juurde, peseb lüpsja lehmade udarad voolikust tuleva sooja veega, avab vaakuumikraani ja asetab nisakannud nisadele. Lüpsmine algab. Piimatorustikule monteeritud



Joon. 218b. Lehviktüüpi lüpsiseade:

1 — vann; *2* — elektriveesoojendi; *3* — külma- ja soojavee segaja; *4* — piimapaak; *5* — veetoru; *6* — vaakuumitoru; *7* — piimatoru; *8* — lüpsikoht; *9* — söödajagaja; *10* — sööda-künа; *11* — söödajagaja konsool; *12* — konsooli sammas; *13* — pöördring; *14* — väljumiskäik; *15* — uks lüpsisaali; *16* — uks lüpsisaalist väljumiseks; *17* — elevaator; *18* — jõusöödapunker; *19* — vaakuumpump; *20* — elektrimootor; *21* — pöördringi ülekandekarp; *22* — elektrimootor; *23* — lüpsja iste; *24* — lüpsja töökoht; *25* — hoob lüpsikohtade avamiseks ja sulgemiseks; *26* — sirm; *27* — solenoid; *28* — dosaator

andurid lülitavad sisse 12 lampi juhtpuldil. Kui lehmal piimavool lõpeb, siis vastav lamp kustub. Lüpsja «sõidab» lehma juurde, masseerib udarat, lülitab vaakuumi välja, võtab nisakannud ära, avab väljalaskeukse ja laseb lehma välja.

Lüpsiseadme alla kuuluv pindala on 117 m², sellest: lüpsisaal 77 m², pesemisruum 14 m², koridor 10 m², jõusöödaladu 9 m², masinaruum 7 m².

Esialgsed tehnilis-ökonoomilised andmed

Lüpsikohtade arv	12
Lüpsisaali läbilaskevõime	80—100 lehma/h
Teenindav personal	2 inimest
Tööjõudlus ühe töölise kohta	40—50 lehma/h
Üldine metallikulu (ilma sisustuseta)	1 tonn
Vajalik võimsus	17 kW

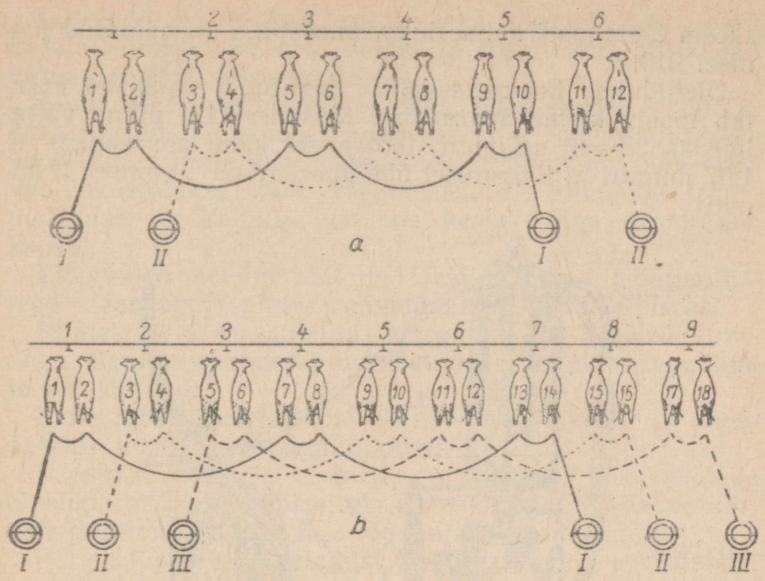
§ 107. Lehmade lüpsmine farmides lõaspidamisel

Masinalüps tuleb organiseerida selliselt, et lüpsjad ei teeks lisakäike lüpsiaparaatide kandmisel ühe lehma juurest teise juurde.

Paljude majandite lautades on kuni käesoleva ajani levinud lehmade lüpsmine kahe lüpsiaparaadiga. Kui lehmad paiknevad ühes reas, on kõige otstarbekohasem kahe lüpsiaparaadiga töötamise kord esitatud joonisel 219, *a*.

Lüpsja kasutuses on kaks lüpsiaparaati, üks tagavaraaparaadi lüpsik ja lüpsiämber. Ühe aparaadi asetab ta vaakuumitorustikul oleva esimese lüpsikraaniga kohakuti esimese ja teise lehma lüpsmiseks, teise aga kohakuti teise lüpsikraaniga kolmanda ja neljanda lehma lüpsmiseks. Pärast esimese ja kolmanda lehma udarate pesemist ja massaaži asetab neile lüpsiaparaadid.

Lüpsiaparaatide töötamise ajal lüpsja peseb ja masseerib kergelt teise ja neljanda lehma udarat. Kui esimesel ja kolmandal lehmal piimavool lõpeb, tõstab lüpsja aparaadid järjekorras teise ja neljanda alla. Lüpsiaparaadi asetab ta teise lehma alla tagavaralüpsikuga ja esimese lehma piima valab piimaämbrisse. Vabanenud lüpsiku asetab teise lüpsiaparaadiga neljanda lehma alla. Pärast



Joon. 219. Lüpsjate liikumise skeem lüpsmisel:
a — kahe aparaadiga; *b* — kolme aparaadiga; *I, II, III* — lüpsiaparaadid; *1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9* — lüpsikraanid

seda teeb lüpsja esimesele ja kolmandale lehmale käsitsi järellüpsi.

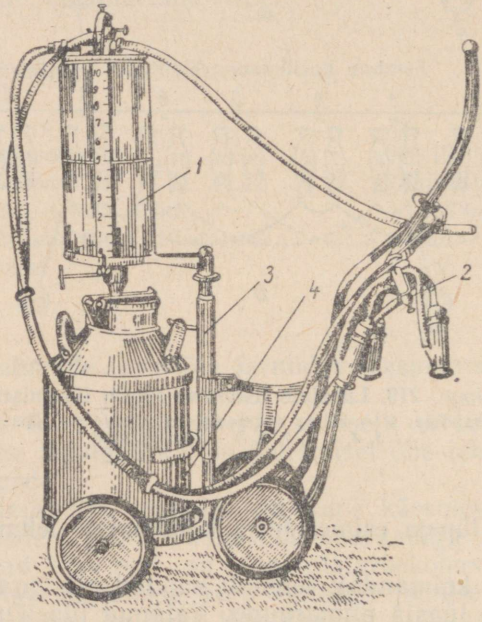
Lüpsiku kolmandalt lehmalt saadud piimaga ja piimaämbri viib lüpsja piimaruumi. Valanud lüpsiku ja piimaämbri tühjaks, asetab lüpsja lüpsiku viienda lehma juurde, aga piimaämbri jätab sõnnikukäiku. Veendunud, et teine ja neljas lehm on lüpstud, asetab lüpsja lüpsiaparaadid vastavas järjekorras ümber kolmandale ja neljandale lüpsikraanile, kust lüpsab 5., 6., 7. ja 8. lehma, lüpsiku aga tõstab sõnnikukäiku.

Esimese lüpsiaparaadi asetab tühja lüpsikuga viienda lehma alla ja teise teise lehma alt vabanenud lüpsikuga, millest piim on eelnevalt valatud piimaämbrisse, seitsmenda alla. Lüpsiku neljanda lehma piimaga ja piimaämbri viib piimaruumi ja kogu protsess kordub.

Kui lüpsja töötab kolme lüpsiaparaadiga, siis peab olema üks tagavaralüpsik ja kaks piimaämbrit. Lüpsja liikumise

skeem töötamisel kolme lüpsiaparaadiga on näidatud joonisel 219, *b*.

Üleliidulise Loomakasvatuse Instituudi andmetel kulutab lüpsja kolme aparaadiga lüpsmisel 1 l piima väljalüpsiks 36—40 sekundit, töötamisel kahe aparaadiga — 1,07 minutit ja töötamisel ühe aparaadiga — umbes 2 minutit.



Joon. 220. Liikuva lüpsiaparaadi üldvaade:
1 — piimakoguja; *2* — nisakannud koos kollektoriga; *3* — käru koos tõsteseadmega; *4* — piimanõu

Asemetel lüpsmisel kulutatakse palju aega piima kandmiseks piimaruumi ja selle ümbervalamiseks piimaämbrisse, mille juures pealegi piim võib risustuda.

Liikuv lüpsiaparaat. Üleliidulise Põllumajanduslike Masinate Teadusliku Uurimise Instituudi poolt on välja töötatud liikuv lüpsiaparaat (joon. 220), mille kasutamisel jääb ära piima ümbervalamine ämbritesse ja transportimine muutub tunduvalt kergemaks.

Lüpsiaparaat asetseb spetsiaalsel torudest keevitatud kärul. Viimasel on neli ratast ja tõsteseade, mille abil piimanõu riputatakse konksule.

Piimanõu riputamiseks lükatakse hoob endast eemale ja konks liigub piimanõu käepideme alla. Siis tõmmatakse hoob tagasi, mille juures konks tõstab piimanõu üles, hoob aga lukustatakse käru käepidemel. Et piimanõu transportimisel ei kalduks, on toe kesta külge kinnitatud kahvel.

Liikuva kronsteini abil on toele asetatud mõõtjaotustega klaaskoguja piima individuaalseks arvestamiseks.

Piimakoguja on suletud agregaadi ДА-3 lüpsikukaanega. Samalt aparaadilt on võetud ka kollektor, voolikud ja nisakannud.

Enne lüpsi viiakse lüpsiaparaat sõnnikukäiku ja ühendatakse voolik vaakuumikraaniga.

Lüpsmise kord ja eeskirjad on samad, mis tavaliste lüpsiaparaatidega lüpsmisel. Piimakoguja lükatakse kõrvale ja piimanõu suletakse lüpsi ajaks kaanega.

Pärast lüpsmise lõpetamist ja piima koguse arvestamist avatakse piimanõu, tema kohale pööratakse piimakoguja ja avatakse väljalaskekraan. Aparaadi edasiliikumise ajal järgmise lehma juurde voolab piim piimakogujast piimanõussę. Siis suletakse piimanõu, piimakoguja pööratakse kõrvale ja aparaat on valmis lüpsiks.

Täitunud piimanõu viiakse piimaruumi ja antakse üle vastuvõtjale, kärule aga riputatakse tühi piimanõu.

§ 108. Lehmade lüpsmine karjamaal

Lehmade lüpsmiseks karjamaadel on tarvis kas sisepõlemismootori või elektri jõul töötavat liikuvat lüpsiseadet.

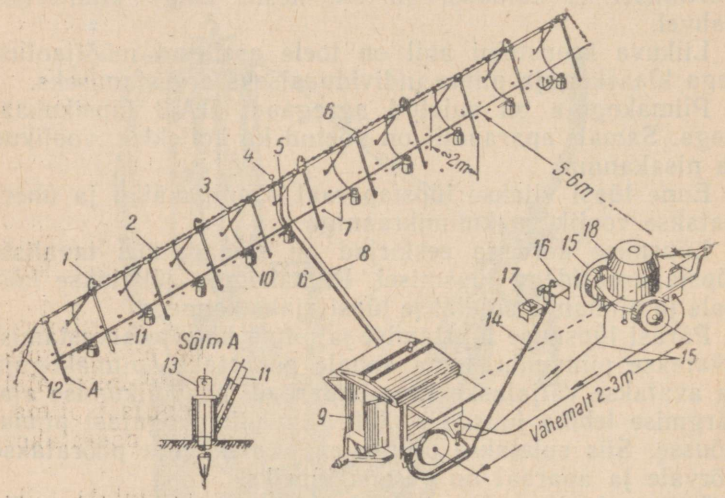
Et piima kvaliteeti säilitada, peab liikuval lüpsiseadmel olema piima puhastamise ja jahutamise seade, ning vahendid tema edasitoimetamiseks üleandmiskohale.

Varem toodetud liikuvad lüpsiseadmed ПДУ-1 koosnevad furgoonist ja piimatsisternist-termosest.

Furgoonile oli paigutatud jõuagregaat, lüpsiseade kümne lüpsiaparaadiga ДА-3, torud, veepump, elektrigeneraator, veesoojendi ja muud seadmed, tagavaraosad ning inventar.

ПДУ-1 jõuagregaat on kasutatav ka statsionaarsetel lüpsiseadmetel, kuna teda võib koos raamiga furgoonilt maha võtta.

Pneumaatiliste kummidega üheteljelisele järelkärule asetatud piimatsistern-termos on ette nähtud piima jahutamiseks, pastöriseerimiseks ja transportimiseks.



Joon. 221. Liikuva lüpsiseadme ПДУ-1 paigutuse skeem:

1 — elektrilamp; *2* — vaakuumitorustik; *3* — lüpsikraanid; *4* — vaakuummeeter; *5* — vaakuumiregulaator; *6* — magistraalkaabel; *7* — kinnitustugi; *8* — magistraalharu kummeeritud voolik; *9* — furgoon; *10* — lüpsik; *11* — tugipost; *12* — otsapingutaja; *13* — kinnitusrõngas; *14* — kaabel; *15* — veevoolikud; *16* — arvestaja laud; *17* — kaalud; *18* — tsistern-termos

Joonisel 221 on toodud liikuva lüpsiseadme ПДУ-1 paigutus karjamaal. Vaakuumitorustik on asetatud 1,7 m kõrgusele ja toestatud kaldtugedega, mis kinnitatakse terasvaiadega.

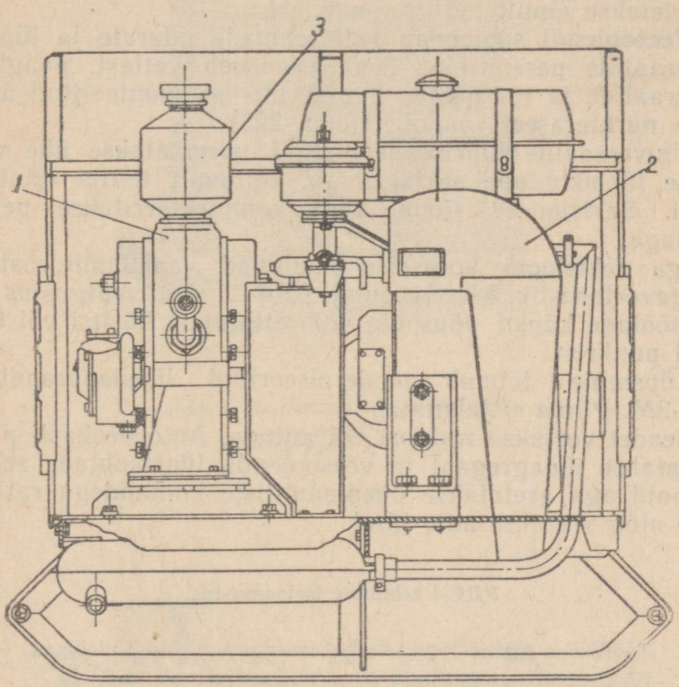
Vaakuumitorustikul on 20 kraani, vaakuumiregulaator ja vaakuummeeter. Vaakuumiballooniga on torustik ühendatud 7 m pikkuse kummeeritud voolikuga.

Tugedele ja torustikule monteeritakse tarbe korral ka valgustusseadised.

Keerulise teenindamise, ülesseadmise raskuste ja kõrge maksumuse tõttu seadet ПДУ-1 enam ei toodeta.

Universaalne lüpsiseade

Alates 1959. aastast toodetakse universaalseid lüpsiseadmeid УДС-1, mis oma konstruktsioonilt on lihtsamad, ekspluatatsioonis mugavamad, kergemad ja tunduvalt odavamad kui seade ПДУ-1. УДС-1 on ette nähtud lehmade



Joon. 222. УДС-1 jõuagregaat:
1 — vaakuumpump; *2* — sisepõlemismootor (ЗИД-4,5ДУ); *3* — õli-eraldaja

lüpsmiseks karjamaal. Samuti võib seadet kasutada ka lüpsiplatsina lautades.

Seade УДС-1 koosneb kolmest iseseisvast agregaadist: jõuagregaadist, veesoojendist ja lüpsikohtadest.

Jõuagregaadi (joon. 222) koosseisu kuulub sisepõlemismootor ЗИД-4,5ДУ, elektrimootor АОЛ-42-6, vaakuumpump ja vahelduvvoolugeneraator Г-46. Pideva elektri-

energia olemasolu puhul kasutatakse lihtsustatud jõuagregaati ilma sisepõlemismootorita.

Jõuagregaadi ülesanne on vaakuumi tekitamine lehmade lüpsmiseks ja lüpsiplatsi valgustamine. Karjamaal töötab agregaat sisepõlemismootori või elektrimootoriga. Viimasel juhul on sisepõlemismootor reservis. Elektriseadmed saadetakse ainult tellija nõudmisel.

Veesoojendi soojendab vett lehmade udarate ja lüpsiaparaatide pesemiseks. Seade koosneb katlast, paagist, aparaatide ja tööriistade kapist, mis on monteeritud ühisele nurkterasest raamile (joon. 223).

Universaalne lüpsiseade УДС-1 varustatakse ühe või kahe lüpsikohtade sektsiooniga, sõltuvalt tellija erinõudest. Sektsioonid (joon. 224) komplekteeritakse nelja kohaga.

Iga sektsiooni koosseisu kuuluvad vaakuumitorustik, soojaveetorustik, käsi-veepump БКФ-2, elektrivalgustus ja jõusöötade künad. Jõusööta võib ette anda käsitsi või teo abil punkrist.

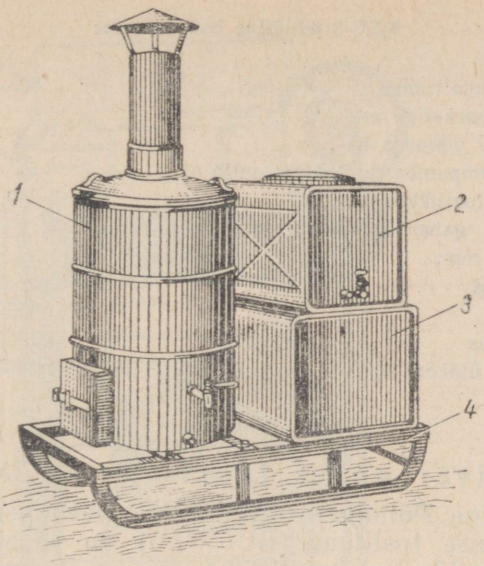
Lüpsmine toimub moderniseeritud lüpsiaparaadiga ДА-3М. Piima ei jahutata.

Seadet veetakse traktori või autoga. Auto veokasti paigutatakse jõuagregaat ja veesoojendi, lüpsikohtade sektsioonid aga asetatakse pneumaatiliste kummidega ratastele ning veetakse auto järel.

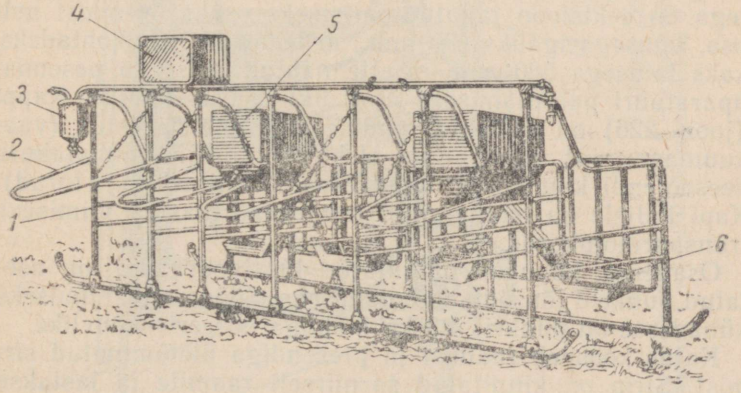
УДС-1 tehniline iseloomustus

Tootlikkus tunnis	50 lehma
Elektrimootori võimsus kW	1,7
Veesoojendi katla maht l	75
Lüpsikohtade sektsiooni gabariitmõõtmed mm:	
pikkus	5400
laius	2550
kõrgus	2260
kaal kg	300
Teenindav personal	2 inimest

Käesoleval ajal toodetakse täiustatud konstruktsiooniga lüpsiseadmeid УДС-3. Lüpsiseadme komplekti kuuluvad jõuagregaat, veevarustusseade, lüpsikohad, piima esmase töötlemise liin ja kaheksa lüpsiaparaati ДА-3М.



Joon. 223. Veesoojendusagregaat:
1 — katel; *2* — veepaak; *3* — aparaatide ja tööriistade kapp; *4* — raam



Joon. 224. Lüpsikohtade sektsioon:
1 — lüpsikohad; *2* — loogad lehmade tõkestamiseks; *3* — vaakuumiballoon; *4* — soojaveepaak; *5* — jõusöödapunker; *6* — söödakünad

Tootlikkus tunnis	50—60 lehma
Lüpsiaparaatide arv	8
Mootori võimsus hj	4,5
Vaakuumpumba tootlikkus m^3/h	35
Jahuti tootlikkus l/h	350
Jaama gabariitmõõtmed koos jahutuspaagiga mm:	
pikkus	12 850
laius	3250
kõrgus	2300
Jaama üldkaal kg	1400

Universaalne lüpsiseade УДМ-8

Üleliiduline Põllumajandusliku Masinaehituse Teadusliku Uurimise Instituut (BUCXOM) on konstrueerinud universaalse lüpsiseadme УДМ-8, mis on ette nähtud lehmade lüpsmiseks karjamaadel ja farmides.

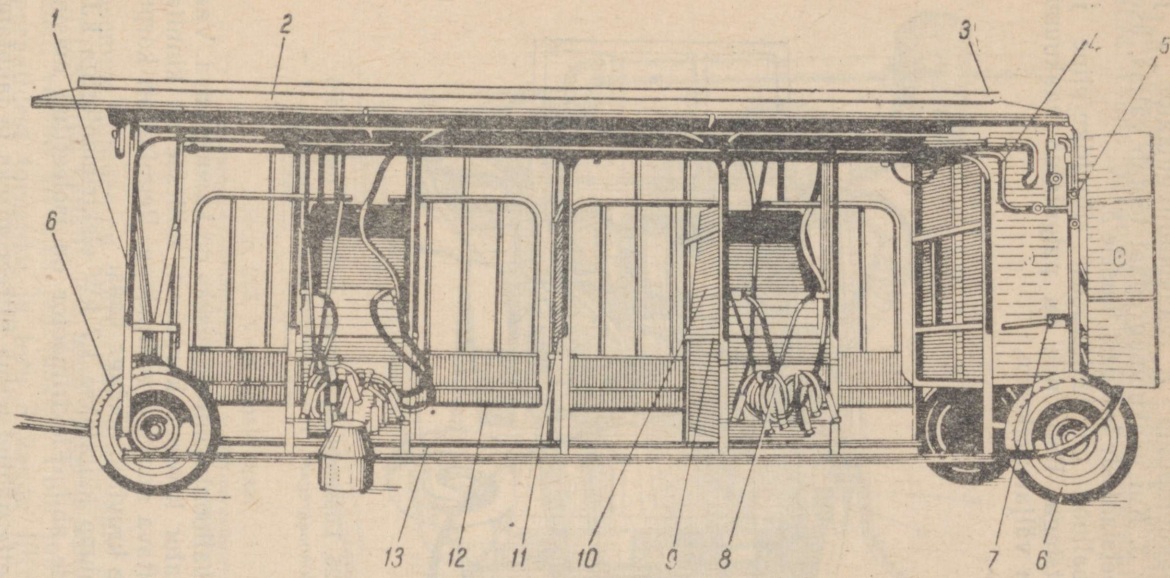
Lehmade lüpsmiseks on kaheksa spetsiaalset lüpsikohta, mis on grupeeritud kaheks neljakohaliseks sektsiooniks.

Esimene lüpsikohtade sektsioon (joon. 225) on põhiline. Sellele on asetatud lehmade lüpsiks kõik vajalikud mehhanismid, piimajahuti ja -puhasti. Põikpaneelide ja piiretega on sektsioon jagatud seitsmeks osaks. Nendest neli osa, laiusega igaüks 800 mm, on lehmade lüpsikohtadeks, kaks laiusega 560 mm on ette nähtud lüpsi- ja pesemisaparatuuri paigutamiseks ning üks osa — kapiks. Kappi (joon. 226) on asetatud seadme tehniline varustus (vaakuumagregaat, piimapump elektrimootoriga, piimajahuti, veesoojendi, kuuma- ja külmaveepaak, lülituskilp ja torud). Kapi küljele on monteeritud tungrauad masina viimiseks transpordiolukorda.

Osadesse, kuhu on paigutatud lüpsiaparaadid, on asetatud punkrid jõusöötade hoidmiseks. Sööda etteandmiseks künadesse on punkris 1,3 kg mahuga doseeriv kühvlike.

Katus koosneb raamist ja presendiga ületõmmatud sirmist. Sirm on kinnitatud šarniirselt raamile ja lastakse alla, kui masin on transpordi olukorras.

Vaakuumagregaat (joon. 227) koosneb vaakuumiballoonist *4*, mille spetsiaalsetele tugipindadele on paigutatud:

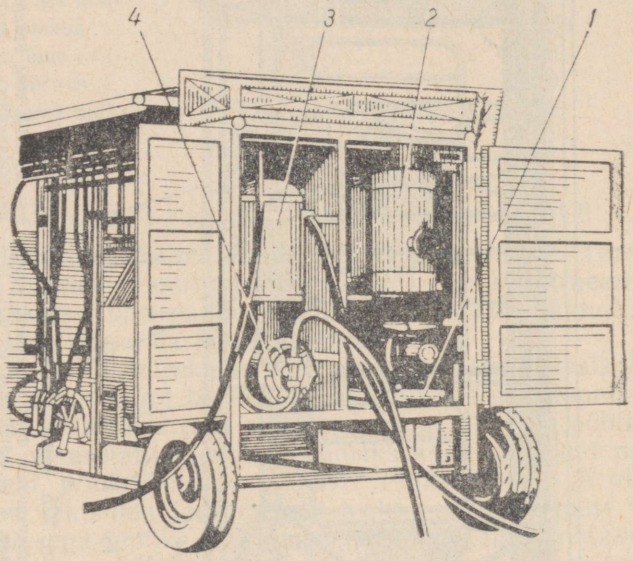


Joon. 225. Lüpsikohtade esimene sektsioon:

1 — lüpsikohad; *2* — katus; *3* — kuumaveepaak; *4* — vaakuumitorustik; *5* — torustik koos kraaniga; *6* — käiguosa; *7* — tungraud; *8* — aparaatide pesemisseade; *9* — põikliistud (8 tk.); *10* — jõusõõdapunker; *11* — põikpaneel (3 tk.); *12* — sõõdakünad; *13* — pikipaneel (2 tk.)

rotatsioon-vaakuumpump *1*, vaakuumiregulaator *2* ja elektrimootor *3*. Kui vaakuumagregaat töötab väljas, asetatakse ta spetsiaalsele torudest alusele *5*.

Vaakuumiballoon on lehtterasest silindrikujuline ja sfääriliste otstega. Balloonile on paigutatud vaakuumiregulaator ja väljalaskekraan.



Joon. 226. Lüpsikohtade esimene sektsioon (otsvaade):
1 — vaakuumagregaat; *2* — veesoojendi; *3* — piimajahuti; *4* — piimapump

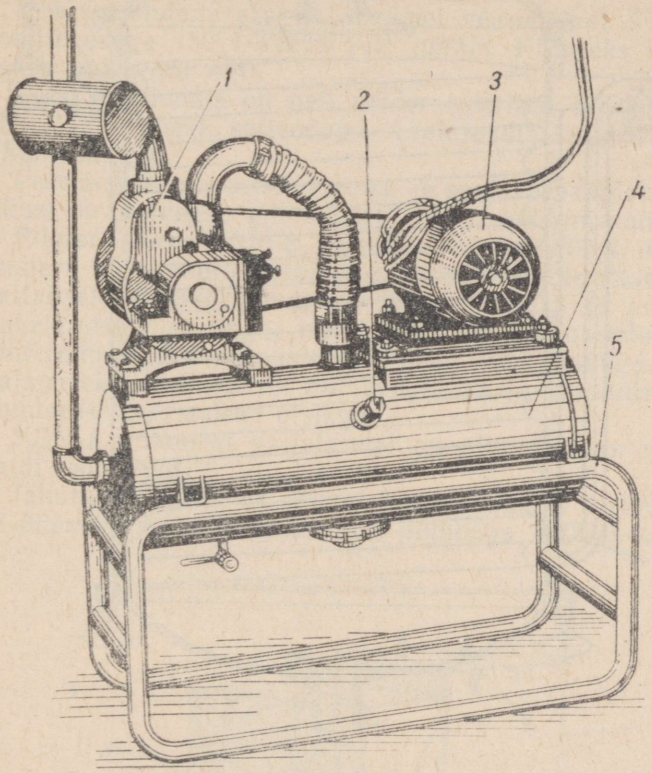
Vaakuumiballooni kontrollimiseks on kaanega ava. Vaakuumiregulaator koosneb korpusest, millesse on kinnitatud reguleeritava mutriga vedruklapp. Regulaatori korpusele on peale kruvitud sõelaga kaas.

Vaakuumpump käitatakse 1,7 kW elektrimootoriga kiilrihm-ülekande abil. Elektrimootor on isoleeritud masina korpusest.

Jahuti on ette nähtud piima filtreerimiseks ja jahutamiseks.

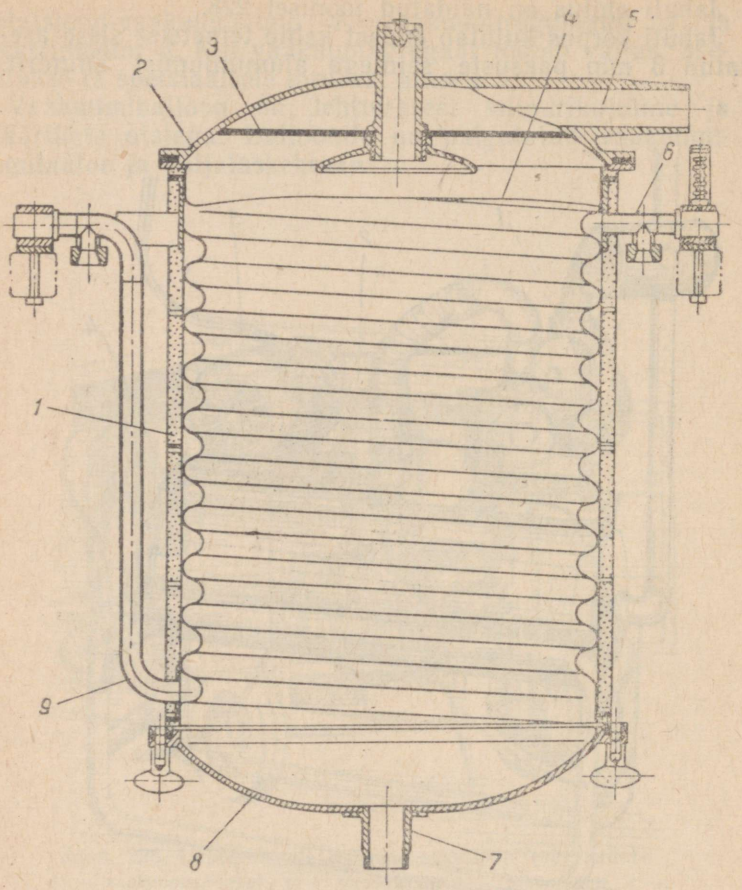
Jahuti ehitus on näidatud joonisel 228.

Jahuti korpus kujutab endast kahte teineteise sisse asetatud 3 mm paksuste seintega alumiiniumist silindrit.



