

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

Купреенко А.И., Исаев С.Х., Исаев Х.М., Гапонова В.Е.

Машины и оборудование в животноводстве

Раздел: Механизация технологических процессов
в животноводстве

Учебно-методическое пособие
для бакалавров направление подготовки
35.03.06 Агроинженерия

Брянская область, 2022

УДК 631.3:636 (07)

ББК 40.729:45/46

М 38

Машины и оборудование в животноводстве. Раздел: Механизация технологических процессов в животноводстве: учебно-методическое пособие для бакалавров направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия / А. И. Купреенко, С. Х. Исаев, Х. М. Исаев, В. Е. Гапонова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. – 98 с.

Учебно-методическое пособие по дисциплине «Машины и оборудование в животноводстве» составлено в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначено для бакалавров направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия. Учебно-методическое пособие содержит теоретический материал по основным вопросам дисциплины «Машины и оборудование в животноводстве». Направлено на формирование у бакалавров знаний современных технических систем в животноводстве, отечественных и зарубежных производителей, особенностей расчета и эксплуатации, а также умений осуществлять его профессиональную эксплуатацию с поддержанием оптимальных режимов.

Рецензент: Е.И. Слезко – к.б.н., доцент кафедры технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, протокол №2 от 28 октября 2022 года.

© Брянский ГАУ, 2022

© Купреенко А.И., 2022

© Исаев С.Х., 2022

© Исаев Х.М., 2022

© Гапонова В.Е., 2022

Содержание

	Введение	4
Тема 10	Механизация создания и поддержания микроклимата в животноводческом помещении	5
10.1	Понятие о микроклимате	5
10.2	Параметры микроклимата	5
10.3	Особенности регулирования микроклимата	6
10.4	Расчет вентиляции и отопления	6
10.5	Расчет естественного освещения	10
10.6	Методика технологического проектирования системы микроклимата	10
Тема 11	Механизированное водоснабжение ферм	11
11.1	Схемы механизированного водоснабжения	11
11.2	Классификация водоподъемного оборудования	14
11.3	Оборудование для поения животных	15
Тема 12	Механизация уборки, удаления, транспортировки и переработки навоза	18
12.1	Классификация способов и средств механизации уборки навоза	18
12.2	Расчет основные параметров навозоуборочных средств	21
12.3	Автоматизация навозоуборочных средств	22
12.4	Способы обработки и утилизации навоза	23
Тема 13	Механизация стрижки и купания овец	26
13.1	Оборудование механизированных стригальных пунктов	26
13.2	Основы теории и расчета стригальной машинки	30
13.3	Оборудование для механизации купания овец	32
Тема 14	Механизация доения сельскохозяйственных животных	34
14.1	Физиологические основы машинного доения коров	34
14.2	Основы физиологии и технологии машинного доения	36
14.3	Зоотехнические требования на доильные машины	39
14.4	Доильные аппараты, их классификация и основы расчета	40
14.5	Доильные установки и их классификация	46
14.6	Вакуумные системы доильных установок	50
14.7	Классификация, основы расчета и характеристики вакуумных насосов	53
14.8	Уход за доильным оборудованием	57
Тема 15	Механизация первичной обработки и переработки молока	60
15.1	Технологические схемы первичной обработки молока	60
15.2	Очистка и охлаждение молока	62
15.3	Пастеризация молока	73
15.4	Новые методы обработки молока	79
15.5	Классификация, основы расчета и особенности электропривода молочных сепараторов	81
Тема 16	Эксплуатация и техническое обслуживание оборудования животноводства	87
	Литература	97

Введение

В настоящем учебно-методическом пособии представлены основные методические материалы к лекционным и самостоятельным занятиям по дисциплине «Машины и оборудование в животноводстве», предназначенные для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Студенты должны научиться пользоваться современной литературой, справочными материалами, каталогом, плакатами и нормативными документами.

Данные виды работы позволяет студентам получить практические навыки по изучению конструкции машин и оборудование в животноводстве, необходимые для формирования высококвалифицированных специалистов в агроинженерии.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия с выполнением компетентного подхода и соблюдением общепрофессиональных и профессиональных компетенций: ОПК-4 Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности; ПКС-1 Способен обеспечивать эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции.

Тема 10 - Механизация создания и поддержания микроклимата в животноводческом помещении

10.1 Понятие о микроклимате

Микроклимат – сочетание параметров среды обитания животных.

Показатели – физические, химические и электрические показатели атмосферы помещения; механические и физические показатели пола и ограждений; освещенность; ультрафиолетовое облучение; уровень шума и т.д.

Газы: CO₂, NH₃, H₂S, CH₄ и H₂O + тепло.

Аммиак раздражает слизистую оболочку глаза и способствует заболеванию туберкулезом NH₃ ≤ 0,026%.

10.2 Параметры микроклимата

I	CO ₂ , мг/л	NH ₃ , мг/л	H ₂ S, мг/л	пыль, мг/м ³
Коровники, телятники, свинарники	0,25(0,35)	0,02(0,03)	0,01(0,015)	3,5

оптимальная влажность воздуха, %

II	min t	max t
Коровники, откормочники КРС	40 ÷ 75(90)	40 ÷ 60(75)
Свинарники-откормочники	-/-	-/-
Телятники, свинарники-маточники	40 ÷ 70(85)	40 ÷ 60(75)
Птичники для кур	40 ÷ 70(90)	40 ÷ 60(75)

скорость воздуха, м/с

III	min t	max t
КРС	0,5	2,0
Свинарники	0,3	1,0
Птичники	0,3	1,5

температурный режим

IV	t _{опт} , °С	[min t] кратковр.	[max t] кратковр.
Свиньи на откорме	12 ÷ 24	7	30
Телята	10 ÷ 20	3	30
Откорм КРС	10 ÷ 20	3	30
КРС	0 ÷ 20	-5	30
Куры	10 ÷ 20	8	30

В течение суток свиньи лежат $70 \div 90\%$ времени, коровы до 50% , вставая до 12 раз.

Требования к полам: сухие, быстро разогреваться от животных, медленно остывать, нескользкие, ровные, негигроскопичные, обогреваемые.

Щелевые полы долго разогреваются, особенно железобетонные и чугун.

Шум: птица – 80дб, свиньи – 90дб, КРС – 75дб.

10.3 Особенности регулирования микроклимата

Помещения для КРС. $\text{Max } W_{\text{вентилятора}}$ по условиям ночного времени весеннего периода, если доение на доильных площадках. Если доение в молокопровод и привязное содержание $W_{\text{вентилятора}}$ определяется по условиям летнего периода. Зимой надо $[\text{min } t]$, чтобы при выходе на прогулки была меньше разница t .

При беспривязном боксовом содержании нужна естественная вентиляция и система воздушного отопления, обеспечивающая предотвращение замерзания навоза и водопровода. При подпольном накоплении навоза вытяжная вентиляция и система трубопроводов располагаются под решетками щелевых полов с $\text{производ.} = \text{минимальному зимнему воздухоот.}$

Существенное влияние на газовый состав воздуха имеет способ удаления навоза ($\geq \text{NH}_3$). При использовании скребковых транспортеров площадь, занимаемая навозом небольшая, но он находится на открытом воздухе и сильно ворошится.

Наличие щелевого пола вдоль стойл хотя и увеличивает площадь, занимаемую навозом, но он находится в спокойном состоянии и покрыт слоем воды. При отстойно-лотковой системе во время выпуска навозной массы выделение аммиака возрастает в 10-15 раз, а концентрация сохраняется в течении 2-3 часов. Лучше длительное подпольное хранение навоза.

Свинофермы. Вентиляция из условия постоянного пребывания. Установлено, что микроклимат не зависит от того удаляется ли воздух из зоны содержания свиней или из-под потолка. В навозосборных каналах концентрация NH_3 не превышает допустимой. Но она возрастает при смыве навоза неосветленной жижей. Для свинарников откормочников рекомендуется дополнительная вытяжная вентиляция из навозосборных каналов с $W = \text{минимальному зимнему воздухообмену.}$

10.4 Расчет вентиляции и отопления

Расчет отопления и вентиляции начинается с определения количества тепла Q_0 , которое требуется подать в помещение через нагревательные приборы за 1 час:

$$Q_0 = \sum Q + Q_v - Q_{вн}, \text{ кДж/ч}$$

где $\sum Q$ – суммарные теплопотери помещения;

Q_v – количество теплоты, удаляемой с отсасываемым воздухом;

$Q_{вн}$ – количество тепла, выделяемого внутри помещения.

$$\sum Q = 1,13(Q_{ст} + Q_{ок} + Q_{дв}) + Q_n + Q_{пл},$$

где $Q_{ст}$, $Q_{ок}$, $Q_{дв}$, Q_n , $Q_{пл}$ – потери тепла через стены, окна, двери, пол, потолок;

1,13 – учитывает потери от инфильтрации и расположение помещения по отношению к сторонам света (т.е. направление ветра).

Для каждой из перечисленных поверхностей количество теряемого тепла определяется по закону Фурье

$$Q_1 = 3600 KF(t_v - t_n)\varphi$$

где K – коэффициент теплопередачи, кВт/м²°С,

F – площадь поверхности, м²,

t_v , t_n – значения температур °С,

φ – поправочный коэффициент, характеризующий интенсивность отдачи тепла.

Для ограждений, соприкасающихся с наружным воздухом $\varphi = 1$, для перекрытий, выходящих на чердак, в зависимости от типа кровли $\varphi = 0,75 \div 0,9$; в неотапливаемом помещении, если стены и перегородки сообщаются с наружным воздухом $\varphi = 0,7$, если нет $\varphi = 0,4$; для полов с холодными подпольями в зависимости от термического сопротивления цоколя $\varphi = 0,4 \div 0,7$. Для стены в 1,5 кирпича с толщиной 395мм $K = 1,54 \cdot 10^{-3}$; 2 кирпича – 525 мм $K = 1,24 \cdot 10^{-3}$; 2,5 кирпича – 655 мм $K = 1,04 \cdot 10^{-3}$.

Общие теплопотери через вертикальные ограждения

$$Q = 3600 \sum_{i=1}^n K_i F_i (t_v - t_n) \varphi_i$$

При определении теплопотерь через пол необходимо выяснить, соприкасается ли он с грунтом.

Для неутепленных полов, расположенных непосредственно на грунте

$$Q_{пл} = 3600 K_{усл} F_{пл} (t_v - t_n),$$

где $K_{усл}$ – условный коэффициент теплопередачи кВт/м² град.

Для утепленного пола $K_{\text{усл}}$ зависит от толщины утеплительного слоя и его K .
Теплота, удаляемая из помещения (кДж/ч)

$$Q_6 = L_{\text{в.о.}} \cdot c(t_6 - t_n)$$

где $c = 0,06$ кДж/м³С° - объемная теплоемкость воздуха,

$L_{\text{в.о.}}$ - кратность часового воздухообмена м³/ч.

Количество тепла, выделяемого внутри помещения

$$Q_{\text{вн}} = Q_{\text{ж}} + Q_{\text{под}} + Q_{\text{м}}, \quad Q_{\text{ж}} = K_T F_{\text{ж}} (t_{\text{ж}} - t_o) m$$

где K_T – коэффициент теплоотдачи, кДж/м² ч С°

$Q_{\text{ж}}$ – от животных. По таблице. Для коров ~ 1000 ккал/ч, свиноматки ~ 500 ккал/ч, куры ~ 10 ккал/ч.

$Q_{\text{под}}$ – от слоя глубокой подстилки;

$Q_{\text{м}}$ – от механизмов, установок.

Количество теплогенераторов:

$$n = \frac{Q_o}{Q_ч}$$

где $Q_ч$ – часовая теплопроизводительность калорифера кДж/ч.

Если водяное отопление, то вычисляется общая поверхность и количество секций в радиаторе.

В коровниках с беспривязным содержанием на глубокой подстилке возможно только естественная вентиляция.

При беспривязном боксовом содержании предусматривается естественная вентиляция и система воздушного отопления для предотвращения замерзания навоза и водопровода.

При подпольном накоплении навоза – вытяжная вентиляция под решетками. С мобильной раздачей КТУ-10А на воротах – воздушные завесы.

В свинарниках при мелкогрупповом безвыгульном содержании в станках с решетчатыми чугунными полами – приточно-вытяжная вентиляция, отопление воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией.

Воздухообмен

$$L_w = \frac{Wm + k}{(W_2 - W_1)},$$

где W – количество влаги, выделяемое одним животным,

m – число животных,

k – количество испаряемой с мокрых мест пола и с поверхности потолка и т.д. влаги (Колесник).

Для птицеводческих помещений чаще воздухообмен рассчитывается по наличию углекислоты, выделяемой животными с учетом ПДК:

$$L_{CO_2} = \frac{Pm}{P_2 - P_1}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где P – количество углекислоты, выделяемой 1 животным л/ч;

m – число животных,

$P_1 = 0,3 \div 0,4 \text{ л/м}^3$ – содержание углекислоты в свежем приточном воздухе;

P_2 – предельно допустимая концентрация, л/м^3 .

В теплый период года ($+10^\circ\text{C}$) основная задача вентиляции удаление избыточного тепла. При этом:

$$L_Q = \frac{\sum Q}{c(t_g - t_n)\rho};$$

где $\sum Q$ – общее количество суточного тепла;

$c \approx 1 \text{ кДж/кг град}$ – удельная массовая теплоемкость воздуха;

t_g – температура, которая должна быть в помещении;

t_n – t приточного воздуха;

ρ – плотность воздуха, подаваемого в помещение.

Для теплого периода года общее количество избыточного тепла:

$$\sum Q = Q_{ж} + Q_{дв} + Q_{осв} + Q_{рад} - Q_n,$$

где $Q_{ж}$ – количество тепла, выделяемое животными или птицей;

$Q_{дв}$ – количество тепла, эл. дв. (кДж/ч);

$Q_{осв}$ – количество тепла, осветит. приборами;

$Q_{рад}$ – количество тепла, от солнечной радиации;

Q_n – количество тепла, теплопотери помещений.

Для холодного периода года $Q_{раз} = 0$ и появляется инфильтрация нагретого воздуха

$$\sum Q = Q_{ж} + Q_{дв} + Q_{осв} - Q_{инф} - Q_n$$

Расчет основных элементов системы вентиляции сводится к определению площади и количества вытяжных каналов, производ. и количество вентиляторов.

10.5 Расчет естественного освещения

Степень естественного освещения характеризуется отношением площади окон к площади пола:

$$k = F_{ок} / F_n$$

КРС, свиньи $k = 1/10 : 1/15 : 1/20$

Птица $k = 1/10 : 1/12$

Количество окон

$$k = F_{ок} / f_{ок}, \quad f_{ок} - \text{площадь 1 окна, м}^2.$$

Искусственное освещение:

Коровники – 20 лк

Родильное отделение – 30 лк

Телятники – 10 лк

Количество ламп
по удельной мощности $n = S_w / w_{л}$

$w - \text{Вт/м}^2$

По световому потоку

$$n = E_{\min} kSZ / F_{л} \eta$$

где k – коэффициент запаса 1,3...2;

Z - коэффициент минимального освещения 1...2,2;

$F_{л}$ - световой поток лампы, лм;

η - коэффициент использования светового потока;

F_{\min} - min освещенность.

Наиболее эффективны «Климат-2, -3, -4М», ПВУ-4, -6, -9. В состав этого оборудования входят вентиляторы, калориферы, станции автоматического управления.

10.6 Методика технологического проектирования системы микроклимата

Проектирование системы микроклимата рекомендуется вести в след щей последовательности:

- Выбор исходных данных для расчетов (поголовье животных в помещении, средняя живая масса одного животного, среднесуточный надой или привес, расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха, внутренние размеры и конструктивная характеристика ограждений, параметры теплоносителя на вводе в здание);

- Определение расчетного воздухообмена;

- Расчет теплового баланса помещения;
- Выбор и расчет системы вентиляции с естественным или механическим побудителем;
- Подбор калориферов воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией;
- Расчет естественного и искусственного освещения;
- Выбор и обоснование применения установок для ультрафиолетового облучения и инфракрасного обогрева молодняка

Тема 11 - Механизированное водоснабжение ферм

11.1 Схемы механизированного водоснабжения

Система водоснабжения объединяет комплекс сооружений и устройств на территории хозяйства, обеспечивающих всех потребителей доброкачественной водой в необходимых количествах.

Системы водоснабжения делятся на:

- а) централизованные (все точки потребления воды обслуживаются одним водопроводом);
- б) децентрализованные (для снабжения водой каждого пункта служит отдельный водопровод);
- в) смешанные (часть точек питается централизованно, часть - децентрализованно).

Схема водоснабжения - это цепь взаимосвязанных устройств, при помощи которых осуществляются подача воды от источника к потребителям и все необходимые мероприятия по ее обработке.

Выбор системы водоснабжения и ее схемы должен быть оптимальным и обладать наилучшими техническими и экономическими показателями.

Классификационная схема водопроводов показана на рисунке 11.1.

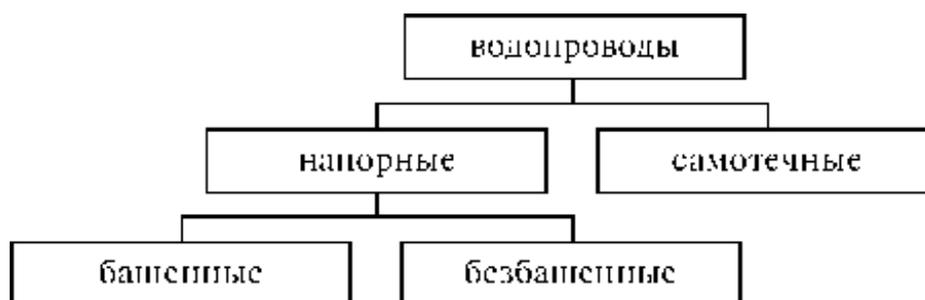
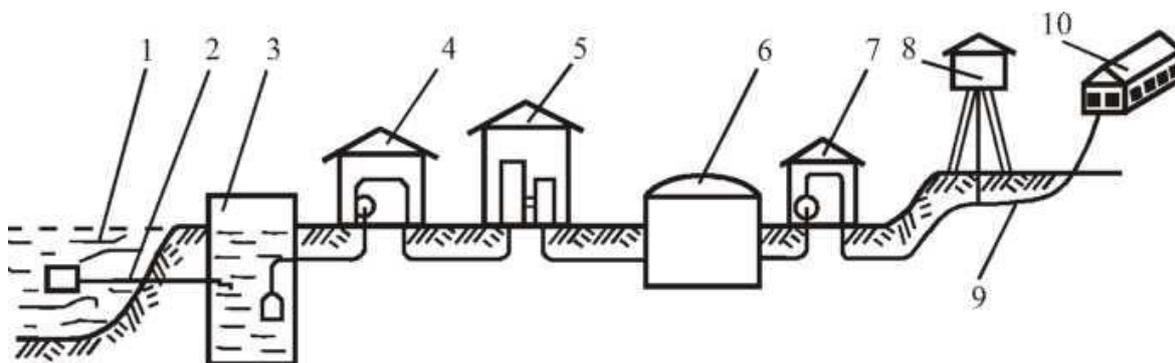


Рисунок 11.1 - Классификация водопроводов

Напорные водопроводы применяются тогда, когда уровень воды в источнике находится на одном уровне с потребителем или ниже его.

Схема системы механизированного водоснабжения башенного типа показана на рисунке 11.2.

Водонапорную башню рекомендуется ставить на самом высоком месте. Если территория ровная, то башню следует размещать в центре фермы.



1 - источник; 2 - самотечная труба; 3 - приемный колодец; 4 – насосная станция первого подъема; 5 - очистные сооружения; 6 – резервуар чистой воды; 7 - насосная станция второго подъема; 8 - водонапорная башня; 9 - наружная водопроводная сеть; 10 - потребитель

Рисунок 11.2 - Схема башенного водоснабжения

В безбашенных водопроводах (ВЭ-2,5 м; ВУ-5/30) напорно-регулирующим устройством служит герметически закрытый воздушно-водяной котел, снабженный реле давления, которое автоматически включает или выключает насосную станцию в зависимости от количества воды в котле. Схема такой установки приведена на рисунке 11.3.



Рисунок 11.3 - Схема автоматической водоподъемной установки

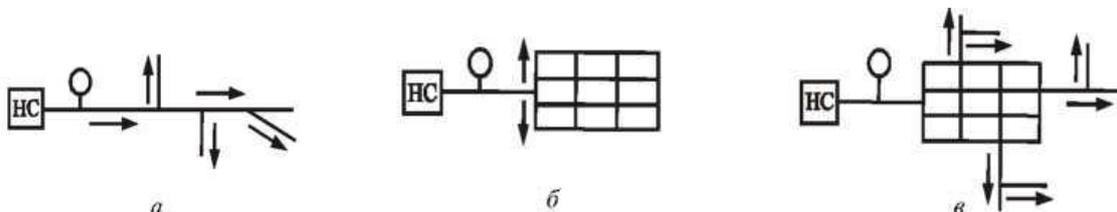
Самотечные водопроводы используют там, где уровень воды в источнике выше уровня расположения потребителя.

Водопроводные сети

Водопроводная сеть состоит из магистрального трубопровода, по которому вода доставляется от места добывания к месту распределения, и сети трубопроводов, предназначенной для непосредственного распределения воды между потребителями.

Наружные водопроводные сети, схемы которых представлены на рисунке 4, могут быть:

- а) тупиковой (от главной магистрали отходят ответвления);
- б) кольцевой (в плане имеет замкнутую форму);
- в) смешанной (сочетает в себе особенности первых двух схем).



а - тупиковой; б - кольцевой; в - смешанной

Рисунок 11.4 - Схемы водопроводных сетей

Наиболее надежна в эксплуатации кольцевая система. Для сооружения водопроводной сети применяют в основном чугунные, стальные, асбоцементные и полиэтиленовые трубы.

Выбор диаметра труб

Выбор диаметра труб производится таким образом, чтобы скорость движения воды в них находилась в пределах 0,5-1,25 м/с (при $V < 0,5$ м/с трубы засоряются, при $V > 1,25$ м/с - быстро изнашиваются).

Для расчета водопровода всю схему водопроводной сети разбивают на отдельные характерные участки определенной длины. Для каждого участка находят расчетное количество воды (л/с), проходящей в единицу времени.

Требуемый диаметр труб (м)

$$D = \sqrt[2]{\frac{q}{\pi V}}$$

где q' - секундный расход воды, м³/с;

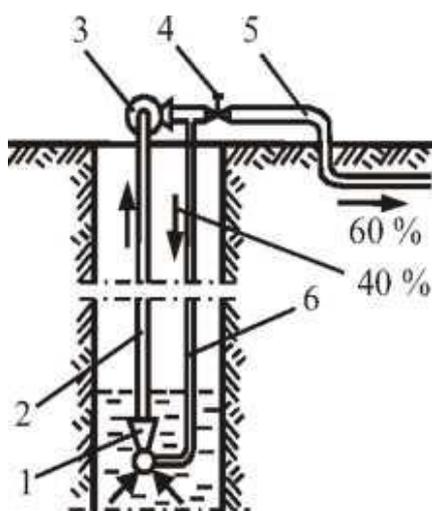
V - скорость движения воды, м/с.

11.2 Классификация водоподъемного оборудования

К техническим средствам водоподъема относятся:

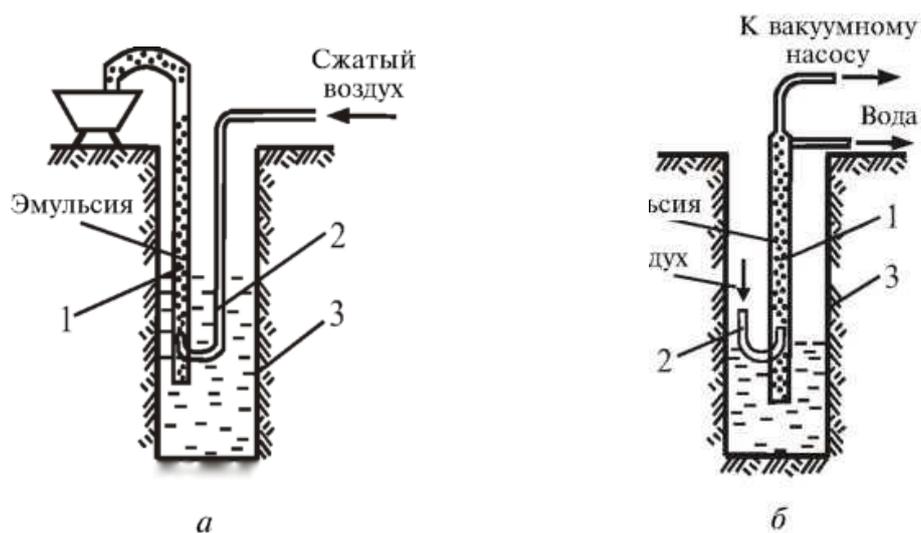
1. Лопастные насосы (центробежные, вихревые).
2. Водоструйные установки.
3. Объемные насосы:
 - а) поршневые;
 - б) плунжерные;
 - в) диафрагменные;
 - г) ротационные;
 - д) шестеренчатые.
4. Пневматические водоподъемники - эрлифты.
5. Ударные водоподъемники:
 - а) гидравлические тараны;
 - б) вибрационные водопады.
6. Водочерпальные подъемники:
 - а) ковшовые;
 - б) ленточные;
 - в) спиральные;
 - г) цепочные;
 - д) спирально-цепочные.

Схема водоструйной установки показана на рисунке 11.5, а воздушного эрлифта - на рисунке 11.6.



1 - струйный аппарат; 2 - водоподъемная труба; 3 - центробежный насос; 4 - кран; 5 - нагнетательная труба; 6 – напорная труба

Рисунок 11.5 - Схема водоструйной установки



а - нагнетательного; б - всасывающего: 1 - водоподъемная труба; 2 - воздушная труба; 3 - обсадная труба

Рисунок 11.6 - Схема воздушных эрлифтов

Величина подъема воды всасывающего эрлифта ограничена величиной разрежения, которое не может по абсолютной величине превышать атмосферное давление.

11.3 Оборудование для поения животных

Система автопоения животных представляет собой внутреннюю сеть с водопроводной арматурой (вентили, задвижки, клапаны) и водоразборными устройствами (краны, колонки, гидранты, автопоилки).

Вентили позволяют плавно изменять сечение проходного отверстия трубопровода (при $P \leq 1,0$ МПа и $D \leq 80$ мм), а задвижки - при P до 1,6 МПа и $D > 80$ мм.

Автопоилки делятся на индивидуальные и групповые. Групповые в свою очередь бывают стационарными и передвижными.

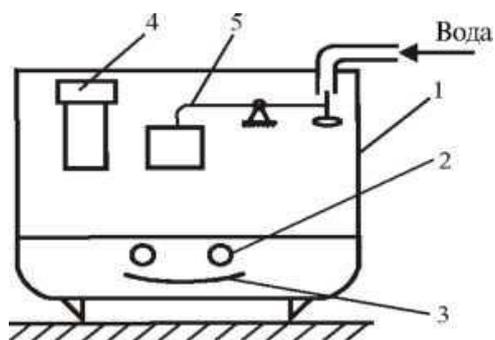
Групповые поилки применяют для поения коров и молодняка к.р.с. при их беспривязном (боксовом) содержании, свиней - при крупногрупповом содержании, птицы. Их также используют в летних лагерях и на пастбищах.

