

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

П. Ю. Крупенин, А. В. Мелехов, А. С. Симченков

МЕХАНИЗАЦИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА С ОСНОВАМИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

КУРС ЛЕКЦИЙ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
в сфере высшего образования Республики Беларусь
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия для студентов
учреждений образования, обеспечивающих получение
общего высшего образования по специальности
6-05-0811-02 Производство продукции животного происхождения*

Горки
Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия
2026

УДК 621.3(075.8)

ББК 32.85я73

К84

*Рекомендовано методической комиссией
факультета биотехнологии и аквакультуры
25.11.2024 (протокол № 3)
и Научно-методическим советом
Белорусской государственной сельскохозяйственной академии
27.11.2024 (протокол № 4)*

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *П. Ю. Крупенин*;
старший преподаватель *А. В. Мелехов*;
ассистент *А. С. Симченков*

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент *А. И. Филиппов*;
кандидат технических наук, доцент *И. В. Дубень*

Крупенин, П. Ю.

К84 Механизация животноводства с основами энергосбережения.
Курс лекций : учебно-методическое пособие / П. Ю. Крупенин,
А. В. Мелехов, А. С. Симченков. – Горки : Беларус. гос. с.-х.
акад., 2026. – 152 с.
ISBN 978-985-882-778-6.

Рассмотрены технологии и техническое обеспечение производственных процессов в животноводстве. Приведены методики технологических расчетов и определения основных параметров технических средств в животноводстве.

Для студентов учреждений образования, обеспечивающих получение общего высшего образования по специальности 6-05-0811-02 Производство продукции животного происхождения.

УДК 621.3(075.8)

ББК 32.85я73

ISBN 978-985-882-778-6

© Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия, 2026

Тема 1. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ

1.1. Производственный процесс животноводческих и птицеводческих предприятий

Современная животноводческая ферма или комплекс – это сельскохозяйственное предприятие, предназначенное для равномерного круглогодичного производства высококачественной продукции на основе применения промышленной технологии, научной организации труда, высокого уровня концентрации и специализации производства на базе комплексной механизации, автоматизации и поточной организации производственных процессов.

С инженерно-строительной точки зрения ферма представляет совокупность зданий и сооружений основного и вспомогательного назначения, расположенных на одном участке и объединенных единым процессом производства конечной продукции. В состав фермы или комплекса входят поголовье животных того или иного вида, оборудование, инвентарь, кормовой двор, цех по производству и переработке кормов, сооружение для хранения и переработки навоза; забора, очистки и обеззараживания воды; инженерно-технические коммуникации, подъездные пути, ветеринарно-санитарные объекты, здания социально-бытового назначения для персонала и другие объекты.

На животноводческих фермах, в отличие от промышленных предприятий, действует принципиально иная система «человек – машина – животное». Система более сложная, с характерными особенностями и предъявляет к себе ряд специфических требований: высокая концентрация животных и специализация производства; надежное снабжение электроэнергией; прочная кормовая база, обеспечивающая животных полноценным питанием; высокая квалификация и мастерство обслуживающего персонала; четкая ветеринарная защита животных; четкая организация производства в полном соответствии с рациональной технологией содержания животных. Нормальная работа возможна только при четко отлаженной и высокоорганизованной службе технического обслуживания и ремонта машин и оборудования, бесперебойного снабжения запасными частями, обменными узлами и материалами.

Животноводческие фермы и комплексы в зависимости от вида животных подразделяются на свиноводческие, крупного рогатого скота,

овцеводческие, птицеводческие, звероводческие, кролиководческие и др.

По основному производственному направлению фермы и комплексы могут быть:

- товарные – по производству молока, мяса, яиц, шерсти и других видов животноводческой продукции, необходимой для нужд населения и промышленности;

- племенные – предназначенные для селекционного улучшения существующих и выведения новых пород скота и птицы;

- репродукторные – для размножения и выращивания молодняка ценных пород животных, которые поставляются на другие фермы для воспроизводства стада.

Классификация животноводческих комплексов дана в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Размеры животноводческих ферм и комплексов

Производственная направленность	Размеры по поголовью, тыс. гол.		
	мелкие	средние	крупные
Производство молока	0,4	0,6; 0,8; 1,2	1,6; 2,0
Выращивание нетелей	1; 2	3; 5	6; 9
Производство говядины:			
– откорм в помещениях	2; 3	5; 6	10; 12
– откорм на площадках	5	10	20; 30
Свиноводческие предприятия:			
– откормочные специализированные	1; 2; 3	4; 6; 8	12; 24
– откормочные с законченным производственным циклом	3; 6; 12	24; 54	108; 216
– репродукторные (для свиноматок)	0,3	0,6	1,2
Производство тонкорунной и полутонкорунной шерсти	2,5	5	10
Романовское овцеводство	2; 3	6	9
Откормочные овцеводческие предприятия	6; 12	18; 24	30; 40
Птицефабрики (куры-несушки)	50	100–600	1 000 и более
Птицефабрики (цыплята-бройлеры)	3 000	6 000	10 000
Птицефабрики (утята-бройлеры)	125	250	500

Фермы и комплексы могут быть с законченным циклом производства, технология которых включает размножение, выращивание животных и получение конечной товарной продукции, и специализированные, т. е. выполняющие какую-то определенную часть технологи-

ческого цикла. Животноводческие комплексы классифицируют: по подчиненности – республиканского и местного подчинения; по форме собственности – государственные, государственно-хозяйственные, межхозяйственные и хозяйственные; по источникам поступления кормов – на привозных кормах из государственных ресурсов, из ресурсов хозяйств-пайщиков, на кормах собственного производства с частичным использованием привозных кормов; по основной специализации – по производству молока, говядины, свинины, продуктов овцеводства, птицеводства, звероводства, кролиководческие и др.; по уровню специализации – с законченным производственным циклом и специализированные на отдельных стадиях производственного цикла; по размерам – мелкие, средние, крупные.

1.2. Фермы и комплексы крупного рогатого скота

Фермы и комплексы крупного рогатого скота (КРС) подразделяются: на товарные, племенные и по выращиванию ремонтного молодняка (нетелей). Товарные фермы КРС бывают молочные, мясные и смешанные. Молочные фермы предназначены для производства молока и могут быть: а) с содержанием коров и телят профилакторного периода; б) коров и телят до 4–6-месячного возраста; в) всех возрастных групп скота.

Фермы и комплексы по производству молока. Технология содержания животных на фермах и комплексах включает: систему содержания, метод обслуживания и способ содержания. В Республике Беларусь нашли применение три основные системы содержания: круглогодовая стойловая, стойлово-пастбищная и стойлово-лагерная; методы обслуживания: индивидуальный и групповой; способы содержания: привязный, беспривязный, конвейерный и комбибоксовый. Беспривязный, в свою очередь, делится на беспривязно-боксовый и беспривязный на глубокой несменяемой или часто сменяемой подстилке. Кроме того, животных могут содержать на подстилке обильной или ограниченной (солома, торф, опилки) или без нее.

В зависимости от способа содержания животных молочные фермы имеют следующие размеры. При привязном содержании – 400, 600, 800 и 1 000 коров, с беспривязным – 400, 600, 800, 1 000 и 1 200 коров. По специальным заданиям строятся комплексы мощностью на 1 600 и 2 000 коров. При проектировании фермы на 400–600 коров рекомендуется моноблочная застройка, для комплексов на 800 и более коров – павильонная застройка зданиями на 200–400 коров.

Существует комплекс на 800 коров для круглогодичного равномерного производства 3 672 т молока на промышленной основе, наиболее полно отвечающий современным требованиям специализации и концентрации молочного скотоводства. В родильном отделении трое животных содержатся на привязи с автоматическим их отвязыванием и привязыванием. Телят до 20-дневного возраста размещают в индивидуальных клетках профилактория, а затем отправляют на специализированные комплексы. Корма готовят в кормоцехе и раздают мобильными кормораздатчиками. Поение – из индивидуальных поилок ПА-1Б или АП-1В. Доеение осуществляют в доильно-молочном блоке на трех установках типа УДА-16А «Елочка-автомат», в родильном отделении – доильной установкой УДС-В в переносные ведра или агрегатами индивидуального доения АИД-1, АИД-2 «Алеся».

Навоз удаляют гидравлической самотечной системой в навозосборник насосной станции. Туда же поступает навоз из родильного отделения, подаваемый скребковыми транспортерами в поперечный самотечный канал. Из навозосборника навоз насосами перекачивают в навозохранилище, откуда вывозят на поля.

Теплоснабжение и обеспечение горячей водой осуществляется от собственной котельной, водой и электроэнергией – от наружных сетей. Канализация – в наружную сеть. Предусмотрены ограждение, благоустройство и озеленение территории.

Обслуживают поголовье 54 человека. Затраты труда на 1 ц молока составляют 2,2 чел.-ч, расход кормов на 1 ц молока – 140 к. ед.

Молочные комплексы как привязного, так и беспривязно-боксового содержания комплектуют промышленным стадом животных с продуктивностью не ниже 3 500–4 000 кг молока в год. Коровы должны быть приспособлены к условиям промышленной технологии содержания. Воспроизводство стада и производство молока организуют по поточно-цеховой технологии. Комплекс или ферму разделяют на четыре цеха: цех сухостойных коров с пребыванием в нем животных 50–60 сут, цех отелов с пребыванием в нем коров 10 сут до отела и 15 сут после отела, цех раздоя и осеменения с продолжительностью до 60–90 сут, цех основной лактации, т. е. товарного производства молока с пребыванием в нем коров до 200–230 сут. Последовательность перемещения технологических групп животных в полном составе по цехам в соответствии с физиологическим циклом образует производственный поток.

Технологию производства молока в каждом хозяйстве следует определять с учетом уровня продуктивности и особенностей породы скота, системы и способа их содержания, структуры земельных угодий, типа кормления, состояния и перспективы кормовой базы, ветеринарно-санитарной службы, обеспеченности животноводческими постройками и возможностями их реконструкции под промышленную технологию, а также обеспеченности высококвалифицированными кадрами и др.

В зависимости от конкретных условий хозяйств применяют систему как с использованием пастбищ в летний период, так и с круглогодичным содержанием животных, когда все виды кормов скармливают непосредственно в помещениях или на выгульных площадках. При использовании пастбищ, удаленных от ферм на 3 км и более, применяется стойлово-лагерная система содержания. Стойлово-пастбищная и стойлово-лагерная системы, рекомендуемые для ферм с поголовьем до 800 коров, являются основными в Республике Беларусь. С организацией долгодетных культурных пастбищ стойлово-пастбищная система значительно вытеснила стойлово-лагерную, требующую капитальных вложений в строительство и механизацию.

На современном этапе развития молочного скотоводства в Республике Беларусь применяют как привязное, так и беспривязное (на глубокой подстилке и беспривязно-боксовое) содержание коров. В хозяйствах республики наиболее распространено первое, обеспечивающее хорошие условия для индивидуального нормированного кормления и раздоя животных.

При привязном содержании различают следующие способы:

– привязный, при котором коров фиксируют в стойлах с помощью автоматизированных привязей, а все технологические процессы осуществляют без перемещения животных (доение в молокопровод или в переносные ведра, уборку навоза – скребковыми транспортерами или мобильными средствами, раздачу кормов – мобильными или стационарными кормораздатчиками). По этому принципу в настоящее время содержится до 90 % коров (в перспективе – до 50 %);

– модернизированный привязный, когда коров во время кормления и отдыха фиксируют в стойлах, а в период главного технологического процесса (доения) освобождают от привязей и перегоняют на доение в доильный зал. Раздача кормов обеспечивается стационарными кормораздатчиками, уборка навоза – дельта-скреперными установками. На обеих операциях можно применять также мобильные средства;

– комбибоксовый, при котором коров фиксируют в стойлах (боксах) с помощью боковых ограждений и заднего фиксатора (цепи, капронового каната или поднимающейся дуги) во время кормления и отдыха. Доеение – в доильных залах, раздача кормов – стационарными или мобильными кормораздатчиками; уборка навоза – дельта-скреперами или мобильными средствами;

– конвейерный, когда коров содержат в стойлах, а во время проведения технологических процессов переводят в зону обслуживания с помощью конвейера. При движении конвейера осуществляют доеение коров, раздачу кормов и уборку навоза.

Беспривязное содержание является перспективным и применяется в новых животноводческих помещениях или при коренной реконструкции существующих. Прямые затраты на 1 ц молока при содержании коров на глубокой подстилке или в боксах с использованием комплексной механизации всех процессов составляют 1,6–2,5 чел.-ч или в 1,3–1,5 раза ниже по сравнению с привязным.

В практике известны пять видов беспривязно-боксового содержания коров: с кормлением их на выгульно-кормовых дворах; с кормовой зоной, расположенной против боксов для отдыха; с отдельной кормовой зоной и кормовой зоной, расположенной перпендикулярно к зоне отдыха (число мест в зоне кормления соответствует половине количества коров в секции); с устроенными для отдыха коров боксами, огражденными боксовыми конструкциями и совмещенными с кормушками.

Организация и нормирование кормления при обоих видах содержания имеют свои особенности: при привязном возможно как индивидуальное, так и групповое кормление коров основной частью рациона, при беспривязном – только групповое. Выдача концентрированных кормов и различных добавок осуществляется с учетом индивидуальных особенностей животных (продуктивности, физиологического состояния).

Фермы и комплексы по выращиванию нетелей предназначены для выращивания ремонтного молодняка, поступающего затем на ремонт стада молочных ферм и комплексов. Их строят по типовым проектам мощностью 1, 2, 3, 6 и 9 тыс. гол. Коровы на крупных фермах должны быть пригодны к машинному доению, иметь продуктивность не менее 3 500 кг молока за лактацию и в течение длительного периода обеспечивать нормальное воспроизводство. Для этого необходимо ежегодно вводить в стадо 25–30 % первотелок, выбраковывать и вы-

ранжировать не менее 22–27 % коров, что требует пересмотра традиционных методов ремонта стада и организации племенной работы для повышения эффективности отбора и подбора молочного скота.

В настоящее время ремонтный молодняк, как правило, содержится в помещениях, разбросанных по территории хозяйств. Это создает значительные трудности в организации направленного выращивания нетелей. Молодняк отстает в росте и развитии, хотя затраты кормов и труда высокие. В таких условиях трудно применять прогрессивную технологию и современную механизацию производственных процессов.

В ближайшие годы основную массу телок предусматривается выращивать в специальных фермах, где рекомендуется использовать полный цикл выращивания ремонтного молодняка с 10-дневного возраста до 7-месячной стельности. Его продолжительность составляет 24–26 мес. С учетом этого рассчитывают потребность в молодняке и размеры спецхоза. При наличии в межхозяйственном производственном объединении 6 тыс. коров при 30%-ной ежегодной потребности в первотелках объем выращивания нетелей в спецхозе составит 3 900 гол.