Joon. 227. Vaakuumagregaat:
1 — rotatsioon-vaakuumpump; *2* — vaakuumiregulaator; *3* — elektrimootor; *4* — vaakuumiballoon; *5* — torudest alus

Sisemine silinder on gofreeritud kruvijoone järgi. Mööda kruvijoonelist kanalit, mis asub välise ja sisemise silindri vahel, voolab alt üles jahutusvesi. Piim juhitakse lüpsiaparaatidest torustiku ja toru *5* kaudu filtrisse *3* ning jahutusseadmesse *4*, kust ta mööda korpuse sisemist gof-



Joon. 228. Piimajahuti

1 — silindriline korpus; *2* — ülemine kaas; *3* — piimafilter; *4* — jaotusseade; *5* — piima juurdevoolu toru; *6* — vee äravoolu toru; *7* — piima väljavoolu toru; *8* — alus; *9* — vee juurdevoolu toru

reeritud pinda voolab õhukese kilena ülevalt alla alusele, kohtudes jahutusvee vooluga, mis liigub mööda silindri teist külge. Alus on valmistatud orgaanilisest klaasist, mis võimaldab jahuti töötamist hästi jälgida.

Et piim voolaks jahutisse, tekitatakse viimases vaakuum.

Diafragmatüüpi **piimapump** on ette nähtud piima pumpamiseks jahutist tsisterni või piimanõudesse. Diafragma pannakse liikuma elektrimootoriga tigupaari ja vänt-kepsmehhanismi kaudu. Elektrimootor on korpusest isoleeritud tekstoliittorudega.

Vee soojendamiseks on seadmel veesoojendi КМД-12, tootlikkusega 150 l keeva vett tunnis. Kütuseks kasutatakse puitu või sütt.

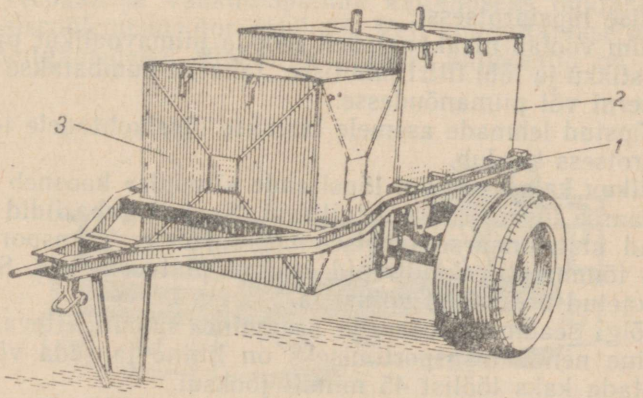
Igas sektsioonis on neli moderniseeritud lüpsiaparaati ДА-3М, klaasist settenõuga vaateseadis, piimatoru ja piimavoolikud.

Pesemisseade koosneb kuuma- ja soojaveepaagist, torustikust kraanidega, pihustuslehtrist ja pesemisvannidest.

Piimatsistern. УДМ-8 koosseisu kuulub 800 l mahuga tsistern koos jahutusveepaagiga, mis on monteeritud kaherattalisele järelkärule (joon. 229). Tsistern ja paak on kahekordsete seintega, mille vahel on soojusisolatsiooni kiht (mipor). Tsistern suletakse pealt kahe kaanega. Piima valamiseks on tsisternil piimavoolikute ja kraanide ühendamiseks spetsiaalsed otsikud.

УДМ-8 viimastel väljalasetel on piimatsistern väliselt veidi muudetud.

Jahutusvee paak on piimatsisterni raamilt mahavõetav ja ühendatav üheks süsteemiks pumbaga 1 СЦВ-1,5.



Joon. 229. Piimatsistern:
1 — üheteljeline järelkäru; *2* — piimatsistern; *3* — paak-jahuti

Tootlikkus tunnis	kuni 40 lehma
Vajalik võimsus kW	1,8
Veesoojendi tootlikkus l/h	150
Jahuti tootlikkus l/h	250
Vee kulu aparatuuri ja 100 lehma udarate pesemiseks l	60—100
Jahutusvee kulu l/h	750
Jää kulu 100 l piima kohta kg	30
Gabariitmõõtmed tõõolukorras mm:	
pikkus	5640
laius	2400
kõrgus	2300
transpordiolukorras:	
pikkus	7620
laius	1500
kõrgus	2300
Üldkaal	2244 kg
Teenindav personal	2 inimest

УДМ-8 on asetatud pneumaatilistele kummidele ja teda võib transportida auto, traktori või hobustega.

УДМ-8 tehnoloogiline protsess. Lehmad lüpstakse lüpsikohtadel. Et lehmad harjuksid ise tulema kohale, asetatakse künadesse teatud kogus jõusööta. Siis peseb lüpsja udarad, asetab nisakannud nisadele ja jälgib läbi vaateseadise lüpsiprotsessi.

Piim voolab nisakannudest mööda piimavoolikut piimatorustikku ja läbi filtri jahutisse. Jahutist pumbatakse piim tsisterni või piimanõudesse.

Lüpstud lehmade asemele lastakse lüpsikohtadele teised ja protsess kordub.

Liikuv kalasabatüüpi lüpsiseade «Impuls» koosneb statsionaarse lüpsiseadme detailidest. Samuti gabariidid vastavad statsionaarse lüpsiseadme omadele. Transportimiseks tõmmatakse kaldtrepid seadme platvormidele. Seade on kaetud presendist katusega.

Kõigi seadmete töökorda seadmine, samuti ettevalmistamine nende transportimiseks on lihtne ja seda võivad teostada kaks töölist 45 minuti jooksul.

Töötingimused liikuval lüpsiseadmel on üldiselt samad mis statsionaarselgi.

Vaakuumpump:	agregaat «Gigant» vahetult ühendatud vaakuumpumbaga RK-63.
Ajam:	ühesilindriline neljataktiline diiselmootor GDI õhkjahutusega, võimsusega 6,5 hj. 1500 p/min.
Käivitusseade:	elektristarter
Valgustus:	5 lampi (12 V ja 35 W).
Piimakogumisnõud:	hermeetilised tsisternid mahuga 630 ja 1000 liitrit, päikesekaitsega.

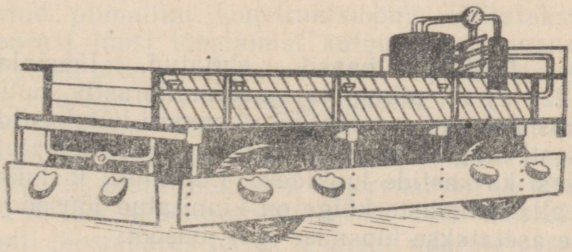
Liikuvad lüpsiplatvormid

Lüpsitööde mehhaniseerimiseks karjamaal kasutatakse liikuvaid lüpsiplatvorme.

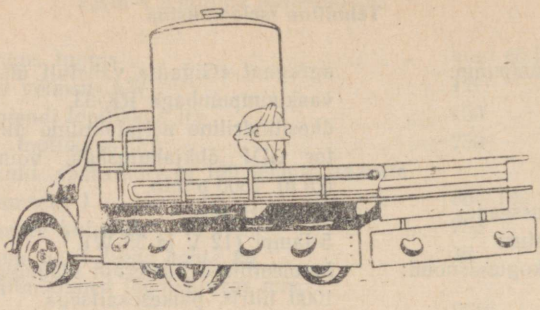
Eesti NSV-s toodab liikuvaid lüpsiplatvorme koondise «Eesti Põllumajandustehnika» Väike-Maarja osakond. Lüpsiplatvorme valmistatakse kahes variandis: a) järelveetavad ja b) auto ГАЗ-51 baasil ehitatud lüpsiplatvormid.

Järelveetavate lüpsiplatvormide (joon. 229 *a*) šassiina kasutatakse vanade, tootmisest mahakantud autode või kaheteljeliste järelvankrite šassiisid.

Platvormile on paigaldatud sooja vee saamiseks 100-liitrine veepaak ja vaakuumpumba käitamiseks õhkjahutusega sisepõlemismootor ЗИД-4,5. Vett kuumutatakse mootori heitgaasidega. Platvormi puidust külgkastid on ette



Joon. 229a. Kaheteljelisele järelvankrile ehitatud lüpsiplatvorm



Joon. 229b. Auto ГАЗ-51 baasil ehitatud lüpsiplatvorm

nähtud lüpsiagregaadi (välja arvatud piimakannud) paigaldamiseks. Transportimisel tõstetakse platvormi küljeluugid üles, millega suletakse ühtlasi ka külgkastid.

Lüpsiplatvormi transporditakse auto või traktori haakes.

Tehniline iseloomustus

Gabariitmõõtmed mm:	
pikkus	4500
laius	2500
kõrgus	1800
Lüpsikohtade arv	10
Veepaagi maht l	100
Mootor	ЗИД-4,5
Vaakuumpump	РВН-100

Auto ГАЗ-51 baasil ehitatud lüpsiplatvormil (joon. 229 *b*) on piima- ja vaakuumitorustik, pulsaatorid ning lüpsiaparaadid paigaldatud samuti külgkastidesse.

Veokasti luugid, nagu ka järeleveetaval lüpsiplatvormil, on ühtlasi ka kastide luukideks. Lüpsmisel lastakse külgluugid alla. Viimaste külge on kinnitatud jõusöödakünad, millesse asetatakse lüpsmise ajal jõusööt.

Platvormile on paigaldatud 800 l mahuga piimatsistern, samuti on seal koht piimajahuti jaoks.

Platvormi alla auto tagavararatta asemele on paigaldatud veepaak, milles vesi kuumutatakse automootori heitgaaside toimel.

Lüpsiaparaatide töötamiseks vajalik vaakuum saadakse auto sisselaskekollektorist (300—420 mm Hg).

Lehmade asendid lüpsmise ajal mõlemate lüpsiplatvormide juures on fikseeritavad toru või puitraamidega, mis transpordiasendis on lükatud platvormi alla.

Tehniline iseloomustus

Gabariitmõõtmed mm:	
pikkus	7400
laius	2300
kõrgus	3100
Lüpsikohtade arv	8
Piimatsisterni maht l	800
Veepaagi maht l	90
Mootor	ГАЗ-51

§ 109. Lehmade lüpsmise ja piima transportimise automatiseerimine loomakasvatusfarmis

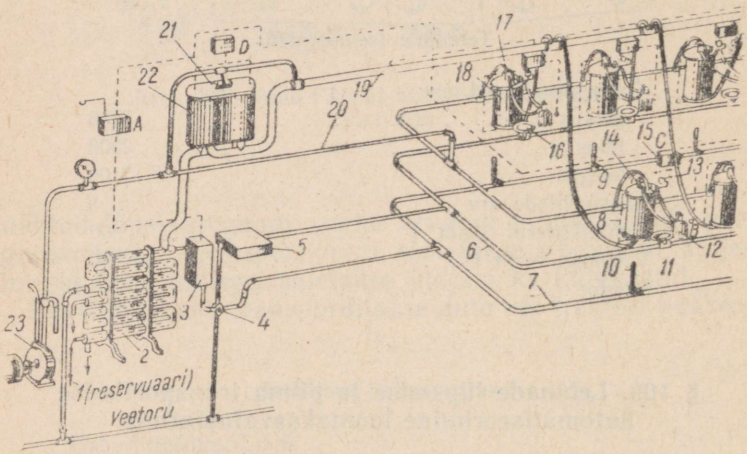
Aasovi ja Musta mere Põllumajanduse Mehhaniseerimise Instituut on esitanud automatiseeritud piimaliini printsipiaalse skeemi, mis võimaldab tunduvalt tõsta lüpsjate töötootlikkust. Automaatliini sõlmed rakendati edukalt katsetamiseks Ülevenemaalise Põllumajanduse Mehhaniseerimise ja Elektrifitseerimise Teadusliku Uurimise Instituudi loomakasvatusfarmides.

Esitatud piimaliini konstruktsioonis lülitatakse vaakuum pärast lüpsi lõpetamist automaatselt aparaatidest välja, lüpstud piim pumbatakse edasi, võetakse arvele ning pestakse aparaadid ja torustiku süsteem.

Piimaliin (joon. 230) koosneb lüpsiaparaatidest *12*, piimakogujast *18*, piimatorustikust *19*, reliiser-arvestajast *22*, jahutist *2*, piima hoidmise reservuaarist *1*, vaakuumpumbast *23* ja vaakuumitorustikust *20*. Liini koosseisu kuulub samuti lüpsiaparaatide ja lehmade udarate pesemiseks vajalik sooja- ja külmaveetorustik. Lüpsiaparaatide pesemiseks on pesemistorustikule *6* üles seatud paagid *16*, mil-

les vee nivoo reguleeritakse ujukiga *5*. Vesi soojendatakse veesoojendiga *3*.

Lehmade udarate pesemiseks juhitakse soe vesi torustiku *7* abil, millel on jalaga juhitavad pedaalkraanid *11*. Püstikule *10* on asetatud pesemisseadme voolikud. Automaatliini lüpsiaparaati on asetatud elektroodsignalisaator



Joon. 230. Automatiseeritud piimaliini skeem:

1 — piimareservuaar; *2* — jahutusseade; *3* — veesoojendi; *4* — vee ümberlülliti; *5* — ujuki kamber; *6* — pesemistorustik; *7* — torustik udarate pesemiseks; *8* — piimakoguja täitumise signalisaator; *9* — piimakoguja tühjendamise signalisaator; *10* — udarate pesemise seade; *11* — pedaalkraan; *12* — lüpsiaparaadid; *13* — lüpsmise lõpetamise signalisaator; *14* — pulsaator; *15* — signalisaator; *16* — pesemispaagid; *17* — lüpsikraan; *18* — piimakoguja; *19* — piimatorustik; *20* — vaakuumitorustik; *21* — õhujagaja; *22* — reliiser-arvestaja; *23* — vaakuumpump; *A* — piimaliini juhtimise pult; *B* — aparaadi sisselülitamine; *C* — lüpsiaparaatide töö juhtimine; *D* — õhujagaja töö juhtimine

piima voolu kontrollimiseks nisakannudest ja täitevmehhanism — elektromagnetiline lüpsikraan. Elektromagnetiline lüpsikraan koosneb elektromagnetist ja klapist.

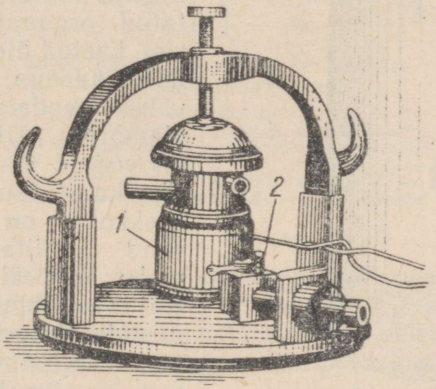
Elektroodsignalisaatoril on piimakoguja ja keskelektrood. Sõltuvalt signalisaatori piimakoguja täitumisest või tühjenemisest on keskelektrood signalisaatori korpusega ühendatud või lahutatud ja vooluahel on vastavalt kas suletud või katkestatud.

Signalisaatori koguja tühjendamisel vooluahel katkes-

tatakse ja täiteorgan — lüpsikraan saab juhtploki kaudu signaali (impulsi) ning vaakuum lülitatakse automaatselt lüpsiaparaadist välja.

Elektroodsignalisaatori ja elektromagnetilise lüpsikraani komplekteerimisel on ette nähtud kaks varianti.

Esimese variandi puhul elektroodsignalisaator ja elektromagnetiline lüpsikraan töötavad lüpsiaparaadilt ДА-3 võetud tavalise membraanpulsaatoriga (joon. 231), teise

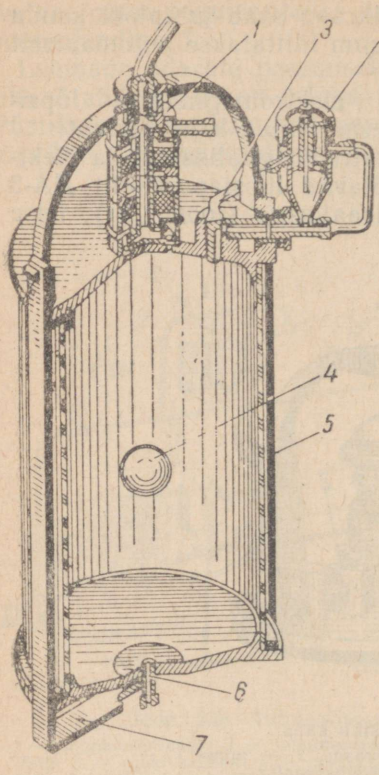


Joon. 231. Lüpsiku kaas:
1 — elektromagnetiline kraan; *2* — piima juhtimise elektroodsignalisaator

variandi puhul membraanpulsaator on asendatud elektromagnetilise pulsaatoriga. Nii ühe kui teise variandi puhul kõik sõlmed monteeritakse piimakoguja kaanele.

Elektromagnetilise kraani töö on järgmine. Elektromagneti sisselülitamisel avab klapp pulsaatori alalise vaakuumi kambri ja suleb kanalid, mis ühendavad piimakogujat välisõhuga.

Magneti elektriahelast väljalülitamisel suleb klapp rõhkude erinevuste tõttu vaakuumikanali ja avab kanalid, mis ühendavad piimakogujat välisõhuga. Õhk tungib piimakogujasse, kollektorisse ja nisakannude nisaalustesse kambritesse. Lüpsmise automaatsel juhtimisel on tarvis ja otstarbekohane elektriliste elementide skeemis kasutada

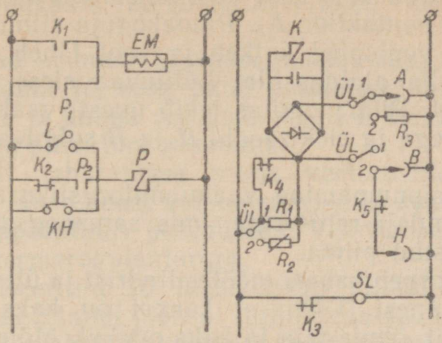


Joon. 232. Automaatpiimakoguja:
1 — pulsaator; *2* — piima juhtimise signalisaator; *3* — piimakraan; *4* — ujuk; *5* — klaasist kere; *6* — väljalaskeotsik; *7* — pingutusklamber

elektromagnetilisi pulsaatoreid. Elektromagnetiline pulsaator ja lüpsikraan on komplekteeritud üheks sõlmeks (joon. 232).

Elektromagnetiline pulsaator on ehituselt analoogiline lüpsikraaniga, kuid töötab tunduvalt suurema sagedusega. Piimakoguja silinder on valmistatud orgaanilisest klaasist, kaetud ülemise ja alumise kaanega, mis on omavahel ühendatud pingutusklambriga. Ülemine kaas on võetud aparaadi ДА-3 lüpsikult. Alumise kaane keskkohas on treitud süvend kuulitaolise ujuki jaoks ja väljalaskeotsik. Kui piimakoguja on tühjenenud, takistab ujuk välisõhu sissetungimist piimatorusse, piimakoguja täitumisel aga suleb ava ülemisel kaanel ja lülitab automaatselt lüpsiaparaadi välja. Liini automaatseks pesemiseks on peale ülemisel kaanel oleva signalisaatori paigutatud veel teine signalisaator alumisele kaanele.

Joonisel 233 on toodud lüpsiaparaatide juhtimisploki elektriline skeem. Töötamine toodud skeemi järgi toimub järgmiselt. Enne lüpsmise algust lülitatakse pealülitiga sisse piimaliini kogu elektrivõrk ja pärast seda lülitatakse iga lüpsiaparaat eraldi juhtimisplokiga. Vajutades nupule *KH*, lülitub relee *P* töösse, kontaktid P_1 ja P_2 sulguvad, blokeeritakse relee *P* ja lülitatakse sisse elektromagnet *EM*. Lüpsiaparaat alustab töötamist ja piim täidab koguja *A*. Kui koguja on täitunud, sulgub vooluahel alaldus-



Joon. 233. Lüpsiaparaatide juhtimisploki elektriline skeem:

K — alalisvoolu relee kontaktidega K_1 — K_5; *P* — alalisvoolu relee kontaktidega P_1 ja P_2; *EM* — aparaadi elektromagnetiline kraan; *KH* — lülitusnupp; *L* — väljalüliti; *ÜL* — ümberlüliti; *A* — piima juhtimise signalisaator; *SL* — signaallamp; R_1 — R_3 — takistid

silla kaudu, relee *K* astub töösse ja elektromagnet lülitatakse sisse läbi koosolevate kontaktide K_1. Kontaktid K_2 lahutuvad, vooluahelast lülitatakse välja relee *P*, seejärel lahutuvad kontaktid K_3 ja signaallamp *SL* kustub — algab lüpsmine.

Pärast lüpsmise lõpetamist voolab piim läbi kalibreeritud ava signalisaatori kogujast *A* välja, vooluahel katkestatakse, lülitatakse välja relee *K* ja elektromagnet. Signaallamp hakkab põlema — lüpsmine on lõppenud.

Uuesti võib lüpsiaparaati töösse lülitada ainult nupule *KH* vajutamise teel.

Pärast lüpsmise lõpetamist pestakse lüpsiaparaat. Juhtimisploki ümberlüliti viiakse asendist *1* asendisse *2* ja elektrivool läbib takistuse R_3, alaldussilla ning reguleeritava takistuse R_2, lülitab sisse relee *K*, seejärel viiakse voolu alla elektromagnet *EM*, piimakogujas tekitatakse vaakuum ja vesi imetakse sisse. Töörežiim ei muutu enne, kui vesi ulatub alumise elektroodini *H* ja kontaktid K_5 lahutuvad. Kui aga vesi jõuab ülemise elektroodini *B*, vooluahel sulgub ja lühistab alaldussilla. Lülitatakse välja relee *K* ja elektromagnetiline kraan. Kontaktid K_5 sulguvad. Piimakoguja silindrisse tungib välisõhk, mis surub vee piimatorustikku. Vesi, väljudes silindrist, paljastab

ülemised elektroodid *B* ning vool läheb läbi alumiste elektroodide *H* ja kontaktide K_5. Piimakoguja silindri täielikul tühjenemisel vooluahel katkeb ja vool läheb uuesti läbi takistuse R_3 ja alaldussilla. Lülituvad sisse relee *K* ja elektromagnet. Piimakogujas tekib uuesti vaakuum, silinder täitub veega ja elektroodid *H* ja *B* sulguvad. Protsess kordub.

Piima edasipumpamine vaakuumitorustikust piimaliini toimub tühjendaja-reliiseriga, mis samaaegselt juhib ja arvestab lüpstud piima.

Reliiser koosneb kahest mõõtesilindrist ja ülemisest ning alumisest kaanest. Ülemisel kaanel on kaks elektroodsignalisaatorit, õhujagaja ja kaks otsikut. Mõlema silindri alumises kaanes on sisse- ja väljalaskeklapid: esimene ühendatakse piimatorustikuga, teine — väljavoolutoruga.

Õhujagaja juhtimine toimub spetsiaalse plokiga, mis ühendab reliiseri silindritel elektroodsignalisaatorid täiteorgani — elektromagnetiliše vaakuumkraaniga. Vaakuumkraan lahutab silindrid vaakuumitorustikust või välisõhust. Õhujagajas on mõlema silindri jaoks üks elektromagnetiline vaakuumkraan. Konstruktsioonilt on nad sarnased lüpsiaparaadi elektromagnetilise lüpsikraaniga.

Reliiser töötab järgmiselt: kohe kui üks silinder täitub vedelikuga, suletakse signalisaatori elektroodide kaudu vooluahel ja antakse impulss vaakuumkraani elektromagnetile, mis klappi ligi tõmmates avab välisõhule sissepääsu silindrisse. Algab vedeliku väljasurumine silindrist. Samal ajal teises silindris, vastupidi, elektromagnetiline klapp avab sissepääsu vaakuumile ja silinder täitub vedelikuga. Silindri täitumisel signalisaatori elektroodid sulguvad ja klapp avab õhu sissepääsu silindrisse — algab vedeliku väljasurumine. Samal ajal algab esimeses silindris vedeliku imemine. Kogu tsükkel kordub.

Elektroimpulssarvesti arvestab edasipumbatud vedeliku koguse mahuühikutes.

Töötamine automatiseeritud piimaliinil toimub järgmiselt. Puldilt *A* (joon. 230) lülitatakse liin tööle. Lüpsja, lasknud lehma lüpsikohale, peseb udara, lülitab aparaadi tööle, asetab nisakannud nisadele ja läheb edasi järgmisele lüpsikohale.

Pärast lüpsmise lõpetamist surutakse piim piimakogujast *18* piimatorustikku *19* ja edasi läbi jahuti *2* piimareservuaari.

Pärast vaakuumi sulgemist võetakse nisakannud nisadelt.

Lõpetanud lehmade lüpsmise, asetab lüpsja kannud pesemiseks paaki *16*, seab puldi pesemisrežiimile ja lülitab sisse kuuma ja külma vee ümberlüliti *4*. Läbi nisakannude toimub kogu piimaliini pesemine.

Esialgselt jahutatakse piima veetorustikust saadava veega, mis läheb edasi veesoojendisse ja kasutatakse udarate ning aparatuuri pesemiseks. Vee temperatuuri reguleeritakse termoregulaatoriga.

Automatiseeritud 20 lüpsikohaga piimaliin võimaldab kahel lüpsjal 2 tunni jooksul teenindada 400 lehma. Selline liin on üles seatud Krasnodari krais Krõmskaja rajoonis.

§ 110. Ohutustehnika

1. Mootor, vaakuumpump ja jaotuskilp tuleb asetada laudast eraldatud, isoleeritud ruumi — pumbaruumi. Lüpsmise vaheaegadeks tuleb pumbaruum lukustada.

2. Töötada pumbaruumis lubatakse ainult spetsiaalselt väljaõpetatud ja ohutustehnika eeskirjadest instrueeritud isikutel.

3. Mittekorrasoleva mootori või vaakuumpumba puhul ei ole lubatud seadet käivitada.

4. Keelatud on asetada rihma rihmarattale mootori töötamisel ja teha elektrivõrgu parandustöid voolu all.

5. Tingimata tuleb kontrollida rihma pingust ja õmblusi, jälgida kaitseseadmete korrasolekut. Elektrijuhtmete või elektrimootori remontimisel tuleb lüliti välja lülitada. Remontimisel peab olema välja pandud hoiatusplakat: «Mitte lülitada — remont».

6. Lüpsiseadme monteerimisel tuleb tingimata maandada elektrimootor ja elektrisoojendi (kui see on üles seatud); kasutada kinnist tüüpi lülitit ja kaitsmeid; lauda sees peab elektrijuhtmete ja torustiku vahekaugus olema vähemalt 10 cm; mootori ja vaakuumpumba monteerimisel asetada rihmarattad seina poole ja need hästi kaitsta kaitsevõrega.

7. Pumbaruumis on keelatud hoida kergesti süttivaid aineid, nagu bensiini, petrooleumi jt.

8. Pumbaruumi juurde tuleb üles seada tuletõrjepost.

PIIMA ESMASE TÖÖTLEMISE MEHHANISEERIMINE

§ 111. Piima esmase töötlemise tähtsus ja tehnoloogia

Piim sisaldab umbes 87,2% vett, 12,8% kuivaineid, sellest 3,8% rasva.

Vastlüpstud piima erikaal on 1,028 g/cm³; keemistemperatuur 100,2°; külmumistemperatuur kõigub 0,54 kuni —0,58° piirides.

Soodsate tingimuste juures arenevad piimas kiiresti bakterid, mis põhjustavad piima hapendumist. Seepärast on tarvis lüpstud piim kohe filtreerida, pastöriseerida ja jahutada. Mõningates loomakasvatusfarmides töödeldakse piim piimaproduktideks (või, juust).

Piima jahutamisel temperatuurini 4—5° bakterite elutegevus peaaegu lakkab ja teda võib säilitada pikemat aega värskena.

Timirjazevi-nimelise Moskva Põllumajanduse Akadeemia piimanduse kateedri andmetel pidurdab piima jahutamine tunduvalt mikroorganismide arengut.

Ühes milliliitris piimas 25 tunni jooksul temperatuuril 25° arenenud bakterite hulk on 87 miljonit, hoidmisel 15° juures aga ainult 500 000.

Piimas olevate mikroorganismide, nende hulgas ka haigust põhjustavate bakterite täielikuks hävitamiseks piim pastöriseeritakse.

Katsetega on kindlaks tehtud, et piima kuumutamisel temperatuurini kuni 50° hävitatakse mikroorganismidest 68%, kuumutamisel kuni 70° aga umbes 99,9%.

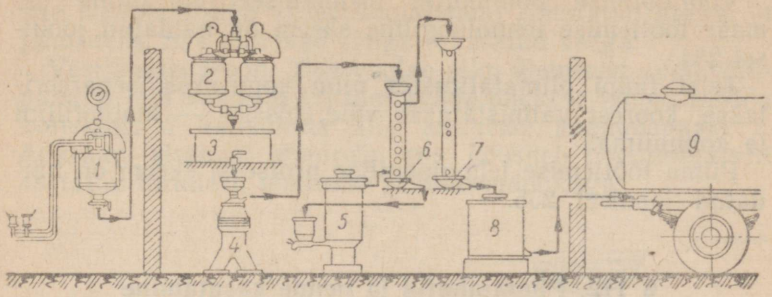
Piima esmase töötlemise tehnoloogiliste protsesside skeemid sõltuvad olemasoleva piima kogusest, mehhaniseerimisastmest ja lõplikul töötlemisel saadavate produktide nomenklatuurist. Seepärast võivad piimatalitused loomakasvatusfarmide juures olla kahte tüüpi:

a) piima töötlemiseks ja säilitamiseks;

b) piima töötlemiseks, säilitamiseks ja ümbertöötamiseks piimaproduktideks.

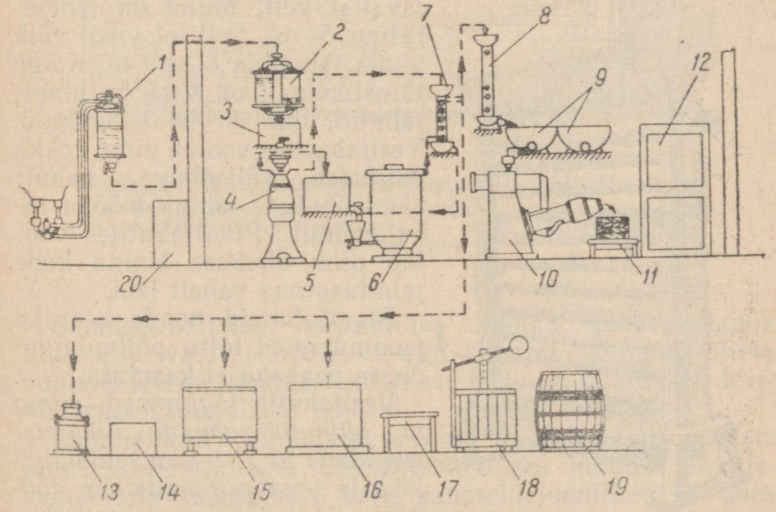
Esimest tüüpi piimatalitustes piim kogutakse, puhastatakse mehaanilistest lisanditest, jahutatakse, säilitatakse ja antakse üle tarbijatele.

Mõningatel juhtudel on tarvis ka piim pastöriseerida



Joon. 234. Vooltootmise põhimõttel mehhaniseeritud piima esmase töötlemise tehnoloogiline skeem:

1 — piimakoguja; *2* — pump; *3* ja *8* — piimapaagid; *4* — piimapuhasti; *5* — pastörisaator; *6* — soojusvahendaja; *7* — jahuti; *9* — autotsistern



Joon. 235. Piima töötlemise tehnoloogiline skeem:

1 — lüpsiseade; *2* — pump; *3* — vahepaak; *4* — separaator; *5* — valamispaak; *6* — pastörisaator; *7* — soojusvahendaja; *8* — jahuti; *9* — vannid; *10* — võivalmistaja; *11* — laud ja kast või jaoks; *12* — külmutuskamber või jäähoidla; *13* — piimanõu lõssi jaoks; *14* — termostaat; *15* — atsidofiiliini valmistamise vann; *16* — kohupiima valmistamise vannid; *17* — laud kohupiima jaoks; *18* — kohupiimapress; *19* — kohupiima tünn; *20* — tagavarapaak

Vooltootmise põhimõttel mehhaniseeritud piima esmase töötlemise tehnoloogiline skeem on näidatud joonisel 234.