Индивидуальные поилки используют для поения к.р.с. при привязном содержании и поения свиней при содержании их в станках.

Поилки для крупного рогатого скота

1. Индивидуальные - ПА-1 (металлические), АП-1 (пластмассовые).
2. Групповые - АГК-12, АГК-12А, АГК-4 - с электроподогревом воды) (рисунок 11.7).

Поилка АГК-4 одновременно обслуживает 4 коров и рассчитывается на 100 голов.



1 - корпус; 2 - электронагреватель; 3 - отражатель; 4 - терморегулятор; 5 - поплачковый механизм

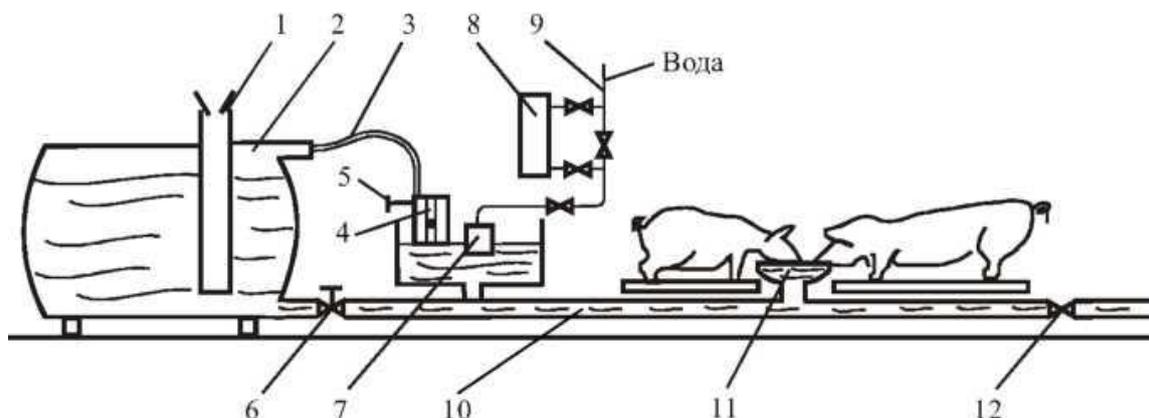
Рисунок 11.7 - Схема автопоилки АГК-4:

Поилки для свиней

1. Индивидуальная поилка ПБС-1 (поилка бесчашечная сосковая) - для поения свиноматок в станках.

2. Групповые - ПАС-2, АГС-24, АПТ.

3. Групповая универсальная автопоилка УАС-500 - для поения поросят водой, сывороткой и др. (рисунок 11.8).



1 - сливная труба; 2 - вакуумная цистерна для жидкостей; 3 - гибкий шланг; 4 - регулятор уровня жидкости; 5 - стопор регулятора уровня жидкости; 6, 12 - краны; 7 - поплачковый регулятор уровня воды; 8 - электроводонагреватель; 9 - водопровод; 10 - трубопровод для подачи воды, сыворотки, обраты и др.; 11 - автопоилка

Рисунок 11.8 - Схема универсальной автопоилки УАС-500

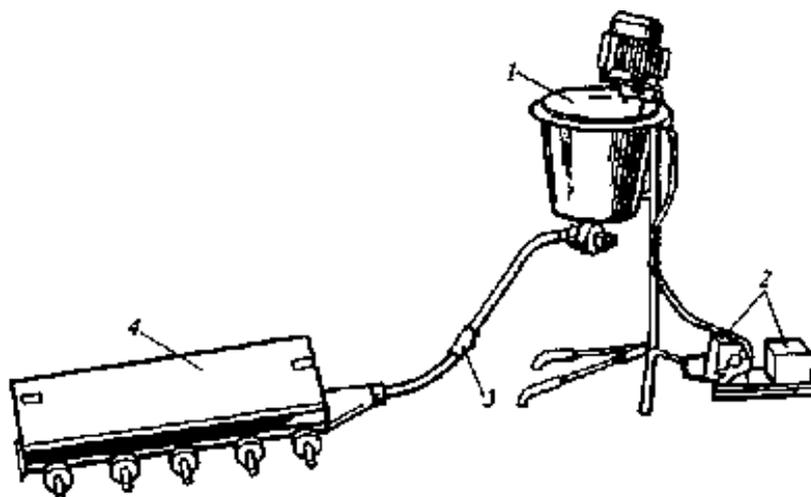
Поилки для овец

1. А0-3,0 (на пастбищах обслуживает до 1500 овец).

2. АГО-3 - для поения овцематок.

3. АС-0,2 - для поения овцематок в период окота.

4. ПВЯ-Ф-5-10 - для выпойки ягнят (рисунок 11.9).



1 - смеситель; 2 - пускозащитная аппаратура; 3 - молокопровод; 4 - устройство для вы-
пойки

Рисунок 11.9 - Поилка для выпойки ягнят ПВЯ-Ф-5-10

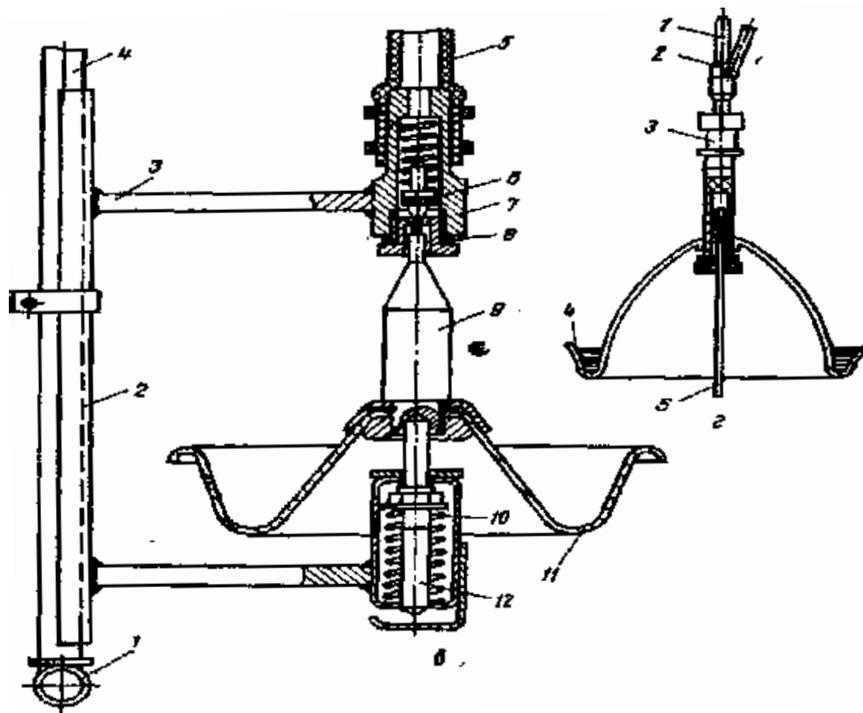
Поилки для птицы

1. АВП-1,5 - выполнена в виде бочки с корытами.
2. АПК-2 - желобковая.
3. АВ-1,5 - для поения цыплят в возрасте от 15 до 90 дней при содержании их на подстилке.
4. П-1 - желобковая для взрослых кур.
5. П-4 - чашечная для взрослой птицы.
6. ПВ и П-2С - чашечные вакуумные - для цыплят в возрасте от 1 до 10 дней.

Также выпускаются капельные (ниппельные) поилки, применяемые при клеточном содержании птицы.

Схемы поилок для птицы приведены на рисунке 1.10.





а - вакуумная поилка: 1 - емкость с водой; 2 - чаша; 3 - окно для воды; б - ниппельная поилка: 1 - труба; 2 - верхний клапан; 3 - седла клапанов; 4 - корпус; 5 - нижний клапан; в - чашечно-клапанная поилка П-4: 1 - угольник водопроводной трубы; 2 - стойка; 3 - кронштейн; 4 - водопровод; 5 - шланг к водопроводу; 6 - резиновая прокладка клапана; 7 - корпус клапана; 8 - прокладка; 9 - стержень; 10 - пружина; 11 - чаша; 12 - ось; г - подвесная чашечная поилка: 1 - подвеска; 2 - водоподводящий патрубков; 3 - клапанная коробка; 4 - чаша; 5 - стержень-фиксатор (противораскачиватель)

Рисунок 11.10 - Поилки для птицы

Тема 12 - Механизация уборки, удаления, транспортировки и переработки навоза

12.1 Классификация способов и средств механизации уборки навоза

Навоз и помет - ценные органические удобрения, позволяющие повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Перевод животноводства на промышленную основу, строительство крупных животноводческих комплексов обусловили резкое увеличение сосредоточенных объемов навоза, который должен быть переработан для полноценной его утилизации, не допуская загрязнения окружающей среды.

Удаление, переработка и использование такого количества навоза (в особенности жидкого) - одна из наиболее сложных проблем промышленного животноводства.

В зависимости от вида животных, способа их содержания, рациона кормления меняется состав навоза и его удобрительная ценность.

При использовании на фермах КРС в качестве подстилки соломы или торфа получается «твердый» навоз ($W < 80\%$). При бесподстилочном содержании навоз имеет полужидкую консистенцию влажностью до 92%, а при разбавлении его водой - более 92% («жидкий» навоз).

Уборка навоза из животноводческих помещений - одна из трудоемких операций на фермах. Затраты труда на уборку и переработку навоза составляют 25-30% от общих затрат на свиноводческих фермах и фермах КРС.

Из-за отсутствия комплексной механизации работ по уборке помещений, хранению и переработке навоза резко ухудшается и качество этого удобрения. Поэтому механизация и автоматизация уборки навоза - неотложная и серьезная проблема.

Необходимо отметить, что из всех операций технологической линии наибольшие затраты труда приходятся на очистку стойл (от 50 до 80% от общих затрат на уборку, транспортировку и обработку навоза).

Из всего разнообразия установок и машин для уборки навоза можно выделить три группы (рисунок 12.1):

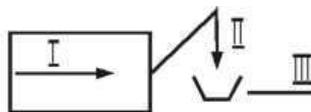


Рисунок 12.1 - Группы навозоуборочных машин

1. Обеспечивающие уборку навоза внутри помещения.
2. Погружающие навоз в транспортные средства.
3. Транспортирующие навоз от помещения к месту хранения или использования навозоуборочных машин.

Уборку навоза из помещений осуществляют механическим или гидравлическим способами.

К механическим средствам относятся:

- а) скребковые транспортеры кругового и возвратно-поступательного движения;
- б) канатно-скреперные установки;
- в) бульдозеры.

Гидравлические системы разделяются:

1. По виду побудителя движения:
 - а) самотечные - движение навоза по каналам происходит под действием гравитационных сил (навоз сам течет по каналу под действием уклона);

б) принудительные - движение навоза по каналу происходит под действием внешних (принудительных) сил (чаще всего смыв навоза в канале потоком воды);

в) комбинированные - в каналах вдоль помещения навоз перемещается самотеком, а по поперечным каналам - принудительно.

2. По принципу действия (рисунок 12.2):

а) непрерывного действия (сплавная система) - навоз из помещения удаляется непрерывно по мере его поступления;

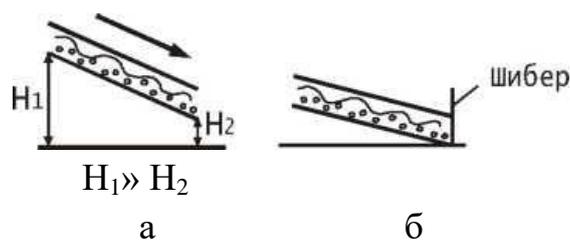
б) периодического действия (шиберная система) - навоз накапливается в каналах в течение определенного времени, а затем его удаляют.

3. По конструктивному исполнению:

а) сплавные - в них происходит непрерывное движение навоза по каналам за счет разности уровня навоза в начале и в конце канала;

б) шиберные - канал перекрывается заслонкой, заполняется водой на 15-20% своего объема и в течение 10-15 дней в нем накапливается навоз. После чего заслонка открывается и содержимое канала выпускается;

в) комбинированные.



а - сплавная; б - шиберная

Рисунок 12.2 - Гидравлические системы уборки навоза

Для погрузки навоза в транспортные средства используют скребковые, ковшовые, винтовые транспортеры, насосы.

Для транспортировки навоза используют как мобильные средства (тракторные тележки, навозоразбрасыватели, автомашины, цистерны и т. д.), так и стационарные (по трубам - самотеком, с помощью фекальных насосов или сжатого воздуха).

Технологические схемы уборки навоза

Основные требования к технологическим схемам уборки и использования навоза на фермах промышленного типа:

1. Обеспечивать наиболее полное сохранение качества навоза как удобрения.
2. Не допускать изменения микроклимата, а также отрицательного воздействия на человека и животных.

3. Быть простой, эффективной и надежной (коэффициент эксплуатационной надежности должен составлять не менее 0,99), обеспечивать поточность.

4. Обеспечивать минимальные затраты труда.

5. Поточные линии должны быть максимально автоматизированы.

6. Щелевые полы должны быть изготовлены из материалов, не влияющих на физиологическое состояние животных (пример - чугунные решетки приводят к быстрому истиранию копыт).

7. Обеспечивать минимальный расход воды.

8. Система хранения, обработки и утилизации навоза должна обеспечивать полное уничтожение гельминтов и семян сорных трав (из-за пораженности животных гельминтами производители недополучают ежегодно до 10% мяса и молока).

9. Исключать загрязнение окружающей среды.

Наиболее распространены следующие технологические схемы уборки и транспортировки навоза:

1. Сбор навоза из стойл → погрузка в транспортные средства → транспортирование в навозохранилище → выгрузка из навозохранилища и транспортирование в поле.

2. Сбор навоза из стойл → сбрасывание в канавки → транспортирование в копильник → погрузка в транспортные средства - и как в 1-й схеме.

3. Сбор навоза из стойл → сбрасывание в канавки → транспортирование к месту погрузки → погрузка в транспортные средства - и как в 1-й схеме.

4. Сбор навоза из стойл → сбрасывание в канавки → транспортирование к месту погрузки (в накопитель) → транспортирование в навозохранилище → выгрузка → вывоз на поля.

По 1-й схеме навоз в помещении убирают в наземные или подвесные рельсовые вагонетки.

2-я и 3-я схемы предусматривают уборку навоза внутри помещений с помощью ковшовых или винтовых транспортеров (схема 2) или скребковыми и штанговыми транспортерами (схема 3).

4-я схема предусматривает транспортировку убранного из помещения навоза в навозохранилище сжатым воздухом по трубопроводу или гидравлическим способом.

12.2 Расчет основных параметров навозоуборочных средств

Одним из важнейших требований к технологическим схемам уборки навоза из помещений, его хранению и использованию является обеспечение наилучшего и полного сохранения качества навоза как удобрения.

Вторым, весьма важным требованием к технологии и системе машин по уборке навоза является исключение засорения окружающей среды. В связи с этим требованием во всем мире проводятся интенсивные исследования по отработке эффективной технологии и комплектов машин для уборки, хранения и использования жидкого и полужидкого навоза.

Расчет тросово-скреперных установок

Производительность установки

$$Q = \frac{W \cdot \gamma_n \cdot \varphi}{T_w}$$

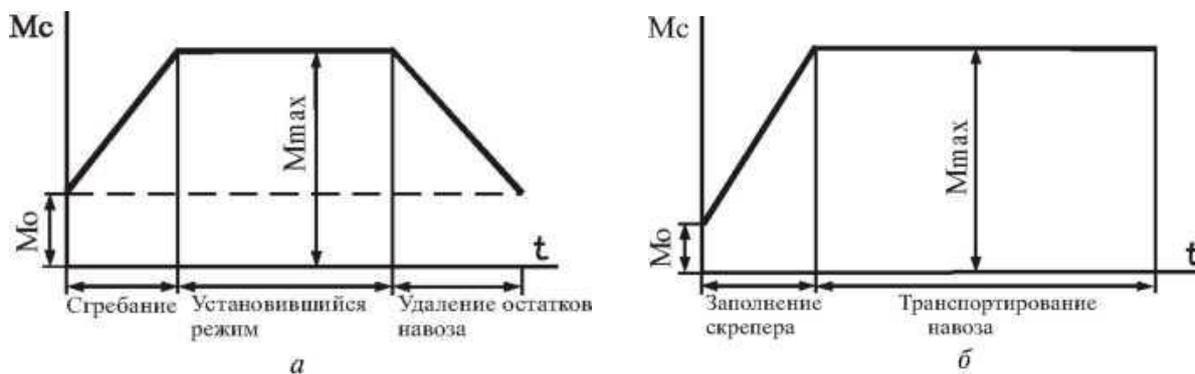
где W - емкость скрепера, м³;

γ_n - объемная масса навоза, кг/м³;

φ - коэффициент заполнения скрепера ($\varphi = 0,9-1,2$);

T_w - время одного цикла, с.

Нагрузочные диаграммы навозоуборочных средств приведены на рисунке 12.3.



а - транспортера ТСН-160А; б - скреперной установки УС-10

Рисунок 12.3 - Нагрузочные диаграммы

12.3 Автоматизация навозоуборочных средств

Применяются 3 способа автоматизации навозоуборочных средств, отличающихся различным подходом к получению командного сигнала на включение транспортеров в работу.

1-й способ - программное управление в функции времени без учета выхода навоза на ферме. Этот способ не обеспечивает постоянной нагрузки на транспортер, т. к. выделение навоза на ферме по часам суток характеризуется большой неравномерностью.

2-й способ - программа работы навозоуборочных средств составляется с учетом графика выхода навоза на ферме (здесь за время различных по времени пауз между включениями накапливается одинаковое количество навоза).

3-й способ - периодичность включения также задается программным устройством. Однако здесь осуществляется измерение нагрузки на приводе транспортера. Если при включении транспортера нагрузка меньше заданной, пуск считается пробным, и установка отключается.

Все навозоуборочные средства обладают низкой скоростью движения рабочих органов, что требует иметь в приводе редуктор, снижающий к.п.д. установки.

Многие транспортеры работают с разными режимами при ручной загрузке (включают транспортер, а затем сгребают навоз в канавки), поэтому электрические двигатели часто оказываются недогруженными, вследствие чего резко снижается $\cos\phi$. Поэтому надо знать точные нагрузочные диаграммы и по ним уточнять требуемую мощность электрических двигателей.

Также необходимо учитывать крайне неблагоприятную среду для работы электропривода навозоуборочных средств.

12.4 Способы обработки и утилизации навоза

Утилизация навоза организуется по двум направлениям:

- 1) использование в качестве органического удобрения;
- 2) переработка с целью получения биогаза и кормовых добавок скоту.

Переработку экскрементов в кормовые добавки ведут методом высушивания, биологическими методами. Однако в этом направлении нет на сегодняшний день отработанной технологии.

Перед внесением в почву навоз должен быть обработан.

Подстилочный (твердый) навоз ($W < 75\%$) обрабатывается наиболее просто. Его обеззараживают от яиц гельминтов и болезнетворной микрофлоры биотермическим методом. Для этого навоз укладывают в штабеля высотой 2 м и шириной 3,5 м. Под действием микроорганизмов температура в штабеле постепенно повышается до 50-60 °С, в результате чего за 1 месяц происходит обеззараживание навоза.

Для внесения в почву такого навоза используют навозоразбрасыватели 1ПТУ-4; РУМ-4; ТУП-3 и др.

Если влажность навоза выше 75%, его компостируют с торфом, соломой и другими наполнителями.

Утилизация жидкого навоза, получаемого при бесподстилочном содержании, наиболее сложна.

Причины:

1. В жидком навозе не происходит процесс самосогревания.
2. В нем долго сохраняются возбудители болезней (даже выдержка в течение 8 месяцев не приводит к гибели возбудителей ящура, туберкулеза, сибирской язвы и др.).

Существуют следующие способы утилизации жидкого навоза:

1. Компостирование с торфом или соломой.
2. Разделение на твердую и жидкую фракции путем естественного отстоя и раздельное внесение их в почву в качестве удобрений (пассивное разделение).
3. Механическое разделение на твердую и жидкую фракции с последующим биотермическим обеззараживанием твердой фракции и биологической обработкой жидкой фракции путем аэрирования или использованием ее без аэрации для орошения (с разбавлением водой) (активное разделение в генерирующих установках).
4. Аэрация жидкого навоза.

Компостирование жидкого навоза применяют, как правило, на небольших фермах.

На мелких фермах наибольшее распространение получило непосредственное использование жидкого навоза в качестве удобрений. В этом случае его исследуют на отсутствие возбудителей, и если их обнаруживают, то производят обеззараживание (3 кг формальдегида на 1 т навоза) или проводят огневую стерилизацию погружными горелками.

На крупных свиноводческих фермах (комплексах) важное место занимают мероприятия по переработке навоза и его использованию.

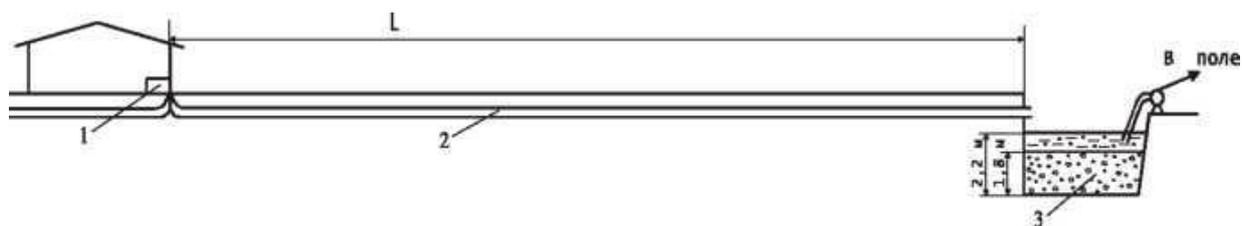
Они должны обеспечивать обеззараживание навоза, его хранение и получение высококачественного органического удобрения.

Здесь применяют разделение навоза на твердую и жидкую фракции. Жидкая фракция после соответствующей обработки (аэрации) используется для орошения полей. Твердая (после выдержки) также используется в качестве удобрения.

Наряду с разделением навоза на две фракции в ряде хозяйств применяют компостирование жидкого навоза. Для этой цели на территории фермы строят цех или фабрику по приготовлению смесей из навоза, органических и минеральных добавок.

На 1 тонну навоза в этом случае добавляют 600 кг торфокрошки ($W = 45-65\%$) и 4-20 кг минеральных удобрений. Все компоненты тщательно перемешиваются и закладываются на хранение. Компосты штабелируют на специальных площадках и выдерживают в буртах до их полного созревания. При этом они обеззараживаются за счет биотермического процесса.

В ряде хозяйств применяют другую технологию использования жидкого навоза. На определенном расстоянии от ферм ($L \approx 2-3$ км) устраивают отстойники-накопители. Навоз в них подается по чугунным трубам насосами. Поступивший в отстойник в течение 45-60 дней навоз расслаивается: твердая часть оседает, а жидкая собирается в верхних слоях. Жидкую фракцию используют для орошения. А твердая за счет испарения и донного дренажа обезвоживается до влажности 75-80%. После двухмесячного подсушивания осадок вывозят на поле (рисунок 12.4).



1 - насосная станция; 2 - трубопровод; 3 - отстойник-накопитель

Рисунок 12.4 - Использование отстойника-накопителя

Электрохимическое разделение жидкого навоза осуществляется под действием электрохимической коагуляции и электрофлотации. Этот способ применяют для дальнейшего осветления жидкой фракции. Для этой цели выпускаются электрокоагуляторы (рисунок 12.5). Электрический ток постоянный. Напряжение на крайних пластинах 530 В. Производительность электрокоагулятора 15 м³/ч. Установленная мощность 150 кВт.

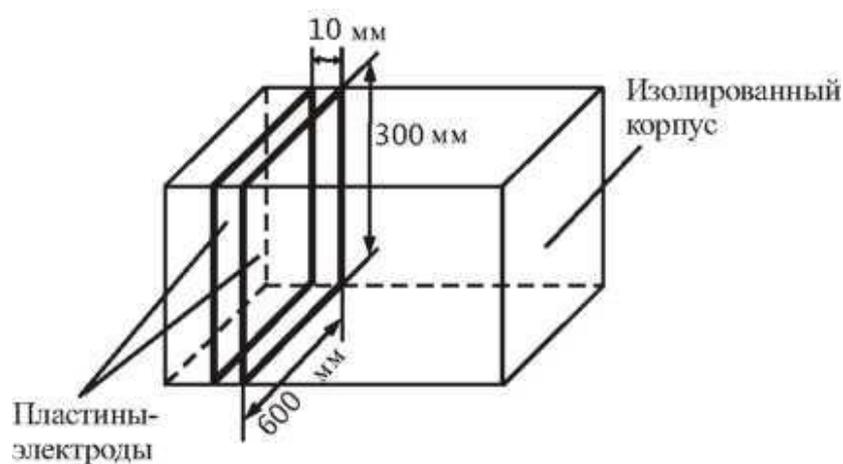


Рисунок 12.5 - Схема электрокоагулятора

В результате обработки жидкости в электрическом поле коллоидные частицы разноименно заряжаются, притягиваются друг к другу и уплотняются. Вследствие уплотнения коллоидные частицы легко выпадают в осадок в отстойнике.

Охрана окружающей среды от загрязнений

Основные требования по охране окружающей среды:

Хранить навоз без добавления воды, так как разбавление увеличивает выживаемость патогенных возбудителей.

Транспортировать навоз в надежно закрытых емкостях.

Перед внесением навоза в почву проводить его квалифицированную профилактику.

Вносить жидкий навоз только после пастбищного периода или за три месяца до него.

Кормовые растения с удобренных площадей по возможности силосовать (силосование прекращает жизнедеятельность почти всех болезнетворных возбудителей).

Навоз должен длительно выдерживаться в хранилищах.

Не загрязнять водоемы сточными водами.

Тема 13 - Механизация стрижки и купания овец

13.1 Оборудование механизированных стригальных пунктов

Промышленность выпускает специальное оборудование в виде электростригальных агрегатов или комплектов технологического оборудования, которыми оснащают стригальные пункты.

Выпускаются комплекты технологического оборудования КТО-24 (для пунктов на 20 тыс. овец) - на 24 машинки, КТО-48 (на 40 тыс. овец) - на 48 машинок, ВСЦ-24/200 (выносной стригальный цех).

Комплекты обеспечивают:

- а) стрижку овец;
- б) транспортировку шерсти к столу учетчика;
- в) взвешивание шерсти;
- г) классировку шерсти;
- д) прессование шерсти;
- е) взвешивание кип.

Оборудование, входящее в состав комплектов, представлено в таблице 13.1.

Таблица 13.1 - Оборудование комплектов КТО-24 и КТО-48

Наименование оборудования	Марка	Количество оборудования	
		КТО-24	КТО-48
Машинки для стрижки	МСО-77Б	24	48
Гибкий вал	ВГ-10	24	48
Электродвигатель	АОЛ-012-3С	24	48
Транспортер для шерсти	ТШ-0,5А	1	1
Классировочный стол	СКШ-200А	1	2
Точильный аппарат	ДАС-350	1	1
	ТА-1	1	3
Весы для шерсти	ВЦП-25	1	2
Пресс для шерсти	ПГШ-1	1	2
Весы для кип	ВПП-500	1	1

Электростригальные агрегаты

Промышленность выпускает унифицированные стригальные агрегаты ЭСА-1Д и ЭСА-12Г.