Потребность в количестве ското-мест рассчитывают следующим образом: определяют требуемое поголовье нетелей, которое умножают на продолжительность производственного цикла в месяцах, и полученное произведение делят на число месяцев в году.

Размеры спецхозов могут быть приняты на 3 000 и 6 000 ското-мест в зависимости от конкретных условий. Сущность поточной технологии выращивания нетелей состоит в том, что помещения для телок разных возрастов составляют единую поточную линию. Животных из помещений в период выращивания, по мере их роста, переводят в строгом соответствии с циклограммой. При этом помещения делят на секции, в каждой из которых размещают животных одного возраста. Секции должны использоваться по принципу «полностью свободно – полностью занято», т. е. одновременно заполняются животными и также освобождаются при переводе их в другое помещение или при реализации.

Весь цикл выращивания телок от 10–20-дневного до 26-месячного возраста подразделяют на пять периодов: I – до 3 мес. – 70 дн.; II – до 6 мес. – 90; III – до 14 мес. – 240; IV – до 20 мес. – 180 и V – до 26 мес. – 180 дн.

Перевод животных в старшие группы, а также отправка в хозяйства осуществляются через определенные интервалы, увеличение которых более чем на 15 дн. затрудняет формирование однородных групп животных. Телок из хозяйств-поставщиков завозят через каждые 13 дн. на протяжении всего года. Для выращивания ремонтного молодняка отбирают нормально развитых, здоровых телок (в возрасте 10–20 дн.) от лучших по племенным качествам и молочной продуктивности коров и быков. Возраст поставки телок определяется принятой технологией, в срок – согласно разработанному графику.

Поступившие для выращивания телки проходят в карантинном отделении санитарную обработку, после чего их направляют в изолированные секции, где они содержатся 30 дн.

Наиболее прогрессивный и экономически целесообразный способ содержания телок и нетелей – беспривязный в боксах. Индивидуальные боксы для содержания животных каждого периода выращивания должны иметь следующие габариты (табл. 1.2).

Таблица 1.2. Размер индивидуальных боксов

Возраст телок, мес.	Размер бокса, см		Высота разделителей, см
	ширина	длина	
1–3	50	110–120	80
3–6	60	130	80
6–10	75	140	80
10–15	80	150	90
15–20	85	170	90
20–24 (нетели)	90	180	90

Фермы и комплексы по производству говядины предназначены для выращивания, дорастивания и откорма молодняка крупного рогатого скота. Их строят вместимостью 2, 3, 5, 6, 10 и 12 тыс. гол. В зависимости от принятой технологии производства они могут быть с законченным циклом производства говядины по промышленной технологии, включающей выращивание телят, дорастивание и откорм животных или специализированными на отдельных стадиях производства.

Промышленная технология комплекса по выращиванию и откорму 10 тыс. гол. молодняка КРС предусматривает два периода. Первый период содержания составляет 130 дн. и включает две фазы: первая – выращивание (60 дн.) и вторая – дорастивание (70 дн.). Вторым периодом (период заключительного откорма) составляет 288 дн. Таким образом,

полный производственный цикл выращивания и откорма составляет 418 дн.

Бычки с молочных ферм и комплексов 15–20-дневного возраста и массой по 45–50 кг поступают на откорм партиями по 360 гол. ритмично, через каждые 13 дн. Из них формируют группы по 360 гол. в каждой. Сформированная группа представляет собой производственную единицу, животные которой на любом этапе выращивания и откорма находятся в одинаковых условиях. Поступивших телят размещают в приемном отделении, производят ветеринарную обработку и взвешивание, после чего их на месяц направляют в карантинное отделение, где они содержатся в индивидуальных клетках размером $1,2 \times 0,45 \text{ м}^2$. Через месяц телят переводят в групповые клетки по 10 гол. в каждой. Содержание беспривязное на щелевых полах с планками шириной 5 см и щелями 2 см. Площадь пола составляет $1,5 \text{ м}^2$ на голову. Навоз из-под таких полов удаляют гидравлическим способом.

После первого периода бычков перемещают в помещения второго периода. Пол здесь также решетчатый, из железобетона. На одну голову приходится $2,07 \text{ м}^2$ пола. Весь производственный цикл на комплексе разделен на два периода и три фазы. Для каждой фазы производственного цикла разработана программа кормления молодняка с учетом возраста, функционального состояния желудочно-кишечного тракта и потребности животных в кормах на запланированный прирост.

Первый период. Первая фаза (выращивание) имеет продолжительность 60 дн. При плановом суточном приросте 600 г бычки в конце фазы должны иметь живую массу 84 кг. В первую фазу выращивания животные получают за сутки 0,43 кг заменителя цельного молока (ЗЦМ), 0,69 кг комбикорма и 0,18 кг сена хорошего качества. Питательная ценность суточного рациона составляет 1,94 к. ед. и 254 г перевариваемого протеина.

Вторая фаза первого периода имеет продолжительность 70 дн. Средний суточный прирост должен составлять 880 г, а в конце фазы живая масса должна быть 128 кг. Средний суточный рацион второй фазы состоит из 2 кг комбикорма и 0,61 кг сена или резки. Питательность этого рациона – 3,34 к. ед. и 448 г перевариваемого протеина.

Второй период (третья фаза) имеет продолжительность 288 дн. Живая масса в конце фазы должна быть 450–480 кг при среднем суточном приросте 1 221 г. Интенсивный откорм молодняка основывается на неограниченном использовании смеси комбикормов с сенажом.

В этой фазе суточный рацион состоит из 67 % концентрированного корма и 33 % сенажа. Структура среднего суточного рациона – 5,3 кг комбикорма и 8,4 кг сенажа. Питательная ценность рациона – 7,6 к. ед. и 843 г переваримого протеина.

За весь производственный цикл (418 дн.) на одно животное затрачивается: ЗЦМ – 28 кг, сена – 52, сенажа – 2 296, комбикорма – 1 630 кг, что составляет 2 383 к. ед. и 273,3 кг переваримого протеина. Годовая потребность в кормах (т) промышленного комплекса мощностью 10 000 гол. следующая: ЗЦМ – 276,7, сено – 513,9, сенаж из люцерны – 2 269,4, комбикорм – 161 093.

В помещениях создают нормальные зоогигиенические условия с помощью систем отопления и вентиляции. Для удаления навоза из помещений применяют гидравлический способ. Экскременты через щели решетчатых полов поступают в продольные каналы, перетекают в поперечный (магистральный) канал, а из него попадают в навозосборник и далее в навозохранилище, где в течение 3–4 мес. происходит расслаивание их на густую и жидкую фракции.

Тема 2. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

2.1. Структура стада

Структура стада – это процентное выражение доли различных половозрастных групп в стаде (на ферме, фабрике, хозяйстве и т. п.). Знать структуру стада необходимо для определения потребности в кормах, для выбора типа и количества животноводческих зданий на предприятии. Структура стада зависит от специализации животноводческих и птицеводческих предприятий и принятой на них технологии производства продукции.

При проектировании специализированных животноводческих предприятий *по производству молока* структура стада может быть принята следующей:

- 1 – дойные коровы – 75–85 %;
- 2 – сухостойные коровы и нетели – 13–15 %;
- 3 – коровы родильного отделения – 12–13 %;
- 4 – телята профилактичного периода (до 20-дневного возраста) – 5–10 %.

Для специализированных предприятий *по производству говядины*:

- 1 – телята от 15–20 дн. до 6 мес. – 33,33 %;
- 2 – телята от 6 мес. до 12 мес. – 33,33 %;
- 3 – молодняк от 12 мес. до 16 мес. – 33,33 %.

Структура стада свиней включает следующие половозрастные группы: хряков, основных и проверяемых маток, поросят-сосунов, поросят-отъемышей, ремонтного молодняка и свиней на откорме. Структура стада зависит от специализации свиноводства и конкретных хозяйственных условий.

Хряки – это взрослые самцы, используемые для оплодотворения самок. Хряков используют не более 5–6 лет.

Свиноматки – это взрослые матки, используемые для получения поросят. Свиноматок содержат в хозяйстве 4,5–5 лет, так как в дальнейшем их продуктивность снижается. Различают основных и проверяемых свиноматок.

Основные свиноматки представляют собой лучшую часть всего маточного поголовья, обладающую хорошим здоровьем, крепкой конституцией и высокой плодовитостью. Многоплодие – это число поросят, принесенное за один опорос. За год от основной свиноматки получают

не менее двух опоросов и выращивают 18–20 поросят. Большое значение имеет молочность свиноматок – масса всех поросят (помета) в 21-дневном возрасте, так как в этот период единственным продуктом питания для них является молоко матери. Молочность свиноматки должна быть не менее 60 кг. Ежегодно в хозяйствах 30–40 % всех основных свиноматок выбраковывают и заменяют молодыми (из числа проверяемых).

Проверяемые свиноматки – это свинки, полученные от свиноматок ценных пород и опоросившихся только один раз. Проверяемых свиноматок, которые за опорос дают 9–10 поросят и имеют молочность не менее 60 кг, переводят в основные.

Поросята-сосуны – это поросята до отъема. В зависимости от направления и условий хозяйств возраст раннего отъема составляет 26–36 дн., нормального – 60 дн.

Поросята-отъемыши – это молодой в возрасте от 60 дн. (при раннем отъеме – от 26–36 дн.) до 3,5–4 мес.

Ремонтный молодой, как правило, старше 4 мес. и происходит от животных ценных пород. Ремонтным молодым заменяют выбывающих хряков и свиноматок.

Молодняк на откорме – это молодой в 4-месячном возрасте, оставленный на откорм. На откорм ставят также выбракованных взрослых животных.

Для специализированных свиноводческих предприятий *репродукторного направления*:

– основные свиноматки – 60 %, из них: старше двух лет с поросятами – 30 %;

– ремонтные свиноматки – 40 %, из них: свиноматки до двух лет с 8 поросятами – 20 %;

Свиноводческие специализированные откормочные комплексы:

1 – массой 20–30 кг – 20 % 2–3 мес.;

2 – массой 30–40 кг – 20 % 3–4 мес.;

3 – массой 40–55 кг – 20 % 4–6 мес.;

4 – массой 53–80 кг – 20 % 7–8 мес.;

5 – массой 80–110 кг – 20 % 8–10 мес.

Птицеводческие предприятия яичного направления при производстве диетического яйца: куры-несушки – 100 %.

Птицеводческие предприятия при производстве инкубационного яйца:

- 1 – куры-несушки – 77 %;
- 2 – петухи – 23 %.

Овцеводческие предприятия репродукторного направления:

- 1 – овцематки – 100 %;
- 2 – ягнята – до 90 % от количества овцематок.

Овцеводческие предприятия откормочного направления:

- 1 – возраст 1–2 мес. (массой до 20 кг) – 25 %;
- 2 – возраст 3–4 мес. (до 30 кг) – 25 %;
- 3 – возраст 5–6 мес. (до 40 кг) – 25 %;
- 4 – возраст 6–7 мес. (до 50 кг и выше) – 25 %.

При проектировании (дипломном и курсовом) необходимо определить количество голов животных в каждой группе, необходимое для выполнения плана предприятия по производству продукции и обеспечению поточности производства.

2.2. Проектирование генерального плана фермы или комплекса

Генеральный план животноводческого или птицеводческого предприятия проектируется в соответствии с требованиями, основным из которых является следующее: «...проектируемые сельскохозяйственные предприятия, здания и сооружения следует размещать в производственных зонах перспективных сельских населенных пунктов в соответствии с утвержденными в установленном порядке проектами планировки и застройки населенных пунктов с учетом утвержденных схем размещения...».

При разработке проекта современного животноводческого предприятия решаются вопросы организации территории, использования навозных и фекальных стоков, регулирования водно-климатического режима, охраны окружающей среды, развития внеплощадочных сетей и коммуникаций и т. д., с учетом соответствия принятых решений не только задачам сегодняшнего дня, но и на перспективу.

В основе проекта любого животноводческого объекта (комплекса, здания, сооружения) лежит технология производства продукции, так как только технология, принятая для данного предприятия, с учетом конкретных природных и экономических условий определяет состав

зданий и сооружений, решения генерального плана, объемно-планировочные решения отдельных зданий и сооружений.

Спецификой сельского хозяйства, в частности животноводства, является то, что технология определяется, прежде всего, биологическими процессами. Они, в принципе, могут протекать вообще без механизации и инженерного оборудования. Технология может не претерпевать существенных изменений при изменении используемых средств механизации. Однако это не означает, что технология в животноводстве не связана с механизацией производственных процессов. Между технологией и механизацией, особенно в условиях перевода животноводства на промышленную основу, создания механизированных и автоматизированных технологических линий, существует взаимосвязь и взаимозависимость. Поэтому современное животноводческое предприятие следует рассматривать как биотехническую систему, т. е. как совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых биологических и технических систем и объектов.

На экономическую эффективность производства продукции животноводства существенное влияние оказывает организация территории животноводческого предприятия. Таким образом, генеральный план животноводческого предприятия является важнейшей частью проекта. При разработке генерального плана решается способ планировки и застройки территории, размещения инженерных сетей и транспортных коммуникаций.

При разработке генерального плана животноводческого, птицеводческого и других предприятий решаются следующие взаимосвязанные вопросы его планировки, застройки и благоустройства:

- увязка генерального плана предприятия с внешними инженерными коммуникациями и сетями;
- производственно-технологическая взаимосвязь зданий и сооружений (зонирование территории предприятия, кооперирование и блокирование зданий и сооружений, выбор системы внутрифермского транспорта, организация грузовых и людских потоков, трассировка подземных, наземных и надземных сетей и коммуникаций);
- архитектурно-планировочная структура предприятия, характер застройки, месторасположение, форма и конфигурация зданий и сооружений, их ориентация по странам, по сторонам света и розе ветров, организация отдыха, расположение входов и выездов на территорию

предприятия, озеленение, инженерное оборудование и благоустройство территории;

- обеспечение возможности развития и расширения комплексов;
- обеспечение необходимых санитарно-гигиенических условий по охране водоемов, почвы, атмосферы, а также территории жилой зоны от загрязнений производственными отходами животноводческого предприятия и др.

Основными принципами проектирования генерального плана предприятия являются:

- создание условий для производства заданного количества продукции при минимальных затратах труда, средств, материалов и кормов;

- создание благоприятных условий труда;

- комплексность учета при проектировании экономических, технологических, санитарно-гигиенических и художественно-эстетических требований;

- учет природно-климатических, инженерно-геологических и топографических условий;

- внедрение передовых достижений науки и техники;

- зонирование территории комплекса.