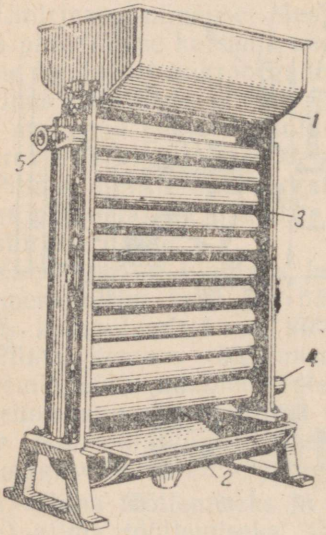
Teist tüüpi piimatalitustes piim kogutakse, separeeritakse, koorest valmistatakse võid, lõssist — atsidofiliini ja kohupiima.

Piima töötlemise tehnoloogilise protsessi skeem on näidatud joonisel 235.

§ 112. Piimajahutid ja nende kasutamine

Enne jahutamist tuleb lüpstud piim hoolikalt puhastada mehaanilistest lisanditest peene sõela ja marlikihtidega varustatud kurnaga.

Kui piima jahutatakse piimanõudes, tuleb viimased asetada läbivoolava veega basseini või jäävanni.



Joon. 236. Lame vesijahuti XП-100:
1 — ülemine renn; *2* — alumine renn; *3* — kollektor; *4* — ääris vee kollektorisse juhtimiseks; *5* — ääris vee ärajuhtimiseks

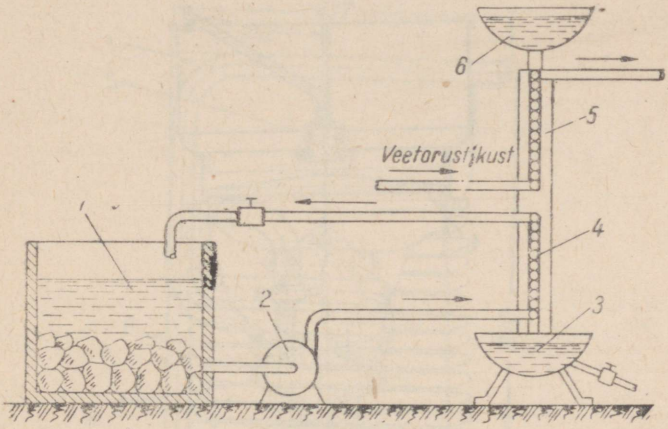
Voolava veega piima jahutamiseks kasutatakse harilikult tavalist vett, millel on temperatuur 5—6°. Sellisel viisil võib piima jahutada 8—10°-ni. Kõige täiuslikumad on vesi- ja plaatjahutid, mis on laialt levinud. Vesijahutites voolab piim, kokku puutudes välisõhuga, vabalt väga õhukese kihina mööda jahutuspinda. Plaatjahutites voolab piim õhukese kihina kahe jahutuspinna vahelt läbi.

Plaatjahuteid nende keeruka teenindamise tõttu põllumajanduses peaaegu ei kasutata.

Vesijahutid jagunevad: *piima ja külmutusvahendi liikumissuundade järgi* — samasuunalisteks ja vastassuunalisteks; *tööpinna kuju järgi* — lamedateks ja silindrilisteks ümmargusteks); *sektsioonide arvu järgi* — ühe- ja kahesektsioonilisteks; *kasutatava jahutusvahendi liigi järgi* — jahutiteks, mis töötа-

vad soolalahusega (keedusoolalahus) jahutatud veega, ja jahutiteks, mis töötavad jääga jahutatud veega.

Vesijahutis (joon. 236) voolab piim ülemisest vastuvõtupaagist läbi väikeste 1,5 mm avade õhukese kihina mööda kollektori *3* välispinda alla alumisse kogumispaaki *2*. Aparaadi sisemist tööpinda, mis koosneb horisontaalselt asetatud torudest, uhutakse jahutusvedelikuga.



Joon. 237. Kahesektsioonilise lamejahuti töötamise skeem:
1 — vee- ja jääsegu paak; *2* — tsentrifugaalpump; *3* — alumine renn; *4* — soolalahusega jahutussektsioon; *5* — veega jahutussektsioon; *6* — ülemine renn

Samasuunalistes aparaatides voolab jahutusvedelik ülalt alla, vastassuunalistes aga alt üles vastupidi piima voolule. Kõrge jahutusefektiivsuse tõttu on laialdaselt levinud vastassuunalised jahutid.

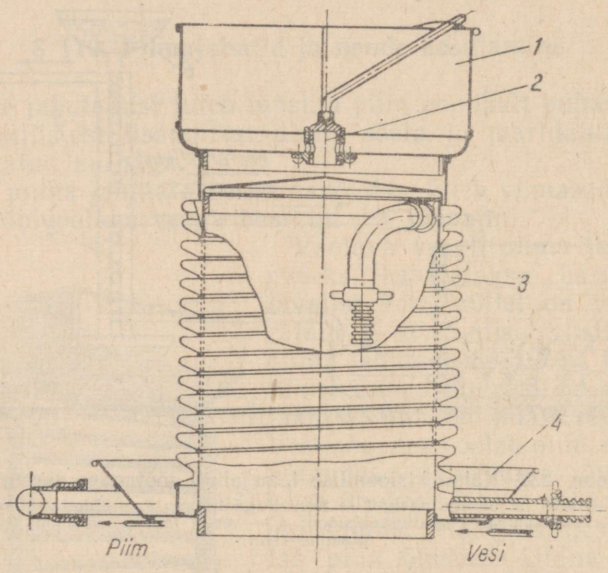
Lamejahutid valmistatakse ühe- ja kahesektsiooniliste jahutuskollektoritega. Ühesektsioonilises jahutis jahutusvedelikuna kasutatakse vett, kahesektsioonilises — ühes sektsioonis veevõrgust võetud vett ja teises soolalahusega või jääga jahutatud vett.

Kahesektsioonilise lamejahuti töötamise skeem on näidatud joonisel 237.

Silindriline vastassuunaline vesijahuti (joon. 238) koosneb nagu lamejahutigi ülemisest paagist, kollektorist ja

alumisest paagist. Ülemine paak on kausikujuline väikeste avadega piima väljalaskmiseks. Paagi peale on asetatud piimavastuvõtja kraaniga piima etteandmise reguleerimiseks jaotuskaussi.

Kollektor kujutab endast silindrit, mille peale on asetatud spiraalselt rihveldatud kate. Katte pealmine piimaga



Joon. 238. Ümmargune vesijahuti OXK:
1 — ülemine paak; *2* — piimakraan; *3* — kollektor; *4* — alumine renn (piimakoguja)

kokkupuutuv pind on tinutatud või spetsiaalse lakiga kaetud.

Silindriliste jahutite tootlikkus on 1000 l/h.

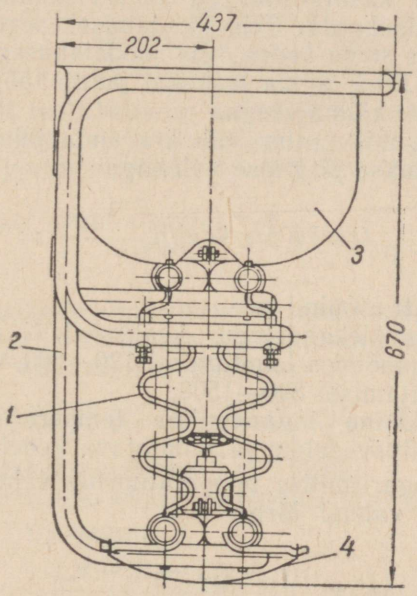
Põllumajanduses on laialt levinud ВИЭСХ konstruktsioonis piimajahutid «Zigzag» (joon. 239). Jahuti koosneb kollektorist, toest, vastuvõtupaagist, piimakogujast, kaitseklapist ja alumisele veetorule asetatud kraanist.

Jahutuskorpus koosneb kahest (või rohkem) ühesugustest paralleelselt töötavatest kollektoritest *1*. Kollektorid

on kinnitatud otstest šarniirselt toele 2 ja neid võib pöörata nagu lehti raamatus.

Kollektor on valmistatud kahest lainelise kujuga roostevabast teraslehest, mis on keevitatud kokku selliselt, et nende vahele jääb ruum vee läbivoolamiseks.

Vesi juhitakse veetorustikust kuni 2 at surve all läbi



Joon. 239. Piimajahuti «Zigzag»:
1 — kollektor; *2* — tugi; *3* — vastuvõtupaak; *4* — piimakoguja

kummivooliku ja alumise toru kollektorisse, kus ta liigub alt üles vastassuunaliselt mööda välispinda voolavale piimale. Kollektori alumisele torule on paigutatud kaitseklapp rõhule 2 at ja kraan. Vastuvõtupaagi *3*, mille maht on 31 l, figuurne põhi on jaotusseadmeks.

Piim voolab paagist kollektoritele läbi väikeste avade. Rennikujuline piimakoguja *4* on riputatud keskelt jahuti pinnaga risti olevale teljele. See võimaldab renni kallutada ühele või teisele küljele ja täita piimanõud.

Jahuti kõigi osade kinnitamise aluseks on torudest tugiraam 2. Toe ehitus võimaldab piimaruumis jahutit hõlpsasti kinnitada seinale.

Jahuti tootlikkus piimajahutamisel 35° kuni 10° on 500 l/h. Jahuti tööpind 1,45 m². Gabariitmõõtmed mm-tes: pikkus 640, laius 440, kõrgus 733, töötamiskõrgus 300. Kaal 30 kg.

Vesijahutite kasutamisel on tarvis hoolikalt jälgida tööpindade seisukorda. Töö lõpetamisel pestakse jahuti pinnad alguses sooja veega, siis soodalahusega ja lõpuks kuuma veega. Enne piima laskmist jahuti tööpinnale pestakse see uuesti külma veega.

Soojusehulk, mille piim võib ära anda jahuti tööpinna kaudu, määratakse järgmise valemiga:

$$Q = FK\Delta t_k \text{ kcal/h}, \qquad (103)$$

kus F — jahuti tööpind m²;
K — soojusülekandetegur kcal/m² h°C — võetakse piimanõudes jahutamisel 120—200, vesijahutites jahutamisel 800—1500;
Δt_k — keskmine logaritmiline temperatuuride vahe jahutusvedeliku ja jahutatava vedeliku vahel.

Keskmise logaritmilise temperatuuride vahe võib määrata Grashofi valemi järgi:

$$\Delta t_k = \frac{(t_a - t'_1) - (t_1 - t'_a)}{2{,}3 \lg \frac{t_a - t'_1}{t_1 - t'_a}},$$

kus t_a ja t'_a — jahutatava vedeliku ja jahutusvedeliku temperatuur jahutisse minekul;
t_1 ja t'_1 — jahutatava vedeliku ja jahutusvedeliku temperatuur jahutist väljumisel.

Soojusehulk, mille piim läbi jahuti tööpinna annab ühes ajaühikus ära ning mis on võrdne piimalt võetud soojusehulgaga, välja arvatud soojus, mille piim on kaotanud ümbritsevasse keskkonda, määratakse valemiga:

$$Q = G_m\, C\, (t_a - t_1) - q \text{ kcal}, \qquad (104)$$

kus G_m — jahutatava produkti kaal kg;
C — jahutatava produkti erisoojus kcal/kg °C;
q — soojuskadu ümbritsevasse keskkonda kcal/h, võetakse 3—7% üldisest soojusbilansist.

Valemitega 103 ja 104 leiame jahuti tunnise tootlikkuse:

$$G_m C (t_a - t_1) - q = FK\Delta t_k,$$

kust

$$G_m = \frac{FK\Delta t_k + q}{C(t_a - t_1)} \text{ kg.} \qquad (105)$$

Kui jahuti tootlikkus on antud ja teada on ka jahutusvedeliku ja jahutatava vedeliku alg- ning lõpptemperatuurid, siis jahuti tööpind määratakse valemiga:

$$F = \frac{G_m C (t_a - t_1) - q}{K\Delta t_k} = \frac{Q}{K\Delta t_k} \text{ m}^2. \qquad (106)$$

Kui soojuskadu ümbritsevasse keskkonda ei arvestata, siis jahutusvedeliku hulga määramiseks koostatakse soojusvahetuse bilanss järgmiselt:

$$G_m C (t_a - t_1) = G_0 C_1 (t'_1 - t'_a),$$

kus G_0 — jahutusvedeliku kulu kg/h;
C_1 — jahutusvedeliku erisoojus kcal/kg °C.

Avaldades G_0, saame:

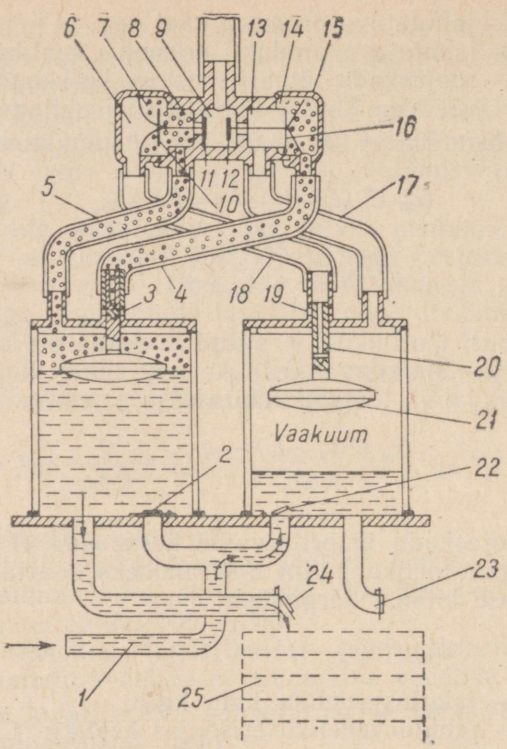
$$G_0 = \frac{G_m C (t_a - t_1)}{C_1 (t'_1 - t'_a)} \text{ kg/h.} \qquad (107)$$

Jahutusvedeliku kulu väheneb, kui tema temperatuuri madaldada jääga või kunstliku külmutusega.

§ 113. Piima-vaakuumpumbad

Piima transportimiseks piimavastuvõtjatest jahutitesse ja muudesse esmase töötlemise aparaatidesse kasutatakse vaakuumpumpi ja tühjendeid.

Joonisel 240 on näidatud vaakuumiga töötav piimapump.



Joon. 240. Piima vaakuumpumba töötamise skeem:

1 — piimatoru; *2* ja *22* — sisselaskeklapid; *3* ja *19* — avad silindrite kaantel; *4, 5, 17* ja *18* — kummitorud; *6* ja *15* — vahelduva vaakuumi kambrid; *7* ja *14* — alalise välisõhu kambrid; *8* ja *13* — vahelduva vaakuumi kambrid; *9* — alalise vaakuumi kamber; *10, 11, 12* ja *16* — vaakuumi ümberlülitusmehhanismi klapid; *20* — ujuki varras; *21* — ujuk; *23* ja *24* — sisselaskeklapid; *25* — vastuvõtunõu

Pumbal on kaks 10 l mahuga klaassilindrit kaantega, mis on varustatud ühe paari sisse- ja väljalaskeklappidega, kaks ujukit ning vaakuumi ümberlülitusmehhanism, mis koosneb kahest aparaadi ДА-3 pulsaatorist, kummitorudest ja kinnitusdetailidest.

Pump töötab järgmiselt. Mõnendil, kui ümberlülitusmehhanismi klapid liiguvad vasakule, kandub vaakuum

kambrist *9* läbi pulsaatori parempoolse kambri *13* ja kummitoru *17* parempoolsesse silindrisse, mille juures rõhkude erinevuste tõttu klapp *23* sulgub, sisselaskeklapp *22* aga avaneb ja piim voolab tühjenenud silindrisse.

Ajal, kui silinder täitub piimaga kuni ülemise nivooni, levib vaakuum läbi ujuki vardas olevate põik- ja pikiavade ning kummitoru *18* parempoolsest silindrist pulsaatori vasakpoolsesse kambrisse *6* ja hoiab klapid *10* ja *11* vasakpoolses asendis. Vasakpoolse pulsaatori alalise välisõhu kambrist *7* tungib õhk läbi kambri *8* ja toru *5* vasakpoolsesse silindrisse, milles tekib välisõhurõhk. Varem vasakpoolsesse silindrisse imetud piim avab oma raskuse mõjul klapi *24* ja voolab vastuvõtunõusse. Kui parempoolne silinder on täitunud piimaga kuni ülemise nivooni, tõstetakse ujuk üles, nagu see on näidatud joonisel vasakpoolses silindris, ja klapivarda põikavad ühtivad silindri kaanes olevate avadega *19*. Välisõhk tungib läbi avade *19*, ujuki varda *20* põik- ja pikiavade ning kummitoru *18* pulsaatori vasakusse kambrisse *6*, milles tekib välisõhurõhk. Vasakpoolse pulsaatori klapid *10* ja *11* liiguvad paremale, kamber *8* eraldatakse alalise välisõhu kambrist *7* ja ühendatakse alalise vaakuumi kambriga *9*. Vaakuum kandub kambrist *8* toru *5* kaudu vasakpoolsesse silindrisse, millest piim on juba välja voolanud ja ujuk on langenud oma alumisse asendisse.

Vaakuumi mõjul klapp *24* suletakse, klapp *2* aga avatakse ja piim imetakse vasakpoolsesse silindrisse. Viimase täitumisel kandub jälle vaakuum vasakpoolsest silindrist läbi ujukivarda põik- ja pikiavade ning kummitoru *4* kambrisse *15*. Vaakuumi mõjul parempoolse pulsaatori klapid *12* ja *16* liiguvad paremale, kamber *13* eraldatakse alalise vaakuumi kambrist *9* ja ühendatakse alalise välisõhu kambriga *14*. Kambrist *13* tungib välisõhk läbi kummitoru *17* parempoolsesse silindrisse, väljalaskeklapp *23* avaneb ja piim voolab piimanõusse *25*.

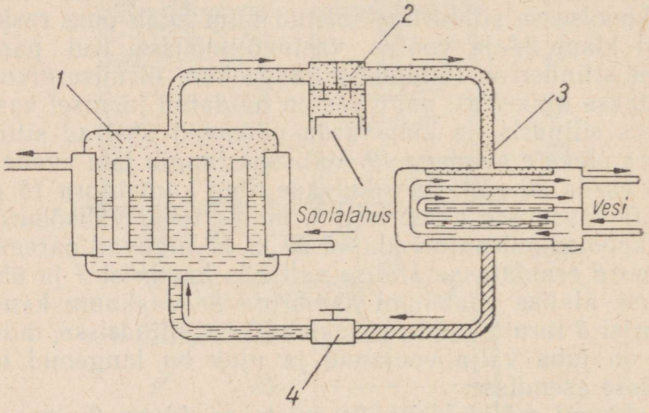
Kui piima tasapind vasakpoolses silindris jõuab uuesti ülemisse asendisse, lülituvad jälle klapid ümber, vasakpoolne silinder hakkab tühjenema, parempoolne aga täituma. Sellise vaheldumise tõttu imeb pump piima pidevalt.

Piimatööstuses kasutatakse piima pumpamiseks laialdaselt spetsiaalseid kolb- ja tsentrifugaalpumpasid.

§ 114. Külmutusseadmed

Kunstliku külma saamise füüsikaliseks aluseks on mõningate vedelikkude madal keemistemperatuur. Keemistemperatuur on keemise ajal normaaltingimuste juures alati jääv, sõltub aga keeva vedeliku kohal olevast aururõhust — rõhu vähenemisel temperatuur langeb.

Põllumajanduses ja tööstustes on kõige laialdasemat kasutamist leidnud kompressoriga külmutusseadmed. Sellise seadme põhimõtteline skeem on esitatud joonisel 241.



Joon. 241. Kompressoriga külmutusseadme põhimõtteline skeem:
1 — auruti; *2* — kompressor; *3* — kondensaator; *4* — reguleerimisventiil

Külmutusseadme põhiosadeks on aurustaja, kompressor, kondensaator ja reguleerimisventiil, mis on omavahel torudega ühendatud ühtseks süsteemiks.

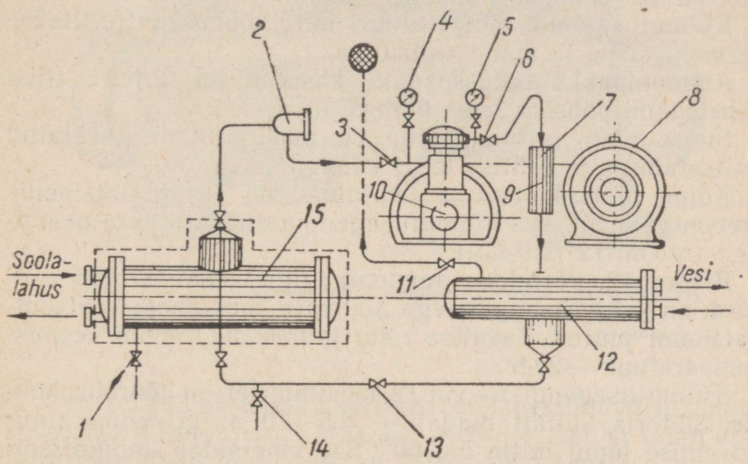
Aurustajas *1* keeb vedel külmutusagent madalal temperatuuril ja madalal rõhul läbi aurustaja ringlevast soolalahusest saadava soojuse arvel. Kompressor *2* imeb aurustajast auru, surub selle kokku ja annab kõrge rõhu all edasi kondensaatorisse.

Kondensaatoris jahutatakse külmutusagendi aurud ringleva vee või välisõhuga vedelaks. Läbi reguleerimisventiili *4* kitsa ava juhitakse külmutusvedelik aurustajasse.

Rõhu langemise tõttu hakkab vedelik keema. Mida madalam on rõhk aurustajas, seda madalam on keemistemperatuur.

Kõige laialdasemalt kasutatakse põllumajanduses külmutusagentidena ammoniaaki ja freooni-12.

Ammoniaak (NH_3) on terava, iseloomuliku lõhnaga, mürgine gaas, lahustub hästi vees, õhuga segunedes võib



Joon. 242. Kompressoriga ammoniaakkülmutusseadme И-10 skeem:
1 — ventiil õli väljalaskmiseks aurustajast; *2* — puhasti; *3* — imiventiil; *4* — ammoniaagi mano-vaakuummeeter; *5* — manomeeter; *6* — surveventiil; *7* — termomeetrilised hülsid; *8* — elektrimootor; *9* — õlieraldaja; *10* — kompressor; *11* — kaitseklapp; *12* — kondensaator; *13* — reguleerimisventiil; *14* — ventiil süsteemi täitmiseks ammoniaagiga; *15* — aurustaja

olla plahvatusohtlik. Reageerib vase ja tema sulamitega, mistõttu nende kasutamine ammoniaakkülmutusseadmetes on keelatud. Harilikul rõhul ammoniaak keeb temperatuuril —33,4°.

Kompressoriga ammoniaakkülmutusseadme И-10 skeem on esitatud joonisel 242.

Reduktsiooniventiili abil tekitatakse aurustajas rõhk 1,5—2,5 at, mis põhjustab ammoniaagiaurude temperatuuri —26 kuni —15°.

Ammoniaagi aurustumiseks vajalik temperatuur võetakse aurustaja torustikus ringlevast soolalahusest. Vii-

mane suunatakse külmutuspatareisse, kust pärast soojenemist läheb uuesti aurustajasse. Kompressor imeb aurustajast ammoniaagiaurud ja surub kokku kuni 8—13 at, mille juures temperatuur tõuseb kuni 35—70°.

Kompressori ja kondensaatori vahele torustikku on paigutatud õlieraldaja, milles ammoniaagiaurud puhastatakse kompressori silindri seintelt sattunud õlist. Kondensaatoris jahutatakse ammoniaagiaurud läbivoolava veega 20—30°-ni ja aurud kondenseeruvad.

Külmutusagendi temperatuuri ning rõhku kontrollitakse termomeetrite ja manomeetritega.

Ammoniaakkülmutusseadme kasutamisel tuleb erilist tähelepanu pöörata tema hermeetilisusele.

Suure plahvatusohu tõttu on masinaruumis keelatud suitsetamine ja lahtise leegi kasutamine.

Kõige täiuslikumad ja ohutumad on ekspluatatsioonis freoonseadmed, kus külmutusagendina kasutatakse peamiselt freooni-12 (CF_2Cl_2).

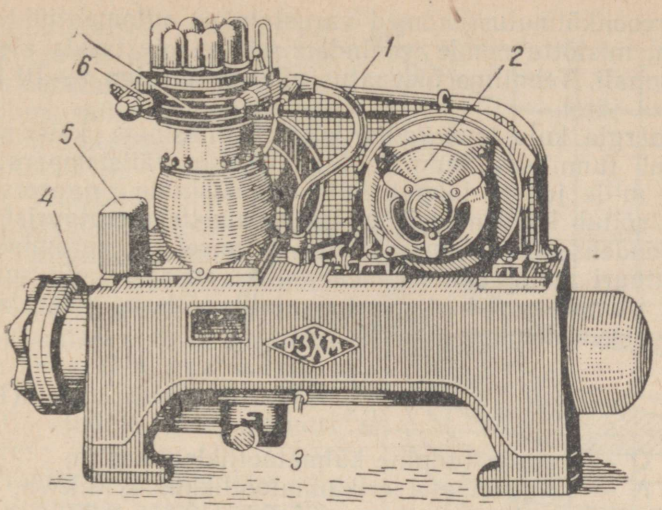
Freoon-12, võrreldes ammoniaagiga, omab olulisi eeliseid: on kahjutu, ei põle ega plahvata õhus ühegi kontsentratsiooni juures. Tavalise rõhu juures on freooni keemistemperatuur —29,8°.

Külmutusagendi freoon-12 kasutamisel on töörõhk kondensaatoris küllalt madal — 6,5—10 at ja temperatuur surumise lõpul mitte üle 60°. See võimaldab kompressori jahutamiseks kasutada õhku.

Freoonkülmutusseadmete projekteerimisel ja kasutamisel tuleb arvestada, et freoon-12 on suure voolavusega, lahustab raudoksiide ja mustust, ei lahustu vees, kuid lahustub nõrgalt õlis. Seepärast peab freoonseadmetes kogu süsteem olema täiesti hermeetiline, külmutusagent tuleb hästi puhastada mustusest ja raudoksiididest, samuti kuivatada, sest vastasel korral võib vesi süsteemis külmuda. Kompressori õlitamiseks kasutatakse suurema viskoossusega õli.

Freoonseadme tööpõhimõte on samasugune kui ammoniaakseadmel, kuid täiendavalt on süsteemi sisse viidud veel soojusvahendaja, filter ja külmutusagendi kuivataja.

Soojusvahendaja on ette nähtud freooni täiendavaks jahutamiseks, mis võimaldab tunduvalt suurendada seadme külmatootlikkust. Freoonseadmed toodetakse kompressor-kondensaatoragregaatidena koos aurustusseadmega (patarei või aurustaja).



Joon. 243. Kompressor-kondensaatoragregaat AK-2ΦB-8/4:
1 — survetorustik; *2* — elektrimootor; *3* — soojusvahendaja; *4* — kondensaator; *5* — rõhuregulaator; *6* — imiventiil; *7* — kompressor

Joonisel 243 on toodud vertikaalse kahesilindrilise kompressoriga külmutusagregaat AK-2ΦB-8/4. Sellist tüüpi külmutusseadmete tootlikkus on 2500—5000 kcal/h.

Seadme külmatootlikkus sõltub kondensatsiooni- ja auramistemperatuurist. Mida madalam on kondensatsioonitemperatuur ja kõrgem auramistemperatuur, seda kõrgem on seadme külmatootlikkus.

Tabel 35

Seadmete erikülmatootlikkus (kcal/kWh)

Temperatuur (kraadides)		Ammoniaak			Freoon-12		
kondensatsiooni	ülejahutaja	auramistemperatuuril (kraadides)					
		—10	— 15	—20	— 10	—15	—20
20	10	6939	57[illegible]	4794	6570	5370	4900
	15	68[illegible]4	5[illegible]99	4700	6350	5150	4720
	20	66[illegible]8	5 8[illegible]3	4[illegible]5	6100	4995	4550
25	15	5836	49[illegible]1	4179	5940	4870	4200
	20	5719	48[illegible]4	4095	5790	4680	4060
	25	5602	4704	40[illegible]9	5510	4515	3890

Freoonkülmutusseadmed varustatakse automaatjuhtimisega, mistõttu nende teenindamiseks ei ole tarvis alalist personali. Tehniline ülevaatus viiakse läbi iga 5—10 tööpäeva järel.

Energia kulu kompressor-külmutusmasinate käitamisel sõltub tunnilisest külmatootlikkusest ja väilstemperatuurist, mille juures toimub külmutusmasinate ringprotsess, s. t. sõltub kondensatsiooni- ja auramistemperatuurist.

Kondensatsioonitemperatuuri tõstmisel ja auramistemperatuuri madaldamisel mehaanilise energia kulu suureneb. Kompressori käitamiseks vajalik võimsus määratakse järgmise valemiga:

$$N = \frac{Q}{K\eta} \text{ kW}, \qquad (108)$$

kus Q — vajalik tunnine külmatootlikkus kcal/h;
K — ringprotsessi erikülmatootlikkus kcal/kWh;
η — seadme kasutegur, võetakse 0,65—0,70.

Tabelis 35 on antud seadmete erikülmatootlikkus.

Põllumajanduses on kõige laialdasemalt levinud kompressoriga ammoniaak-külmutusagregaadid И-10, külmatootlikkusega 1000—8000 kcal/h ja freoonseadmed АК-2ФВ-8/4, külmatootlikkusega 4000—5000 kcal/h.

§ 115. Veesoojenduskastid ja pastörisaatorid

Esmasel töötlemisel on mõnikord tarvis piima pastöriseerida.

Pastöriseerimiseks nimetatakse piima kuumutamist temperatuuril 63°—100°. Kuumutamisel hävitatakse piimas mikroorganismid, kuna toiteväärtus seejuures ei muutu.

Sellise võtte kahjulike mikroorganismide hävitamiseks esitas esimesena väljapaistev prantsuse mikrobioloog L. Pasteur.

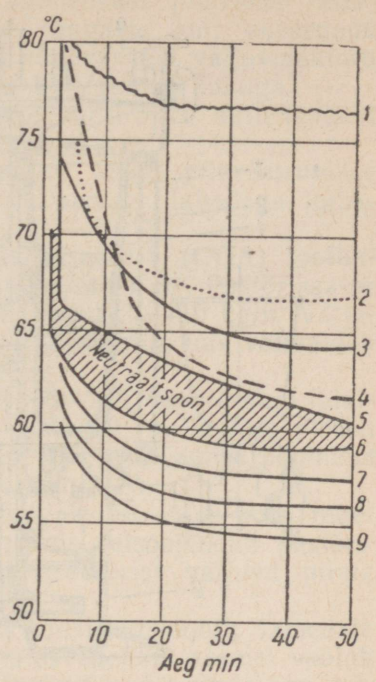
Joonisel 244 toodud diagrammis on näidatud, kuidas mõjub pastöriseerimise temperatuur ja kestus mikroorganismide elutegevusele ja piima kvaliteedile.

«Neutraalne tsoon» (viirutatud) on soojusrežiimide piirkonnaks, kus täielikult säilib piima kvaliteet ja hävitatakse kõik inimesele kahjulikud mikroorganismid.

«Neutraalsest tsoonist» allpool olevad kõverjooned iseloomustavad desinfitseerimisrežiime, mille juures hävinevad mitmesugust liiki haigusttekitavad mikroorganismid. Viirutatud ribast kõrgemal olevad kõverjooned näitavad tingimusi, mille puhul muutuvad piima omadused.

Piima kasulike omaduste säilitamiseks tuleb pastöriseerimine läbi viia võimalikult lühema ajaga või suhteliselt madala temperatuuri juures.