Агрегат ЭСА-1Д (рисунок 13.1) с одной машинкой МСО-77Б применяется на стригальных пунктах при стрижке овец в хозяйствах, имеющих до 500 овец, а также для комплектования всех выпускаемых электроагрегатов и КТО.

Машинка 1 приводится в действие от электродвигателя 2 через гибкий вал 3.

Электродвигатель АОЛ-012-3С (3-фазный асинхронный) мощностью 0,12 кВт и частотой вращения 800 об/мин. Управляются электрические двигатели кнопочными пускателями ПНВ-30.

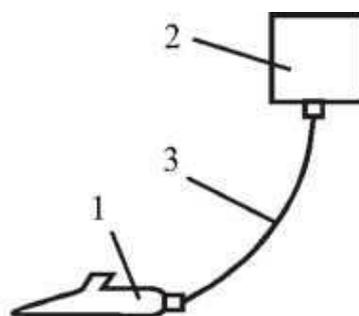


Рисунок 13.1 - Схема агрегата ЭСА-1Д

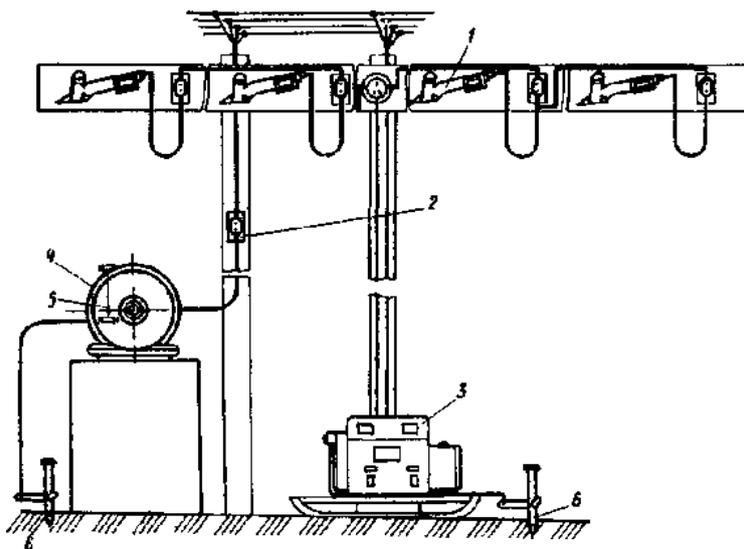
Агрегат ЭСА-12Г состоит из 12 агрегатов ЭСА-1Д, объединенных общей электрической цепью. Он предназначен для оборудования стригальных пунктов на 12 рабочих мест. Силовая цепь представляет собой жильный шнур ШРПС

(3-жильные токоведущие и 4-жильные для заземления). В неэлектрифицированных хозяйствах применяют агрегат ЭСА-12Г с бензоэлектрическим агрегатом АД-4Г-400 мощностью 4 кВт.

В комплект агрегата ЭСА-12Г входит доводочный агрегат ДАС-350.

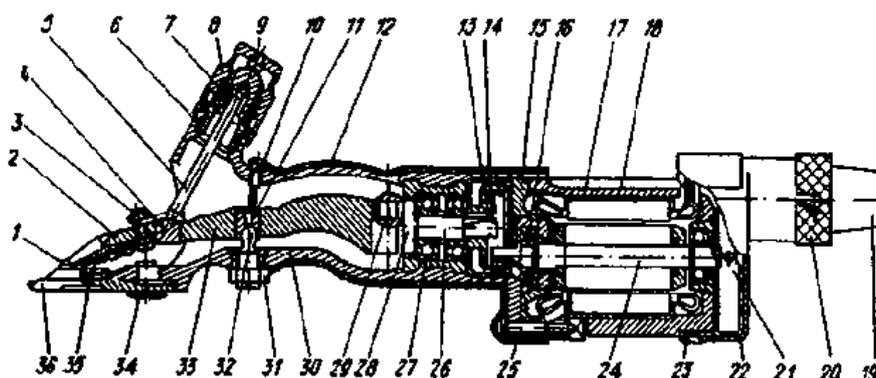
Кроме того, выпускаются электрические стригальные агрегаты на 16; 24; 36; 48 и 60 машинок.

Агрегат ЭСА-12/200 укомплектован машинками МС-200 (МСУ-200). Схема агрегата показана на рисунке 13.2, схема стригальной машины - на рисунке 13.3.



1 - стригальная машинка МС-200; 2 - выключатель; 3 - преобразователь частоты тока ИЭ-9401; 4 - заточный аппарат ТА-1; 5 - тяга с державкой; 6 - заземление

Рисунок 13.2 - Схема размещения оборудования стригального пункта с агрегатом ЭСА-12/200



1 - нажимные лапки; 2 - пружина; 3 - стопорная пружина стержня; 4 - винт с гайкой; 5 - подпятник стержня; 6 - стержень; 7 - штуцер; 8 - патрон; 9 - нажимная гайка; 10 - упор патрона; 11 - предохранительный винт; 12 - подпятник центра вращения; 13 - чехол; 14 - зубчатое колесо; 15 - крышка электродвигателя; 16 и 27 - подшипники; 17 - статор; 18 - корпус электродвигателя; 19 - шнур питания; 20 - стопорная пружина; 21 - вентилятор; 22 - крышка; 23 - винт крепления крышки; 24 - вал-шестерня ротора; 25 - винт крепления корпуса машин-

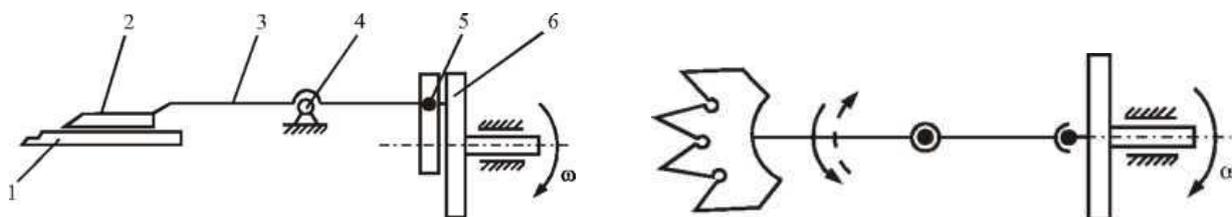
ки к электродвигателю; 26 - вал; 28 - эксцентрик; 29 - ролик; 30 - корпус; 31 - гайки; 32 - центр вращения; 33 - рычаг; 34 - винт крепления гребенки; 35 - нож; 36 - гребенка

Рисунок 13.3 - Схема стригальной машинки МС-200

Основой любого стригального агрегата является стригальная машинка.

В зависимости от типа применяемого двигателя стригальные машинки бывают с внешним (МСО-77) и встроенным (МС-200) электродвигателем.

Рабочим органом стригальной машинки является режущий аппарат (режущая пара) - нож и гребенка. Работает режущий аппарат по принципу ножниц, т. е. шерсть срезается при защемлении ее между лезвиями ножа и гребенки (рисунок 13.4).



1 - гребенка; 2 - нож; 3 - двулучий рычаг; 4 - центр вращения; 5 - ролик; 6 - эксцентрик
Рисунок 13.4 - Принципиальная схема стригальной машинки:

Модернизированная стригательная машинка МСО-77Б шириной захвата 76,8 мм приводится в работу от индивидуального электрического двигателя через гибкий вал.

Машинка состоит из корпуса и 4-х механизмов: режущего, нажимного, эксцентрикового и шарнирного.

Режущий аппарат предназначен для срезания шерсти. Нож имеет 4 зуба с шагом 19,2 мм, а гребенка - 13 зубьев с шагом 6,4 мм. Нож совершает 38 двойных ходов в секунду. Зубья гребенки при стрижке входят в шерсть, расчесывают и поддерживают ее при срезании ножом.

Нажимной механизм предназначен для регулирования степени прижатия ножа к гребенке (в пределах 440-490 Н).

Эксцентриковый механизм преобразовывает вращательные движения передаточного вала в колебательные (возвратно-поступательные) движения ножа по гребенке. Ролик 5 эксцентрика 6 входит в вертикальный паз рычага 3 и при своем вращении заставляет колебаться (качаться) рычаг 3 в горизонтальной плоскости около центра вращения 4.

Шарнирный механизм облегчает управление машинкой, делая ее частично независимой от положения гибкого вала и снижает угловую скорость эксцентрика до 290 рад/с.

Машинки с гибким валом получили широкое распространение. Однако они имеют ряд серьезных недостатков:

- а) значительная масса, приходящаяся на руку стригалы (до 2 кг);
- б) большой реактивный момент и повышенная вибрация;
- в) недостаточная маневренность машинки и скорость резания ножа.

Устранение этих недостатков оказалось возможным при создании машинки со встроенным в ручку синхронным бесколлекторным электрическим двигателем с повышенной частотой тока 200 или 400 Гц. Марки таких машинок МС-200 и МС-400.

Такие электродвигатели работают при напряжении 36 В и частоте вращения 12-24 тыс. об/мин.

Привод на эксцентриковый вал осуществляется через двухступенчатый редуктор с прямозубыми шестернями. В ВИЭСХ разработана конструкция машинки со встроенным электродвигателем и фрикционно-планетарным редуктором. Выпускаются агрегаты ЭСА-6/200; ЭСА-12/200.

Агрегат ЭСА-12/200 комплектуется специальным блоком-преобразователем (марки ИЭ-9401), который даст на выходе напряжение 36 В с частотой колебания тока 200 Гц.

Применение машинок МС-200 или МС-400 повышает производительность труда стригалей на 25-30% и снижает металлоемкость машинок в 8-10 раз по сравнению с машинками, имеющими гибкие валы и отдельные электродвигатели.

13.2 Основы теории и расчета стригальной машинки

Корпус машинки колеблется под действием внешней возмущающей силы P , приложенной на палец эксцентрика (рисунок 13.5).

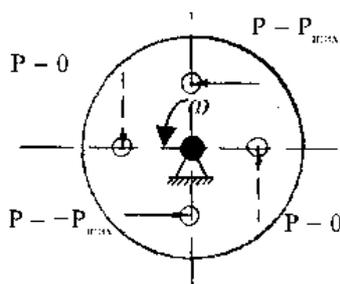


Рисунок 13.5 - Схема действия внешней силы на палец эксцентрика

Внешняя возмущающая сила изменяется по синусоиде:

$$P = P_{max} \cdot \sin \cdot \omega \cdot t$$

где P_{max} - максимальное значение внешней возмущающей силы, Н;

ω - частота внешней силы, 1/с.

После приложения силы P на массу корпуса m действуют две силы: возмущающая P и сила упругости $P_{уп} = c \cdot x$ (c - жесткость материала, Н/м; x - амплитуда, м).

Дифференциальное уравнение колебаний корпуса машинки под действием этих сил:

$$m + cx = P_{\max} \sin \omega t$$

Решение данного уравнения без учета собственных колебаний системы позволяет получить уравнение:

$$x = \frac{P_{\max}}{c - m \cdot \omega^2} \sin \omega t$$

Максимальное отклонение вынужденных колебаний равно

$$x_{\max} = \frac{P_{\max}}{c - m \cdot \omega^2}$$

Зависимость амплитуды колебаний корпуса машинки и удельное образование сечки от числа двойных ходов ножа в минуту приведены на рисунке 13.6.

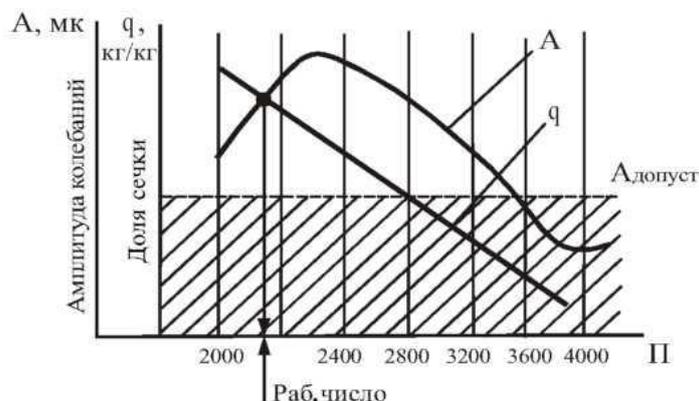


Рисунок 13.6 - График изменения амплитуды колебания и удельного образования сечки от числа двойных ходов ножа

Машинки МС-200 имеют меньшую величину P_{\max} , так как отсутствует шарнирный механизм и гибкий вал. Величина m больше, нежели у МСО-77. Все это значительно снижает величину A , машинка работает «мягче».

Для определения мощности двигателя надо знать момент сопротивления.

Механический момент ($H \cdot m$) обусловлен касательными составляющими усилиями T от действующих на пальце эксцентрика сил и радиусом эксцентрика r , т. е. имеет место равенство:

$$M = T \cdot r$$

Касательная составляющая T складывается из сопротивления трения ножа о гребенку T_{mp} , сопротивления шерсти срезу T_{cp} и сопротивления сил инерции $T_{и}$, т. е. $T = T_{mp} + T_{cp} + T_{и}$ (рисунок 13.7).

Графоаналитическим методом А.П. Баскаковым определены эти слагаемые:

$$T_{mp} = 74,6 \sin \alpha$$

где α - угол поворота эксцентрика.

Сила T_{cp} изменяется в зависимости от размеров одновременно срезаемых площадок шерсти с данных участков.

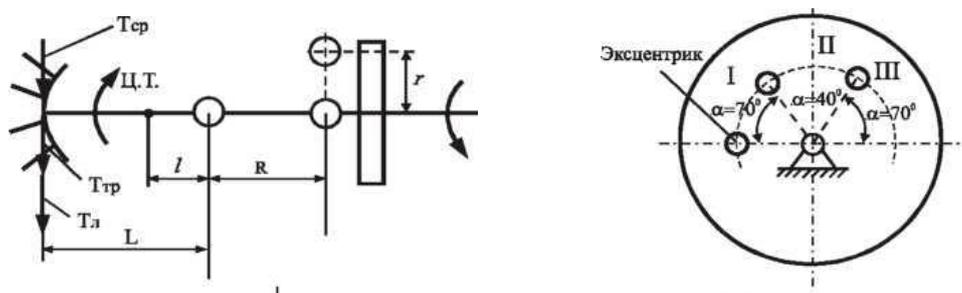


Рисунок 13.7 - Расчетная схема эксцентрикового механизма стригальной машинки

Зная, что $T_{mp} = f(\sin \alpha)$; $T_{cp} = f(\sin \alpha)$ и $T_{и} = f(\sin \alpha)$, можно построить результирующий график $T = f(\alpha)$ (рисунок 13.8).

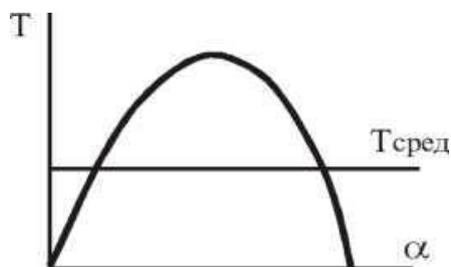


Рисунок 13.8 – Зависимость $V=f(a)$

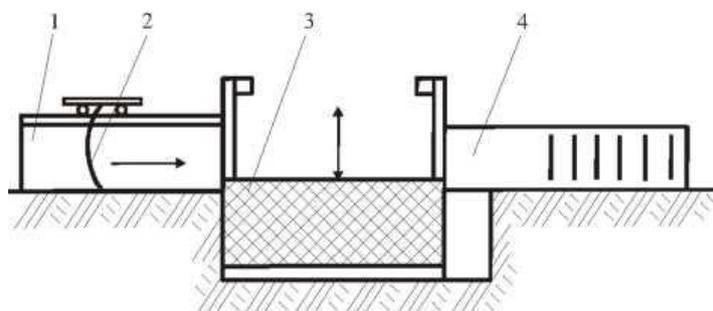
13.3 Оборудование для механизации купания овец

Для профилактики заболеваний и уничтожения паразитов овец обязательно обрабатывают дезраствором (купают) два раза в году: весной после стрижки и осенью перед постановкой на зимовку.

Обработку осуществляют двумя способами:

- 1) окунанием овец в раствор с полным насыщением шерсти ядохимикатами;
- 2) поверхностным опрыскиванием шерсти.

Для окунания применяют погружные ванны разных конструкций (МКУ-1; КУП-1). Для опрыскивания используют душевые установки или аэрозольные генераторы, создающие из раствора туман (передвижные установки ЛСД-2; ДУК-2 и стационарные УМД-300; ОЖУ-5). Схема установки МКУ-1 показана на рисунке 13.9.

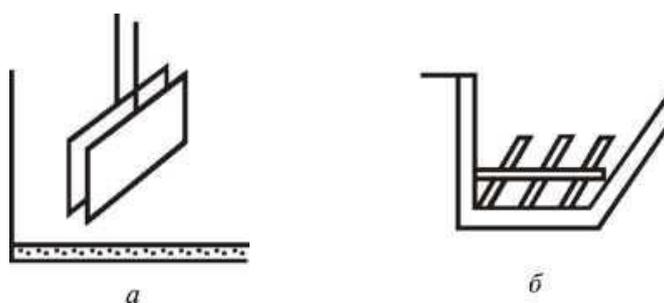


1 - загон для не купанных овец; 2 - подвижное ограждение с пальцами-толкателями; 3 - погружная платформа; 4 - загон для купанных овец

Рисунок 13.9 - Технологическая схема погружной механизированной установки типа МКУ-1

Применяется раствор из 1%-го креолина с добавлением 0,25% гексахлорана.

Для подогрева рабочего раствора (эмульсии) на купочных установках применяют различное по устройству и принципу действия оборудование (рисунок 13.10):



а - электродами; б - паровой гребенкой

Рисунок 13.10 - Подогрев рабочего раствора

а) подогрев электродами - используют на купочных установках самосвального типа. Нагревательный прибор состоит из 2-х железных электродов пластинчатой формы размером 35 x 15 см. К одной пластине подведен фазовый, а к другой - нулевой провода. Мощность 10 кВт.

До начала обработки овец в ванну погружают нагревательное устройство и подключают его к сети. 25 м³ раствора нагревается за 3 часа.

Для поддержания температуры раствора на уровне 25 °С во время купания овец его доливают из другой емкости, где он подогревается тем же нагревательным устройством и имеет температуру, равную 40 - 60 °С.

б) подогрев паровой гребенкой - применяется на установках с погружной платформой. Раствор в ванне подогревают за счет пара, выходящего из трубы, проложенной в специальном пазу на дне купочной ванны. Пар вырабатывается в котлах КВ-300; КВ-200 или КМ-1600. 80 м³ раствора нагреваются от 10 до 25 °С за 4-5 часов.

Тема 14 - Механизация доения сельскохозяйственных животных

Важным этапом в развитии машинного доения коров в нашей стране явилось создание в 1934 г. инженерами В. Ф. Королевым, В. С. Красновым и зоотехником Д. Ф. Мартюгиным отечественной доильной машины, работающей по трехтактному циклу. Доильный аппарат этой машины был создан в результате изучения работы зарубежных доильных машин, анализа процесса сосания теленком коровы и физиологии молочной железы.

В настоящее время на молочно-товарных фермах колхозов и совхозов применяются трех- и двухтактные доильные машины.

Несмотря на то, что первые доильные устройства были разработаны за рубежом еще в конце прошлого столетия и в настоящее время имеется большое количество конструкций машин, во всем мире продолжают интенсивные исследования, направленные на совершенствование как отдельных узлов, так и доильных машин в целом.

Разработка новых доильных машин идет в направлении учета в их конструкциях многообразных физиологических требований, вытекающих из их воздействия на очень сложный живой организм.

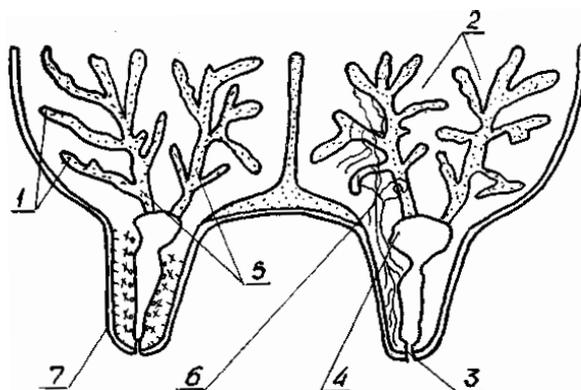
Молоко является быстропортящимся продуктом. Сохранение свойств свежесвыдоенного молока требует его обязательной обработки, которая может осуществляться по следующим технологическим схемам: очистка, очистка и охлаждение, очистка, сепарирование; пастеризация и охлаждение.

Машинное доение коров наряду с получением молока высокого качества позволяет в 2-5 раз повысить производительность и значительно облегчить условия труда доярок.

14.1 Физиологические основы машинного доения коров

Работа доильного аппарата должна быть строго согласована с физиологическими функциями процессов молокообразования и молокоотдачи у коровы.

Молочная железа, или вымя коровы (рисунок 14.1), состоит из четырех самостоятельных долей. В каждой доле имеется огромное количество мелких мешочков - альвеол 1, вырабатывающих молоко из веществ, поступающих сюда с кровью.



1 - альвеолы; 2 - соединительная ткань; 3 - сфинктер; 4 - молочная цистерна; 5 - молочные протоки; 6 - нервы; 7 – сосок

Рисунок 14.1 - Строение вымени коровы

Молочные протоки 5 связывают альвеолы с молочной цистерной 4 и соском 7. В вымени расположена хорошо развитая сеть кровеносных и лимфатических сосудов, а также нервных волокон, большая часть окончаний которых находится в сосках. На конце каждого соска имеется запирающая мышца - сфинктер 3, закрывающая молоко выход наружу.

В процессе молокообразования молоко накапливается в альвеолах. При этом избыточное давление внутри вымени повышается, достигая $4 \text{ кН/м}^2/30 \text{ мм рт. ст.}$, процесс молокообразования замедляется, а затем и совсем прекращается.

Принцип действия внутреннего механизма молокоотдачи следующий. При сосании или доении раздражение окончаний нервных волокон в сосках вымени передается через центральную нервную систему в головной мозг животного. В ответ на это раздражение мозг подает команду в подмозговую железу внутренней секреции - гипофиз, который затем выделяет в кровь особый гормон - окситоцин.

Окситоцин, дойдя по системе кровообращения до вымени, вызывает сокращение мышц, в результате чего молоко переходит в молочные цистерны и соски. Происходит так называемый припуск молока, являющийся ответом животного на внешнее раздражение. При этом избыточное давление в вымени быстро возрастает до 5 кН/м^2 (40 мм рт. ст.). Кроме непосредственного раздражения сосков, молокоотдача у коров вызывается условными рефлексам на зрительные, звуковые и другие раздражения, предшествующие или сопутствующие доению. К таким раздражениям относятся, например, звон посуды, пощелкивание пульсатора доильного аппарата, подмывание вымени теплой водой

и т. д. Нарушение обычного комплекса раздражителей приводит, как правило, к снижению удоя и жирности молока.

Время от получения внешнего сигнала до активного припуска равно примерно 45 с. За это время должны быть выполнены все операции по подготовке вымени и начат процесс доения.

Активное сжатие альвеол при доении длится всего лишь 3-4 мин, затем мышечные волокна утомляются и расслабляются; наступает спад, а через 5-6 мин у большинства коров полностью прекращается молокоотдача.

Первое и самое важное требование физиологии - выработать у животного полноценный и устойчивый рефлекс молокоотдачи, т. е. приучить корову быстро и полностью отдавать молоко при доении машиной.

Второе требование заключается в правильной организации проведения подготовительных, основной и заключительных операций, которые должны проводиться независимо от типа применяемой доильной машины и способа организации доения на ферме.

Подготовительные операции: подмывание вымени теплой водой, обтирание его и массаж, сдаивание первых струек молока, включение аппарата в работу и надевание доильных стаканов на соски - должны быть выполнены за время не более 60 с.

Основная операция - собственно доение с учетом машинного додаивания - должна быть завершена на 4-6 мин.

Заключительные операции - это отключение аппаратов и снятие доильных стаканов с сосков.

14.2 Основы физиологии и технологии машинного доения

Совершенствование существующих, разработка и внедрение в практику новых перспективных технологий и машин должны обеспечивать повышение продуктивности молочного скота и сохранение качества молока, при одновременном снижении его себестоимости.

Машинное доение позволяет увеличить производительность и облегчить труд доярок; наиболее эффективно использование особенностей рефлекса молоковыведения - его кратковременность и диффузный характер (т. е. одновременное выделение молока всеми четвертями вымени).

Электрификация животноводческих ферм благоприятствует внедрению машинного доения коров.

Здесь имеет место система Ч - М - Ж (человек - машина - животное).

Время от получения внешнего сигнала до активного припуска молока у коровы составляет около 45 с. За это время должны быть выполнены все опера-

ции по подготовке вымени и включен в работу доильный аппарат. Это требование особенно важно потому, что окситоцин действует в крови непродолжительное время (4-6 мин.), после чего его действие заканчивается, что вызывает прекращение процесса молокоотдачи.

Процесс молокоотдачи протекает относительно быстро; доение коровы должно быть закончено не более чем за 4-6 мин. Динамика процесса молокоотдачи представлена на рисунке 14.2.

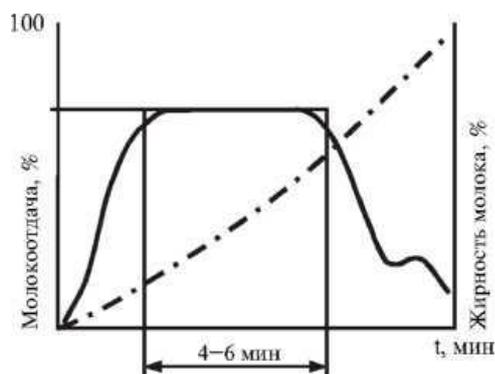


Рисунок 14.2 - Изменение интенсивности молокоотдачи и жирности молока по времени доения

В начале доения скорость молоковыведения быстро возрастает и достигает максимального значения. Затем она постепенно снижается. За 4-6 мин. доильный аппарат должен полностью вывести молоко из вымени. Необходимо отметить, что последние порции молока имеют наибольшую жирность (10-12%).

К технологии машинного доения животных предъявляются следующие основные физиологические требования:

1 Выработать у животного полноценный и устойчивый рефлекс молокоотдачи при машинном доении (первое и самое важное требование физиологии). Это достигается надлежащей подготовкой вымени и правильной организацией работы дояра, созданием внешних благоприятных факторов.

2 Доильный аппарат должен оказывать стимулирующее воздействие на организм животного (пример - доильный аппарат АДС-1, разработанный учеными Сибирского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства).

3 Правильно организовать проведение подготовительных, основных и заключительных операций.

4 Процесс доения вакуумной доильной машиной при максимальной скорости выведения молока должен быть безопасным для молочной железы.

Способы и технология машинного доения коров

В настоящее время при доении коров используются два принципа воздействия на сосок вымени; отсасывание и выжимание. Отсасывание может быть естественным (сосание теленком) и машинным (отсасывание доильным аппаратом). Выжимание - ручным (выжимание молока из вымени руками доярки) и машинным (выжимание молока доильным аппаратом).