Функциональные требования. Территорию животноводческого или птицеводческого предприятия необходимо разделить на зоны, т. е. на части территории, на которой размещены здания и сооружения, имеющие общее производственное значение, единство санитарной, зооветеринарной и противопожарной характеристик, однородный уровень инженерных конструкций и транспортного обслуживания. Взаимное размещение зон проводится с учетом обеспечения удобной и кратчайшей связи между собой, сокращения протяженности инженерных коммуникаций, соблюдения санитарных и противопожарных требований. При этом необходимо учитывать возможность расширения их территории при увеличении производственной зоны предприятия.

Возможное деление на зоны территории животноводческого предприятия и состав каждой зоны приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1. **Перечень и состав зон животноводческого предприятия**

№ п/п	Наименование зоны	Состав зоны
1	Административно-хозяйственная	Административно-бытовые здания, столовая, ветеринарно-санитарный пропускник, помещение связи (АТС), медпункт, прачечная, душевая, сауна, сооружения для отдыха работающих, предобъектная площадь и т. д.
2	Производственная (основного назначения)	Здания для содержания животных, выгульные или выгульно-кормовые двory
3	Ветеринарно-санитарная	Ветеринарный пункт, изолятор, убойно-санитарный пункт, площадка для обработки кожного покрова животных
4	Хранения и приготовления	Кормоцех, хранилища кормов, весовая
5	Вспомогательных зданий и сооружений	Котельная, склады топлива, пункт ТО, гараж внутреннего транспорта, трансформаторная подстанция, сооружение, водоснабжение
6	Хранения и обработки навоза	Навозохранилища, сооружения для обработки и переработки навоза

Технологические требования к генеральному плану состоят в размещении функциональных зон и отдельных сооружений с учетом поточности производства; создании наиболее благоприятных условий для выполнения производственных процессов; исключении встречных и пересекающихся направлений основных технологических потоков, соблюдении норм технологического проектирования объектов.

Транспортные требования заключаются в размещении зданий и сооружений, при котором грузы доставляются по кратчайшему пути, исключается пересечение грузовых потоков; в выборе рационального вида транспорта.

При разработке генерального плана предприятия следует стремиться к максимальному сокращению его территорий, коммуникаций сетей, внутрифермских дорог, затрат на вертикальную планировку, а также обеспечивать большую плотность застройки.

Участок предприятия должен иметь такую конфигурацию, которая способствовала бы эффективному использованию как самого участка, так и прилегающих к нему сельскохозяйственных угодий.

Инженерно-технические требования к генеральному плану заключаются в выполнении противопожарных норм и правил, учете свойств и качеств грунтов, рациональном размещении животноводческого предприятия и отдельных зданий и сооружений по отношению к

рельефу участка, учете особенностей применяемых средств механизации. К этим требованиям относятся выбор рельефа участка, его геологических и гидрогеологических характеристик, размеров и конфигурации площади. Рельеф местности, где планируется разместить комплекс, должен быть спокойным. Допускается по поперечной оси здания уклон до 1 %. Участок должен быть несколько возвышенным, незатопляемым паводками и ливневыми водами. Водоносные горизонты должны быть на глубине более 12 м.

Экономические требования к различным вариантам планировки комплексов сводятся к обеспечению минимальных совокупных затрат на их строительство и эксплуатацию. Поэтому варианты выбирают по приведенным затратам (Π) с учетом транспортных расходов по доставке продукции к потребителю, по выражению

$$\Pi = C + E_n \cdot K + T_p \Rightarrow \min, \quad (2.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб.;

E_n – нормативный коэффициент эффективности производства,
 $E_n = 0,18$;

K – удельные капиталовложения на единицу продукции, руб.;

T_p – транспортные расходы по доставке единицы продукции к потребителю, руб.

Вариант, при котором величина приведенных затрат минимальная, является наиболее экономичным.

Зооветеринарные требования к размещению площадок для строительства животноводческих комплексов направлены на уменьшение распространения заразной болезни животных (эпизоотии). Площадку для строительства комплекса нельзя располагать на месте бывших скотогильников, кожсырьевых предприятий, животноводческих, птицеводческих и звероводческих ферм.

Размер площади должен обеспечивать размещение всех подсобных производственных, складских и вспомогательных зданий и сооружений обслуживающего назначения.

Санитарно-гигиенические требования направлены на создание здоровых условий для работы персонала предприятия, на устранение взаимного неблагоприятного воздействия различных объектов, создание оптимальных условий для содержания животных, на исключение распространения инфекционных и инвазионных заболеваний. Санитарные требования к генеральному плану состоят в обеспечении стока с территории атмосферных вод, обеспечении естественного проветри-

вания территории, ориентации зданий и выгульных площадок относительно сторон света.

Свиноводческие комплексы должны быть огорожены и отделены от ближайшего жилого района санитарно-защитной зоной (разрывом).

Размеры санитарно-защитных зон для свиноводческих предприятий по выращиванию и откорму с количеством менее 12 тыс. гол. в год следует принимать не менее 500 м, от 12 до 54 тыс. гол. – 1 500 м, более 54 тыс. гол. – 2 000 м.

Вдоль границ территории свиноводческих комплексов следует создавать зеленую зону из древесных насаждений шириной не менее 30 м.

Сточные воды комплексов разрешается сбрасывать в канализационную систему поселков. Открытые навозохранилища, в которых содержится жидкий навоз, размещают от жилой зоны на расстоянии не менее 1 200 м, а хранилища стоков – не менее 500 м.

Расстояние от жилой застройки до полей, орошаемых краткоструйным поливом, должно быть не менее 100 м, а при дальноструйном – не менее 200 м. Водозабор предусматривают по течению реки выше места расположения поселка, производственной зоны и комплексов. Участок располагают не ближе 200 м от магистралей республиканского значения и не ближе 100 м от других транспортных магистралей.

Ориентация здания должна быть меридиональной (продольной осью с севера на юг). Для Республики Беларусь разрешается делать отклонения в пределах до 30–45°.

Расстояния между зданиями должны удовлетворять санитарным, зооветеринарным, противопожарным и технологическим требованиям и нормам.

При правильной застройке комплекса одноэтажными зданиями наибольшим разрывом между ними является противопожарный. При размещении в разрывах между основными зданиями выгулов интервал может быть увеличен.

При застройке животноводческих предприятий многоэтажными зданиями наибольшим разрывом является санитарный. Основные и вспомогательные сооружения располагают с учетом требуемых правил пожарной безопасности и зооветеринарных разрывов. Расстояние выбирается по наибольшему его значению.

При разработке генерального плана должны выполняться следующие ветеринарно-санитарные мероприятия:

1 – территория крупного животноводческого предприятия должна быть распределена на две основные зоны (зона непосредственного производства, обнесенная оградой, и зона обслуживания). При разработке генерального плана следует предусмотреть исключение въезда внешнего транспорта на территорию предприятия;

2 – сообщение между указанными зонами комплексов, а также въезд на территорию должны осуществляться через дезинфекционный барьер, который размещается на главном въезде на территорию (с подогревом дезинфекционного раствора зимой) и при въезде в зону хранения кормов;

3 – требуется строгое разделение содержания различных половозрастных групп животных с исключением контакта между ними, соблюдение нормированных санитарных и ветеринарных разрывов между зданиями.

При комплектовании животноводческого предприятия поголовья из других хозяйств или вывозе в другие хозяйства для племенных или других целей в составе предприятия должно быть карантинное здание или помещение, в задачу которого входят прием, ветеринарно-санитарная обработка, выдержка, проведение диагностических исследований и профилактическая обработка животных.

Размеры карантина зависят от вида животных, циклограмм поступления и движения поголовья.

В составе животноводческого предприятия следует предусмотреть ветеринарный, или ветеринарно-профилактический пункт, ветеринарную лабораторию, санитарный пункт, изолятор, дезинфекционный блок.

К числу ветеринарно-санитарных мероприятий относится регулируемое и контролируемое передвижение персонала, обеспечение его спецодеждой, санитарная обработка работников и посетителей, проектирование для этой цели специальных помещений (санпропускников, профилакториев и т. д.). Карантинные отделения и изоляторы размещают на обособленных участках: изолятор, санитарную бойню и здание конфискатов – в одной группе зданий, при этом пути, ведущие к ним, не должны пересекаться с прочими транспортными потоками. Кормохранилища, кормоприготовительные отделения и цеха, ветеринарно-санитарные пропускники, погрузочные и разгрузочные платформы, здание для конфискатов, хранилище навоза располагают по линии ограждения предприятия.

Общую площадь территории участка фермы (F_o , м²) определяют по формуле

$$F_o = \sum_{i=1}^n f_i \cdot m_i, \quad (2.2)$$

где f_i – удельная норма площади на одно животное или птицу, м²/гол.;
 m_i – поголовье данного вида животных или птицы.

Территории фермы следует придавать форму квадрата или прямоугольника.

Площади основных и вспомогательных животноводческих помещений определяют на основании структуры стада, технологии содержания и норм площади пола на одну голову по формуле

$$F_c = \sum_{i=1}^n f_i \cdot m_i \cdot \kappa, \quad (2.3)$$

где F_c – площадь животноводческого помещения, м²;

f_i – удельная норма площади на одно животное для помещения, м²/гол.;

m_i – количество животных определенного вида, гол.;

κ – коэффициент увеличения площади помещения на проходы.
($\kappa = 1,5-1,7$).

Длину всех производственных помещений для животных и птицы целесообразно иметь одинаковой, варьируя в пределах строительных норм ширину B здания, длина (L , м) которого, например коровника, может быть вычислена по формуле

$$L = \frac{F_c}{B \cdot N_i} = \frac{f_i \cdot m_i \cdot \kappa}{B \cdot N_i}, \quad (2.4)$$

где B – ширина коровника или другого животноводческого помещения, м;

N_i – количество коровников или других помещений для скота или птицы, предусмотренное в проекте.

Фактическая длина помещения должна быть кратной шагу строительных колонн, который принимают равным 6 м. При получении дробного числа полученная величина округляется в большую сторону в зависимости от остатка до 3 или 6 м.

При проектировании животноводческих и птицеводческих зданий следует применять следующие объемно-планировочные параметры:

- пролеты – 18; 12; 9; 7,5; 6; 3 м;
- шаги – 6; в крайних рядах по торцевым и продольным стенкам допускается принимать 3 м;
- высоты – 2,4; 2,7; 3,3; 3,6 м;
- ширина зданий – 24; 21; 18; 15; 12; 10; 9; 7,5; 6 м.

Размещение отдельных зданий и сооружений на генплане должно проводиться со строгим учетом требований технологий и увязки отдельных технологических линий в единую поточную технологическую схему фермы, а также с учетом максимально возможного блокирования.

Площади выгульных дворов определяют на основании норм площади на единицу поголовья по формуле

$$F_{\text{вд}} = f_{\text{к}} \cdot m_i, \quad (2.5)$$

где $F_{\text{вд}}$ – площадь выгульных дворов, м²;

$f_{\text{к}}$ – нормы площади на единицу поголовья, м²/гол.;

m_i – количество животных по группам.

Площади хранилищ для каждого вида корма вычисляются по выражению

$$F_{\text{хр}} = \frac{V_{\text{к}}}{H} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i \cdot m_i \cdot D \cdot \kappa_{\text{с}}}{H \cdot \gamma}, \quad \text{м}^2, \quad (2.6)$$

где $V_{\text{к}}$ – объем корма, который должен храниться на ферме, м³;

H – высота укладки данного корма в хранилище, м;

q_i – суточная норма дачи корма для i -й группы животных, кг/гол.;

m_i – количество животных i -й группы, гол.;

D – число дней кормления;

$\kappa_{\text{с}}$ – 1,5–2 – коэффициент страхового запаса корма;

γ – средняя объемная масса корма, кг/м³.

Площадь навозохранилища (пометохранилища) $F_{\text{н}}$ (м²) рассчитывают по формуле

$$F_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{с}} \cdot D_{\text{хр}}}{h \cdot \gamma}, \quad (2.7)$$

где Q_c – масса навоза, получаемого на ферме за сутки, кг;

D_{xp} – продолжительность хранения навоза в навозохранилище, сут;

h – глубина навозохранилища, м; $h = 1,5–2,5$ м;

γ – объемная масса навоза, кг/м³ ($\gamma = 700–1\ 100$ кг/м³).

Далее на генеральный план наносят производственные помещения с учетом противопожарных и санитарных разрывов. Противопожарные разрывы между сооружениями и открытыми хранилищами грубых кормов (сено, солома) зависят от степени огнестойкости сооружения: для II степени – 100 м, а для III, IV и V степеней – 150 м.

Затем размещают вспомогательные постройки, источники воды, электроэнергии и их коммуникации, противопожарные водоемы, гаражи для хранения машин, пункт технологического обслуживания и санитарно-защитные зоны.

С целью создания единого технологического комплекса, обеспечивающего выполнение всех производственных процессов, на территории фермы должны быть предусмотрены основные здания и сооружения: кормопункт, сенажные и силосные траншейные хранилища, площадка для корнеклубнеплодов, навозохранилище, весовая, родильное отделение и др.

Тема 3. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

3.1. Особенности поведения и технологические промеры крупного рогатого скота

К стойловому оборудованию относят стойла, боксы, денники, а также ограждения секций, скотопрогонов и кормового стола. Для правильного выбора конструкции и параметров стойлового оборудования важно знать промеры животных и некоторые особенности их поведения при поедании корма, испражнении и во время отдыха.

В каждом стаде есть как коровы-лидеры, так и угнетаемые животные. На пастбище животные различных рангов выдерживают от 0,5 до 5 м дистанции между собой. В условиях помещений соблюдать эту дистанцию значительно труднее, поэтому конфликтные ситуации возникают чаще.

Анализ результатов исследований особенностей поведения крупного рогатого скота позволяет сделать ряд обобщений, которые следует учитывать при проектировании или выборе стойлового оборудования.

1. Перевод коровы в новое для нее сообщество – это стрессовая ситуация для животного, часто приводящая к снижению продуктивности.

2. Иерархия животных сохраняется даже после обезроживания и проявляется в том, что лидеры занимают лучшие места, первыми выходят из секций, активнее ведут себя у кормушки и т. д.

3. Животные неохотно занимают боксы у наружных дверей и предпочитают пристенные боксы в сравнении со сдвоенными (голова к голове) боксами.

4. Коровы имеют склонность к чередованию максимальной и минимальной активности. Наименьшая активность наблюдается обычно в середине дня и в середине ночи.

5. Крупный рогатый скот чаще всего лежит на боку, при этом голова вытянута вперед или отведена в сторону (рис. 3.1). На одном боку корова лежит около часа, затем она встает, потягивается и ложится на другой бок.