Praktikas kasutatakse kolme erisugust pastöriseerimisrežiimi: pikaajaline — piim hoitakse 30 minutit 63—65° temperatuuri juures; lühiajaline — piim hoitakse 20—30 sekundit temperatuuril 71—76°; kiirpastöriseerimine — piim kuumutatakse temperatuurini 85—87° ja kohe jahutatakse.



Joon. 244. Piima pastöriseerimise režiimi valiku diagramm

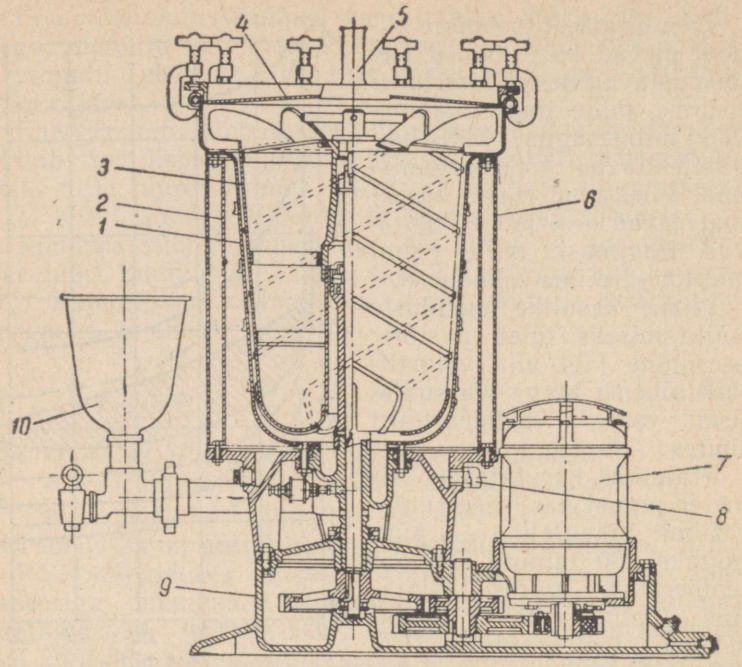
Pikaajaline pastöriseerimine toimub tulega köetavates veesoojenduskastides. Vesi kastis kuumutatakse kuni keemiseni, siis asetatakse sellesse piimaga täidetud piimakannud ja hoitakse 25—30 minutit, segades piima vastava segajaga.

Kuid piima pastöriseerimist veesoojenduskastides ei kasutata, sest see ei ole ökonoomne.

Lühiajaline pastöriseerimine toimub erilistes plaatpastörisaatorites, kuhu piim juhitakse rõhu all. Keeruka teenindamise tõttu plaat-pastörisaatoreid põllumajanduses ei kasutata.

Kiirpastöriseerimiseks kasutatakse väljasurvetrumliga aurupastörisaatorit tüüp ОПА (joon. 245). Peale piima pastöriseerimise võib aurupastörisaatoris kuumutada vajaliku temperatuurini ka koort ja lõssi.

Väljasurvetrumliga **aurupastörisaator** koosneb teras-



Joon. 245. Aurupastörisaator ОПА:
1 — reservuaar; *2* — aurusärk; *3* — väljasurvetrummel; *4* — kaas; *5* — ventilatsioonitoru; *6* — kest; *7* — elektrimootor; *8* — kondensaadi väljavoolu toru; *9* — alus; *10* — lehter

silindrisse ja kaitsekattesse paigutatud koonilisest vaskreservuaarist; reservuaari seest asuvast väljasurvetrummlist, ülekandemehhanismist ja elektrimootorist. Kõik osad on monteeritud malmalusele, milles asub ka jõuülekandekarp kahe paari hammasrataste jaoks.

Pastörisaator töötab järgmiselt. Piim voolab isevoolu teel lehtrist läbi aluses oleva ümmarguse ava väljasurvetrumli ja reservuaari vahel olevasse kitsasse ruumi. Väljasurvetrummel pannakse pöörlema hammasratasülekande kaudu elektrimootoriga, mille võimsus on 1,5 kW. Trumli välispinnale on kinnitatud kruvijoone järgi ribid. Pöörlemisel paneb väljasurvetrummel piima kiiresti liikuma ja tõstab õhukese kihina üles. Väljastpoolt on reservuaar ümbritsetud auruga, mis annab oma soojuse ära piimale

ja kondenseerub. Tekkinud kondensaat juhitakse reservuaari välispinnale joodetud rõngaste abil aururuumi põhjale ja eemaldatakse sealt kondensaadi väljavoolutoru kaudu. Viimane on varustatud hüdraulilise lukuga.

Pastörisaatoris reguleeritakse aururõhku automaatselt aurusärki paigutatud kaitseklapiga.

Seintevahelisest ruumist väljuv kuum piim surutakse väljasurvetrumli ülemises osas olevate labadega torustikku.

Väljasurvetrumliga aurupastörisaatori (ОПА) tootlikkus on 1000—2000 l/h, kuumutuspind 0,6 m². Pastörisaator töötab aururõhuga kuni 0,3 at, aurukulu 110 kg/h. Väljasurvetrumli pöörlemiskiirus on 370 p/min, mis võimaldab tõsta piima kuni 4,5 m kõrgusele.

Farmides, kus veiste arv on 100—200, kasutatakse laialdaselt pastörisaatoreid tüüp ПМ-500, mille tööpind on 0,3 m², tootlikkus kuni 500 l/h. Selle töötamise põhimõte on samasugune kui pastörisaatoril ОПА.

Tootlikkuse tõstmiseks töötab pastörisaator koos regeneratiivse soojusvahendajaga, mis eelsoojendab pastörisaatorisse antava piima pastörisaatorist väljuva piima soojuse arvel.

Regeneraatorid sarnanevad konstruktsioonilt lamedate piimajahutitega, milledes jahutusvedeliku asemel voolab torustikus kuum piim, mööda torustiku välispinda aga valgub õhukese kihina alla külm piim. Regeneraatorid keevitatakse gofreeritud alumiiniumi või roostekindla terase lehtedest.

Antud tootlikkusega pastörisaatori arvutamisel lähtutakse aurukulu ja väljasurvetrumli pöörete arvu määramisest.

Aurukulu tunnis määratakse järgmisest soojusbilansi võrdusest:

$$G_p C(t_1 - t_a) = P(i - t_k)\eta, \qquad (109)$$

kus G_p — pastörisaatori tootlikkus tunnis kg/h;
C — produkti erisoojus kcal/kg°C;
$t_1 - t_a$ — lõpp- ja algtemperatuuride vahe;
P — aurukulu tunnis kg/h;
i — auru soojussisaldus kcal/kg;
t_k — väljuva kondensaadi temperatuur;
η — pastörisaatori soojuslik kasutegur, mis on võrdne 0,8—0,9.

Võrdusest 109 võime kirjutada:

$$P = \frac{G_p C (t_1 - t_a)}{(i - t_k)\eta} \text{ kg/h.} \qquad (110)$$

Väljasurvetrumli pöörete arv määratakse mehaanika põhiseaduse alusel. Vaadeldes väljasurvetrumli labade toimet nagu tsentrifugaalpumba toimet, võib järeldada, et piima tõstmine toimub piima kineetilise energia arvel, mis on piimal enne pastörisaatori väljumistorusse jõudmist. Järelikult võib kirjutada, et:

$$\frac{mv^2}{2} = G_p H, \qquad (111)$$

kus m — piima mass kgs²/m;
v — piima kiirus väljumistorusse jõudmise momendil m/s;
G_p — piima kaal kg;
H — teoreetiline tõstekõrgus m.

Asetades valemisse (111) suuruse $G_p = mg$, saame:

$$v^2 = 2gH, \qquad (112)$$

kus g — raskuskiirendus 9,81 m/s².

Piima kiirus väljumistorusse jõudmise momendil võetakse võrdseks väljasurvetrumli labade otste kiirusega, s. t.:

$$v = \frac{\pi n}{30} r \text{ m/s,} \qquad (113)$$

kus r — labade raadius m.

Asetades avaldise 113 võrdusesse 112, saame:

$$\left(\frac{\pi n}{30} r\right)^2 = 2gH, \qquad (114)$$

või

$$n = \sqrt{\frac{1800\, gH}{\pi^2 r^2}} \text{ p/min.}$$

§ 116. Piimaseparaatorid

Piimaseparaator kujutab endast seadet, mille ülesandeks on rasva eraldamine piimast.

Separeerimisel piim samaaegselt ka puhastatakse mustuseosakestest, mistõttu separeerimisel saadud koort ja lõssi ei ole tarvis enam täiendavalt filtreerida. Hästi reguleeritud separaator eraldab rasva piimast peaaegu täielikult. Lõssi sisse jäävad piimas olevast üldisest rasvakuulikeste kogusest kõige väiksemad, alla 1 mikromeetri läbimõõduga rasvakuulikesed 0,02—0,05% piires.

Lõss kasutatakse tavaliselt kohe noorkarja toitmiseks, mistõttu farmis pikemaaegsele säilitamisele ja jahutamisele kuulub ainult koor. See võimaldab kasutada väiksemaid jahutusseadmeid ja peaaegu 10-kordselt vähendada piimanõude ning transpordivahendite arvu piimasaaduste transportimisel farmist võitööstusse.

Separaatorid on lahtised, poolkinnised ja kinnised.

Poolkinnisi ja kinnisi kasutatakse suurtes piimatööstuse ettevõtetes. Nad on mehaanilise ajamiga ja suure tootlikkusega — 1000—5000 l/h. Põllumajanduses kasutatakse käsi- ja mehaanilise ajamiga lahtisi separaatoreid, tootlikkusega 50—200 l/h.

Separaator koosneb järgmistest põhiosadest (joon. 246): piimanõust, trumlist, ajammehhanismist ja alusest.

Piimanõu juurde kuulub kausikujuline vastuvõtupaak (piimavastuvõtja) *14*, ujukikamber *12* ujukiga ning kogujad *9* ja *10* lõssi ja koore jaoks.

Piimanõu valmistatakse kahe- või kolmekordselt ületinutatud lehtterasest.

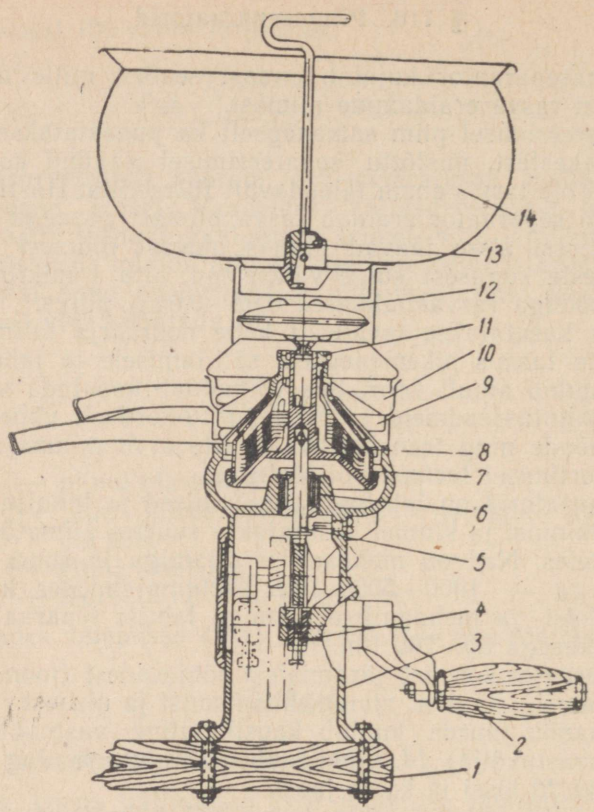
Ujukikamber ujuki ja kalibreeritud avaga kindlustab separaatorile püsiva tööreżiimi, olenemata piima tasapinnast (nivoost) piimavastuvõtjas, s. t. laseb piima ühtlaselt trumlisse.

Separaatori trumlis jaotatakse piim kooreks ja lõssiks ning puhastatakse mustusest, mis sadestub trumli sisemistele külgseintele.

Piima jagunemise skeem separaatori trumlis on esitatud joonisel 246, *a*.

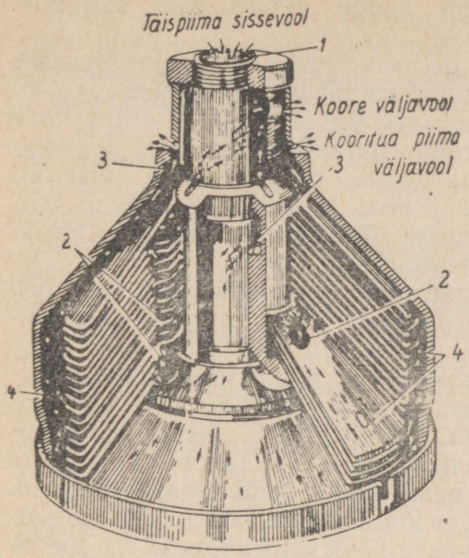
Joonisel 247 on näidatud separaatori trumli detailid.

Trumli põhi *1* on aluseks, millele on asetatud kõik trumli osad vastavalt nummerdatud järjekorrale. Põhja torul on kolm pikiava, mille kaudu piim väljub trumlisse separeeri-



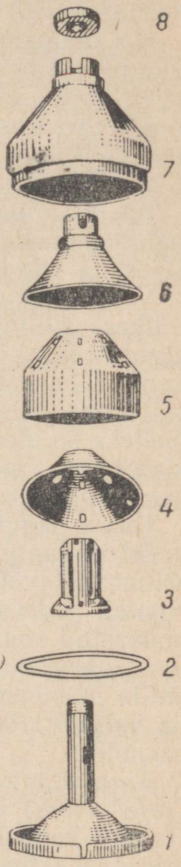
Joon. 246. Separaatori läbilõige:
1 — laud separaatori kinnitamiseks; *2* — käepide; *3* — alus; *4* — tõstekruvi; *5* — püstvõll; *6* — vahelaager; *7* — trummel; *8* — taldrikud; *9* — kooritud piima vastuvõtja; *10* — koore vastuvõtja; *11* — kinnituskruvi; *12* — ujukikamber; *13* — piimakraan; *14* — vastuvõtupaak

miseks. Taldrikuhoidja *3* välispinnal on kolm tahku, millele asetatakse taldrikud *5*, allosas aga kolm ava piima läbilaskmiseks trumlisse. Taldrikud, välja arvatud alumine *4* ja ülemine *6*, on koonusekujulised, stantsitud lehterasest. Keskmistel taldrikutel on keskel figuursed väljalõiked, koonilistes külgedes — kolm ümmargust ava ja välispinnal — 0,4 mm kõrgused ribid (peale tinutatud).



Joon. 246a. Piima jaotumine separaatori trumlis:

1 ja *2* — täispiima liikumine; *3* — koore liikumine; *4* — kooritud piima liikumine



Joon. 247. Separaatori trumli osad:

1 — trumli põhi; *2* — kummirõngas; *3* — taldrikutehoidja; *4* — alumine taldrik; *5* — keskmised taldrikud; *6* — ülemine jagamistaldrik; *7* — trumli kaas; *8* — mutter

Figuursed väljalõiked on ette nähtud taldrikute õigeks kokkupanemiseks ja kinnitamiseks taldrikuhoidjale, ümmargused avad — piima juhtimiseks taldrikute vahele ja ribid — taldrikute vahede moodustamiseks, et jagada piim õhukesteks kihtideks. Alumise taldriku koonilisel sisepinnal on neli ribi vahe hoidmiseks trumli põhja ja alumise taldriku vahel.

Ülemine jagamistaldrik on koore ja lõssi väljajuhtimiseks läbi vastavate väljavooluavade. Jagamistaldriku ülemises osas on külgetinutatud liist reguleeritava kruviga ja koonilise osa välispinnal kolm ribi, millele toetub trumli kaas. Trumli kaane ja jagamistaldriku

6 vahelise vaba ruumi kaudu väljub lõss väljumisavasse.

Kummirõngas 2, mis on asetatud trumli põhjal olevasse soonde, tagab kokkupandud trumli hermeetilisuse.

Kokkupandud trummel asetatakse põhja tsentraaltoru alumise osaga ajammehhanismi püstvõllile. Trumli sobivust (istumist) vertikaalsuunas reguleeritakse püstvõlli tugilaagri kruviga. Trumli põhi, taldrikud ja kaas on valmistatud tinutatud terasest. Taldrikutehoidja, mutter ja reguleerimiskruvi on messingist.

Käsiajamiga separaatorite ajammehhanism koosneb kaldhammastega hammasrataste paarist, tigupaarist, võllidest ja vändast.

Vända peatumisel vabastatakse tiguratas põrkratta abil väikese silindrilise hammasratta võllist ja püstvõll koos tigurattaga pöörleb vabalt kuni trumli täieliku peatumiseni. Separaatori trummel pöörleb töötamise ajal suure kiirusega, mistõttu ta peab olema hästi tasakaalustatud. Selleks on ülemine laager kinnitatud elastselt, mis võimaldab trumlil ise tsentreeruda. Püstvõlli alumine ots toetub terasümbrisesse asetatud kuulile.

Piima jagunemine kooreks ja lõssiks toimub trumlis tsentrifugaaljõu mõjul, mis tekib trumli pöörlemisel. Piimavastuvõtjast läbi ujukikambri ja kalibreeritud ava voolab pidevalt trumli põhja tsentraaltorusse kindlaksmääratud kogus piima. Torust voolab piim edasi läbi pikiavade taldrikute hoidja avadesse, siis vertikaalkanalitesse, mille moodustavad taldrikutes olevad ümmargused avad, ja valgub laiali õhukese kihina, täites taldrikutevahelised ruumid.

Tsentrifugaaljõu mõjul paisatakse raskemad piimaosakesed (lõss) taldrikute poolt trumli tsentrist kaane poole. Trumli kaanele paisatakse samuti ka mehaanilised lisandid ja mustus, mis sadestuvad mustuse ruumi separaatori limana.

Uuesti juurdevoolava piima hüdrostaatilise rõhu mõjul surutakse lõss kaane ja ülemise taldriku vahelisse ruumi. Tõustes mööda ülemise taldriku koonilist välispinda üles, kaotab lõss trumli tsentrile lähenemisel tunduvalt kiirust ja voolab väikese surve all läbi ava välja vastuvõtjasse.

Põhiline koore kogus koguneb trumli keskel olevasse ruumi ja väljub läbi ava, mis asub ülemise taldriku ülaosas.

Koore rasvasisaldust reguleeritakse seest õõnsa kruviga, mis on asetatud koore või lõssi väljavooluavasse. Olenevalt sellest jagunevad separaatorid koore või lõssi järgi reguleeritavateks separaatoriteks.

Kui reguleeritakse koore järgi, siis kruvi sissekeeramisel saadakse paksem koor suurema rasvasisaldusega, väljakeeramisel aga — vedelam ja väiksema rasvasisaldusega.

Kui reguleeritakse lõssi järgi, siis kruvi sissekeeramisel saadakse vedelam ja väiksema rasvasisaldusega koor, väljakeeramisel aga paksem ja suurema rasvasisaldusega. See seletub sellega, et kruvi sissekeeramisel lähendame ava trumli tsentrile, millega vähendame rõhku tekitavat tsentrifugaaljõudu. Rõhu vähendamisel väheneb ka läbi ava vedeliku väljavoolamise kiirus. Näiteks, kui vähendada koore väljavoolamise kiirust, siis saadakse koort vähem, kuid see on paksem ja suurema rasvasisaldusega.

Koore ja lõssi vahekorda võib separaatorites reguleerida piirides 1 : 4 kuni 1 : 12.

Moskva piimandusmasinate tehas toodab poolkinnisi separaatoreid, milles lõss ja koor väljuvad trumlist sellise rõhu all, et on võimalik tõsta produkte vajalikule kõrgusele ja reguleerida käigult koore ning lõssi mahulist vahekorda.

Poolkinnised separaatorid on eriti sobivad või tootmiseks Melešini viisi järgi.

Sellise viisi puhul piim kuumutatakse 75°-ni ja separeeritakse madaldatud tootlikkusega.

Saadud kõrge rasvasisaldusega koor muutub spetsiaalses jahutis jahtudes võiks.

Piima separeerimisel saadav koore kogus määratakse valemiga:

$$K = \frac{P(R_p - R_l)}{R_k - R_l} \text{ kg}, \qquad (115)$$

kus R_p, R_k ja R_l — rasvaprotsent piimas, koores ja lõssis;

P ja K — piima ja koore kogus kg.

Tellija nõudmisel annavad mõned tehased täiendavalt kaasa spetsiaalse trumli ja piimanõu, et separaatorit oleks võimalik kasutada tsentrifuugina piima puhastamiseks mustusest ja lisanditest.

Separaatorite tehniline iseloomustus on toodud tabelis 36.

Tabel 36

Separaatorite tehniline iseloomustus

Näitajad	„Volga"	„Ural-6"	COP-100	COP-300	COM-1090
Tootlikkus l/h . . Ajam	100 käsitsi	600 käsitsi, mehaaniline	100 käsitsi	300 käsitsi	1 000 mehaaniline
Vända pöörete arv minutis	60	45	60	45	—
Ajamiratta pöörete arv minutis . .	—	483	—	—	570
Vajalik võimsus kW	—	0,25	—	—	0,35
Trumli pöörete arv minutis	9180	7245	9350	7560	8 300
Keskmiste taldrikute arv	18	45	21—22	35—39	51
Taldrikute läbimõõt mm	85	148	90	130	175
Gabariitmõõtmed mm:					
pikkus	400	850	598	724	883
laius	400	740	486	720	740
kõrgus	612	1340	772	1198	745
Kaal kg	23,2	120	20	80	93

§ 117. Võimasinad

Koorevõid saadakse koore loksutamisega käsi- või mehaanilise ajamiga võivalmistajates ehk võimasinates.

Koore loksutamisel rasvakuulikesi ümbritsev piimaplasma purustatakse ja rasvakuulikesed ühinevad võiteradeks. Võiterad liituvad toorvõi tükkideks, mis hiljem pestakse ja töödeldakse vajaliku määrani.

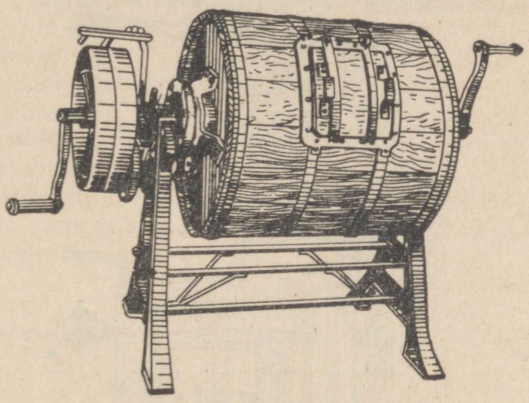
Väikestes loomakasvatusfarmides valmistatakse võid tavaliselt käsiajamiga võimasinates sellele järgneva töötlemisega võipressis.

Käsiajamiga võimasin kujutab endast tihedalt suletava kaanega tammepuust tünni, mille maht on 100 l. Tünni sisse asetatakse liikumatu puidust rest. Tünni külgedele on kinni kruvitud tapid väntadega. Tapid toetuvad malmalusele asetatud rull-laagritele. Tünni valatakse 30—50 l koort ja pööratakse teda 30—60 minutit.

Või eraldatakse võipiimast võipressis, mis koosneb alusest, ümmargusest lauast ääristega ja vedeliku äravoolurenniga, rihveldatud valtsist ja ajammehhanismist. Või eraldatakse laual rihveldatud valtsiga väljapressimise teel, mille juures laud ja rihveldatud valts pöörlevad.

Või saamiseks ilma järgneva töötlemiseta võipressis kasutatakse võivalmistajaid.

Võivalmistajaid käitatakse käsi- või mehaanilise ajamiga. Nende mahutavus on 45, 100, 160, 500 l ja rohkem.



Joon. 248. Võivalmistaja M-400

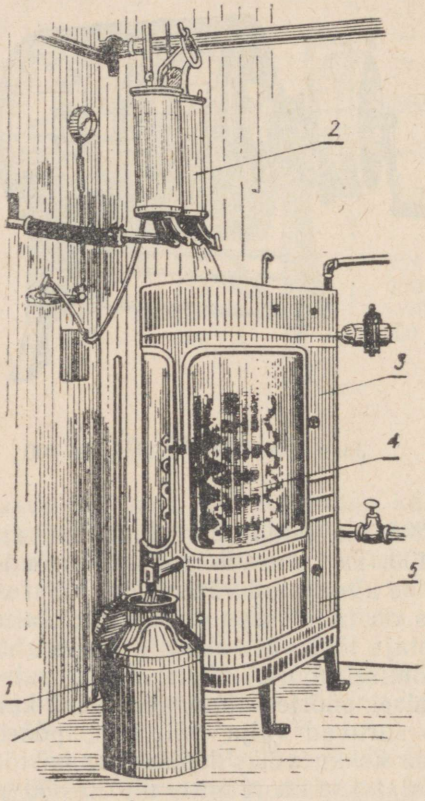
Joonisel 248 on näidatud mehaanilise ajamiga võivalmistaja M-400. Tarviduse korral võib teda tööle panna ka tappide otstele kinnitatud väntadega. Võist võipiima väljapressimiseks on tünni sees rihveldatud valtsid.

Võivalmistaja lööb või kokku ja eraldab võipiima. Toor- või kokkulöömisel pöörleb tünn maksimaalsete pööretega. Või eraldamisel pöörleb tünn aeglaselt, kuid rihveldatud valtsid, mis suruvad välja võipiima, pöörlevad kiiresti. Koor lüüakse kokku võiks löökidega, mistõttu võivalmistaja tünni valatakse koort mitte üle 30—50% tema mahust ja tünni pöörlemiskiirus ei või ületada kindlaksmääratud piiri.

Võivalmistaja tünni kriitiline pöörete arv määratakse valemiga 52.

§ 118. Piima tsentrifugaalpuhastamise ja jahutamise agregaat OXM-500

Agregaat on välja töötatud Üleliidulise Põllumajanduse Masinaehituse Instituudi (ВИСХОМ) poolt piima puhastamiseks ja jahutamiseks kolhooside, sovhooside piimafarmides ning piima vastuvõtupunktides. Ta koosneb piimavastuvõtjast, piimapuhastist-separaatorist, jahutist, keerispumbast ja jahutuskastist.



Joon. 249. Agregaat piima tsentrifugaalseks puhastamiseks ja jahutamiseks:

1 — piimanõu; *2* — vaakuum-piimapump; *3* — puhasti asukoht; *4* — jahuti; *5* — tsentrifugaalpumba asukoht

Kui piimapuhastustrummel vahetada separeerimistrumliga, võib agregaati kasutada piima separeerimiseks sellele järgneva koore ja lõssi jahutamisega. Jahutamiseks võib kasutada allika- või kaevuvett, jääd, külmutusmasinate kunstlikku külmutust jne. Agregaadi koosseisu kuuluvad tsentrifugaalpump ja jahutuskast jää jaoks, mida transportimisel kasutatakse kogu agregaadi pakkimiseks. Et jahutamisel vältida piima kokkupuutumist tolmuga, on puhasti ja jahuti suletud kestasse.

Agregaadi OXM-500 tehniline iseloomustus

Tootlikkus l/h	550
Vajalik võimsus töötamisel kW:	
pumbaga	0,5
pumbata	0,2
Jahutuspind m²	1,8
Jää kulu 100 l piima jahutamiseks 36° kuni 8°-ni kg	30
Piima vastuvõtja maht l	50
Gabariitmõõtmed mm: pikkus	1140
laius	630
kõrgus	1760
Agregaadi kaal koos jahutuskastiga kg	300

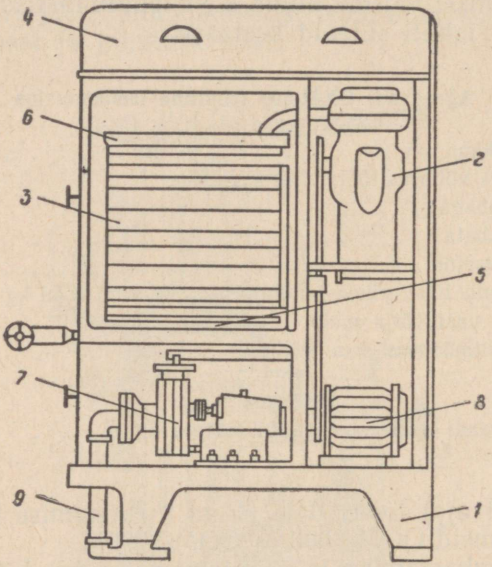
Viimasel ajal toodetakse piima puhastamise ja jahutamise seadmeid OOM-1000 ja OOM-1000M.

Piima puhastamise ja jahutamise seadmed OOM-1000 ja OOM-1000M. Mõlemad seadmed on nii ehituselt kui ka töötamispõhimõttelt sarnased. Piim puhastatakse nendes mehaanilistest lisanditest ja jahutatakse temperatuurini, mis on 3° võrra kõrgem jahutusvedeliku temperatuurist. Seadmeid võib kasutada ka separaatoritena rasva eraldamiseks piimast.

Seadmed OOM-1000 ja OOM-1000M koosnevad korpusest, separaatorist ühes piima puhastamise ja separeerimise trumlitega, jahutist, piima vastuvõtjast, alumisest paagist, jaotuspaagist, tsentrifugaalpumbast, elektrimootorist ja torustikust.

Tsentrifugaalpuhasti eraldab piimast täielikult mehaanilised lisandid ja lima ning vähendab bakteriaalset reostumist. Piima kiire jahutamine 7—10° C-ni võimaldab säilitada kõik toite- ja maitseomadused.

Künakujulise piimavastuvõtu maht on 80 l. Selle põhjas on piimakraan, mille kaudu piim voolab ujukikambrisse ja sealt toru kaudu separaatori trumlisse. Piima juurdevoolu reguleeritakse ujukiga. Trumlit läbinud piim liigub edasi ülemisse jaotuspaaki, valgub sealt läbi vasta-



Joon. 249a. Seadmete OOM-1000 ja OOM-1000M skeem:

1 — korpus; *2* — separaator; *3* — jahuti; *4* — piimavastuvõtja; *5* — alumine renn; *6* — jaotusrenn; *7* — tsentrifugaalpump; *8* — elektrimootor; *9* — torustik

vate avade ühtlase õhukese kilena mööda jahuti sektsiooni välispinda alumisse kogumispaaki ja sealt toru kaudu piimaveokannu.

Separeerivas trumlis eraldatakse piimast koor.

Vesi juhitakse jahuti sektsiooni kas veevarustusvõrgust või tsentrifugaalpumbaga kaevust. Kuumadel ilmadel ringleb jahutusvesi läbi veejahutuskasti, millesse on asetatud jää. Veejahutuskastist imetakse vesi pumbaga läbi

filtri ja surutakse jahuti sektsiooni, kust ta uuesti läbi pihusti langeb jahutuskasti jääle ja jahtub.

Veejahutuskasti kasutatakse transportimisel seadme pakkimiseks.

Seadmete tehniline iseloomustus

	OOM-1000	00M-1000M
Seadmete tootlikkus kg/h:		
piima puhastamisel	1000	1000
piima separeerimisel	600	600
Piima vastuvõtja maht l . . .	80	80
Trumli pöörete arv minutis . .	7560	7560
Seadme käitamiseks vajalik võimsus kW:		
pumbaga	1,0	1,0
pumbata	0,4	0,4
Jahuti sektsioonide arv . . .	4	5
Jää kulu 100 l piima jahutamiseks kuni 8°C kg	30	30
Gabariitmõõtmed mm:		
pikkus	1260	1034
laius	614	566
kõrgus	1660	1235
Jahutuskasti pikkus	1900	1570
laius	830	760
kõrgus	1270	1320
Seadme kaal koos jahutuskastiga kg	535	355
Jahutuskasti kaal kg	185	185

Piima transportimine. Piima ja koort transporditakse tarbimiskohale või ümbertöötlemiseks piimakannudes, pudelites ja tsisternides.

