

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В. М. МАРТЫНОВ

**МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЖИВОТНОВОДСТВА
(конспекты лекций)**

Учебное пособие

УФА
Башкирский ГАУ
2022

УДК 631.171:636

ББК 40.715

М29

Рецензенты:

доцент кафедры специальной химической технологии
ФГБОУ ВО
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
кандидат сельскохозяйственных наук *А.А. Нигматьянов*;

доцент кафедры теплотехники и энергообеспечения предприятий
Башкирского государственного аграрного университета,
кандидат технических наук *С.Б. Шамукаев*

Мартынов В. М.

М29 Механизация и автоматизация технологических процессов животноводства (конспекты лекций): учеб. пособие / В. М. Мартынов. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2022. – 75 с.

В учебном пособии изложены сведения о механизации и автоматизации основных технологических процессов на животноводческих фермах и комплексах.

Рекомендовано для студентов направления бакалавриата 36.03.02 Зоотехния и 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

УДК 631.171:636

ББК 40.715

© ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

© Мартынов В.М., 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ. ЖИВОТНОВОДЧЕСКИЕ ФЕРМЫ И КОМПЛЕКСЫ	5
ЛЕКЦИЯ 2. МЕХАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КОРМОВ К СКАРМЛИВАНИЮ ЖИВОТНЫМ	10
ЛЕКЦИЯ 3. МЕХАНИЗАЦИЯ РАЗДАЧИ КОРМОВ	15
ЛЕКЦИЯ 4. МЕХАНИЗАЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ	23
ЛЕКЦИЯ 5. МАШИННОЕ ДОЕНИЕ КОРОВ	28
ЛЕКЦИЯ 6. ДОИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ	32
ЛЕКЦИЯ 7. МЕХАНИЗАЦИЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА ...	39
ЛЕКЦИЯ 8. МЕХАНИЗАЦИЯ ПАСТЕРИЗАЦИИ, ОХЛАЖДЕНИЯ И СЕПАРИРОВАНИЯ МОЛОКА	47
ЛЕКЦИЯ 9. МЕХАНИЗАЦИЯ УБОРКИ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗА	53
ЛЕКЦИЯ 10. ВЕНТИЛЯЦИЯ И ОТОПЛЕНИЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ	65
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	75

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное учебное пособие написано в соответствии с программой одноименной дисциплины, преподаваемой студентам аграрных направлений 36.03.02 – Зоотехния и 35.03.07 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции в Башкирском государственном аграрном университете.

Целью настоящего учебного пособия является приобретение знаний о механизации и автоматизации основных технологических процессов животноводства как на фермах и комплексах, так и в фермерских (крестьянских) хозяйствах.

Содержание, структура и методология учебника установлены на основании многолетнего личного опыта преподавания автором в непростых условиях современной высшей школы и при явном дефиците аудиторных часов. Особое место уделено новым технологиям и оборудованию для животноводства. Материал изложен лаконично и сопровождается достаточно красочными иллюстрациями.

Предполагается, что данный курс лекций в обязательном порядке должен быть дополнен практическими занятиями по изучению назначения, устройства, принципа действия, регулировок, правил эксплуатации и техники безопасности современного отечественного и зарубежного оборудования, применяемого в животноводстве.

ЛЕКЦИЯ 1

ВВЕДЕНИЕ. ЖИВОТНОВОДЧЕСКИЕ ФЕРМЫ И КОМПЛЕКСЫ

1 Технологические процессы в животноводстве

Технологические процессы, подлежащие механизации и автоматизации в животноводстве:

- приготовление кормов;
- раздача кормов животным и птице;
- водоснабжение и поение животных и птицы;
- уборка, транспортировка и переработка навоза и помёта;
- создание оптимального микроклимата;
- сбор продукции (доение и первичная обработка молока, сбор яиц, мёда, стрижка овец и коз, забой животных на мясо и т.д.);
- ветеринарно-санитарные мероприятия.

2 Виды ферм, их направленность и планировка

Животноводческая ферма – специализированное сельскохозяйственное предприятие, которое производит продукцию животноводства.

В зависимости от вида животных и птицы различают:

- 1) фермы крупного рогатого скота (КРС);
- 2) свиноводческие фермы;
- 3) овцеводческие фермы;
- 4) птицеводческие фермы;
- 5) зверофермы;
- 6) конефермы.

По направлению производства продукции фермы подразделяются на три категории:

1. Племенные – ведут работу по выведению новых и совершенствованию имеющихся пород скота и птицы.
2. Репродуктивные – для размножения ценных пород скота и птицы.
3. Товарные – для производства животноводческой продукции.

В свою очередь товарные фермы КРС подразделяются на молочные, мясные и мясомолочные.

В птицеводстве имеются фермы для производства мяса и яиц. Птицефермы классифицируются:

- а) по биологическому виду птицы (куры, утки, гуси, индейки и т.д.);
- б) по возрастным группам: инкубаторные, бройлерные и взрослая птица.

Специализированные предприятия по выращиванию инкубаторных цыплят и утят называются инкубаторно-птицеводческими станциями (ИПС), а предприятия по производству мяса и яиц – птицефабриками.

На территории фермы можно чётко выделить следующие зоны (рисунок 1):

А – производственная зона (для размещения животных) в ней предусматривают объекты ветеринарного и ветеринарно-санитарного назначения, эта зона занимает от 25 до 50 % всей территории;

- Б – административно-хозяйственная зона;
- В – кормовая зона (хранения и приготовления кормов);
- Г – зона очистных сооружений и навозохранилищ;
- Е – зона вспомогательных зданий и сооружений.

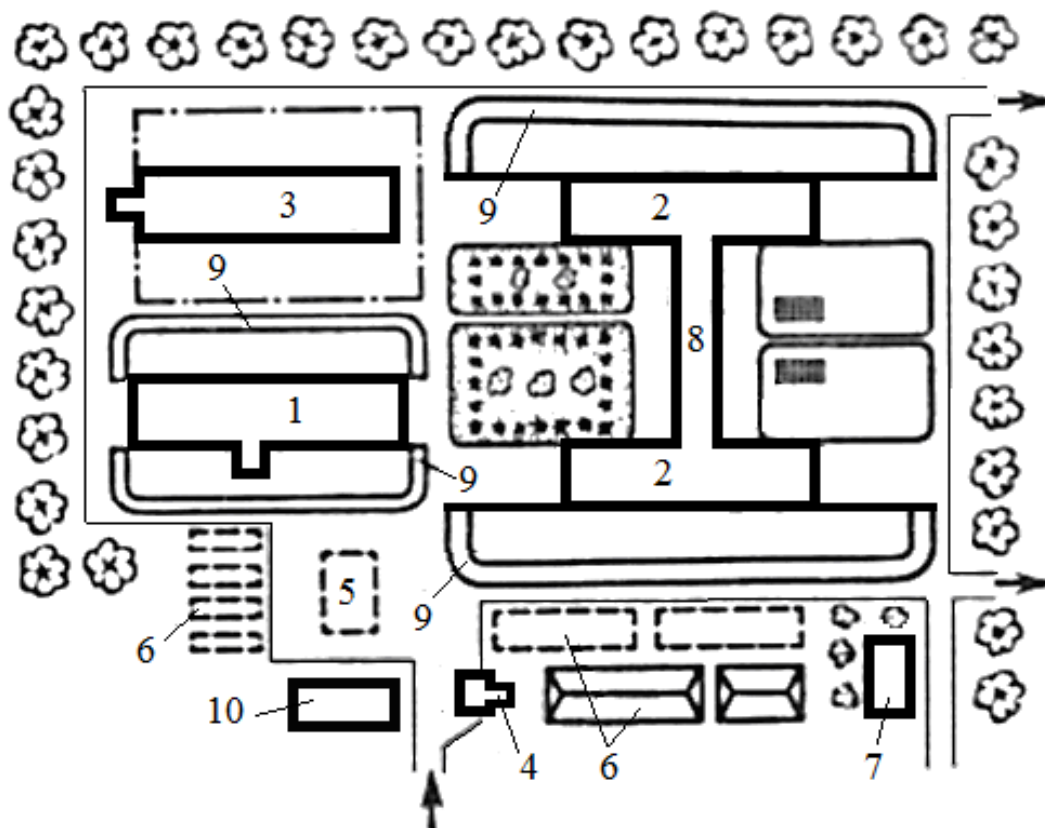
Молочные фермы бывают разного способа содержания животных.

Привязное содержание предполагает, что корова находится в отдельном стойле, оборудованном привязью, кормушкой, поилкой, системой раздачи кормов, уборки навоза и доильной аппаратурой. Стойла в помещении размещают параллельно друг другу таким образом, что они образуют ряд.

Беспривязное содержание на глубокой подстилке – когда животные содержатся группами на глубокой подстилке, которая сменяется обычно 1 раз в год. Кормление и поение организуются на выгульных площадках при свободном доступе к грубым кормам, силосу и воде.

Беспривязное боксовое содержание коров, когда животное располагается для отдыха в отдельном боксе. Кормление животных осуществляется в помещении.

Групповое содержание животных (телят, бычков, свиней, овец и др.) осуществляют в групповых станках.



- 1 – здание для молодняка; 2 – коровник на 200 голов; 3 – родильное отделение с профилакторием; 4 – автовесы; 5 – кормоцех; 6 – склады кормов; 7 – ветпункт;
- 8 – доильно-молочный блок; 9 – навес над кормушками;
- 10 – административное здание

Рисунок 1 – Генеральный план МТФ беспривязного содержания на глубокой подстилке

3 Животноводческие комплексы и их размеры

Перевод животноводства на промышленную основу – одно из главных направлений технического прогресса. Животноводство по своей организационно-технологической структуре ближе к промышленному производству, чем растениеводство.

Круглогодичный производственный процесс, строгая ритмичность в работе, постоянный распорядок дня, постоянный штат обслуживающего персонала, стационарное оборудование, размещенное в зданиях, электроэнергия – все это атрибуты промышленного производства.

Животноводческий комплекс – это крупное высокомеханизированное предприятие, предназначенное для равномерного круглогодичного производства высококачественной животноводческой продукции на основе применения промышленной технологии, научной организации труда и управления, высокого уровня концентрации и специализации производства на базе автоматизации и поточной организации технологических процессов.

Для животноводческий комплекс характерны следующие признаки: научно обоснованная поточная технология, прочная кормовая база, четкая структура предприятия и организация производства, централизация управления всеми процессами, применение более современных средств механизации на базе электрификации и автоматизации, полное соответствие машинной технологии объемно-планировочным и строительным решениям; строгий зооветеринарный надзор за производством; наличие предприятий для переработки животноводческой продукции на месте и доведения ее до товарных кондиций.

Помимо высокого уровня концентрации, глубокой специализации и законченного цикла производства промышленные методы предусматривают наличие потока производства.

Строгая ритмичность производства может быть обеспечена при наличии постоянного и равномерного потока.

Ритмом производственного потока называется интервал времени, за который предприятие (отдельная линия) выпускает партию готовой продукции.

Различают комплексы для производства:

- 1) молока – на 800; 1200; 1600; 2000 коров;
- 2) говядины – на 5; 6; 10; 12 тыс. голов в год, и на открытых площадках с поголовьем 10, 20 и 30 тысяч;
- 3) свинины – с законченным циклом производства на 12; 24; 54; 108; 216 тыс. голов в год;
- 4) яиц (птицефабрики) – от 0,4 до 1,5 млн. кур-несушек;
- 5) мяса птицы (птицефабрики) – от 1 до 8 млн. бройлеров в год.

4 Организация производства на промышленной основе: основные понятия

Производственным процессом называют совокупность технологических процессов, направленных на создание конечного продукта (производство молока, откормочное содержание животных, выращивание бройлеров и т.д.).

Иначе, производственный процесс – это производство животноводческой

продукции (мяса, молока, яиц и др.). Каждый производственный процесс состоит из отдельных процессов, называемых технологическими, сочетаемых в определенном порядке.

Под технологическим процессом в сельскохозяйственном производстве понимают всю совокупность целесообразных явлений, возникающих в объекте выращивания или обработки путем воздействия на него рабочих органов машин и орудий или других физических, химических или биологических агентов.

Технологические процессы в животноводстве были перечислены вначале лекции.

Технологическая операция – это часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте, над одним или несколькими одновременно обрабатываемыми или собираемыми изделиями, одним или несколькими рабочими.

Например, к технологическим операциям относим транспортные операции, дозирование кормов, очистку зерна от посторонних примесей, измельчение зерна, мойку корнеплодов, подмывание вымени коров, подключение доильного аппарата, перемещение животных и др.

5 Система машин для комплексной механизации животноводства

Механизация и автоматизация производственных процессов в животноводстве способствуют повышению производительности труда рабочих и, следовательно, снижению затрат на единицу продукции. Состояние механизации оценивается ее уровнем, выражаемым, как правило, в процентах.

Комплексная механизация предполагает такой уровень, при котором все технологические процессы (основные и вспомогательные) выполняются с помощью машин и механизмов.

В отличие от комплексной, частичная (неполная) механизация обеспечивает механизацию не всех, а лишь наиболее трудоемких технологических процессов.

Для осуществления комплексной механизации животноводческих ферм предусматривается применение не случайного набора машин и оборудования, а научно обоснованной системы разнородных, но взаимно дополняющих друг друга рабочих машин, позволяющих организовать производственный процесс на основе непрерывного потока.

Поточная технологическая линия (ПТЛ) – это совокупность целесообразно расставленных в соответствии с технологией машин, оборудования и обслуживаемых животных в сочетании с помещениями, сооружениями и коммуникациями.

Под системой машин понимают такой уровень развития техники, когда в производстве применяется не одна какая-либо самостоятельная или несколько одноименных рабочих машин, а одновременно ряд различных машин, каждая из которых выполняет свою особую операцию, а в целом осуществляется процесс производства.

Система машин представляет совокупность (комплексный набор) взаимоувязанных по технологическому процессу и производительности раз-

нородных машин и транспортных средств, обеспечивающих комплексную механизацию всех производственных процессов.

Каждая из машин, включаемая в систему, должна отвечать ряду требований:

1. Соответствие всем технологическим и зооветеринарным требованиям.
2. Согласованность всех машин по производительности и источникам энергии.
3. Возможность поточной организации выполнения всех технологических операций, при которых одна машина дает работу другой.
4. Минимальные затраты ручного труда и средств.

В настоящее время законченной системы машин для механизации всех отраслей животноводства пока нет, однако промышленностью выпускаются комплекты машин и оборудования, применение которых механизует большинство наиболее трудоемких технологических процессов.

Систему машин необходимо разрабатывать с учетом завершения комплексной механизации на строящихся и реконструируемых фермах, комплексах и птицефабриках. Особое внимание при разработке системных машин должно быть уделено:

- 1) разработке эффективных технологий и комплектов технологических средств для переработки и утилизации отходов во избежание загрязнения окружающей среды;
- 2) производству технических средств и технологий для механизации процессов на малых фермах;
- 3) улучшению качества продукции и условий труда;
- 4) сокращению расходов кормов и других материалов;
- 5) созданию новых приемов и технологических средств для рационального использования электрической энергии.

В целом система машин обеспечивает снижение трудоемкости производства продукции, существенное сокращение эксплуатационных издержек, улучшение условий труда.

Контрольные вопросы

1. Перечислите технологические процессы, подлежащие механизации и автоматизации в животноводстве.
2. Как классифицируют животноводческие фермы по виду животных и по направлению производства?
3. Какие территориальные зоны включает в себя животноводческая ферма?
4. Какие способы содержания животных применяют на молочно-товарных фермах?
5. Что называют животноводческим комплексом? Назовите основные отличия ферм от комплексов.
6. Что называют производственным процессом, технологическим процессом и технологической операцией?
7. Что понимают под системой машин?

ЛЕКЦИЯ 2

МЕХАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КОРМОВ К СКАРМЛИВАНИЮ ЖИВОТНЫМ

1 Виды кормов для сельскохозяйственных животных и птицы

- **грубые** – сено, солома, веточный корм, сенаж;
- **сочные** – силос, комбинированный силос, корнеклубнеплоды, тыквенные и бахчевые культуры;
- **зеленые** – травы естественных и культурных пастбищ, ботва и др.;
- **концентрированные** (в 1 кг содержится 0,65 к.е. и более) – зерно злаковых и бобовых культур, травяная мука, комбикорма;
- **отходы пищевой промышленности** – жмых, шрот, жом, меласса, барда и дробина;
- **пищевые отходы**;
- **корма животного происхождения** – костяная, мясная, кровяная и рыбная мука, цельное и обезжиренное молоко, сыворотка, кормовые дрожжи и др.;
- **минеральные корма** – соль поваренная, мел, известняки, ракушка, фосфаты и сульфаты, полученные химическим путем, и др.;
- **биологически активные добавки** – ферментные препараты, кормовые антибиотики, транквилизаторы.

2 Способы подготовки кормов к скармливанию

Корм для животных и птицы должен быть питательным, вкусным, чистым, легко перевариваться и хорошо усваиваться, не содержать в себе примесей и веществ, вредных для здоровья и неблагоприятно влияющих на качество животноводческой продукции. *Этим требованиям удовлетворяют лишь незначительная часть кормов, скармливаемых в естественном виде.*

Организм животного перерабатывает в продукцию всего лишь 20-25 % энергии корма. Примерно 30-35 % энергии тратится на физиологические нужды, а остальная часть в неусвоенном виде выделяется с отходами.

Задача приготовления кормов к вскармливанию заключается в том, чтобы уменьшить потери энергии корма путём повышения его питательной ценности, поедаемости, переваримости и усвоения животными.

Кормовые смеси охотнее и полнее поедаются животными. В результате продуктивность животных увеличивается на 7-10 %, а расход корма на единицу продукции снижается на 15-20 %. Это позволяет экономить зерно и комбикорма.

Различают механические, тепловые, химические и биологические способы приготовления кормов.

В современных механизированных кормоцехах на крупных животноводческих фермах и комплексах широко применяют комбинированные способы обработки кормов, сочетающие механические операции с тепловой, химической и биологической обработкой.

К механическим способам приготовления кормов относятся очистка, мойка, протряхивание, просеивание, отсеивание, резание, дробление, раскальвание, разминание, истирание, плющение, прессование, гранулирование, брикетирование, смешивание, дозирование и др.

Тепловые способы обработки (запаривание, заваривание, сушка, выпаривание, поджаривание, выпечка, пастеризация и др.) также применяют для приготовления всех видов кормов.

Химические способы (гидролиз, обработка щёлочью, кислотами, каустической содой и аммиаком, известкование, консервирование и др.) используют реже из-за трудностей, связанных с использованием и хранением активных веществ.

Биологические способы (силосование, заквашивание, осолаживание, дрожжевание, проращивание и др.) основаны на воздействии на корм молочно-кислых бактерий, дрожжевых клеток, других микроорганизмов и ферментов.

Механизация приготовления кормов – это применение системы машин для подготовки кормов перед скармливанием их животным с целью замены малопродуктивного ручного труда механизированным и повышения качества обработки кормов.

В сочетании с передовыми способами содержания скота механизированное приготовление кормов на основе рациональной технологии является одним из важнейших условий повышения производительности труда и снижения себестоимости животноводческой продукции.

3 Технологические схемы приготовления кормов

Для грубых кормов:

1. Измельчение - дозирование - смешивание.
2. Измельчение - запаривание - дозирование - дрожжевание - смешивание.
3. Измельчение - биологическая (биохимическая) или химическая обработка - дозирование - смешивание.

Для химической обработки соломы рекомендованы различные виды щелочей (едкий натр, аммиачная вода, жидкий аммиак, кальцинированная сода, известь), которые применяют как в чистом виде, так и в сочетании с другими реагентами и физическими приемами (с паром, под давлением). Питательность соломы после такой обработки повышается в 1,5-2 раза.

При переработке сена в муку:

измельчение (длина резки 8-12 мм) - сушка - размол - дозирование - смешивание.

Если сено достаточно сухое:

размол – дозирование – смешивание.

Для взрослого КРС сено скармливают в натуральном виде без измельчения.

Для корнеклубнеплодов:

1. Мойка - измельчение - дозирование - смешивание.

2. Мойка - запаривание - разминание - измельчение - дозирование - смешивание.

3. Мойка - измельчение - дозирование - дрожжевание - смешивание.

Для концентрированных кормов:

1. Очистка от металлопримесей и камней - измельчение - дозирование - смешивание.

2. Очистка - измельчение - осолаживание (дрожжевание) – дозирование - смешивание.

3. Очистка - измельчение - дозирование - смешивание - гранулирование (брикетирование).

4. Очистка - влаготепловая обработка - плющение - охлаждение с частичной сушкой - дозирование - смешивание;

5. Очистка - проращивание.

Для минеральных кормовых добавок:

измельчение – дозирование - смешивание.

Независимо от вида, назначения и способов приготовления, корма отвечают следующим основным требованиям:

1. Наличие необходимого количества доступных для переваривания и усвоения питательных веществ.

2. Отсутствие вредных и ядовитых веществ.

3. Высокие вкусовые качества и привлекательный внешний вид и запах.

4. Возможность длительного хранения.

В соответствии с этими требованиями определены следующие зоотехнические требования.

4 Зоотехнические требования к машинам для приготовления кормов

1. Конструкция машин должна быть простой по устройству, надежной и удобной в эксплуатации.

2. Машина или агрегат должны быть удобными для агрегатирования с электродвигателями.

3. Машины для измельчения концентрированных кормов должны обеспечивать как крупную, так и мелкую степень измельчения. Распыл и потери корма при измельчении не допускаются.

4. Размеры частиц корма: длина резки соломы и сена для коров 3-4 см, лошадей 1,5-2,5 см. Толщина резки корнеклубнеплодов для коров 1,5 см (молодняка 0,5-1 см), свиней 0,5-1 см, птицы 0,3-0,4 см. Жмых для коров дробят на частицы размером 10-15 мм. Измельченные концентрированные корма для коров должны состоять из частиц размером 1,8 - 1,4 мм, для свиней и птицы — до 1 мм (мелкий помол) и до 1,8 мм (средний помол). Размер частиц сеной (травяной) муки не должен превышать 1 мм для птиц и 2 мм для других животных. При закладке силоса с добавлением сырых корнеклубнеплодов толщина их резки не должна превышать 5-7 мм. Силосуемые стебли кукурузы измельчают до 1,5-8 см.

5. Загрязненность кормовых корнеплодов не должна превышать 0,3 %, а зерновых кормов – 1 % (песком), 0,004 % (горчаком, вязелем, спорыньей) или 0,25 % (куколом, головней, плевелом).

6. Машины и агрегаты для приготовления корнеклубнеплодов должны иметь производительность, соответствующую разовой раздаче корма по ферме. Длительное хранение приготовленных к скармливанию кормов не допускается. При мойке, а также измельчении корнеклубнеплодов не допускаются потери питательной части корма с мочной водой и в рабочих органах машины.

7. Варка пищевых отходов в течение 2 ч при температуре 100 °С и выдержка 1,5-2,5 ч;

8. Машины для приготовления кормов должны быть снабжены предохранительными устройствами, обеспечивающими безопасную работу обслуживающего персонала.

5 Способы измельчения кормов

Основные способы измельчения кормов представлены на рисунке 2.

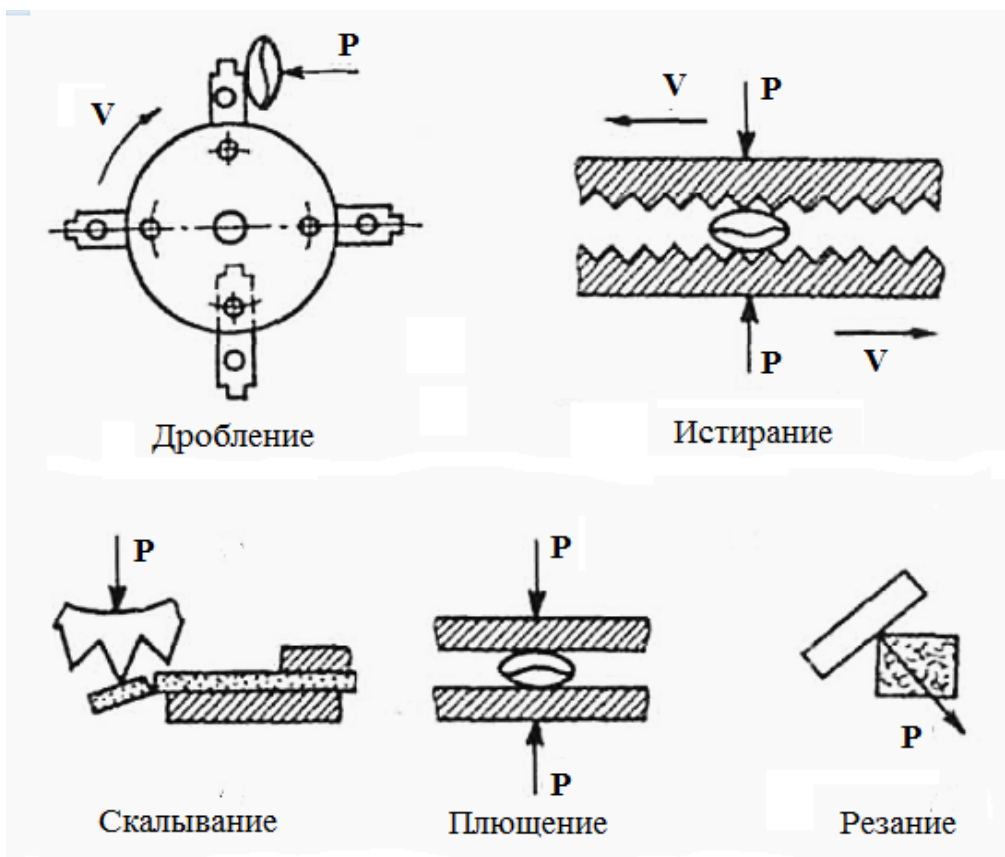


Рисунок 2 – Способы измельчения

Данные способы измельчения в измельчающих машинах, как правило, редко встречаются в чистом виде.

Дроблению ударом подвергают зерно. Его дробят в дробилках. Наибольшее распространение получили молотковые дробилки. В молотковых дробилках помимо удара зерно испытывает также истирание между молотками, декой и решетом. В молотковых дробилках измельчению подвергают и грубые корма.

Работа валцовых мельниц основана на резании и скалывании материала.

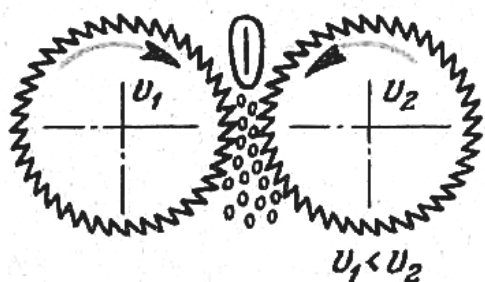


Рисунок 3 – Измельчение зерна между двумя вальцами

При вращении пар валцов их рифленые поверхности затягивают материал в рабочий зазор между валцами и разрушают его. Валцы в паре вращаются с различной частотой, что позволяет избежать залипания рифлей (рисунок 3).

Плющение зерна проводят в плющилках, также в рабочем зазоре между двумя только гладкими валцами, вращающимися с одинаковой рабочей скоростью.

Способ истирания реализован в жерновых мельницах, где в рабочем пространстве между жерновами происходит разрушение продукта. Обычно один жернов вращается, а другой неподвижен.

Резанию подвергают стебельные корма, корнеклубнеплоды, тыкву, бахчевые культуры, рыбу и др.