6. Коровы предпочитают стоять и лежать на слегка наклонной поверхности так, чтобы задняя часть тела была немного ниже передней. На небольшой склон им также легче ложиться и вставать.

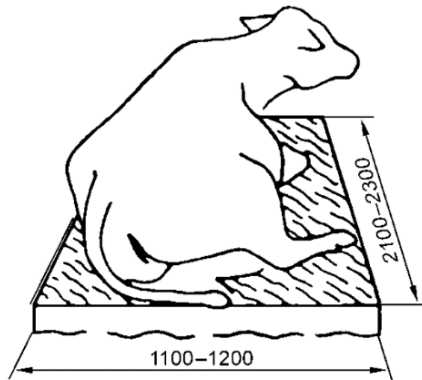


Рис. 3.1. Положение коровы при лежании и размеры площадки для отдыха

7. Ложась или вставая (рис. 3.2), корова подается туловищем вперед, делая своеобразный выпад головой, в связи с чем в передней части места для отдыха следует иметь свободное пространство, длина которого составляет порядка $\frac{1}{3}$ от длины туловища животного.

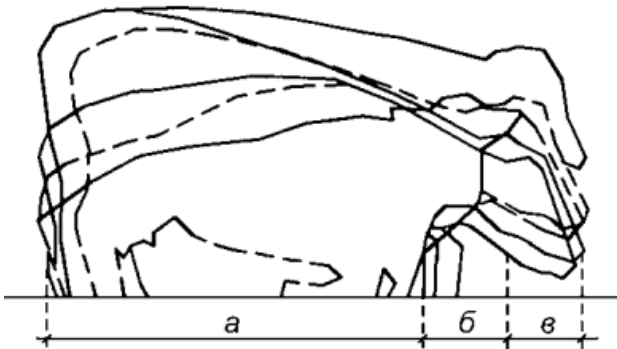


Рис. 3.2. Положения коровы при вставании:
а – место для туловища; *б* – место для головы; *в* – место для выпада

8. Животные обычно привыкают к боксовому содержанию довольно быстро, в течение 2–3 нед. Однако 1–3 % животных (обычно одни и те же) не используют боксы, а ложатся в навозных или кормонавозных проходах.

9. Высокопродуктивная корова должна лежать примерно половину суток (12–14 ч), поэтому зона отдыха должна быть достаточно комфортной. По результатам наблюдений, на бетонном полу без подстилки коровы лежат в боксе 7 ч, на резиновом коврикe – 10 ч, на двухслойном матрасе – 14 ч. На пастбище коровы обычно отдыхают 12–15 ч.

10. Крупный рогатый скот при движении назад не может поднимать ноги, поэтому, чтобы боксы меньше загрязнялись, их пол размещают выше поверхности навозного прохода на 150–200 мм. Бóльший перепад высот приводит к травмам вымени и конечностей.

11. При испражнениях крупный рогатый скот выгибает спину. Эту его особенность можно использовать для поддержания чистоты стойл при привязном способе содержания. С этой целью над стойлами на определенной высоте через изоляторы подвешивают металлические штанги, на которые подается напряжение от генератора импульсов электроизгороди. Получая электрический удар при испражнениях, животные отступают назад, к краю стойла, и основная масса экскрементов попадает в навозный лоток. Животные быстро привыкают к этому и заранее отступают назад, не касаясь штанги.

Для выбора параметров стойлового оборудования крайне важно знать технологические промеры крупного рогатого скота (рис. 3.3). Наиболее важные из них: высота в холке, косая длина туловища, общая длина и ширина животного, длина головы, ширина лба.

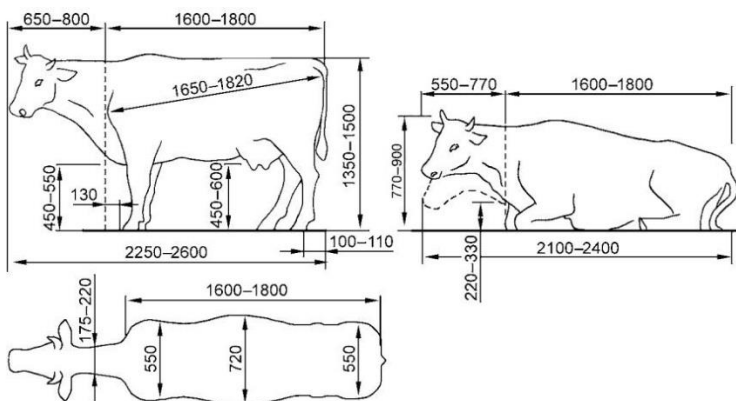


Рис. 3.3. Промеры молочной коровы

Технологические промеры крупного рогатого скота зависят главным образом от массы животного. Разница в значениях для животных одинаковой массы, но разных пород или возраста обычно не существенна. Естественно для телят и молодняка промеры изменяются по мере роста животного, причем наиболее интенсивно – в первые 6 мес. жизни. Затем скорость роста замедляется.

3.2. Проектирование помещений для привязного содержания крупного рогатого скота

При привязном способе содержания стойло – основное место обитания коровы. Поэтому здоровье, продуктивность и воспроизводительная способность животных во многом зависят от конструкции и размеров стойла.

Ширина стойл зависит от массы коров и составляет от 1,0 до 1,2 м. Для коров средней массы (до 500 кг) рекомендуется использовать стойла шириной 1,1 м, а для более крупных – 1,2 м. Чаще всего выбирают стойла шириной 1,2 м, так как этот размер целое число раз укладывается в стандартный шаг колонн (6,0 м), поддерживающих перекрытие коровника. В случае привязного содержания глубокоствельных коров в родильном отделении ширина стойла должна быть 1,5 м.

Длина стойла зависит от косо́й длины туловища коровы, вида привязи и конструкции ограждения кормушки. По этому параметру стойла делят на длинные, средние и короткие.

Длинные стойла могут иметь длину до 2,5 м. В них отсутствует ограждение кормушки и применяется свободная длинная привязь, закрепляемая только снизу. Длинное стойло удобно для коровы, но требует больших затрат труда на очистку его от навоза, так как вследствие большой свободы перемещения животного до половины поверхности его пола оказывается загрязненной. В связи с этим длинные стойла рационально применять только для содержания глубокоствельных коров в родильном отделении.

Среднее стойло отличается не столько своей длиной, сколько наличием ограждения кормушки (кормовой решетки), отделяющей стойло от кормушки (рис. 3.4). Конструкция этого ограждения не позволяет лежащей корове держать голову над кормушкой и поэтому длину среднего стойла принимают на 0,4–0,5 м больше косо́й длины туловища животного. При использовании стойл средней длины по-прежнему требуются значительные затраты ручного труда для очистки их от

навоза, так как более 60 % экскрементов животных не попадает в желоб навозоуборочного транспортера (рис. 3.5).

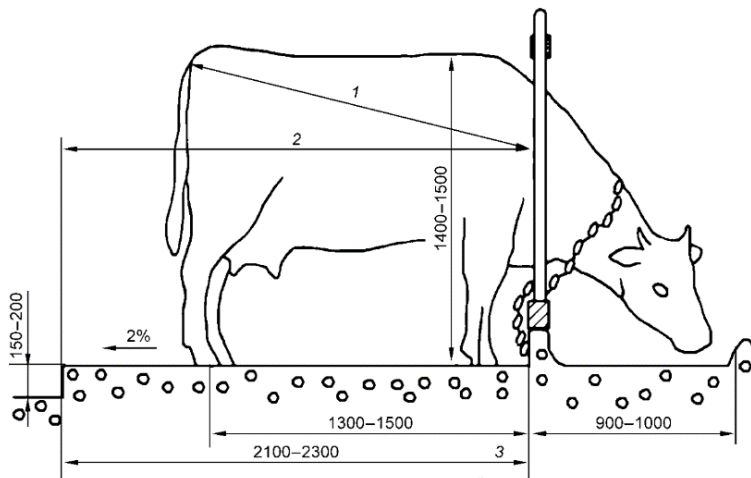


Рис. 3.4. Положение коровы в стойле средней длины:
1 – косая длина туловища; *2* – длина стойла



Рис. 3.5. Общий вид коровника при содержании животных в средних стойлах

В коротком стойле, в отличие от среднего, передняя стенка кормушки возвышается над полом не более чем на 250 мм, что позволяет лежащей корове удерживать голову над кормушкой (рис. 3.6). Длина короткого стойла всего на 50–100 мм превышает косую длину туловища.

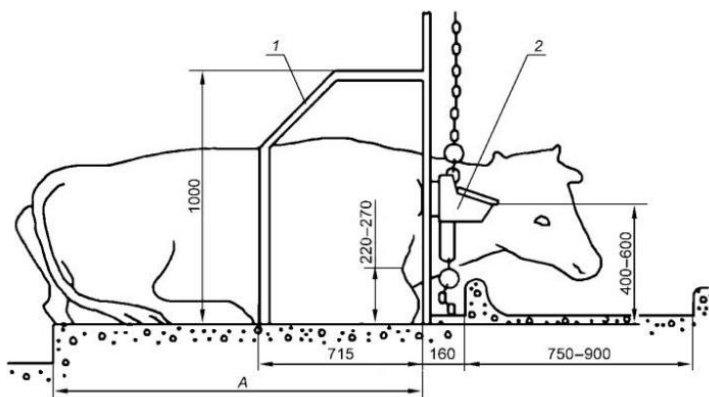


Рис. 3.6. Положение коровы при лежке в коротком стойле:
1 – боковой разделитель; 2 – индивидуальная поилка; А – длина стойла

Достоинство короткого стойла состоит в том, что оно позволяет резко сократить загрязненность пола стойл и животных. Но оно проявляется в полной мере только в том случае, если стойло оборудовано боковыми разделителями и конструкция привязи ограничивает движение животного вперед (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Влияние длины стойла на его загрязненность

Разность длины стойла и косой длины туловища коровы, см	Количество навоза, удаляемого из стойл вручную, %	
	при наличии боковых разделителей	без боковых разделителей
+20	46,1	60,2
+10	29,2	48,7
+5	16,3	29,5
0	8,9	18,8
-5	3,4	13,5
-10	1,1	7,6

Применение стойл, длина которых на 5–10 см меньше косой длины туловища животного, обеспечивает попадание 96–99 % экскрементов в навозоприемный канал. Это значительно сокращает затраты ручного труда на очистку стойл от навоза. В таких стойлах требуется обязательно закрывать навозоприемный канал решеткой из металлических прутков диаметром 18–20 мм с просветом между ними в 30–40 мм (рис. 3.7, 3.8).

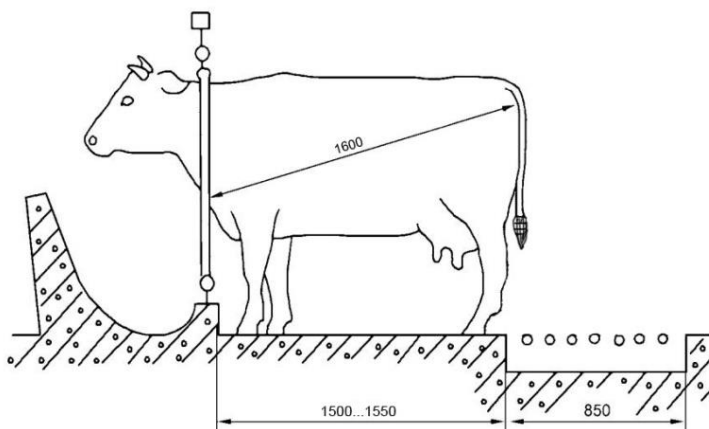


Рис. 3.7. Схема короткого стойла с закрытым навозоприемным каналом



Рис. 3.8. Общий вид коровника при содержании животных в коротких стойлах

В коротких стойлах используется привязь галстучного типа, допускающая лишь небольшое смещение коровы вперед и назад. Фиксация животных выполняется со стороны кормового прохода, где свободный конец привязи одевается на крючок. Все крючки в пределах одной секции закреплены на общей трубе. Для одновременного отвязывания всех животных в секции работник вручную поворачивает трубу на 180°, при этом концы привязей более не удерживаются на крючках и животные освобождаются.

Для комбинированного способа содержания коров (кормление и поение на привязи, доение в доильном зале) в стойловом оборудовании используется автоматическая привязь ОСП-Ф-26 (рис. 3.9).

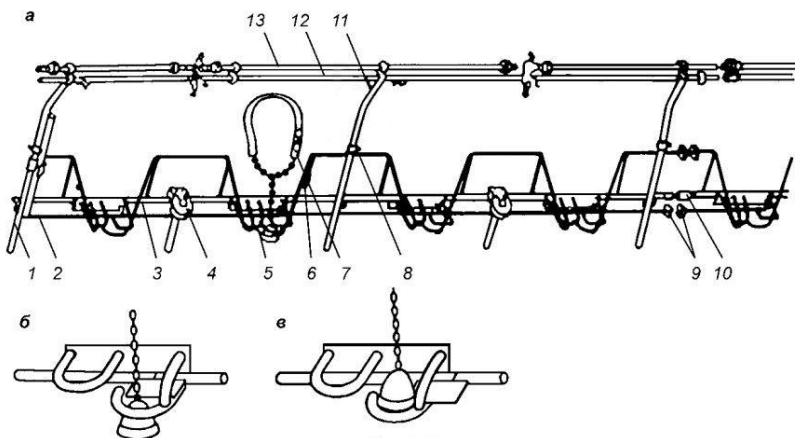


Рис. 3.9. Автоматическая привязь ОСП-Ф-26:

- а* – общий вид; *б* – запорная пластина в положении «привязывание»; *в* – запорная пластина в положении «освобождение»; 1 – стойка; 2 – тяга; 3 – водопровод; 4 – индивидуальная поилка; 5 – ловушка; 6 – плечевые ограничители; 7 – ошейник; 8 – муфта; 9 – фланцы соединительные; 10 – сгон; 11 – кронштейн; 12 – вакуумпровод; 13 – молокопровод

Устройство автоматической привязи ОСП-Ф-26 заключается в следующем. В каждом стойле на передней стенке кормушки располагается ловушка 5 с фиксирующей пластиной. Все фиксирующие пластины закреплены на общей тяге 2, которая с помощью рычага может устанавливаться в два положения: «привязывание» или «освобождение». На шею коровы надевают ошейник 7 с подвеской в виде конического грузика. В положении «привязывание» фиксирующая пластина перекрывает окно закрытой направляющей. При подходе коровы к кормушке цепь ошейника, к которой подвешен грузик, движется по направляющим и попадает в ловушку, после чего корова оказывается

привязанной. При переводе рычага в положение «освобождение» грузик может быть свободно вытасен из ловушки и корова оказывается отвязанной. При необходимости можно отвязать отдельную корову, вынув грузик из ловушки вручную.