Практика и научные исследования показали, что наиболее приемлемым принципом машинного доения является тот, который по своему воздействию на вымя коровы близок к естественным действиям теленка при сосании.

Действие теленка. При сосании в полости рта теленка периодически создается разрежение (вакуум), чередующееся со сжатием соска в момент заглатывания отдельных порций молока. При этом вакуум достигает 37 кН/м^2 (280 мм рт. ст.), а частота пульсаций колеблется от 45 до 70 в минуту. В процессе сосания теленок часто меняет соски и периодически как бы массирует вымя, подталкивая его головой.

Следовательно, доильная машина должна удовлетворять именно этим физиологическим требованиям.

В нашей стране доильные машины работают по принципу прерывистого отсасывания молока, т. е. по принципу создания под сосками вымени коровы переменного вакуума. Одни из них осуществляют рабочий процесс за два такта: такт сосания и такт сжатия или такт сосания и такт отдыха и называются двухтактными, а другие за три такта (сосание, сжатие и отдых) и носят название трехтактных.

Требованиям физиологии животного в большей степени отвечает трехтактный режим работы. Он обеспечивает стимуляцию процесса молокоотдачи и не опасен для здоровья животного при случайной передержке доильных стаканов на вымени коровы.

Двухтактный режим работы по времени воздействия вакуума на соски вымени коровы является более напряженным. К концу доения стаканы нередко наползают на вымя, втягивая соски глубоко внутрь, ухудшая тем самым условия извлечения последних порций молока и восстановления нормального кровообращения в сосках. После прекращения истечения молока (при передержке доильных стаканов на вымени) нежные ткани канала сжатого соска за счет трения друг о друга могут вызывать воспаление молочной железы (мастит).

Применение двухтактных доильных машин продиктовано не наиболее оптимальным режимом доения, а необходимостью повышения скорости доения.

Технология машинного доения коров включает в себя 3 группы операций:

1. Подготовительные операции - обмывание вымени теплой водой ($t = 40-$

45 °С); обтирание и массаж вымени; сдаивание первых струек молока в отдельную посуду; включение в работу доильного аппарата и надевание доильных стаканов на соски животного. Все подготовительные операции должны быть выполнены не более чем за 60 секунд.

2. Основные операции - машинное доение (4-6 мин.) и машинный додой (25-30 с - оттягивание доильных стаканов вниз и вперед с одновременным массажем).

3. Заключительные - отключение доильного аппарата и снятие доильных стаканов с вымени. Обработка вымени.

Технологическая скорость доения - пропускная, или отсасывающая, способность доильного аппарата. Ее величина целиком определяется техническими параметрами доильной машины.

Действительная скорость доения - фактическое количество молока, полученное доильным аппаратом в процессе доения за единицу времени. Ее величина зависит от совершенства доильного аппарата и от соответствия его требованиям физиологии.

Основное требование динамики работы доильного аппарата заключается в том, чтобы в течение всего периода доения скорость молоковыведения аппаратом была равна скорости молокоотдачи. В самом начале доения достаточно иметь небольшой по времени такт сосания. Далее, по мере роста молокоотдачи, длительность такта сосания должна быть максимальной.

Однако современные доильные аппараты работают в одном режиме с постоянной технологической скоростью, что является серьезным их недостатком.

Из анализа процесса молокоотдачи следует, что необходимо создать доильный аппарат с автоматическим регулированием процесса доения в зависимости от интенсивности молокоотдачи.

14.3 Зоотехнические требования на доильные машины

Требования к доильным машинам на основе накопленного практического опыта и результатов исследований, проведенных в нашей стране и за рубежом, разработаны В. Ф. Королевым и сводятся к следующему:

1. Обеспечить стимуляцию молокоотдачи и полное выведение молока из вымени без ручного додаивания.

2. Наиболее полно отражать механизм действия сосательного аппарата теленка и работу рук доярок.

3. Иметь средства регулировки положительного и отрицательного давлений (1,3 - 10,6 кН/м²), а также числа пульсаций (40 - 120 в мин).

4. Обеспечивать возможность полного отвода молока от сосков в период

наибольшего выделения его из вымени в первые минуты доения, когда у некоторых коров за одну минуту может быть выдоено около 50% молока всего удоя (до 5 - 6 л).

5. Исключить наползание доильных стаканов во время доения на вымя и пережимание верхнего устья соскового канала.

6. Обеспечивать полную безопасность для животных при случайной передержке доильных стаканов на сосках вымени.

7. Не создавать шума.

8. Иметь высокую эксплуатационную надежность и быть простыми в обслуживании.

14.4 Доильные аппараты, их классификация и основы расчета

Первые попытки механизации доения коров были осуществлены с помощью соломинок (1719 г.), а позднее (1836 г.) - металлических трубок, называемых катетерами.

Затем был предложен ряд приспособлений для этой цели - в виде валиков, пластинок, роликов, механических пальцев и др. Однако эти приспособления не нашли распространения, так как не облегчали труд дояра, а, наоборот, увеличивали объем работ по сравнению с ручным доением и беспокоили коров.

В 1851 году в Англии была предложена первая высасывающая доильная машина, работающая на постоянном вакууме.

В 1885 году в Шотландии создали доильный аппарат, действующий на переменном вакууме. Пульсация достигалась соответствующим вакуумным насосом.

Это явилось отправной точкой в разработке и создании современных доильных аппаратов.

В нашей стране начало развития машинного доения относится к 20-м годам прошлого столетия.

Доильный аппарат является основной частью доильной установки.

Классификация доильных аппаратов:

1. По характеру силы, используемой для извлечения молока:

- отсасывающие;
- выжимающие.

2. По типу исполнительного органа:

- однокамерные;
- двухкамерные;
- трехкамерные.

3. По приводу исполнительного органа:

- синхронного действия;

- попарного действия;
- почетвертного действия.

4. По принципу работы:

- двухтактные;
- трехтактные;
- четырехтактные;
- непрерывного отсоса;
- изменяющие принцип работы.

5. По режиму работы:

- с постоянными параметрами;
- с регулируемыми параметрами;
- с программным управлением.

В свою очередь аппараты с регулируемыми параметрами бывают:

- с изменением числа пульсаций;
- с изменением соотношения тактов;
- с изменением рабочего вакуума;
- с изменением веса подвесной части аппарата;
- с комбинированным изменением параметров.

6. По характеру сбора молока:

- в доильное ведро;
- в молокопровод;
- в подвижную емкость;
- раздельно из каждой четверти.

Из анализа динамики процесса доения можно сформулировать основные требования, которым должен удовлетворять современный доильный аппарат:

- 1) работать в переменном режиме в зависимости от интенсивности молокоотдачи, обеспечивая в каждый момент времени оптимальную скорость доения;
- 2) обеспечивать стимуляцию рефлекса молокоотдачи;
- 3) быть абсолютно безопасным в случаях передержки стаканов на сосках животного;
- 4) оборудованность средствами сигнализации об окончании процесса доения и устройствами для автоматического отключения.

Основными параметрами доильного аппарата являются: расход воздуха, частота пульсаций и соотношение тактов.

Расход воздуха доильным аппаратом зависит от величины вакуума, частоты пульсаций, емкости камер и трубок, типа аппарата.

Процесс расширения воздуха при откачивании его из камер доильных стаканов можно считать изотермическим. Тогда по закону Бойля-Мариотта можно записать (рисунок 14.3):

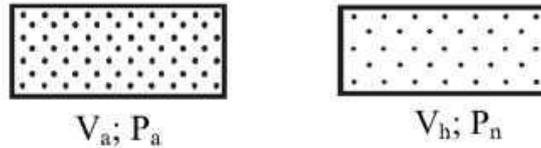


Рисунок 14.3 - Схема к расчету расхода воздуха доильным аппаратом

$$V_h = \frac{V_a \cdot P_a}{P_h} \quad (14.1)$$

где V_h - объем воздуха после расширения его до вакуума величиной h , м³;

V_a - начальный объем воздуха в камерах при атмосферном давлении, м³;

P_a - барометрическое (атмосферное) давление, Па;

P_h - абсолютное давление в камерах при вакууме (после откачивания части воздуха), Па.

Величина P_h равна

$$P_h = P_a - h \quad (14.2)$$

Тогда

$$V_h = \frac{V_a \cdot P_a}{P_a - h} \quad (14.3)$$

Объем воздуха, подлежащего откачиванию за 1 цикл работы аппарата, равен

$$V_{\text{ц}} = V_h - V_a = \frac{V_a \cdot P_a}{P_a - h} - V_a = \frac{V_a \cdot h}{P_a - h} \quad (14.4)$$

Анализ полученной формулы показывает, что чем выше нужна величина вакуума, тем больше воздуха необходимо откачивать. При $h = 0$ $V_{\text{ц,прив}} = 0$, т. е. отсос воздуха не нужен.

При $h = \frac{1}{2} P_a$ (96 кПа) т. е. при таком вакууме нужно откачать половину всего воздуха, находящегося в камерах стаканов и шлангов.

Для аппарата АДУ-1 объем V_a составляет 0,7 дм³, следовательно при вакууме 48 кПа расход воздуха аппаратом за 1 цикл составит 0,35 дм³, а секундный расход при работе 10 аппаратов составит 0,0035 м³/с.

Действительный расход доильного аппарата на 30-35% выше теоретического из-за подсоса воздуха через неплотности.

Схема пульсатора доильного аппарата приведена на рисунке 14.3.

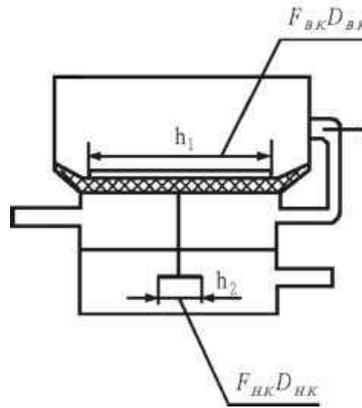


Рисунок 14.3 - Схема пульсатора доильного аппарата

Обозначим наибольший вакуум в управляющей камере - h_1 , в камере постоянного вакуума - h_2 .

Площадь и диаметр верхнего клапана - соответственно $F_{В.К.}$ и $D_{В.К.}$.

Площадь и диаметр нижнего клапана - $F_{Н.К.}$ и $D_{Н.К.}$.

Между величинами F , h и D существует следующая связь:

$$\frac{F_{В.К.}}{F_{Н.К.}} = \frac{h_1}{h_2} = \frac{D_{В.К.}^2}{D_{Н.К.}^2}$$

Скорость изменения вакуума в верхней камере пульсатора имеет нелинейный характер. В этом случае скорость процесса пропорциональна расстоянию, остающемуся до конца пути (логарифм Непера по В.П. Горячкину), т. е.

$$\frac{dx}{dt} = K(h - x)$$

где x - величина переменного вакуума, Па;

t - время, с;

h - номинальный вакуум;

$\frac{dx}{dt}$ - скорость изменения вакуума, Па/с;

K - коэффициент пропорциональности, c^{-1} .

Процессы откачивания и заполнения противоположны по действию. Выражаем время для процесса откачивания:

$$dt = \frac{1}{K_1} \cdot \frac{dx}{h - x}$$

Для процесса заполнения

$$dt = \frac{1}{K_2} \cdot \frac{dx}{x}$$

После интегрирования (h_1 и h_2 - пределы интегрирования, наибольший и наименьший вакуум) получим значения времени.

Время откачивания воздуха из камеры 1

$$t_1 = \frac{1}{K_1} \int_{h_2}^{h_1} \frac{dx}{h-x} = \frac{1}{K_1} \frac{I_n(h-h_2)}{h-h_1}$$

Время заполнения камеры 1 (второй такт)

$$t_2 = \frac{1}{K_2} \int_{h_1}^{h_2} \frac{dx}{x} = \frac{1}{K_2} \frac{I_n h_1}{h_2}$$

Время пульса

$$t = t_1 + t_2 = \frac{\frac{1}{K_1} I_n (h-h_2)}{h-h_1} + \frac{\frac{1}{K_2} I_n h_1}{h_2}$$

Соотношение тактов

$$\frac{t_1}{t_2} = K_0 \frac{\frac{I_n (h-h_2)}{h-h_1}}{\frac{I_n h_1}{h_2}} \quad (14.6)$$

где $K_0 = \frac{K_2}{K_1}$ коэффициент изменения конструктивных параметров пульсатора (жесткости мембраны, диаметров клапанов, их посадочных гнезд и т. д., $K_0 = 3$).

Частота пульсаций

$$v = \frac{1}{t}$$

Выражение (6) неудобно для практического пользования. После преобразований можно получить:

$$\frac{t_1}{t_2} = K_0 \frac{I_n \left(\frac{D_M^2 - D_{H.K.}^2}{D_M^2 - D_{B.K.}^2} \right)}{\frac{I_n (D_{H.K.}^2)}{D_{B.K.}^2}}$$

Зависимости частоты пульсаций и соотношения тактов от величины вакуума представлены на рисунке 14.4.

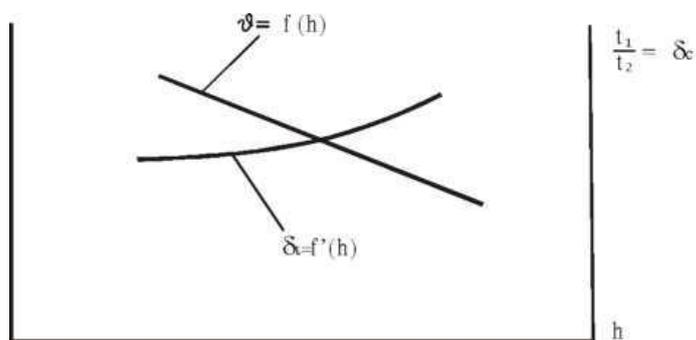
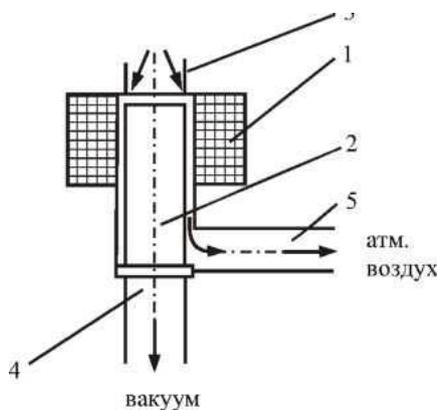


Рисунок 14.4 - Графики зависимости ν и δ от величины вакуума h

С увеличением h частота пульсаций резко уменьшается, а соотношение между тактами несколько возрастает. Изменение частоты пульсаций с изменением вакуума является серьезным недостатком пульсаторов клапанно-мембранного типа. Исключить данный недостаток можно применением электромагнитного пульсатора, схема которого приведена на рисунке 14.5.

Электромагнитный пульсатор соединен с вакуум-проводом патрубком 4, а с межстенными камерами доильных стаканов - патрубком 5. При подаче электрического импульса электромагнит 1 втягивает клапан 2, и вакуум поступает в межстенные камеры стаканов (в подсосковых камерах вакуум). Происходит такт сосания.



1 - катушка электромагнита; 2 - клапан; 3 - отверстие для атмосферного воздуха; 4 - патрубок для подсоединения к вакуум-проводу; 5 - патрубок, соединенный с межстенными камерами доильных стаканов

Рисунок 14.5 - Схема электромагнитного пульсатора

После прекращения импульса клапан под действием разряжения в вакуум-проводе резко опускается в нижнее положение. При этом в межстенные камеры стаканов поступает атмосферный воздух. Происходит такт сжатия.

Блок управления работает от однофазного напряжения 220 В и позволяет регулировать частоту пульсаций от 55 до 120 в минуту. Преимущества электромагнитных пульсаторов:

1. Частота пульсаций не зависит от колебаний вакуума.
2. Меньший расход воздуха.
3. Не содержат быстроизнашивающихся частей.

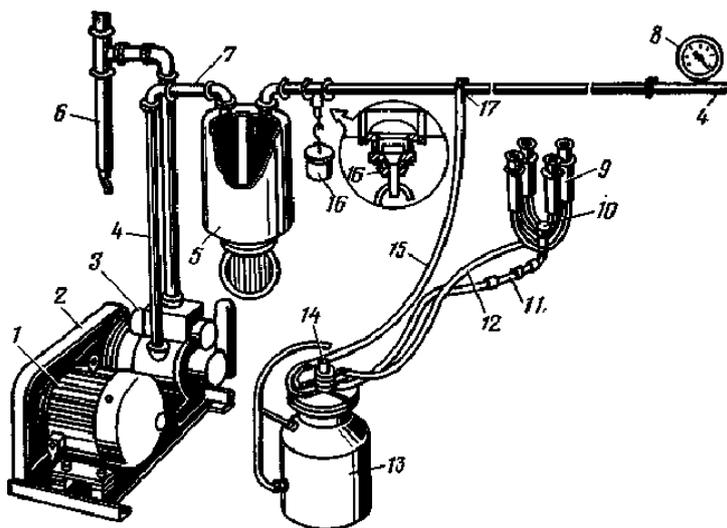
14.5 Доильные установки и их классификация

В настоящее время для доения коров применяют самые различные доильные установки. Выбор того или иного типа доильных установок зависит от размера фермы, продуктивности животных, способа их содержания, климатических условий.

Доильные установки делятся на 3 основных типа:

1. Доильные установки для доения коров в стойлах со сбором молока в ведро или через молокопровод в общую емкость.
2. Доильные установки для доения коров на доильных площадках или в специальных помещениях (доильных залах) со сбором молока через молокопровод в общую емкость.
3. Доильные установки для доения коров на пастбищах со сбором молока в ведра или через молокопровод в общую емкость.

Принципиальная схема доильной машины показана на рисунке 14.6.



1 - электродвигатель; 2 - ограждение; 3 - вакуум-насос; 4 - вакуум-магистраль; 5 - вакуум-баллон; 6 - маслоотделитель выхлопной трубы; 7 - диэлектрическая вставка; 8 - вакуумметр; 9 - доильный стакан; 10 - коллектор; 11 - молочный шланг; 12 - вакуумный шланг; 13 - доильное ведро; 14 - пульсатор; 15 - магистральный шланг; 16 - вакуум-регулятор; 17 - воздушный кран

Рисунок 14.6 - Схема доильной машины:

Установки для доения в стойлах

- а) с переносными доильными аппаратами;
- б) с передвижными доильными аппаратами;
- в) передвижные с питанием электрического двигателя вакуумного насоса через гибкий кабель;
- г) с молокопроводом, проложенным вдоль стойл.

К этой группе относятся: доильные агрегаты АД-100А; ДАС-2Б; доильные установки АДМ-8, АДМ-Ф-20 (30, 40, 50). Их применяют при привязном содержании животных.

Установки для доения коров в специальных помещениях

Их применяют при беспривязном и привязном содержании коров. Эти доильные установки оснащены доильными станками, которые монтируют в доильном помещении или на площадке.

В зависимости от конструкции доильных станков установки бывают:

- а) с индивидуальными доильными станками;
- б) с групповыми станками;
- в) конвейерные доильные установки.

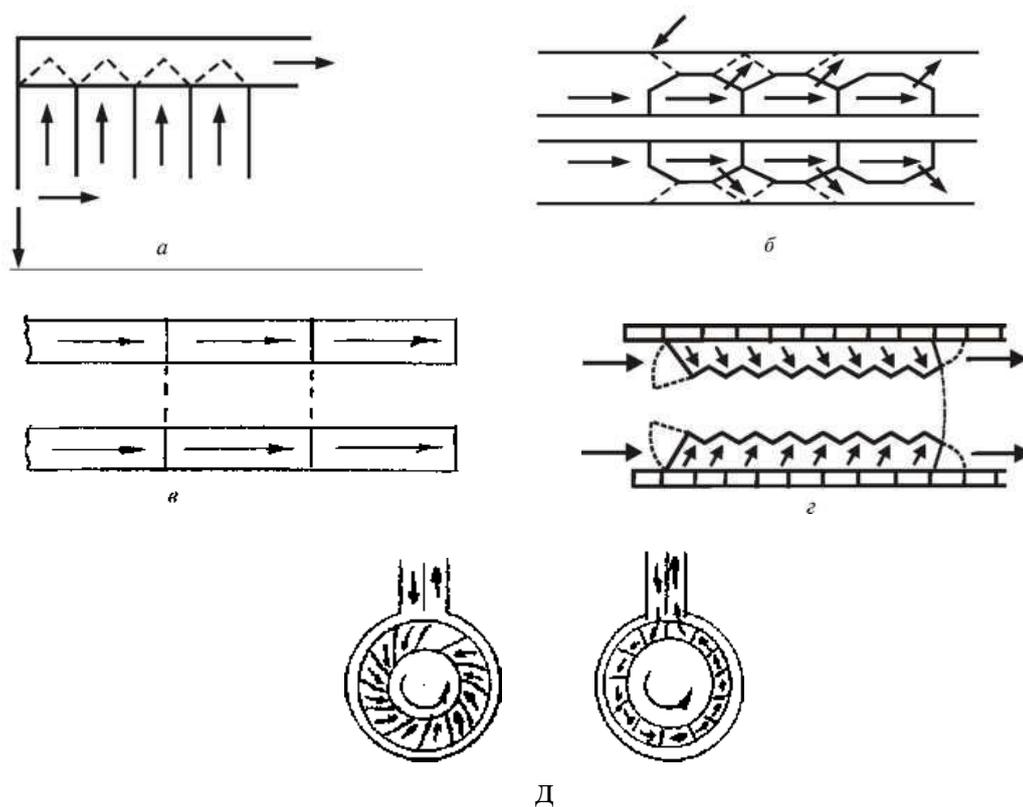
Схемы установок показаны на рисунке 14.7.

Установки с индивидуальными доильными станками позволяют входить и выходить из него каждой корове независимо от других (обеспечен индивидуальный подход к каждой корове). К ним относятся установки с параллельными станками (рисунок 14.7, а) и типа «Тандем» с боковым заходом (рисунок 14.7, б).

Установки с групповыми станками. Здесь вход и выход животных осуществляется только группами. К ним относятся доильные установки типа «Тандем» с проходными станками (рисунок 14.7, в) и «Елочка» (рисунок 14.7, г). Применение установок типа «Елочка» позволяет уменьшить площадь доильного зала в сравнении с «Тандемом» и увеличить производительность труда (за счет сокращения переходов доярок).

Конвейерные установки позволяют доить коров в ритме конвейера непрерываемого действия, что открывает большие возможности повышения производительности труда. Кроме того, конвейерный процесс доения обладает значительными возможностями технологического совершенствования. Эффективны на крупных молочных фермах и комплексах (рисунок 14.7, д). К ним относятся шведские системы «Юникар» и «Юнилактор». Здесь коровы содержатся в специальных передвижных стойлах-клетках, которые перемещаются по определенному графику. Каждое стойло оборудовано кормушкой, емкостью с во-

дой, автопоилкой и навозоприемником. Тележки с коровами в период отдыха находятся в стойловом помещении. Затем при движении тележек (рабочий цикл) автоматически заполняются кормушки, открывается поддон навозоприемника, заполняется бак водой. Далее тележки подъезжают к доильной площадке, где осуществляется выдаивание коров. После этого коровы вновь возвращаются на место отдыха. Преимущества - высокая производительность труда (нагрузка на 1 дояра доводится до 120-180 коров). Недостатки - большие затраты на строительство и быстрый износ животных (в течение 4-5 лет), т. к. нарушается обмен веществ, атрофируются мышцы.



а - с параллельными станками; б - типа «Тандем» с боковым заходом; в - типа «Тандем» с проходными станками; г - типа «Елочка»; д - конвейерного типа

Рисунок 14.7 - Схемы доильных установок

Установки для доения коров на пастбищах и в летних лагерях

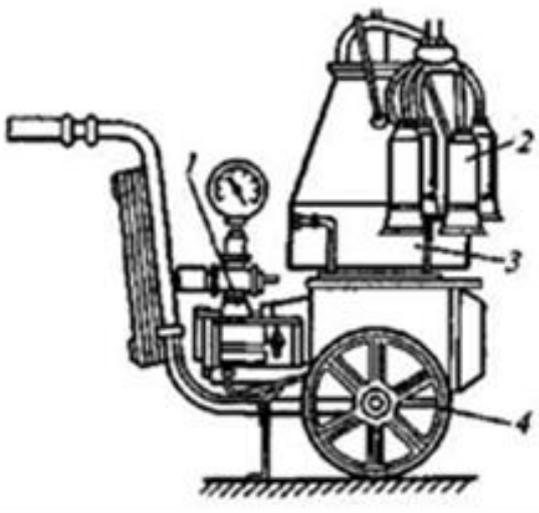
Для этой цели специально выпускается универсальная доильная станция УДС-3А. Конструкция ее позволяет осуществлять быструю сборку и разборку. Для доения коров в летних лагерях предназначена доильная установка УДЛ-Ф-12.

Также в нашей стране начат выпуск индивидуальных передвижных доильных установок, оснащенных доильным аппаратом двойного действия «Нурлат». Общий вид такой установки показан на рисунке 14.8.

Для механизации процесса доения коров в личных подсобных хозяйствах и на малых фермах (10-20 коров) предназначен агрегат индивидуального доения АИД-1-02 (рисунок 14.9).



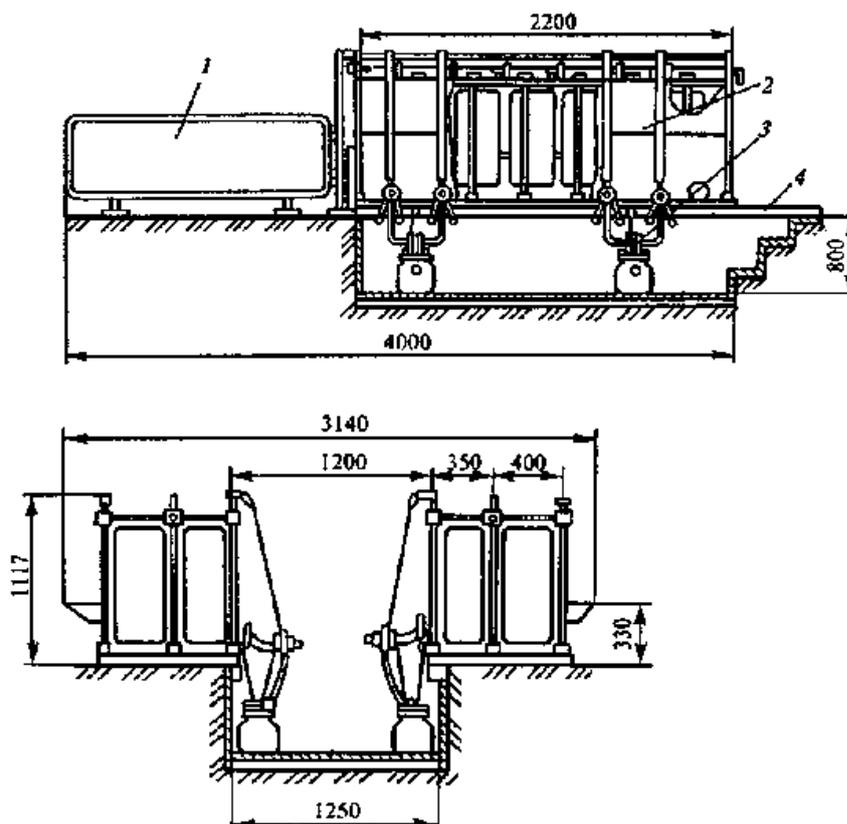
Рисунок 14.8 - Общий вид передвижной доильной установки с аппаратом «Нурлат»



1 - вакуумная установка; 2 – доильный аппарат; 3 - доильное ведро; 4 – тележка

Рисунок 14.9 - Агрегат для индивидуального доения коров АИД-1-01

Для механизации доения овец выпускаются модульные доильные установки для овцеферм. Такая установка позволяет организовать заход овец на платформу для доения, автоматическую индивидуальную фиксацию их у кормушек, доение, групповую расфиксацию после доения (рисунок 14.10).