Tsistern on tavaliselt monteeritud auto šassiile ning koosneb ühest või kahest reservuaarist. Tsisterni reservuaarid on termiliselt isoleeritud ja ümbritsetud dekapeeritud lehtterasest kattega.

Piimaga täitmisel tekitatakse tsisternis vaakuum, tühjendamisel aga välisõhurõhk. Vaakuumi tekitamiseks ühendatakse automootori sisselasketoru spetsiaalse toru abil luugi suudmes oleva otsikuga. Harilikult on tsisternid varustatud elektrilise helisignaalseadisega, mis lülitub sisse reservuaari täitumisel piimaga.

Masinalüpsi kasutamisel tekitatakse vaakuum tsisternis lüpsiseadme abil.

Lehmade lüpsmisel karjamaal kasutatakse piima transportimiseks liikuva lüpsiseadme tsisterni.

ВИЭСХ poolt on piima transportimiseks välja töötatud universaalsed tsisternid mahuga 1,0, 2,0 ja 3,0 t.

Tsisterne kasutatakse lüpsmisel piima kogumiseks, säilitamiseks ja transportimiseks. Paigutada võib neid mitmesugustele transpordivahenditele (piimavanker, järelkäru, kelk, veoauto) ja nad on lihtsad valmistada.

VI OSA

LAMBAPÜGAMISE MEHHANISEERIMINE

XXV PEATÜKK

LAMBAPÜGAMISE SEADMED

§ 119. Lammaste masinaga pügamise tähtsus

Lammaste pügamine on vastutusrikas ja palju jõukulu nõudev töö. Käsitsi pügamine võtab suurel hulgal töölisi teistelt põllumajanduslikelt töödelt.

Pügamisviisist oleneb villa hulk ja kvaliteet.

Kääridega lõigatakse vill ebatasaselt ja astmeliselt, mistõttu villa kvaliteet langeb. Käsitsi pügamine väsitab inimesi kiiresti: kogenud pügajad ei suuda päevas pügada üle 15—20 peenvillalamba.

Masinaga pügamisel muutub pügajate töö kergemaks ja tootlikkus suureneb käsitsi pügamisega võrreldes 4—5 korda. Tööde hea organiseerimise puhul pöavad eesrindlikud pügajad päevas 80—100 lammast. Vill lõigatakse tasasemalt ja nahale lähemalt, mis tõstab tunduvalt villa kvaliteeti, villa toodang ühelt lambalt aga suureneb 150—400 g võrra.

Pügamispunkti töö koosneb lammaste ettevalmistamisest pügamiseks, pügamisest, villa klassifitseerimisest ja pakkimisest.

Olenevalt lammaste tõust pöetakse neid üks kuni kolm korda aastas. Selleks organiseeritakse pügamispunktid vastavates hoonetes või karjamaal.

Lambapügamise seadmed jaotatakse elektriagregaatideks, mehaanilisteks agregaatideks ja üksikuteks pügamismasinateks.

Elektripügamisagregaadid. Tööde mehhaniseerimiseks lambakasvatusfarmides toodab meie tööstus pügamisagregaate ЭСА-12, ЭСА-6 ja ЭСА-36.

Pügamisagregaat ЭСА-12 on ette nähtud kõigi olemasolevate lambatõugude pügamiseks 3000 kuni 10 000 lam-

baga majandites. Pügamisagregaadi ЭСА-12 komplekti kuulub elektrijaam koos kantava elektrivõrguga, 12 rippuvat elektrimootorit koos paindvõllidega pügamismasinate käitamiseks, 12 pügamismasinat ja üks kahe kettaga teritusaparaat masinate lõikepaaride teritamiseks.

Sama tüüpi kuue pügamismasinaga komplekteeritud pügamisagregaat ЭСА-6 on ette nähtud lambakasvatusmajanditele karja suurusega kuni 5000 lammast.

Pügamisagregaat ЭСА-36. Suurtele majanditele (karja suurusega 15 000—20 000 lammast) toodab Rostovi mehaanikatehas 36 pügamismasinaga elektriagregaate ЭСА-36. Agregaat koosneb järgmistest põhisõlmedest: Saraatovi tehase diiselelektrijaamast ДПЭС-20 koos toitekaabli ja grupikilbiga, kolmest elektriagregaadi ЭСА-12 jõu- ja valgustusliinist ССО-12, 36 elektrimootorist ПАД-0,125 koos paindvõllidega ВГ-10 ja pügamismasinatega МСО-77 ning kahest teritusaparaadist ТАД-350.

Mehaanilisi agregaate kasutatakse elektrifitseerimata lambakasvatusmajandites, kus karja suurus on kuni 3000 lammast.

Üksikud pügamismasinad on ette nähtud väikeste elektrifitseeritud lambakasvatusmajandite teenindamiseks.

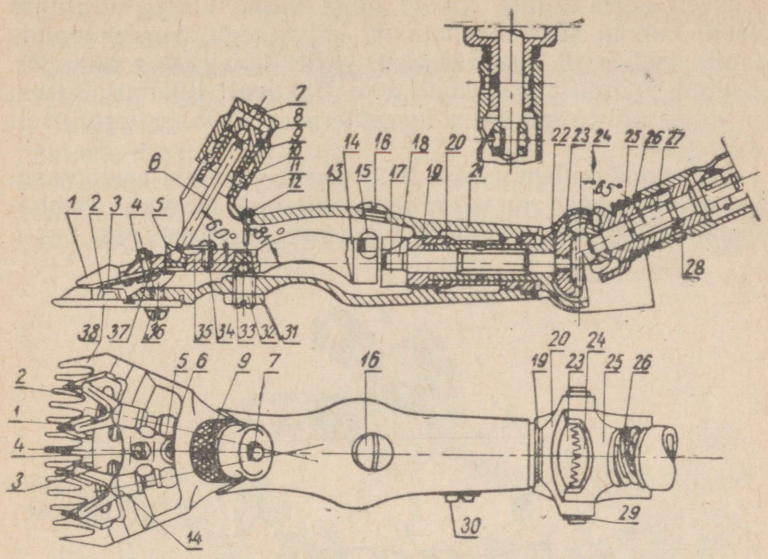
§ 120. Pügamismasinate ehitus ja töötamine

Pügamisagregaadid ЭСА-12, ЭСА-6 ja ЭСА-36 on komplekteeritud laiahaardeliste pügamismasinatega МСО-77 (joon. 250). Kõik masina mehhanismid on monteeritud väikesesse kompaktsesse korpusesse, mis on samaaegselt masina käepidemeks.

Lõikeaparaat (joon. 251) koosneb noast ja kammist ning on määratud villa pügamiseks.

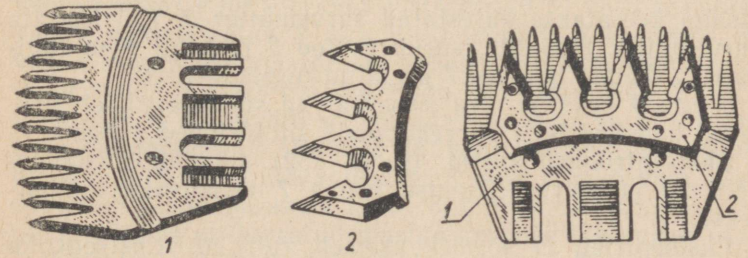
Kammil *1* on 13 piid sammuga 6,4 mm. Kammi haardelaius on 76,8 mm, paksus 3,8 mm. Tema ülesanne on kammida villa ja toetada seda lõikamisel. Kammi tööpind on sirgjooneline ja hoolikalt lihvitud. Noa ja kammi kokkupuutepinna vähendamiseks on kammil kaarekujuline süvend, nuga aga on karbikujuline. Kamm kinnitatakse kahe kruvi abil masina korpuse külge.

Lõikeaparaadi nuga *2* on valmistatud 1 mm paksusest lehtterasest. Noal on neli lõiketera ja tema samm (19,2 mm) võrdub kammi kolmekordse sammuga. Liikudes



Joon. 250. Pügamismasina MCO-77 läbilõige:

1 — survekäpp; *2* — nuga; *3* — survekäppade vedru; *4* — survekäppade vedru kinnituskruvi mutter; *5* — tugivarda tugilaager; *6* — tugivarras; *7* — kapsli tugi; *8* — survepadrun; *9* — survemutter; *10* — survemutri lukustusvedru; *11* — nippel; *12* — kaitsekruvi; *13* — masina kere; *14* — hoob; *15* — rull; *16* — vaateakna umbkork; *17* — ekstsentrik; *18* — ekstsentriku võll; *19* — puks; *20* — šarniirmehhanismi sisemine kest; *21* — korpus; *22* — sõrm; *23* — suur hammasratas; *24* — väike hammasratas; *25* — väliskest; *26* — väliskesta vedru; *27* — ülekandevõll; *28* — väliskesta sõrm; *29* — šarniiri lukk; *30* — õlitoosi umbkork; *31* — pöördetsentri kontramutter; *32* — hoova pöördetsenter; *33* — pöördetsentri tugilaager; *34* — kruvi; *35* — tugivarda kaitsevedru; *36* — vaateakna umbkork; *37* — survekäppade vedru kinnituskruvi; *38* — kamm

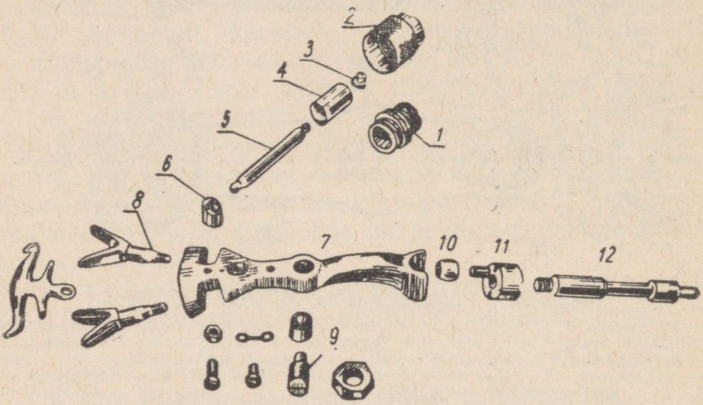


Joon. 251. Pügamismasina MCO-77 lõikeaparaat:

1 — kamm; *2* — nuga

kammil edasi-tagasi, lõikab nuga villa. Nuga surutakse vastu kammi survemehhanismi käppadega. Survekäppade tapid asetsevad noa äärmiste piide koonilistes aukudes. Tappide kaudu paneb hoob noa võnkuvalt liikuma. Kamm ja nuga on valmistatud kroomterasest X05 ja termiliselt töödeldud.

Survemehhanism (joon. 252) surub noa ühtlaselt vastu kammi ja paneb survekäppade abil noa liikuma. Mehhanism on monteeritud masina korpuse eesmisse ossa.



Joon. 252. Surve- ja ekstsentrikmehhanismid:
1 — nippel; *2* — survemutter; *3* — tugi; *4* — padrun; *5* — tugivarras; *6* — tugilaager; *7* — hoob; *8* — survekäpp; *9* — pöördetsenter; *10* — ekstsentriku rull; *11* — ekstsentrik; *12* — ekstsentriku võll

Nipli *1* ots keeratakse masina korpusse, tema teise otsaga keeratakse karestatud survemutter *2*. Kui keerata survemutter *2* niplile, surub ta toe *3* padruni *4* ja tugivarda *5* kaudu hoovale *7* asetatud tugilaagrile *6*.

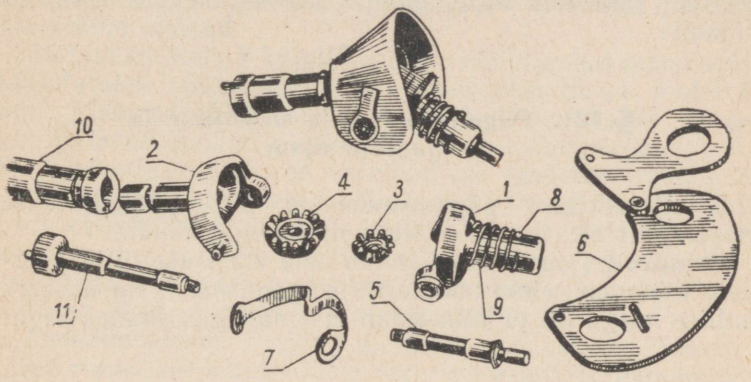
Hoova *7* eesmise otsa sisse käivad sümmeetriliselt asetatud kaheharuliste survekäppade silindrilised sabad.

Ekstsentrikmehhanism (joon. 252) muudab ülekandevõlli *12* pöörleva liikumise hoova *7* võnkuvaks liikumiseks.

Ekstsentriku *11* sõrmel asetseb rull *10*. Ekstsentriku pöörlemisel liigub sõrme rull *10* hoova tagumise otsa väljalõikes ja paneb viimase edasi-tagasi liikuma. Hoob *7*

liigub ümber pöördetsentri *9* ja annab survekäppade kaudu liikumise edasi noale.

Šarniirmehhanism (joon. 253) asub masina korpuse tagumises osas. Ta kergendab pügajal masina juhtimist ja soodustab paindvõlli tööd. Kaks šarniirmehhanismi hammasratast vähendavad paindvõlli pöörlemiskiiruse 2800 p/min kuni ekstsentriku pöörlemiskiiruseni 1800 p/min. Hammasrataste hammastel on eriprofiil, mistõttu nad on hambumises paindvõlli igasuguse asendi puhul. Veetav



Joon. 253. Šarniirmehhanism:
1 — väline kest; *2* — sisemine kest; *3* — vedav hammasratas; *4* — veetav hammasratas; *5* — ülekandevõll; *6* — nahast kaitsekest; *7* — šarniiri lukk; *8* — sõrm; *9* — vedru; *10* — puks; *11* — ekstsentriku võll

hammasratas *4* on keeratud ekstsentriku *11* võlli keermele, vedav hammasratas *3* aga ülekandevõlli *5* keermele. Et vill ei satuks hammasrataste vahele, on šarniirmehhanism ümbritsetud nahast kaitsekattega. Kestasid *1* ja *2* hoiab koos lukk *7*. Paindvõlli soomuskatte otsik on šarniiri väliskestaga ühendatud sõrme *8* ja vedru *9* abil. Paindvõlli otsik kinnitatakse ülekandevõlli *5* otsa pidekruviga. Šarniirmehhanismi sisemise kesta silindriline ots asetatakse puksi *10*, mis on keeratud masina korpuse tagumisse otsa.

Käesoleval ajal toodab Rostovi mehaanikatehas täiustatud pügamismasinaid MCO-77.

Täiustatud masinaga saab pügada kitsa või laia haar-

dega. Seega välditakse väikeste ja noorte lammaste pügamisel hakkimisest tingitud villakaod. Masinal on kulumiskindel lõikeaparaat, alumiiniumkorpuse kasutamine aga võimaldas tunduvalt vähendada masina kaalu (kuni 1,1 kg).

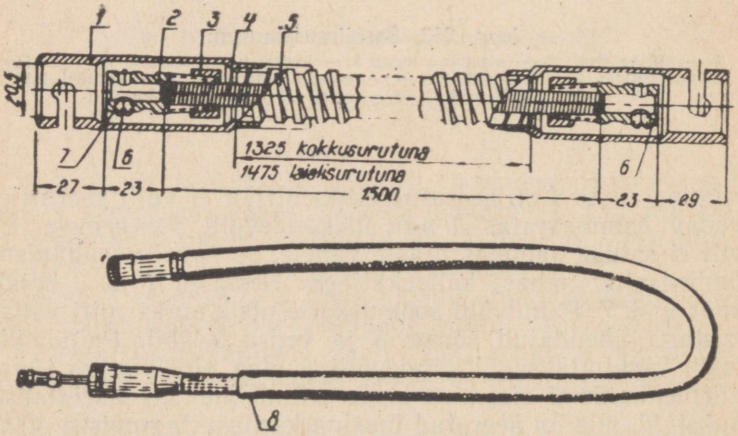
Pügamismasina ümberseadmiseks kitsale haardelaiusele antakse tehasest täiendavalt kaasa vahetatav hoob spetsiaalsete käppadega ja kitsahaardeline lõikeaparaat (kammi laiusega 57,6 mm, noa kaksikkäikude arv minutis 1800).

Pügamismasinat tuleb lahti võtta, kokku panna ja reguleerida vastavalt agregaadiga kaasas olevale instruktsioonile.

§ 121. Pügamismasinate elektriline ja mehaaniline ajam

Laiahaardelised pügamismasinad MCO-77 käitatakse rippuvatelt elektrimootoritelt paindvõllide kaudu.

Paindvõll (joon. 254) kannab oma elastsuse tõttu pöörleva liikumise elektrimootorilt pügamismasinale ükskõik millise nurga all ja võimaldab masinat igas suunas liigu-



Joon. 254. Paindvõll ВГ-2:
1 — soomuskatte otsik; *2* — südamiku otsik; *3* — südamiku otsiku mutter; *4* — südamik; *5* — soomuskate; *6* — lukustusrõngas; *7* — pidekruvi; *8* — kate

tada. Võll koosneb südamikust *4* ja soomuskattest *5* koos otsmise armatuuriga (otsikutega). 10 mm läbimõõduga südamik on valmistatud mitmest pealistikku mähitud peene terastraadi kihist, kusjuures naaberkihtides on traatide suund vastupidine. Pealmise kihi keerdude suund on vastupidine kellaosuti liikumissuunale. Südamik on arvestatud pöörlemiskiirusele 2800 p/min ja normaalsele pöördemomendile 9 kgcm. Võll on asetatud painduvasse soomuskattesse, mis kujutab endast eriprofiiliga teraslindist keeratud toru läbimõõduga 20,5 mm. Paindvõlli pikkus on 1,5 m, kaal 1,8 kg. Paindvõlli ühendamiseks masina ja elektrimootori külge on südamiku ja soomuskatte otstesse kinnitatud otsikud.

Südamiku otsik *2* kujutab endast läbilõigatud puksi, mis kinnitatakse südamiku *4* otsa koonuskeermega mutri *3* abil. Elektrimootori võlli ja masina ülekandevõlli külge kinnitatakse otsikud pidekruviga *7* ja lukustusrõngaga *6*. Soomuskatte otstesse on valtsitud või joodetud figuursete väljalõigetega torukesed. Masinaga ühendamisel läheb toru väljalõikesse šarniiri kesta sõrm ja seda hoitakse kohal vedru abil. Paindvõlli mõlemas otsas on ühesugused otsikud, seepärast on ükskõik, kumma otsaga ta ühendatakse elektrimootori või masina külge.

Elektrimootorid. Pügamismasinate käitamiseks kasutatakse rippuvaid kinnisi lühisrootoriga asünkroonmootoreid ТС-2 või ПАД-0,125. Elektrimootoril ТС-2 on staator pressitud malmkorpusesse, elektrimootori ПАД-0,125 staator aga kujutab endast elektrotehnilisest terasest lehtede pakki, mis on kokku tõmmatud poltidega koos ülemise ning alumise kaanega. Muus osas on elektrimootorid teineteisega sarnased.

Elektrimootorite võimsus on 0,125 kW, pinge 220/380 V, kasutegur 0,65—0,68, rootori võlli pöörlemiskiirus 2850 p/min.

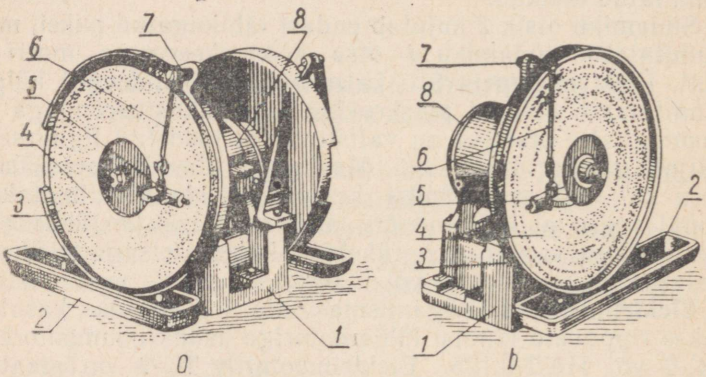
Mehaaniline lambapügamisagregaat МАП-4. Elektrifitseerimata majandites kasutatakse laialdaselt mehaanilist lambapügamisagregaati МАП-4, mis on komplekteeritud nelja masinaga МСО-77. Raamile on monteeritud ülekanded ja teritusaparaat. Agregaadi käitamiseks kasutatakse vertikaalset ühesilindrilist õhkjahutusega 4,5 hj bensiinimootorit ЗИД-4,5.

Liikumine kantakse mootorilt peatransmissioonile üle lamerihma abil, pügamismasinate vaheajamitele ja teri-

tusaparaadile aga kiilrihmade kaudu. Rihmade pingutamiseks on vaheajami ja teritusaparaadi kinnituspoltide jaoks piklikud augud. Peaülekande rihma pingutamiseks nihutatakse mootorit koos raamiga. Agregaadi kaal 200 kg.

§ 122. Teritusaparaatide ehitus ja töötamine

Pügamismasinate nüride nugade ja kammide teritamiseks kuulub agregaadi komplekti kas kaks ühekettalist teritusaparaati TA-6 või üks kahekettaline teritusaparaat



Joon. 255. Teritusaparaadid:
a — kahekettaline ТАД-350; *b* — ühekettaline TA-6; *1* — alusraam; *2* — kaitsekatte vann; *3* — kaitsekate; *4* — teritusketas; *5* — pide; *6* — varras; *7* — riputuskronstein; *8* — elektrimootor

ТАД-350 (joon. 255). Üht ketast kasutatakse nugade ja kammide teritamiseks, teist — nende lihvimiseks.

Kahekettalisel teritusaparaadil ТАД-350 on elektrimootori võlli mõlemasse otsa kinnitatud 350 mm läbimõõduga ja 12 mm paksune malmist teritusketas. Kolmefaasilise lühisrootoriga elektrimootori võimsus on 0,4 kW, pöörlemiskiirus 1450 p/min ja pinge 220/380 V. Elektrimootor on kinnitatud alusele.

Teritamiseks asetatakse nuga või kamm pideme *5* tihvtidele piidega ülespoole, s. t. vastupidi teritusketta pöörlemissuunale. Terituskettale kantakse pintsli abil õhuke kiht smirgelpastat teralisusega 150—200 (smirgelpulbri segu

petrooleumi ja õliga). Teritatav nuga või kamm surutakse pidemega kergelt vastu teritusketast, kusjuures pidet liigutatakse aeglaselt vasakule ja paremale, hoides piid pidevalt vastu ketast.

Hästiteritatud lõikepaari vahelt ei tohi valgust läbi paista ühestki kohast kogu teritatud pinna ulatuses. Teritusjooned peavad olema kogu tööpinnal ühtlaselt näha ja suunatud teritusketta liikumise suunas. Ebaõige teritamise korral tuleb kontrollida teritusketta tööpinda ja kui see pole sirgjooneline, siis treida ketas treipingil üle või asendada uuega.

Teiseks teritusoperatsiooniks on lõikepaari tööpindade lihvimine. Lihvitud tööpindadega nuga liibub paremini kammi vastu. Lihvimiseks kasutatakse teritusaparaadi teist ketast, mille pind määritakse õli ja petrooleumi seguga. Peale teritamist pestakse lõikepaarid hoolikalt petrooleumis ja pannakse tagasi samadesse pügamismasinatesse, kust nad olid võetud. Enne teritamist puhastatakse noad ja kammid hoolikalt higist ja rasvast ning pestakse kuumas 5%-lises soodalahuses.

XXVI PEATÜKK

PÜGAMISAGREGAATIDE ELEKTRIJAAMAD JA ELEKTRIVÕRK

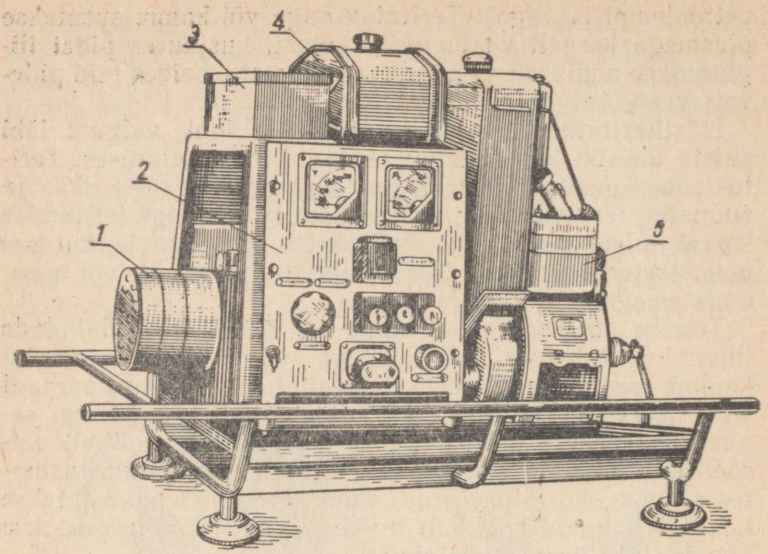
§ 123. Pügamisagregaatide liikuvad elektrijaamad

Pügamisagregaadi elektrijaama ülesandeks on varustada energiaga elektrimootoreid, valgustuslampe ja küttekehasid.

Elektrijaam ЭСБ-3,6. Joonisel 256 on näidatud elektrijaam ЭСБ-3,6, mis kuulub pügamisagregaadi ЭСА-12 komplekti.

Elektrijaam ЭСБ-3,6 koosneb generaatorist СГ-4,5, bensiinimootorist Л-6/3, bensiinipaagist ja jaotuskilbist. Kõik need sõlmed on monteeritud raamile.

Nurkterasest keevitatud raamile paigutatud mootori ja generaatori võllid on ühendatud paindmuhvi ja pöörlemiskiirust vähendava hammasratasreduktori kaudu. Vedru-



Joon. 256. Kantava elektrijaama ЭСБ-3,6 üldvaade:
1 — generaator СГ-4,5; *2* — jaotuskilp; *3* — tööriistade kast; *4* — bensiinipaak; *5* — mootor Л-6/3

amortisaatorite abil on raamile kinnitatud teraskarkass, millel paikneb jaotuskilp, bensiinipaak ja tööriistade kast.

Jaotuskilbil asub ampermeeter kuni 20 A, voltmeeter kuni 250 V, nuppkäiviti КА-73А, šuntreostaat, 15 A voolule arvestatud peakaitsmed, jõuvõrgu kolmepooluseline pistikupesa ja pistikupesa kandelambi ning küttekeha jaoks. Jaotuskilbile on paigutatud ka vibratsioon-pingeregulaator АВРН, mis koormuse muutumisel automaatselt hoiab pinge generaatori klemmidel muutumatuna.

Generaator СГ-4,5 on spetsiaalne alalisvoolu ergutajaga sünkroongeneraator. Ergutaja ankur ja generaatori rootor on monteeritud ühisele võllile. Generaatori rootorile on mähitud ergutusmähis. Vool juhitakse ergutusmähisesse harjade ja kontaktrõngaste kaudu. Generaatori võimsus on 4,5 kW pöörlemiskiirusel 1500 p/min. Kaal 145 kg.

Mootor Л-6/3 on neljataktiline, kahesilindriline, vesijahutusega bensiinimootor. Tal on karburaator К-12 ja magneeto М-48Б. Mootori võimsus on 6 hj, väntvõlli pöör-

lemiskiirus 2200 p/min, kütusekulu 2 kg tunnis, bensiinipaagi maht 15 l, õlitussüsteemi maht 2,25 l ja kaal 100 kg.

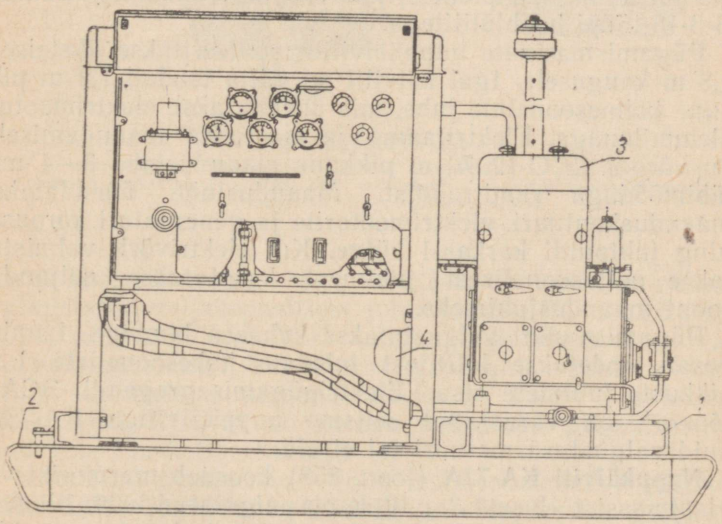
Mootorit määritakse õliga, mida alumiste kepsupeade küljes olevad kopakesed laiali paiskavad. Õlivanni antakse õli nukkvõllilt käitatava rootorpumbaga. Mootorit käivitatakse käivitusvända abil.

Elektrijaam ДПЭС-20. Elektripügamisagregaadi ЭСА-36 komplekti kuulub diiselelektrijaam ДПЭС-20 (joon. 257).

Kõik elektrijaama agregaadid (mootor, generaator, jaotuskilp) on monteeritud jalaste ja haakeseadmega varustatud keevitatud raamile *1*, mis võimaldab elektrijaama traktori või autoga vedada.

Elektrijaamale on paigaldatud vesijahutusega mootor 2Ч10, 5/13C võimsusega 20 hj. Mootori kaal on 360 kg, kütusekulu täiskoormusel 4 kg tunnis.

Generaatori МСА-72/4 võimsus on 12 kW, pöörlemiskiirus 1500 p/min, vool 21,7/37,5A, pinge 230/400 V, ergutaja võimsus 0,5 kW, pinge 22,4 V, ergutusvool 20,6 A. Generaatori kaal 275 kg.



Joon. 257. Diiselelektrijaam ДПЭС-20:
1 — raam; *2* — jalased; *3* — diiselmootor; *4* — generaator

Tarbijad lülitatakse neljasoonelise kaabliga КРПТ3×
×6+1×2,5, mille pikkus on 50 m. Jaotuskilbi valgustamiseks ja elektrijaama ülevaatuseks öisel töötamisel on kontroll- ja kandelambid pingele 12 V.

§ 124. Jõu- ja valgustusvõrk

Elektripügamisagregaat ЭСА-12. Elektrienergia ülekandmiseks pügamismasinatele ja teritusaparaatidele ning töökohtade valgustamiseks kasutatakse kantavat jõu- ja valgustusvõrku ССО-12.

Elektrivõrk on valmistatud kolme- või neljasoonelisest kummiisolatsiooniga juhtmest ШРПС 3×1,5+1,0.

Jaotuskilbi kolmepooluselise pistikupesaga ühendamiseks on jõuvõrgu juhtme ühes otsas pistik.

Pügamismasinate ja teritusaparaadi elektrimootorite lülitamiseks on monteeritud 13 nuppkäivitit КА-73А ja üks avariilüliti kogu elektrivõrgu väljalülimiseks avarii või õnnetusjuhtumi korral. Viimaste väljalasete elektrimootorid on komplekteeritud ekspluatatsioonikindlamate В-3-15-tüüpi hooblülititega.

Pügamismasinate nuppkäivitid monteeritakse üksteisest 1,8 m kaugusele. Igal käivitil on välja toodud 1,2 m pikkune kolmesooneline juhe, mis ühendatakse elektrimootori klemmilauaga. Elektrijaama ja mootorite maandamiseks on võrgul ССО-12 70 m pikkune maandusjuhe 3—4 mm läbimõõduga raudtraadist. Maandusjuhe ühendatakse maanduskontuuri, elektrimootorite ja generaatori korpuste ning juhtpuldi karkassi külge. Kui elektrivõrk valmistatakse neljasoonelisest juhtmest, kasutatakse neljandat soont maandusjuhtmeks.