Важно отметить, что автоматическая привязь лишает корову возможности держать голову над кормушкой при отдыхе лежа, так как ловушка крепится на высоте 400–500 мм от пола стойла. Это требует увеличения длины стойла и, как следствие, больших затрат ручного труда на очистку их от навоза. Впрочем, эти затраты труда компенсируются повышением производительности и улучшением условий труда дояров за счет перевода доения на высокопроизводительные станочные установки для доильных залов. Также облегчается организация прогулок (моциона) животных.

В помещении коровника привязного содержания (рис. 3.10) можно выделить следующие элементы: пристенные *I*, центральный *III* и поперечный *IV* технологические проходы для персонала, кормовые проезды *II*, тамбуры *VI* и подсобные помещения *VII*. Стойловое помещение соединяется с молочным посредством галереи *V*.

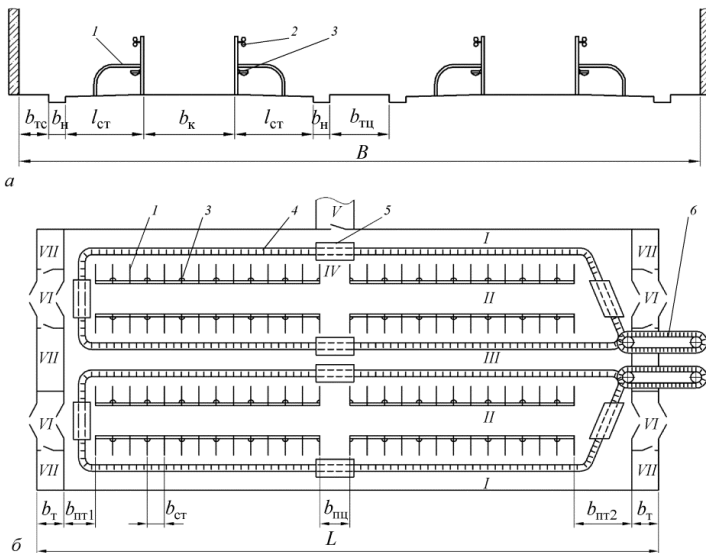


Рис. 3.10. Схема внутренней планировки коровника привязного содержания: *I*, *III*, *IV* – технологические проходы; *II* – кормовые проезды; *V* – соединительная галерея; *VI* – тамбуры; *VII* – подсобные помещения; *1* – стойловое оборудование; *2* – вакуум- и молокопроводы; *3* – индивидуальные поилки; *4*, *6* – горизонтальные и наклонные навозоуборочные транспортеры; *5* – настилы

Ширину коровника (м) привязного содержания (рис. 3.10, а) определяют по формуле

$$B = (l_{\text{ст}} + b_{\text{н}}) \cdot z_{\text{р}} + (b_{\text{к}} + b_{\text{тс}}) \frac{z_{\text{р}}}{2} + b_{\text{тц}}, \quad (3.1)$$

где $l_{\text{ст}}$ – длина стойла, м;

$b_{\text{н}}$ – ширина навозоприемного канала (лотка), м;

$b_{\text{к}}$ – ширина кормового проезда (прохода), м;

$b_{\text{тс}}, b_{\text{тц}}$ – ширина технологических проходов у стен и по центру коровника, $b_{\text{тс}} \geq 1,0$ м, $b_{\text{тц}} = (1,4-1,5)b_{\text{тс}}$;

$z_{\text{р}}$ – число рядов стойл в коровнике.

Длину коровника (рис. 3.10, б) рассчитывают по зависимости

$$L = b_{\text{ст}} \cdot \frac{m}{z_{\text{р}}} + 2b_{\text{т}} + b_{\text{тт1}} + b_{\text{тт2}} + b_{\text{тц}}, \quad (3.2)$$

где $b_{\text{ст}}$ – ширина стойла, м;

m – количество коров в коровнике, гол.;

$b_{\text{т}}$ – ширина тамбуров, принимают на 0,5 м больше ширины полотна ворот, м;

$b_{\text{тт1}}, b_{\text{тт2}}$ – ширина торцевых технологических проходов, минимальное значение равно 1,2 м, фактическое – принимается с учетом размеров размещаемого в проходах технологического оборудования (навозоуборочные транспортеры, элементы доильной установки и т. п.), м;

$b_{\text{тц}}$ – ширина центрального поперечного прохода, $b_{\text{тц}} = 1,0-1,2$ м.

Рассчитанные значения B и L подлежат округлению. Ширина коровника увязывается с размерным рядом несущих элементов конструкции животноводческих помещений – 12, 15, 18, 21, 24 и 27 м. Длину коровника следует принимать кратной 6 м, т. е. длине плит перекрытия.

3.3. Проектирование помещений для беспривязно-боксового содержания крупного рогатого скота

При беспривязно-боксовом содержании крупного рогатого скота основным элементом стойлового оборудования является индивидуальный бокс, который предназначен исключительно для отдыха животных. Его конструкция и размеры должны соответствовать трем основным требованиям:

- позволять корове ложиться и вставать естественным образом, т. е. с подачей туловища вперед;
- быть удобным и комфортным, для того чтобы корова отдыхала лежа не менее 12–14 ч в сутки;
- обеспечивать чистую и сухую поверхность под выменем.

Стойловое оборудование для беспривязно-боксового содержания крупного рогатого скота по конструкции делится на однорядные и сдвоенные секции боксов (рис. 3.11). Однорядные секции обычно располагают у стен коровника, сдвоенные – ближе к центру помещения.

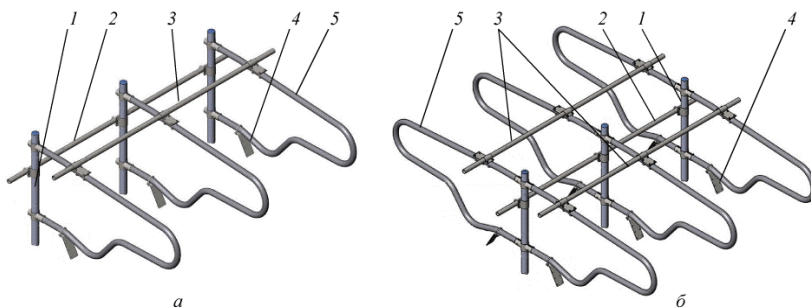


Рис. 3.11. Общий вид однорядной (а) и сдвоенной (б) секций боксов:
 1 – стойка; 2 – соединительная труба; 3 – надлобный ограничитель;
 4 – кронштейн грудного упора; 5 – боковой разделитель

Чтобы животному было удобно пользоваться боксом, он должен иметь в передней части свободное пространство для головы, необходимое при подаче туловища вперед (выпаде) в момент, когда корова ложится или встает. Если боксы расположены у стены (пристенные боксы) или закрыты спереди сплошной перегородкой, пространство для выпада должно быть обеспечено за счет увеличения длины боксов. Если же боксы расположены друг против друга (сдвоенные боксы) и не закрыты спереди, то выпад обеспечивается за счет пространства перед боксом. Поэтому сдвоенные боксы могут быть короче, чем пристенные.

В процессе эксплуатации нет возможности регулировать ширину боксов, поэтому ее изначально выбирают с таким расчетом, чтобы животное не могло развернуться в боксе. Вместе с тем бокс должен быть достаточно широким, чтобы животное могло свободно лежать.

Выделяют строительную и полезную длину бокса (рис. 3.12). Строительную длину бокса, так же как и ширину, регулировать практически невозможно. Полезную же длину бокса можно и нужно изменять в

соответствии с размерами и массой животных. Полезную длину бокса ограничивает грудной упор (грудная доска), который не дает корове лечь слишком далеко от заднего края бокса. Он должен возвышаться на 150–200 мм над полом бокса и находиться на расстоянии от его заднего края, равном косой длине туловища животного. Крепление грудного упора к нижним трубам боковых разделителей с помощью кронштейнов и стремянок позволяет при необходимости отрегулировать его положение в боксе (см. рис. 3.11).

Вторым элементом, препятствующем чрезмерному продвижению животного вглубь бокса, является надхолочный ограничитель 3 (см. рис. 3.11). Обычно этот ограничитель изготавливают из стальной трубы и стремянками крепят к верхним трубам боковых разделителей 5. Для крупных коров высота h_o (рис. 3.12) его установки от пола бокса должна быть около 1,1–1,2 м, а расстояние от ограничителя до заднего края бокса $l_o = 1,9–2,0$ м. Но это первоначальные рекомендации. После постановки скота в секцию следует отрегулировать надхолочный ограничитель таким образом, чтобы задние ноги коровы стояли на краю бокса, а в положении лежа зад коровы не свисал над навозным проходом.

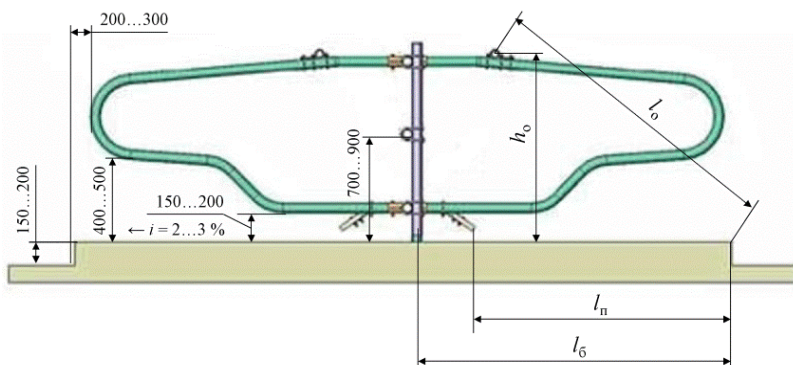


Рис. 3.12. Основные параметры индивидуальных боксов для коров

Правильное положение надхолочного ограничителя как по высоте, так и по расстоянию от края бокса имеет большое значение. Если он расположен ниже нормы, коровы не заходят в бокс. Если слишком высоко, то просто не выполняет своей функции и боксы быстро загрязняются экскрементами.

Рекомендуемые значения параметров боксов для коров различной массы приведены в табл. 3.2.

На основании накопленного опыта по беспривязно-боксовому содержанию крупного рогатого скота в табл. 3.3 сведены наиболее частые проблемы при эксплуатации стойлового оборудования и указаны вероятные причины их возникновения.

Таблица 3.2. Рекомендуемые параметры боксов для коров

Масса коровы, кг	Ширина бокса b_6 , м	Строительная длина бокса, м		Высота ограничителя h_6 , м	Расстояние до ограничителя l_6 , м	Полезная длина бокса $l_{п6}$, м
		пристенного l_6'	сдвоенного l_6			
360–550	1,10–1,15	2,3–2,4	2,0	0,95–1,00	1,55	1,75–1,80
550–680	1,15–1,20	2,4–2,5	2,2	1,00–1,10	1,70	1,80–1,85
Более 680	1,20–1,30	2,5–2,6	2,3	1,10–1,20	1,80	1,85–1,90

Таблица 3.3. Наиболее частые проблемы при эксплуатации стойлового оборудования для беспривязно-боксового способа содержания коров

Описание проблемы	Вероятные причины возникновения
1	2
Коровы стоят в боксе передними ногами с опущенной шеей	Надхлочный ограничитель расположен слишком близко к заднему краю бокса
Круп многих коров свешивается над передним краем бокса	Грудной упор расположен слишком близко к заднему краю бокса
Животные лежат в боксах только половиной туловища или не пользуются боксами вообще (ложатся в навозных проходах)	Животным неудобно пользоваться боксом, потому что: 1) отсутствует свободное пространство в передней части бокса для выпада головы при вставании; 2) слишком низко расположен надхлочный ограничитель; 3) недостаточная ширина бокса; 4) нижняя труба разделителя в задней части бокса расположена на высоте менее 0,4 м от уровня пола
Коровы лежат в боксе по диагонали, занимая при этом часть соседнего бокса. Частые ранения бедер животных	Нижняя труба разделителя в задней части бокса расположена на высоте более 0,5 м от уровня пола
Передняя часть бокса сильно загрязнена (коровы испражняются непосредственно в боксе)	Коровы чрезмерно глубоко заходят в бокс потому, что: 1) надхлочный ограничитель расположен слишком высоко над уровнем пола и (или) слишком далеко от заднего края бокса; 2) грудной упор размещен слишком далеко от заднего края бокса

1	2
Сильное загрязнение всей площади пола боксов	Неэффективная работа системы удаления навоза: навоз скапливается в навозных проходах и ногами животных заносится в боксы
Коровы при движении вдоль навозного прохода часто наступают на пол в задней части боксов	Разделитель отстоит от заднего торца бокса более чем на 30 см
Затруднено передвижение коров в навозном и кормонавозном проходах	Разделитель отстоит от заднего торца бокса менее чем на 20 см

Полы в боксах делают сплошными с небольшим уклоном 2–3 % в сторону навозного прохода.

При содержании крупного рогатого скота бесподстилочным методом бетонный пол в боксах покрывают резиновым ковриком, матами или матрацами (рис. 3.13). Коврики обычно поставляются в виде рулонов. Их толщина составляет 15–30 мм. Вследствие небольшой толщины коврики не создают животным мягкого и теплого ложа. Маты и матрацы существенно толще (до 100 мм), а следовательно мягче и менее теплопроводны. Однако ни коврики, ни маты не обеспечивают коровам сухого ложа. Поэтому специалисты рекомендуют два раза в неделю добавлять от 0,2 до 0,5 кг «косметической» подстилки и ежедневно производить очистку задней части бокса.



а



б

Рис. 3.13. Варианты покрытий для пола боксов: а – резиновый коврик; б – маты

Подстилочный метод содержания предполагает создание в боксах толстого слоя сухой измельченной соломы. Чтобы сократить расход подстилки, в задней части бокса закрепляют металлическую трубу диаметром 40–50 мм, деревянный брусок высотой 60–80 мм или часть пола выполняют с обратным уклоном (рис. 3.14). С учетом этих изменений длина боксов для подстилочного метода содержания должна быть на 100 мм больше, чем при использовании ковриков или матов. Подстилку обычно вносят один раз в неделю по 2–5 кг в каждый бокс.

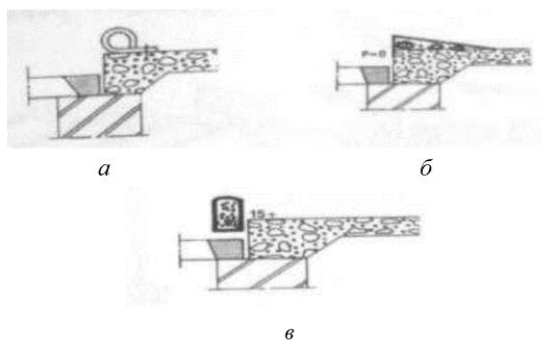


Рис. 3.14. Технические решения для задержания в боксе подстилочного материала:
a – металлическая труба; *б* – обратный уклон пола; *в* – деревянный брусок

В коровнике беспривязно-боксового содержания (рис. 3.15) можно выделить следующие элементы помещения: навозные *I* и кормонавозные *II* проходы, кормовой проезд *III*, переходы между рядами боксов *IV* и скотопрогоны *V* для перегона животных в доильный зал и обратно.