В СССР в 70-80-е годы XX века для приготовления полнорационных кормовых смесей широко применялись кормоприготовительные цехи. Они включали поточно-технологические линии подготовки различных кормов к скармливанию, дозированию (отмериванию определенного количества корма) и на завершающем этапе – смесители для получения однородной кормовой смеси. Но уже с 2000-х годов кормоцехи в нашей стране стали не востребованными из-за дороговизны их содержания и поддержания в рабочем состоянии.

В настоящее время перешли на упрощенную технологию производства кормовых смесей непосредственно в кормораздатчиках. С ними мы познакомимся уже в следующей теме.

Комбикорма же приготавливают на специализированных комбикормовых предприятиях.

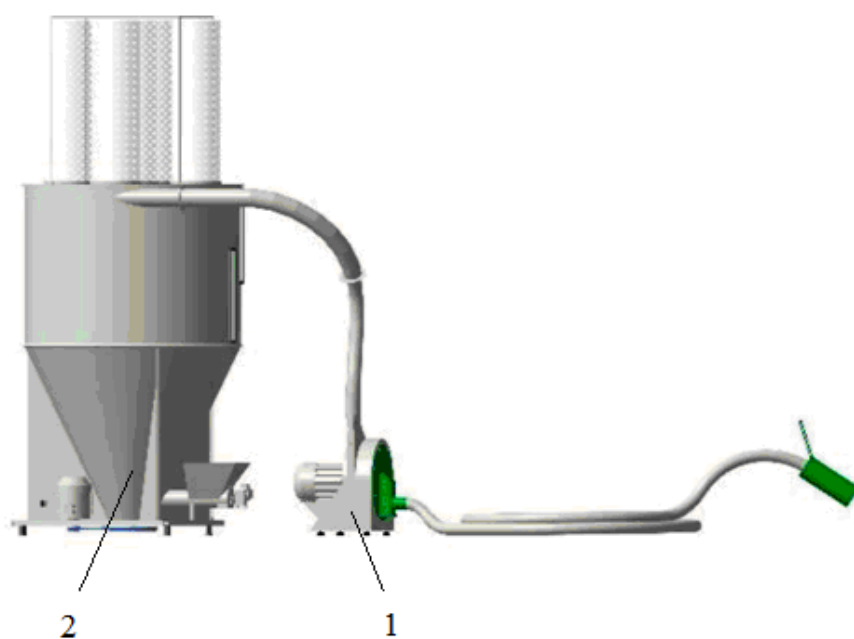


Рисунок 4 – Комбикормовый комплекс типа «Доза Агро»

Можно также получать смесь рассыпного или гранулированного комбикорма непосредственно в с.-х. предприятиях, применяя автоматизированные комплексы типа «Доза Агро» (рисунок 4). В их состав входит как минимум зернодробилка 1 и смеситель 2.

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды кормов.
2. Какие существуют способы обработки кормов?
3. Какие технологические схемы приготовления применяют для грубых кормов, корнеплодов и концентрированных кормов?
4. Какие зоотехнические требования предъявляются к машинам для приготовления кормов?
5. Какие существуют способы измельчения кормов?
6. Какие способы измельчения преобладают в молотковых дробилках, в вальцовых мельницах и плющилках зерна?
7. Где и как готовят комбикорма?

ЛЕКЦИЯ 3

МЕХАНИЗАЦИЯ РАЗДАЧИ КОРМОВ

Введение

Эффективность производства продукции животноводства зависит не только от качества и полноценности кормления, но и от своевременности выдачи кормов. Нарушение технологической дисциплины, распорядка дня и времени раздачи кормов приводят к нарушению биологического ритма у животных и снижению их продуктивности.

Кормление крупного рогатого скота остается пока одним из наименее механизированных процессов, в то время как на него приходится от 30 до 40 % общих трудозатрат на ферме.

1 Зоотехнические требования к кормораздатчикам

Равномерность и точность раздачи корма; точное дозирование индивидуально каждому или группе животным и птице (например, распределение концентратов коровам по суточному надою); предотвращение загрязнения и раскисания кормосмесей на фракции при транспортировке и раздаче; легкое удаление от остатков корма; обеспечивать быструю настройку на норму выдачи корма на одну голову от минимальной до максимальной; не создавать излишнего шума и загазованности помещения в период раздачи кормов; исключить травматизм животных; обеспечить электробезопасность.

Отклонение от нормы на голову для сочных и стебельчатых кормов допускаются в пределах 15 %, а для концентратов в пределах 5 %. Возвратные потери корма не должны превышать предел 1 %, а невозвратные не допускаются. Продолжительность раздачи кормов в одном помещении не должна превышать 30 мин. при раздаче мобильными средствами и 20 мин. при раздаче стационарными.

2 Классификация кормораздатчиков

По характеру рабочего процесса все кормораздатчики делятся на два типа: **мобильные и стационарные**. В свою очередь мобильные могут быть прицепные, навесные и самоходные, а стационарные в зависимости от типа кормоносущего органа — механические, пневматические и гидравлические.

Выбор варианта и средства раздачи кормов зависит от физико-механических свойств корма, вида животных, способа их содержания, объемно-планировочных решений фермы, удаления животноводческих помещений от кормохранилищ и кормоцеха. Большинство выпускаемых раздатчиков предназначено для одного вида и консистенции корма: грубых, концентрированных, сочных, влажных мешанок, влажных рассыпных или жидких кормосмесей.

Можно выделить четыре способа доставки и раздачи кормов:

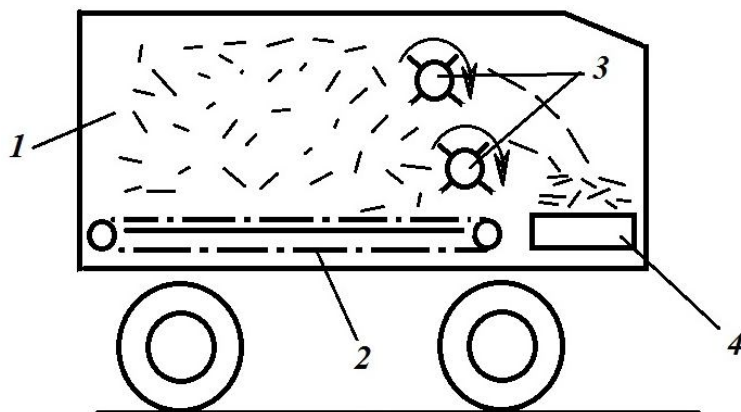
- 1) мобильными машинами (самоходными, агрегатируемыми с трактором);
- 2) стационарными установками;
- 3) комбинированным способом, когда доставка кормов к помещению для животных производится мобильными машинами, а распределение по фронту кормления – стационарными машинами;
- 4) передвижными техническими средствами с ограниченной способностью перемещения.

При наиболее распространенной в настоящее время павильонной застройке ферм и отсутствии механизированных кормохранилищ самым простым, надежным и эффективным способом является доставка и раздача кормов **мобильными кормораздатчиками**. Мобильный кормораздатчик может обслуживать не одну, как стационарный транспортер, группу животных, а несколько или всю ферму. В случае выхода из строя одного раздатчика его легко заменить другим исправным. Мобильные машины более универсальны, маневренны, проще в эксплуатации и обслуживании, легче приспособляются к изменениям технологии. Достоинство этого способа состоит также в том, что процесс доставки и раздачи осуществляется без промежуточных перевалок кормов, так как мобильный кормораздатчик является одновременно и транспортным средством, и средством распределения корма по фронту кормления. Металлоемкость мобильных раздатчиков составляет 9,3 кг на 1 м фронта кормления, а у стационарных – 38-40 кг.

Однако мобильные кормораздатчики используются в тех зданиях, где ширина кормовых проходов и высота въездных ворот позволяют свободное их передвижение. Поэтому это влечет за собой основные недостатки, связанные с необходимостью широких сквозных проездов агрегата через животноводческие помещения. Увеличивается стоимость зданий, в зимних условиях из-за открывания ворот возможны сквозняки и переохлаждение помещений. Поэтому применение мобильных кормораздатчиков в районах с суровыми и длительными зимами нежелательно. К недостаткам способа доставки и раздачи кормов мобильными машинами следует отнести также сложность автоматизации процесса.

Мобильный кормораздатчик КТУ-10А тракторный универсальный прицепной вместимостью 10 м³ предназначен для транспортировки и дозированной выдачи на одну или две стороны измельчённых стебельных кормов или кормовых смесей на выгульных площадках, в животноводческих помещениях с шириной кормового прохода более 2,2 м, а также для дозированной выдачи корма в стационарные кормораздатчики.

Рабочий процесс: бункер 1 раздатчика загружают в соответствии с рационом послойно сенажом, силосом, грубым кормом, измельченными корнеплодами, зелёной массой (рисунок 5). Корм транспортируют и раздают в животноводческом помещении для содержания крупного рогатого скота или овец. Подъехав к кормушкам, тракторист включает ВОМ и едет по кормовому проходу на пониженной скорости (1,7-2,5 км/ч).



1 – бункер; 2 – продольный цепочно-планчатый транспортер; 3 – блок битеров; 4 – поперечный ленточный транспортер (транспортеры)

Рисунок 5 – Схема кормораздатчика типа КТУ-10А

Продольный транспортер 2 подает корм к битерам 3, которые разрыхляют и сбрасывают его на поперечный транспортер 4 для подачи в кормушки. Норму выдачи корма регулируют изменением скорости движения продольного транспортера с помощью храпового механизма и поступательной скорости трактора. При разгрузке кузова назад направление движения продольного транспортера изменяют с помощью также храпового механизма.

Один раздатчик КТУ-10А может обслужить на ферме 300-400 коров.

Аналогичный по конструкции КТУ-10А, но малогабаритный одноосный кормораздатчик РММ-Ф-6 используют в коровниках с узкими кормовыми проходами от 1850 мм.

Особый класс занимают **мобильные раздатчики-смесители**, так называемые **миксеры** или **кормоцепа на колесах**.

Ещё в СССР применялись прицепные раздатчики-смесители КУТ-3А для транспортирования влажных многокомпонентных смесей к свиарникам и раздачи их на одну или две стороны в кормушки. Возможно использование этого кормораздатчика в качестве смесителя кормов с последующей транспортировкой и раздачей. Перемешивание и выгрузка смеси из бункера 3 м³ осуществляется цепочно-планчатым транспортером. Норма выдачи корма, подаваемого в

выгрузные шнеки, регулируется заслонками при помощи рычага. Самоходный вариант этого кормораздатчика КУТ-3БМ на шасси автомобиля ГАЗ-52-02.

Современные миксеры осуществляют приготовление, доставку и раздачу кормосмесей на фермах и комплексах КРС. Такие машины, оснащаемые электронным взвешивающим устройством, выпускаются в нашей стране и за рубежом. Эти кормораздатчики классифицируют по способу агрегатирования – прицепные и самоходные, по способу раздачи – одно- и двусторонние; по грузоподъемности – одно- и двуосные; по способу заполнения – с устройствами для самопогрузки (грейферными, фрезерными и др.) и без них; по типу смесителя – с горизонтальным или вертикальным расположением шнеков (рисунок 6).



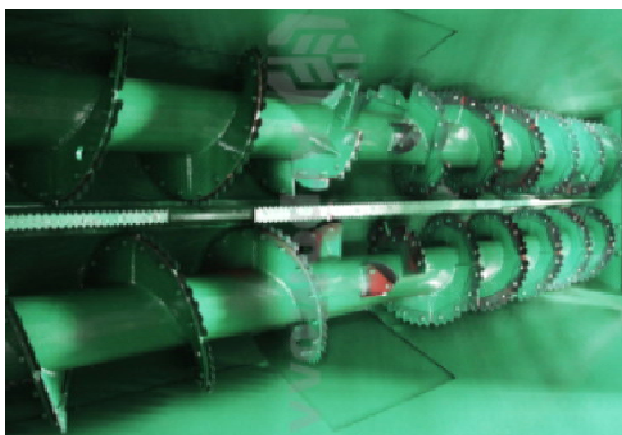
горизонтальный ИСПР-12



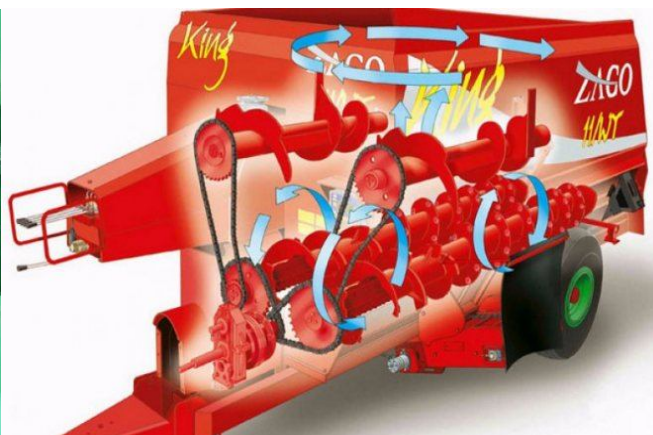
вертикальный СРК-11В

Рисунок 6 – Кормораздатчики-смесители «Хозяин»

Применяются смесители с горизонтальными двумя, тремя и четырьмя шнеками (рисунок 7), а в случае вертикального расположения шнеков – одношнековые, с двумя и реже с тремя шнеками (рисунок 8). Для измельчения шнеки оснащают ножами.

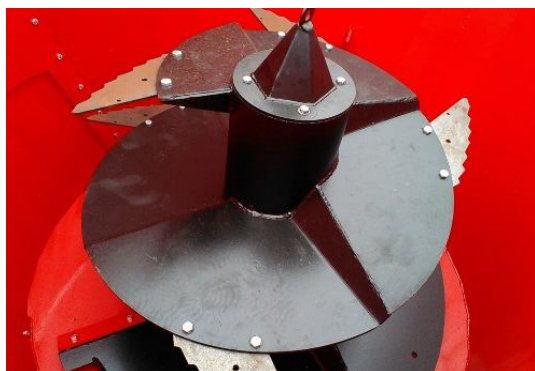


с двумя шнеками

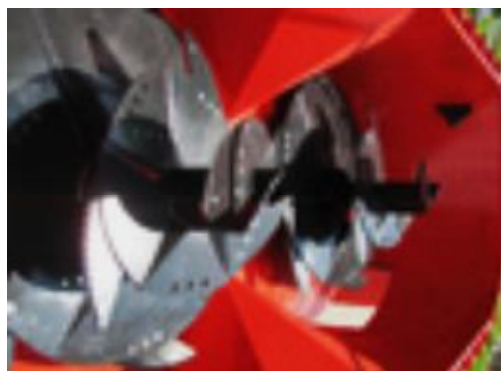


с четырьмя шнеками

Рисунок 7 – Миксеры с горизонтальными шнеками



одношнековые



двухшнековые

Рисунок 8 – Миксеры с вертикальными шнеками

Вертикальные смесители-раздатчики меньше, чем горизонтальные чувствительны к посторонним включениям, проще по конструкции, менее металлоемки. Горизонтальный миксер, целесообразно использовать в тех случаях, когда при заготовке волокнистых кормов стебли измельчаются недостаточно, а их погрузка из буртов и траншей производится погрузчиками без дополнительного измельчения, например, грейферными погрузчиками. Вертикальные миксеры лучше, чем горизонтальные, справляются с измельчением крупногабаритных рулонов и тюков сена (соломы), не допускают чрезмерного измельчения корма.



Рисунок 9 – Раздача корма на кормовой стол коровника

Появление миксеров позволило производить кормление КРС полнорационными кормосмесями (рисунок 9). Но они тоже не без недостатков. Это очень дорогие и энергоемкие машины, для эффективного использования которых необходимы мощные тракторы и механизированные хранилища компонентов рациона. Им свойственна высокая энергоемкость процесса и большая неравномерность распределения кормов (35 – 50 %). Средняя продолжительность одного цикла работы раздатчика-смесителя от загрузки до загрузки составляет около 1 ч, вследствие чего процесс кормления скота на крупных фермах затягивается. Большая масса машины увеличивает расход топлива (до 4 кг на тонну смеси) и нагрузку на колеса, особенно для одноосных машин. Дорогостоящие колеса таких раздатчиков быстро выходят из строя, поэтому такие машины нерационально использовать для доставки смеси от центральной фермы в другие фермы хозяйства.

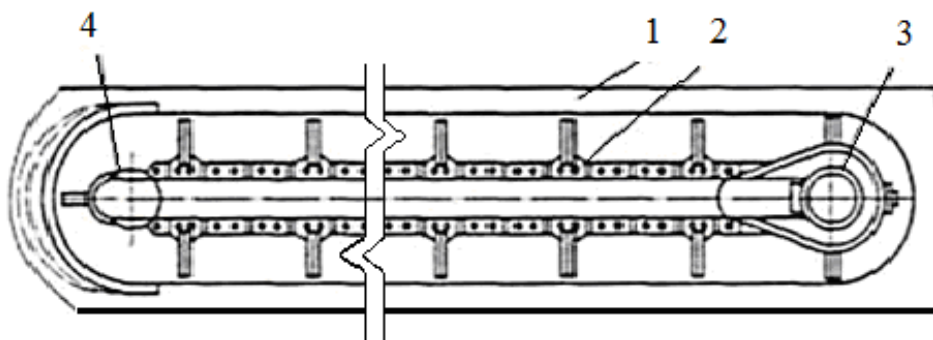
Стационарные установки в противоположность мобильным машинам легче поддаются автоматизации. Они могут размещаться непосредственно в кормушках или над ними, вследствие чего площадь помещений используется более рационально, чем при применении мобильных машин. Отпадает необходимость открывания ворот для въезда кормораздатчика в помещения, что способствует снижению теплопотерь и поддержанию постоянства параметров микроклимата.

Однако технологические линии с использованием стационарных установок обычно состоят из цепочки последовательно расположенных транспортеров. Это резко снижает надежность технологического процесса, поскольку выход из строя одного из звеньев влечет за собой остановку всей линии, а их резервирование в условиях фермы практически невозможно. Низкая надежность – главный недостаток способа доставки и раздачи кормов стационарными установками, вследствие чего они используются значительно реже, чем мобильные кормораздатчики. Технологические линии с такими машинами обычно громоздки, материало- и энергоемки, требуют больших эксплуатационных затрат на поддержание их в работоспособном состоянии. К недостаткам стационарных установок следует отнести также низкий коэффициент использования сложного и дорогостоящего оборудования поскольку они работают всего несколько минут в течение суток.

Транспортеры пневматические ТРП-Ф-15, ТРК-15 предназначены для пневматического транспортирования зеленой массы, сенажа, силоса и их смесей с комбикормом из кормоприготовительного цеха в стационарные кормораздатчики на откормочных комплексах на 5 и 10 тыс. голов КРС.

Стационарные механические кормораздатчики по конструктивному исполнению рабочего элемента: ленточные, платформенные, цепочно-скребковые, шнековые, тросово-шайбовые (или цепочно-шайбовые) и др.

Кормораздатчик скребковый КРС-Ф-15А внутри кормушек предназначен для приема и раздачи кормов на животноводческих фермах и комплексах по откорму крупного рогатого скота. На рисунке 10 показан вид кормораздатчика сверху.



1 – кормушка; 2 – цепь со скребками; 3 – привод; 4 – натяжное устройство

Рисунок 10 – Стационарный цепочно-скребковый кормораздатчик КРС-Ф-15А

Принцип действия: корм подаётся мобильным или стационарным транспортным средством равномерным потоком в зону привода и скребками перемещается по желобу кормушки до равномерного заполнения ее по всей длине. Рабочий цикл заканчивается, когда весь желоб кормушки загружен кормом. Управление работой кормораздатчика осуществляют от местного пульта управления.

Кормораздатчик практически не занимает полезной площади зданий. Обеспечивает равномерность раздачи по всему фронту кормления, не допускает потери корма, может транспортировать все виды измельченных стебельчатых кормов (силос, сенаж, сено, зеленая масса), а также их смеси, в том числе и с концентрированными кормами. Обслуживаемое поголовье – 180 голов.

Также к стационарным кормораздатчикам внутри кормушек для КРС относятся транспортёры ТВК-80А, ТВК-80Б, РВК-Ф-74, КЛО-75, КЛК-75 и др.

К стационарным кормораздатчикам над кормушками платформенного типа относятся РКУ-200 для раздачи кормосмесей на фермах крупного рогатого скота, а также РКС-3000М для раздачи сухих и влажных многокомпонентных кормовых смесей в свинарниках-откормочниках. Ленточный раздатчик РК-50 над кормушками позволяет раздавать все виды кормов в измельченном виде на фермах КРС.

Автоматические раздатчики комбикормов РКА-1000 и РКА-2000 штангово-шайбового типа предназначены при напольном кормлении свиней.

Для транспортирования и раздачи жидких кормов в свинарниках применяют гидротранспортные установки, работающие от давления сжатого воздуха или создаваемого насосом.

Комбинированный способ является компромиссным, но в ряде случаев достаточно эффективным решением. Главные достоинства его состоят в том, что, как и в предыдущем случае, кормораздаточные транспортеры могут размещаться в кормушках или над ними, что исключает проезд крупногабаритных мобильных машин сквозь животноводческие помещения. Обычно приемные бункеры транспортеров выводят в пристроенные к помещениям тамбуры, где и производится загрузка кормов, доставленных мобильными кормораздатчиками. В связи с этим микроклимат в помещениях для животных не нарушается.

Недостатки комбинированного способа состоят в необходимости иметь кроме мобильных кормораздатчиков еще и стационарные транспортеры, что

увеличивает затраты на приобретение и обслуживание машин. Стационарным установкам свойственны уже отмеченные им недостатки. Поэтому комбинированный способ доставки и раздачи кормов применяют в тех случаях, когда конструкция, размеры, например, высота или планировка помещений, не позволяют использовать для этого мобильные машины.

К **передвижным техническим средствам с ограниченной способностью перемещения** относятся кормораздатчики-смесители, перемещаемые по рельсовому пути и получающие электропитание по кабелю. То есть эти кормораздатчики способны передвигаться только вперёд и назад в одном кормовом проходе. К этим кормораздатчикам относятся РС-5А, КС-1,5, КСП-Ф-0,8А, КЭС-1,7, КУС-Ф-2 и др., применяемые в свиноводстве.

Эффективное применение этих кормораздатчиков возможно при условии их движения вдоль технологической галереи и в перпендикулярном по отношению к ней направлении вдоль кормовых проходов, т.е. параллельно осям прямоугольных координат. **Координатный кормораздатчик** включает в себя обычный раздатчик кормов, установленный на электрифицированное шасси. Шасси снабжено площадкой оператора с пультом управления механизмами привода ходовых колес и рабочих органов и кабельным барабаном. Вместе с раздатчиком оно поставлено на тележку-носитель, также снабженную кабельным барабаном. При этом раздатчик размещен на тележке-носителе перпендикулярно направлению ее движения. По технологической галерее раздатчик перемещается тележкой-носителем, а в производственных помещениях – самостоятельно. Кроме доставки раздатчика в нужную секцию или под загрузку кормом тележка-носитель выполняет также функцию передвижной станции энергопитания раздатчика. Электрическая энергия поступает на щит тележки-носителя через гибкий кабель, намотанный на ее барабан. К щиту подключены электродвигатели самой тележки, а через гибкий кабель, намотанный на барабан кормораздатчика, – все энергопотребители раздатчика.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные зоотехнические требования к кормораздатчикам.
2. По каким признакам классифицируются кормораздатчики?
3. Какие существуют способы доставки и раздачи кормов?
4. Перечислите преимущества и недостатки мобильных кормораздатчиков.
5. В чём заключаются особенности конструкции и принципа действия мобильного кормораздатчика КТУ-10А?
6. Сравните кормораздатчики-смесители с горизонтальными и вертикальными шнеками.
7. Перечислите преимущества и недостатки миксеров.
8. Преимущества и недостатки стационарных кормораздатчиков.
9. Перечислите преимущества и недостатки комбинированного способа доставки и раздачи кормов.
10. Расскажите сущность координатного метода раздачи корма.

ЛЕКЦИЯ 4

МЕХАНИЗАЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ

Введение

На производство 1 л молока корове требуется не менее 3 л воды. Это означает, что высокопродуктивной корове требуется до 150 л воды в сутки, причем 70-80 л для питья. На одну свиноматку с приплодом требуется 60 л в сутки, а на одну откормочную свинью – 15 л, в том числе на поение – 6 л. Нормы потребления воды сельскохозяйственными животными принимаются в соответствии с ведомственными нормами технологического проектирования ВНТП-Н-97.

Вода для поения животных по своему составу и качеству должна отвечать требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль качества». Температура питьевой воды: для взрослых животных – 10-12 °С; для беременных – 12-15 °С; для молодняка – 15-20 °С.

1 Источники водоснабжения и водозаборные сооружения

Источники водоснабжения подразделяются на:

- поверхностные источники – реки, озера, искусственные водоемы;
- подземные источники – грунтовые и межпластовые (артезианские) воды.

Воду из источников забирают при помощи водозаборных сооружений и водоподъемников.

Из поверхностных источников воду забирают с помощью береговых и русловых водозаборных сооружений.

Береговые водозаборы забирают воду непосредственно у берега, когда в месте водозабора берег устойчив, сложен прочными грунтами, а источник имеет достаточную глубину.

Русловые водозаборы применяют в тех случаях, когда воду берут в середине реки, имеющей пологие берега и небольшую глубину.

Из подземных (закрытых) источников воду забирают, используя шахтные колодцы и скважины. Шахтные колодцы используют для забора грунтовых вод со свободной поверхностью и строят до глубины не более 40 м при толщине водоносного слоя 5-8 м. Скважины используют для забора межпластовых вод из водоносных пластов, залегающих на глубине 50-150 м.

Для поднятия воды из водозаборного сооружения и подачи ее к напорным устройствам или в трубопровод используют водоподъемные машины и установки. К ним относятся динамические (центробежные, вихревые) и объемные (поршневые, винтовые, шестеренные, коловратные, диафрагменные и др.) насосы; водоструйные установки; воздушные, ленточные и другие водоподъемники.

2 Системы и схемы водоснабжения животноводческих ферм и пастбищ

Система водоснабжения – это комплекс сооружений и оборудования, предназначенных для забора воды из источников, подъема ее на высоту, очистки, хранения и подачи к местам потребления.

Схема водоснабжения – это технологическая линия, связывающая в той

или иной последовательности водопроводные сооружения, предназначенные для добывания, перекачки, улучшения качества и транспортировки воды к пунктам ее потребления.

Водоснабжение может осуществляться с использованием следующих систем водоснабжения:

- централизованная – обеспечивающая водоснабжение нескольких объектов;
- локальная – обеспечивающая водоснабжение только одного объекта;
- пастбищная – базируется на применении автономных насосных установок, а также мобильных средств для поения животных на пастбище.

3 Водопроводные сети и напорно-регулирующие сооружения

Водопроводная сеть – это система трубопроводов, предназначенная для доставки воды от источника к потребителю.

Различают наружную сеть, проложенную в земле, и внутреннюю сеть – находящуюся в помещении.

Существуют следующие схемы водопроводных сетей (рисунок 11): тупиковая, кольцевая и комбинированная.