1 - раскол; 2 - доильная платформа; 3 - доильный аппарат с ведром; 4 - вакуум-провод

Рисунок 14.10 - Модульная доильная установка для овец

14.6 Вакуумные системы доильных установок

Вакуумная система доильных установок представляет собой совокупность взаимосвязанных трубопроводов и устройств для создания, измерения и регулирования вакуума.

Элементами вакуумной системы являются: трубопроводы; резервуар (вакуумный баллон); вакуумный насос; приборы для измерения (вакуум-метр) и регулирования вакуума (вакуум-регулятор).

Одним из условий повышения эффективности работы доильных машин является обеспечение в процессе доения стабильности вакуума.

Для уменьшения потерь (тем самым уменьшения колебаний вакуума) система должна:

- иметь наименьшую длину;
- иметь минимальные потери давления воздуха за счет наиболее рациональной схемы и оптимального диаметра трубопровода на всех участках сети;
- отличаться простотой, надежностью конструкций соединений труб;

- иметь наименьшее число поворотов и минимально допустимое количество арматуры (кранов, задвижек и т. д.).

Коэффициент гидравлического сопротивления зависит от характера движения воздуха в трубе:

а) при ламинарном движении

$$\lambda = \frac{64}{R_l}$$

где R_l - критерий Рейнольдса.

б) при турбулентном движении

$$\lambda = \frac{0.0442}{d_B^{0,25}}$$

Коэффициент A определяется по формуле:

$$100 + Z_a$$

где $Z_a = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6$;

$a_1 = 10\%$ - утечки в соединениях труб;

$a_2 = 5\%$ - подсосы воздуха между сосковой резиной и соском;

$a_3 = 20\%$ - подсосы воздуха через доильные стаканы при их одевании;

$a_4 = 25\%$ - подсосы при случайном спадании шлангов и стаканов;

$a_5 = 20\%$ - потеря подачи вакуума в жаркое время суток из-за разжижения смазки в насосе;

$a_6 = 20\%$ - потеря подачи вакуума из-за повышения температуры насоса при длительной непрерывной работе.

Таким образом, суммарные потери примерно равны по величине расходу воздуха аппаратом. В связи с этим коэффициент увеличения запаса подачи вакуумного насоса принимается равным 2-3, т. е.

$$Q_\phi = (2 - 3) \cdot Q$$

где Q_ϕ и Q - соответственно фактическая и теоретическая подача вакуумного насоса, м³/ч.

Степень неравномерности откачивания воздуха вакуумным насосом определяется по формуле:

$$\delta_n \frac{500}{z^2}$$

где z - число лопастей насоса.

Так, для четырехлопастных вакуумных насосов (РВН, УВУ) степень неравномерности откачивания воздуха составляет 31%. Для снижения влияния неравномерности в систему необходимо включить вакуумный баллон емкостью 20-25 л.

Диаметр вакуум-провода определяется по формуле:

$$d_{\text{в}} = 0,4 \cdot \sqrt[5]{\frac{l}{\Delta\rho} \cdot W^2}$$

где l - полная длина вакуум-провода, м;

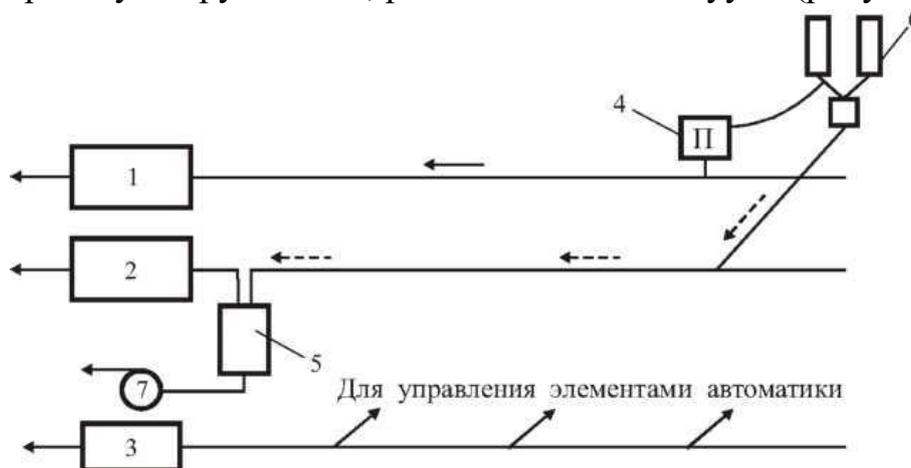
W - объем воздуха, протекающего через трубопровод, м³/мин.

Необходимое количество вакуумных насосов для поддержания устойчивого режима в системе

$$n_{\text{в.н.}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{н}}}$$

где $Q_{\text{н}}$ - производительность вакуумного насоса при заданной величине вакуума.

Заслуживает внимания такая система распределения вакуума в доильных установках, при которой каждый вакуумный насос имеет свое назначение и включается в вакуумную линию самостоятельно. Один насос служит для транспортирования молока, другой - для работы доильного аппарата, третий - для автоматизации доильной установки. Такое распределение вакуумных насосов позволяет иметь в системе постоянный уровень вакуума и гарантирует бесперебойную работу оборудования, работающего от вакуума (рисунок 14.11).



1, 2, 3 - вакуумные насосы; 4 - пульсатор доильного аппарата; 5 - молокоборник; 6 - доильный аппарат; 7 - молочный насос

Рисунок 14.11 - Схема вакуумной системы с отдельными контурами

14.7 Классификация, основы расчета и характеристики вакуумных насосов

Вакуумный насос предназначен для создания вакуума (разряжения) в системе за счет откачивания из нее воздуха. Вакуумный насос является движущей силой любого доильного оборудования.

Классифицируются вакуумные насосы следующим образом:

1. По конструкции:

- поршневые;
- инжекторные;
- кулачковые;
- ротационные.

В свою очередь ротационные насосы подразделяются на 4 типа:

- пластинчатые;
- водокольцевые;
- с катящимся поршнем;
- двухроторные.

2. По величине создаваемого разряжения:

- насосы низкого вакуума;
- насосы среднего вакуума;
- насосы высокого вакуума.

3. По назначению:

- «сухие» (для отсасывания газов);
- «мокрые» (для отсасывания газа вместе с жидкостью).

4. По характеру использования:

- стационарные;
- передвижные.

До 1952 года доильные установки в нашей стране комплектовались вакуумными насосами поршневого типа. Они отличались большими размерами и металлоемкостью, имели быстроизнашивающиеся механизмы - кривошипно-шатунный и механизм воздухораспределения.

В настоящее время на доильных установках получили наибольшее распространение ротационные лопастные насосы марок РВН-40/350; УВУ-60/45; ВЦ-40/130 и др.

Принципиальная схема ротационного вакуумного насоса приведена на рисунке 14.12.

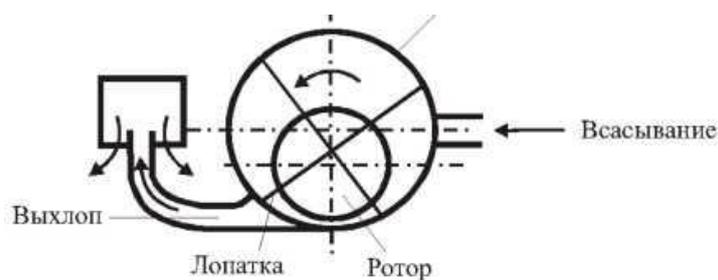


Рисунок 14.12 - Схема ротационного вакуумного насоса

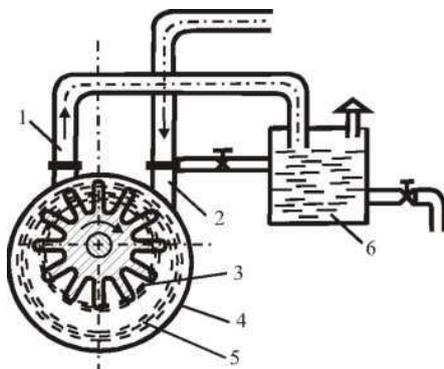
Производительность РВН-40/350 при вакууме 50 кПа составляет 11,1 дм³/с (40 м³/ч). Механический к.п.д. составляет 0,8-0,9.

Унифицированная вакуумная установка УВУ-60/45 может работать в двух режимах: при вакууме 53 кПа обеспечивать производительность 60 или 45 м³/ч (достигается изменением частоты вращения ротора путем замены шкива клиноременной передачи на валу электрического двигателя).

Схема водокольцевого вакуумного насоса (ВВН) показана на рисунке 14.13.

Основными преимуществами таких насосов в сравнении с ротационными являются отсутствие трущихся рабочих органов и высокая производительность.

Уплотнение между ротором и статором достигается слоем воды.



1 - выхлопная труба; 2 - вакуумный провод; 3 - ротор; 4 - статор; 5 - водяное кольцо; 6 - охладитель воды

Рисунок 14.13 - Схема водокольцевого вакуумного насоса

Однако эти насосы обладают низким к.п.д. (0,48-0,52), сложны в эксплуатации и могут работать только при положительных температурах.

Ведущими зарубежными производителями доильной техники выпускаются вакуумные насосы с рециркуляционной системой смазки.

К таким конструкциям относятся насосы, разработанные фирмами «DeLaval» и «Westfalia Landtechnik» (рисунок 14.14).

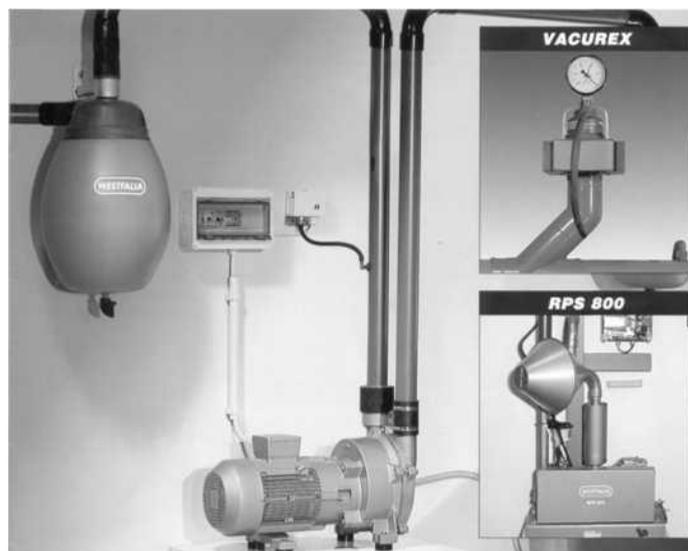


Рисунок 14.14 - Общий вид вакуумной установки фирмы «Westfalia Landtechnik» с рециркуляционной системой смазки

Такие насосы имеют высокую эксплуатационную надежность, существенно снижают количество выделений масла в атмосферу и уровень шума.

Основными характеристиками вакуумных насосов являются производительность, металлоемкость и энергоемкость.

Расчетная схема показана на рисунке 14.15.

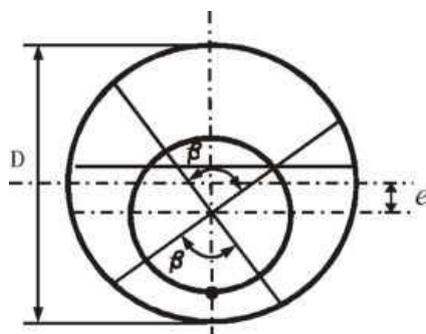


Рисунок 14.15 - Схема к расчету производительности вакуумного насоса

Полезный объем камеры всасывания определяется по формуле:

$$V_{\text{BC}} = 2 \cdot e \cdot D \cdot L \cdot \frac{\sin \beta}{2}$$

где D - диаметр статора, м;

e - эксцентриситет, м;

L - длина ротора, м.

При числе лопаток Z и угловой скорости ω производительность лопастного насоса ($\text{м}^3/\text{с}$) равна

$$Q = V_{\text{вс}} \cdot Z \cdot \frac{\omega}{2\pi}$$

или

$$Q = \frac{1}{\pi} \cdot e \cdot D \cdot L \cdot Z \cdot \omega \cdot \frac{\sin\beta}{2}$$

Наибольшее распространение получили 4-лопастные ($Z = 4$) вакуумные насосы, при $\beta = 90^\circ$ (то есть лопасти перпендикулярны друг другу).

Для таких насосов

$$Q = 0,98 \cdot e \cdot D \cdot L \cdot Z \cdot \omega$$

Из полученных зависимостей видно, что теоретическая производительность вакуумного насоса прямо пропорциональна его геометрическим размерам и частоте вращения ротора.

Кроме того, действительная производительность вакуумного насоса зависит от степени наполнения всасывающей камеры, которая учитывается коэффициентом наполнения φ_n . Значение φ_n зависит от конструкции насоса и определяется экспериментальным путем.

Тогда действительная производительность вакуумного насоса (4-лопастного, при $\beta = 90^\circ$) равна

$$Q_d = 0,98 \cdot e \cdot D \cdot L \cdot \omega \cdot \varphi_n$$

Мощность, необходимая для привода вакуумного насоса,

$$N = \frac{M \cdot \omega}{\eta \cdot 1000}$$

где M - крутящий момент, обусловленный сопротивлением всасывания, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

ω - угловая скорость ротора, рад/с ;

η - к.п.д. вакуумного насоса и электрического двигателя с передачей ($\eta = 0,75-0,85$).

Требуемый крутящий момент определяется по формуле:

$$M = h \cdot e \cdot D \cdot L$$

где h - расчетная величина вакуума, кПа .

Зависимости производительности насоса и потребляемой мощности от угловой скорости ротора показаны на рисунке 14.16. На рисунке 14.17 приведена зависимость потребляемой насосом мощности от величины вакуума.

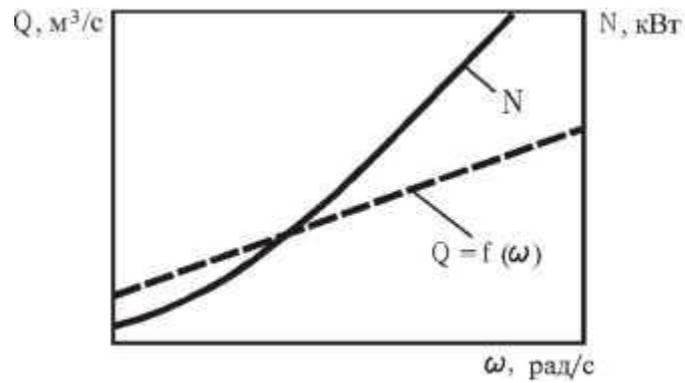


Рисунок 14.16 - Зависимость Q и N от частоты вращения ротора ω

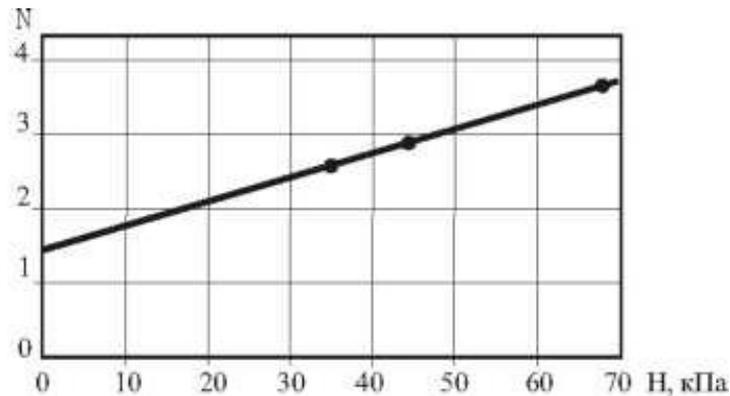


Рисунок 14.17 - Зависимость $N=f(H)$

Механическая характеристика вакуумного насоса представляет собой вентиляторную зависимость (рисунок 14.18, а), а нагрузочная диаграмма (рисунок 14.18, б) - параллельная, прямая оси абсцисс после пуска (при постоянной величине вакуума в системе).

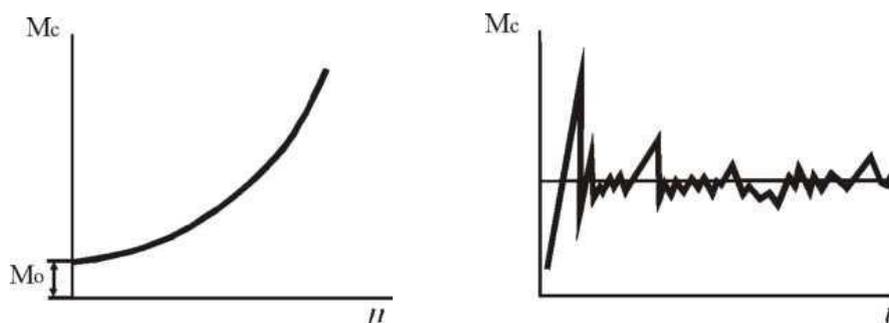


Рисунок 14.18 - Механическая (а) и нагрузочная (б) диаграммы вакуумного насоса

14.8 Уход за доильным оборудованием

Бескомпромиссная молочная гигиена является обязательной предпосылкой для производства качественного молока. Только на стерильно чистой доильной

установке можно получить сырое молоко высшего качества с наименьшим количеством бактерий.

С целью поддержания требуемого санитарного состояния системы доения необходимо выполнять определенные правила ухода, используя при этом моющие средства.

Требования к моющим средствам:

- должны обладать высокими моющими свойствами;
- быть безвредными для здоровья человека;
- не изменять свойств молока;
- не разрушать материал оборудования;
- быть дешевыми и удобными в эксплуатации.

В качестве моющих средств используются высокощелочные моющие средства (основная часть - едкий натр NaOH); умеренно щелочные моющие средства; нейтральные и кислые моющие средства (раствор азотной, соляной и уксусной кислот) для удаления молочного камня.

К дезинфицирующим средствам относятся: хлорная известь, гипохлорит натрия, гипохлорит кальция, хлорамин Б.

Процесс ухода включает следующие операции:

1. Ополаскивание оборудования чистой водой.
2. Промывка моющими растворами.
3. Ополаскивание.
4. Дезинфекция.
5. Ополаскивание.

Отечественные автоматизированные доильные установки типа «Тандем» и «Елочка» комплектуются автоматом промывки, обеспечивающим выполнение следующих этапов:

- 1) преддоильное прополаскивание в циркуляционном режиме;
- 2) преддоильная просушка линии;
- 3) последоильное прополаскивание;
- 4) промывка моющим раствором в циркуляционном режиме;
- 5) прополаскивание системы;
- 6) просушка.

Последовательность работы автомата видна из циклограммы (рисунок 14.19).

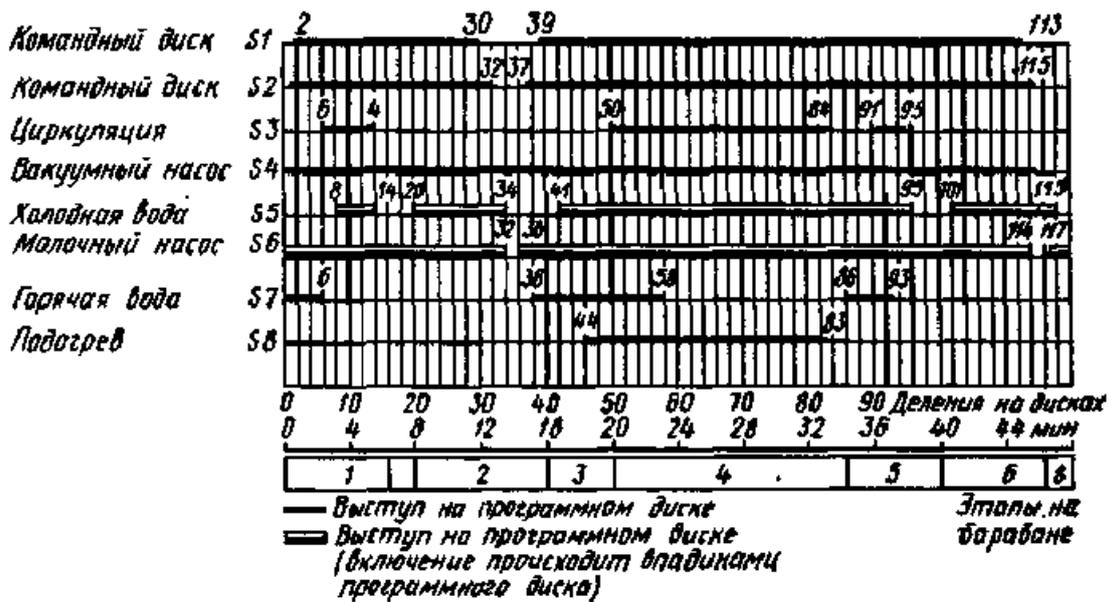


Рисунок 14.19 - Циклограмма автомата промывки М-8848

Заслуживают внимания автоматы промывки, разработанные компанией «Westfalia Landtechnik» на базе современных энергосберегающих технологий. Общий вид таких автоматов показан на рисунке 14.20.



Рисунок 14.20 - Общий вид автоматов промывки «Envistar»

Автомат «Envistar» в стандартном исполнении имеет преимущества на доильных установках типа «Молокопровод» с использованием небольшого количества воды в фазе основной промывки. Благодаря электронному управлению он приспособлен к доильной установке любого типа и размера, экономит время и моющие средства.

Автомат «Envistar» со штабельной промывкой обеспечивает существенную экономию воды и электроэнергии за счет многократного (до 13 раз) использования моющего средства.

Тема 15 - Механизация первичной обработки и переработки молока

15.1 Технологические схемы первичной обработки молока

Молоко является ценным продуктом питания для человека. Его составные части усваиваются организмом на 95-98%. Вместе с тем молоко относится к категории скоропортящихся продуктов, что предъявляет повышенные требования к его первичной обработке непосредственно на местах производства.

Так, свежее молоко не может храниться свыше 2-х часов без обработки.

При температуре 24 °С молоко можно хранить 12 часов, а при 4- 5 °С - до 24 часов.

Качество молока определяется ГОСТ 13264-88 «Молоко коровье. Требования при закупках». Сюда относится жирность (%), кислотность (°Т), механическая загрязненность (группа чистоты), бактериальная обсемененность (млн бакт./см³) и плотность (град. ареометра).

Для Ставропольского края за базисное молоко принято молоко с показателями: жирность - 3,7%; кислотность - 17°Т; бактериальная обсемененность - 0,5 млн бакт./см³; механическая загрязненность - 1 группа; плотность - 29,5 град. ареометра.

В настоящее время в стране в среднем производится 60-65% молока первого сорта, некоторые хозяйства сдают всего 20% первосортного молока.

Основными причинами получения низкосортного молока являются: несоблюдение технологии его первичной обработки и недостаток молочного оборудования, в частности, для ферм малых размеров.

К первичной обработке относят следующие основные технологические операции:

1. Очистку - для удаления механических примесей.
2. Охлаждение - для замедления жизнедеятельности микроорганизмов, вызывающих порчу и скисание молока.
3. Пастеризацию - для обеззараживания молока за счет уничтожения микроорганизмов.

Технологические схемы первичной обработки молока

1. Очистка → охлаждение (наиболее простейшая и распространенная).
2. Очистка → пастеризация → охлаждение (при отправке молока непосредственно в торговую сеть для продажи на розлив или в случае неблагоприятной эпидемиологической обстановки на ферме).
3. Очистка → нормализация (для получения молока определенной жирности) → пастеризация → охлаждение → расфасовка в пакеты (для непосредственной реализации).

Для обработки молока на каждой ферме оборудуют прифермскую молочную. Размер, планировка и оборудование прифермской молочной зависят от многих факторов: количества молока, подлежащего обработке, способа доения, количества коровников, применяемого оборудования и т. д.

На крупных фермах целесообразно иметь центральные прифермские молочные.

При проектировании и строительстве молочных необходимо соблюдать следующие основные правила:

1. Нельзя строить их возле источников загрязнения (навозохранилищ, кормохранилищ, выгульных площадок и т.д.).
2. Отделение для приемки и хранения молока необходимо размещать в помещениях, в которые не проникают солнечные лучи.
3. Полы должны быть влагонепроницаемыми, прочными и удобными для ухода.
4. Молочная должна быть оборудована приточно-вытяжной вентиляцией.
5. Должно быть предусмотрено снабжение холодной и горячей водой, паром.

При производстве цельного молока наилучших результатов достигают в том случае, если в коровниках создана единая поточная линия получения и обработки молока. Тогда поток осуществляется по следующей схеме:

доение → очистка → охлаждение до 10 °С → прием → учет → хранение → выдача (рисунок 14.1, а).

Если молоко поступает в молочную из нескольких коровников, то схема такова (рисунок 14.1, б):

доение → транспортировка → прием → учет → очистка → пастеризация → охлаждение до 10 °С → хранение → выдача.

При производстве питьевого молока (то есть при переработке цельного молока в питьевое) распространена следующая схема (рисунок 15.1, в):

доение → прием → сортирование → очистка → нормализация до заданной жирности → пастеризация → охлаждение → разлив → упаковка → выдача.

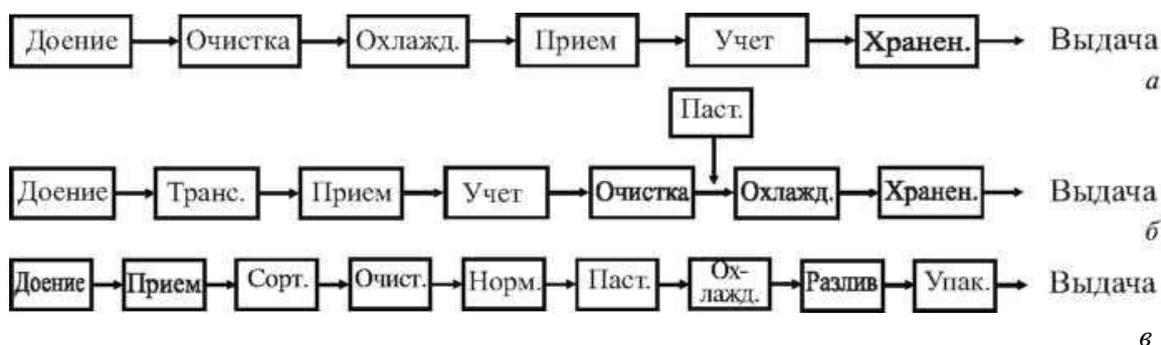


Рисунок 15.1 - Схемы поточно-технологических линий доения и обработки молока

15.2 Очистка и охлаждение молока

Удаление из молока механических примесей (пыли, частиц корма, подстилки т. д.) сразу после выдаивания - важный фактор в повышении его санитарного качества.