Ширина коровника (м) беспривязно-боксового содержания (см. рис. 3.15, *a*) определяется по формуле

$$B = l'_6 z'_6 + l_6 z_6 + b_n z_n + b_{кн} z_{кн} + b_k z_k, \quad (3.3)$$

где l'_6, z'_6 – длина и количество рядов закрытых спереди (пристенных) боксов, м;

l_6, z_6 – длина и количество рядов открытых спереди (сдвоенных) боксов, м;

b_n, z_n – ширина и количество навозных проходов, $b_n = 2,7–3,0$ м;

$b_{кн}, z_{кн}$ – ширина и количество кормонавозных проходов, $b_{кн} = 3,5–4,0$ м;

b_k, z_k – ширина и количество кормовых проездов.

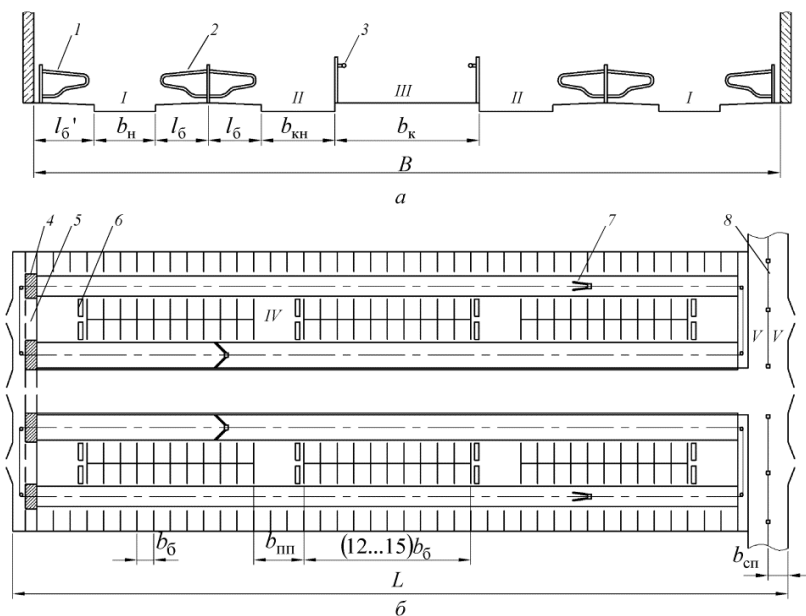


Рис. 3.15. Схема внутренней планировки коровника беспривязно-боксового содержания:
a – поперечный разрез; *б* – план;

I – навозный проход; *II* – кормонавозный проход; *III* – кормовой проезд;
IV – поперечный проход; *V* – скотопрогон; *1* – одинарный ряд боксов; *2* – сдвоенный ряд боксов; *3* – ограждение кормового стола; *4* – решетка; *5* – поперечный навозный канал; *6* – групповая поилка; *7* – скреперное оборудование; *8* – ограждение скотопрогона

Длина коровника (рис. 3.15, *б*) рассчитывается по формуле

$$L = \frac{m}{z_p} b_б + b_{пп} z_{пп} + b_{сп} z_{сп}, \quad (3.4)$$

где m – количество животных в коровнике, гол.;

z_p – число рядов боксов в коровнике;

$b_б$ – ширина бокса, м;

$b_{пп}$, $z_{пп}$ – ширина и количество в одном ряду сдвоенных боксов поперечных проходов, $b_{пп} \geq 2,6$ м (при установке в проходе поилок $b_{пп} \geq 3,0$ м);

$b_{сп}$, $z_{сп}$ – ширина и количество скотопрогонов: при движении коров в один ряд – $b_{сп} = 0,9-1,0$ м, в два ряда – $b_{сп} = 1,8-2,0$ м.

Поперечные проходы *IV* (см. рис. 3.15) следует располагать через каждые 12–15 боксов. Из этого условия количество поперечных переходов может быть рассчитано по зависимости

$$z_{\text{пп}} = \frac{m}{(12-15)z_p}. \quad (3.5)$$

Рассчитанные значения *B* и *L* подлежат округлению. Ширина коровника согласуется с размерным рядом несущих элементов конструкции животноводческих помещений – 18, 21, 24, 27, 30, 33 м. Длину коровника следует принимать кратной 6 м, т. е. длине плит перекрытия.

Поперечное сечение одной секции коровника называется технологическим модулем. Схемы наиболее распространенных технологических модулей для беспривязно-боксового содержания коров приведены на рис. 3.16.

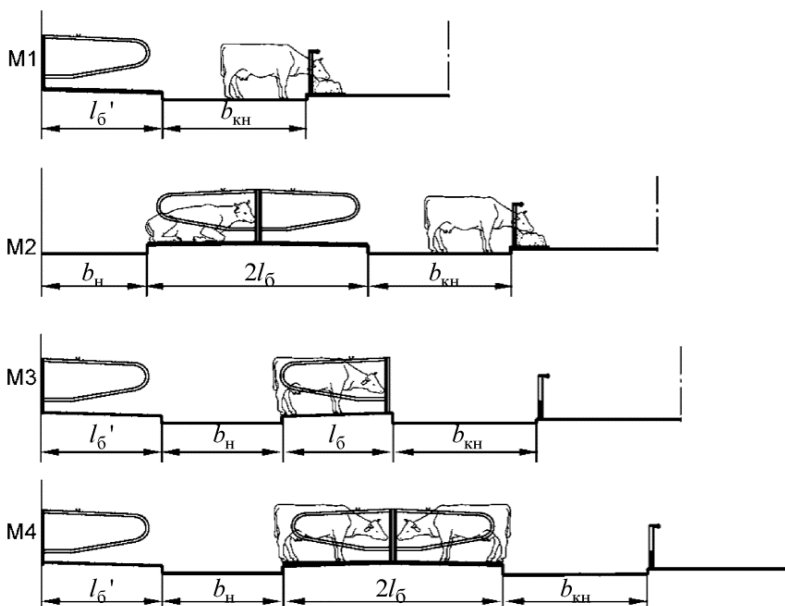


Рис. 3.16. Технологические модули для беспривязно-боксового содержания коров: М1 – 1 ряд боксов; М2 – 2 ряда боксов «голова к голове»; М3 – 2 ряда боксов «хвост к хвосту»; М4 – 3 ряда боксов: 1 пристенный и 2 двоянных «голова к голове»

Одним из неперенных условий применения всех разновидностей беспривязного способа содержания скота является постоянное наличие корма в кормовой зоне. При его соблюдении животные поедают корм не одновременно, что позволяет сократить удельный фронт кормления и разместить в секции с одной кормовой зоной до трех рядов боксов (см. М1, рис. 3.16).

В некоторых случаях в одном помещении целесообразно использовать разные технологические модули. Чаще всего подобная необходимость появляется при недостаточной ширине коровника, которой не хватает для симметричного размещения двух одинаковых модулей. Например, широко распространена планировка коровника с четырьмя рядами боксов, образуемая комбинацией технологических модулей М1 и М4.

3.4. Проектирование помещений для беспривязного содержания крупного рогатого скота

Беспривязное содержание крупного рогатого скота не предусматривает наличия индивидуальных мест для отдыха животных. В стойловом помещении для беспривязного содержания скота можно выделить следующие элементы:

- *логово* – чаще всего заполнено подстилкой и предназначено для группового отдыха животных;
- *кормонавозный проход* – это зона кормления и дефекации животных, располагается между логовом и кормовым столом;
- *ограждения* – разделяют логово, кормонавозный проход и кормовой проезд.

Беспривязное содержание крупного рогатого скота может осуществляться:

- на горизонтальных полах и сменяемой подстилке;
- в секциях с заглубленным логовом и несменяемой подстилкой;
- на наклонных «самоочищающихся» полах;
- в секциях на щелевых полах.

Технологический модуль для беспривязного содержания скота в секциях с горизонтальным полом и сменяемой подстилкой показан на рис. 3.17, а. Удаление навоза из помещения производится мобильными средствами. Чтобы организовать этот процесс без выгона животных, логово и кормонавозный проход разделяют ограждением с калитками. Ширина калиток принимается равной ширине кормонавозного прохода.

да. Это позволяет перегонять животных из зоны кормления в зону отдыха, и наоборот, чтобы они не препятствовали выполнению работ по уборке навоза. Навоз из кормонавозных проходов убирают ежедневно, из логова – раз в неделю.

Зона кормления, примыкающая к кормовому столу, загрязняется быстрее. Навоз из нее следует убирать чаще, чем из логова. Чтобы увеличить интервал между уборками навоза из логова до одного раза в месяц, целесообразно разместить его несколько ниже по отношению к кормонавозному проходу (рис. 3.17, б).

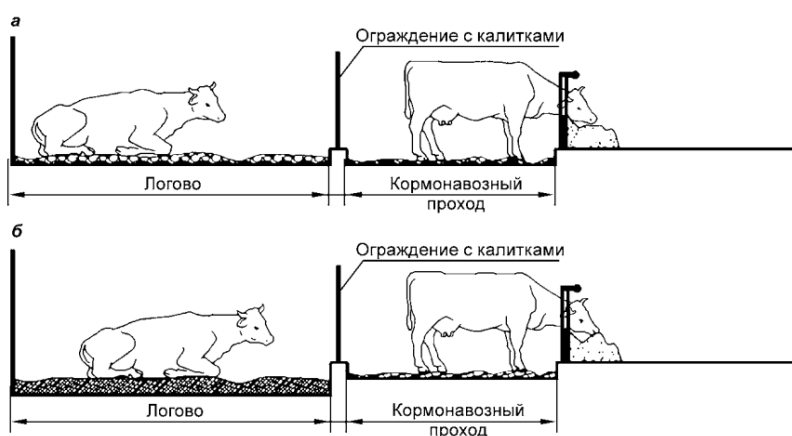


Рис. 3.17. Технологический модуль для беспривязного содержания скота в секциях с горизонтальным полом и сменяемой подстилкой:

- а* – одноуровневое расположение логова и кормонавозного прохода;
- б* – расположение логова и кормонавозного прохода на разных уровнях

Применение секций с заглубленным логовом (рис. 3.18) позволяет содержать животных в легких холодных помещениях на толстой несменяемой подстилке. Благодаря биотермическим процессам, протекающим в толстом слое унавоженной подстилки, животные отдыхают на теплом и мягком ложе даже в сильные морозы.

Навоз из логова убирают всего два раза в год. Непосредственно сразу после удаления он пригоден для внесения в почву, поскольку уже прошел биотермическую обработку. Это позволяет обойтись без навозохранилища при ферме. Кормонавозный проход очищают ежедневно.



Рис. 3.18. Технологический модуль для беспривязного содержания скота в секциях с заглубленным логовом и несменяемой подстилкой

Первоначальная толщина слоя подстилки в логове составляет 15–20 см. По мере ее загрязнения и добавления свежей слой подстилки увеличивается до 1 м и более. Для выхода животных из глубокого логова в кормонавозный проход и на выгульные дворы в переходах устраивают специальные лестницы с широкими ступенями высотой не более 200 мм (рис. 3.19). Ширина этих лестниц принимается из расчета 0,2 м на корову, но не менее 2 м. Для коров удельная площадь заглубленного логова составляет около $6,5 \text{ м}^2$ на голову.

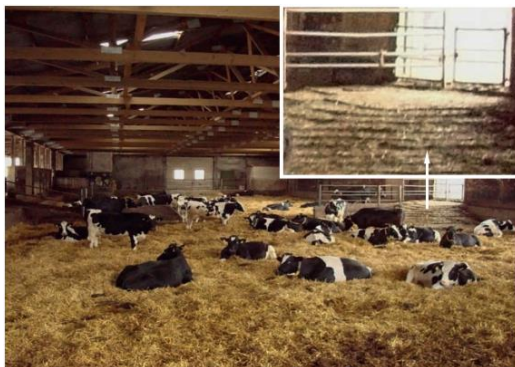


Рис. 3.19. Общий вид стойлового помещения с заглубленным логовом

Технологический модуль для содержания скота на наклонных «самоочищающихся» полах показан на рис. 3.20. Перемещаясь по наклонному полу, животные сдвигают навоз в кормонавозный проход, из которого он удаляется мобильными или стационарными средствами. Такое технологическое решение сокращает затраты труда на

очистку логова и расход подстилки. «Самоочищающиеся» полы могут использоваться только в помещениях для молодняка крупного рогатого скота. Содержание коров и телят на наклонных полах не рекомендуется из-за высокого риска травмирования животных.

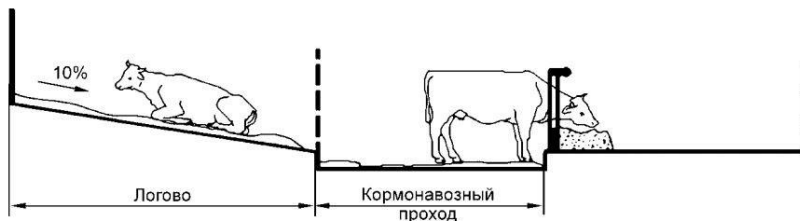


Рис. 3.20. Технологический модуль для беспривязного содержания скота на наклонных «самоочищающихся» полах

Секции со щелевым полом применяются для беспривязного бесподстилочного содержания молодняка крупного рогатого скота на откорме (рис. 3.21). Основное достоинство такого модуля состоит в том, что обслуживающему персоналу не нужно заходить в секцию для очистки ее от навоза, так как животные сами протаптывают его в каналы, расположенные под щелевым полом.

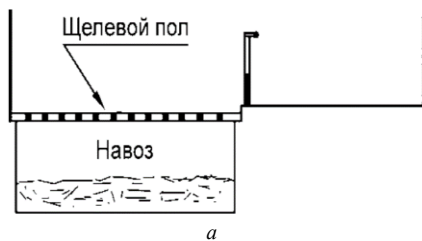


Рис. 3.21. Содержание молодняка крупного рогатого скота в секциях на щелевых полах: а – схема технологического модуля; б – общий вид секции

Нормы площади зон отдыха для беспривязного содержания молодняка крупного рогатого скота разного возраста и массы указаны в табл. 3.4.