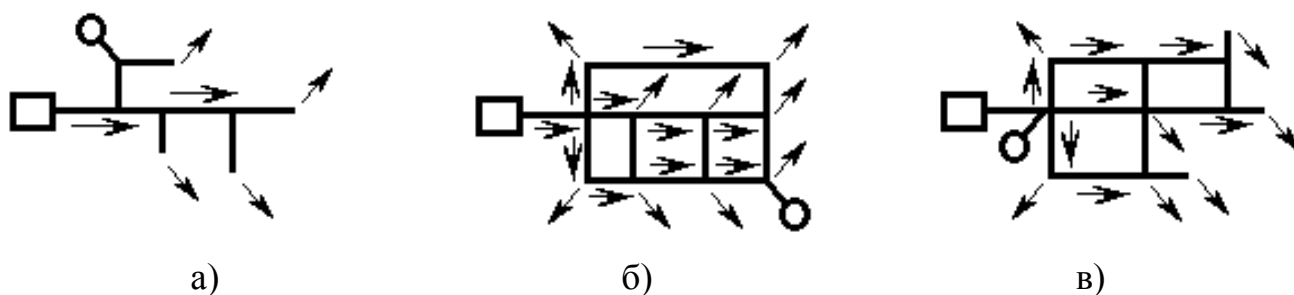


Рисунок 11 – Схемы водопроводных сетей:
а – тупиковая; б – кольцевая; в – комбинированная



Рисунок 12 – Водонапорная башня

Тупиковую схему рекомендуется строить при подаче воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды при длине линий не более 200 м. Кольцевая водопроводная сеть более надежна в эксплуатации. Комбинированная система водопровода возникает при прокладке от кольцевой сети тупиковых линий.

В качестве напорно-регулирующих сооружений используются водонапорные башни и водоподъемные пневматические установки.

Водонапорная башня является напорным резервуаром для хранения аварийного и пожарного запаса воды. Наибольшее распространение получили стальные башни А.А. Рожновского типа ВБР с емкостью бака на 10 и 15 м³ и высотой ствола 8 м (рисунок 12).

4 Классификация, устройство и принцип действия автопоилок

Автопоилка представляет собой специальные автоматически действующие устройства (приборы), при помощи которых животные и птицы самостоятельно, без участия человека получают из водопровода необходимую для поения воду в любое время суток и в нужном количестве.

Автопоилки подразделяются:

- по назначению – для КРС, свиней, птицы и т.д.;
- по способу эксплуатации – на стационарные и передвижные;
- по методу обслуживания - на индивидуальные и групповые;
- по конструкции: на чашечные и бесчашечные; клапанные и бесклапанные, действующие по принципу сообщающихся сосудов.

Индивидуальные автопоилки применяются на фермах крупного рогатого скота преимущественно при привязном содержании, овце- и свинофермах — при содержании в отдельных станках (клетках и оцарках).

Групповые поилки используются на фермах крупного рогатого скота при беспривязном содержании, в летних лагерях, на пастбищах, а также для свиней, овец и птицы при групповом содержании. На пастбищах и в лагерях, удаленных от источников воды, животных поят из передвижных поилок, цистерн. По конструкции автопоилки бывают клапанные и бесклапанные, действующие по принципу сообщающихся сосудов.

Автопоилка индивидуальная одночашечная ПА-1Б предназначена для поения крупного рогатого скота в помещении, имеющем водопроводную магистраль. Поилка рассчитана на обслуживание двух голов при привязном содержании и до 25 голов при беспривязном содержании (рисунок 13).



- 1 – чаша поильная; 2 – седло клапана; 3 – клапан; 4 – водопровод;
5 – амортизатор; 6 – корпус клапанного механизма; 7 – педаль

Рисунок 13 – Поилка индивидуальная ПА-1Б

С целью исключения коррозии деталей они изготовлены из следующих материалов: чаша 1 из алюминиевого сплава, корпус клапанного механизма 6 из полиэтилена низкого давления, клапан 3 – пластмассовый, седло 2 и амортизатор 5 – резиновые.

На рисунках 14 и 15 показаны другие поилки для КРС.

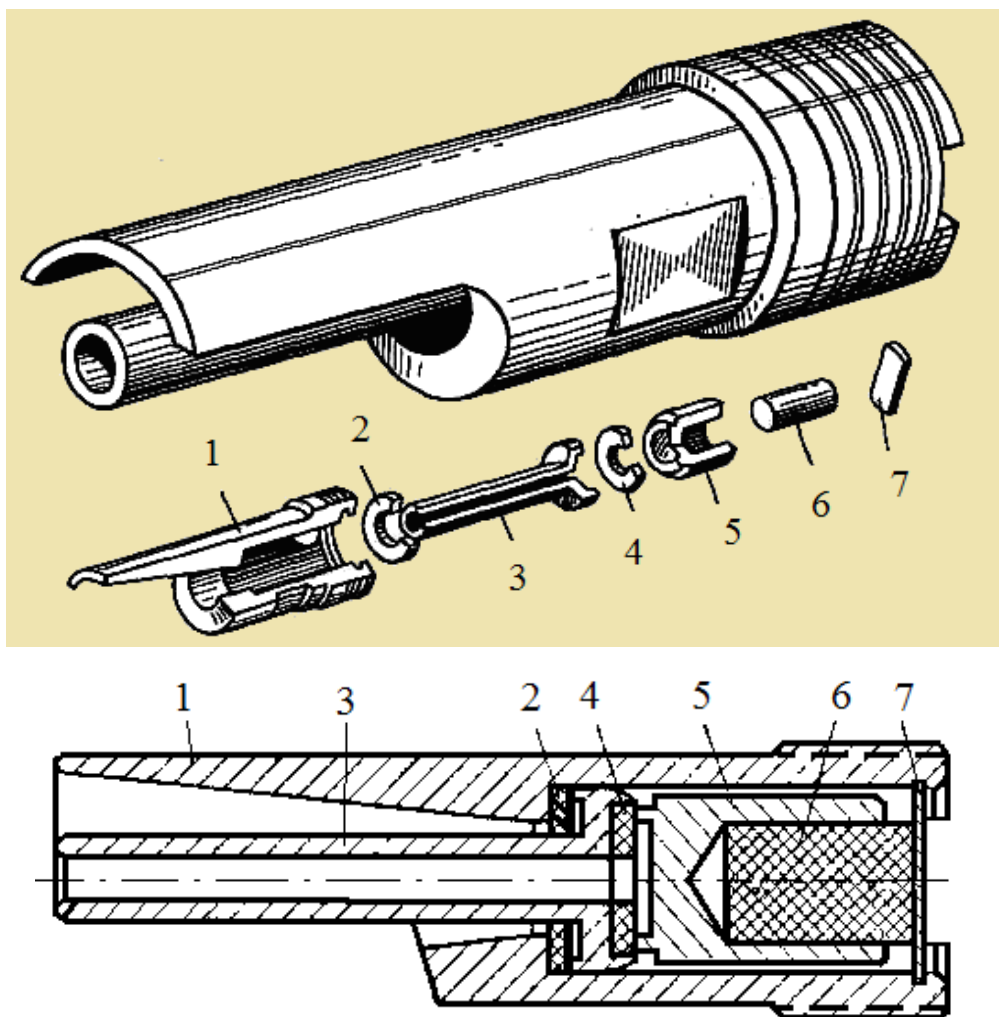


Рисунок 14 – Поилка групповая с подогревом для КРС Isobac (Франция)



Рисунок 15 – Система уровневое поения из полимерпесчаных поилок

Поилка бесчашечная сосковая ПБС-1 (рисунок 16) предназначена для поения свиней при групповом и индивидуальном содержании в свинарниках и на выгульных площадках. Способна обслужить 25-30 голов.



1 – корпус; 2, 4 – уплотнительные прокладки; 3 – сосок; 5 – амортизатор; 6 – клапан; 7 – упор

Рисунок 16 – Поилка индивидуальная ПБС-1

Животное во время поения забирает сосок 3 вместе с носком корпуса 1 и сжимает их, в результате вода поступает через сосок.

На рисунке 17 показана групповая поилка для свиней, а на рисунке 18 – ниппельные поилки для птиц.



Рисунок 17 – Групповая поилка для свиней с подогревом



Рисунок 18 – Ниппельные поилки для птицы

Контрольные вопросы

1. Какая оптимальная температура воды для поения разных животных?
2. Перечислите источники водоснабжения и водозаборные сооружения.
3. Какие бывают системы водоснабжения?
4. Назовите особенности тупиковой, кольцевой и комбинированных схем водопроводных сетей. Перечислите преимущества и недостатки этих схем.
5. Для чего используются напорно-регулирующие сооружения?
6. Как классифицируют поилки?
7. В каких случаях применяют индивидуальные и групповые поилки?
8. Как устроена индивидуальная поилка ПА-1Б?
9. Принцип действия уровневого поения из индивидуальных поилок?
10. Устройство и принцип работы сосковой поилки ПБС-1.
11. Для кого предназначены ниппельные поилки?

ЛЕКЦИЯ 5

МАШИННОЕ ДОЕНИЕ КОРОВ

Введение

Существуют следующие способы доения коров:

- 1) естественный (сосание вымени теленком);
- 2) ручной (выжимание молока из вымени руками дояра);
- 3) машинный.

Машинное доение коров – технологический процесс доения коров путем взаимодействия доильного аппарата с организмом животного.

Механизация доения позволяет:

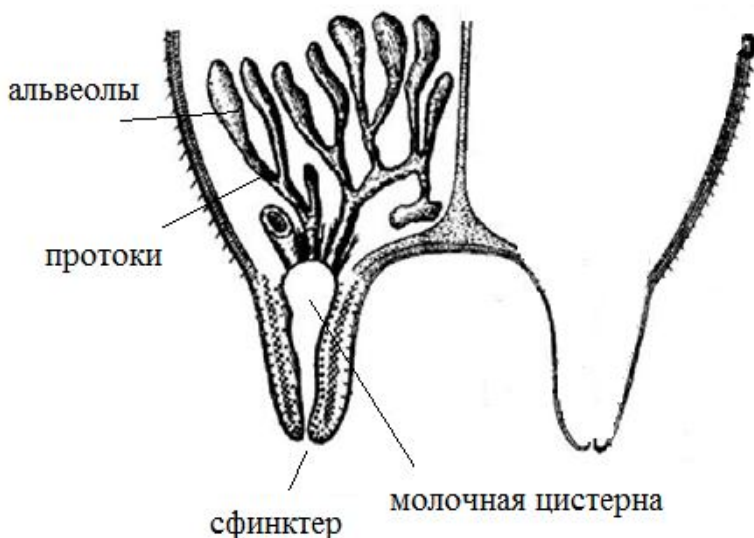
- облегчить труд человека и повысить производительность труда;
- получить более чистое молоко;
- улучшить культуру и организацию труда на ферме;
- улучшить раздой первотёлок.

Только из-за первого пункта следует повсеместно развивать и совершенствовать механизацию доения коров. Если при ручном доении одна доярка доит 14-16 коров, то при машинном доении в вёдра – 20-25 коров, а в молокопровод – 50 коров. В последнее время в основном за рубежом находят применение и роботизированные доильные установки, работающие без участия человека.

Уровень механизации доения в РФ составляет немногим более 90 %.

1 Физиологические основы машинного доения коров

Механизм молокоотдачи состоит в следующем. Молоко накапливается в альвеолах, даже имеет избыточное давление 4 кПа (рисунок 19). Раздражение животного происходит при включении вакуумной установки, от звона посуды и, особенно при подмывании и массаже вымени. Раздражение передаётся в мозг, после чего через 40-80 с в кровь выделяется специальный гормон – окситоцин, который доходит по системе кровообращения до



вымени, вызывает сокращение мышц, в результате чего молоко из альвеол переходит в молочные цистерны и соски. Начинается припуск молока. Избыточное давление в вымени достигает 5 кПа.

Время от получения внешнего сигнала до активного припуска составляет около 45 с. За это время должны быть выполнены все операции по подготовке вы-

Рисунок 19 – Строение вымени коровы

мени и включен в работу доильный аппарат. Это важно потому, что окситоцин находится в крови непродолжительное время (3-4 мин.), после чего разрушается и исчезает, а с исчезновением окситоцина прекращается молокоотдача.

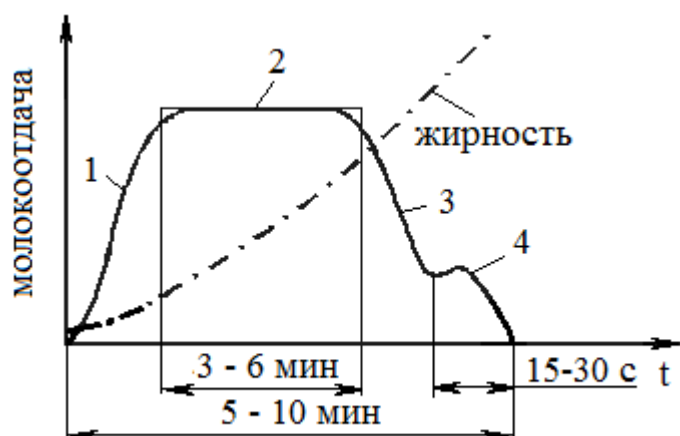


Рисунок 20 – График интенсивности молокоотдачи

Процесс доения коровы может быть охарактеризован графиком, изображенным на рисунке 20. Последние порции молока имеют наибольшую жирность (10 – 12 %).

- 1 – нарастание припуска;
- 2 – активный припуск;
- 3 – окончание припуска;
- 4 – второй припуск при машинном додаивании.

2 Основные зооветеринарные требования к машинному доению

- все подготовительные операции должны быть выполнены не более чем за 60 с.;
- доильные стаканы должны одеваться после того, когда корова припустила молоко;
- выдаивание самых высокопродуктивных коров должно быть закончено за 4-6 мин. (скорость доения до 2 л/мин.);
- должен быть предусмотрен полный отвод молока из подсосковых камер доильных стаканов в период наибольшей молокоотдачи;
- необходимо обеспечить полное выдаивание коровы машиной без ручного додаивания;
- нельзя оставлять доильные стаканы двухтактных аппаратов на сосках после прекращения истечения молока из вымени.

В соответствии с требованиями к технологии возникают и требования к доильным аппаратам. Они должны легко и быстро обеспечивать открытие сфинктера соска, не подвергать соски чрезмерному сжатию, не вызывать раздражения; создавать вакуум и продолжительность такта сосания в соответствии с внутривыменным давлением и скоростью молокоотдачи. Доильные стаканы должны подходить к соскам различных размеров, не напозать на вымя и не пережимать верхнее устье соскового канала. Они должны удерживаться на вымени без применения специального приспособления.

Доение коров следует начинать и заканчивать в одно и то же время суток независимо от времени года.

В технологии доения различают:

- 1) подготовительные операции (обмывание и обтирание вымени с его одновременным массажем, сдаивание первых струек, надевание стаканов);
- 2) непосредственно машинное доение;

3) заключительные операции (машинное додаивание, отключение аппарата и снятие доильных стаканов).

Первые струйки молока сдаивают в специальную кружку с целью прочистки соскового канала от молочной пробки с повышенной бактериальной обсемененностью, выявления мастита и проверки степени припуска молока.

В процессе доения следят за молоковыведением и частотой пульсации.

Машинное додаивание осуществляют путем оттягивания стаканов за коллектор вниз и вперед с одновременным массажем вымени.

После доения соски смазывают или смачивают специальной антисептической эмульсией. При обнаружении изменений вымени и сосков или подозрении на мастит, коров помещают в стационар, а в случае его отсутствия молоко доят отдельным аппаратом и используют в корм свиньям после кипячения.

3 Классификация доильных аппаратов

Доильные аппараты работают на принципе отсасывания молока из вымени. Но непрерывно отсасывать молоко нельзя, так как при этом нарушается кровообращение в сосках. Поэтому периоды отсасывания молока чередуют с другими тактами, во время которых частично или полностью восстанавливается кровообращение в сосках.

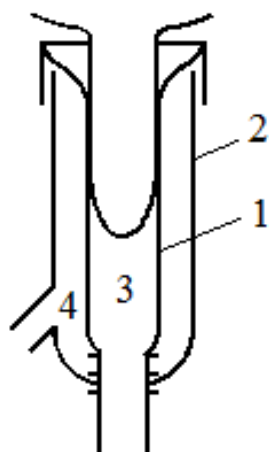
По количеству тактов доильные аппараты подразделяются на **двух- и трехтактные**. Двухтактные доильные аппараты более распространенные. Трехтактные применялись только в СССР и до сих пор применяются в нашей стране.

Доильные аппараты имеют следующие такты:

двухтактные: сосание – сжатие или сосание – отдых;

трехтактные: сосание – сжатие – отдых.

Доильные стаканы бывают двухкамерные и однокамерные. В настоящее время применяются только двухкамерные стаканы (рисунок 21).



1 – сосковая резина;

2 – корпус доильного стакана;

3 – подсосковая камера;

4 – межстенная камера

Такт сосания: подсосковая камера – вакуум; межстенная камера – вакуум.

Такт сжатия: подсосковая камера – вакуум; межстенная камера – атмосферное давление.

Такт отдыха: подсосковая камера – атмосферное давление; межстенная камера – атмосферное давление.

Рисунок 21 – Доильный стакан

Помимо четырех доильных стаканов в состав доильного аппарата входят пульсатор и коллектор. Если же доение производится не в молокопровод, а в доильное ведро, то доильный аппарат комплектуется и доильным ведром. Все они между собой соединены шлангами и резиновыми трубками.

Преимущества трёхтактного доильного аппарата:

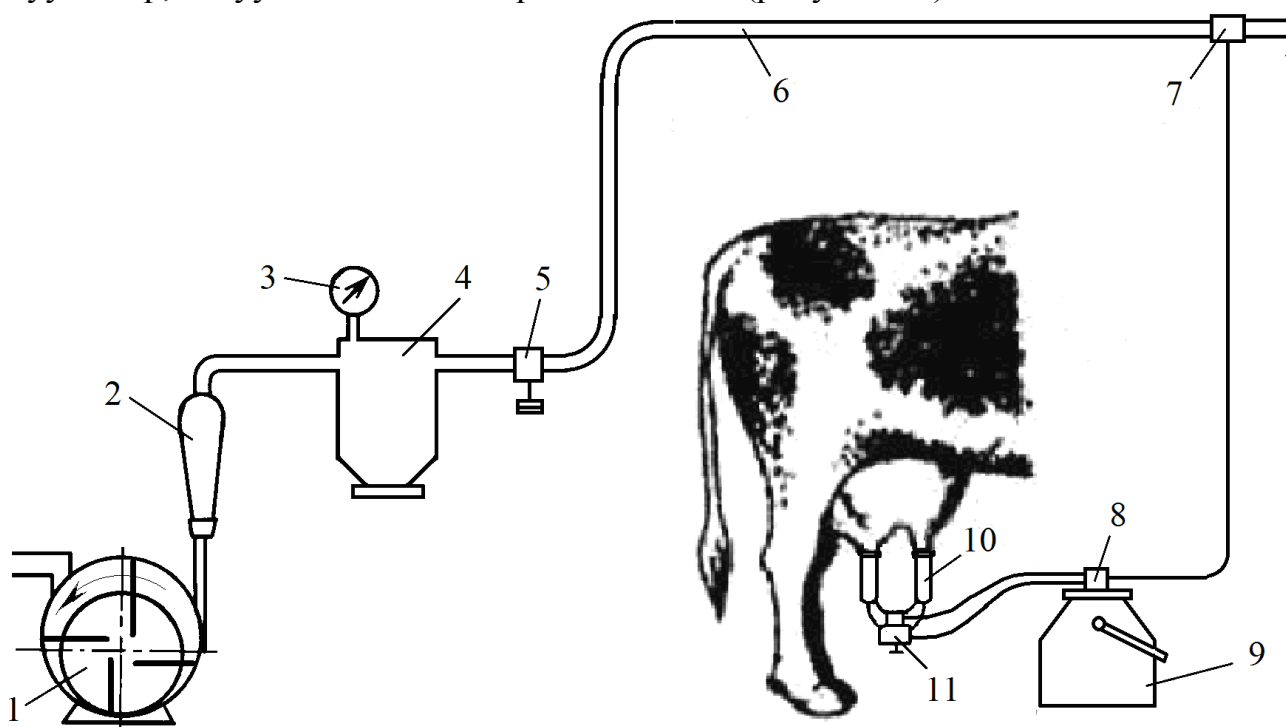
- не нарушается кровообращение при доении;
- уменьшается наполнение доильных стаканов на соски;
- способен выдаивать коров, медленно отдающих молоко;
- сводится к минимуму заболеваемость коров маститом, можно передерживать доильный аппарат на сосках коровы (сухое доение).

Недостатки трёхтактного доильного аппарата:

- сложность конструкции пульсатора и коллектора;
- производительность ниже на 25 % чем у двухтактных доильных аппаратов.

4 Принципиальная схема доильной установки

Для работы доильного аппарата требуется как минимум вакуум определенной величины, т.е. необходима доильная машина, которая включает в себя доильный аппарат в сборе, вакуумпровод, вакуум-регулятор, вакуумбаллон, вакуумметр, вакуум-насос с электродвигателем (рисунок 22).



- 1 – вакуум-насос; 2 – предохранительный клапан; 3 – вакуумметр; 4 – вакуумбаллон; 5 – вакуум-регулятор; 6 – вакуумпровод; 7 – доильный кран; 8 – пульсатор; 9 – доильное ведро; 10 – доильный стакан; 11 – коллектор

Рисунок 22 – Схема доильной установки

Предохранительный клапан 2 пропускает воздух только в одном направлении и поэтому предотвращает обратный ход ротора и поломку лопаток вакуумного насоса. Также служит диэлектриком для электробезопасности людей и животных. Вакуумметр 3 предназначен для контроля величины вакуума в вакуумпроводе 6. Вакуумбаллон 4 служит для выравнивания вакуума в вакуумной магистрали и сбора конденсата. Вакуумрегулятор 5 поддерживает вакуум определенной величины.

Контрольные вопросы

1. Перечислите способы доения коров.
2. Какие преимущества у машинного доения?
3. Расскажите физиологические основы машинного доения.
4. Какие основные зооветеринарные требования предъявляются к машинному доению?
5. Сколько тактов может быть у доильных аппаратов?
6. Перечислите преимущества и недостатки трёхтактного доильного аппарата.
7. Перечислите основные узлы доильной установки.
8. Для чего служит вакуумный баллон?

ЛЕКЦИЯ 6

ДОИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

1 Классификация доильных установок

Выбор типа доильной установки зависит от способа содержания коров и принятой на ферме технологии производства молока (рисунок 23).

При привязном содержании коров применяют линейные доильные установки производства АО «Кургансельмаш» для доения непосредственно в стойлах либо в переносные ведра (АД-100Б), либо в молокопровод (АДМ-8А на 100 или 200 коров с молокопроводом из стекла и АДМН 100/200 с молокопроводом из нержавеющей стали).

Для доения на пастбищах и площадках со сбором молока в общую емкость применяют доильные установки УДС-3Б с восемью станками параллельно-проходного типа. Доильные станки собраны на полозьях в две секции. Со стороны входа станки оборудованы подъёмными дугами, а с противоположной стороны – дверцами с кормушками для концентрированных кормов.

Передвижные индивидуальные доильные агрегаты АИД-2; УДИ-5 (рисунок 24) и др. предназначены для приусадебных подворий и малых семейных ферм с поголовьем до 10 коров, они производят доение со сбором молока в доильное ведро.

При беспривязном содержании коров применяют доильные установки «Тандем», «Елочка», «Карусель» и «Параллель», смонтированные в специальных доильных залах. В этих установках сбор молока осуществляется по молокопроводу в общую емкость. В автоматизированных доильных залах обеспечивается получение молока высокого качества при наименьших трудовых затратах.

2 Доильный зал «Тандем»

Животные располагаются параллельно относительно доильной ямы с наибольшим удобством для себя. Станки могут быть индивидуальными и групповыми.

В индивидуальном станке с отдельным входом и выходом корова полностью изолирована от контакта с другими животными (рисунок 25).