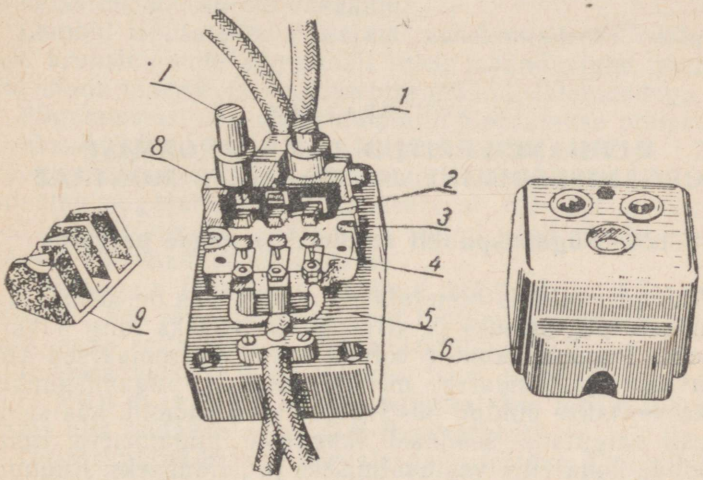
Pügamispunkti valgustatakse kaheksa lambiga. Lambipesad joodetakse lülititest tulevate kahesooneliste 1 m pikkuste juhtmete otsa. Elektripügamisagregaadi ЭСА-6 jõuvõrk on varustatud seitsme nuppkäivitiga КА-73А, kuid valgustusarmatuuri tal ei ole.

Nuppkäiviti КА-73А (joon. 258) koosneb marmorist või plastmassist alusest *3*, millele on paigutatud kolm liikuvat kontakti *2* ja kolm liikumatut kontakti *4* ning traaversid *8* nupuga *7* «Sisselülitatud» ja nupuga *1* «Väljalülitatud». Liikumatud ja liikuvad kontaktid on asetatud keraamili-

sest materjalist kambrisse, mille vaheseinad väldivad lühiste tekkimist kontaktide vahel.

Nuppkäiviti alus kinnitatakse plastmassist paneelile *5* ja kaetakse kaitsekattega *6*. Lüliti liikuvate kontaktide külge ühendatakse elektrimootorisse minevad juhtmed, liikumatute külge — võrgujuhtmed.

Elektripügamisagregaat ЭСА-36. Elektrijaam ДПЭС-20 on komplekteeritud jõu- ja valgustusvõrguga ССО-36. Vii-



Joon. 258. Nupplüliti КА-73А:
1 — nupp «väljalülitatud»; *2* — liikuvad kontaktid; *3* — süvend; *4* — liikumatud kontaktid; *5* — alus; *6* — kaitsekate; *7* — nupp «sisselülitatud»; *8* — traaversid; *9* — sädemekustutaja

mane koosneb kolmest võrgu ССО-12 komplektist, mis on valmistatud neljasoonelisest juhtmest ШРПС 3×1,5+1×1,0, ja grupikilbist. Võrk teenindab 36 pügamismasinat, 23 valgustuslampi, kahte teritusaparaati, kahte elektripliiti soodalahuse soojendamiseks ja kahte villapressi. Elektrivõrk ССО-36 võimaldab paigutada pügamismasinad kahe- ja kolmerealiselt.

Kilbile on monteeritud kolm kolmepooluselist pistikupesa ШР-7 jõuvõrkude ССО-12 ja villapresside pistikute ühendamiseks, avariilüliti, maandusklemm, kontroll-lamp ja aparatuur. Avariilülitiga ühendatakse elektrijaama ДПЭС-20 kaabel.

Elektrivõrk on komplekteeritud kolmepooluseliste B-3-15-tüüpi hooblülititega, mis on paigutatud plastmassist alusele.

Agregaadi ЭСА-36 elektrimootorid, paindvõllid, pügamismasinad ja teritusaparaadid on samad, mis agregaadil ЭСА-12.

Elektrijaama ja kantavate võrkude käsitsemise ja hooldamise reeglid on toodud käesoleva raamatu XXVII peatükis.

XXVII PEATÜKK

MEHHANISEERITUD LAMBAPÜGAMISE ORGANISEERIMINE JA SEADMETE MONTAAŽ

§ 125. Pügamispunkti seadmed ja nende paigutus

Pügamispunktiks nimetatakse ruume, mis on sisustatud lammaste pügamiseks ja villa sorteerimiseks ning pakkimiseks. Pügamispunktid võivad olla statsionaarsed või liikuvad. Statsionaarse mehhaniseeritud pügamispunkti jaoks valitakse puhtad hästivalgustatud ruumid, kus saab õigesti paigutada seadmed lammaste pügamiseks ning eraldada koha villa vastuvõtmiseks ja hoidmiseks. Ruumid tuleb valgendada ja desinfitseerida. Ruumil peab olema laudpõrand või hästi tasandatud üleni presendiga kaetud muldpõrand.

Hästi ettevalmistatud ruumi paigutatakse elektripügamisagregaadi seadmed, lauad lammaste pügamiseks, teritusaparaat, montööri töölaud, arvepidaja laud koos 10 kg kaaludega villa kaalumiseks, villa klassifitseerimise laud, pallihoidja ja 500 kg kaalud villapallide kaalumiseks.

Agregaadi elektrijaam paigutatakse 15 m kaugusele pügamispunkti ruumidest. Elektrijaama paigaldamiseks mõõdetakse plats 4×4 m, tasandatakse, puhastatakse rohust ja prahist ning piiratakse madala kraaviga. Elektrijaama lähedale paigutatakse ka maandi, mis kujutab endast kahte kahetollist 2—2,5 m pikkust toru. Torud lüüakse üksteisest 5 m kaugusel maasse ja ühendatakse omavahel 5×25 mm teraslatiga. Maandi külge ühendatakse elektrivõrgu maandusjuhe.

Elektrijaamast kuni pügamispunkti hooneni asetatakse elektrijuhtmed 3 m kõrgustele puitpostidele. Elektrijuhtmed viiakse hoonesse läbi vastava ava või akna ja sellest küljest, kus ei ole läbisõiduteid. Avariilüliti paigutatakse ruumi sisse nähtavale kohale, teritusaparaadi kõrvale.

Ruumi sees riputatakse elektrijuhtmed pügamislaudade kohale pikiprussile ja kinnitatakse klambritega iga 0,8 m tagant. Nuppkäivitid kinnitatakse lauale kruvidega, elektrimootoritest 30—40 cm vasakule.

Lambid riputatakse pügajate vahekohtadesse vastavatele kronsteinidele. Montaažil tuleb maandusjuhe tihedalt ühendada maandi ja voolutarbija maandusklemmidega.

Pügamismasinate elektrimootorid riputatakse pikiprussi konksude külge 1,6—1,8 m kõrgusele põrandast ja 1,7 m kaugusele üksteisest. Elektrimootorite riputamise liin peab minema pügajatepoolsest lauaservast 0,2—0,3 m kauguselt. Elektrimootori pöörlemise suund peab olema vastupäeva, kui vaadata võlli otsale.

Ühe pügaja töökohaks on laud mõõtmetega 1,5×1,2×0,5 m. Kui laud on arvestatud töötamiseks kahele pügajale, peab selle suurus olema 3,6×1,5×0,5 m.

Teritaja töökohale asetatakse laud mõõtmetega 1,5×1,2×0,5 m ja kapp. Lauale paigutatakse teritusaparaat, kapis aga hoitakse agregaadi tagavaraosi.

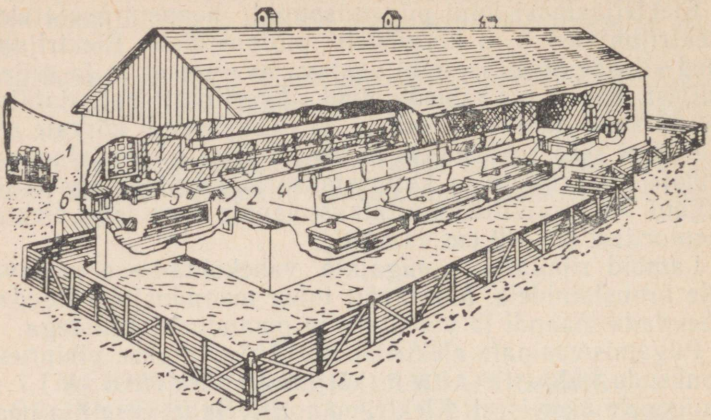
Teritusaparaadi laua kõrvale paigutatakse 1×1×0,8 m mõõtmetega töölaud koos kapiga. Lauale kinnitatakse kruustangid, aga kapis hoitakse tööriistu ja remondimaterjale.

Pügamisagregaadi ЭСА-12 seadmete paiknemine statsionaarses pügamispunktis on näidatud joonisel 259.

Joonisel 260 on kujutatud agregaadi ЭСА-36 seadmete skeem karjamaal, laudade paiknemisel kolmes reas.

Lammaste pügamisel karjamaal kasutatakse liikuvaid pügamispunkte, millel on kerge, transporditav ja lihtsalt kokku- ning lahtimonteeritav sisustus.

Palju jõukulu nõuab lammaste tõstmine pügaja töölauale ja kinnihoidmine pügamiseks vajalikus asendis. Nende tööde mehhaniseerimiseks toodetakse platvormkärusid CT-1 (joon. 261). Lambad antakse kärule vastavalt estakaadilt, mis on veidi kõrgem käru platvormi tasapinnast. Lammas asetatakse jalgadega ülespoole. Pügaja või abitööline kinnitab ruttu ja kindlalt lamba jalad spetsiaalsetesse kummiga kaetud klambritesse. Et piirata lamba



Joon. 259. Näitlik seadmete paigutamise skeem pügamispunktis:
1 — elektrijaam ЭСБ-3,6; *2* — lauad; *3* — laud elektrijuhtmete kinnitamiseks; *4* — laud mootorite riputamiseks; *5* — töölaud teritusaparaatidega; *6* — töölaud masinate kokku- ja lahtimonteerimiseks ning reguleerimiseks

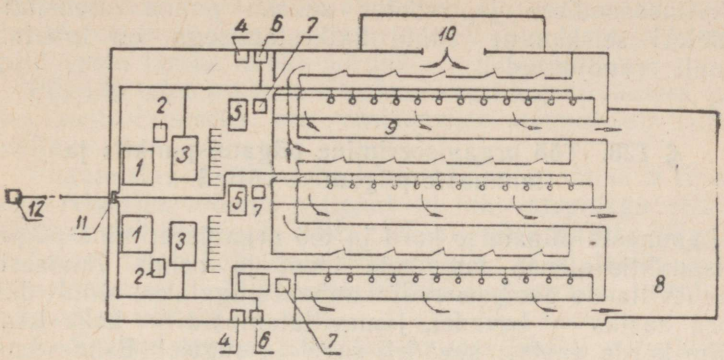
liigutusi pügamise ajal, võib tema jalgu hoobade abil pingutada.

Pügamise ajal võib lammast platvormil pöörata ja kindlalt fikseerida kõige mugavamas asendis.

Et pügamisagregaat hakkaks tööle, on vaja elektrijaama mootor tankida kütuse, õli ja veega ning käivitada, 3—4 minutit lasta mootorit tühjalt töötada madalatel pööretel, seejärel suurendada pöörlemiskiirust kuni normaalseni ja reguleerida ergutusreostaadi abil nimipinge. Kui on olemas pingeregulaator, tuleb see välja lülitada, seada käsitsi pinge kuni 50% nimiväärtusest ja alles pärast seda lülitada regulaator sisse. Elektrivõrgu pistik tuleb ühendada jaotuskilbi pistikupesaga ja kontrollida sisselülitamise teel valgustusaparatuuri ning samuti kõiki elektrimootoreid, jälgides, et nende pöörlemissuund oleks vastupäeva.

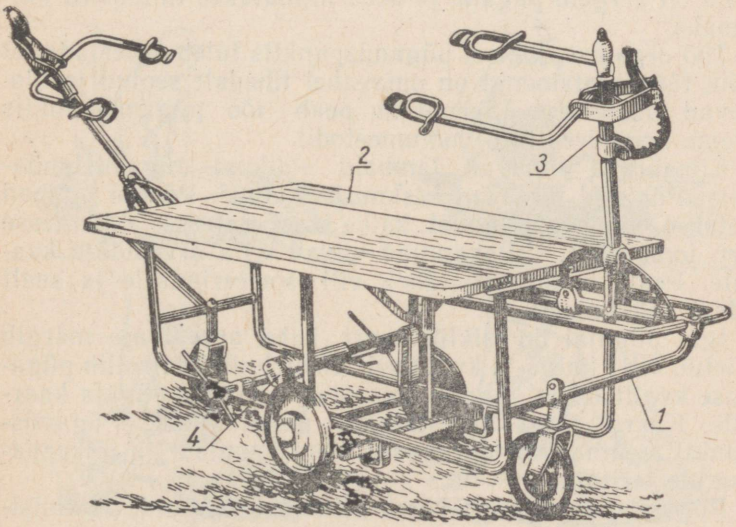
Seejärel tuleb elektrimootori võlli otsa ühendada pügamismasina paindvõll ja kontrollida pügamismasina töötamist.

Pügamisagregaadi seiskamisel tuleb kõik kantava elektrivõrgu lülitid järjekorras välja lülitada, kaasa arvatud avariilüliti ja pealüliti jaotuskilbil, seada reostaat



Joon. 260. Pügamisagregaadi ЭСА-36 seadmete paigutuse skeem suures pügamispunktis laudade kolmes reas paiknemisel:

1 — villapallide ladu; *2* — kaalud; *3* — press; *4* — teritusaparaat; *5* — villasortimise laud; *6* — mehaaniku töölaud; *7* — arvestaja töölaud; *8* — pügatud lammaste koppel; *9* — pügamislaud; *10* — pügamata lammaste koppel; *11* — grupikilp; *12* — elektrijaam



Joon. 261. Käru CT-1:

1 — torudest raam; *2* — platvorm; *3* — hoovad; *4* — pidurdusseadmed

käivitusasendisse ja mootor seisma panna. Bensiinimootori seiskamine süüte katkestamisega on lubatud ainult erandjuhtudel.

§ 126. Töö organiseerimine pügamispunktis ja lammaste pügamise võtted

Lammaste pügamise kord ja töö organiseerimine pügamispunktis oleneb lammaste tõust ja nende vanusest. Peenevilla- ja poolpeenevillalambaid pügatakse ainult üks kord aastas — kevadel, jämevillalambaid — kaks kuni kolm korda aastas: kevadel, suvel ja sügisel. Esimestena pügatakse talledeta uttesid ja noori (aastasi) lambaid, seejärel oinaid ja talledega uttesid.

Enne pügamist peetakse lambaid tavaliselt 15—20 tundi ilma vee ning toiduta, et neil pügamise ajal oleks kergem ja et nad ei reostaks pügaja töökohta ega villakut. Jäme- ja pooljämevillalambaid on soovitav mitte hiljem kui üks ööpäev enne pügamist pesta ja seejärel hoida puhtas ja kuivas koplis kuni villaku täieliku kuivamiseni. Pestud villa on kergem pügada ja seda hinnatakse tunduvalt kallimaks.

Töö organiseerimisel pügamispunktis tuleb arvestada, et kõik tööoperatsioonid on omavahel tihedalt seotud ja olenevad üksteisest. Seepärast peab töö pügamispunktis olema organiseeritud voolumeetodil.

Etteandjad annavad lambaid aidikust pügamislaudadele. Pügajad töötavad keskmises käigus. Pöetud lambad aetakse mööda külgmisi käike vastavatesse aidikutesse (vt. joon. 259). Villakandjad viivad villa arvepidaja kaalule. Peale kaalumist läheb vill sorteerimisele ja sealt edasi pakkimisele.

Igal pügajal on isiklik kaart, kuhu arvepidaja märgib pöetud villa hulga ja kvaliteedi. Zootehnik kontrollib pügamise kvaliteeti ja kannab oma otsuse samuti pügaja kaardile. Kaardi järgi arvestatakse pügaja tööd. Pügamispunkti teenindavad agregaadi ülem, montöör ja lõikeaparaatide teritaja.

Pügamispunkti päevakorra kehtestab majandi administratsioon.

Pügajad peavad hästi tundma pügamismasina ehitust ning pügamise reegleid ja võtteid. Töötamise ajal tuleb

masinat käes hoida tasakaalustatult. Et saada hästi madalat lõiget, tuleb masina korpust veidi üles tõsta ja kammi piid vastu lamba nahka suruda.

Pügada tuleb pikkade ribadena kogu kammi laiuses, jättes kontrollimiseks ühe vasakpoolse kammi pii villast välja.

Pügamislauad tuleb teha küllalt laiad, et villak ei ripuks ega rebeneks. Pöetud villakut ei tohi masinaga eemale lükata, sest seejuures võib rohkesti villa puruks lõigata.

Loomi tuleb kohelda ettevaatlikult, et ei tekiks lõikeega torkehaavu. Allpool on kirjeldatud tavalisi lammaste pügamise võtteid.

1. Saanud lamba, puhastab pügaja käsitsi villa külgehakanud mustusest ja porist. Asetanud lamba vasakule küljele, seljaga enda poole, lülitab pügaja masina sisse ja pöab udara piirkonna ning esi- ja tagajalgade siseküljed. Saadud madalasordiline vill pannakse kõrvale. Seejärel pöetakse vill parema taga- ja esijala kubeme vaheliselt ribalt, kõhu alt ja rinnalt (joon. 262, *a*).



Joon. 262. Üldkasutatavad lammaste pügamise võtted

2. Pöörab lamba paremale küljele, jalgadega enda poole, tõmbab vasaku käega sirgu lamba tagajala ja pöab selle liikudes külje ja selja suunas. Lõpetanud tagajala pügamise, läheb üle küljele ning esimesele abaluule, pügades need kuni seljani (joon. 262, *b*).

3. Pööranud lamba uuesti vasakule küljele, jalgadega enda poole, pöab villa paremalt abaluult ja küljelt, liikudes kaelalt tagajala suunas kuni seljani. Seejärel pöab selja (joon. 262, *c*).

4. Pöab pea ja kaela mõlemalt poolt (joon. 262, *d*). Seejärel laseb lamba ettevaatlikult laualt maha ja annab villaku koos isikliku kaardiga villakandjale.

Viimastel aastatel on hakatud laialdaselt kasutama nn. orenburgi pügamisvõtteid, mis võimaldavad saavutada kõrget töötootlikkust. On ka teisi lammaste pügamise võtteid.

§ 127. Pügamispunkti seadmete tehniline hooldamine

Tehnilise hooldamisega ennetatakse võimalikud agregaadi rikked ja hoitakse ta töökorras. Agregaadi tehnilist hooldamist teostatakse igas vahetuses ja perioodiliselt 50, 100, 200 ja 400 töötunni järel. Tehnilist hooldamist juhib agregaadi ülem.

Igavahetuseline tehniline hooldamine toimub kas vahetuse alguses või lõpus. Seejuures vaadatakse üle kõik elektrijaama sõlmed ja kõrvaldatakse avastatud rikked. Igavahetuselise tehnilise hooldamise ajal kontrollitakse magneeto kinnitust, ventilaatori rihma pingust, mootori ja generaatori ühendusmuhvi seisukorda. Tangitakse mootor bensiini, õli ja veega ning tehakse vajalikke reguleerimis- ja kinnitustöid. Kontrollitakse elektrimootoreid, teritusaparaate, paindvõlle ja pügamismasinaid ning kõrvaldatakse leitud rikked. Nürid lõikepaarid asendatakse teravatega. Kontrollitakse elektrivõrku, maandusjuhtme kinnitusi, parandatakse rikutud isolatsioon ja määritakse kõiki sõlmi.

Iga 50 töötunni järel viiakse läbi kõik igavahetuselise tehnilise hooldamise operatsioonid ja kontrollitakse täiendavalt mootori ja generaatori kinnitust raamile. Kontrollitakse ja vajaduse korral reguleeritakse lõtkude suurust mootori klappide ja tõukurite vahel. Väljalaske-

klappide lõtk peab olema 0,2 mm, sisselaskeklappidel 0,3 mm.

Vahetatakse mootori karteris õli, pestakse läbi kütusefilter ja täidetakse bensiinipaak. Elektrimootor ja generaator puhutakse läbi ning pühitakse üle puhta lapiga, kontrollitakse harjahoidjaid. Võetakse paindvõllid elektrimootorite ja pügamismasinate küljest lahti ning määritakse solidooliga.

Iga 100 töötunni järel täidetakse kõik eelmiste tehniliste hooldamiste operatsioonid ja täiendavalt puhastatakse magneeto katkesti kontaktid ning reguleeritakse nende vahel pilu 0,2—0,3 mm. Puhastatakse küünlad tahmast, pestakse bensiinis, reguleeritakse elektroodide vahe 0,6—0,7 mm. Pestakse läbi ja puhastatakse karburaator. Parandatakse kõik avastatud rikked elektripügamisagregaadi sõlmedes.

Pügamissesooni lõpul või vähemalt agregaadi iga 200 töötunni järel tehakse kõik eespool loetletud tehnilise hooldamise operatsioonid ja lisaks nendele võetakse mootor lahti ning kontrollitakse kõiki agregaadi sõlmi.

Mootori lahtivõtmisel vahetatakse vajaduse korral kolvirõngad, lihvitakse ja soveldatakse klappe ning nende pesi, pingutatakse kepsulaagreid, määritakse ventilaatori laagreid solidooliga, pestakse läbi kütusepaak, radiaator ja filtrid. Pügamismasinad võetakse lahti ja vahetatakse kulunud detailid. Remonditakse agregaadi elektriseadmed ja asendatakse kulunud detailid uutega.

Agregaadi 400 töötunni järel võetakse mootor lahti kapitaalremondiks, kusjuures kasutatakse detaile individuaalkomplektist.

Agregaadi häireteta töötamiseks on vaja erilist tähelepanu pöörata generaatori tehnilisele hooldamisele. Generaatori laagrid peavad töötama lõtkuta ja regulaarselt. Üks kord nädalas tuleb neid määrida solidooli või tehnilise vaseliiniga. Ei tohi lubada generaatori kuumenemist ega teda kasutada, juhul kui mähiste isolatsioon on märg või rikutud.

Kui kollektor ja kontaktrõngad on mustunud või kriimustatud, lihvitakse need peene liivapaberiga üle. Õlitasapind reduktoris tuleb hoida normaalne ja õlisse ei tohi sattuda mustust. Kõik ühendused peavad olema tihedad, et õli läbi ei jookseks.

Pärast pügamise lõpetamist lastakse bensiin kütuse-

paagist välja ja radiaator tühjendatakse veest. Masinad ja paindvõllid võetakse töökohtadelt maha, puhastatakse, määritakse paksu määrdega ja pakitakse kastidesse. Kokkupakitud agregaati hoitakse kuivas ja puhtas ruumis.

§ 128. Ohutustehnika

Pügamisagregaadi ülem on kohustatud enne töö algust tutvustama ohutustehnika reegleid kõigile pügamispunkti töötajatele.

Tööprotsessis on vaja tarvitusele võtta kõik vajalikud abinõud, et kaitsta teenindavat personali ja loomi elektrivoolu eest. Pügamisagregaadi ülem on kohustatud jälgima elektrivõrgu isolatsiooni korrasolekut. Kokkupuutumine isoleerimata elektrijuhtmega võib tekitada vigastuse elektrivoolu läbi. Sellest hoidumiseks on vaja:

kasutada ainult korrasolevaid, vigastamata ja kuiva isolatsiooniga elektrimootoreid;

paigaldada ainult kinnist tüüpi lülitid ja käivitid;

kasutada tugeva ja terve isolatsiooniga kantavaid elektrivõrke;

kasutada spetsiaalseid puitkilpe, millel pügajad peavad töötamise ajal seisma. Märjal põrandal või palja maa peal seismine on pügamise ajal keelatud;

kindlalt maandada kõik elektrimootorid, generaator, kütteseadis ja jaotuskilp. Maandusjuhtme ühenduskohad maanduskontaktidega peavad olema hästi puhastatud ja roostest puhtaks kraabitud. Maandi ümber tuleb muld hoida niiske;

pügamispunktis peab olema esmaabikapp vajalike arstimitega.

Keelatud on kõrvaldada mootori rikkeid ja reguleerida ventilaatori rihma pingust, kui mootor töötab. Et hoiduda põletustest, ei tohi avada radiaatori kaant ilma kinnasteta.

Tulekahju ärahoidmiseks pügamispunktis on vaja:

paigutada elektrijaam pügamispunkti hoonest vähemalt 15 m kaugusele. Elektrijaama paigutamise plats tuleb puhastada ja piirata madala kraaviga;

juhtmed ja elektrimootorid riputada võimalikult kaugemale hoone tuldvõtvatest osadest (kõrkjatest, õlgedest jms.);

kasutada sulavkaitsmeid voolule kuni 15 A;
paigutada kütteseadis tulekindlale alusele;
kaitsta generaatorit ja elektrimootoreid niiskuse eest;
mitte koguda pügamispunkti suurel hulgal villa;
hoida korras ja kättesaadaval tuletõrjevarustus — labidas, pootshaak, liiv, kang, pang, tünn veega ja vahtkustutid;
suitsetada ainult selleks eraldatud kohas.

VII OSA

LINNUFARMIDE MEHHANISEERIMINE

XXVIII PEATÜKK

LINNUFARMIDE SISUSTUS

§ 129. Lindlad ja nende sisustus

Linnukasvatus, nagu seakasvatuski, on kiirestivalmiva toodanguga loomakasvatusharu. Linnukasvatuses on võimalik väikese töö-, söötade ja muude vahendite kuluga lühikese aja jooksul suurendada kõrgeväärtusliku liha ja munade tootmist. Seepärast on selle loomakasvatusharu mehhaniseerimine eriti tähtis.

Eesrindlikes kolhoosides ja sovhoosides kasutatakse kõige ökonoomsemaid ja progressiivsemaid laiagabariidilisi lindlaid, kus kanu peetakse sügaval allapanul ning söötade jagamine ja munade kogumine on mehhaniseeritud.

Lindude pidamine laiagabariidilises lindlas sügaval, harvavahetataval allapanul ja põhiliste tootmisprotsesside mehhaniseerimine võimaldasid Harkovi oblasti katsemajandi «Borki» linnutalitajal V. Sidoril hooldada 1960. aastal 12 000 kana ja saada 2 miljonit muna.

Linnufarmiks nimetatakse tootmishoonete (lindlate) ja abiruumide kompleksi, mis on sisustatud lindude kasvatamiseks ja pidamiseks.

Lindla tüübi valik oleneb linnuliigist, kellele ruum on määratud, ja nende pidamise süsteemist.

Käesoleval ajal kasutatakse järgmisi põhilisi linnupidamissüsteeme:

a) täiskasvanud ja noorte lindude pidamine põrandal (vaba puurideta pidamine) ilma uiteväljadeta ja solaariumideta või solaariumidega ja uiteväljadega lindlates (kasutatakse kõigi linnuliikide puhul);

b) täiskasvanud kanade, kana- ja kalkunitibude pida-

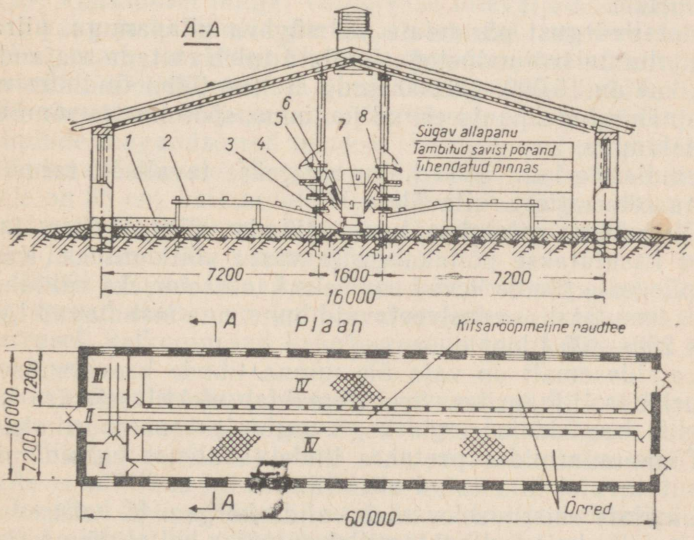
mine puurides ilma uiteväljade ja solaariumideta lindlates;

c) täiskasvanud lindude ja tibude laagriviisiline pidamine (kasutatakse kõigi linnuliikide puhul).

Olenevalt pidamissüsteemist ehitatakse järgmisi lindlaid: 1) mune tootvaid kaubafarme munevate kanade pidamiseks sügaval allapanul 2000, 6000, 24 000, 50 000 ja 100 000 kanale; 2) tõufarme sügava allapanu ja uiteväljadega 2000, 5000, 10 000, 20 000 ja 40 000 kanale; 3) linnuvabrikuid, kus munevaid kanu peetakse puurides, 20 000, 40 000 ja 100 000 kanale; 4) lindlad aastaringseks lihatibude (broilerite) kasvatamiseks 10 000, 15 000 ja 30 000 kanale; 5) pardifarmid 1000, 2000, 5000, 10 000 pardile; 6) hanefarmid 500, 1000 ja 3000 hanele; 7) kalkunifarmid 1000, 3000, 5000 kalkunile.

Viimastel aastatel on paljudes sovhoosides ja kolhoosides hakatud ehitama laiagabariidilisi lindlaid, mis on tunduvalt ökonoomsemad kui kitsagabariidilised.

Joonisel 263 on esitatud Donetsi oblasti Bolšaja



Joon. 263. Lenini-nimelise kolhoosi laiagabariidilise lindla ehitus:
1 — sügav allapanu; *2* — õrred; *3* — kitsarööpmeline raudtee; *4* — mahlakate söötade künad; *5* — pehmesöödakünad; *6* — kuivsööda-automaadid
I — ladu; *II* — tuulekoda; *III* — söödatsehh; *IV* — lindude ruum

Novoselka rajooni Lenini-nimelise kolhoosi laiagabariidiline mehhaniseeritud lindla 6000 linnule. 16 meetri laiune hoone on jaotatud neljaks osaks. Söödajagaja ja munade kogumise vanker liiguvad mööda kitsarööpmelist raudteed lindla keskel. Mõlemal pool keskmist käiku asuvad linnud ning sinna on paigutatud ka söödakünad, pesad ja automaatjootjad.

Õrred on tehtud terastraadist võrgust, mis võimaldab kanu kõige tihedamalt paigutada ühele ruutmeetrile.

Sõnnik koristatakse lindlast üks kord aastas traktori ДТ-14 ja skreeperi abil.

Linnufarmid, kus linde peetakse puurides, on ökonoomika seisukohalt efektiivsed suurtes linnukasvatusmajandites.

Et linnukarja taastada, peab farmis olema uiteväljadega reproduktorlindlad, mis mahutavad 25—30% kogu puurides peetavast kanakarjast.

Hooned lindude puurispidamiseks tuleb ehitada kohalikest ehitusmaterjalidest ning varustada kütte- ja ventilatsiooniseadmetega, vastavalt kohalikele klimaatilistele tingimustele.

Metallvõrgust põrandate või sügava allapanuga, piiratud jalutamisvõimalustega lindlaid tuleb ehitada majandites, kus on 15 000—20 000 lindu. Sellist tüüpi lindlates on ette nähtud mehhaniseeritud jootmine, söötmine ja sõnniku koristamine.

Lindlatele kuni 5000 lindu rajatakse tavaliselt tarastamata rohukattega uiteväljad.

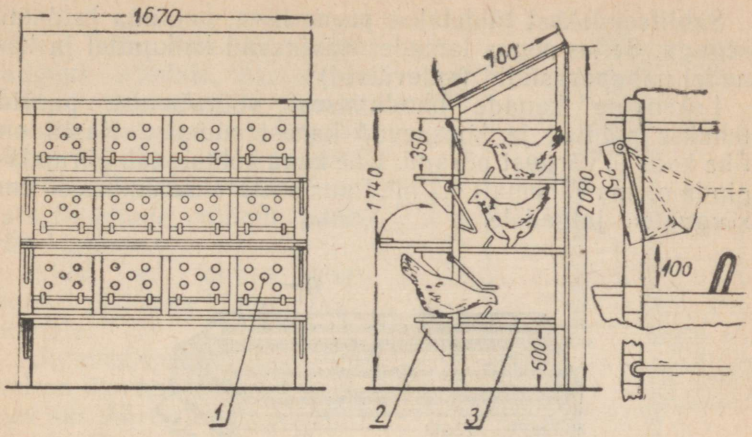
Üldiselt soovitatakse kanu pidada välilaagrites, kus neid kasutatakse põllukahjurite vastu võitlemiseks. Kuni 40-päevaste tibude kevad-suviseks kasvatamiseks välilaagrites kasutatakse edasiveetavaid onne, mis mahutavad igaüks 200—400 tibu.