Таблица 3.4. Нормы площади зон отдыха для беспривязного содержания молодняка крупного рогатого скота

Возраст, мес.	Масса, кг	Норма площади зоны отдыха при содержании, м ² /гол.		
		на горизонтальных полах	на наклонных полах	на щелевых полах
3–5	85–160	2,4	–	1,5
6–8	160–225	2,6	2,0	1,8
9–12	225–300	2,7	2,2	2,0
13–15	300–365	3,0	2,5	2,2
16–24	365–550	3,7	2,7	2,4

Рассмотрим методику расчета размеров коровника для беспривязного содержания крупного рогатого скота на горизонтальных полах и сменяемой подстилке (рис. 3.22).

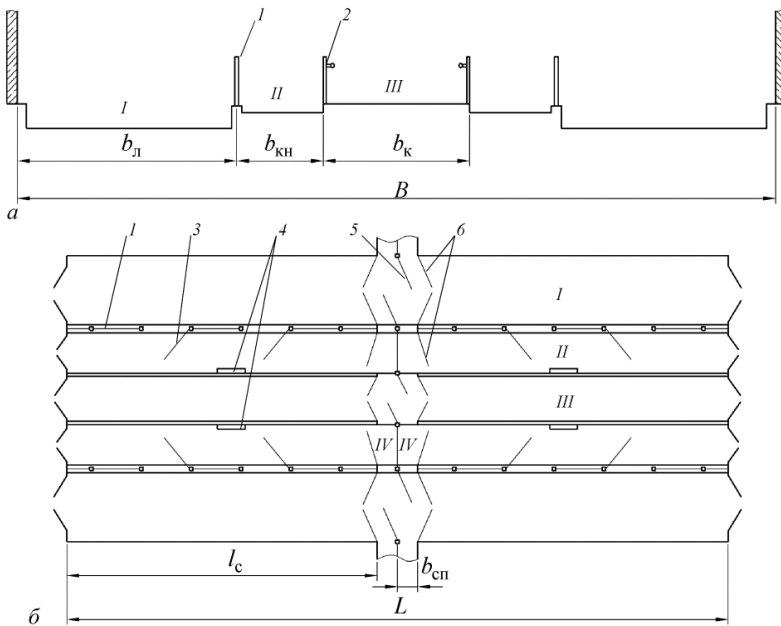


Рис. 3.22. Схема внутренней планировки коровника беспривязного содержания: I – логово; II – кормонавозный проход; III – кормовой проезд; IV – скотопрогон; I – ограждение логова; 2 – ограждение кормового стола; 3 – калитки в ограждении логова; 4 – групповые поилки; 5 – ограждение скотопрогона с калитками; б – ограждение секций с калитками

Основными элементами данного помещения являются логово *I*, кормонавозные проходы *II* и кормовой проезд *III*. Скотопрогон *IV* предназначен для перегона коров в доильный зал и возврата обратно. Управление потоками животных в коровнике осуществляется с помощью калиток 3, 5 и 6 в соответствующих ограждениях.

Ширина коровника (рис. 3.22, *a*) определяется суммой:

$$B = 2(b_{\text{л}} + b_{\text{кн}}) + b_{\text{к}}, \quad (3.6)$$

где $b_{\text{л}}$ – ширина логова, м;

$b_{\text{кн}}$ – ширина кормонавозного прохода, $b_{\text{кн}} = 3,5-4,0$ м;

$b_{\text{к}}$ – ширина кормового проезда, м.

Длина коровника (рис. 3.22, *б*) рассчитывается по формуле

$$L = \frac{l_{\text{с}} z_{\text{с}}}{2} + b_{\text{сп}} z_{\text{сп}}, \quad (3.7)$$

где $l_{\text{с}}$ – длина секции, м;

$z_{\text{с}}$ – количество секций в помещении (для коровника на рис. 3.22 $z_{\text{с}} = 4$);

$b_{\text{сп}}, z_{\text{сп}}$ – ширина и количество скотопрогонов: при движении коров в один ряд – $b_{\text{сп}} = 0,9-1,0$ м; в два ряда – $b_{\text{сп}} = 1,8-2,0$ м.

Длина секции $l_{\text{с}}$ рассчитывается с учетом обеспечения животным нормального доступа к кормовому столу:

$$l_{\text{с}} = m_{\text{с}} l_{\text{ф.к}}, \quad (3.8)$$

где $m_{\text{с}}$ – количество животных в секции: для коров и молодняка старше 6 мес. – $m_{\text{с}} \leq 50$ гол., для телят моложе 6 мес. – $m_{\text{с}} \leq 20$ гол.;

$l_{\text{ф.к}}$ – фронт кормления на одно животное: для коров – $l_{\text{ф.к}} = 0,7-0,8$ м/гол., для молодняка старше 12 мес. – $l_{\text{ф.к}} = 0,5-0,6$ м/гол., для молодняка моложе 12 мес. – $l_{\text{ф.к}} = 0,4-0,5$ м/гол.

Ширину логова определяют исходя из обеспечения животных достаточным пространством для отдыха:

$$b_{\text{л}} = \frac{m_{\text{с}} f_{\text{н}}}{l_{\text{с}}}, \quad (3.9)$$

где $f_{\text{н}}$ – норма площади зоны отдыха на одно животное: для коров – $f_{\text{н}} = 5,0-6,5$ м²/гол.; значение $f_{\text{н}}$ для молодняка принимается по табл. 3.4.

Несмотря на кажущуюся простоту внутренней планировки коровника, не желательно применять беспривязный способ для содержания

стада молочных коров. В первую очередь это связано с нерациональным использованием внутреннего пространства животноводческого помещения. При беспривязном способе содержания на одну корову приходится 8–10 м² площади коровника, в то время как при беспривязно-боксовом – 5–6 м² и привязном – 4–5 м².

3.5. Проектирование кормовых проездов

Для всех разновидностей беспривязного способа содержания крупного рогатого скота необходимы ограждения кормового стола. Их основное назначение – исключить проникновение животных на кормовой стол, но в то же время обеспечить им беспрепятственный доступ к кормам. Кроме этого, некоторые конструкции ограждений могут препятствовать разбрасыванию и порче корма, а также выполнять фиксацию животных у кормового стола.

Самое простое и дешевое ограждение кормового стола представляет собой трубчатый надхолочный ограничитель (рис. 3.23). Для коров трубу ограничителя 3 устанавливают на высоте 1 100–1 200 мм от уровня пола в кормонавозном проходе I с выносом 250 мм в сторону кормового стола II. Регулирование высоты и выноса ограничителя осуществляется путем перемещения кронштейнов 2 на стойках I ограждения. В нижней части кормовой стол отделяется от кормонавозного прохода бортиком 4. Высота бортика для коров составляет 500–550 мм, толщина – не более 150 мм. Края бортика должны быть закруглены. Бортик может изготавливаться из железобетона или деревянной доски.

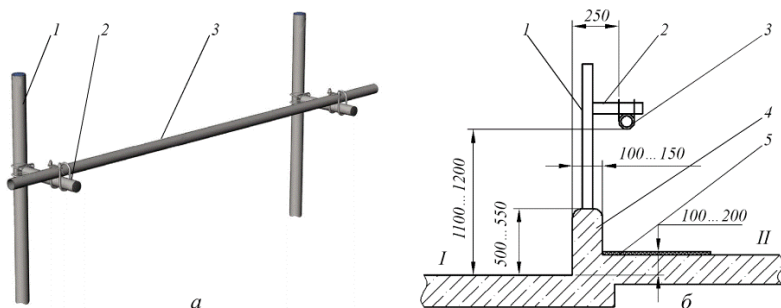


Рис. 3.23. Трубчатое надхолочное ограждение кормового стола:

a – общий вид; *б* – схема;

I – кормонавозный проход; *II* – кормовой стол;

1 – стойка; *2* – кронштейн; *3* – надхолочный ограничитель; *4* – бортик;

5 – слой мастики

Достоинствами надхолочного ограждения являются его простота и дешевизна. Кроме того, оно не провоцирует конфликты животных при столкновениях у кормового стола. Конструкция ограждения всегда позволяет животному низкого ранга сдвинуться в сторону вдоль кормового фронта и избежать агрессии. Недостатки надхолочного ограждения следующие: 1) при поедании корма животные иногда заступают за бортик кормового стола, загрязняя при этом корм; 2) ограждение практически не препятствует разбрасыванию корма, часть его попадает под ноги животных и безвозвратно теряется.

Этих недостатков лишены ограждения с кормовыми решетками. Различают незапирающиеся и запирающиеся решетки.

Конструкции кормовых решеток первого типа могут быть самыми разнообразными. Для молодняка крупного рогатого скота применяют диагональные решетки (рис. 3.24). Они достаточно просты по конструкции, надежно предотвращают проникновение животных на кормовой стол, снижают разбрасывание и потери корма. Диагональные решетки с широкими просветами между планками можно использовать в помещении для взрослых животных. Кроме диагональных решеток применяют гребневидные. Они выполняют те же функции, что и диагональные, однако обладают меньшей прочностью.

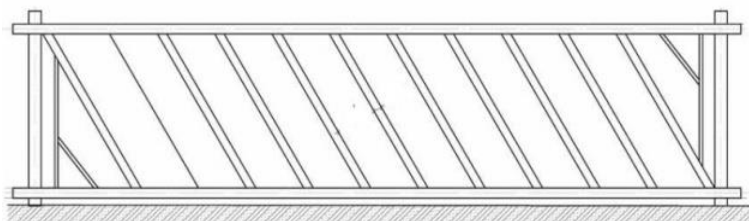


Рис. 3.24. Общий вид секции диагональной кормовой решетки

Запирающиеся кормовые решетки, иначе называемые хэдлок (*Headlock*, англ.), с помощью планок и специального устройства могут фиксировать животных за шею у кормового стола. В решетках с прямыми фиксирующими планками (рис. 3.25) фиксация животных происходит при установке планок 3 в вертикальное положение. При таком положении планок животное не может вытащить голову из решетки и остается зафиксированным у кормового стола, что облегчает работу персонала при проведении зооветеринарных мероприятий. Фиксация животных может выполняться как в ручном (работник тягой 2 перево-

дит все планки секции в вертикальное положение), так и в автоматическом режиме. Для автоматической фиксации животных замки 1, удерживающие планки 3 в запертом положении, предварительно активируются с помощью тяги 2. Далее животное занимает свободное место у кормового стола и просовывает голову между неподвижной 4 и запирающей 3 планками. За счет произвольных движений шеи в процессе поедания корма животное переводит запирающую планку 3 в вертикальное положение, в котором она автоматически блокируется замком 1, а само животное при этом фиксируется у кормового стола. Освобождение животных производится централизованно путем одновременной разблокировки замков с помощью тяги управления 2. Также имеется возможность индивидуально фиксировать и освобождать животных.

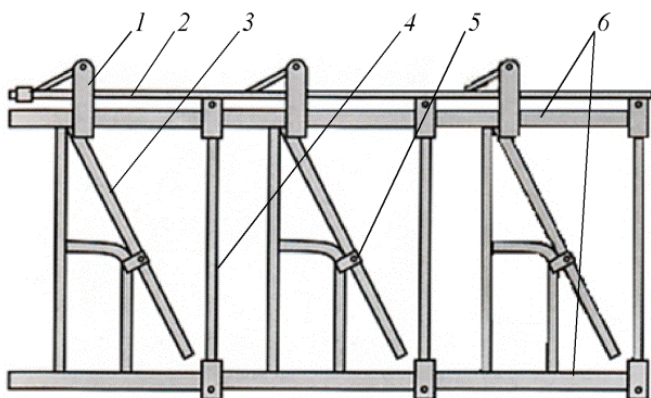


Рис. 3.25. Общий вид запирающейся кормовой решетки:
 1 – замок; 2 – тяга управления замками; 3 – фиксирующая планка;
 4 – неподвижная планка; 5 – шарнир; 6 – рама

К недостаткам запирающихся кормовых решеток можно отнести высокую металлоемкость и стоимость ограждения, а также шум, создаваемый фиксирующими планками под воздействием животных. Существенным недостатком является ограниченное число коров, которое может разместиться у кормового стола, в связи с чем число мест в секции с таким ограждением должно соответствовать количеству мест кормления в решетке. Следует отметить, что применение запирающейся кормовой решетки лишает зафиксированное животное возможности

избежать агрессии со стороны незафиксированных животных, что приводит к стрессам и травмам.

Скармливание кормов крупному рогатому скоту может производиться из кормушек или с кормового стола. В настоящее время как в Беларуси, так и за рубежом кормовые столы получили более широкое распространение. Кормовой стол легче очищать от остатков корма, чем обычную кормушку; он требует минимального технического обслуживания и при соблюдении определенных условий позволяет выдавать суточную норму корма за один раз.

Однако в процессе поедания часть кормов с кормового стола отодвигается животными и становится для них недосягаемой. Поэтому периодически (не менее 6 раз в сутки) необходимо вручную или механизировано придвигать корм к животным, что требует дополнительных трудозатрат. Вследствие разбрасывания корма животными кормовой проезд должен быть достаточно широким – 4,5 м и более.

Кормовой стол целесообразно применять, только если территория фермы благоустроена, дороги и проезды имеют твердое покрытие и систематически очищаются. В противном случае колесами трактора и раздатчика на кормовой стол заносится много грязи, что приводит к увеличению потерь корма и заболеваниям животных. Поэтому на неблагоустроенных фермах предпочтительнее скармливать корма из кормушек.

Поверхность, соприкасающаяся с кормами, как на кормовом столе, так и в кормушках, должна быть покрыта слоем специальной мастики 5 (см. рис. 3.23, б), образующей гладкую легко очищаемую поверхность, не травмирующую язык животного.

Возвышение кормового стола над уровнем пола в кормонавозном проходе оптимально составляет 100–200 мм. Увеличение этого размера не рекомендуется, так как при опущенной вниз шее у крупного рогатого скота повышается слюноотделение и, следовательно, увеличивается потребление корма.

Профиль кормового стола (рис. 3.26) может различаться в зависимости от наличия и расположения направляющих для колес трактора и кормораздатчика.

Каждая из конструкций имеет достоинства и недостатки. Размещение направляющих внутри колеи (рис. 3.26, а) делает более вероятным попадание в корм грязи с колес, чем при размещении направляющих снаружи колеи трактора (рис. 3.26, б). С другой стороны, первая конструкция облегчает возврат отодвигаемых животными кормов, а вторая, наоборот, затрудняет. В связи с указанными противоречиями чаще всего применяют компромиссный вариант – совершенно плоский кор-

мой стол без направляющих для колес раздающего корм агрегата (рис. 3.26, в).