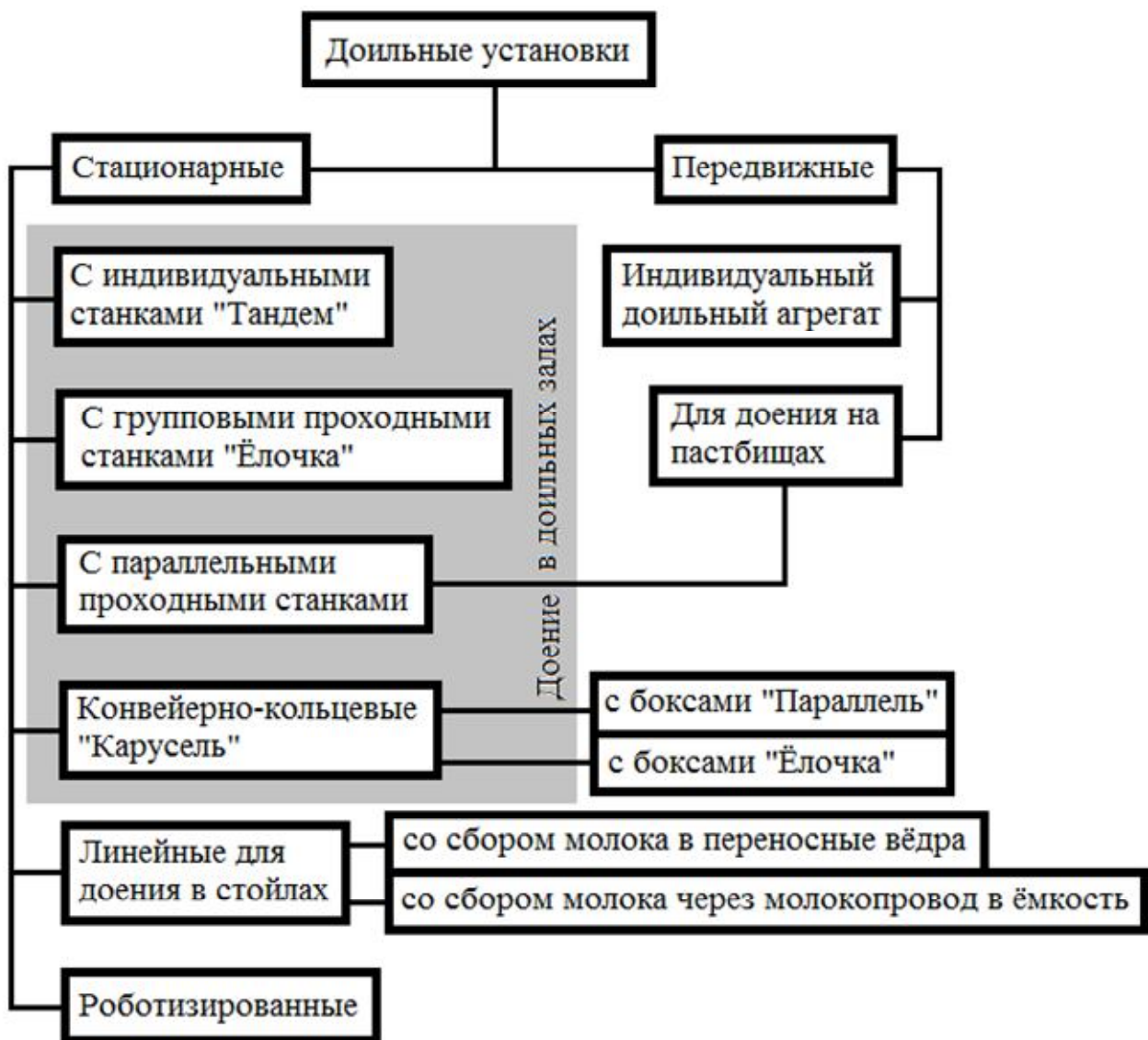


Рисунок 23 – Классификация доильных установок

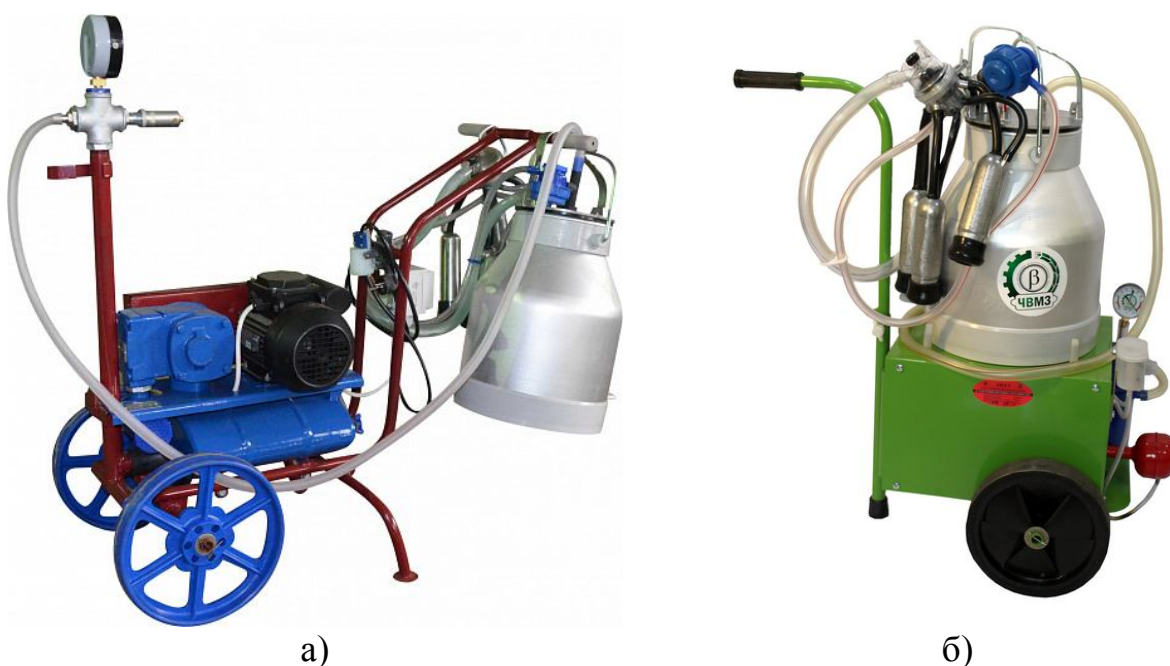


Рисунок 24 – Агрегаты индивидуального доения: а – УДИ-5; б – АИД-2

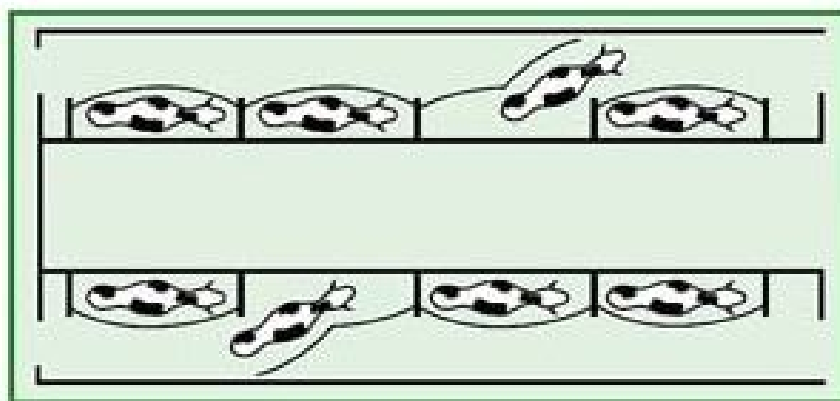


Рисунок 25 – Доильный зал «Тандем» с индивидуальными станками

Данный тип доильного зала применяется на небольших фермах со стадом в 100-150 голов, в основном 2×5 или 2×6, 10 и 12 дольных мест соответственно. Такие установки находят применение на племенных молочных фермах, где требуется проводить индивидуальное обслуживание животных.

Преимущества:

- в случае индивидуальных станков все животные имеют индивидуальное обслуживание независимо от времени доения других коров;
- удобство работы вследствие полного обзора тела животного.

Недостатки:

- большая длина доильного зала;
- высокая стоимость строительных работ и доильного оборудования.

3 Доильный зал «Ёлочка»

Это наиболее распространенный доильный зал. Коровы располагаются под определенным углом (30° или 60°) к продольной оси доильной ямы в групповых станках (рисунок 26). Рационально использовать на фермах с поголовьем не более 600. Пропускная способность 4 гол/ч на место.

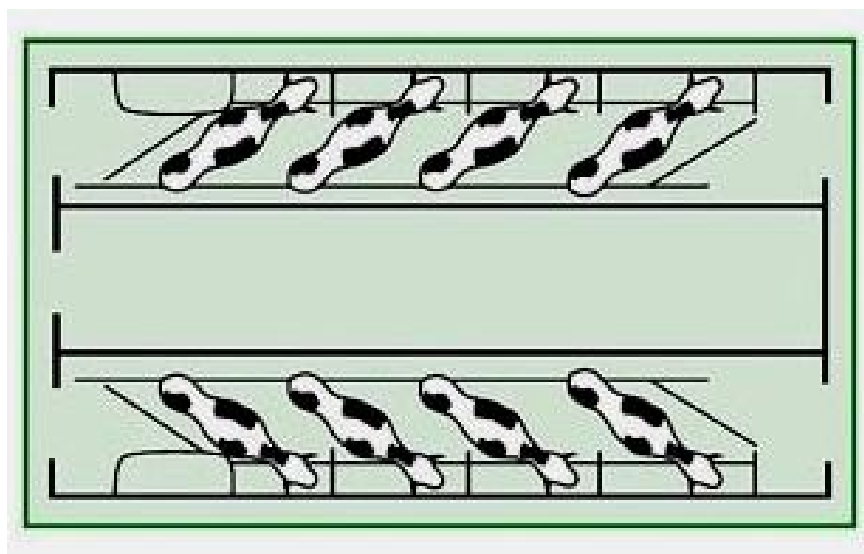


Рисунок 26 – Доильный зал «Ёлочка»

Преимущества:

- невысокая стоимость строительства и доильного оборудования;
- зал имеет множество разновидностей, что облегчает его планировку с учетом существующих условий производства;
- небольшой фронт доения;
- простота обслуживания.

Недостатки:

- недостаточная интенсивность работы доильного оператора;
- отсутствует возможность индивидуального обслуживания животных, в связи с этим предъявляются высокие требования к подбору коров по продуктивности и скорости молокоотдачи;
- зал ограничен в количестве обслуживаемого поголовья.

4 Доильный зал «Параллель»

Этот зал имеет наименьший фронт доения. Он является наиболее рациональным решением доения стада от 500 до 1200 голов (рисунок 27).

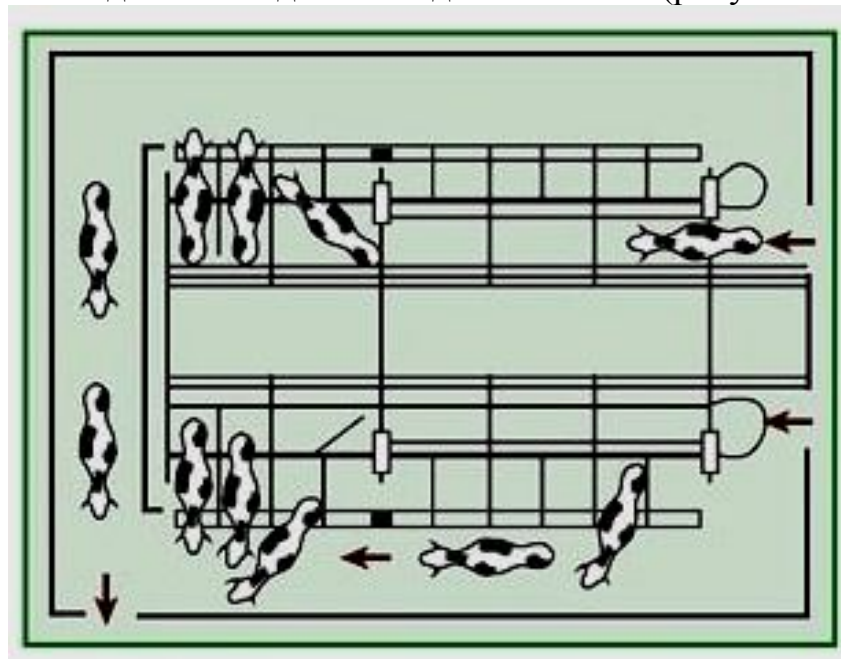


Рисунок 27 – Доильный зал «Параллель»

Доильный зал «Параллель» получен в результате логической эволюции доильных залов типа «Елочка», здесь животные размещены под углом 90° к доильной яме, поэтому подключение доильных аппаратов производится сзади животного.

Благодаря такой постановке животных, длина доильного места уменьшается до 0,75 м, что позволяет существенно уменьшить площадь доильного зала и монтировать установки до 50 голов в ряд.

Эти установки оснащаются системой самофиксации коров, которая позволяет животным занимать оптимальную позицию для доения и способствует быстрому выходу их из станков после доения. Коровы группой заполняют общую секцию, двигаясь вдоль ямы. Поворотная калитка разворачивает каждое животное перпендикулярно к траншее. При этом вымя размещается в удобном

для оператора положении. После доения фиксирующая рама с помощью пневмоцилиндров поднимается, и коровы все вместе или по 3–4 выходят вперед. В зависимости от типоразмера установки она выполняется из модулей по 3–4 скотоместа. Самофиксация животных позволяет оператору начинать обслуживание коров, не дожидаясь заполнения всей групповой секции, что наряду с быстрым выходом повышает пропускную способность установки до 4,5 гол/ч на одно место.

Преимущества:

- минимальный фронт доения;
- небольшая стоимость доильного оборудования и строительных работ;
- повышение интенсивности работы оператора доения;
- более прочная, по сравнению с другими доильными залами рамная конструкция, что обеспечивает высокую надежность в эксплуатации;
- широта размерного ряда – большой разброс поголовья;
- простота чтения ушной бирки.

Недостатки:

- доильное оборудование подходит не каждому виду вымени;
- необходимо достаточно широкое доильное помещение.

5 Доильный зал «Карусель»

Доильный зал «Карусель» представляет собой подвижную платформу в виде диска, на которой установлены боксы для доения. Расположение боксов может быть параллельным (рисунки 28 и 29), «Елочкой» (рисунок 28), или продольным типа «Тандем». При любом расположении станков коровы на «Карусели» обслуживаются по индивидуальному принципу. Они по одной входят на установку и по одной выходят из нее, поэтому количество коров в технологической группе может быть не кратным количеству станков «Карусели». Коровы сами подъезжают к оператору на подвижной платформе. Оператор без перемещений подключает доильное оборудование. Существует два вида доильных залов «Карусель», когда оператор находится либо внутри платформы, либо – снаружи.

Доильная установка «Карусель» существенно упрощает работу с большими группами животных, облегчает работу оператора доения, уменьшает затраты как времени, так и средств на сервисное обслуживание стада.

Пропускная способность «Карусели» составляет 5,5 гол/ч на место, что позволяет обслуживать стадо от 1500 до 2000 голов.

Преимущества:

- поточная технология;
- высокая интенсивность работы оператора машинного доения;
- эффективность работы, которая не зависит от количества зоотехнических групп в помещении стойла;
- наибольшая производительность труда.

Недостатки:

- необходимость группирования стада в соответствии с продуктивностью,

молокоотдачей и строением вымени;

- высокие требования при проведении строительных и подготовительных работ;
- такой зал требует больших затрат по организации работы.

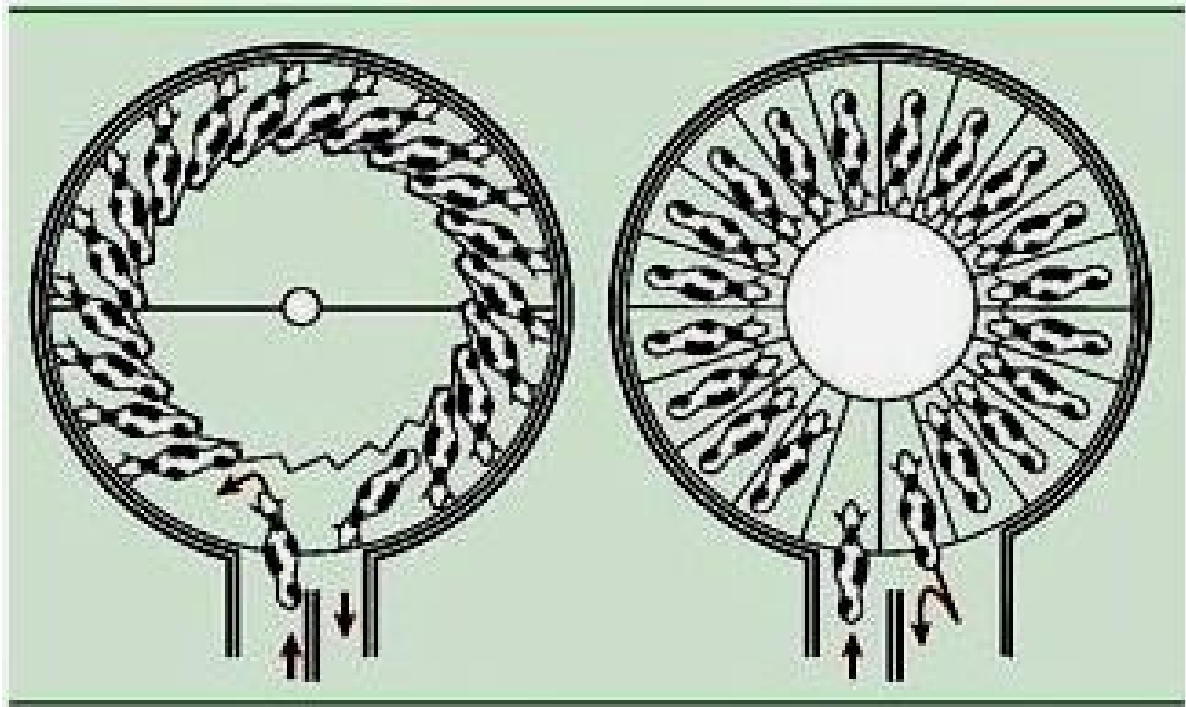


Рисунок 28 – Доильный зал «Карусель» с расположением боксов «Ёлочкой» и параллельно



Рисунок 29 – Общий вид доильного зала «Карусель» с параллельным расположением боксов

6 Роботизированные доильные установки

Пропускная способность одного бокса роботизированной доильной установки – 50-70 коров. Для обслуживания более крупного стада необходимо иметь несколько роботизированных боксов. Доильные роботы (рисунок 30), в основном, высвобождают рабочее время человека, в результате экономится по сравнению с установкой типа «Елочка» до 50 % времени. То, что данный показатель не равен 100 %, объясняется затратами времени на технологический контроль, техническое обслуживание и обеспечение передвижения коров. Поэтому роботы пока не могут работать совершенно самостоятельно. Следует ещё иметь в виду, что до 15 % коров нужно приводить на дойку, поскольку собственной мотивации у них недостаточно.



Рисунок 30 – Общий вид доильного робота фирмы «Lely»

Коровы посещают робот в среднем 2,6-2,7 раза в сутки, а высокопродуктивные (более 30 л в сутки) – до 5 раз. Такая частота обеспечивает увеличение продуктивности животных до 10-14 %.

Однако для доения роботами пригодны не все животные. При формировании стада приходится отбраковывать до 15 % коров. Общие требования, которым должны отвечать коровы при доении их роботом, следующие:

- 1) высокая молочная продуктивность;
- 2) плотно прикрепленное вымя, одинаковые по размеру соски, нижняя точка которых должна быть не ниже 450 мм от уровня пола;
- 3) расстояние между сосками должно быть не меньше 50 мм, диагональное расположение сосков не допускается;
- 4) животные не должны быть нервными.

Вошедшая в роботизированный доильный бокс корова идентифицируется, компьютер определяет, нужно ли доить её сейчас, или выпустить из бокса.

Если принято решение о необходимости доения, в кормушку подается порция концентрированных кормов, корова запирается сзади манипулятором. После позиционирования коровы, примерно через 10 с, рука робота захватывает устройство для обмыва и подводит его под вымя. Затем рука робота отводит устройство в специальную выемку, где оно промывается водой и обеззараживается дезинфицирующими средствами. Рука робота снова подводится под корову, но уже с доильным аппаратом, и с помощью лазера производит его позиционирование, а затем надевание доильных стаканов на соски. Начинается доение. Первые струйки молока с большим содержанием бактерий отводятся в специальный резервуар. Поступающее из каждой четверти вымени по отдельному молокопроводу молоко тестируется на наличие заболевания вымени, замеряется его количество. Доильные стаканы снимаются с каждого соска отдельно по мере прекращения из него молокоотдачи.

Контрольные вопросы

1. Какие типы доильных установок применяют на фермах и комплексах?
2. Какие доильные установки применяют на пастбищах?
3. Когда применяют передвижные индивидуальные доильные агрегаты?
4. Какие доильные установки применяют для доения в доильных залах?
5. Перечислите конструктивные особенности доильных установок «Тандем», «Ёлочка», «Параллель» и «Карусель».
6. Какие преимущества и недостатки у доильных установок «Тандем», «Ёлочка», «Параллель» и «Карусель»?
7. Как могут располагаться боксы в доильной установке «Карусель»?
8. Какая пропускная способность у роботизированной доильной установки?
9. Перечислите преимущества и недостатки роботизированной доильной установки.

ЛЕКЦИЯ 7

МЕХАНИЗАЦИЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА

1 Требования к качеству сырого молока

Молоко является хорошей питательной средой для развития микроорганизмов. Поэтому молоко – скоропортящийся продукт.

Основным показателем качества молока ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое» является его кислотность, выраженная в градусах Тернера (°Т). Общую кислотность молока определяют титрованием в присутствии фенолфталеина, и выражают количеством миллилитров децинормального раствора щелочи (едкий натр NaOH), израсходованной на нейтрализацию 100 мл молока. Кислотность свежесцеженного молока равна 16-18 °Т.

Микрофлору молока условно можно подразделить на первичную и вторичную. Под первичной микрофлорой понимают ту, которая попадает в молоко из различных источников, а под вторичной – образующуюся при размножении первичной микрофлоры.

Источниками загрязнения при машинном доении являются загрязненный кожный покров вымени, плохо промытые доильные аппараты, молокопроводы и ёмкости для сбора, хранения и транспортировки молока. Воздух, соприкасаясь с молоком в процессе доения при всасывании через коллекторы доильных аппаратов, не играет существенной роли в обсеменении молока. Лишь при наличии в воздухе большого количества пыли от кормов повышается его бактериальная обсемененность и создаются условия для загрязнения молока.

При образовании молока из организма коровы в него переходят иммунные тела и бактерицидные вещества, задерживающие развитие бактерий в свежесвыдоенном молоке и образующие бактерицидную фазу. Длительность ее зависит от санитарных условий получения молока, а также от температуры его охлаждения. Так неохлажденное молоко после доения теряет свои бактерицидные свойства через 2-3 часа, при температуре 10 °С и строгом соблюдении санитарных условий – через 38 часов, без соблюдения санитарных условий – через 22 часа, при температуре 6 °С – соответственно через 42 и 26 часов. Молоко, охлажденное до температуры 2-4 °С сразу после доения, может сохранять почти без существенных изменений эти качества в течение 2-3 дней.

Молоко, поступающее на молочные заводы, должно соответствовать следующим нормам ГОСТ 31449-2013: кислотность 16-21 °Т, группа чистоты – первая или вторая; содержание соматических клеток – не более $4,0 \cdot 10^5$ в 1 см^3 ; Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) – не более $1,0 \cdot 10^5$ КОЕ/ см^3 .

В соответствии с ГОСТ Р 52054-2003 молоко в зависимости от физико-химических и микробиологических показателей подразделяют на сорта: высший, первый и второй. В частности по кислотности и микробиологическим показателям молоко подразделяют в соответствии с таблицей 1. Молоко, не соответствующее требованиям этих трех сортов, относят к несортовому. Молоко, отвечающее требованиям высшего, первого и второго сортов, температура которого выше 10 °С, принимают как неохлажденное с соответствующей скидкой закупочной цены. Цена приёмки молока на молочных заводах зависит от его сорта, примерно снижается на 12-16 % при переходе шкалы сортности на единицу. Поэтому хозяйства имеют высокую степень материальной заинтересованности в производстве и продаже молока высокого качества.

Таблица 1 – Показатели сортности молока

Наименование показателя	Норма для молока сорта		
	высшего	первого	второго
Кислотность, °Т	От 16,00 до 18,00	От 16,00 до 18,00	От 16,00 до 20,99
Группа чистоты, не ниже	I	I	II
КМАФАнМ, КОЕ/ см^3 , не более	$1,0 \cdot 10^5$	$3,0 \cdot 10^5$	$5,0 \cdot 10^5$
Содержание соматических клеток в 1 см^3 , не более	$2,5 \cdot 10^5$	$4,0 \cdot 10^5$	$7,5 \cdot 10^5$

Молоко в хозяйстве должно быть профильтровано (очищено) и охлаждено до температуры $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ не позднее 2 ч после дойки. Хранение молока до переработки осуществляют при этой температуре не более 36 ч с учетом времени транспортирования. Если же молоко предназначено для изготовления продуктов детского питания, то продолжительность его хранения не более 24 ч с учетом времени транспортирования.

Во время транспортирования молока к месту переработки вплоть до начала его переработки температура не должна превышать 10°C . Молоко, не соответствующее установленным требованиям к его температуре, подлежит немедленной переработке.

2 Технология первичной обработки молока

Первичная обработка молока на фермах предусматривает комплекс операций, применяемых для сохранения натуральных свойств выдоенного молока без изменения первоначальных свойств. Первичная обработка молока проводится в прифермской молочной и включает его очистку, охлаждение, хранение, а в случае необходимости и пастеризацию.

Очистка осуществляется фильтрованием или центрифугированием в сепараторе-молокоочистителе.

Фильтрование – наиболее распространенный способ очистки молока. Сущность его заключается в продавливании молока через фильтрующий элемент, размеры пор которого меньше размера механических включений.

В качестве фильтрующих элементов используют вату, марлю, фланель, металлическую сетку и синтетические материалы (лавсан, термоскрепленную ткань и др.) По принципу действия различают открытые и закрытые фильтры (рисунок 31).

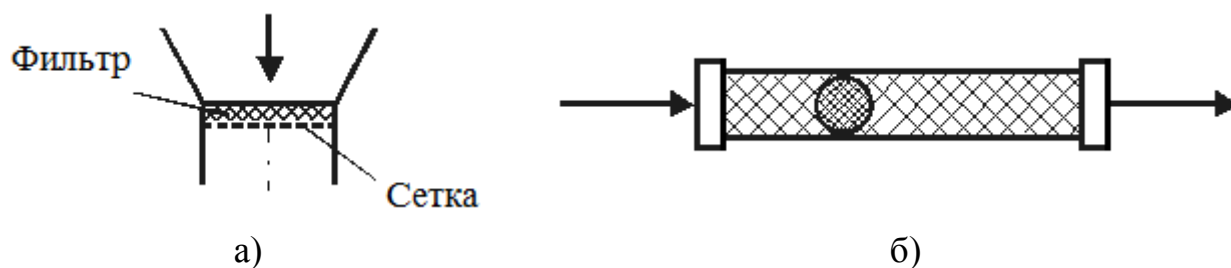


Рисунок 31 – Схемы фильтров:

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

Открытые фильтры (цедилки) имеют низкую производительность и применяются, как правило, для очистки молока в домашних условиях. Закрытые фильтры работают под давлением от $1\cdot 10^5$ до $3\cdot 10^5$ Па, за счет чего у них производительность и качество фильтрования значительно выше, чем у открытых.

Для улавливания крупных механических частиц применяют фильтры предварительной очистки (рисунок 32).

Для грубой очистки используют рукавные фильтры (рисунки 33 и 34). Рукавный фильтр UVMILK с фильтрующим элементом из пищевого полипропилена обеспечивает тонкость фильтрации 20 мкм.



а)

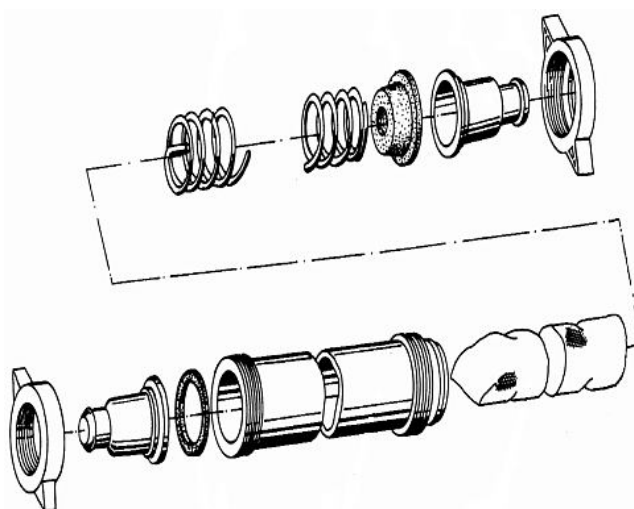


б)

Рисунок 32 – Молочный фильтр UVMILK предварительной очистки: а – общий вид; б – картридж из перфорированного стального листа с порами 0,5 мм



а)



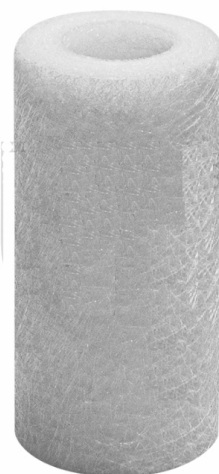
б)

Рисунок 33 – Рукавный фильтр Кургансельмаш: а – общий вид; б – схема сборки



Рисунок 34 – Рукавный фильтр UVMILK

Молочный фильтр UVMILK тонкой очистки с картриджем из полипропиленовой нити показан на рисунке 35. Благодаря переменной по глубине намотке крупные загрязнения задерживаются во внешних слоях фильтра, а мелкие – внутри. В результате фильтр задерживает 98 % загрязнений более 5 мкм. Для эффективной работы фильтра тонкой очистки необходимо наличие до него рукавного фильтра. На каждую следующую дойку устанавливают новый картридж.



а)

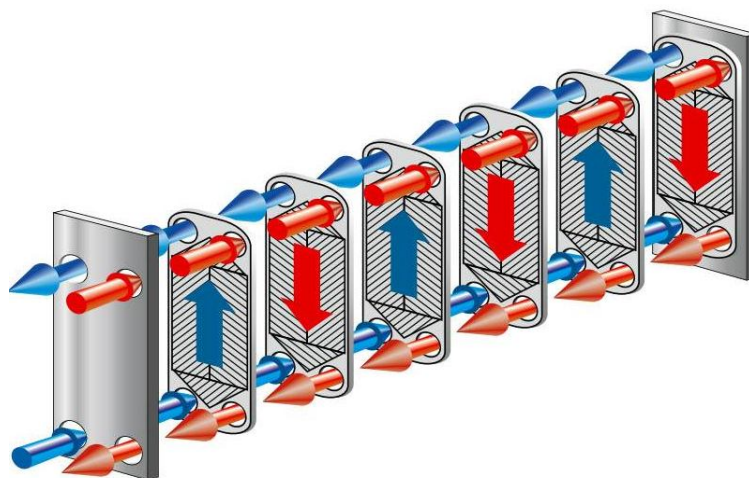
б)

Рисунок 35 – Молочный фильтр UVMILK тонкой очистки:
а – порядок сборки фильтра; б – сменный картридж

Фильтрация не обеспечивает полной очистки молока. Это связано с тем, что фильтр задерживает только крупные частицы. Кроме этого поступающие новые порции молока контактируют с загрязнением на фильтре, поэтому дополнительно обсеменяются микрофлорой.