Laialdasemalt on vaja üle minna tibude kasvatamisele puurides-välilaagrites. See võimaldab efektiivselt ära kasutada hooneid ja saada kogu aasta jooksul noorlinde.

Tõukanafarmides peetakse linde tavaliselt vaheldumisi kasutatavatel tarastatud uiteväljadel.

Lindlate ehitamiseks tuleb valida kõrgem ja valitsevate tuulte eest kaitstud koht, millel on väike kallak lõuna suunas ning hästi niiskust läbilaskev pinnas. Ruumid peavad olema valged, soojad, kuivad ja hea ventilatsiooniga.

Kui lindusid peetakse põrandal, ehitatakse lindla sein-



Joon. 264. Kontrollpesad kanadele:
1 — augud pesaukses; *2* — laud; *3* — liist

tesse küllaldasel hulgal väljapääse uiteväljadele. Lindlad, kus kanu ja kalkuneid peetakse põrandal, tuleb varustada õrte, pesade, sablitsemiskastide, haudumisest võõrutamise puuride, söödakünade ja jooginõudega. Veelindude lindlad varustatakse pesade, söödakünade ja jooginõudega. Lindude magamisõrred tehakse lattidest, mis paigutatakse ridadena ühtlasele kõrgusele põrandast. Õrte vahe kanadele on 35 cm, kalkunitele 60 cm, lattide kõrgus põrandast vastavalt 60 ja 90 cm. Päevaks tõstetakse õrred tavaliselt üles ja kinnitatakse seina külge.

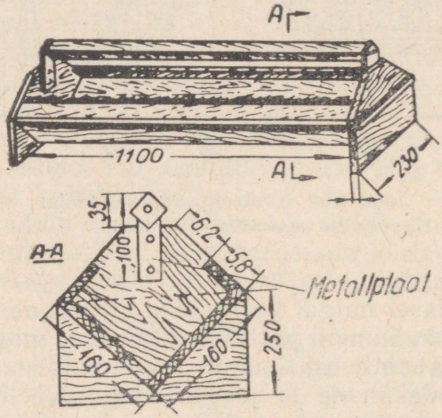
Pesad võivad olla kas liht- või kontrollpesad. Lihtkanapesad ehitatakse kolmekorruselistena, neli pesa igal korrusel, kalkunipesad kahekorruselistena, kolm pesa igal korrusel.

Individuaalse munatoodangu arvestuse korral kasutatakse automaatselt sulguvate ustega kontrollpesi. Uksed on ehitatud selliselt, et lind saab pesasse minna, aga ära tulla ei saa ilma inimese abita.

Joonisel 264 on esitatud kanade kontrollpesad, mis kujutavad endast 12 pesast koosnevat kolmekorruselist patareid. Kalkuni kontrollpesade patarei on kahekorruseline ja koosneb kuuest pesast. Hane- ja pardipesad tehakse ühe-realistena ja paigutatakse lindla põrandale seinte äärde.

Sablitsemiskast täidetakse peene liiva, puutuha ja dusti seguga. Selles segus lamades hävinevad kalkunitel ja kanadel nahaparasiidid (suleväivid).

Loksuvate kanade haudumisest võõrutamise puurid tehakse puidust ja koosnevad kahest ruumist. Kastil on tihe kaas ja võrgust põrand. Ühe kana kohta peab põrandapinda olema vähemalt 0,2 m². Puur asetatakse umbes 30 cm kõrgustele jalgadele.



Joon. 265. Kuiv- ja pehmesööda küna kanadele ja kalkunitele

Söödakünad. Kanade ja kalkunite söötmiseks kuiv- ja pehmesöötadega kasutatakse puitkünasid (joon. 265), mis paigutatakse vastavatele alustele 45—60 cm põrandast kõrgemale. Küna kohale asetatakse 3×3 cm ristlõikega latt, mis takistab kanadel ja kalkunitel künasse minekut ning sööda reostamist. Pruss peab tugedel vabalt pöörduma, et linnud ei saaks seda õrrena kasutada.

Et kuivsööt oleks kanadel vastavalt vajadusele igal ajal kättesaadav, kasutatakse automaatsöötjaid. Viimased valmistatakse puidust või metallist, ühe- või kahekorruselistena.

Kahekorruseline puidust automaatsöötja on toodud joonisel 266. Söötja riputatakse metalltõmmitsate abil lae-

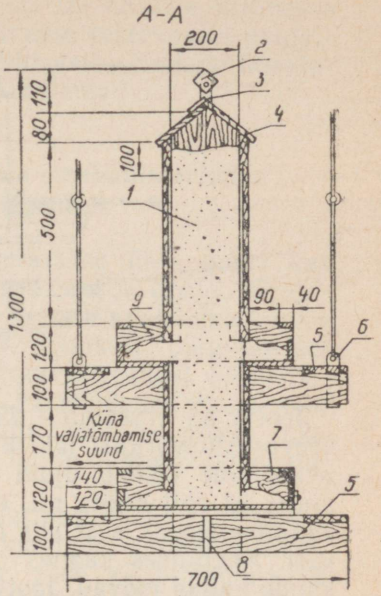
palkide külge põrandast 40 cm kõrgusele. Et valgus langeks söödale, asetatakse söötja otsad akende suunas. Kanad lendavad kahelt poolt söötja äärelaudadele ja nokivad sööta, mis läbi 5 cm laiuste pilude voolab punkrist künasse.

Pilud on tehtud kogu punkri pikkuses künade tasapinnale.

Alumisel mahavõetaval künal on üks kahest osast koosnev äär. Ääre ülemise osa kõrgus on 7 cm, alumise osa — 4,5 cm. Küna puhastamiseks haagitakse ääre ülemine osa lahti ja lastakse hingedel olla ning tõmmatakse siis küna vastassuunas välja.

Alumise küna põhi ja punkri seinad on tehtud vineerist, ülejäänud osad aga laudadest.

Üks automaatsöötja on arvestatud 40 kana üheaegseks söötmiseks ja võib teenindada 250—300 kana, kui täiendavaks söötmiseks pehmesöötadega kasutatakse tavalisi künasid.

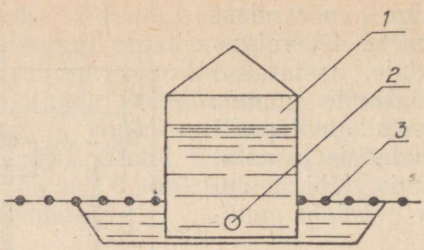


Joon. 266. Kahekorruseline rippuv automaatsöötja:

1 — punker kuivsöötadele; *2* — pöörlev liist ristlõikega 3×3 cm; *3* — metallplaat mõõtmetega 2,5×30×185 mm; *4* — kaane osa, mis võetakse maha punkri täitmisel kuivsöödaga; *5* — riputusvardad; *7* — alumine küna (mahavõetav, ühest küljest allalastava äärega); *8* — alumise küna tugi; *9* — ülemine küna

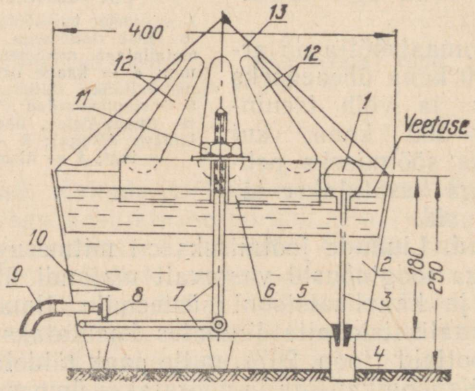
Jooginõud. Lindude jootmiseks on mitmesuguse konstruktsiooniga jooginõusid vastavalt majandi üldisele veevarustuse ja kanalisatsiooni süsteemile. Ilma veevarustuse ja kanalisatsioonita lindlates kasutatakse enamasti vaakuumjootjaid (joon. 267), mille paak täidetakse veega, kaetakse siis joogikausiga ja pööratakse ümber. Kuna rõhk paagis muutub vastavalt õhu juurdevoolule paaki vee väljavoolu avast, püsib veetase kausis automaatselt väljavooluava tasemel.

Veevarustusega ja kanalisatsiooniga lindlatesse paigutatakse läbivooluga automaatjootjad (joon. 268).



Joon. 267. Vaakuumjootja:
1 — veereservuaar; *2* — vee väljavoolu ava; *3* — joogikauss õrtega

Jootja on arvestatud 250 kanale. Vesi voolab jootjasse veevarustusvõrgust läbi kummivooliku *9* ja klapi *8*. Klapi avanemine oleneb ujuki *6* asendist. Ujuk tuleb piiraja mutri *22* abil seada nii, et läbi toru *3* voolaks veidi vett kanalisatsiooni, sest siis on jootjas alati puhas ja voolav vesi. Koonilises kaanes *13* on ovaalsed avad *12*, mille kaudu kanad joovad. Jootja korpus ja kaas on valmistatud lehtterasest.



Joon. 268. Kanade automaatjootja:
1 — rõngas; *2* — korpus; *3* — toru; *4* — vee äravoolu ava; *5* — kummikork; *6* — ujuk; *7* — hoob; *8* — klapid; *9* — kummivoolik veevarustusvõrguga ühendamiseks; *10* — sirm vee suunamiseks jootja pesemisel; *11* — piirdemutter; *12* — joogiavad; *13* — kaas

Moskva oblasti sovhoosis «Gorki II» antakse mitmesse automaatjootjasse vett läbi vastavasse reservuaari paigaldatud ujuk-klapi. Selline ehitus lihtsustab lindude hooldamist ja automaatjootjad on töökindlamad.

§ 130. Kanade hooldamistööde mehhaniseerimine puuriviisilisel pidamisel

Puuriviisilisel pidamisel paigutatakse ühte puuri kas üks munev kana või 5—6 kanast koosnev grupp. Grupiviisilisel paigutamisel peab igale linnule arvestama puuris vähemalt 0,1 m^2 põrandapinda, üksikult paigutamisel aga 0,15—0,16 m^2. Puurid valmistatakse puidust või metallist kolme- kuni viiekorruseliste patareidena. Puuri põhi tehakse metallvarbadest kallakuga esikülje poole, kusjuures väljaspool puuri on renn, millesse kogunevad puurist väljaveerevad munad.

Lihtsates mehhaniseerimata puuripatareides riputatakse esiküljele ukse ette sööda- ja jooginõud, sõnniku kogumiseks aga asetatakse põranda alla väljatõmmatavad plekkpannid. Jooginõud paigutatakse tavaliselt üks kahe kõrvutiasuva puuri jaoks.

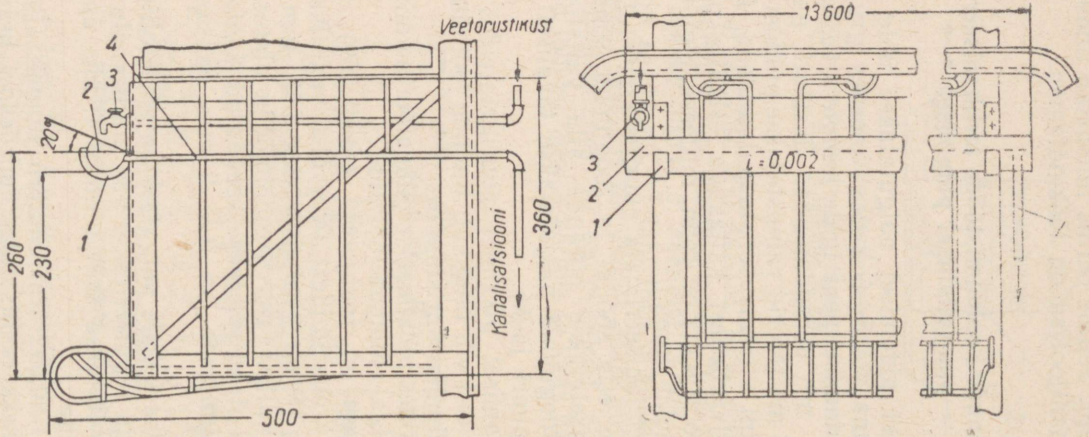
Kanade pidamisel pikkades puuripatareides mehhaniseeritakse osaliselt või täielikult lindude jootmine, söötade jagamine ja sõnniku koristamine.

Kanade puurides pidamiseks valmistatakse mitmesuguse konstruktsiooniga automaatjootjaid.

Kõige levinum on rennjootja (joon. 269), mis koosneb rennist, kronsteinidest, veevõtu ventiilkraanist ja äravoolutorust. Renn valmistatakse 50 mm läbimõõduga torust, millest osa $^1/_3$ läbimõõdu ulatuses on ära lõigatud. Küna otsad suletakse keevitatud seintega. Jooterenni võib valmistada ka 1,5—2 mm paksusest tsinkplekist.

Renni ühe otsa kohale paigutatakse pooletolline ventiilkraan *3*, millega reguleeritakse vee juurdevoolu jootjasse. Teise otsa keevitatakse äravoolutoru *4*, mis ühendatakse kanalisatsiooniga.

Renni kalle $i=0{,}002$ äravoolutoru suunas. Ühtlase veetaseme hoidmiseks rennis tuleb juurdevool kraanist *3* ja äravool torust *4* kooskõlastada. Ventiilkraan reguleeritakse selliselt, et äravoolutoru kaudu pidevalt veidi vett ära



Joon. 269. Lindude rennjootja üldvaade:
1 — kronstein; *2* — renn; *3* — ventiilkraan; *4* — äravoolutoru

voolaks, mistõttu vesi on rennis alati puhas ja värske. Renni pikkus on võrdne patarei pikkusega.

Rennjootjaid on mugav käsitseda ja nende monteerimiseks kulub suhteliselt vähe torusid. Kuid selliseid jootjaid on raske pesta ja äravoolutorud mõnikord ummistuvad.

Automaatjootjatega varustatud linnufarmide ööpäevase veekulu võib arvutada valemiga:

$$V_v = \frac{qtn}{k} \text{ l}, \qquad (116)$$

kus q — vee juurdevool ühe jootja kraanist või torust l/h;
t — vee juurdevoolu aeg automaatjootjasse h;
n — lindude arv farmis;
k — ühe automaatjootjaga teenindatavate lindude arv.

Kanade pidamisel patareides võib söötade jagamist ja sõnniku koristamist mehhaniseerida mitmel viisil. Allpool on kirjeldatud liikuvate automaatsöötjate ja sõnnikukraapide ehitust. Söötade jagamiseks on patareide peale monteeritud nurkterasest rööbastee, mida mööda liigub vanker.

Vankri mõlemale küljele on riputatud riiulid, millele iga korruse ette on asetatud söödakünad. Iga söödakünа teenindab viit puuri. Vanker koos riiulite ja söödakünadega liigub lõputu terastrossi veol piki patareisid perioodiliselt peatudes iga viie puuri ees 5 kuni 10 minutit. Pärast peatumist viimase puuride grupi ees veab tross vankri ilma vahepealsete peatusteta lähteasendisse tagasi ja kogu tsükkel kordub.

Tavaliselt söödetakse kanu 6 korda ööpäevas. Seega kulub söötmiseks kokku 60 minutit, mis on kanadele täiesti piisav.

Patareide otstugede külge on kinnitatud trosside juht- ja pingutusplokid, mis panevad liikuma söödakünade vankri või sõnniku koristamise kraabid. Patareide ette vastavale plaadile on paigaldatud vints, millel on kaks trumlit: üks vankri trossi ja teine kraapide trossi jaoks. Trumleid käitatakse vintsiplaadile paigaldatud elektrimootori abil. Trumlid ei saa üheaegselt pöörelda: kui pöörleb sõnniku kraapide trummel, siis söödavankri trummel seisab.

Kraapide ja söödavankrite liikumist juhitakse automaatselt mehhanismide ning vastavate juhtpuldile monteeritud elektriseadmete abil.

Söödavankri katkendlikku edasi-tagasi liikumist juhitakse aegrelee ja lõpplülitite abil.

Sõnnik koristatakse patareide üksikutelt korrustelt järgmiselt.

Igal korrusel on metallvarbadest põhja all plekist või paksust klaasist alus, mida mööda plokkidel liikuv tross veab kraapi. Lähteasendis on kraabid kõigil korrustel patareide keskel. Kui vints lülitatakse kraapide tööreţiimile, hakkab üks lõputu trossi haru kerima trumlile, teine aga trumlilt maha. Paarisarvuliste korruste sõnnikuruumis hakkavad kraabid liikuma ühes, paarituarvulistes aga teises suunas.

Kui kraabid on jõudnud patarei ääreni ja lükanud sõnniku kastidesse, lülitab relee reverseeriva lüliti abil elektrimootori vastupidisele pöörlemisele. Nüüd hakkavad kraabid liikuma vastassuunas kuni patareide teise ääreni, kus nad jällegi lükkavad sõnniku kastidesse, mootor aga hakkab esialgses suunas pöörlema. Kui kraabid on jõudnud patarei keskele, lülitab lõpplüliti elektrimootori välja.

Viiekorruselise puuripatarei söödavankri ja sõnnikukraabi ajami skeem on esitatud joonisel 270.

On ka puuripatareide konstruktsioone, kus sõnnikukraape käitatakse eri elektrimootori ja vintsi abil. Sõnnikut koristatakse patareist tavaliselt 2 kuni 3 korda ööpäevas.

Lindude mehhaniseeritud söötmise, jootmise ja sõnniku koristamise korral on kulutused kanade pidamiseks puuripatareides tunduvalt väiksemad kui mehhaniseerimata lindlates.

Krimmi oblasti sovhoosis «Južnõi» on konstrueeritud mehaaniline söödajagaja puurikanade söötmiseks. Seade täidab kuiv- ja pehmesöödaga viiekorruselise patarei esiküljele kinnitatud üldised söödakünad, kust kanad võivad vabalt igal ajal süüa.

Söödajagaja koosneb tigudest, viiest järjestikku paiknevast punkrist ja käiguosast. Söödajagaja liigub puuride ees rööbastel.

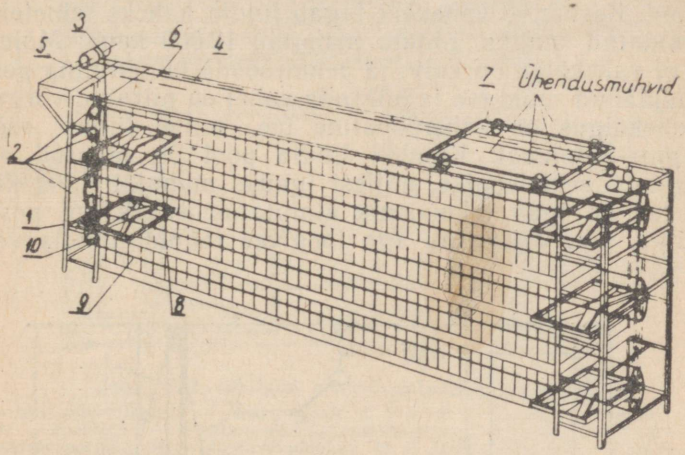
Lindude jootmiseks kasutatakse rennjootjaid.

Puuridevahelisel rööbasteel liigub sõnnikukoristusseade, mis peatub iga patarei kohal, tõmbab üheaegselt 10

sõnnikuplaati välja ja pühib neilt sõnniku kraapide abil kaldtransportöörile. Viimane viib sõnniku kärusse, seade aga lükkab sõnnikuplaadid tagasi puuridesse.

Niisuguse seadme kasutamisega suurenes töötootlikkus mitmekordselt.

Lindlate küte. Lindlaid, kus kanu peetakse põrandal, tavaliselt ei köeta. Niisugused lindlad ehitatakse soojapidavast materjalist, kus talvel temperatuur püsib 0° piires



Joon. 270. Söödakäru ja sõnnikukraapide ajami skeem viiekorruselisel patareil:
1 — patarei; *2* ja *10* — juht- ja pingutusplokid; *3* — vints; *4* ja *6* — käru trossid; *5* ja *9* — kraapide trossid; *7* — käru; *8* — kraabid

lindude endi poolt eritatud soojuse arvel. Kanade puuriviisilisel pidamisel tuleb lindlaid talvel kütta. Õhutemperatuur hoitakse neis täiskasvanud lindude korral 15—16°, tibude pidamisel aga 16—18°.

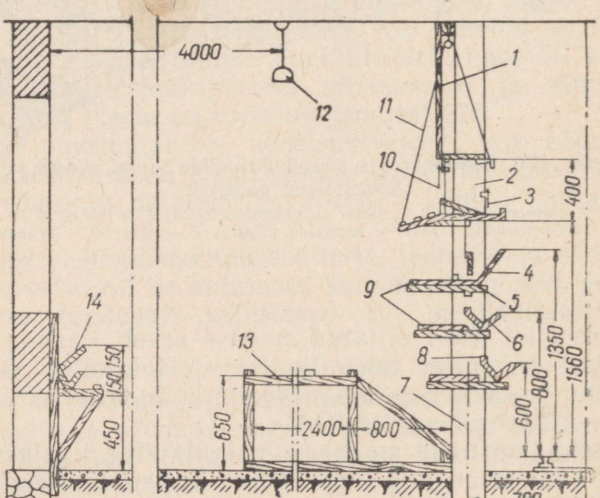
Ööseks, kui tibud magavad, paigutatakse tibulasse köetavad kunstemad, mis soojendavad ümbritseva õhu 24—30 kraadini. Kunstemad on statsionaarsed või teisaldatavad.

Statsionaarseid kunstemasid köetakse keskkütte süsteemist või ahjudest, mille lõõrid läbivad tibula. Teisaldatavad kunstemad on mitmesuguse konstruktsiooniga ja kohandatud teatud kütuseliigile. Viimasel ajal on laialt levinud elektrikunstemad.

§ 131. Automatiseeritud laiagabariidiline lindla

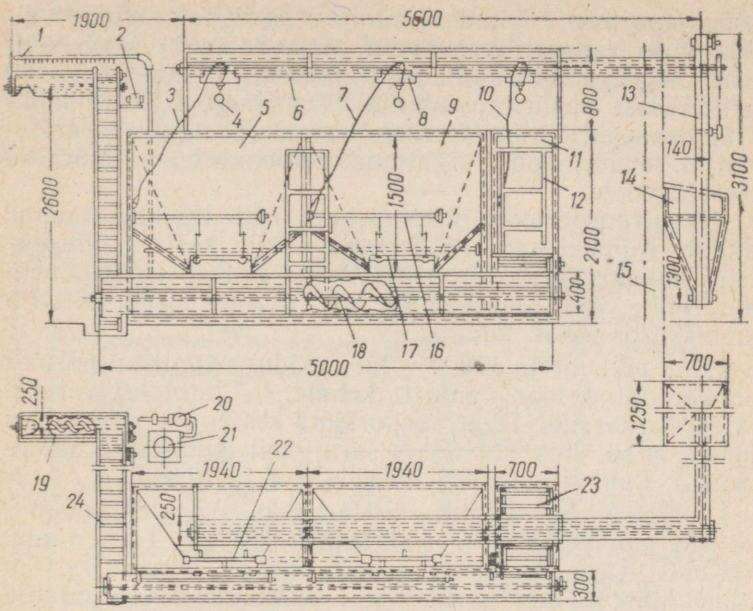
Krasnodari krai sovhoosis «Urupski» töötab edukalt inseneride V. Božkovi ja A. Vanajevi ettepanekute järgi ehitatud laiagabariidiline lindla, kus töömahukad protsessid on täielikult mehhaniseeritud ja mehhanismide juhtimine automatiseeritud.

Lindla kujutab endast 80×14×3 m hoonet koos abiruumidega. Seinad on laotud tellistest, põrandad asfalteeritud. Keskmine vahekäik jagab lindla kaheks teineteisest eraldatud saaliks. Lindla mahutab 12 000 kana. Mõlemal pool vahekäiku on kuiv- ja pehmesööda künad ning pesad. Ülejäänud ruum lae ja põranda vahel on piiratud võrguga. Vahekäigus on kaherööpaline tee, millel liigub söödajagaja-automaat. Kumbki lindla pool on jagatud omakorda 5 sektsiooniks, millest igaüks mahutab 1200 kana. Õrred on igas sektsioonis kinnitatud vahekäigu postide külge, piki välisseinu aga joogivee rennid. Lindla väl-



Joon. 271. Lindla vasaku poole lõige:

1 — puitvõre; *2* — pesa; *3* ja *10* — sirmid; *4* — kuivsöödakünа; *5* — kronsteinid; *6* — pehmesöötade künа; *7* — tugi; *8* — mahlakate söötade künа; *9* — riiulid, kus kanad söömise ajal seisavad; *11* — šarniirse riiuli tross; *12* — lamp ultraviolettkiirituseks; *13* — õrred; *14* — joogirenn



Joon. 272. Söötade ettevalmistamise agregaat:

1 — toru pihustitega; *2* — elektrimootor; *3, 7* ja *10* — trossid; *4* — raskus; *5, 9* ja *11* — punkrid; *6* — horisontaalne tigutransportöör; *8* — kaas; *12* — trepp; *13* — kraaptransportöör; *14* — vastuvõtupunker; *15* — lindla sein; *16* — mehhanism luugi avamise reguleerimiseks; *17* — luuk; *18* — segamistigu; *19* — niisutustigu; *20* — tsentrifugaalpump; *21* — veepaak; *22* — liigutaja; *23* — kett-liisttransportöör; *24* — lint-liisttransportöör

seintesse on iga sektsiooni osas tehtud neli luuki, kust kanad pääsevad uiteväljadele. Sõnnik koristatakse lindlast üks kord aastas sõnnikulaadijate ja isekallutajate abil.

Lindla vasaku poole lõige on näidatud joonisel 271.

Kõik töömahukad protsessid lindlas on automatiseeritud. Selleks on monteeritud viis automaatliini: söötade jagamiseks, munade kogumiseks, lindude kiiritamiseks, ruumi valgustamiseks ja jootmiseks.

Kõigi lindla mehhanismide automaatne sisselülitamine toimub juhtpuldilt, mis asub söödatsehhis. Juhtpult on varustatud kellamehhanismiga.

Söötade ettevalmistamise agregaat (joon. 272) koosneb mehhanismidest üksikute söödakomponentide laadimiseks, segamiseks, söötade niisutamiseks ja nende andmiseks

söödajagajasse. Söötade laadimine agregaati toimub väljast otse transpordivahendeilt, ilma hoonesse sisse sõitmata. Agregaadi laadimisseade koosneb 1 mm paksusest lehtterasest vastuvõtupunkrist *14* mahuga 0,5 m³, kaldkraaptransportöörist *13* ja horisontaalsest tigutransportöörist *6*. Punker on paigutatud betoonalusele kinnitatud terastugedele.

Kraaptransportööri ülemine haru käib tühjalt, alumine töötab. Kumbki haru on asetatud eraldi kesta. Transportööri kummist kraabid on kinnitatud rullketi igale kuuendale lülile. Keti samm on 38 mm. Kraaptransportööri liikumiskiirus 22 m minutis.

5,6 m pikkune ja 120 mm läbimõõduga tigutransportöör on kinnitatud söödapunkrite kohale, $^3/_4''$ torudest valmistatud karkassile. Tigutransportööri kestas on iga punkri kohal avad, mis suletakse šarniirselt kinnitatud luukidega *8*. Luugid avatakse trosside *3, 7* ja *10* abil.

Laadimismehhanismide käitamiseks on elektrimootor võimsusega 0,6 kW ja pöörlemiskiirusega 1440 p/min. Söötade ettevalmistamise agregaadis on ühise 4,6×1 m raami 45×45 mm nurkterasest püsttugedele paigutatud kolm punkrit. Punkrit *11* mahuga 0,6 m³ kasutatakse lihakondi- ja heinajahu või mineraalsöödasegude mahutamiseks. Punkrid *5* ja *9* mahuga 2,4 m³ on ette nähtud sõmeriku, valmis söödasegude ja terade paigutamiseks. Nendest punkritest juhitakse sööt segamisteosse *18*. Punkrist *11* viib sööda segistisse kett-liisttransportöör *23*; punkrist *5* ja *9* aga läheb sööt läbi luugi *17* liigutajate *22* abil.

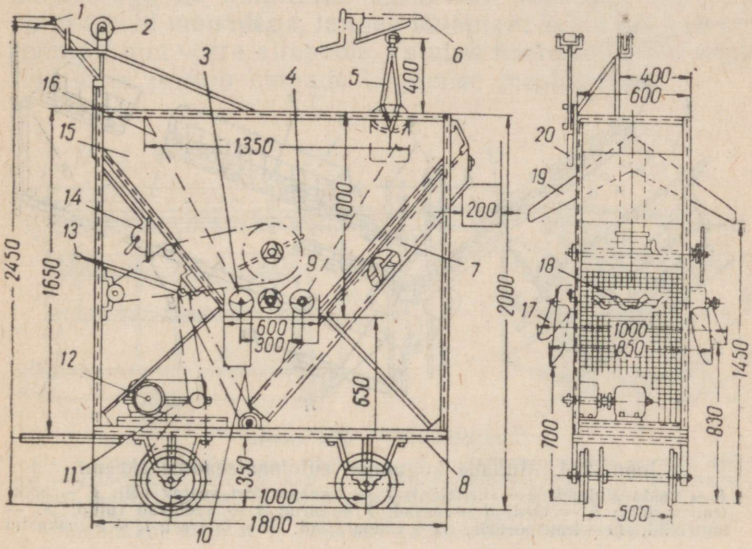
Segamistigu pöörleb kiirusega 6 p/min, liigutajad kiirusega 54 p/min. Teo paneb pöörlema 2,8 kW elektrimootor, mis paikneb punkrite all.

Segamisteolt liigub valmis sööt läbi väljumisava kaldliisttransportöörile *24*, mis viib selle niisutusteole *19*. Siin niisutatakse sööta veega, mis väljub torupihusti *1* viieteistkümnest 4 mm läbimõõduga avast. Toru-pihustisse antakse vett tsentrifugaalpumbaga *20* paagist 21, mille maht on 180 l. Vee taset paagis reguleeritakse ujukiga, juurdevoolu toru-pihustisse aga möödavooluklapiga.

Tigu ja lint-liisttransportöör käitatakse 0,6 kW elektrimootorilt *2*. Teo pöörlemiskiirus 75 p/min. Niisutusteolt liigub sööt (ükskõik, kas niisutatult või kuivalt) söödajagajasse.

Söödajagaja. Ratastel liikuvale nurkterasest raamile *8* (joon. 273) on monteeritud 0,5 m³ metallpunker *15*. Punkris on kaks alt šarniirselt kinnitatud kaldseina *16*, mis võimaldavad punkri mahtu muuta.