В настоящее время различают 2 способа очистки молока от механических примесей:

1. Фильтрация.
2. Очистка центробежными молокоочистителями.

Фильтрация - наиболее распространенный способ очистки молока. Сущность его заключается в продавливании молока через фильтрующий элемент, размеры ячеек (пор) которого меньше размера механических включений. Твердые частицы проникают в капилляры фильтра и задерживаются в них. В результате этого живое сечение фильтра уменьшается и сопротивление в капиллярах, по которым движется жидкость, растет.

Условие фильтрации

$$Q_{\phi} = Q_{\text{н}} = \uparrow F \cdot V \downarrow = Q_{\text{н}} = \text{const}$$

где Q_{ϕ} - пропускная способность фильтра;

$Q_{\text{н}}$ - подача насоса;

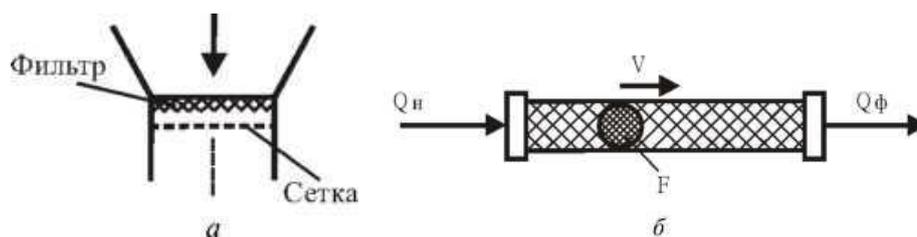
F - площадь «живого» сечения фильтра;

V - скорость движения молока через фильтр.

По мере загрязнения фильтра величина F уменьшается, следствием чего является пропорциональное увеличение скорости V , что приводит к возрастанию механических нагрузок на частицы загрязнений, их размыванию и попаданию в молоко. Поэтому работа фильтра крайне ограничена во времени.

В качестве фильтрующих элементов используют вату, марлю, фланель, металлическую сетку и синтетические материалы (лавсан обеспечивает более высокое качество очистки и высокую скорость фильтрования).

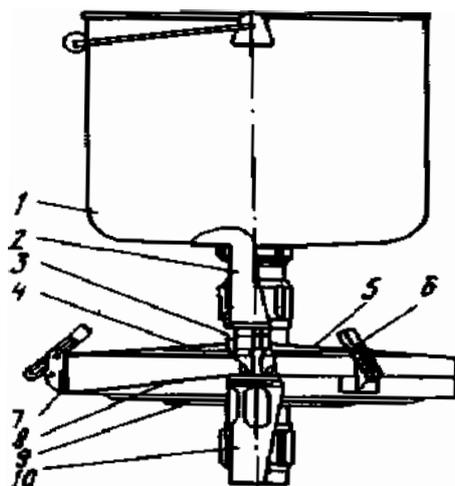
По принципу действия различают открытые и закрытые фильтры (рисунок 15.2).



а - открытого типа (самотечного); б - закрытого типа (напорного)

Рисунок 15.2 - Схемы фильтров

На рисунке 15.3 показана схема самоочищающегося молочного фильтра.



1 - воронка; 2 - трубопровод подводящий; 3 - преобразователь; 4 - обтекатель; 5 - крышка; 6 - фиксатор; 7 - обруч натягивающий; 8 - фильтрующий элемент; 9 - дно; 10 - трубопровод отводящий

Рисунок 15.3 - Фильтр молочный самоочищающийся ФМС

Открытые фильтры имеют низкую производительность и быстро засоряются.

Закрытые фильтры работают под давлением $(1-3) \cdot 10^5$ Па, производительность их значительно выше, чем открытых.

По конструкции закрытые фильтры делятся на пластинчатые, дисковые и цилиндрические.

Количество продукта, которое можно пропустить через фильтр в течение одного рабочего цикла (дм^3), определяется по формуле:

$$V_{\text{ц}} = q \cdot F$$

где q - нагрузка на 1 м^2 фильтра в течение цикла работы, $\text{дм}^3/\text{м}^2$;

F - поверхность фильтра, м^2 .

Необходимо отметить, что фильтрация как способ очистки молока с применением даже современных фильтрующих элементов не обеспечивает полной и достаточно качественной очистки молока. Происходит это вследствие размывания отфильтрованных загрязнений потоком молока до мельчайших частиц, которые проходят через поры фильтра.

Очистка молока центробежным путем - более совершенный способ. Достигается он за счет применения центрифуг или сепараторов. Основан на отделении механических включений за счет центробежных сил.

Важное преимущество этого способа заключается в очистке молока от спорообразующих бактерий, которые не гибнут даже после его пастеризации.

Установлено, что при очистке молока центробежным путем (при частоте вращения барабана $n = 8000$ об./мин.) бактериальная обсемененность его уменьшается в 1,5 раза.

Эффективность очистки возрастает с увеличением частоты вращения барабана, и при использовании ультрацентрифуг при $n = 14000$ об./мин. степень очистки составляет 85%, при $n = 25-30$ тыс. об./мин. она достигает 99%.

Однако время работы центробежного молокоочистителя также является ограниченным. Здесь имеет место закономерность, изображенная на рисунке 15.4):

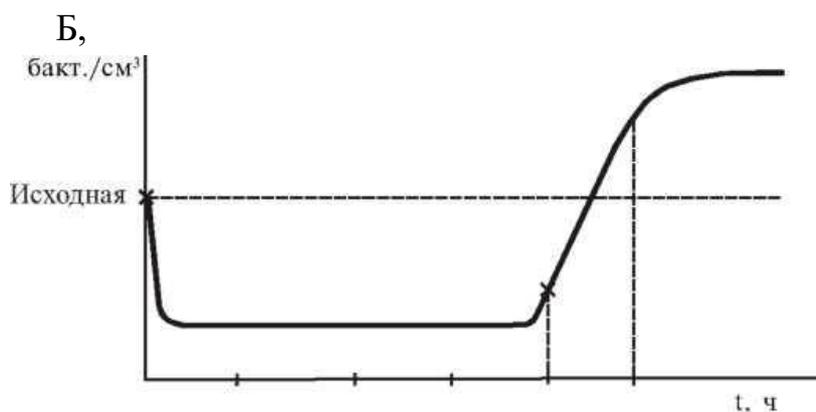
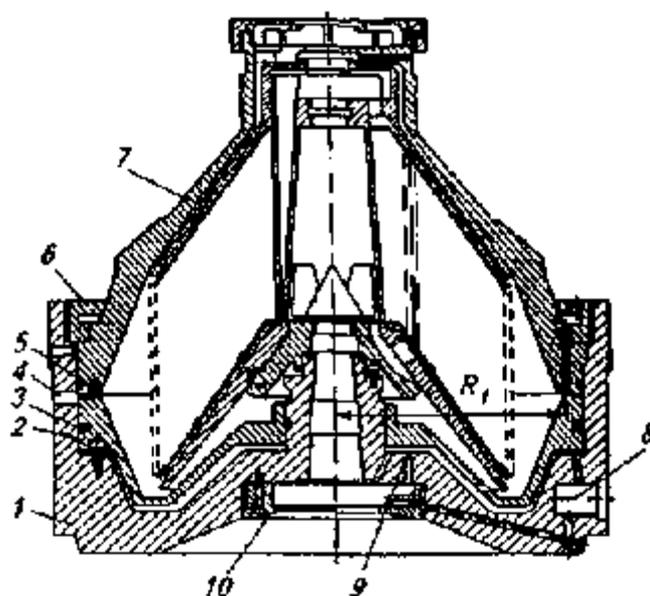


Рисунок 15.4 - Изменение бактериальной обсемененности молока за время работы сепаратора-очистителя

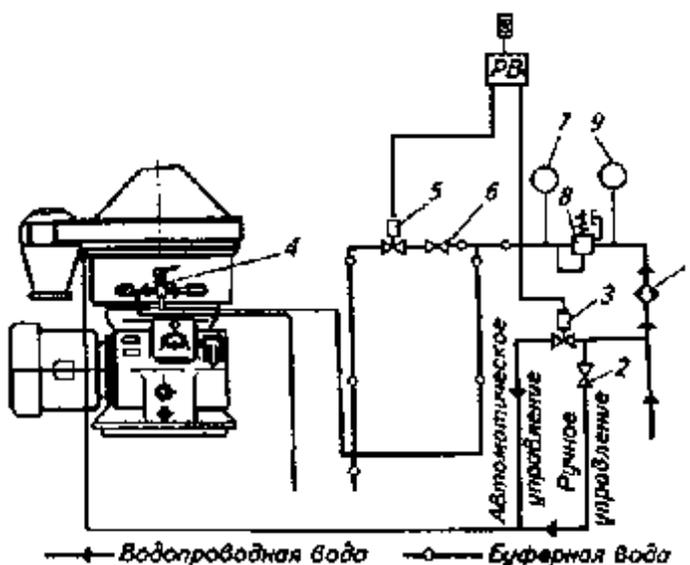
Время непрерывной работы сепаратора-молокоочистителя будет зависеть от его конструкции и загрязненности исходного молока. Для непрерывных потоочно-технологических линий выпускаются сепараторы-молокоочистители с самоочищающимся барабаном.

Конструкция барабана с периодической выгрузкой осадка показана на рисунке 15.5, а схема подключения гидроузла саморазгружающегося сепаратора - на рисунке 15.6.



1 - основание барабана; 2 – подвижное днище (поршень); 3, 5 - уплотнительные кольца; 4 - окно для выгрузки осадка; 6 - затяжное кольцо; 7 - крышка 8 - клапан разгрузки; 9 - жи-клер; 10 – распределительное кольцо буферной воды

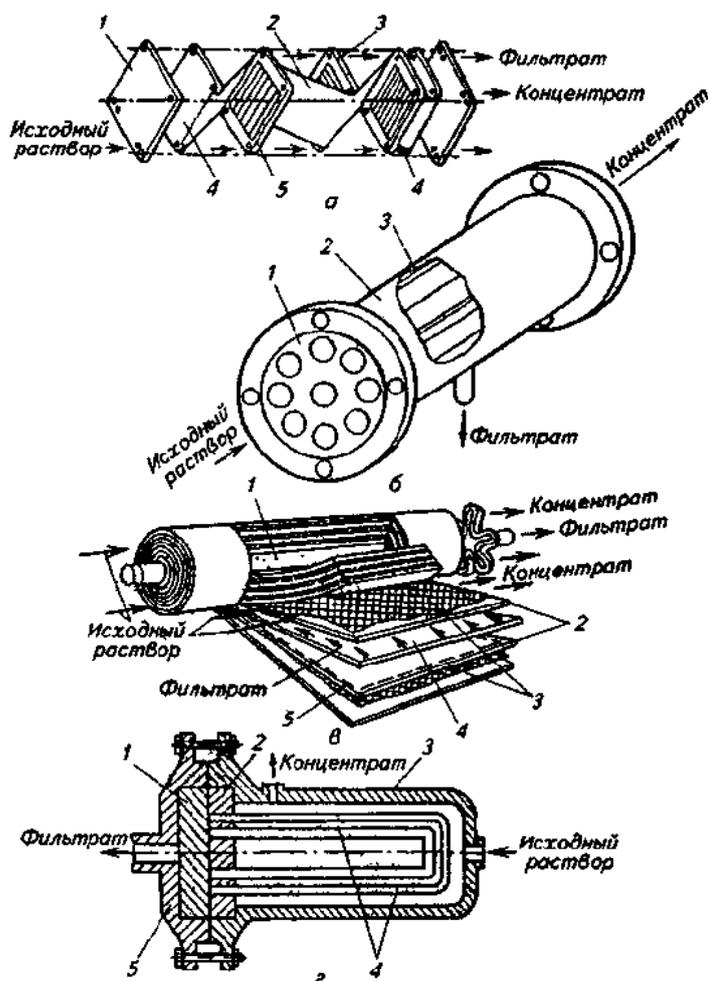
Рисунок 15.5 – Барабан сепаратора-сливкоотделителя с периодической вы-грузкой осадка



1 - фильтр; 2, 6 - вентили ручного управления; 3 - электромагнитный вентиль подачи размывочной воды; 4 - трехходовой кран режимов работы; 5 – электромагнитный вентиль подачи буферной воды; 7, 9 - манометры; 8 - редуктор давления; РВ - реле времени

Рисунок 15.6 - Схема подключения гидроузла саморазгружающегося сепаратора

В мировой практике для очистки жидкости, в том числе и молока, применяются мембранные аппараты самых различных конструкций. Схемы некото-рых из них представлены на рисунке 15.7.



а - плоскорамный 1 - фланец; 2 - мембрана; 3 - дренажная пластина; 4 - уплотнительная пластина; 5 - разделительная пластина; б - трубчатый: 1 - герметизирующий материал (компаунд); 2 - корпус; 3 - трубчатая мембрана; в - рулонный: 1 - трубка для отвода фильтрата; 2 - мембрана; 3 - каналобразующий элемент (турбулизатор); 4 - подложка-дренаж; 5 - клеевое соединение; г - с полыми волокнами: 1 - подложка-дренаж; 2 - шайба с полым волокном; 3 - корпус; 4 - полое волокно; 5 - крышка

Рисунок 15.7 - Мембранные аппараты

Сущность всех мембранных методов очистки основано на разделении и концентрировании молочного сырья в процессе фильтрации его через специальные мембраны.

Мембрана представляет собой тонкую полупрозрачную пленку, размеры пор которой не превышают 0,5 мкм. Пленка помещается на макропористую подложку для усиления ее механической прочности. В качестве подложки чаще применяется пористая нержавеющая листовая сталь толщиной 0,5-3 мм с порами 0,5-10 мкм.

Одним из факторов, определяющих жизнедеятельность микробов, является температура. Холод не убивает бактерии, но временно прекращает их рост и размножение.

Чем ниже температура молока, тем дольше сохраняются его первоначальные свойства. При $t = +1...+5$ °С молоко сохраняется в течение 2-х суток; а при $t = -25$ °С - 3 месяца. Низкая температура способствует лучшему сохранению основных витаминов молока.

Экономически не безразлично, до какой температуры следует охлаждать молоко. Так, если молоко с места производства отправляется на молочный завод после каждого доения коров, то нецелесообразно его охлаждать до низких температур. Охлажденным считается молоко, имеющее температуру в момент сдачи не более 10 °С.

В качестве источников холода для охлаждения молока можно использовать холодильное оборудование, а также естественные источники (холодную воду, снег, лед).

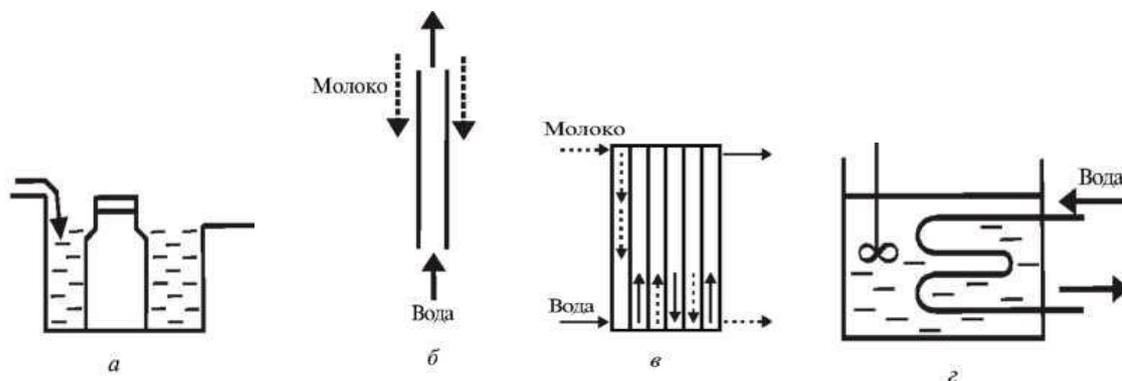
Количество льда, которое необходимо для охлаждения 1 т молока с 30 до 10 °С, составляет 1,2 м³.

Способы охлаждения молока

1. Охлаждение молока во флягах (рисунок 15.8, а) - наиболее простой и доступный способ. Охлаждать молоко во флягах можно, используя лед, холодную воду, а также холодильные машины.

Недостатки: высокая трудоемкость, низкий коэффициент теплопередачи, большой расход воды.

2. Охлаждение молока в оросительных охладителях (рисунок 14.8, б). Оросительные охладители молока при кратности расхода воды 2,5-3 обеспечивают охлаждение молока на 3-4° выше температуры хладоносителя. Выпускают оросительные охладители ООД-1000 (1000 л/ч); ООД-2000 (2000 л/ч); ООМ-1000А; ДФ.04.000А (для охлаждения молока на доильных установках с центральным молокопроводом).



а - во флягах; б - в оросительных охладителях; в - в пластинчатых охладителях; г - в резервуарах

Рисунок 15.8 - Способы охлаждения молока

3. Охлаждение молока в пластинчатых охладителях (рисунок 15.8, в) - наиболее совершенный тип охладителей молока, обеспечивающий высокую теплопередачу и производительность. Такие охладители пригодны при любом способе доения коров. Они обеспечивают охлаждение молока в замкнутом потоке без соприкосновения с окружающим воздухом. Выпускают охладители ПОМ-1А (500 л/ч); ПОМ-1Б (1000 л/ч); 0М-400А (400 л/ч); ООТ-М (3000 л/ч); ООУ-М (5000 л/ч).

4. Охлаждение молока в резервуарах (рисунок 15.8, г). Этот способ можно применять при любом способе доения коров: ручном; в переносные ведра; в центральный молокопровод. Резервуарный способ охлаждения молока позволяет организовать транспортировку его с ферм (горных пастбищ) по кольцевым маршрутам один раз в день. Для этой цели выпускают танки-охладители и резервуары-охладители емкостью от 200 до 2500 м³.

По способу охлаждения ванны и танки делятся на два типа: охлаждение хладоносителем (водой, рассолом) и непосредственным испарением хладагента (фреона).

Выпускают молочные танки ТОВ-1; ТО-2; ТОМ-2А; молочные резервуары РПО-1,6 (2,5); РНО-1,6 (2,5); МКА-2000А.

5. Охлаждение молока при транспортировании его по трубам осуществляется за счет теплообмена молока с грунтом через стенку трубопровода. Оптимальная глубина прокладки молокопровода должна составлять 0,7-1,0 м. Температура грунта в летние месяцы на глубине 0,7-1,0 м остается практически постоянной (в пределах 10-12 °С).

Наиболее эффективное охлаждение молока в молокопроводе происходит на длине $l_0 = 800-1000$ м (рисунок 15.9). На последующих участках температура транспортируемого молока приближается к температуре среды и становится практически постоянной.

Высокая эффективность использования молокопроводного транспорта подтверждается опытом эксплуатации горных молокопроводов как за рубежом, так и в нашей стране.

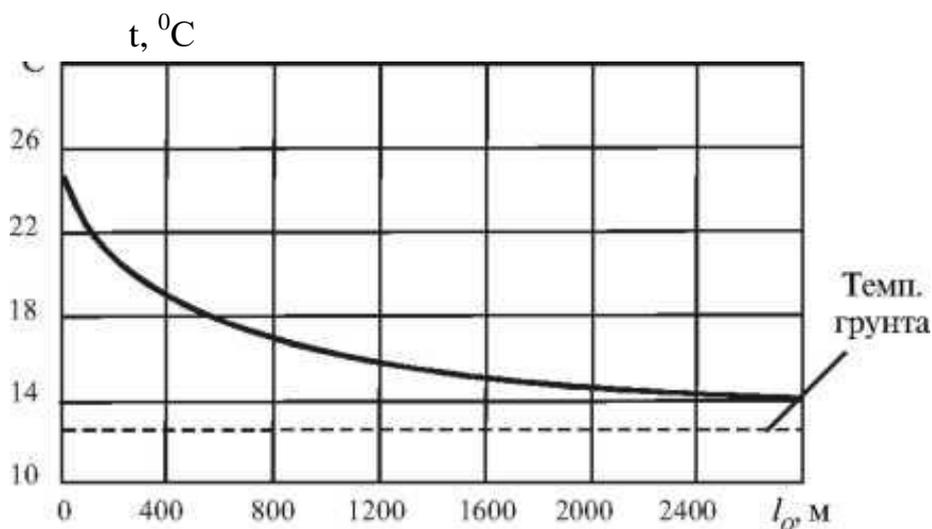


Рисунок 15.9 - Изменение температуры молока по длине молокопровода

Охладители молока и их классификация

Основные требования, предъявляемые к охладителям молока:

1. Универсальность в отношении возможности охлаждения жидких молочных продуктов с различными физико-механическими свойствами.
2. Не допускать бактериального загрязнения молока.
3. Не допускать испарения продукта во время охлаждения.
4. Быть удобными для проведения чистки, мойки и дезинфекции.

Существующие охладители могут работать отдельно или входить в состав комбинированных охладительно-пастеризационных или очистительно-охладительных установок.

Для охлаждения используют холодную воду родников, артезианских скважин, а также естественный холод.

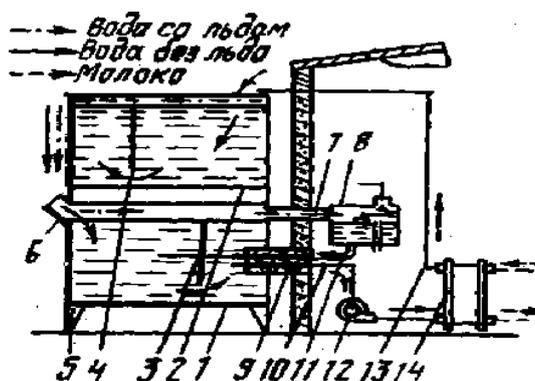
Глубокое охлаждение проводят за счет искусственного холода, полученного от холодильных машин.

Современные охладители классифицируются по следующим признакам:

1. По характеру соприкосновения с окружающим воздухом: открытые оросительные и закрытые проточные.
2. По профилю рабочей поверхности: трубчатые и пластинчатые.
3. По числу секций: одно- и многосекционные.
4. По конструкции: одно- и многорядные (пакетные).
5. По форме: плоские и круглые.
6. По направлению движения теплообменивающихся сред: прямоточные, противоточные и с перекрестным движением сред.
7. По воздействиям, вызывающим продвижение продукта: напорные и самотечные.

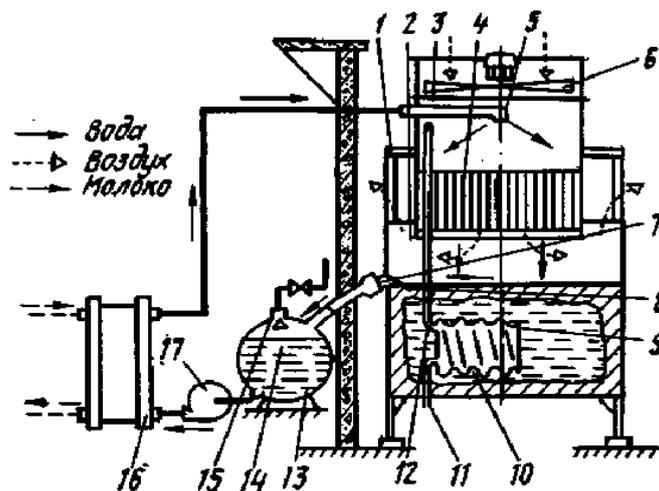
Наибольшее распространение на фермах получили пластинчатые охладители ОМ-400; ООТ-М; вакуумные оросительные охладители; очистители-охладители ОМ-1; ООМ-1000А. Кроме того, используются танки-охладители и резервуары различных типов и емкостей.

С целью снижения энергозатрат на охлаждение молока все большее распространение получает использование естественного холода. Для этих целей используются аккумуляторы естественного холода (рисунки 15.10 и 15.11).



1, 2 - резервуары; 3, 4 - перегородки; 5 - рама; 6 - козырек; 7 - переливная труба; 8 - бакчик постоянного уровня; 9 - теплоизолированный ввод; 10, 11 - водозаборная и подпитывающая трубы; 12 - водяной насос; 13 - труба отепленной воды; 14 - охладитель

Рисунок 15.10 - Двухсекционный аккумулятор естественного холода



1 - каркас; 2 - поддон; 3 - корпус теплообменника; 4 - оросительная насадка; 5 - форсунка; 6 - осевой вентилятор; 7 - сливная труба; 8 - выступ; 9 - компенсатор; 10 - пружина; 11, 12 - трубы-воздуховоды; 13 - накопитель воды; 14 - клапан; 15 - водопровод подпитки; 16 - пластинчатый охладитель; 17 - насос

Рисунок 15.11 - Малогабаритный аккумулятор естественного холода А-5

Принципы охлаждения молока

Принцип охлаждения основан на теплообмене между молоком и хладоносителем (воздухом, водой, рассолом).

Процесс теплопередачи происходит непрерывно до тех пор, пока температура молока будет выше температуры хладоносителя.

Для эффективного охлаждения молока необходимо иметь достаточное количество хладоносителя на единицу молока и условия, обеспечивающие наивысшую теплопередачу.

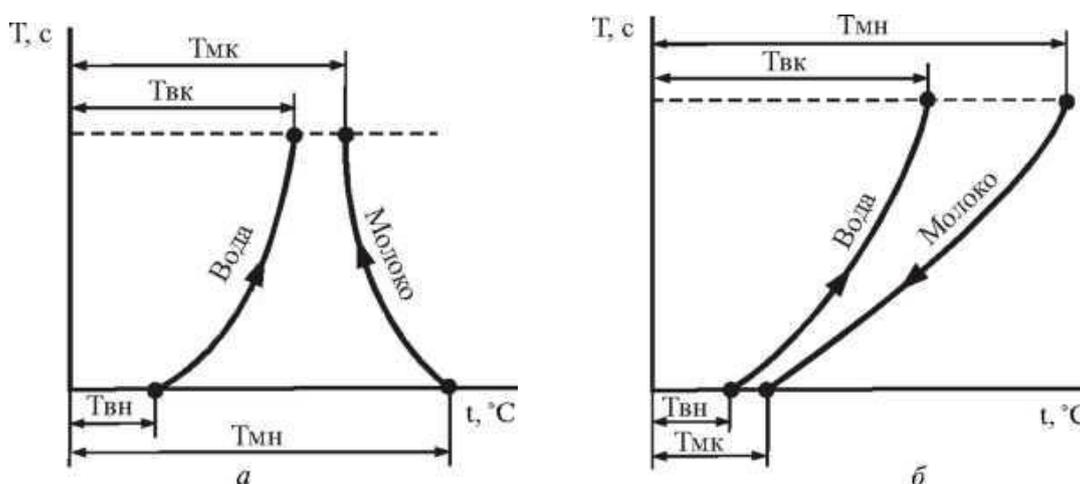
На величину теплопередачи влияют следующие основные факторы:

1. Размер теплообменной поверхности.
2. Средняя разность температур молока и хладоносителя.
3. Скорость движения молока и хладоносителя.
4. Теплопроводность и форма теплообменной поверхности.
5. Свойства охлаждаемой жидкости и хладоносителя.

Средняя разность температур молока и хладоносителя зависит от соотношения потоков движения молока и хладоносителя. Потоки бывают прямоточные и противоточные.

При прямотоке имеет место разница температур на входе в охладитель, а на выходе из него эта разница незначительна.

При противотоке молоко и хладоноситель движутся навстречу друг другу. В этом случае создается достаточная разница температур и на входе, и на выходе. Температурные графики показаны на рисунке 15.12.