Лучшая очистка достигается с помощью сепараторов-молокоочистителей, позволяющих очищать молоко не только от механических примесей, но и от бактериальной загрязненности.

Охлаждение молока проводят немедленно после очистки. Чтобы сохранить молоко бактериально чистым, его быстро охлаждают до $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ на специальных установках или в бассейнах с льдодводящей смесью. Воздушное охлаждение молока во флягах происходит очень медленно и поэтому не рекомендуется. Наиболее эффективным является охлаждение в потоке, совмещенное с доением. При механизированном способе охлаждения следует отдавать предпочтение пластинчатым охладителям (рисунок 36).



а)

б)

Рисунок 36 – Пластинчатый охладитель молока:
а – общий вид; б – схема движения молока и воды

Резервуары целесообразнее использовать для хранения охлажденного молока, а не для его охлаждения. Наиболее экономичным и технологически эффективным является двухступенчатое охлаждение: первая ступень – охлаждение в потоке с доением, вторая ступень – доохлаждение при хранении молока.

Хранение молока. Для хранения молока используются три вида резервуаров:

- 1) открытые резервуары-охладители (рисунки 37 и 38);
- 2) закрытые резервуары-охладители (рисунок 39);
- 3) закрытые резервуары-термосы (рисунок 40).



Рисунок 37 – Открытый резервуар непосредственного охлаждения



Рисунок 38 – Открытый резервуар непосредственного охлаждения типа ванны



Рисунок 39 – Горизонтальный закрытый резервуар-охладитель непосредственного охлаждения



Рисунок 40 – Вертикальный резервуар-термос

Открытые и закрытые резервуары-охладители служат для охлаждения и хранения молока. Охлаждение молока в них может осуществляться двумя способами:

- а) непосредственно кипящим в испарителе хладагентом;
- б) посредством промежуточного хладоносителя, т.е. воды от водоохлаждающей установки.

Закрытые резервуары-термосы (горизонтальные и вертикальные) служат для хранения предварительно охлажденного молока. Они представляют собой цилиндрические сосуды с двумя сферическими днищами, которые по всей поверхности покрыты термоизоляционным материалом и заключены в защитный стальной кожух. В этих резервуарах за 20 ч хранения температура молока повышается не более чем на 1–2 °С.

В закрытых резервуарах молоко предохраняется от попадания механических примесей и посторонних запахов, поэтому при выборе оборудования для хранения молока следует отдавать предпочтение закрытым резервуарам.

Длительное хранение молока при низких температурах на ферме без предварительной пастеризации не рекомендуется, так как это может привести к развитию в нем гнилостной микрофлоры, расщеплению белков и гидролизу жира. В таком случае молоко приобретает горький вкус.

3 Режимы пастеризации молока

Пастеризуют молоко на ферме в том случае, если его сразу же направляют в торговую сеть, столовые, детсады, а также при заболевании или подозрении на заболевание животных. Пастеризация убивает вегетативные формы бактерий, при этом споровые организмы не уничтожаются.

В зависимости от принятого режима распространены следующие виды пастеризации молока.

1. Длительная – температура нагрева 63–65 °С, выдержка при этой температуре 30 мин. Используют при производстве питьевого молока, выработке брынзы и сыра. Осуществляют в ваннах длительной пастеризации, универсальных танках.

2. Кратковременная – температура нагрева 72–75 °С с выдержкой 15–20 с. Используют этот режим при производстве питьевого молока и в сыроделии. Осуществляют в потоке преимущественно пластинчатых пастеризационно-охлаждающих установок.

3. Мгновенная – нагревание молока до температуры 85–90 °С без выдержки. Применяют в маслодельной и молочноконсервной промышленности. Осуществляют в трубчатых пастеризаторах и пастеризаторе с вытеснительным барабаном типа ОПД-1М.

4. Для больных коров – температура нагрева молока 90–94 °С с выдержкой при этой температуре 5 мин. Применяют при заболевании коров бруцеллезом, туберкулезом, при карантинировании хозяйства по ящуру и другим болезням, после отдельных видов прививки животным.

Первые три режима пастеризации обеспечивают уничтожение 99,98 % бактерий и не придают молоку привкуса перепастеризации. Наименьшие изменения в физико-химических свойствах молока наблюдаются при длительной и кратковременной пастеризации.

Контрольные вопросы

1. Какие основные требования к качеству сырого молока?
2. Какие технологические операции включает первичная обработка молока?
3. Какие основные способы очистки молока?
4. Перечислите конструктивные особенности рукавного фильтра.
5. Какие знаете способы охлаждения молока?
6. В каких резервуарах хранят молоко?
7. Какие преимущества у закрытых резервуаров для хранения молока?
8. Перечислите применяемые режимы пастеризации молока.
9. Какой режим пастеризации применяют при эпизоотии коров?

ЛЕКЦИЯ 8

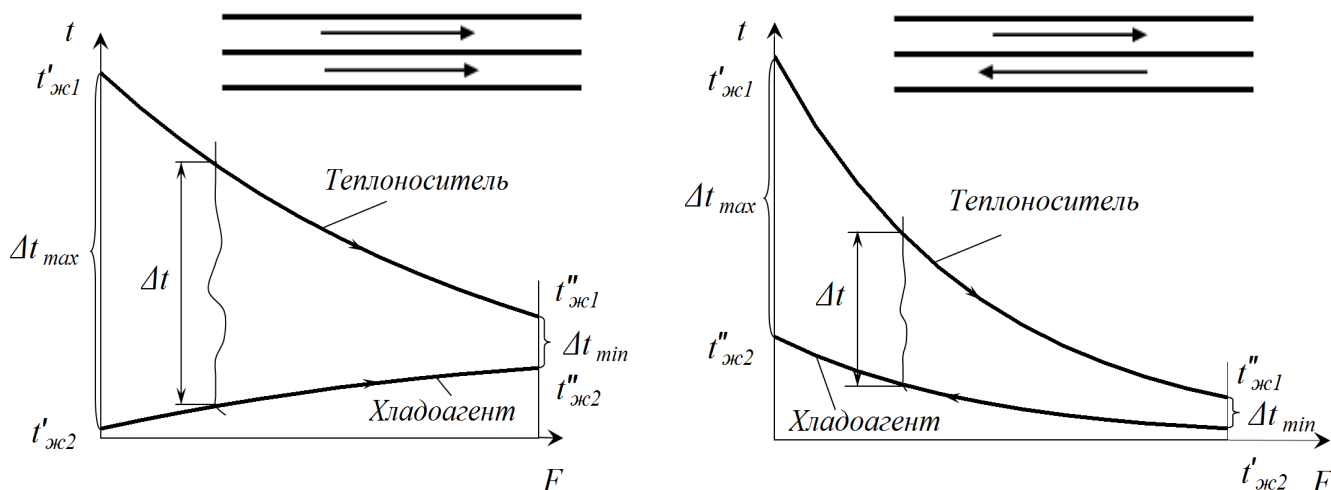
МЕХАНИЗАЦИЯ ПАСТЕРИЗАЦИИ, ОХЛАЖДЕНИЯ И СЕПАРИРОВАНИЯ МОЛОКА

1 Схемы движения жидкостей

На рисунке 41 представлены возможные схемы движения рабочих жидкостей в теплообменниках непрерывного действия для пастеризации и охлаждения молока.

а) прямоток

б) противоток



$$\Delta t_{max} = t'_{ж1} - t'_{ж2}$$

$$\Delta t_{min} = t''_{ж1} - t''_{ж2}$$

$$\Delta t_{max} = t'_{ж1} - t''_{ж2}$$

$$\Delta t_{min} = t''_{ж1} - t'_{ж2}$$

Рисунок 41 – Схемы движения рабочих жидкостей в теплообменниках

Здесь приняты обозначения:

$t'_{ж1}, t''_{ж1}$ – начальная и конечная температура теплоносителя (горячей среды), °С;

$t'_{ж2}, t''_{ж2}$ – начальная и конечная температура хладагента (холодной среды), °С;

Средний температурный напор:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}}$$

С теплотехнической точки зрения всегда следует отдавать предпочтение противотоку.

2 Пастеризаторы

Для длительной пастеризации получили распространение ванны длительной пастеризации типа ВДП различной вместимости от 50 до 7000 л. Это аппараты периодического действия. Изготавливаются с электрическим и паровым обогревом. Основная ёмкость имеет водяную рубашку, снаружи которой нанесен теплоизоляционный слой, закрытый обшивкой. Перемешивание продукта в ванне осуществляется мешалкой. Эти же ванны могут использоваться для подогрева молока или его охлаждения.

Для кратковременной пастеризации применяют пластинчатую пастеризационно-охладительную установку непрерывного действия (рисунок 42).

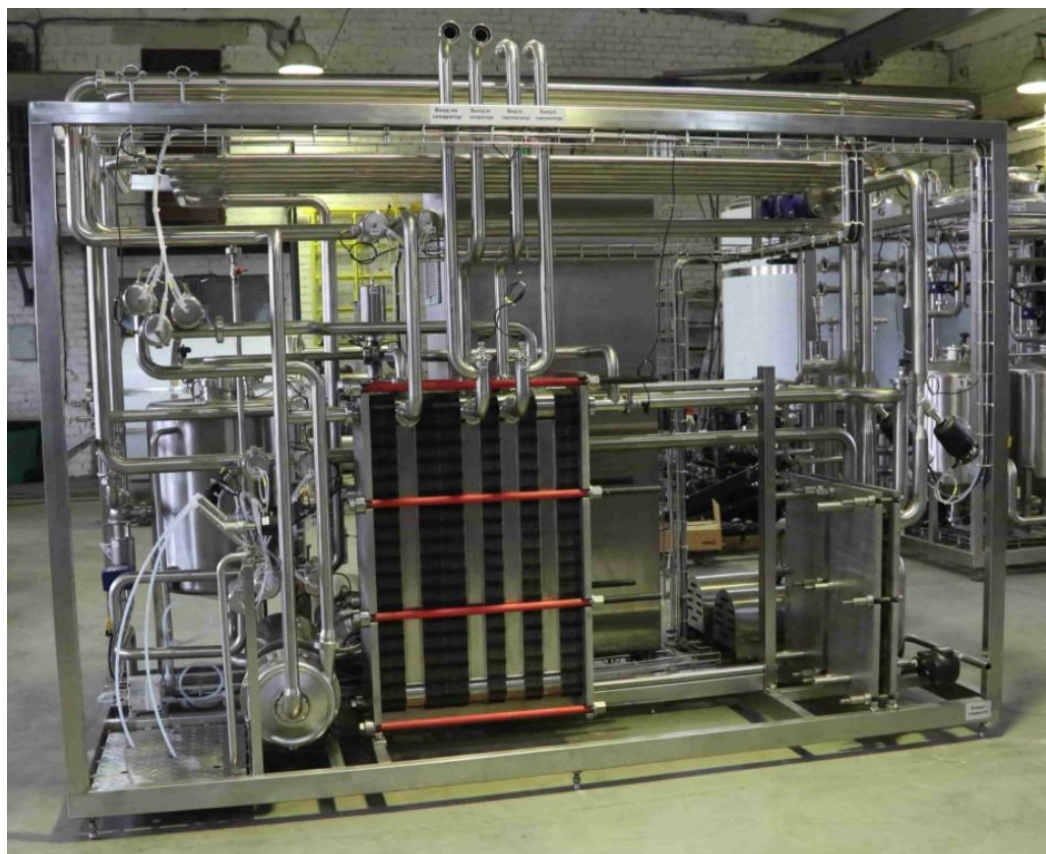


Рисунок 42 – Пластинчатая пастеризационно-охладительная установка

Пластинчатый аппарат снабжен теплообменными пластинами из нержавеющей стали, разбитыми обычно на пять секций: первая и вторая ступени утилизации, пастеризации, охлаждения артезианской водой и охлаждения ледяной водой.

Некоторые пластинчатые аппараты имеют одну секцию утилизации. Секции отделены друг от друга специальными промежуточными плитами, имеющими штуцера для подвода и отвода жидкостей. Пластины имеют отверстия с резиновыми прокладками. После сборки пластин в аппарате образуются две изолированные системы каналов, по которым перемещаются обменивающиеся теплом жидкости.

Поскольку технологический процесс работы пастеризационно-охладительной установки заключается вначале в нагреве молока до температуры пастеризации, а затем в его охлаждении, экономически оправдано произвести теплообмен между сырым и пастеризованным молоком. Это происходит в

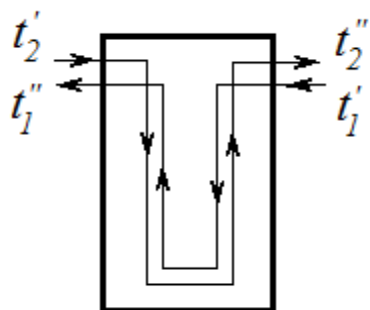


Рисунок 43 – Схема секции утилизации

секции утилизации. Благодаря этому существенно снижаются затраты на тепло и холод и повышается КПД установки.

Пусть t_1' – начальная температура сырого молока; t_1'' – температура нагрева сырого молока в секции утилизации; t_2' – температура пастеризованного молока, выходящего из секции пастеризации; t_2'' – температура пастеризованного молока после охлаждения в секции утилизации (рисунок 43).

Тогда коэффициент утилизации

$$\varepsilon = \frac{t_1'' - t_1'}{t_2' - t_1'}$$

В современных установках ε принимает значения 0,85-0,9, а в зарубежных установках, поскольку там тепловая энергия дороже, доходит до 0,97.

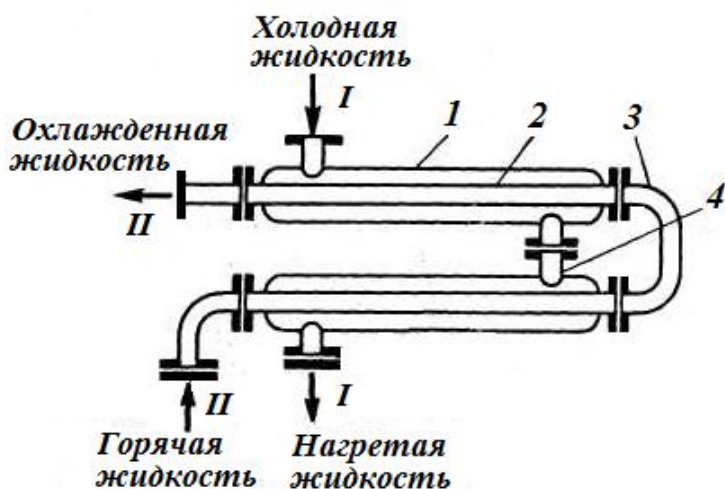


Рисунок 44 – Теплообменник «труба в трубе»

Наряду с пластинчатыми теплообменниками находят применение теплообменники типа «труба в трубе» (рисунок 44) как для нагрева, так и охлаждения жидких сред, включая и молоко.

- 1 – наружная труба;
- 2 – внутренняя труба;
- 3 – соединительное колено;
- 4 – соединительный патрубок;
- I, II — теплоносители

Для мгновенной пастеризации в потоке применяют паровой пастеризатор с вытеснительным барабаном типа ОПД-1М.

Трубчатый пастеризатор (рисунок 45) предназначен для пастеризации молока, сливок и других пищевых продуктов, а также может быть использован и как охладитель.



Рисунок 45 – Общий вид трубчатого пастеризатора с закрытыми и открытыми крышками

Он состоит из двух цилиндров. В торцы цилиндров вварены трубные решетки, в которые ввальцованы стальные трубы. В трубных решетках выфрезерованы короткие каналы для соединения торцов смежных труб попарно. В торцах цилиндров установлены крышки с резиновыми уплотнителями, обеспечивающие герметичность и изоляцию каналов друг от друга.

Пар подаётся в межтрубное пространство каждого цилиндра, отдаёт свою теплоту молоку, конденсируется и выводится из цилиндра. Молоко, нагнетаемое насосом, попадает в первую трубу, затем в канал, переходит в следующую трубу, опять в канал и т.д., пока последовательно не пройдёт по всем трубам вначале нижнего, а затем верхнего цилиндров.

3 Сепараторы

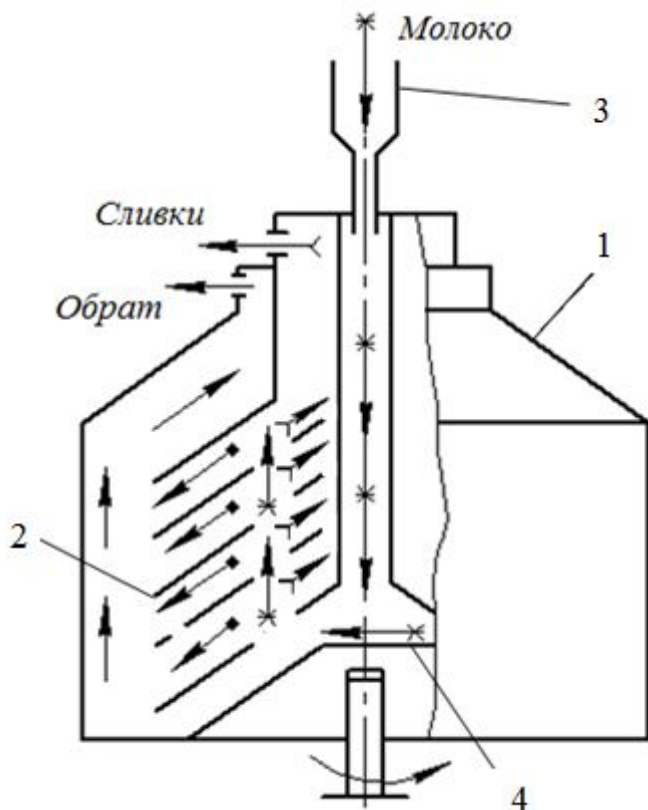
Сепараторы применяются для разделения тонкодисперсных суспензий и эмульсий. Они эффективно очищают молоко от механических примесей, разделяют молоко на сливки и обрат, осветляют виноматериалы, отделяют воду от жира, творог от сыворотки, дрожжи от бражки и т.д.

Молоко на ферме сепарируют, чтобы использовать обезжиренное молоко для выпойки телят. Для центробежной очистки и охлаждения молока используют очиститель-охладитель молока ОМ-1А, который состоит из сепаратора-молокоочистителя и пластинчатого охладителя.

Рассмотрим устройство и принцип работы сепаратора открытого типа периодического действия (рисунок 46).

Из поплавковой камеры 3 молоко через центральную трубку и каналы тарелкодержателя 4 поступает к каналам пакета тарелок и движется от центра барабана к его периферии по межтарельчатым пространствам, поскольку продукт находится в поле центробежных сил. За счет малого зазора между тарелками течение молока происходит в ламинарном (спокойном) режиме.

Фракция, имеющая меньшую плотность (сливки), выделяется из продукта в межтарельчатом пространстве и всплывает в направлении оси барабана.



Под действием центробежной силы среда, имеющая большую плотность (обрат), идет к периферии барабана и отводится по соответствующему каналу.

Внутренняя поверхность барабана служит для накопления механических примесей и называется **шламовым пространством**.

- 1 – корпус барабана;
- 2 – пакет тарелок;
- 3 – поплавковая камера;
- 4 – тарелкодержатель

Рисунок 46 – Сепаратор открытого типа

Скорость разделения (всплывания жирового шарика к оси барабана)

$$v = \frac{d^2}{18\mu} \cdot (\rho_{\text{б}} - \rho_{\text{м}}) \cdot \omega^2 R, \quad (1)$$

где d – диаметр жирового шарика, м;

μ – динамическая вязкость плазмы, Па·с;

$\rho_{\text{б}}, \rho_{\text{м}}$ – плотности обрата и жирового шарика, кг/м³;

ω – угловая скорость вращения барабана, рад/с;

R – текущий радиус вращения жирового шарика, м.

Таким образом, эффективность сепарации можно повысить увеличением ω и R . Так как угловая скорость ω входит в выражение (1) в квадрате, то выгоднее увеличивать частоту вращения барабана при небольшом его диаметре.

Исследованиями установлено, что в диапазоне температур t от 10 до 70 °С физические свойства плазмы и молочного жира связаны зависимостью

$$(\rho_{\text{б}} - \rho_{\text{м}}) / \mu \approx 2900t.$$

Поэтому для интенсификации процесса разделения рекомендуется увеличить температуру жиросодержащих продуктов.

Диаметр жировых частиц, выделяемых при сепарировании молока, колеблется в пределах 1-10 мкм. Формула (1) показывает, что жировой шарик диаметром 10 мкм будет всплывать со скоростью в 100 раз большей, чем шарик диаметром 1 мкм. По мере удаления от центра вращения скорость потока продукта будет уменьшаться вследствие неразрывности потока и увеличения живого сечения между тарелками, а скорость всплывания частиц будет увеличиваться. Поэтому, даже мелкие жировые шарики, в первый момент захваченные потоком, будут «всплывать» и переходить в сливочный поток на больших радиусах тарелок.

Классификация сепараторов

По назначению:

- сливкоотделители:

- а) для получения сливок жирностью 10-45 %;

- б) для получением высокожирных сливок жирностью до 85 % из сливок жирностью 35-40 %;

- молокоочистители;

- нормализаторы;

- универсальные со сменными барабанами.

По конструкции:

- открытые, когда исходный продукт и продукты разделения соприкасаются с атмосферой;

- полузакрытые, в которых исходный продукт поступает без напора – открытым способом, а продукты разделения отводятся под давлением по трубам;

- закрытые.

По периодичности работы:

- периодического действия;

- непрерывного действия с центробежной выгрузкой осадка:

- а) циклической;

- б) непрерывной.

Контрольные вопросы

1. Какой схеме движения жидкостей в теплообменниках непрерывного действия отдается всегда предпочтение?

2. Какие аппараты применяют для длительной пастеризации молока?

2. Из каких секций состоит непрерывно действующая пастеризационно-охладительная установка молока?

3. Для чего используют секцию утилизации?

4. Что собой представляет коэффициент утилизации?

5. Какие известны вам типы теплообменников для пастеризации и охлаждения молока?

6. Расскажите устройство и принцип работы трубчатого пастеризатора.

7. Расскажите принцип действия сепаратора-сливкоотделителя.

8. Что влияет на разделяющую способность сепаратора?

ЛЕКЦИЯ 9

МЕХАНИЗАЦИЯ УБОРКИ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗА

1 Технологические схемы подготовки навоза к использованию

Система навозоудаления включает 3 основных этапа: уборку из помещений, транспортировку до навозохранилища и переработку (утилизацию) навоза.

В зависимости от конкретных условий применяют следующие технологические схемы подготовки навоза к использованию:

1) удаление, транспортирование в секционные навозохранилища, хранение, внесение в почву твёрдого подстилочного навоза;

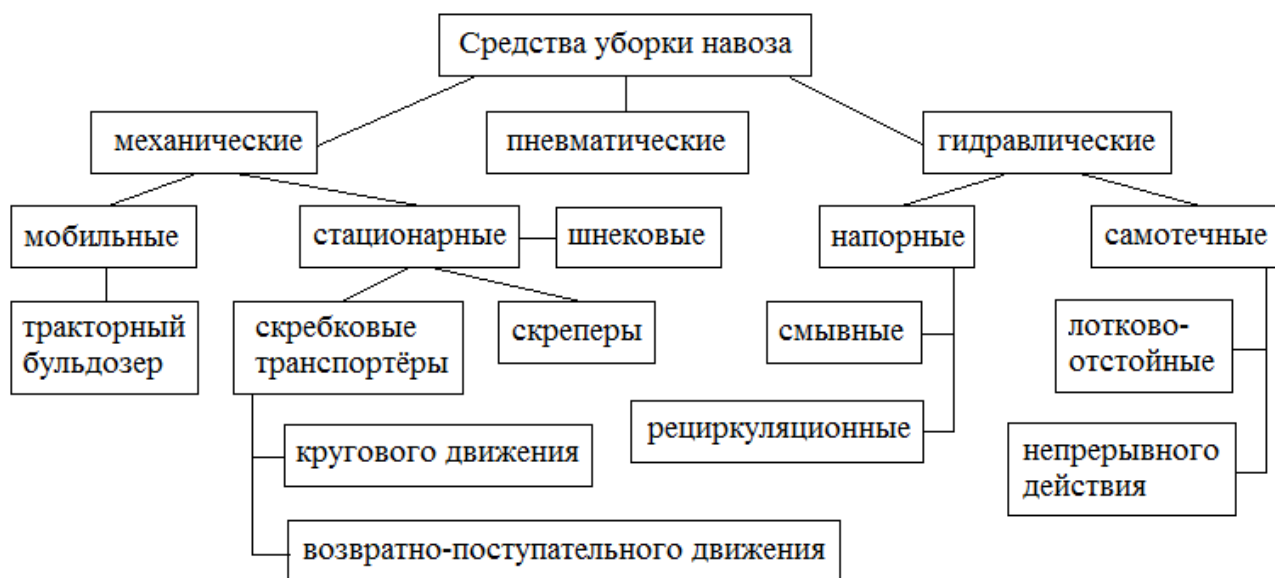
2) сбор, удаление жидкого бесподстилочного навоза, хранение и внесение его в почву в жидком виде;

3) сбор, удаление жидкого бесподстилочного навоза, приготовление компоста, хранение и внесение его в почву;

4) сбор, удаление жидкого бесподстилочного навоза, разделение его на твёрдую и жидкую фракции с последующим хранением и внесением каждой фракции отдельно.

Осуществить уборку бесподстилочного навоза проще, чем подстилочного, но его переработать значительно сложнее.