Niiskete söötade jagamine toimub kahe vastassuunalise keermega 180 mm läbimõõduga teo *18* abil. Sööt liigub



Joon. 273. Söödajagaja:

1 — hoob; *2* — rull; *3* — väljalaskeava; *4* ja *9* — liigutajad; *5* — kaheõlgne hoob-automaat; *6* — nupplüliti; *7* — terade tigu; *8* — raam; *10* — terade kopp; *11* — reduktor; *12* — elektrimootor; *13* — hoob ülekande sisselülitamiseks; *14* — vinnaklüliti; *15* — punker; *16* — punkri kaldseinad; *17* ja *19* — väljalaskerennid; *18* — horisontaalne tigu; *20* — vedru

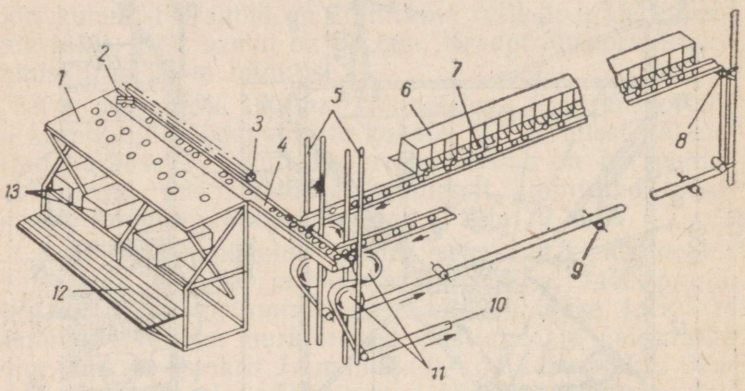
läbi väljumisavade *3* jaotustorudesse *17* ja sealt edasi isevoolu teel söödakünadesse.

Kuivsööt läbib punkri põhja 150—200 mm läbimõõduga ava põhjas olevasse koppa *10*.

Punkri põhja ava on varustatud spetsiaalse siibriga. Kopast *10* voolab sööt kaldteole ja juhitakse jaotustorusse *19*, kust see isevoolu teel liigub kuivsöötade söötjasse. Ühtlaseks söötade väljaandmiseks punkrist on liigutajad *4* ja *9*. Söödajagaja töötab automaatselt.

Lindla vahekäigu mõlemas otsas on lakke paigutatud nupplülitid *6*, söödajagaja punkri vasakule küljele aga on kinnitatud kaheõlgne rulliga hoob *5*.

Kui rull surub nupplülitile, hakkab söödajagaja tööle. Söödajagajat võib käivitada ka vinnaklüliti *14* abil, mis on vooluvõrguga ühendatud kaabli kaudu. Kaabel keritakse



Joon. 274. Munade kogumise automaatseadme skeem:
1 — vastuvõtulaud; *2* — heiteliist; *3* — transportööri veetav võll; *4* — põiktransportöör; *5* — toed; *6* — pesad; *7* — sirm; *8* — veetavad rullid; *9* — tugirullid; *10* — transportöör; *11* — rihmarattad; *12* — jalarest; *13* — munakastid

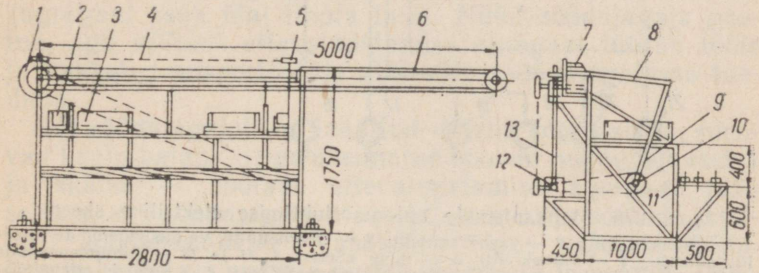
lahti seadmega, mis koosneb hoovast *1* ja rullist *2*. Hoovaga *13* lülitatakse sisse teod, mis annavad ette kuiva ja niisutatud sööta. Söödajagaja mehhanismide käitamiseks on 2,8 kW elektrimootor koos reduktoriga.

Munade kogumise automatiseeritud liin. Munade kogumiseks ning transportimiseks sorteerimis- ja pakkimistsehhi on lindla vahekäigu mõlemale küljele pesapõhjade kõrgusele monteeritud kaks puitkestadega linttransportööri *10* (joon. 274). Munad veerevad mööda pesa kaldpõhja pikitransportöörile, mis viib need põiktransportöörile *4* ja viimane omakorda sorteerimis- ja pakkimistsehhi vastuvõtulaua juurde. Transportööri liikumiskiirus on 1,3 m/min. Munad lükkab põiktransportöö-

rilt vastuvõtulauale heiteliist *2*, mis paikneb põiktransportööri suhtes 45° nurga all. Heiteliist liigub põiktransportöörile vastu kiirusega 1,6 m minutis.

Vastuvõtulaud (joon. 275) mahutab 900 muna. Äärtega varustatud lauaplaadi mõõtmed on 2,8×1 m. Nii plaat kui ka ääred on kaetud kummiga.

Lauaplaat toetub ühest küljest kahele kepsule *9*, teisest küljest aga on kinnitatud šarniirselt tugedele. Kui laud on täitunud munadega, langeb lauaplaat kepsumehhanismi toimel 3 mm võrra allapoole, vajutab hoobade kaudu nupplülitile ja peatab munade kogumise mehhanismi.



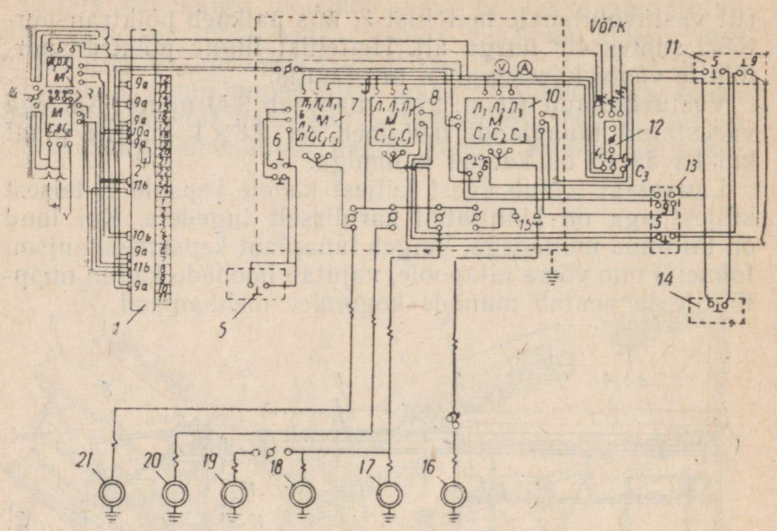
Joon. 275. Vastuvõtulaud:

1 — põiktransportööri vedav rihmaratas; *2* — mittestandardsete munade kast; *3* — standardsete munade kast; *4* — heitemehhanismi kett; *5* — heitemehhanismi vedav tähtratas; *6* — põiktransportöör; *7* — heiteliist; *8* — lauaplaat; *9* — kepp; *10* — lauaplaadi ajamivõll; *11* — jalarest; *12* — kooniliste hammasrataste karp; *13* — kooniliste hammasrataste karbi vertikaalvõll

Kepsude ja lauaplaadi ajamivõlli *10* abil pannakse vastuvõtulaud horisontaaltasapinnas liikuma kiirusega 5 võnget minutis, tõstes ja langetades teda samaaegselt 10° võrra. Sellega paigutatakse munad lauale ühtlaselt. Laua keskmises osas on väljatõmmatavad raamid mõõdetega 1,2×0,7 m, millele asetatakse standardsete ja mittestandardsete munade pakkimiseks kastid *2* ja *3*.

Heitemehhanism kujutab endast lõputut ketti, millele on kronsteinide abil šarniirselt kinnitatud 6 mm paksused kummist heiteliistud *7*. Kett pannakse liikuma ketiratta abil, mis on kinnitatud koonushammasrataste karbi püstvõlli otsa. Mune sorteerib ja pakib üks inimene.

Lindla mehhanismide automaatjuhtimise skeem on toodud joonisel 276.



Joon. 276. Mehhanismide automaatjuhtimise elektriline skeem:

1 — automaatlüliti; *2* — šarniirkontakt; *3* — magnetlüliti valgustuslampide sisselülitamiseks; *4* — vinnaklüliti; *5* — nupp «Seis»; *6*, *11* ja *13* — juhtimisnuppude plokk; *7* — munade kogumise mehhanismi magnetkäiviti; *8* — söötade ettevalmistamise agregaadi magnetkäiviti; *9* — nupp «Käik»; *10* — söödajagaja reversiivne magnetkäiviti; *12* — peavinnaklüliti; *14* — nupp «Seis»; *15* — pistikupesa; *16* — söödajagaja elektrimootor; *17* — söötade ettevalmistamise agregaadi elektrimootor; *18* — söödajagaja laadimismehhanismi elektrimootor; *19* — veepumba elektrimootor; *20* — söötade ettevalmistamise agregaadi laadimismehhanismi elektrimootor; *21* — munade kogumise mehhanismi elektrimootor

Juhtpult ja lülitusmehhanism on ühendatud elektrivõrguga vinnaklüliti *12* kaudu. Juhtpuldile on monteeritud sööda ettevalmistusagregaadi magnetkäiviti *8*, söödajagaja reverseeriv magnetkäiviti *10*, munade kogumise mehhanismi magnetkäiviti *7* ja kaks 220 V magnetkäivitit *3* valgustite lülitamiseks. Automaatlülituse kapis *1* on vertikaalseinal kümme lahtiste kontaktidega rosetti. Rosetid *a* on söödajagaja sisselülitamiseks, rosetid *b* — lindude ultravioletsete kiirtega kiiritamise lampide ning lindla valgustuse sisselülitamiseks ning rosetid *c* — ultravioletlampide ja lindla valgustuse väljalülitamiseks.

Rosettide kontaktid puutuvad kokku šarniirse kontaktiga *2*, mis on monteeritud kellamehhanismi liikuva pommi külge. Automaatlülituse kapi vasakul küljel paikneb kellaajegade skaala, mille järgi määratakse kontakti *2* liikumine

vastavalt ööpäevasele tööplaanile. Rosettide lahtiste kontaktide kokkupuutumisel šarniirse kontaktiga *2* hakkavad järjekorras tööle magnetkäivitid, mis lülitavad sisse vastavate agregaatide elektrimootorid.

Niiskete söötade jagamine toimub järgmiselt: määratud ajal enne lindude söötmist ühendub liikuv šarniirne kontakt *2* rosettide *a* kontaktidega, hakkab tööle reverseeriv magnetkäiviti *10* ja lülitab sisse söödajagaja elektrimootori. Söödajagaja hakkab liikuma mööda keskmist käiku, ja jõudnud söötade ettevalmistamise agregaadi väljalaadimismehhanismi all paiknevale kaalule, vajutab kilbil *11* oma magnetkäiviti nupule «seis» *5* ning söötade ettevalmistamise agregaadi magnetkäiviti nupule «käik» *9*, (agregaat asub ülal lindla lael). Nüüd söödajagaja peatub, aga söötade ettevalmistamise agregaat lülitub tööle ja hakkab transportööride abil sööta söödajagajasse laadima.

Kui söödajagajale on laaditud vajalik kogus sööta, suruvad kaalu balanssiiriga ühendatud hoovad nuppudele «seis» ja «käik» — söötade ettevalmistamise agregaat jääb seisma, aga söödajagaja alustab liikumist ja söötade jagamist söödakünadesse. Vahekäigu lõpus vajutab söödajagaja hoob laes asuvale nupule «stop» *14* ja peatub. Tsüklid korduvad vastavalt ettenähtud päevaplaanile ja seatud märkidele automaatlülituse kellamehhanismi skaalal.

Mehhanisme võib tööle lülitada peale magnetkäivitite ka dubleerivate pakettlülititega. Niiskete ja kuivade söötade laadimine söödajagajasse kestab 4—6 minutit, väljalaadimine — 4 minutit. Lindude ultraviolettkiirituse ja ruumi valgustuse sisse- ja väljalülitamine toimub samuti automaatselt. Igasse sektsiooni on kiirituseks ja valgustuseks riputatud kaks lampi margiga ЭУВ-30 ja kaks tavalist 75 W lampi.

Tootmisprotsesside mehhaniseerimine lindlas võimaldas ühel mehhanisaatoril hooldada 12 000 kana. Laiagabariidilise automatiseeritud lindla kasutamine sovhoosis alandas tunduvalt munade ja linnuliha omahinda.

Väljavõte tehnoloogilisest kaardist 200 lehmakohaga vabalauda kompleksseks mehhaniseerimiseks lauda- ja karjatamisperioodil (Voroneži oblasti Novaja Usmani rajooni Kirovi-nimeline kolhoos)

Keskmine väljalüps lehma kohta 3000 kg. Lüpsikordade arv päevas — 3.

Jrk. nr.	Tootmisprotsessi nimetus	Töömaht ööpäevas tonni	Töö-päevade arv aastas	Töömaht aastas tonni	Masinate nimetus ja arv	Tunni-tootlikkus tonni	Teenindava personali arv ühe masina kohta	Aastane töökulu inim-tundi
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ehituslik osa	—	—	—	Individuaalprojekti järgi	—	—	—
2	Loomade jootmine	20	210	4 200	Veevärk ja grupi-automaat-jootjad 2 tk.	—	—	—
3	Koresöötade peenestamine ja juurdevedu	1	210	210	Põhu-silolõikaja РСБ-0,6 1 tk.	1	3	474
4	Ettevalmistatud koresööda jagamine konteinerites	2	210	420	Traktor ДТ-54 1 tk., vanker 1 tk., konteinereid 10 tk.	—	2	420
5	Juurvilja kohalevedu	2	180	360	Traktor МТЗ, ПГ-0,5, vanker ПТС-3,5 1 tk.	—	2	360
6	Juurvilja ettevalmistamine ja jagamine	2	180	360	Juurviljalõikaja ja juurviljapesija	2	2	360
7	Koresöötade kohalevedu	2	210	420	Traktor МТЗ, laadija ПГ-0,5, vanker ПТС-3,5	2	2	420
8	Silo väljavõtmine ja juurdevedu konteinerites	8	210	1 680	Sama	4	2	840
9	Lehmade lüps	—	365	—	Lüpsiseade ПДУ-1 1 tk.	100	6	11 400

10	Piima transport piimatööstusse	1,6	365	600	Veoauto ГАЗ-51 1 tk.	—	2	3 650
11	Piimanõude pesemine ja aurutamine	—	365	—	Piimanõude aurutaja ja vann 1 komplekt	—	—	1 100
12	Piimanõude vedu	—	365	—	Käsikärud 4 tk.	—	—	600
13	Lehmade puhastamine	—	365	—	—	—	4	1 600
14	Lehmade valvamine ajal, mil põhitöötajaid ei ole kohal	—	210	—	—	—	2	3 360
15	Lehmade karjatamine	—	155	—	Elektrikarjus 2 kompl.	—	2	3 200
16	Jalutusõuede puhastamine sõnnikust	—	20	—	Buldooser Д-159 1 tk.	—	1	60
17	Sõnniku koristamine laudast ja väljavedu	40	32	1 280	Traktor МТЗ, ПГ-0,5, ПТЗ-3,5	4	1	320
18	Haljassööda niitmine	6	155	930	Traktor «Belaruss», kombain СК-2,6, vanker ПТС-3,5	1,5	1	620
19	Haljassööda juurdevedu	6	155	930	Traktor «Belaruss», vankrid ПТС-3.5	3	1	310
20	Vee vedamine karjamaale	9	155	930	Traktor «Belaruss», liikuvad automaatjootjad	—	1	465
21	Masinate ja seadmete hooldamine	—	365	—	—	—	—	600
							Kokku	30 159

Väljavõte tehnoloogilisest kaardist 200 lehmakohaga puhaslauda kompleksseks mehhaniseerimiseks lauda- ja karjatamisperioodil (Voroneži oblasti Novaja Usmani rajooni Kirovi-nimeline kolhoos)

Keskmine väljalüps lehma kohta 3000 kg. Lüpsikordade arv päevas — 3.

Jrk. nr.	Tootmisprotsessi nimetus	Töömaht ööpäevas tonni	Töö-päevade arv aastas	Töömaht aastas tonni	Masinate nimetus ja arv	Vajalik võimsus	Tunni-tootlikkus tonni	Teenindava personali arv ühe masina kohta	Aastane tööku-lu inim-tundi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Loomade jootmine	20	210	4 200	Veevärk automaatjootjatega, torustikku 600 j.m Automaatjootjad ПА-1 104 tk.	—	—	—	—
2	Koresöötade peenestamine	1	210	210	Põhu-silolõikaja РСБ-0,6 — 1 tk.	7	1	3	264
3	Söötade jagamine hoone sees	12	210	2 520	Ripraudtee, elektrimootorid 3 tk., konteinereid 20 tk., rööpaid 300 j. m	6	—	4	1 680
4	Silo väljavõtmine transeest	8	210	1 680	Traktor МТЗ universaallaadijaga ПГ-0,5 1 tk., vanker ПТС-3,5 1 tk., konteinereid 20 tk.	54 hj.	8	2	420
5	Sõnniku koristamine laudast	6	210	1 260	Kraaptransportöör ТСГУ-2 ja ТН-0,3 2 komplekti	4,5	3	2 inim. 2,5 t. päevas	2 100

6	Lehmade lüps	—	365	—	Lüpsiseade УДС-1 2 komplekti	5,6	100 lehma	8	15 184
7	Piima transport piimatööstusse	1,6	365	600	Veoauto ГАЗ-51 1 tk.	70 hj.	—	1	1 045
8	Piimanõude pesemine ja aurutamine	—	365	—	Piimanõude aurutaja 1 tk., vann 1 tk.	—	—	—	1 100
9	Piimanõude vedu	—	—	—	Käsikäru 4 tk.	—	—	—	600
10	Lehmade lõastamine	—	210	—	Kettlõad grupiviisilise vabastamise seadmega (200 tk.)	—	—	—	732
11	Lehmade puhastamine	—	365	—	—	—	—	4	3 200
12	Lehmade karjatamine	—	155	—	Elektrikarjus 2 komplekti	—	—	4	3 200
13	Allapanu juurdevedu ja laotamine, loomade valvamine	—	210	—	—	—	—	—	4 160
14	Masinate tehniline hooldamine	—	365	—	—	—	—	—	800
15	Silo juurdevedu ja mahalaadimine	8	210	1 680	Traktor МТЗ universaallaadijaga ПГ-0.5 1 tk., vanker ПТС-3,5 1 tk., konteinereid 20 tk.	54 hj.	—	2	420
16	Koresöötade farmisisene juurdevedu ja mahalaadimine	2	210	420	Sama	54 hj.	2	2	420

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17	Juurviljade kohalevedu ja mahalaadimine	2	180	360	Sama	54 hj.	4	2	180
18	Juurviljade ettevalmistamine	2	180	360	Juurviljapesija 1 tk., juurviljalõikaja 1 tk., konteinereid 20 tk., vanker 1 tk., elektrimootoreid 2 tk., juurviljatransportöör 1 tk.	4	2	1	180
19	Sõnniku vedu laudast sõnnikuhoidlasse	6	210	1 260	Traktor ДТ-54 1 tk., vanker ПТС-3,5 1 tk.	54 hj.	3	1	420
20	Haljassööda niitmine	6	155	930	Traktor «Belaruss» 1 tk., kombain СК-2,6 1 tk., vanker ПТС-3,5 2 tk.	37 hj.	1,5	2	1 240
21	Haljasmassi kohalevedu ja mahalaadimine	6	155	930	Traktor «Belaruss», vanker ПТС-3,5 2 tk.	37 hj.	3	2	620
22	Vee vedu karjamaale	9	155	1 395	Traktor «Belaruss» 1 tk., liikuvad automaatjootjad ПА-1 2 komplekti	37 hj.	3	1	465
								Kokku	36 730

SISUKORD

Sissejuhatus 3

Kompleksne mehhaniseerimine ja uued tehnoloogilised võtted loomakasvatuses 3

I osa

LOOMAKASVATUSFARMIDE ÜLDEHITUS JA SEADMED

I peatükk. **Loomakasvatusfarmide klassifikatsioon, koosseis ja paigutus** 9

§ 1. Loomakasvatusfarmide tüübid 9
§ 2. Veiselaudad 10
§ 3. Sigalad ja lambalaudad 15
§ 4. Sanitaar- ja zootehnilised nõuded loomakasvatushoonetele 18
§ 5. Ehitiste paigutus farmis 19

II peatükk. **Loomakasvatushoonete ventilatsiooni- ja küttesead med** 23

§ 6. Loomakasvatushoonete ventilatsioonile ja küttele esitatavad sanitaar- ja zootehnilised nõuded 23
§ 7. Loomapidamisruumide õhuvahetuse arvutus 25
§ 8. Loomuliku tõmbega ventilatsiooniseadmed 26
§ 9. Mehaanilise tõmbega ventilatsiooniseadmed 30
§ 10. Köetavate ruumide soojuskao arvutamine 38
§ 11. Küttesüsteemide ehitus ja klassifikatsioon 41
§ 12. Ahjuküttе ehitus ja elementaararvutus 43
§ 13. Loomuliku tsirkulatsiooniga vesikeskküttе ehitus ja elementaararvutus 46
§ 14. Sundtsirkulatsiooniga vesikeskküttе ehitus ja elementaararvutus 51
§ 15. Auruküttе- ja auru-vesiküttesüsteemid 52
§ 16. Keskküttekatlad ja aurujõuseadmed 54

III peatükk. **Loomakasvatusfarmide sisemine ehitus** 55

§ 17. Loomapidamisruumide sisustus 55
§ 18. Automaatjootjad 61

II osa

LOOMAKASVATUSFARMIDE JA KARJAMAADE VEEVARUSTUSE MEHHANISEERIMINE

IV peatükk. **Veevajaduse määramine** 67

§ 19. Loomakasvatusfarmide ja asulate veevarustuse üldskeemid 67
§ 20. Farmide ja karjamaade veetarbimisnormid 69
§ 21. Ööpäevase ja tunnise veekulu määramine 71
§ 22. Survereservuaaride mahu ja veetõsteseadmete tootlikkuse arvutamine 72

V peatükk. **Veevarustusallikad ja veehaardeseadmed** . . . 78

§ 23. Vesi ja tema kvaliteet 78
§ 24. Vee puhastamine ja desinfitseerimine 80
§ 25. Veevarustusallikad 82
§ 26. Veevarustusallika valik 84
§ 27. Lahtiste allikate veehaardeseadmed 85
§ 28. Maa-aluste vete haardeseadmed 87
§ 29. Veehaardeseadmete ehitamine 92

VI peatükk. **Veepumpamise seadmed** 95

§ 30. Veepumpamise seadmete klassifikatsioon 95
§ 31. Kolbpumbad 96
§ 32. Tsentrifugaal- ja keerispumbad 97
§ 33. Süvistatud arteesia-tsentrifugaalpumbad 105
§ 34. Õhktõstukid ja jugapumbad 107
§ 35. Veetõstukid 111
§ 36. Vesioinad 113
§ 37. Tuulemootori valik veetõstemasinate käitamiseks 116

VII peatükk. **Veesurveehitised** 122

§ 38. Veetornid ja -reservuaarid 122
§ 39. Automaatpumbajaamad 125

VIII peatükk. **Veevarustusvõrgud ja veevõtuseadmed** . . . 129

§ 40. Veevarustuvõrgud ja nende arvutus 129
§ 41. Torud ja nende ühendamine 134
§ 42. Veevärgi-armatuur 141
§ 43. Veevõtusambad (ventiilkaevud) 141
§ 44. Karjamaade veevarustuse organiseerimine 143

IX peatükk. **Veevarustusseadmete montaaž ja ekspluatatsioon** 147

§ 45. Välis- ja siseveevarustusvõrkude rajamine ning seadmete montaaž 147
§ 46. Veevarustusseadmete remont ja ekspluatatsioon 152
§ 47. Pumbamajade automaatjuhtimine 154
§ 48. Ohutustehnika 159

III osa

SÖÖTADE TÖÖTLEMISE MEHHANISEERIMINE

X peatükk. **Söötade töötlemise ja tehnoloogiliste protsesside skeemid** 160

§ 49. Söödad ja nende klassifikatsioon 160
§ 50. Koresöötade ettevalmistamine söötmiseks 161
§ 51. Juur- ja mugulvilja ettevalmistamine söötmiseks . . . 166
§ 52. Jõusööda ettevalmistamine söötmiseks 166
§ 53. Toiduainete tööstuse jäätmete ettevalmistamine söötmiseks 168
§ 54. Söötade töötlemise masinad ja nende klassifikatsioon . . . 169

XI peatükk. **Silosöötade töötlemine ja silohoidlad** 170

§ 55. Söötade sileerimise olemus ja tähtsus 170
§ 56. Silo valmistamise mehhaniseerimine 171
§ 57. Silohoidlad 173

XII peatükk. **Haljasmassi, koresööda ning juur- ja mugulvilja lõikamise masinad ja mehhanismid** 177

§ 58. Haljasmassi ja koresööda lõikamise masinate klassifikatsioon ja tehnoloogilised nõuded 177
§ 59. Haljasmassi ja koresööda lõikamise masinate tööprotsess 178
§ 60. Haljasmassi ja koresööda lõikamise masinate ehitus ja ekspluatatsioon 183
§ 61. Juur- ja mugulvilja lõikamise masinad 191
§ 62. Juur- ja mugulvilja pesemise masinad 194

XIII peatükk. **Söötade peenestamise masinad** 198

§ 63. Produkti peenestamise teooria alused ja jahvatuskvaliteedi hindamine 198
§ 64. Söötade peenestamise masinate klassifikatsioon 201
§ 65. Vasarpurustajate tööprotsess 202
§ 66. Vasarpurustajate ehitus ja ekspluatatsioon 205
§ 67. Universaalsed söödapurustajad 211

XIV peatükk. **Söötade keetmise, aurutamise ja segamise masinad** 214

§ 68. Söötade termilise töötlemise seadmed 214
§ 69. Aurukatlad ja veesoojendid 217
§ 70. Söötade termiliseks töötlemiseks vajaliku auru- ja kütusekulu määramine 224
§ 71. Söötade pudrustamise ja segamise masinad 227

XV peatükk. **Söödatöötlemistsehhide ja -osakondade ehitus** . 231

§ 72. Söötade töötlemise organiseerimine ja meetodid 231
§ 73. Söötade ettevalmistamise agregaadid 233
§ 74. Söödatöötlemistsehhide ja -osakondade projekteerimise alused 237
§ 75. Väikegabariidiline kombineeritud sööda tehas MUKZ-35 ja automatiseeritud söödatsehh 244

XVI peatükk. **Söötade töötlemise masinate montaaž ja ekspluatatsioon** 250
§ 76. Vundamentide ehitamine ja masinate montaaž 250
§ 77. Montaažitööde organiseerimine ja söötade töötlemise masinate ekspluatatsioon 252
§ 78. Ohutustehnika 254

IV osa

FARMISISESE TRANSPORDI MEHHANISEERIMINE

XVII peatükk. **Loomakasvatusfarmide veoste ringluse arvutus ja transpordivahendite valik** 255
§ 79. Veoste liigid ja nende iseloomustus 255
§ 80. Loomakasvatusfarmi veoste ringluse arvutus 256
§ 81. Transpordivahendid ja nende kasutamisalad 258

XVIII peatükk. **Ripp- ja maapealsed rööbasteed** 258
§ 82. Üheröövõpalised rippteed 258
§ 83. Maapealsed kitsaröövõpmelised raudteed 264

XIX peatükk. **Rööbasteta transport** 265
§ 84. Väikesevõimsuselised traktorid 265
§ 85. Autolaadijad 265
§ 86. Söödajagajad ja -laadijad 267
§ 87. Käsikärud ja -vankrid 273
§ 88. Transpordiühikute hulga määramine 276

XX peatükk. **Isevoolu-transpordiseadmed, transportöörid ja elevaatorid** 278
§ 89. Isevoolu-transpordiseadmed 278
§ 90. Linttransportöörid, nende ehitus ja elementaararvutus . . 281
§ 91. Koppelevaatorid, nende ehitus ja elementaararvutus . . . 283
§ 92. Kraaptransportöörid, nende ehitus ja elementaararvutus 289
§ 93. Kühveltõstukid, nende ehitus ja elementaararvutus . . . 291
§ 94. Tigutransportöörid, nende ehitus ja elementaararvutus . . 292
§ 95. Pneumaatilised transportöörid, nende ehitus ja elementaararvutus 294

XXI peatükk. **Sõnniku koristamise mehhaniseerimine** . . . 299
§ 96. Kõisskreeperid, kraaptransportöörid ja muud sõnniku koristamise vahendid 299
§ 97. Mehhaniseeritud sõnnikuhoidlad ja virtsakaevud 309
§ 98. Ohutustehnika 313

V osa

LEHMADE LÜPSMISE JA PIIMA ESMASE TÖÖTLEMISE MEHHANISEERIMINE

XXII peatükk. **Lüpsiseadmete ehitus ja töötamine** 315
§ 99. Lüpsiprotsess ja füsioloogilised nõuded 315
§ 100. Pulsaatorite ja kollektorite ehitus ning töötamine 317
§ 101. Lüpsiseadme ДА-3 ehitus ja töötamine 321
§ 102. Moderniseeritud lüpsiagregaat ДА-3М 331

§ 103. Lüpsiaparaat ДПР-2 «Riga» 336
§ 104. Lüpsiseadme montaaž 342
§ 105. Lüpsiseadme hooldamine ja kasutamine 344

XXIII peatükk. **Masinalüpsi organiseerimine** 346
§ 106. Lüpsiruumid ja -platsid 346
§ 107. Lehmade lüpsmine farmides lõaspidamisel 356
§ 108. Lehmade lüpsmine karjamaal 359
§ 109. Lehmade lüpsmise ja piima transportimise automatiseerimine loomakasvatusfarmis 373
§ 110. Ohutustehnika 379

XXIV peatükk. **Piima esmase töötlemise mehhaniseerimine** 380
§ 111. Piima esmase töötlemise tähtsus ja tehnoloogia . . . 380
§ 112. Piimajahutid ja nende kasutamine 382
§ 113. Piima-vaakuumpumbad 387
§ 114. Külmutusseadmed 390
§ 115. Veesoojenduskastid ja pastörisaatorid 394
§ 116. Piimaseparaatorid 399
§ 117. Võimasinad 404
§ 118. Piima tsentrifugaalpuhastamise ja jahutamise agregaat OXM-500 406

VI osa

LAMBAPÜGAMISE MEHHANISEERIMINE

XXV peatükk. **Lambapügamise seadmed** 411
§ 119. Lammaste masinaga pügamise tähtsus 411
§ 120. Pügamismasinate ehitus ja töötamine 412
§ 121. Pügamismasinate elektriline ja mehaaniline ajam 416
§ 122. Teritusaparaatide ehitus ja töötamine 418

XXVI peatükk. **Pügamisagregaatide elektrijaamad ja elektrivõrk** 419
§ 123. Pügamisagregaatide liikuvad elektrijaamad 419
§ 124. Jõu- ja valgustusvõrk 422

XXVII peatükk. **Mehhaniseeritud lambapügamise organiseerimine ja seadmete montaaž** 424
§ 125. Pügamispunkti seadmed ja nende paigutus 424
§ 126. Töö organiseerimine pügamispunktis ja lammaste pügamise võtted 428
§ 127. Pügamispunkti seadmete tehniline hooldamine . . . 430
§ 128. Ohutustehnika 432

VII osa

LINNUFARMIDE MEHHANISEERIMINE

XXVIII peatükk. **Linnufarmide sisustus** 434
§ 129. Lindlad ja nende sisustus 434
§ 130. Kanade hooldamistööde mehhaniseerimine puuriviisilisel pidamisel 441
§ 131. Automatiseeritud laiagabariidiline lindla 446
Lisad 454

Балыбердин Григорий Яковлевич
Мальгин Андрей Дмитриевич
МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ
Москва. Сельхозиздат. 1962
На эстонском языке
Оформление В. Варе
Эстонское Государственное Издательство
Таллин. Пярнуское шоссе. 16

Toimetaja A. Ora
Kunstiline toimetaja R. Tungla
Tehniline toimetaja K. Timmer
Korrektorid L. Golberg ja E. Vaabel

Ladumisele antud 3. VIII 1963. Trükkimisele antud 2. XI 1963. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 29. Tingtrükipoogna.d 23,78. Arvestuspoognaid 24,77. Trükiarv 2500. Tell. nr. 2664. Trükikoda «Ühiselu», Tallinn, Pikk 40/42.

Hind 84 kop.

4—2

84 kop.

A
25571

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00430938 3