а - прямотоке; б - противотоке

Рисунок 15.12 -. Графики изменения температуры при

При прямотоке температура молока не может быть ниже температуры выходящего из охладителя хладоносителя. Этот существенный недостаток резко снижает эффективность такого способа.

При противотоке температура охлаждаемого молока может быть равна или несколько выше температуры входящего хладоносителя и всегда значительно ниже температуры выходящего хладоносителя. Это главное и существенное преимущество противотока над прямотоком.

Хладоносителя в охладитель необходимо подавать в несколько раз больше, чем охлаждаемого продукта. Отношение количества затраченного хладоносителя к количеству охлажденного продукта называется коэффициентом кратности расхода хладоносителя. Значение этого коэффициента находится в пределах: для рассольной секции $n = 1,5-2,0$, для водяной $n = 2,5-3,0$.

Тогда расход хладоносителя будет равен

$$X = M \cdot n$$

При охлаждении молока в резервуарах с целью увеличения коэффициента теплопередачи молоко и хладоноситель необходимо перемешивать (перемешать).

Наибольшее распространение для этой цели получили лопастные мешалки (рисунок 15.13).

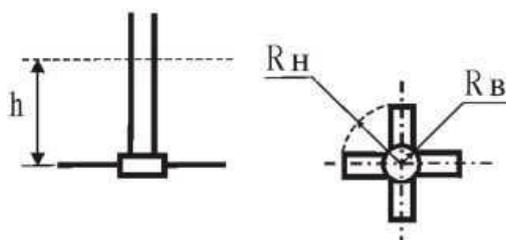
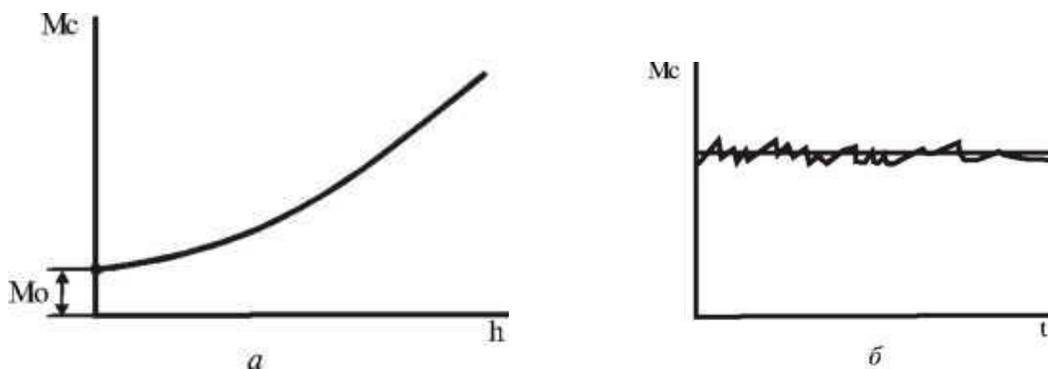


Рисунок 15.13 - Схемы к расчету мощности на привод лопастной мешалки

Механическая характеристика и нагрузочная диаграмма мешалки лопастного типа приведены на рисунке 15.14.



(а) нагрузочная диаграмма (б) лопастной мешалки

Рисунок 15.14 - Механическая характеристика

15.3 Пастеризация молока

Пастеризация - процесс уничтожения в молоке бактерий (микроорганизмов). Аппараты, в которых проводят этот процесс, называются пастеризаторами.

К пастеризаторам предъявляются следующие основные требования:

1. Полное уничтожение микробов всех форм.
2. Аппарат должен быть универсальным.
3. Работа аппарата не должна вызывать изменения свойств обрабатываемого продукта.
4. Рабочие органы должны быть стойкими к химическому воздействию продукта и моющих жидкостей.
5. Быть простыми по устройству и несложными в эксплуатации.

Пастеризаторы классифицируются по следующим признакам:

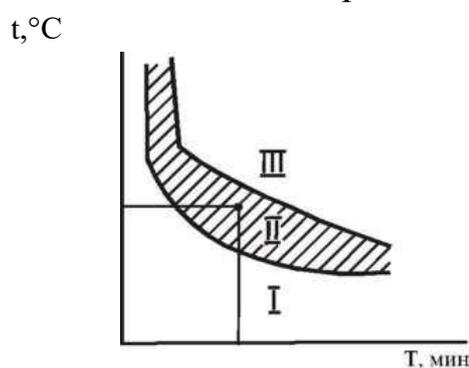
1. По способу тепловой обработки: термические и холодные.
2. По источнику энергии: паровые, электрические (с омическим или индукционным нагревом), инфракрасной радиации, ультрафиолетовые облучатели и высокочастотные вибраторы.
3. По характеру протекания процесса: непрерывного и периодического действия.

Режимы термической пастеризации: длительная, кратковременная и мгновенная.

Длительная пастеризация - нагрев молока до 60-65 °С и выдержка в течение 30 мин.

Кратковременная - нагрев до 76-78 °С и выдержка в течение 20 с. Мгновенная - нагрев до 87-89 °С без дальнейшей выдержки.

Решающим фактором, обеспечивающим гибель микроорганизмов в молоке, является длительность температурного воздействия на продукт. Зависимость между температурой и длительностью пастеризации показана на рисунке 15.15.



I - зона сохранения жизнедеятельности микроорганизмов;

II - нейтральная зона;

III - зона изменения свойств молока

Рисунок 15.15 - Температурный график пастеризации

Соотношение между температурой нагрева молока t и временем T должно быть таковым, чтобы процесс пастеризации осуществлялся в нейтральной зоне.

Способы холодной пастеризации (без нагрева молока) заключаются в применении для этих целей ультрафиолетовых облучателей или магнитных вибраторов.

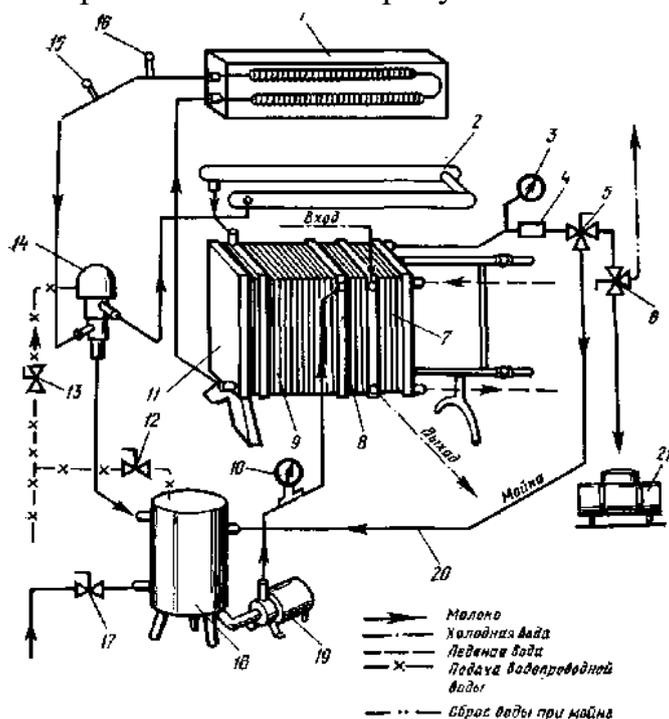
В ультрафиолетовых облучателях гибель бактерий происходит под воздействием УФ лучей.

В вибрационных пастеризаторах обеззараживание молока происходит в поле колебания звуковой частоты. При частоте колебаний (8-10) 403 Гц достаточна секундная выдержка.

Перспектива за инфракрасными пастеризаторами (улучшается качество молока, резко снижаются затраты на строительство котельных, на обслуживание).

Оборудование для термической пастеризации молока

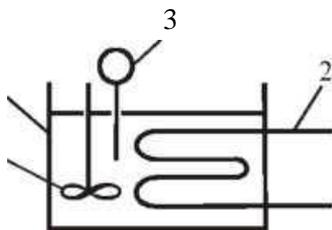
Схема комбинированной пастеризационно-охладительной установки с инфракрасным электронагревом показана на рисунке 15.16.



1 - секция инфракрасного электрообогрева; 2 - выдерживатель; 3 – термометр манометрический; 4 - смотровой участок; 5, 6 - трехходовые краны; 7 – секция охлаждения ледяной водой; 8 - секция охлаждения 1-й ступени; 9 – секция рекуперации; 10 - электроконтактный манометр; 11 - пластинчатый теплообменник; 12, 13 - водопроводные вентили; 14 - перепускной клапан; 15 – термометр электроконтактный; 16 - термометр сопротивления; 17 - проходной кран для молока; 18 - уравнильный бак; 19 - молочный насос; 20 - моечный трубопровод; 21 - резервуар для хранения молока

Рисунок 15.16 - Схема пастеризационно-охладительной установки УОМ-ИК-1

Для длительной пастеризации применяются ванны длительной пастеризации типа ВДП различной емкости (ВДП-300; ВДП-600; ВДП-1000). Ванны оборудованы нагревателем, термометром и мешалкой для перемешивания молока (рисунок 15.17).



1 - ванна; 2 - нагреватель; 3 - термометр; 4 - мешалка
Рисунок 15.17 - Схема установки типа ВДП

Кратковременную пастеризацию проводят в автоматизированных пластичных пастеризационно-охладительных установках (ОПУ-3МТ; Б6-ОП2-Ф-1).

Мгновенную пастеризацию осуществляют в пастеризаторах с вытесненным барабаном (ОПД-1М).

Эффективность пастеризации - отношение количества погибших микроорганизмов к их общему числу до обработки. В современных аппаратах она достигает 99,99%.

Однако, несмотря на высокий процент эффективности пастеризации, она не может дать гарантированного уничтожения микроорганизмов.

С целью гарантированного уничтожения микроорганизмов и их спор проводят стерилизацию молока. Молоко сначала нагревают до 70 °С, затем проводят быстрый нагрев до 140 °С с выдержкой 4 с при высоком давлении (выпускаются стерилизаторы непрерывного и периодического действия). При стерилизации гибнут не только бактерии, но и их споры. Наиболее распространена тепловая стерилизация, однако можно использовать электричество и ультразвук.

Одним из способов уничтожения микроорганизмов является кипячение. Однако при кипячении изменяется вкус, запах, разрушается часть витаминов и солей.

Классификационная схема пастеризаторов приведена на рисунке 15.18.



Рисунок 15.18 - Классификация пастеризаторов

Важным показателем пастеризаторов с вытеснительным барабаном является возможная высота подъема продукта, т. е. напор, обеспечиваемый барабаном пастеризатора (рисунок 15.19).

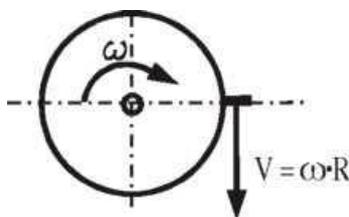


Рисунок 15.19 – Схема работы пастеризатора с вытеснительным барабаном

Эту величину называют высотой «собственного подъема».

Средняя окружная скорость барабана (м/с)

$$V = \frac{\omega(D_1 - D_2)}{4}$$

где ω - угловая скорость ($\omega = \frac{n\pi}{30}$) с⁻¹;

D_1 и D_2 - диаметр барабана в верхней и нижней его части, м.

Механическая характеристика пастеризаторов с вытеснительным барабаном представляет собой вентиляторную характеристику (рисунок 15.20, а). Нагрузочная диаграмма в режиме рабочего хода показана на рисунке 15.20, б.

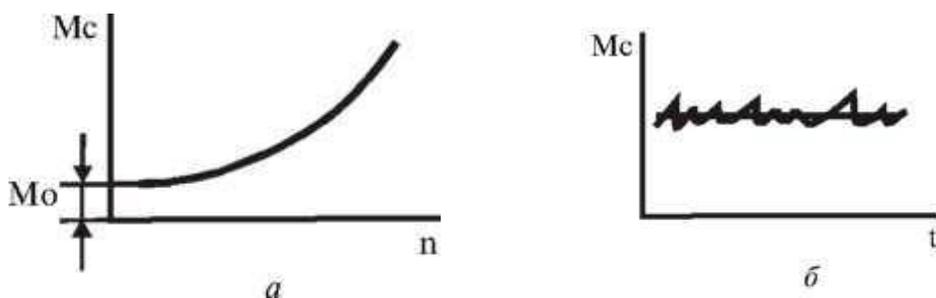


Рисунок 15.20 - Механическая характеристика (а) и нагрузочная диаграмма (б) пастеризатора с вытеснительным барабаном

Практически все технологические схемы поточных линий обработки молока после пастеризации предусматривают охлаждение молока. Для снижения затрат энергии в процессе обработки молока применяют регенеративные теплообменники.

Процесс возвращения теплоты от нагретого продукта к холодному называется регенерацией. Использование этого процесса приносит большую экономию в потреблении энергии.

Схема процесса регенерации показана на рисунке 15.21.



Рисунок 15.21 - Схема процесса регенерации

Отношение возвращенного количества теплоты к общему затраченному на пастеризацию называется коэффициентом регенерации.

Чем выше величина t_p , тем эффективнее процесс регенерации, и наоборот. Регенераторы обеспечивают от 20 до 45% экономии энергии.

Большинство пищевых продуктов как растительного, так и животного происхождения не могут долго сохраняться в свежем виде.

Наиболее благоприятный интервал температуры для жизнедеятельности микроорганизмов 20-40 °С. При $t = 70-100$ °С большинство микробов погибает.

Для обработки пищевых продуктов применяют консервирование с целью предохранения их от порчи при длительном хранении. Основными и самыми распространенными методами консервирования являются стерилизация и пастеризация.

Стерилизация (от французского sterilis - бесплодный) обеспечивает полное освобождение различных предметов, жидкостей, пищевых продуктов от живых микроорганизмов ($t = 100-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше).

Пастеризация - тепловая обработка продуктов при температуре не выше $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

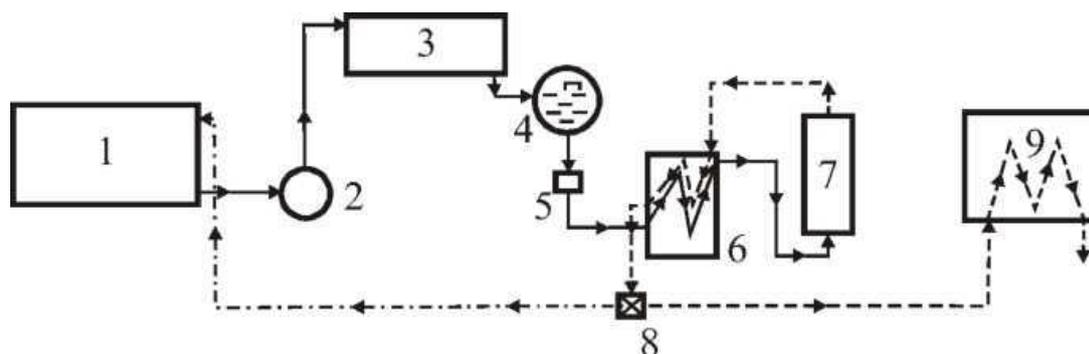
Пастеризации подвергаются те продукты, нагревание которых до более высоких температур приводит к нежелательному изменению их качества.

Дробная пастеризация - неоднократная, после прорастания спор проводят повторную пастеризацию.

В большинстве случаев в пастеризации тепловую энергию получают в котельных от сжигания топлива. Это несовершенная технология с низким к.п.д.

Применение для пастеризации в качестве источника теплоты электроэнергии позволяет:

1. Повысить качество продукции (за счет точного поддержания температуры и равномерного нагрева).
 2. Полностью автоматизировать производство.
 3. Повысить санитарно-гигиенические условия работы и культуру производства.
 4. Избежать загазованности и запыленности воздуха.
 5. Сократить потребность в специальных котельных, складских помещениях.
 6. Сократить транспортные расходы (транспортировка золы и топлива).
 7. Сократить потребность в производственных площадях.
- Схема электропастеризатора показана на рисунке 15.22.



исходное молоко; ---- пастеризованное молоко; -·-·-· недопастеризованное молоко;

1 - приемный бак; 2 - насос; 3 - напорный бак; 4 - бак постоянного уровня; 5 - регулировочный вентиль; 6 - теплообменник (регенератор); 7 - электропастеризатор; 8 - трехходовый вентиль; 9 - охладитель

Рисунок 15.22 - Принципиальная схема электропастеризатора

15.4 Новые методы обработки молока

Активизация молока

Это новый процесс пастеризации молока за счет применения лучистой энергии.

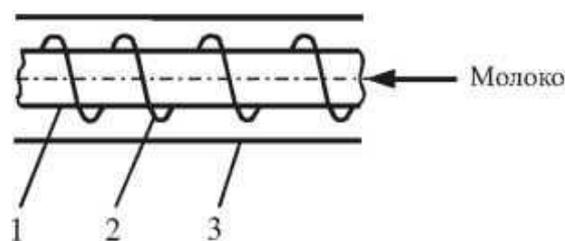
Машины для осуществления этого процесса называются актинаторами (лучевой пастеризатор). Он состоит из прозрачных кварцевых труб, по которым молоко прокачивается молочным насосом со скоростью 2,5 м/с (рисунок 15.23).



Рисунок 15.23 - Схема актинатора

Молоко попадает под воздействие ламп с ультрафиолетовым спектром светового потока (лампы ДБ и ЛЭ или ДРТ).

Источником ИК излучения может служить спираль из нихромового провода, намотанного на кварцевые трубки, внутри которых протекает молоко (рисунок 15.24).



1 - кварцевая трубка; 2 - спираль; 3 - рефлектор

Рисунок 15.24 - Схема ИК излучателя

Расход мощности на 1 л молока составляет 12-16 Вт.

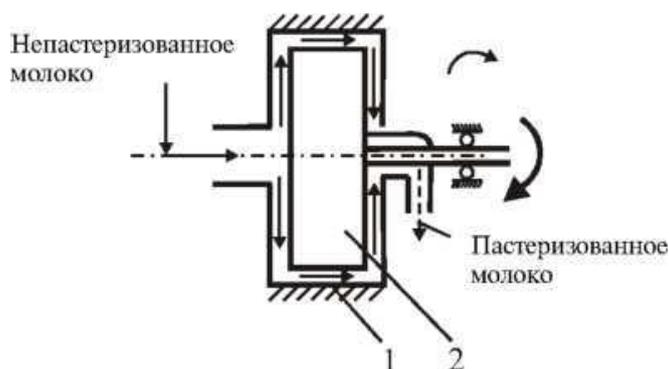
Под влиянием инфракрасных лучей в молоке погибают все микроорганизмы и их споры, а ультрафиолетовое облучение способствует обогащению молока витамином D₃.

В зарубежных странах такие аппараты выпускают под маркой «Актинатор», их производительность находится в широком диапазоне (от 150 до 25000 л/ч).

Установки не нуждаются в горячей воде и паре для пастеризации и очень экономичны (расходуют не более 20 Вт электроэнергии на 1 л молока).

Механические пастеризаторы, использующие энергию молекулярного трения (молекулярные пастеризаторы)

Нагрев происходит превращением электрической энергии в механическую, а затем в тепловую, т. е. в энергию молекулярного трения. Общий к.п.д. их не ниже 75%, при частоте вращения диска 4000-5000 об/ мин. Схема такого пастеризатора показана на рисунке 15.25.



1 - корпус; 2 - диск

Рисунок 15.25 - Схема механического пастеризатора

Молоко подается под давлением 0,2-0,3 МПа в зазор между кожухом и диском. За счет трения оно нагревается до $t \approx 140$ °С.

Центробежные силы резко увеличивают давление на молоко, вследствие чего оно не пригорает. Молоко из пастеризатора выводится под давлением, что можно использовать для его транспортировки.

Такой пастеризатор можно использовать для обработки воды, сиропов, соков, дрожжей, фармацевтических продуктов.

Ультразвуковые пастеризаторы

Различают два типа источников ультразвуковых колебаний - электрические и механические.

Электрические преобразуют электрическую энергию в механические упругие колебания при помощи различных преобразователей: электродинамических, пьезоэлектрических, магнитострикционных (наиболее распространенные) и др.

Ультразвуковые пастеризаторы дороги и имеют низкую производительность и низкий к.п.д.

В механических центробежных пастеризаторах эффект достигается за счет действия центробежных сил, возникающих при быстром вращении благодаря разности плотностей среды и микроорганизмов.

Для ультразвуковой пастеризации применяют гидродинамические и пьезоэлектрические вибраторы.

Действие гидродинамического вибратора: струя жидкости приводит в движение металлическую пластинку, частота колебаний которой зависит от скорости потока (рисунок 15.26).



Рисунок 15.26 - Схема действия гидродинамического вибратора

В пьезоэлектрических вибраторах пластины изготовлены из титаната бария или кварца. При подаче к электродам (из алюминиевой фольги) переменного напряжения вследствие сжатия и расширения пластинок возникают их ультразвуковые колебания с частотой $(8-9) \cdot 10^3$ Гц.

Бактерии гибнут вследствие кавитации, возникающей при гидравлических ударах огромной силы.

15.5 Классификация, основы расчета и особенности электропривода молочных сепараторов

Успешное решение проблемы обеспечения населения нашей страны продуктами питания зависит от производства молока и молочных продуктов, являющихся ценнейшим пищевым продуктом.

Так, один литр молока или полученные из него продукты (масло, кефир, ряженка, творог) удовлетворяют почти половину суточной потребности человека в незаменимых аминокислотах.

В технологии производства сливок, сметаны, масла возникает необходимость разделения молока на две фракции с целью выделения жировой.

Сливки можно получить двумя способами: естественным отстоем и сепарированием молока. Оба способа основаны на разнице между плотностью жира и плазмы.

В покое жирные шарики всплывают на поверхность со скоростью V_c , несколько мм в час под действием сил Стокса P_c (рисунок 15.27).

Поэтому весь процесс отстоя молока для получения жира очень продолжителен - от 10 до 30 часов.

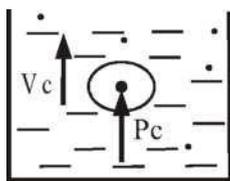


Рисунок 15.27 - Разделение молока при естественном отстое

При замене поля силы тяжести полем центробежных сил:

- достигается быстрое и тщательное выделение жира;
- становится возможным непрерывно-поточное отделение жира.

Разделение молока на сливки и обрат, очистка его от механических примесей и нормализация с использованием центробежной силы осуществляются на аппаратах, называемых сепараторами.

Сепарирование позволяет получить обезжиренное молоко (обрат) практически с любым содержанием жира. Скорость выделения жира при этом в 2,5-3 млн раз выше, чем при естественном отстое.

Молочные сепараторы классифицируют:

1. По назначению:

- сепараторы-сливкоотделители;
- сепараторы-очистители;
- сепараторы-нормализаторы - для получения в потоке молока определенной жирности;
- сепараторы-классификаторы - для очистки молока, а также раздробления и получения однородных по величине жировых шариков;
- универсальные сепараторы.

2. По исполнению:

- открытые - подача молока, выход сливок и обрата осуществляется свободным потоком при соприкосновении с окружающим воздухом. Они наиболее распространены в сельском хозяйстве;

- полузакрытые (полугерметические) - в них подача молока осуществляется открытым потоком, а выход сливок и обрата - под давлением, создаваемым самим сепаратором;

- закрытые (герметические) - подача молока и выход продуктов сепарирования осуществляются под давлением (применяются в замкнутой системе охлажденно-пастеризационных установок).

3. По конструкции привода:

- с ручным приводом;
- с электроприводом;
- с комбинированным приводом.

Необходимо отметить, что в полузакрытых и закрытых сепараторах в результате отвода молочных продуктов под давлением не происходит насыщения их воздухом и вспенивания. Это большое преимущество в эксплуатации названных сепараторов по сравнению с открытыми сепараторами.

Общее устройство сепаратора показано на рисунке 15.28.

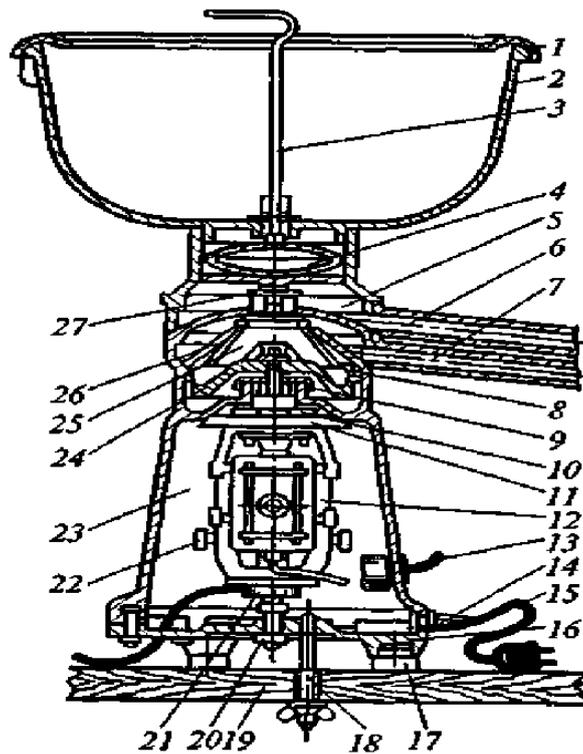
Поток молока в барабанах разделен тарельчатыми вставками (тарелками), чем обеспечивается тонкослойность разделения молока и высокое качество процесса. Зазор между тарелками молокоочистительного барабана всегда больше, чем у сливоотделителя. Величина его в различных конструкциях находится в пределах 0,8-2 мм (для молокоочистителей) и 0,35-0,5 мм (для сливоотделителей).

Приводные механизмы сепараторов, как правило, снабжаются фрикционными муфтами для обеспечения плавного и постепенного разгона барабана сепаратора.

Работа сепаратора. Под воздействием центробежной силы в быстровращающемся барабане тяжелая фракция - обрат или механические примеси - отбрасывается к периферии, или к так называемому грязевому пространству, а более легкая - жировые шарики - всплывает к оси барабана. Разделение потоков обеспечивает верхняя разделительная тарелка.

В настоящее время наибольшее распространение в животноводстве получили следующие марки сепараторов: СОМ-600; СОМ-7-600М (открытые); СОМ-3-1000М; СПМФ-2000; ОСП-3М (закрытого типа, полузакрытые); ОМА-3М (очиститель молока).

Все эти сепараторы снабжены электроприводом.



1 - отражатель; 2, 6 и 7 - приемники молока, сливок и обрата; 3 - кран с ручкой; 4 - поплавок; 5 - поплавковая камера; 8 - барабан; 9 - муфта; 10 и 21 - верхняя и нижняя опоры; 11 - щиток; 12 - электродвигатель; 13 - выключатель; 14 - втулка; 15 - шнур с вилкой; 16 - основание; 17 - амортизатор; 18 - фиксатор; 19 - доска; 20 - подпятник с контргайкой; 22 - щетка; 23 - сепаратор; 24 - основание барабана; 25 - тарелка; 26 - крышка барабана; 27 - зажимная гайка

Рисунок 15.28 - Сепаратор-сливкоотделитель с электроприводом

Технологический расчет ставит целью определение пропускной способности сепаратора, которая всецело определяется пропускной способностью барабана (рисунок 15.29).