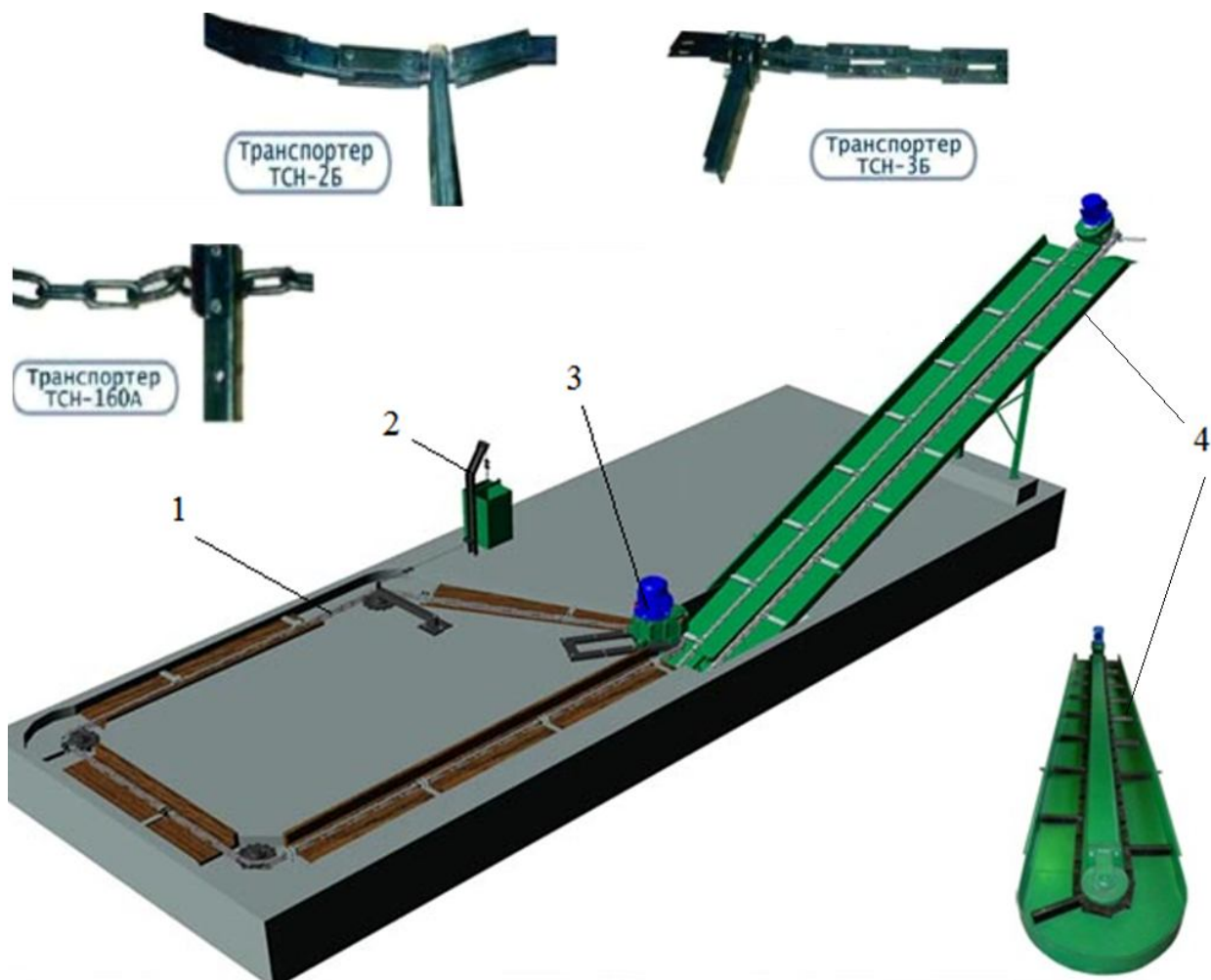
2 Классификация средств уборки навоза из помещений



3 Механические средства уборки навоза

Тракторный бульдозер применяется для удаления подстилочного навоза из навозных проходов коровников. На удаление 1 т навоза затрачивается 10-25 мин. К шуму трактора коровы быстро привыкают. Однако из-за открывания ворот образуются сквозняки, и зимой происходит переохлаждение животноводческого помещения. Также работа трактора приводит к дополнительной загазованности помещения.

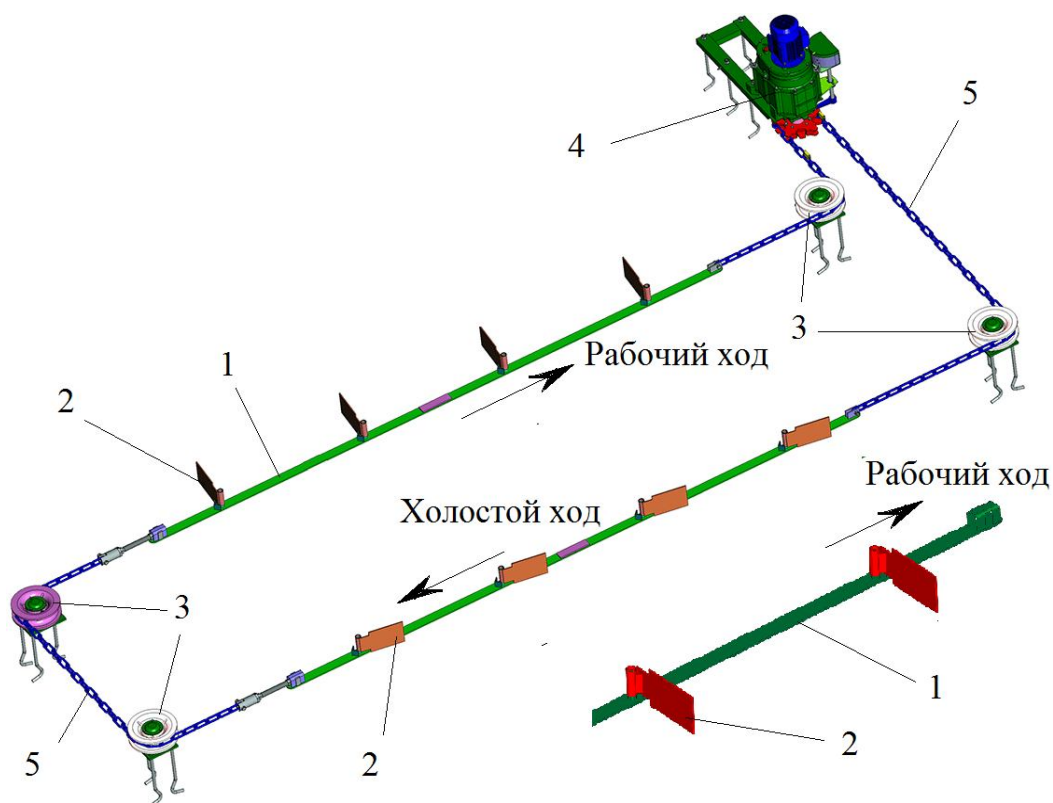
Скребковые транспортёры кругового движения (рисунок 47) в зависимости от марки отличаются главным образом конструкцией цепи. ТСН-160 имеет круглую, неразборную, калиброванную, термически обработанную цепь. ТСН-2Б имеет сварную пластинчатую неразборную цепь, с кованой внутренней планкой. В ТСН-3Б применена разборная пластичная цепь, в которой пластины между собой крепятся осью. Они предназначены для уборки подстилочного навоза из животноводческих помещений с одновременной погрузкой в транспортные средства. Горизонтальный транспортер очищает навозный канал и транспортирует навоз к наклонному транспортеру, который перегружает его в транспортное средство. Обслуживает 100-110 стойл крупного рогатого скота.



- 1 – горизонтальный транспортёр; 2 – натяжное устройство горизонтального транспортёра; 3 – приводная станция горизонтального транспортёра;
4 – наклонный (выгрузной) транспортёр

Рисунок 47 – Транспортёр кругового движения

Транспортер навозоуборочный штанговый возвратно-поступательного движения (рисунок 48) используется для удаления навоза из коровников и свиарников. Удаление навозной массы производится за счет реверсивного возвратно-поступательного передвижения скребков, закрепленных шарнирно к штанге.



1 – штанга; 2 – шарнирно закреплённый скребок; 3 – поворотные устройства; 4 – реверсивная приводная станция; 5 – цепь

Рисунок 48 – Скреповый транспортёр возвратно-поступательного движения

Штанговая система обеспечивает уборку навоза при длине общего контура до 300 метров. Это значительно больше, чем в навозоудаляющих транспортерах кругового движения. Применяемый в работе транспортера возвратно-поступательный принцип позволяет сэкономить электроэнергию поскольку навоз транспортируется в поперечный транспортер по прямой.

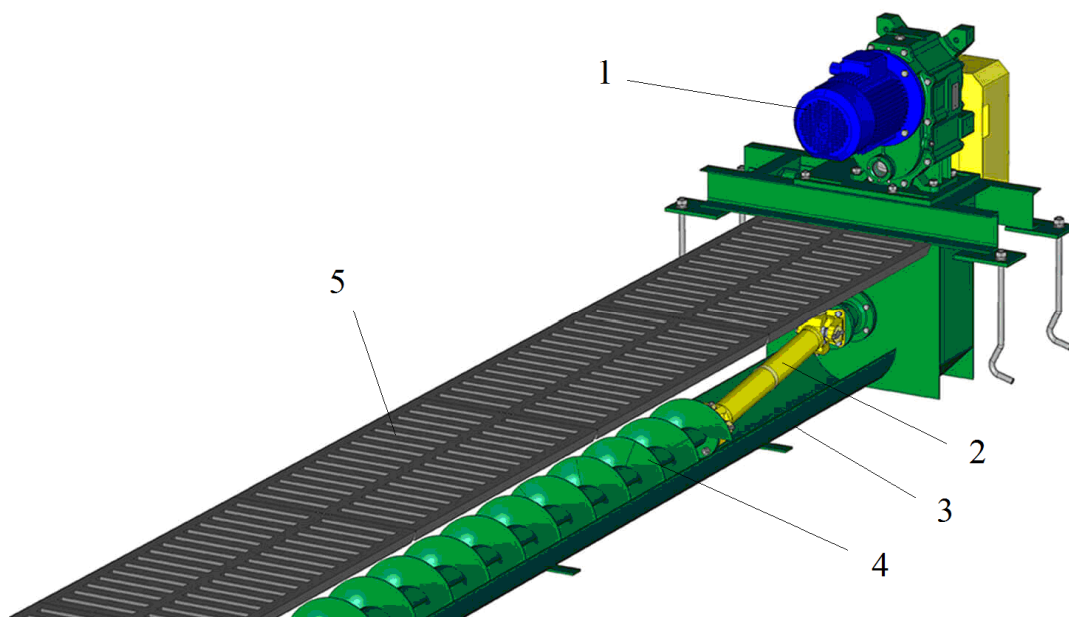
Ход штанги должен обеспечить разворот скребка в рабочее положение после того, как он пройдет мимо порции навоза, оставленной предыдущим скребком. То есть ход штанги должен быть больше шага скребков на величину, равную пути штанги, на котором скребок переходит из холостого положения в рабочее.

Реверсивное движение штанг может быть обеспечено и за счёт гидроцилиндров с гидроприводом.

Шнековые установки (рисунок 49) применяются для перемещения навоза влажностью 75 % и более как по продольному навозному каналу, так и по поперечному. В качестве подстилки используют торф, опилки или солому длиной не более 10 см.

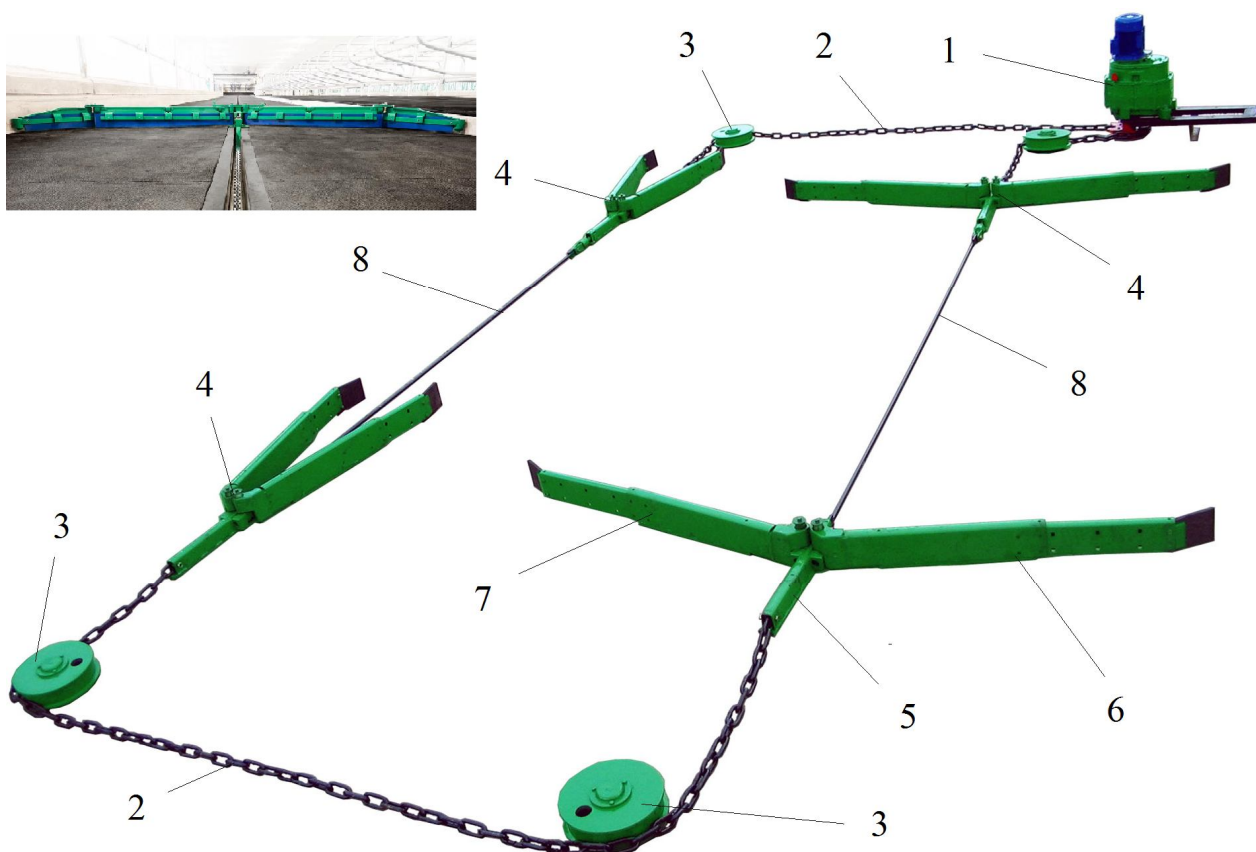
Шнековый конвейер устанавливается в специальных каналах, выполненных из бетона, дно которых выполнено из стальной полутрубы по всей длине канала. Сверху канал закрывается решетками. Глубина канала 0,4 м ниже уровня пола. Длина шнека изменяется в зависимости от длины животноводческого помещения. Для выгрузки навоза из помещения служат наклонные шнеки.

При вращении шнека собранный в желобах навоз перемещается в нужном направлении. Срок службы шнековых установок до 15 лет.



1 – приводная станция; 2 – карданный вал; 3 – стальная полутруба;
4 – шнек; 5 – решётка

Рисунок 49 – Шнековая установка



1 – реверсивная приводная станция; 2 – цепь; 3 – поворотное устройство;
4 – дельта-скрепер в сборе; 5 – ползун; 6 – скребок правый;
7 – скребок левый; 8 – штанга

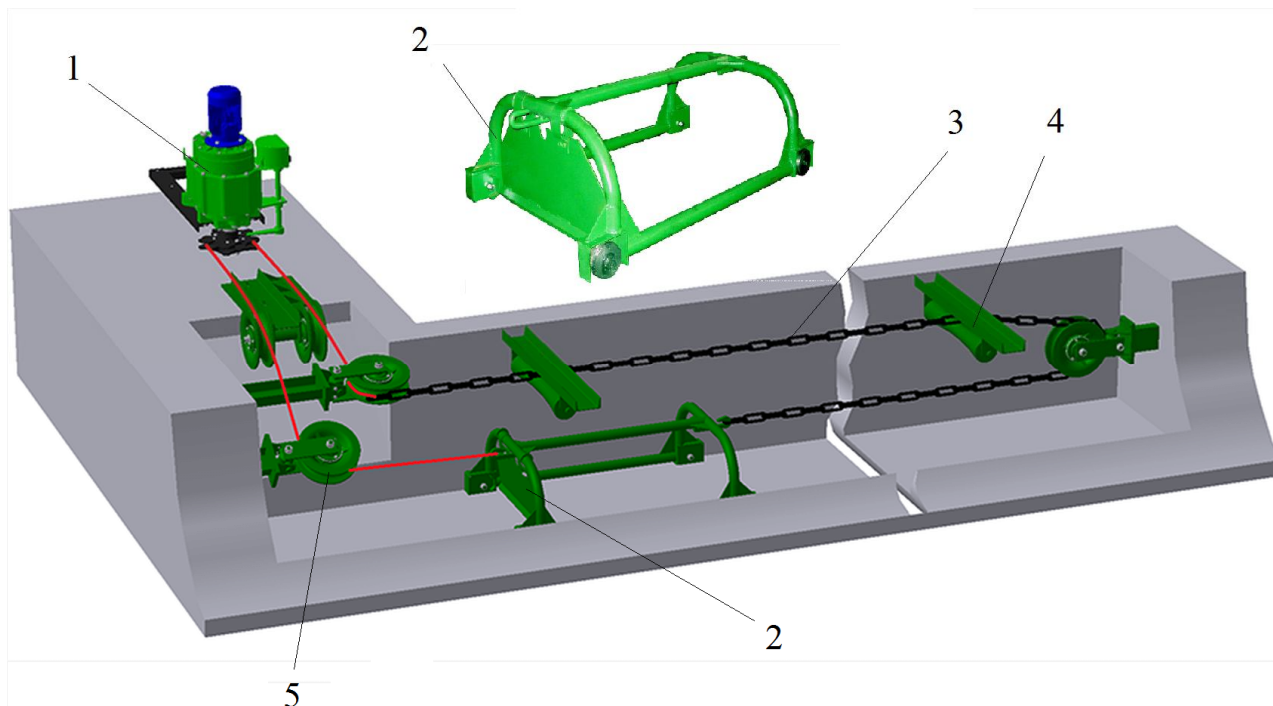
Рисунок 50 – Скреперная установка типа УС (сброс в торце здания)

Скреперные установки (скреперы) типа УС (рисунок 50) предназначены для уборки навоза крупного рогатого скота из навозных проходов при боксовом содержании скота. Обычно комплектуются четырьмя рабочими органами (дельта-скреперами), что позволяет осуществить выгрузку навоза, как из торцов, так и из середины помещения, в зависимости от того как установить эти дельта-скреперы.

Скреперная установка состоит из тягового контура, дельта-скреперов, которые устанавливают в навозные каналы, поворотных устройств, приводной станции и пульта управления. В роли тягового контура выступают: круглозвенная цепь, трос или штанги.

Возвратно-поступательное движение дельта-скреперов обеспечивает при их поступательном движении вперёд раскрытие скребков, захват и транспортирование навоза по всей ширине канала, а при возвратном движении – складывание скребков для исключения волочения за собой навозной массы. Дельта-скреперы устанавливают в навозные проходы шириной от 1,8 до 4 м и глубиной 200-250 мм. Скреперная установка очищает навоз, как из продольных проходов, так и поперечных каналов.

Скреперные установки типа ТС-1 состоят из контура с последовательно установленными друг за другом кареток со скребками, отклоняющимися в шарнирах относительно горизонтальной оси. ТС-1 устанавливают в каналах под щелевыми полами. В комплект входит один или более продольных транспортёров и один поперечный транспортер. Поперечный транспортер (рисунок 51) осуществляет приемку навоза от продольных и направляет его в навозоприемник.



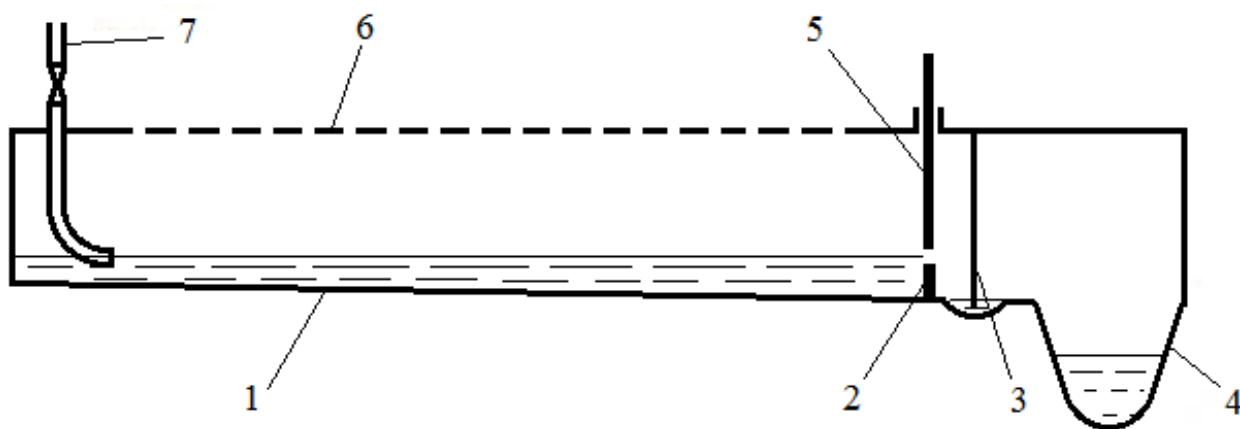
1 – реверсивная приводная станция; 2 – каретка; 3– круглозвенная цепь;
4 – поддерживающие ролики; 5 – поворотное устройство

Рисунок 51 – Скреперная установка типа ТС-1 (для поперечного канала)

4 Гидравлические способы уборки навоза

При всех системах гидроудаления бесподстилочного навоза, за исключением бесканального гидросмыва, в станках для содержания животных устраивают заглубленные продольные (навозоприёмные) каналы, которые сверху перекрывают решетками (щелевые полы). Через них навоз поступает в продольные каналы, которые соединены с поперечными каналами. Поперечное сечение продольных каналов прямоугольное со скошенными или закругленными углами. Продольные каналы располагают горизонтально или с уклоном 0,003-0,005 в сторону поперечного коллектора. Поперечный коллектор имеет уклон 0,01-0,03.

Самотечные системы (лотково-отстойная и непрерывного действия) имеют одинаковое устройство (рисунок 52). Перед пуском в эксплуатацию закрывают шибер 5, заполняют канал водой до уровня порожка (10-15 см). Провалившиеся через решетчатый пол 6 экскременты накапливаются в канале. Когда их уровень достигнет около 30-35 см до решетчатого пола (примерно через 7-14 дней) открывают шибер и выпускают накопившийся навоз в поперечный коллектор. Если шибер оставить открытым, то дальнейшая эксплуатация этой системы будет происходить как непрерывно действующая. Если же опять закрыть шибер и накапливать навоз в канале, то система будет работать как лотково-отстойная. Гидрозатвор 3 препятствует проникновению газов в помещение из поперечного коллектора 4.



1 – продольный канал; 2 – порожек; 3 - гидрозатвор; 4 – поперечный коллектор; 5 – шибер; 6 – решетчатый пол; 7 – смывной трубопровод

Рисунок 52 – Самотечная система уборки навоза

В последнее время получил распространение для свиноводческих помещений вариант отстойной самотечной системы, представленный на рисунке 53. В зависимости от конкретных условий используют ПВХ трубы диаметром 200, 250 или 315 мм. Бесподстилочный навоз поступает через щелевой пол в навозные ванны, и накапливаются там благодаря герметичному запираению сливных отверстий пробками с пористым резиновым уплотнением. После двух недель накопления, пробку слива поднимают вручную с помощью крюка из нержавеющей стали. Навозная жижа стекает в приемное отверстие и по канализационным трубам удаляется в навозоприёмник или в основное навозохранилище.

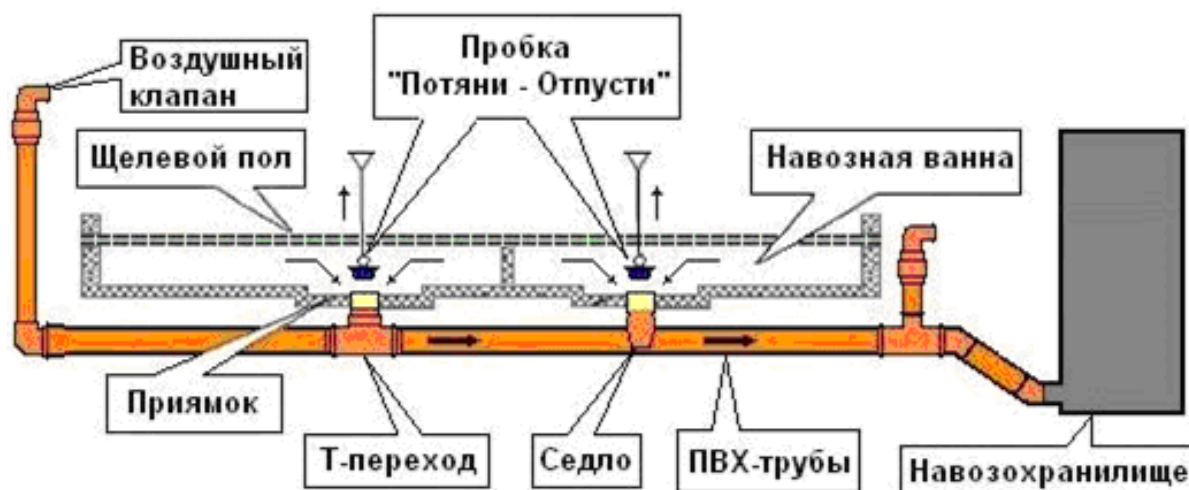


Рисунок 53 – Самосплавная система навозоудаления

Смывные системы удаления навоза (канальные и бесканальные) работают под действием напора смывной воды. При бесканальной системе не требуются щелевые полы. Однако недостатками такой системы являются повышенный расход воды на ферме и разбавление навоза водой, что затрудняет и так сложную задачу переработки жидкого навоза.

Рециркуляционная системы гидросмыва частично устраняет недостатки смывной системы, поскольку взамен воды используется жидкая фракция навоза, предварительно осветленная, обеззараженная и дезодорированная. В результате сокращается расход воды и выход навозной массы, но во время промывки увеличивается загазованность помещения.

5 Роботизированные средства для удаления навоза

Для снижения затрат труда и обеспечения качественной и своевременной уборки навоза из животноводческих помещений за рубежом разработаны и применяются роботы.

Для очистки навозных проходов со сплошными полами используются скреперные роботизированные установки, которые обеспечивают сбор навоза с их поверхности и его транспортировку к поперечному сборному навозному каналу.

Робот Lely Discovery 120 Collector не сдвигает слой навоза перед собой, а засасывает его в себя, после чего разжижает навоз водой, и с помощью вакуумного насоса перекачивает эту массу в сборный резервуар.

Робот имеет распылители воды в передней и задней части. Спрыскивание затвердевшего слоя навоза спереди упрощает его последующий сбор, а сзади дает возможность дополнительно промыть пол, что делает его менее скользким. Вода запасается в двух мешках, находящихся в сборном резервуаре. По мере заполнения сборного резервуара навозной массой объем мешков для воды уменьшается, высвобождая дополнительное место для навоза.

При уборке навоза с поверхности щелевых полов основной задачей робота является сбор и проталкивание навоза через щели. Эти роботы имеют ком-

пактную конструкцию и оснащены электроприводом с энергоснабжением от аккумуляторных батарей, программируемой системой управления и рабочим органом, в качестве которого чаще всего используется фронтальный поперечный скрепер (рисунок 54). Аккумуляторы большой емкости заряжаются автоматически специальным зарядным устройством, размещаемым в любом месте помещения. Программное обеспечение системы управления робота позволяет выполнять в автоматическом режиме: перемещения по установленному маршруту (за счет установленных в полу проходов датчиков), установленную периодичность уборки (в т.ч. и запрограммированные специальные уборки), аварийный останов и др. Система безопасной эксплуатации позволяет при необходимости самостоятельно находить альтернативные пути движения робота, если какие либо препятствия делают невозможным его следование по запрограммированному маршруту. При перемещении со скоростью 4 м/мин, длительности работы в течение 18 ч и максимальной ширине захвата скрепера (изменяется в пределах 130-190 см) робот способен за сутки очистить 8000 м² поверхности решетчатых полов.



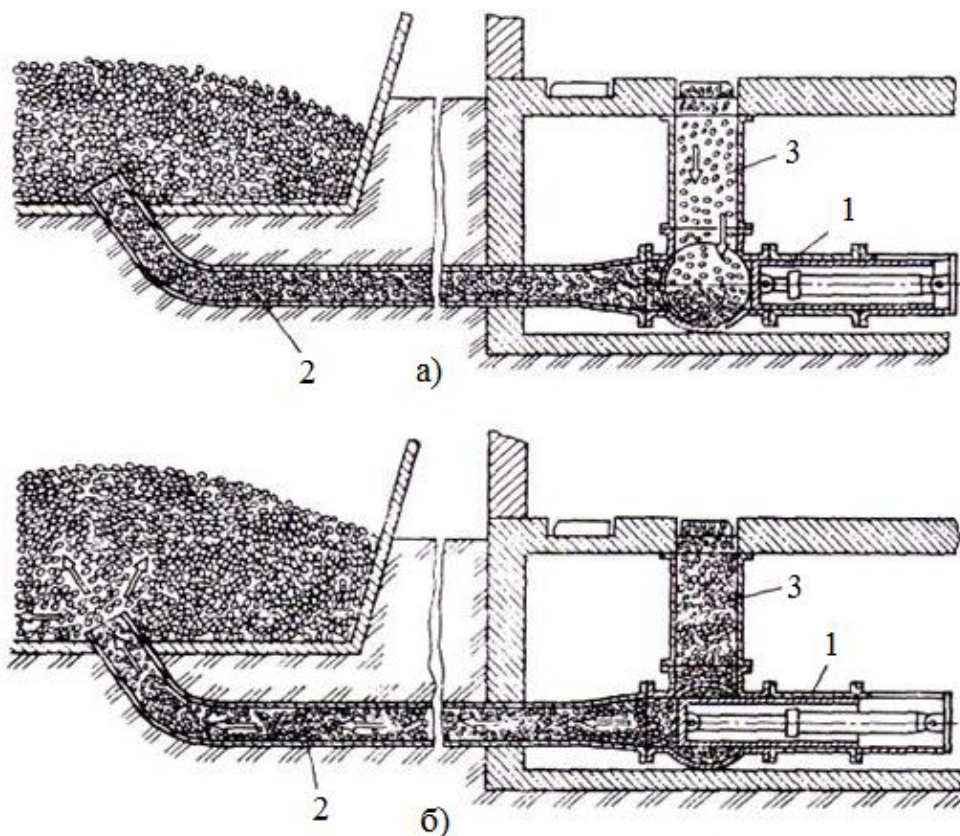
Рисунок 54 – Навозоуборочный робот JOZ-Tech (Нидерланды)

6 Механизация транспортировки навоза

Для транспортировки подстилочного навоза от животноводческих помещений к навозохранилищу используют тракторные прицепы. Но лучшим способом является транспортировка по трубам, при помощи поршневой установки типа УТН-10 (рисунок 55).

Навоз под воздействием собственной массы и вакуума, создаваемого насосом, поступает в рабочую камеру. После заполнения рабочей камеры клапан перекрывает окно загрузочной воронки и открывает нагнетательный канал навозопровода. Поршень насоса, совершая рабочий ход, выталкивает навоз из рабочего цилиндра по навозопроводу в хранилище. Поршень получает привод от двух гидроцилиндров с гидроприводом.

Установка УТН-10 способна по трубопроводу диаметром 300 мм транспортировать навоз влажностью более 78 % в навозохранилище на расстояние до 150 м. Диаметр цилиндра 395 мм, ход поршня 630 мм. Продолжительность одного цикла 26 с. За один ход поршня подается 55-75 кг навоза.



1 – поршневой насос; 2 – навозопровод; 3 – приёмная воронка

Рисунок 55 – Принцип работы установки УТН-10: а – поступление навоза в насос; б – нагнетание навоза по трубопроводу в навозохранилище

Главное достоинство поршневых установок – возможность транспортирования твёрдого подстилочного навоза и подача его в навозохранилище снизу, что предотвращает промерзание навоза зимой.

Для перекачивания жидкого и полужидкого навоза влажностью 86-99 % из навозосборников и навозохранилищ в транспортные средства или транспортирования по трубопроводу применяют фекальные центробежные насосы типа НЖН-200, НЦИ-Ф-100 (рисунок 56) и др.



Рисунок 56 – Насосы НЖН-200 и НЦИ-Ф-100

7 Механизация переработки навоза

Целью переработки свежего навоза является получение органического удобрения, безопасного в ветеринарно-санитарном и гигиеническом отношении.

Основные технологии переработки навоза в органическое удобрение:

- 1) хранение жидкого навоза;
- 2) компостирование;
- 3) вермикомпостирование;
- 4) механическое разделение жидкого навоза на фракции;
- 5) термофильная аэробная стабилизация;
- 6) анаэробное сбраживание.

Жидкий навоз хранят в секционных навозохранилищах (лагунах). После дегельминтизации его вносят преимущественно под пропашные культуры и многолетние злаковые травы с заделкой в почву на глубину пахотного слоя.

Твердый навоз (подстилочный и твердая фракция бесподстилочного) перерабатывается благодаря биотермическому обеззараживанию в буртах или на установках ускоренного компостирования.

Компост – органическое удобрение, получаемое в результате разложения различных органических веществ под влиянием деятельности микроорганизмов. Для компостирования влажность органической массы должна быть не более 75 %. В противном случае требуется дополнительный влагопоглощающий материал.

Из бесподстилочного навоза также можно приготовить компост путём смешивания его с торфом, соломой и опилками. Например, для приготовления компоста с соломой на 1 т её берут 3-4 т бесподстилочного навоза. При разложении навоз разогревается до 60 °С. В результате в нем погибают все патогенные бактерии, вирусы, паразиты и семена сорной растительности.

Вермикомпостирование – процесс переработки органических отходов с использованием дождевых червей (красные калифорнийские черви и «Старатель») для производства биогумуса (вермикомпоста). Однако при вермикомпостировании не удаляются патогены из-за отсутствия термофильной стадии.

Механическое разделение жидкого навоза на фракции позволяет получить твердую фракцию, которую компостируют с влагопоглощающими материалами и используют в качестве органического удобрения, и жидкую фракцию, которую определенное время выдерживают в навозохранилище и затем используют на орошение. Преимущества этого способа: получаемая после сепарации жидкая фракция при хранении не расслаивается, что позволяет осуществлять ее выгрузку насосами; объем жидкой фракции на 15-30 % меньше первоначального объема исходной навозной массы, в связи с чем сокращается объем капитальных затрат на строительство навозохранилищ; после компостирования твердая фракция является ценным экологически безопасным удобрением.

Для механического разделения бесподстилочного навоза применяют виброгрохоты, фильтрующие или осадительные центрифуги.

Благодаря низким удельным затратам энергии и более высокой эффективности разделения в настоящее время находят наибольшее применение

фильтр-прессы. Иначе их ещё называют сепараторами. На рисунке 57 представлен принцип действия вальцового сепаратора.

Выдавленная через перфорированный барабан жидкость поступает в приемник для её отбора, а отжатый навоз снимается с наружной поверхности барабана.

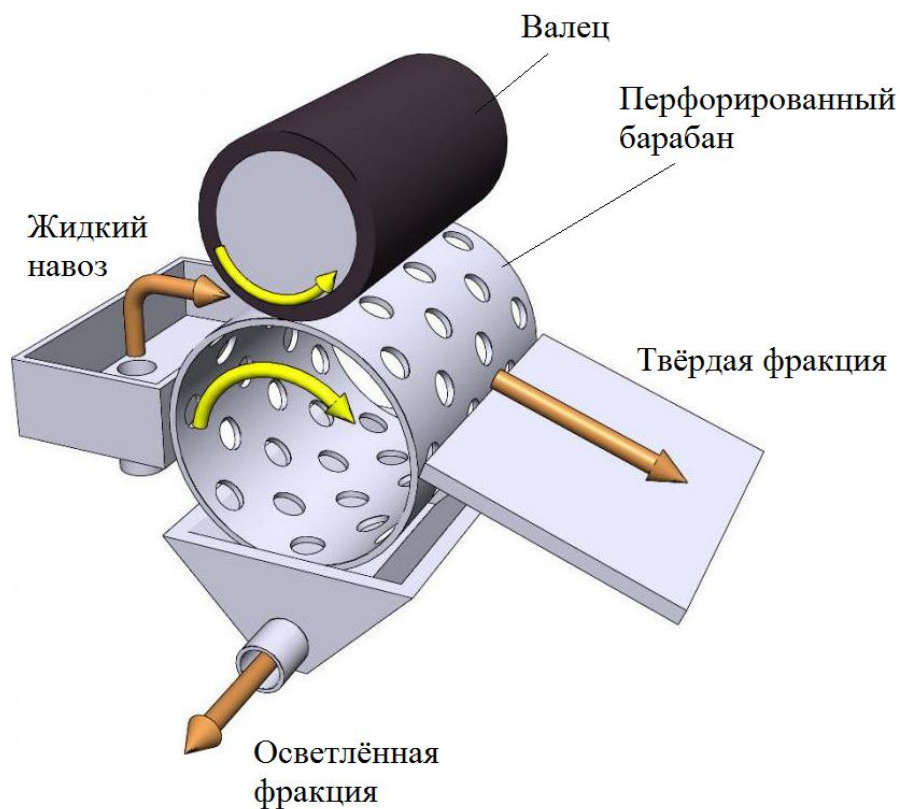


Рисунок 57 – Вальцовый (барабанный) сепаратор

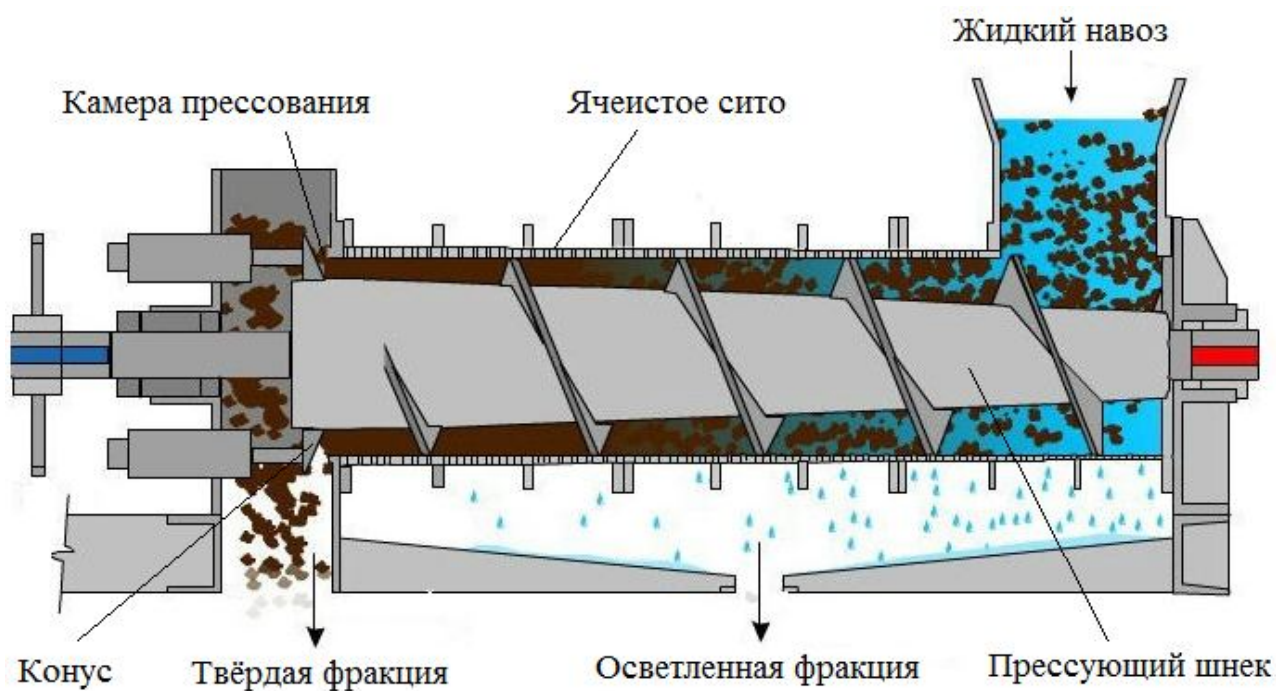


Рисунок 58 – Шнековый сепаратор

Шнековый сепаратор (рисунок 58) работает следующим образом. При поступлении в загрузочную горловину исходного навоза влажностью 82-89 % прессующим шнеком он перемещается в перфорированный цилиндр (ячеистое сито), где происходит отжатие массы, сопровождающееся выделением жидкости. Конус препятствует выходу навоза и создаёт давление в камере сжатия. Влажность твердой фракции после обезвоживания – 65–70 %, осветленной – 96 -98 %.

Термофильная аэробная стабилизация жидкого навоза обеспечивает его обеззараживание от вредных биологических организмов и позволяет получать экологически безопасные органические удобрения. Сущность этого метода заключается в насыщении жидкого навоза кислородом воздуха. При этом под действием аэробных микроорганизмов в присутствии кислорода происходит биохимическое разложение органических веществ, содержащихся в навозе. Вследствие экзотермического характера процесса навоз разогревается до 55-70 °С, что обеспечивает обеззараживание его от гельминтов, болезнетворных микроорганизмов и патогенной микрофлоры. При этом удобрительные свойства исходного навоза не ухудшаются.

Анаэробное сбраживание навоза происходит без доступа кислорода под воздействием анаэробных бактерий, в результате образуется биогаз, содержащий до 70 % метана, и обеззараженное органическое удобрение (рисунок 59). Биогазовые установки отличаются высокими капитальными затратами с длительным сроком окупаемости.

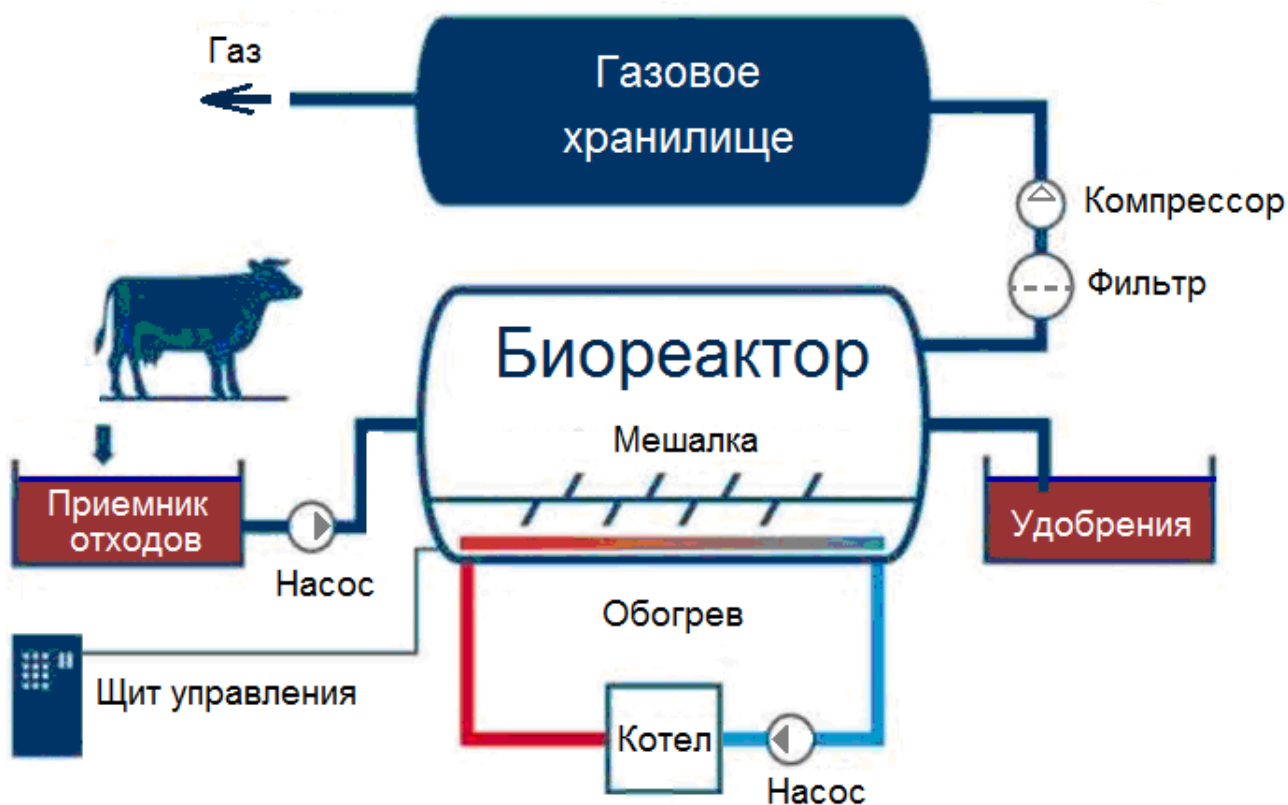


Рисунок 59 – Схема получения биогаза

ЛЕКЦИЯ 10

ВЕНТИЛЯЦИЯ И ОТОПЛЕНИЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

1 Значение микроклимата

Под микроклиматом понимают климат ограниченного пространства (коровника, свинарника и др. зданий).

Микроклимат представляет собой совокупность физических, химических и биологических параметров окружающей среды, таких как температура, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, его загазованность (углекислым газом, сероводородом, аммиаком), запыленность, наличие в воздухе микроорганизмов, освещенность, уровень шума и др.

Исследованиями установлено, что продуктивность с.-х. животных определяется на 50-60 % кормлением, на 20 % уходом за животными и на 20-30 % состоянием воздушной среды.

Системы микроклимата в животноводческих помещениях должны обеспечить параметры воздушной среды в соответствии с нормами технологического проектирования, а также предупреждать выпадение конденсата на ограждающих конструкциях, исключать сквозняки, снижать уровень микробного, пылевого и акустического фонов. Например, для коров минимальная температура воздуха должна быть выше 10 °С, а относительная влажность – в пределах от 40 до 75 %.

Отклонение параметров микроклимата от установленных пределов приводит к снижению удоев на 10-20 %, уменьшению приростов массы на 20-30 %, увеличению отходов молодняка до 40 %, снижению яйценоскости кур на 30-35 %, а также к расходу дополнительного количества корма, сокращению срока службы оборудования и зданий, снижению устойчивости животных к разным заболеваниям.

2 Расчёт потребного воздухообмена

За расчётный воздухообмен G принимают наибольший из воздухообменов, рассчитанных по удалению углекислого газа G_{CO_2} , избытков влаги G_{H_2O} и тепла G_Q (для летнего периода).

Потребные воздухообмены в кг сухого воздуха за секунду для удаления вредных газов

$$G_{CO_2} = n_{ж} Z_{CO_2} K_{CO_2} / (z_{вн} / \rho_{вн} - z_n / \rho_n)$$

и избытков влаги

$$G_{H_2O} = (n_{ж} D_{H_2O} K_{H_2O} + D_o) / (d_{вн} - d_n),$$

где $n_{ж}$ – количество животных;

Z_{CO_2} , D_{H_2O} – выделения одним животным углекислого газа, л/с и водяных паров, кг/с;

K_{CO_2} , K_{H_2O} – поправочные коэффициенты на выделения углекислого газа и водяных паров в зависимости от температуры окружающей среды;

D_o – выделения влаги с открытых смоченных поверхностей, кг/с;

$z_{вн}, z_{н}$ – концентрация углекислого газа в воздухе соответственно внутри и снаружи помещения ($z_{вн} = 2,5 \text{ л/м}^3, z_{н} = 0,3 \text{ л/м}^3$);

$\rho_{вн}, \rho_{н}$ – плотность сухого воздуха соответственно внутри и снаружи помещения, кг с.в./ м^3 ;

$d_{вн}, d_{н}$ – влагосодержание воздуха соответственно внутри и снаружи помещения, кг/кг с.в.

В зависимости от температуры наружного воздуха расчётные воздухообмены изменяются, как показано на графике (рисунок 60).

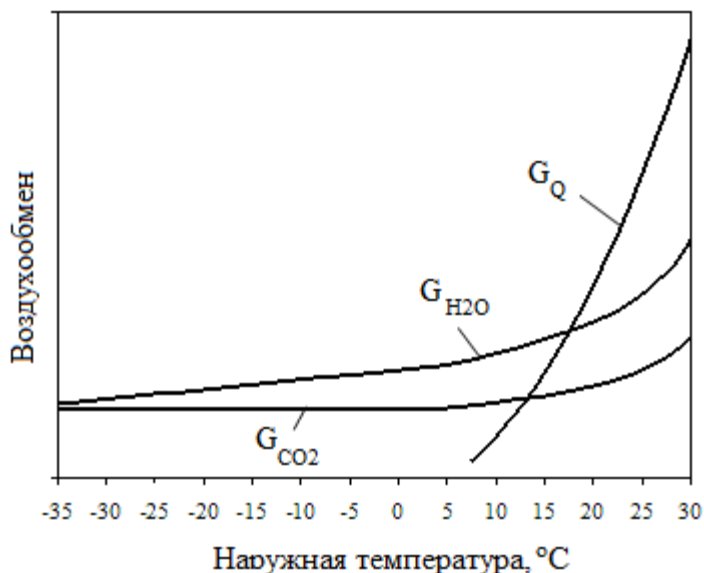


Рисунок 60 – Характер изменения воздухообменов G_{CO_2}, G_{H_2O}, G_Q в зависимости от температуры наружного воздуха

Кратность воздухообмена представляет собой отношение объёма вентиляционного воздуха $\text{м}^3/\text{ч}$ к внутреннему объёму помещения в м^3

$$K = \frac{3600 \cdot G}{\rho_{вн} V_{пом}}$$

и показывает, сколько раз в течение часа сменяется воздух в помещении.

3 Системы вентиляции

Система вентиляции – это комплекс устройств, как основных (вентиляционное оборудование), так и выполняющих вторичные функции (оконные и дверные проёмы, ограждения и т.д.), предназначенных для обеспечения в помещении необходимого воздухообмена с целью поддержания заданных санитарно-гигиенических или технологических условий.

По способу перемещения воздуха различают вентиляцию с *искусственным* и *естественным* побуждением воздуха, а по направлению перемещения воздуха – *приточную* и *вытяжную*.

Схемы вентиляции могут включать как отдельные разновидности данных вентиляций, так и их сочетание, т.е. могут быть комбинированными.

Если кратность воздухообмена $K < 3$ выбирают вентиляцию с естественным побуждением воздуха, в противном случае – с искусственным (механическим) побуждением воздуха.

4 Естественная вентиляция

При естественной вентиляции (рисунок 61) воздухообмен происходит вследствие разности плотностей воздуха внутри и вне помещения, а также под влиянием ветра. Естественная вентиляция работает нормально при температуре наружного воздуха около минус 10 °С. При более низких температурах для поддержания теплового баланса помещения приходится уменьшать приток приточного воздуха, прикрывая приточные каналы. Это отрицательно сказывается на микроклимате помещения: повышается влажность и ухудшается состав воздуха. При одинаковой температуре воздуха внутри и снаружи помещения воздухообмен прекращается. Кроме этого, естественной вентиляции свойственны застойные зоны, особенно в углах здания.

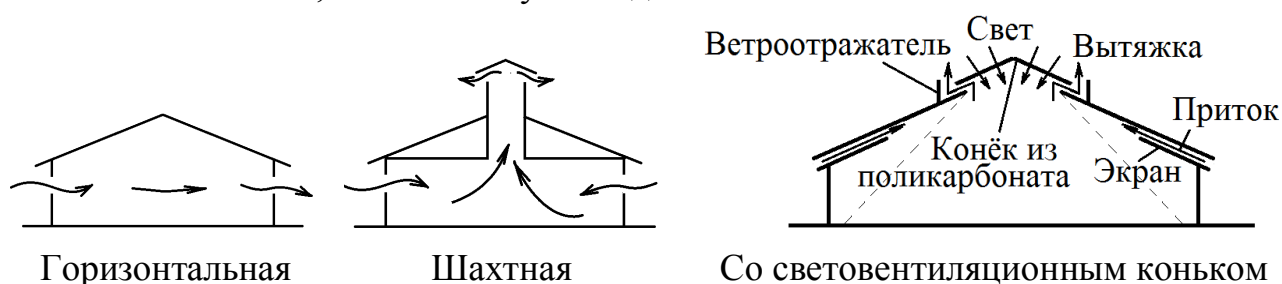


Рисунок 61 – Схемы естественной вентиляции

В настоящее время с появлением сотового поликарбоната широкое распространение в коровниках преимущественно боксового содержания получили световентиляционные коньки (рисунок 62). Они кроме создания естественной вытяжной вентиляции в животноводческом помещении ещё и обеспечивают естественное освещение помещений. Боковые ветроотражатели способствуют эффективной вытяжке воздуха из помещений при любой погоде и любом направлении ветра. Для регулирования объёма воздухообмена конёк оснащают клапанами с ручной или автоматической регулировкой.

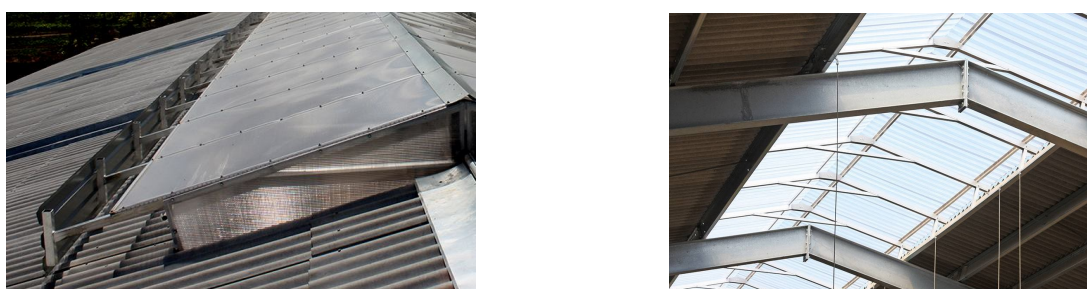


Рисунок 62 – Световентиляционный конёк (вид сверху и снизу)

5 Искусственная вентиляция

Вентиляция с механическим побуждением воздуха при помощи вентиляторов (центробежных и осевых) обеспечивает стабильность работы независимо от периода года. Для равномерного распределения приточного воздуха после центробежного вентилятора используют воздуховоды равномерной подачи по длине помещения (рисунок 63). При значительной ширине помещения таких воздуховодов устанавливают несколько.