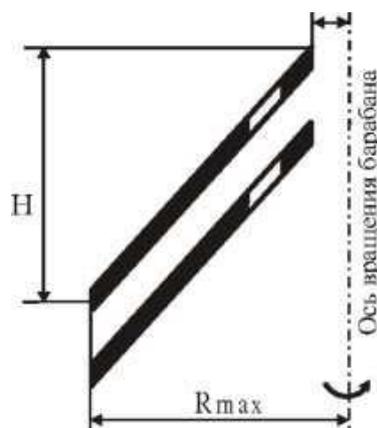


Рисунок 15.29 - Схема барабана

Приведенный радиус тарелок

$$R_{\downarrow\text{пр}} = \sqrt{\frac{2}{3}(R_{\downarrow\text{max}}^2 + R_{\downarrow\text{max}} \cdot R_{\downarrow\text{min}} + R_{\downarrow\text{min}}^2)}$$

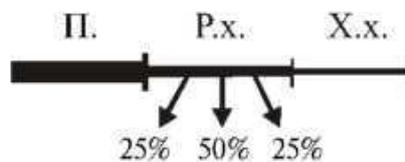
где R_{min} и R_{max} - соответственно минимальный и максимальный радиусы тарелки, м.

Энергетический расчет. При выборе привода сепаратора необходимо учитывать следующие режимы работы: пусковой (разгон до рабочих оборотов), рабочий ход и холостой ход сепаратора.

При выборе типа и мощности электрического двигателя для привода сепараторов основным режимом является пусковой, так как пусковая мощность в 1,5-2 раза больше потребной для рабочего хода.

В период рабочего хода мощность распределяется следующим образом (рисунок 15.30):

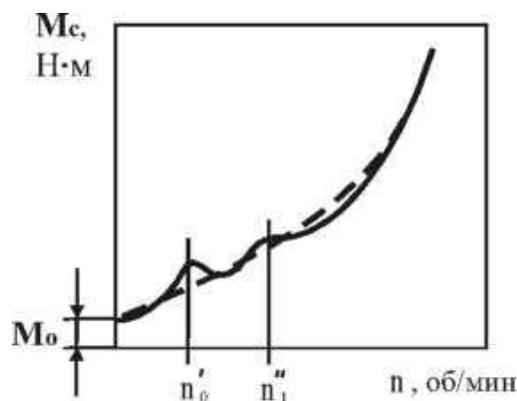
- на трение в приводном механизме - 25%;
- на трение барабана о воздух - 50%;
- на сообщение кинетической энергии выбрасываемой жидкости - 25%.



П. - пуск; Р.х. - рабочий ход; Х.х. - холостой ход

Рисунок 15.30 - Режим работы сепаратора

Всплески на кривой $M_c = f(n)$ объясняются явлением резонанса, т. к. практически невозможно добиться абсолютной балансировки барабана сепаратора (рисунок 15.31).



--- теоретическая; — фактическая

Рисунок 15.31 - Механическая характеристика сепаратора

Квадратичная зависимость момента сопротивления сепаратора сохраняется при линейной скорости барабана до 70 м/с. Применительно к сепараторам сельскохозяйственного назначения это соответствует частоте вращения барабана 10000 об/мин.

Нагрузочная диаграмма [$M_c = f(n)$ или $N=f(t)$] при установившемся рабочем режиме сепаратора имеет слабо пульсирующий характер незначительного изменения мощности. Практически $N = \text{const}$ во времени. Абсолютное значение N находится в кубической зависимости от частоты вращения барабана.

Особенности электропривода эксплуатации молочных сепараторов

1. Особенностью сепараторов (центрифуг) является наличие больших маховых масс и быстрходность. Вследствие этого система электродвигатель - сепаратор имеет значительную продолжительность разбега. Продолжительный разбег позволяет устранить большие динамические напряжения в период разгона. Как правило, в приводном механизме сепараторов устраивают фрикционную муфту, обеспечивающую плавный разгон барабана.

2. Рабочая частота вращения барабана не должна лежать в зоне резонансных колебаний. Это основное условие нормальной работы сепаратора.

3. При работе сепаратора необходимо поддерживать постоянную частоту вращения барабана, так как ее уменьшение приводит к ухудшению сливкоотделения, снижению производительности, а увеличение - к более быстрому износу червячной пары.

Поэтому для привода молочных сепараторов необходимо применять двигатели с жесткой механической характеристикой (трехфазные и однофазные короткозамкнутые конденсаторные асинхронные двигатели).

4. Повышенная влажность воздуха молочных требует установки (использования) для приводов сепараторов электродвигателей закрытого обдуваемого исполнения.

5. Электрический привод сепараторов при Q до 1000 л/ч целесообразно выполнять с однофазным конденсаторным двигателем (у него небольшой пусковой ток, высокий коэффициент реактивной мощности и пусковой момент, жесткая механическая характеристика).

6. Для привода сепараторов при $Q > 1000$ л/ч с непосредственным соединением валов целесообразно применять двухскоростные электрические двигатели, которые до половинной частоты вращения разгоняют барабан при увеличенном пусковом моменте, а затем до номинальной частоты - при обычном пусковом моменте.

7. При питании электрического двигателя от индивидуальной станции

необходимо следить за тем, чтобы частота тока была постоянной и соответствовала паспортной.

8. Сепараторы и пусковая аппаратура должны быть тщательно заземлены.

Тема 16 - Эксплуатация и техническое обслуживание оборудования животноводства

Анализ условий эксплуатации машин и оборудования в животноводстве.

В процессе эксплуатации машин и оборудования их работоспособность снижается главным образом из-за износов и разрушений отдельных деталей или их поверхностных слоев, вследствие чего снижается как производительность, так и надежность оборудования.

Машины животноводческих ферм и условия их эксплуатации имеют ряд особенностей по сравнению с другой сельскохозяйственной техникой, что предъявляет более строгие требования к обеспечению их бесперебойной работы:

Невозможность резервирования машин из-за больших их размеров и специфической технологии (то есть нельзя ставить запасные машины, например, транспортеры для раздачи кормов, уборки навоза, доильные молокопроводы и т. д.). Это требует исключительной надежности машин и оборудования.

Подверженность машин и оборудования воздействию определенного микроклимата, отличающегося от нормальных условий повышенным содержанием аммиака, углекислого газа, влаги и неравномерным распределением температуры по объему здания.

Последствия данного микроклимата:

а) повышенный коррозионный износ деталей не только во время эксплуатации машин, но и в период их неиспользования;

б) преждевременный выход из строя электроаппаратуры и электрических двигателей (этому способствуют большая влажность воздуха и наличие аммиака);

в) колебания температуры при постоянной влажности воздуха приводят к активизации атмосферной коррозии;

Подверженность ряда машин воздействию неблагоприятных сред (кислот, силосной массы, навоза и др.).

Изменчивость среды, в которой работают машины, что в несколько раз увеличивает их износ в сравнении с машинами, работающими в постоянных условиях.

Наличие поточных технологических линий (приготовления и раздачи кормов, уборки и транспортировки навоза, доения и первичной обработки молока и

др.). Остановка одной из машин вызывает остановку всей линии, что пагубно сказывается на продуктивности животных.

Необходимо отметить, что условия эксплуатации машин и оборудования животноводческих ферм очень часто нарушаются по следующим причинам:

а) неквалифицированное ТО оборудования, в особенности электрооборудования;

б) несоответствие конструкции условиям его эксплуатации;

в) недостаточная квалификация обслуживающего персонала (из-за чего машины часто эксплуатируются с перегрузками).

Следствием названных причин (особенностей эксплуатации) является ежегодный выход из строя 25-30% электрических двигателей; фактическое время их работы на фермах не превышает 4-х лет, при расчетном сроке службы 7 лет.

Эти цифры указывают на большое народнохозяйственное значение знания особенностей и правил эксплуатации машин и оборудования животноводческих ферм, проведения их квалифицированного технического обслуживания.

Основные понятия и терминология

В соответствии с действующим в России ГОСТ 13377-75 «Надежность в технике и определения» в области эксплуатации и обслуживания техники используются следующие понятия и терминология.

Надежность - свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого времени или требуемой наработки.

Надежность машин обуславливается безотказностью, ремонтпригодностью и долговечностью.

Безотказность - свойство изделия сохранять работоспособность.

Ремонтпригодность - приспособленность изделия к устранению отказов и неисправностей путем проведения ТО и ремонтов.

Долговечность - свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния.

Что же такое работоспособность, неисправность и отказ?

Работоспособность - это состояние изделия, при котором оно в данный момент времени соответствует всем требованиям, обеспечивающим нормальное выполнение заданных функций.

Неисправность - состояние изделия, при котором оно не соответствует хотя бы одному из требований технологической документации.

Между работоспособностью и неисправностью существует обратная связь:

- если изделие исправно - оно обязательно работоспособно;

- если изделие работоспособно - оно обязательно исправно.

Отказ - событие, заключающееся в нарушении работоспособности. При этом происходит полная или частичная утрата работоспособности.

Отказы (технологические и эксплуатационные) бывают:

- отказами функционирования (когда оборудование не выполняет одной из возложенных на него функций);

- отказами по параметру (когда оборудование, выполняя все функции, не удовлетворяет требованиям).

Кроме того, отказы подразделяются по характеру процесса, предшествующему ему:

- отказы постепенные (в результате изнашивания, коррозии и т. д.);

- отказы внезапные (в результате резкого возрастания нагрузки или других факторов).

Ресурс - наработка изделия до предельного состояния, оговоренного в технической документации («ресурс до первого ремонта», «межремонтный ресурс» и др.).

Срок службы - календарная продолжительность эксплуатации изделия до момента возникновения предельного состояния, оговоренного в технической документации.

Показатели «ресурс» и «срок службы» определяются одним предельным состоянием машины, однако существенно различаются между собой.

При одинаковом ресурсе срок службы может быть различным (что чаще всего и наблюдается), в зависимости от условий и интенсивности эксплуатации машин.

Пример. Если два одинаковых электрических двигателя с ресурсом по 20 тыс. часов работают (в одинаковых условиях) в год: один 10 тыс. часов, а другой 5 тыс. часов, то срок службы их будет соответственно 2 и 4 года.

Планово-предупредительная система технического обслуживания.

По ГОСТ 18322-73, техническое обслуживание - комплекс работ для поддержания исправности и работоспособности изделия при использовании его по назначению, при хранении и транспортировке.

В нашей стране утверждена и применяется планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта.

Плановой она называется потому, что все виды ТО и ремонта машин должны проводиться после определенного числа часов работы (или после выполнения определенного объема работ) по заранее разработанному плану-графику. Причем постановка машин на обслуживание производится независимо от его технического состояния.

Эта система является предупредительной, так как она предусматривает периодичность и состав операций ТО, предупреждающих возникновение аварийных износов и поломок машин.

Необходимо отметить, что в дальнейшем с совершенствованием машин для животноводства получит применение комбинированная система ТО - часть

операций будет выполняться обязательно в сроки, предусмотренные графиком, а другая часть (для узлов с большой периодичностью технического обслуживания) будет устанавливаться осмотром, проверкой и по показаниям диагностических приборов.

Планово-предупредительная система ТО включает в себя:

Обкатку и настройку новых и отремонтированных машин.

Техническое обслуживание машин при их использовании (ежедневное ТО).

Плановое ТО.

Диагностику технического состояния.

Периодический технический осмотр.

Сезонное техническое обслуживание.

Ремонт машин и оборудования.

Хранение.

Обкатка проводится обязательно для каждой машины. Нагрузка в этот период увеличивается постепенно - с холостого хода до нормальной величины. В этот период выявляются дефекты монтажа и изготовления, идет приработка деталей.

Ежедневное ТО (ЕТО) является основным видом технического обслуживания (70% от общих затрат), обеспечивающим бесперебойную работу машин. Без проведения ЕТО эксплуатировать машины запрещается.

ЕТО заключается в наружном осмотре, очистке, проверке и затяжке наружных креплений, устранении течи, проверке действия пускозащитных устройств и т. д.

Выполняются операции ЕТО в основном людьми, работающими на машинах, а сложные операции выполняет слесарь фермы.

Плановое техническое обслуживание включает в себя операции ЕТО и дополнительно периодическую замену масла, проверку и регулировку ременных и цепных передач, проверку производительности, расхода электроэнергии и др.

Плановое техническое обслуживание проводится для простых машин только как ТО-1, а для сложных машин - ТО-1 и ТО-2.

Так как машины животноводческих ферм работают как правило одинаковое число часов в сутки, то периодичность проведения ТО-1 и ТО-2 назначается в календарных днях. Это значительно упрощает составление календарных графиков технического обслуживания и контроль их исполнения.

Плановое ТО проводят звенья мастеров-наладчиков хозяйств или предприятий сервисных служб на основе договорных обязательств с хозяйствами.

Периодический технический осмотр проводится 1-3 раза в год.

Цели:

Проверить состояние машин и оборудования.

Установить потребность в ремонте.

Проверить знания правил эксплуатации техники обслуживающим персоналом.

Периодический технический осмотр проводится главным инженером хозяйства, заведующим фермой и слесарем фермы в присутствии представителя Ростехнадзора.

Сезонное техническое обслуживание (СТО) некоторых машин и установок (как правило сложных) проводится с целью подготовки их к новым условиям эксплуатации (перед весенне-летними и осеннезимними периодами).

При СТО проводят замену смазочных материалов, проверку расхода мощности, состояния электрооборудования и пускозащитной аппаратуры.

Ремонт организуют на пунктах технического обслуживания и ремонта оборудования животноводческих ферм, самих хозяйств или на ремонтных заводах.

Хранение машин организуют в соответствии с утвержденными правилами (ГОСТ 7751-71).

Схема системы технического обслуживания представлена на рисунке 16.1.

Техническая диагностика

Диагностика и прогнозирование состояния машин входят в систему технического обслуживания и способствуют повышению надежности машин.

Диагноз в переводе с греческого означает распознавание, определение. В медицине, например, это - определение состояния человека, а в технике - определение состояния объекта технической природы.

Объект, состояние которого определяется, называется объектом диагноза. Когда объектами диагноза являются объекты технической природы, говорят о технической диагностике.



Рисунок 16.1 - Схема планово-предупредительной системы ТО

Техническая диагностика - это распознавание технического состояния машин по характерным, установленным в результате исследования косвенным показателям (диагностическим параметрам).

Техническая диагностика - область науки, изучающая и устанавливающая признаки неисправностей машин и их механизмов, разрабатывающая методы и средства, при помощи которых дается заключение (ставится диагноз) о характере и существовании неисправностей.

Чтобы более четко увидеть область, охватываемую технической диагностикой, рассмотрим три типа задач по определению состояния технических объектов:

Задачи по определению состояния, в котором находится объект в настоящий момент времени (задачи диагноза). Решает техническая диагностика.

Задачи по предсказанию состояния, в котором окажется объект в некоторый будущий момент времени (задачи прогноза). Решает техническая прогностика.

Задачи по определению состояния, в котором находился объект в некоторый момент времени в прошлом (задачи генезиса, или задачи технической генетики). Решает техническая генетика.

Задачи технической генетики возникают в связи с необходимостью расследования аварий и их причин.

Задачи технической прогностики связаны с определением срока службы объекта и с назначением периодичности его профилактических проверок и ремонтов.

Решаются эти задачи путем определения возможных или вероятных эволюций состояния объекта, начинающихся в настоящий момент времени.

Знание состояния объекта в настоящий момент времени является обязательным как для генезиса, так и для прогноза. Поэтому техническая диагностика представляет собой основу технической генетики и технической прогностики.

В настоящее время интерес к технической диагностике растет, так как в народном хозяйстве все больше и больше создается и используется сложных машин, устройств и систем. В этих условиях интуитивные методы и ручные способы определения состояния сложных объектов оказываются малоэффективными или даже непригодными.

Все методы диагностики можно разделить на три группы:

Статистическая диагностика.

Телесная диагностика.

Инструментальная диагностика.

Статистическая диагностика основана на интеграции параметров, которые проверяются во времени.

Телесные методы диагностики дают субъективную оценку состояния технической системы. Эти методы (апробирование, ослушивание и др.) используются как предварительные для выявления неисправностей.

Инструментальные методы диагностики наиболее распространены и перспективны. Они позволяют дать количественную оценку состояния проверяемых объектов без их разборки.

По виду используемого оборудования диагностика делится на приближенную, уточненную и тонкую.

Прогнозирование технического состояния машин и оборудования

Важнейшее мероприятие, направленное на максимальное использование ресурса работоспособности и предупреждение отказов машин - прогнозирование их технического состояния на предстоящий период работы.

Прогнозирование базируется на результатах диагностики и сводится к определению остаточного технического или гарантированного ресурса безотказной работы узлов, механизмов или отдельных сопряжений.

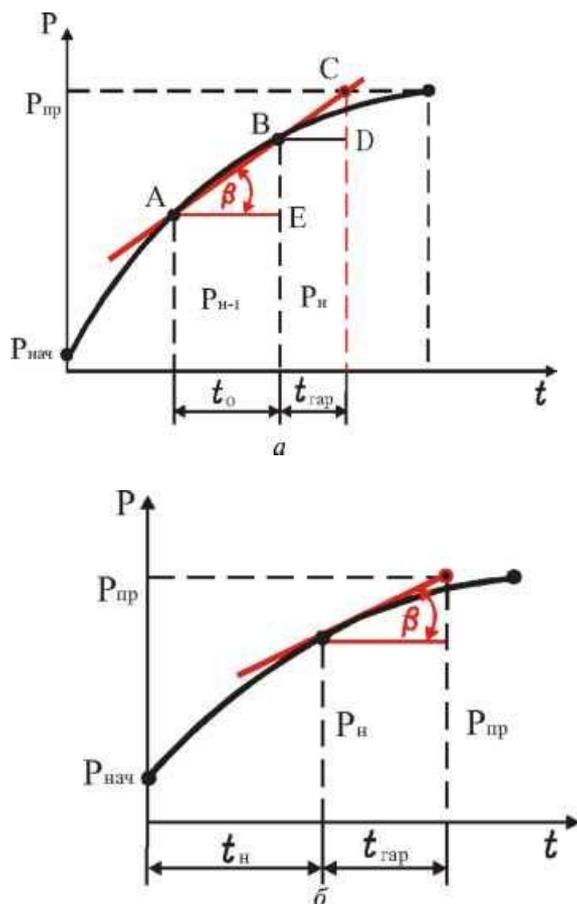
Для более полного использования ресурса работоспособности машин и снижения количества их отказов целесообразно прогнозировать гарантированный ресурс безотказной работы узлов и сопряжений.

Гарантированный ресурс безотказной работы машины в целом и срок проведения следующей диагностики устанавливаются по механизму, имеющему в момент проверки наименьший гарантированный ресурс.

Различают два способа прогнозирования - линейный и функциональный.

Линейный способ основан на учете реального процесса изнашивания сопряжения и максимально возможной интенсивности этого процесса (рисунок 16.2, а).

Сущность его состоит в том, что любой вид закономерности изменения параметра изнашивания приводится к закону убывающей скорости изменения параметра (интенсивности). В связи с этим линейная экстраполяция процесса на некоторый промежуток времени дает величину времени безотказной работы, всегда меньшую действительной.



а - линейный; б - функциональный

Рисунок 16.2 - Способы прогнозирования технического состояния машин
Характеристика и анализ отказов машин и оборудования

Отказы делятся на 2 больших класса: постепенные и внезапные.

Постепенные отказы возникают неизбежно в процессе эксплуатации, так как любое изделие подвергается износу и старению. Момент наступления постепенных (износных) отказов можно продлить путем усовершенствования конструкции, более точного изготовления, использования более прочного материала и т. д., а также путем проведения профилактических мер: смазки, регулировки и т. п.

Постепенный отказ является неизбежным закономерным результатом из-

носа и старения любого изделия, то есть он должен обязательно произойти. Следовательно, вероятность наступления постепенного отказа равна 1.

Наступление постепенных отказов подчиняется нормальному закону распределения, который имеет два параметра: среднюю арифметическую \bar{x} (средний срок службы элемента) и среднее квадратическое (стандартное) отклонение σ (имеет размерность измеряемой величины) (рисунок 16.3).

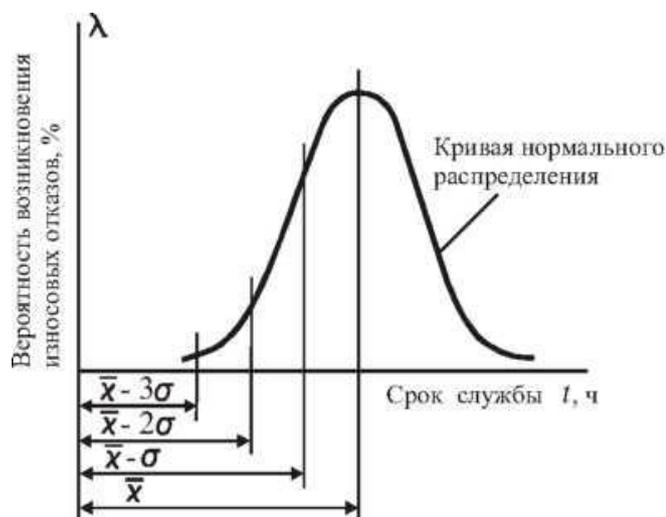


Рисунок 16.3 - График зависимости $X = f(t)$

Срок, который назначается между осмотрами и заменой деталей, зависит от назначения изделия и условий его работы.

Для сельскохозяйственных и животноводческих машин сроки между профилактическими заменами деталей принимают равными $X - o$ и $X - 2o$ (для более сложных).

Пример. Для какой-то детали машины $X = 900$ часов, а $o = 180$ часов, срок службы будет равен $X - o = 900 - 120 = 780$ часов.

В авиации, как правило, деталь заменяют через срок службы $X - 4o$ и даже $X - 5o$.

Внезапный отказ - событие случайное, и вероятность его не равна 1 или 0.

Основной причиной возникновения внезапных отказов является перегрузка машин. Кроме того, вызывают внезапные отказы усталостные явления в металле, дефекты монтажа, нарушение правил эксплуатации.

Внезапный отказ может произойти и при постепенно нарастающих износных отказах, если не будет профилактической замены близких к предельному износу деталей.

Для внезапных отказов характерен экспоненциальный закон распределения (рисунок 16.4).

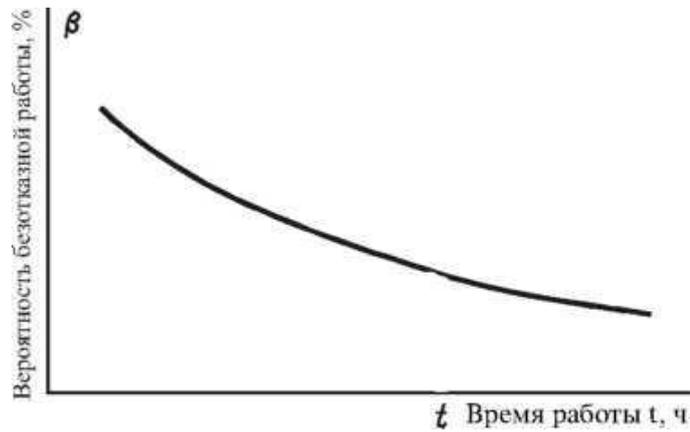


Рисунок 16.4 - Вероятность наступления внезапного отказа

Для повышения безотказной работы нужно уменьшить заданное время работы изделия. Так, при $t = 0,1T$ вероятность безотказной работы повышается до 0,9. Вероятность безотказной работы изделия в целом зависит от количества изделий в нем и вероятностей безотказной работы каждого элемента.

Если в состав изделия входит n деталей, то (при отсутствии резервных элементов) вероятность безотказной работы изделия определяется зависимостью:

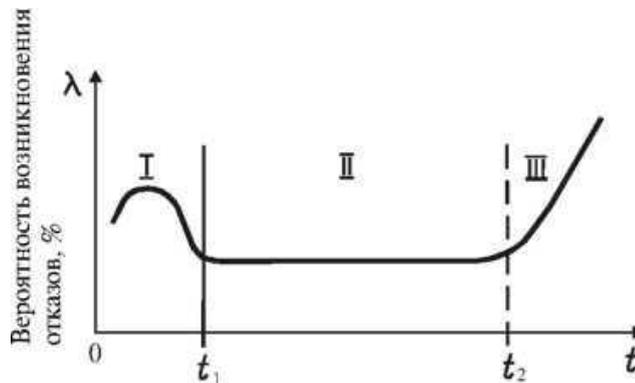


Рисунок 16.5 – Характер отказов

Отказы изделий в процессе их работы (и износные, и внезапные) имеют три периода: I - приработочный; II - износный и внезапный (рисунок 16.5).

Литература

11. Механизация и технология животноводства / В.В. Кирсанов, Д.Н. Мурсидзе, В.Ф. Некрашевич и др. М.: КолосС, 2007. 584 с.
2. Сельскохозяйственная техника и технологии: пособия для студентов высш. учеб. заведений / И.А. Спицын, А.Н. Орлов, В.В. Лященко и др.; под ред. И.А. Спицына. М.: КолосС, 2006. 647 с.
3. Купреенко А.И., Исаев Х.М. Техника и технологии в животноводстве [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособия по дисциплине Техника и технологии в животноводстве. 2014 // moodle.bcsha.com.
4. Механизация и автоматизация технологических процессов в животноводстве / Н.И. Стружкин, А.В. Яшин, А.В. Мачнев, П.Н. Хорев, И.Н. Сёмов, С.В. Байкин. Пенза: РИО ПГСХА, 2014. // <http://rucont.ru/efd/275837>.
5. Патрушев А.А., Козлов А.Н., Тюхтин А.И. Животноводческие машины: справ. пособие для курсового и дипломного проектирования по механизации животноводства // 2011.: <http://rucont.ru/efd/144986>.
6. Механизация и автоматизация животноводства / И.В. Успенская, Е.В. Янзина, А.Л. Мишанин, В.В. Новиков. Самара: РИЦ СГСХА, 2013. // <http://rucont.ru/efd/231886>.
7. Изучение измельчителей корнеклубнеплодов: лабораторные работы / сост.: С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.В. Брусенков. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 36 с.
8. Чугунов А.И. Механизация животноводства: мет. рекомендации по изучению дисциплины и задания для контрольной работы и курсового проекта. М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2002. 29 с. // <http://window.edu.ru/resource/945/45945>.
9. Жигжитов А.В. Механизация процессов консервирования и приготовления кормов: учеб.-метод. изд. Улан-Удэ: Изд-во ФГОУ ВПО "БГСХА им. В.Р. Филиппова", 2008. 110 с. // <http://window.edu.ru/resource/738/61738>.
10. Парфенов В.С., Яшин А.В., Парфенов В.С. Механизация и технология животноводства. Ч. 2. Рабочая тетрадь. 2-е изд., перераб. и доп. Пенза: РИО ПГСХА, 2012. // <http://rucont.ru/efd/207600>.

Учебное издание

Купреенко Алексей Иванович
Исаев Самир Хафизович
Исаев Хафиз Мубариз-оглы
Гапонова Валентина Евгеньевна

Машины и оборудование в животноводстве

**Раздел: Механизация технологических процессов
в животноводстве**

Учебно-методическое пособие
для бакалавров направление подготовки
35.03.06 Агроинженерия

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 28.11.2022 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 5,69. Тираж 25 экз. Изд. № 7436.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