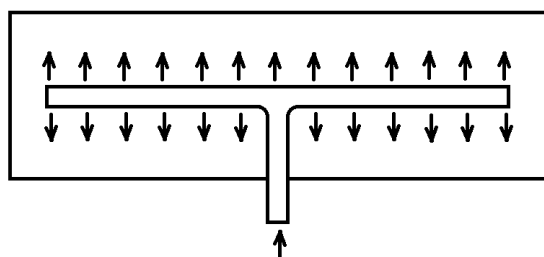
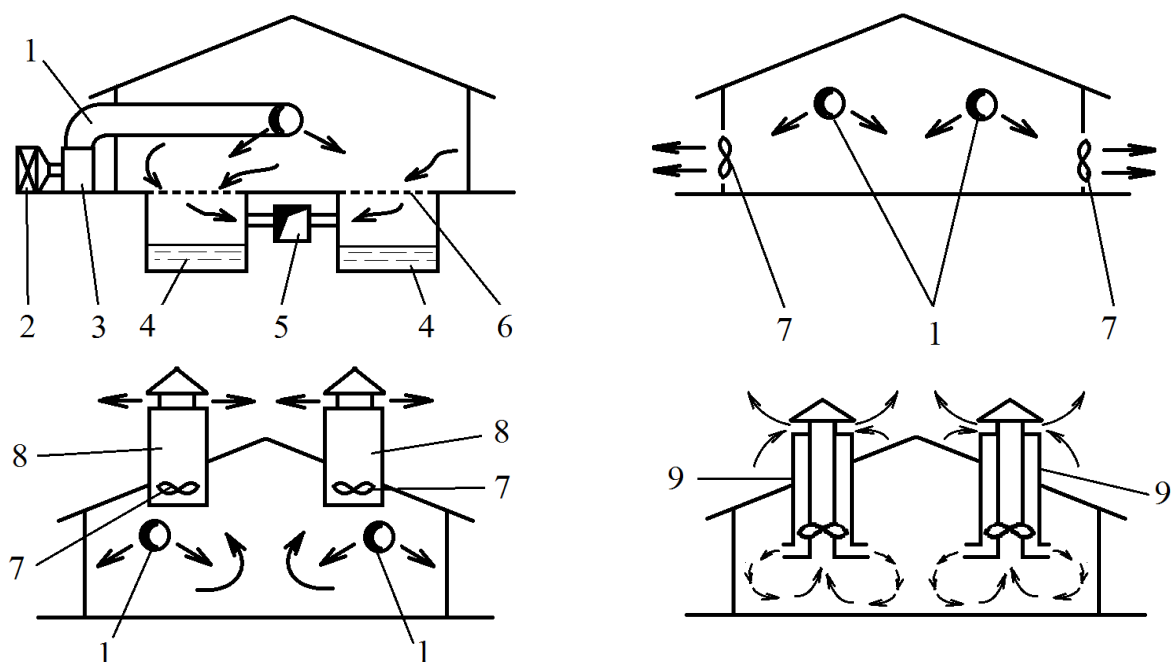


Рисунок 63 – Воздуховод равномерной подачи воздуха (план помещения)

В зависимости от вида животных и способа их содержания возможны разные схемы с механическим побуждением воздуха, которые представлены на рисунке 64.



1 – приточный воздуховод равномерной подачи воздуха; 2 – калорифер;
 3 – приточный центробежный вентилятор; 4 – навозный канал; 5 – вытяжной канал; 6 – щелевые полы; 7 – вытяжной осевой вентилятор; 8 – вытяжная шахта;
 9 – приточно-вытяжная установка серии ПВУ

Рисунок 64 – Схемы искусственной вентиляции

Экономически вентиляторами всё время пользоваться тоже невыгодно. Конструктивные решения систем вентиляции должны обеспечивать в разные периоды года разные режимы, т.к. потребность в воздухообмене изменяется в широких пределах (в птичнике она может варьировать в 5-10 раз).

Для обеспечения разных режимов работы вентиляции наиболее выгодно, чтобы система вентиляции могла работать по различным схемам. Это возможно при комбинированной системе вентиляции.

6 Комбинированная вентиляция

Комбинированная вентиляция представляет собой сочетание искусственной и естественной вентиляций с возможностью их работы в определенные периоды года (рисунок 65).

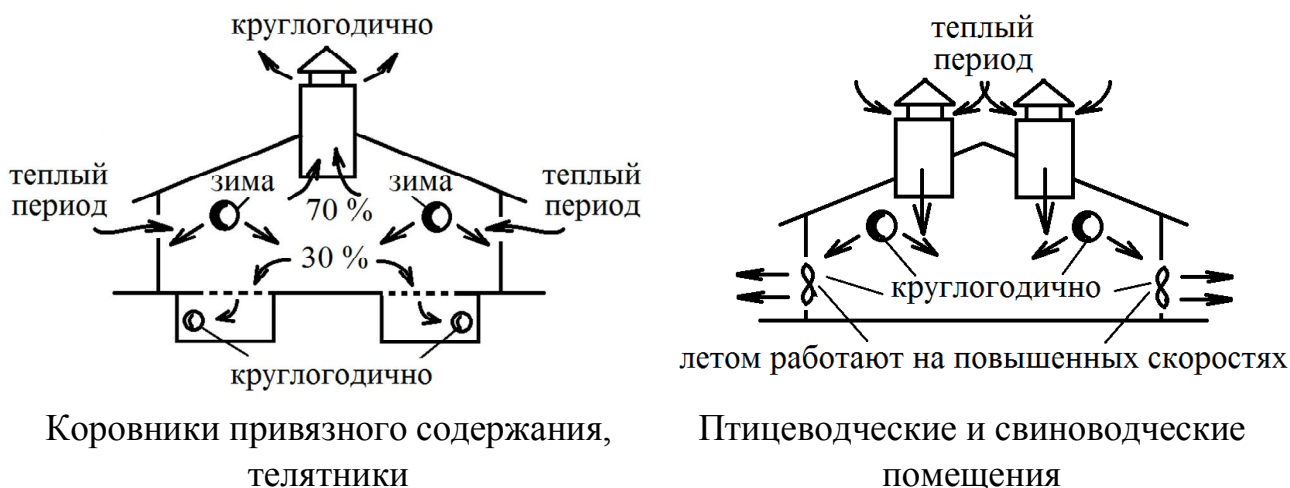


Рисунок 65 – Схемы комбинированной вентиляции

7 Уравнение теплового баланса помещения

Расчёт мощности системы отопления производят для условий наиболее холодной пятидневки для данного региона, он основан на обеспечении теплового баланса животноводческого помещения. Уравнение теплового баланса по полной теплоте с учётом основных источников тепла и теплопотерь

$$Q_{от} + Q_{ж} = Q_{вент} + Q_{огр},$$

где $Q_{от}$ – мощность системы отопления, Вт;

$Q_{ж}$ – выделения общей теплоты животными, Вт;

$Q_{вент}$ – поток теплоты, теряемый с вентиляцией при замене внутреннего воздуха на наружный, Вт;

$Q_{огр}$ – потери тепла через ограждающие конструкции (стены, окна, ворота, пол, потолок), Вт.

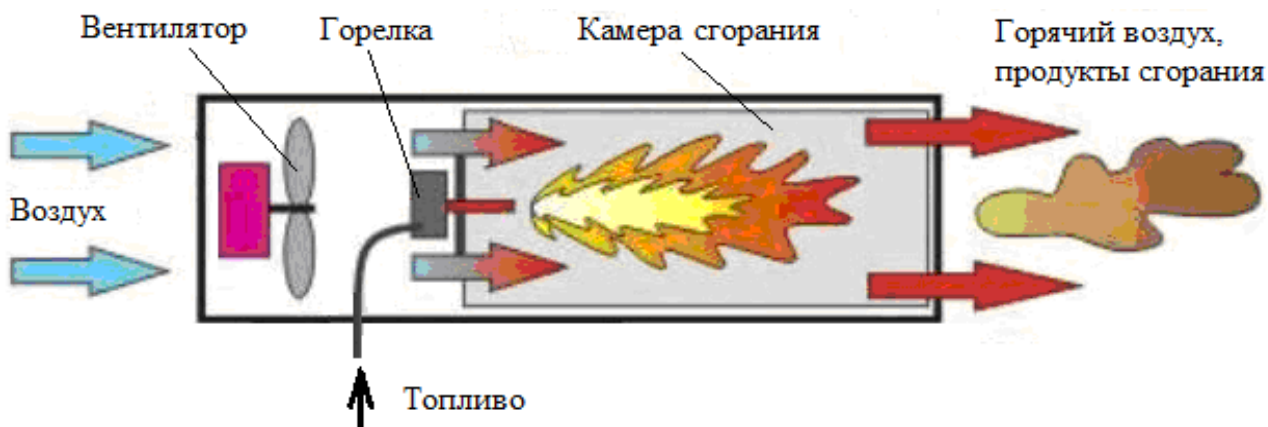
8 Системы отопления

При естественной вентиляции животноводческих помещений обычно обходятся без системы отопления или же применяют локальные обогреватели (инфракрасные излучатели, тёплые полы). При искусственной вентиляции чтобы исключить ввод холодного воздуха в помещение требуется его нагревать. Поэтому выгодно объединить систему отопления с вентиляцией здания и получить систему воздушного отопления. Такие системы получили наибольшее распространение. Они не требуют дополнительных затрат на установку в помещении нагревательных приборов. Нагревательные приборы устанавливают на приточной вентиляции. Для этого используют теплогенераторы и тепловентиляторы, в состав которых входят калориферы (водяные, паровые, электрические).

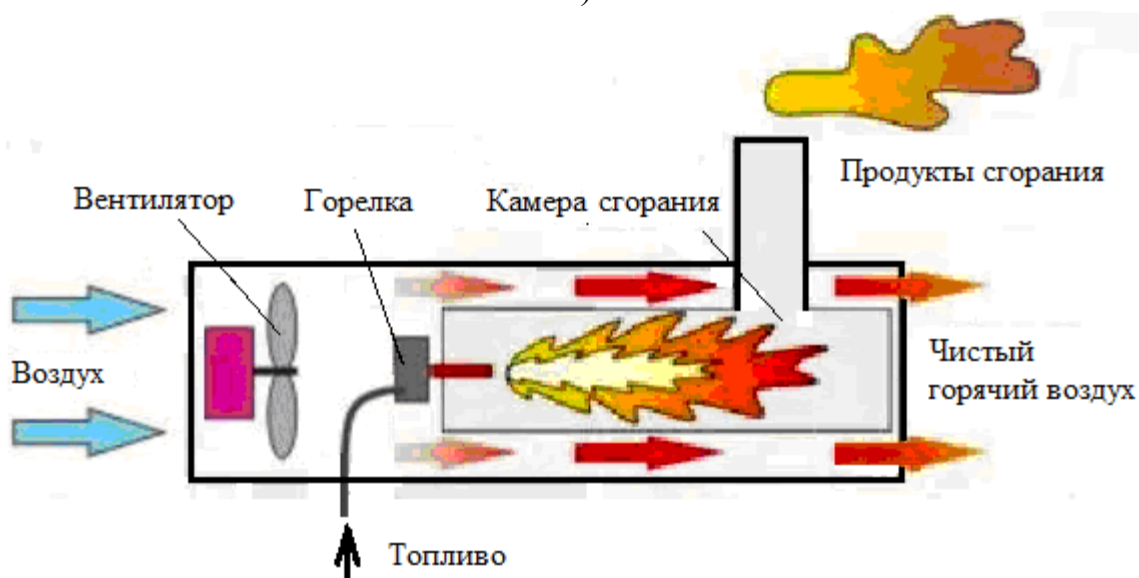
Теплогенераторы (газовые и дизельные) используют двух типов (см. рисунок 66):

1) прямого нагрева с КПД близким 100 %, когда нагретый воздух вместе с дымовыми газами попадает в зону содержания животных;

2) непрямого нагрева с отводом дымовых газов, которые не попадают в зону содержания животных и не увеличивают загазованность помещения.



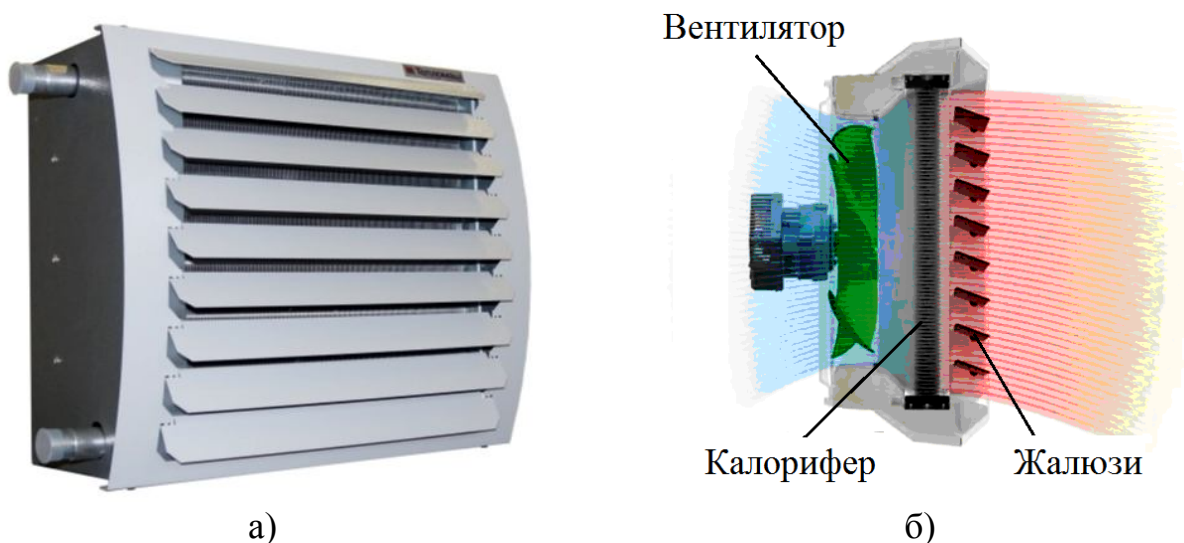
а)



б)

Рисунок 66 – Теплогенераторы прямого (а) и непрямого (б) нагрева

Тепловентиляторы представляют собой компактные устройства, обеспечивающие нагнетание и нагрев воздуха. В их состав входят вентилятор (осевой или центробежный) и калорифер (рисунок 67).



а)

б)

Рисунок 67 – Тепловентилятор с водяным калорифером и осевым вентилятором:
а – вид общий; б – схема работы

На рисунке 68 показана воздухонагревательная установка, состоящая из электрокалорифера и центробежного вентилятора.



Рисунок 68 – Электрокалориферная установка

9 Рециркуляция воздуха

Часто бывает, что после нагрева приточного воздуха на выходе из теплогенератора или тепловентилятора имеем температуру вводимого в помещение воздуха, сильно отличающуюся от температуры в помещении. Чтобы исключить обдув животных горячими или холодными струями прибегают к рециркуляции воздуха. Рециркуляция воздуха – это подмешивание воздуха помещения к приточному воздуху и подача этой смеси в данное помещение.

10 Дестратификация воздуха

Дестратификаторы (рисунок 69) размещаются под потолком, за счет чего они направляют в нижнюю часть помещения тёплый воздух, скапливающийся под потолком в результате естественной конвекции. Благодаря перемешиванию воздуха значительно сокращаются теплотери через кровлю, обеспечивается равномерная температура и загазованность воздуха по всей высоте помещения.

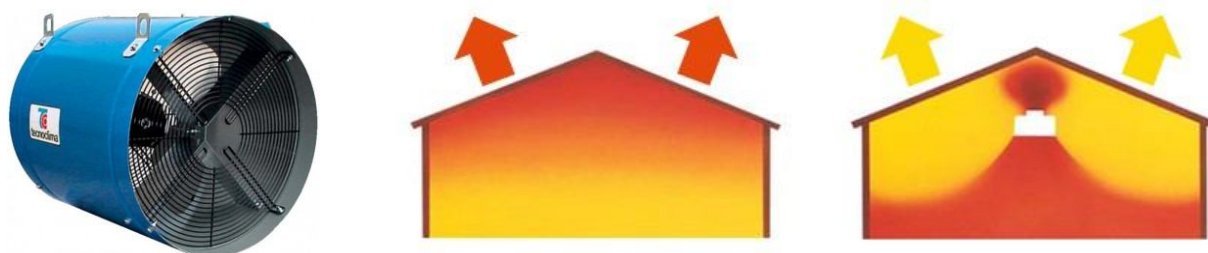


Рисунок 69 – Дестратификатор и сравнение теплотерь здания с ним и без него

11 Утилизация тепла

Приточно-вытяжная вентиляция животноводческого помещения заключается в замене загазованного и влажного, но тёплого внутреннего воздуха на свежий и сухой приточный воздух, но холодный. Поэтому с целью экономии дорогостоящей тепловой энергии целесообразно произвести теплообмен между потоками приточного и удаляемого из помещения воздуха.

Коэффициент утилизации составит

$$\varepsilon = \frac{t_{н1} - t_n}{t_{вн} - t_n},$$

где t_n, t_{n1} – температура наружного приточного воздуха до и после утилизатора тепла, °С;

$t_{вн}$ – температура воздуха внутри помещения, °С.

В качестве утилизаторов тепла применяют рекуперативные и регенеративные теплообменники.

В качестве рекуператора может выступать теплообменник типа «труба в трубе». Более компактная и эффективная конструкция рекуператора тепла показана на рисунке 70. Коэффициент утилизации равен $\varepsilon = 0,40-0,70$.

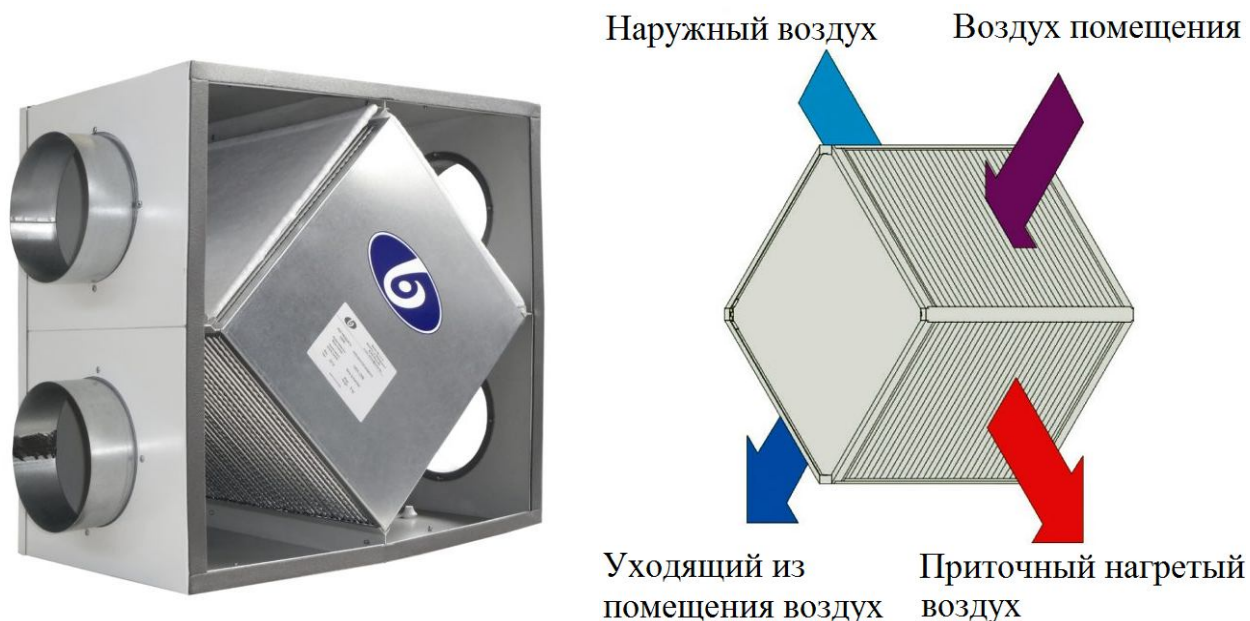


Рисунок 70 – Пластинчатый рекуператор тепла

Принцип действия регенераторов тепла заключается в попеременном обдуве одной и той же теплообменной поверхности горячим и холодным теплоносителями. В результате теплообменная поверхность вначале аккумулирует теплоту горячего теплоносителя, а затем отдает её холодному теплоносителю. Регенераторы тепла бывают с неподвижной и подвижной насадкой.

Примером регенератора тепла с неподвижной насадкой может служить конструкция, изображенная на рисунке 71.

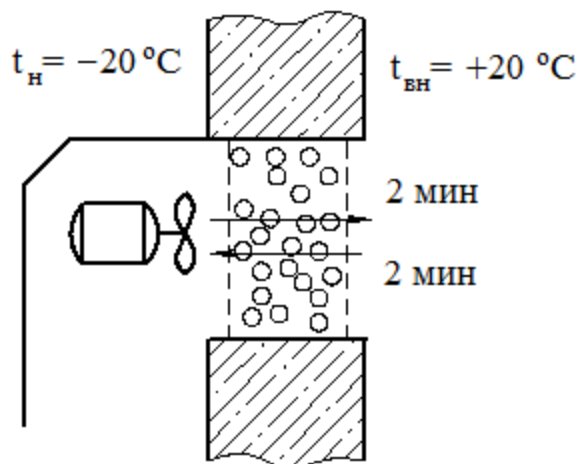


Рисунок 71 – Регенератор тепла с неподвижной насадкой

В оконном проёме между двумя сетками помещается энтальпийная насадка, выполненная, например, из полиэтиленовых шариков. Вентилятор за счёт реверсирования электродвигателя способен работать как на приток, так и на вытяжку воздуха. Попеременный обдув насадки теплым и холодным воздухом позволяет последнему нагреваться за счет теплоты удаляемого из помещения воздуха.

На рисунке 72 представлен регенеративный теплообменник с подвижной (вращающейся) насадкой.

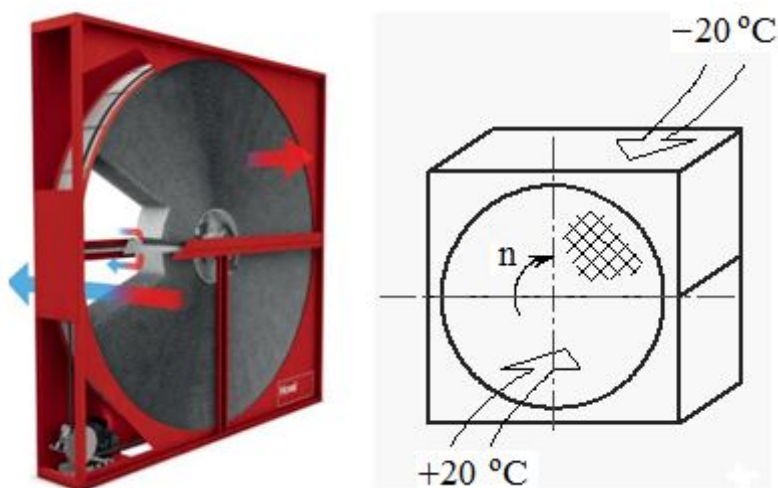


Рисунок 72 – Регенератор тепла с подвижной насадкой

В данном случае меняются не потоки воздуха относительно насадки, а наоборот, меняется положение насадки относительно неизменных потоков воздуха. Насадка может быть изготовлена из металлических сеток, алюминиевой гофрированной ленты, смотанной в рулон, полимерных пленок и др. образующих ячеистую, щелевую или сетчатую структуру. Частота вращения насадки принимается от 4 до 10 мин⁻¹.

Коэффициент утилизации у регенераторов составляет $\varepsilon = 0,65-0,90$.

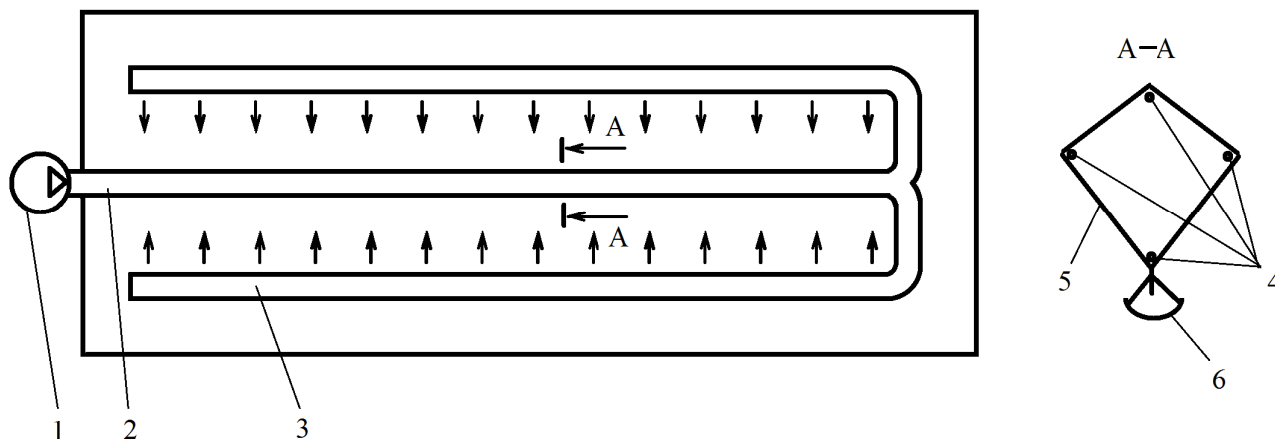
12 Система вентиляции В.А. Турушева

Снижение потребной мощности системы отопления коровника и даже ее полное исключение возможно применением энергосберегающей принудительной системы вентиляции, в качестве которой может служить система, основанная на методе конденсации избыточной влаги из воздуха (рисунок 73).

Принцип работы конденсационного теплообменника заключается в том, что холодный приточный воздух, нагнетаемый вентилятором 1, направляется внутрь приточного воздуховода 2, а теплый и влажный воздух внутри помещения омывает его снаружи, что сопровождается конденсацией водяных паров и выделением теплоты фазового превращения. Конденсат собирается в специальном жёлобе 6. Нагретый в приточном воздуховоде наружный воздух направляется в раздаточные воздуховоды. Приточный воздуховод выполнен из полиэтилена, натянутого на четыре струны из проволоки.

Такая система способна, с одной стороны, снизить потребный воздухообмен в холодные периоды года за счет осушки воздуха внутри помещения, зна-

чит и теплопотери, связанные с вентиляцией, а с другой стороны, обеспечить дополнительный приток теплоты благодаря теплоте фазового перехода при конденсации водяных паров.



1 – вентилятор; 2 – приточный воздуховод; 3 – раздаточный воздуховод;
4 – проволока; полиэтиленовая плёнка; 6 – желобок для сбора конденсата

Рисунок 73 – Схема системы вентиляции Турушева

Контрольные вопросы

1. Насколько важно обеспечивать оптимальный микроклимат в животноводческих помещениях?
2. Как рассчитывается потребный воздухообмен?
3. Какие вам известны системы вентиляции?
4. Устройство световентиляционного конька.
5. Напишите уравнение теплового баланса помещения.
6. Какие знаете системы отопления?
7. Что такое рециркуляция воздуха?
8. Для чего применяют дестратификацию воздуха.
9. Какие бывают утилизаторы тепла?
10. В чём заключается принцип действия системы вентиляции Турушева?

Библиографический список

1. Белянчиков Н.Н., Смирнов А.И. Механизация животноводства. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1983. – 360 с.
2. Коба В. Г., Брагинец Н. В., Мурусидзе Д. Н., Некрашевич В. Ф. Механизация и технология производства продукции животноводства. – М.: Колос, 1999. – 528 с.
3. Купреенко А.И., Исаев Х.М., Юлдашев Д.С. Механизация животноводческих ферм и комплексов: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. – Брянск: изд-во Брянского ГАУ, 2018. – 214 с.
4. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов: [Для спец. "Механизация сел. хоз-ва"] / С. В. Мельников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Агропромиздат: Ленингр. отд-ние, 1985. – 640 с.
5. Механизация и технология животноводства: учебник / В. В. Кирсанов, Д. Н. Мурусидзе, В. Ф. Некрашевич [и др.]. — Москва: ИНФРА-М, 2020. – 585 с.
6. Федоренко И.Я., Садов В.В. Техника и технологии в животноводстве. Часть 1. Механизация приготовления и раздачи кормов: учебное пособие. – Барнаул: РИО АГАУ, 2014. – 207 с.
7. Федоренко И.Я., Садов В.В. Техника и технологии в животноводстве. Часть 2. – Барнаул: РИО АГАУ, 2015. – 218 с.
8. Хазанов Е. Е., Гордеев В. В., Хазанов В. Е. Технология и механизация молочного животноводства: Учебное пособие / Под общ. ред. Е. Е. Хазанова. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 352 с.