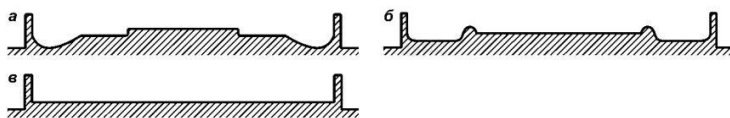


Рис. 3.26. Варианты поперечного профиля кормового стола:
а – с направляющими для колес внутри колеи; *б* – с направляющими для колес снаружи колеи; *в* – без направляющих

Ширина кормового проезда складывается из удвоенной ширины зоны размещения кормов и проезда между ними, ширина которого определяется габаритами кормораздатчика (рис. 3.27).

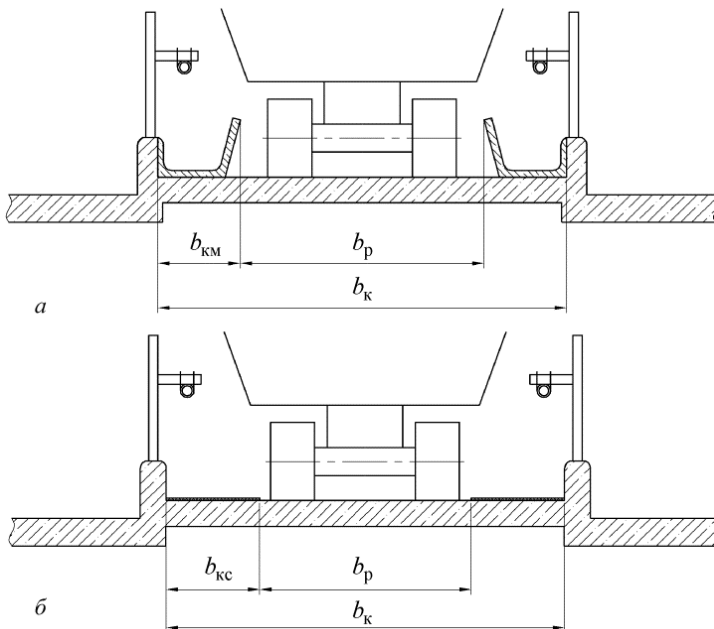


Рис. 3.27. Схема к расчету ширины кормового проезда:
а – выдача кормов в кормушки; *б* – выдача кормов на кормовой стол

При скармливании кормов из кормушек (рис. 3.27, а) ширина кормового проезда (м) определяется по формуле

$$b_k = 2b_{км} + b_p, \quad (3.10)$$

где $b_{км}$ – ширина кормушек, $b_{км} = 0,70–0,75$ м;

b_p – минимальная ширина проезда для кормораздатчика, м.

При скармливании кормов со стола (см. рис. 3.27, б) ширина кормового проезда (м) равна

$$b_k = 2b_{кс} + b_p, \quad (3.11)$$

где $b_{кс}$ – ширина зоны размещения корма, $b_{кс} = 1,0–1,2$ м.

Согласно Республиканским нормам технологического проектирования животноводческих объектов ширина кормового проезда при использовании кормового стола должна быть не менее 4,5 м.

Тема 4. МЕХАНИЗАЦИЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

4.1. Классификация кормов для сельскохозяйственных животных

По происхождению корма делятся:

- на растительные;
- животные:
 - ЗЦМ (заменитель цельного молока);
 - мясокостная мука;
 - рыбная мука;
 - пищевые отходы;
- комбинированные:
 - полнорационные комбикорма;
 - комбикорма-концентраты;
- балансирующие добавки (вводят 10–30 % в состав зерновой массы):

- БВД – белково-витаминная добавка;
- БМВД – белково-минерально-витаминная добавка;
- премиксы (вводят 1–2 % в состав зерновой массы).

Классификация кормов растительного происхождения:

- **объемистые** (энергетическая ценность < 0,6 к. ед/кг):
 - грубые* (влажность < 40 %):
 - сено;
 - солома;
 - сочные* (влажность > 40 %):
 - зеленая масса;
 - силос (влажность 65–75 %);
 - сенаж (влажность 45–55 %);
 - зерносенаж (уборка зерновых в фазе молочной спелости);
 - корнаж (силосованные початки кукурузы);
 - корнеклубнеплоды;
- **концентрированные** (энергетическая ценность > 0,6 к. ед/кг):
 - зерно злаковых и бобовых культур;
 - отруби;
 - жмыхи;
 - шроты;
 - плющенное консервированное зерно (влажность 35–40 %).

Овсяная кормовая единица (ОКЕ, к. ед.) – единица измерения энергии кормов, соответствующая питательности 1 кг сухого зерна овса.

Силос – основной корм в зимних рационах КРС. В Беларуси силос заготавливают преимущественно из *кукурузы*. Оптимальная *влажность* *силоса* 65–75 %. Питательность 1 кг силоса равна 0,15–0,28 к. ед.

Сенаж – заготавливается из *трав*, в том числе из трудносилосуемых бобовых культур (клевер, люцерна), убранных в фазе вегетации и провяленных до *влажности* 45–55 %. Питательность 1 кг сенажа равна 0,33–0,38 к. ед.

Зерносенаж – сочный консервированный корм, заготавливаемый из зеленой массы зерновых, убираемых кормоуборочным комбайном в фазе молочной спелости.

Корнаж – силосованные измельченные початки кукурузы.

Отруби – твердая оболочка зерна злаков, побочный продукт мукомольного производства.

Жмых – побочный продукт, получаемый после отжима масла из семян масличных культур (рапс, подсолнечник, лен).

Шрот – побочный продукт маслоэкстракционного производства; получается после экстракции масла из жмыха органическими растворителями.

Плющенное консервированное зерно – консервированный корм, заготавливаемый из влажного зерна злаковых культур, убранный в фазе восковой спелости.

Грубые корма:

- сено (питательность 0,45–0,51 к. ед/кг);

- солома (0,28–0,35 к. ед/кг).

4.2. Механизация работ в хранилищах кормов

Силос и сенаж – основные корма в зимних рационах КРС.

Силос:

- влажность – 65–75 %;

- питательность – 0,15–0,28 к. ед/кг.

Сенаж:

- влажность – 45–55 %;

- питательность – 0,33–0,38 к. ед/кг.

Хранилища силоса и сенажа:

- *курганы* – потеря питательных веществ 40–50 %;

- *наземные траншейные хранилища* – потеря питательных веществ 15–20 %;

- *хранилища башенного типа* – потеря питательных веществ 10–15 %;

- *полимерные рукава* вместимостью 350–400 т – потеря питательных веществ 7–10 %;
- *рулоны*, обмотанные стрейч-пленкой, – потеря питательных веществ 7–10 %.

Механизация выемки силоса и сенажа из хранилищ:

- *фронтальный погрузчик с ковшом*;
- *грейферный погрузчик*;
- *фронтальный погрузчик с резчиком (отделителем) силоса*;
- *загрузочная фреза кормораздатчика*;
- *резчик силосных блоков*.

4.3. Механизация раздачи кормов при различных способах скармливания

Способы скармливания кормов КРС:

• **раздельный** – каждый компонент рациона скармливается в отдельности:

- сначала *раздают сочные корма*, поверх которых *насыпают концентрированные*;

- животные *первоначально съедают концентрированные корма*, затем перебирают объемистые; на корма попадает слюна, и они начинают разлагаться и терять питательные вещества;

- не съедается животными (выбрасывается) *около 15–20 % кормов*;

- разовая дача концентрированных кормов корове *не должна превышать 1,5 кг*, иначе животное заболевает *ацидозом* (расстройство пищеварения вследствие повышения в рубце концентрации молочной кислоты) и *кетозом* (накопление в организме большого количества кетонных веществ: ацетона, ацетоуксусной и бета-оксимасляной кислот; снижение молочной продуктивности на 50–70 %, сокращение сроков использования животных до 3–4 лет, нарушение воспроизводительной функции);

- высокопродуктивным *коровам требуется 8–11 кг концентрированных кормов* в сутки, но при раздельном способе скармливания их придется *выдавать 6–8 раз в день*.

• **в виде полнорационной кормомеси:**

- *улучшается поедаемость*, и *снижаются потери* кормов;

- *корма перемешаны*, и животное получает питательные вещества в *правильном соотношении*;

- *повышается молочная продуктивность* коров, и *улучшается состояние их здоровья*.

- **комбинированный** – объемистые корма скармливаются в виде кормосмеси, концентрированные – отдельно:

- суточная норма концентрированного корма выдается животному *малыми дозами 80–200 г* с помощью автоматических кормовых станций;

- кормовая станция позволяет *индивидуально выдавать концентрированные корма* животным с учетом молочной продуктивности, периода лактации и возраста (первотелки и коровы второго отела должны получать кормов больше на 20 и 10 % соответственно);

- одна кормовая станция *обслуживает 25–30 коров*.

4.4. Техническое обеспечение различных способов доставки и раздачи кормов

Способы доставки и раздачи кормов КРС:

- **мобильными кормораздатчиками:**

- *простой и надежный* способ раздачи корма;

- *требуются широкие кормовые проезды* – удорожание строительства коровников;

- в зимних условиях возможны *сквозняки и переохлаждение животноводческих помещений*;

- способ практически *не подвергается автоматизации*;

- **стационарным оборудованием:**

- более *рациональное использование площади* животноводческого помещения;

- *не требуется открытие ворот*;

- *раздача корма может быть автоматизирована*;

- *сложность технологического процесса и низкая надежность линии*, так как отсутствует резервирование ее составных элементов;

- **комбинированным способом** – *мобильный раздатчик* в качестве транспортного средства + *стационарное оборудование* для раздачи корма;

- **компромиссный вариант:**

- стационарная часть оборудования не имеет резервирования;

- координатными кормораздатчиками, т. е. машинами с ограниченной свободой перемещения;

- полная автоматизация приготовления и раздачи кормов;

- использование узких кормовых проездов в помещении;

- оборудование не имеет возможности резервирования.

Тема 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ

5.1. Обоснование и выбор рациона кормления животных

Для определения суточной, сезонной и годовой потребности животноводческих и птицеводческих предприятий в кормах и количества хранилищ годовых запасов кормов необходимо знать структуру поголовья и рационы кормления каждой половозрастной группы животных и птицы.

Рацион кормления – это сбалансированный набор кормов, который животные получают в определенный период.

Для промышленных животноводческих и птицеводческих предприятий необходимо создавать стройную систему кормления скота, в основу которой должны быть положены полноценность кормов, обеспечивающая высокую продуктивность животных, дифференцирование норм и рационов в соответствии с периодами производственного процесса и планируемым уровнем продуктивности (среднесуточный прирост массы, удой, яйценоскость, настриг шерсти и др.). При составлении рационов необходимо учитывать возраст, живую массу и физиологическое состояние животных и птицы. Тип кормления характеризуется структурой кормовых рационов, т. е. удельным весом (по питательности) различных групп кормов, входящих в их состав. Как правило, он определяется преобладающими в рационе кормами или их группами. Для крупного рогатого скота применяют следующие типы кормления: сенной, сенажный, силосный, концентратный, силосно-сенной, силосно-корнеплодный, силосно-жомовый, силосно-сенажный, силосно-сенажно-концентратный и др. Названия типов кормления летнего периода определяют в основном сочетанием травы, силоса и концентратов: травяной, травянисто-силосный, травянисто-концентратный и др. Типы кормления сельскохозяйственных животных обусловлены системами земледелия и кормопроизводства и, в свою очередь, влияют на их развитие и совершенствование. При оценке типов кормления учитывают: влияние на продуктивность скота, в том числе и на качество продукции, воздействие на состояние здоровья и воспроизводительные функции, а также экономическую эффективность.

На молочных фермах и комплексах рекомендуется многокомпонентный тип кормления коров с преобладанием силоса, сена и корнеплодов с добавлением концентрированных кормов. Наиболее перспек-

тивным является кормление крупного рогатого скота кормовыми смесями, что позволяет полнее и эффективнее использовать корма в хозяйстве и значительно упростить их раздачу.

Для кормления скота используют различные по форме и структуре полнорационные кормосмеси. Их готовят из грубых, сочных и концентрированных кормов. Они могут быть во влажном и сухом состоянии, в рассыпном, гранулированном и брикетированном видах. Соотношение групп и видов кормов в кормосмесях зависит от производственных групп скота.

Для кормления коров чаще всего применяют влажные и полувлажные полнорационные кормосмеси. Влажные (65–75 %) смеси готовят при силосно-корнеплодном, сенажно-силосном типах кормления. В их состав включают четыре и более компонента (силос, корнеплоды, солома, сено и др.).

Полувлажные (35–50 %) кормосмеси при сенажном типе кормления состоят в основном из сенажа, сена и концентратов.

При разработке рецептов полнорационных кормосмесей для коров принимают во внимание рекомендуемую структуру кормов в зависимости от физиологического состояния животных и стадий лактации.

Потребность в питательных веществах (в расчете на 1 к. ед.), их концентрацию в сухом веществе кормосмеси определяют с учетом продуктивности коров. Кроме того, принимают во внимание запасы, ассортимент, состав, кормовую ценность фуража и питательных добавок в хозяйстве. Для приготовления кормосмесей телкам и нетелям следует использовать разработанную БелНИИЖ структуру кормов с учетом потребности животных в питательных веществах и их концентрации в сухом веществе рационов.

Даже при обильном кормлении кормосмесями из хороших грубых и сочных кормов в рационы необходимо вводить минеральные добавки, так как нехватка макро- и микроэлементов не только обедняет молоко и мясо этими важнейшими для человека элементами питания, но и резко ухудшает состояние здоровья, продуктивность, воспроизводство животных. Недопоставка животноводческим фермам, например, 1 т поваренной соли оборачивается недополучением как минимум 12–15 т молока или 6–7 т мяса (в живой массе), а фосфорный голод снижает удои на 200–250 кг молока в год от коровы.

При выращивании и откорме крупного рогатого скота необходимо максимально использовать вегетативные части растительных кормов, отходы полеводства и пищевой промышленности. Корма не должны

содержать ядовитых и вредных веществ, влияющих на здоровье животных и на поедаемость кормов. Рационы с высоким удельным весом грубых кормов, например соломы, лучше используются в сочетании с кормами, богатыми легкопереваримыми углеводами (картофель, свекла, жом, патока, кукуруза, ячмень и др.).

На свиноводческих фермах и комплексах набор кормов в рационах свиней для Республики Беларусь может составлять: концентрированных – 65–70 %, а сочных и зеленых – 30–35 % по питательности. Основным зерновым кормом является ячмень, из сочных – картофель, морковь, свекла, из зеленых – клевер, вико- и горохоовсяные смеси.

Эффективное использование кормов достигается при нормированном и сбалансированном их скармливании. Кормят свиней подготовленными сбалансированными по питательности кормами: влажными кормосмесями из концентрированных кормов, травяной муки, картофеля, свеклы и других кормов (влажность 60–75 %), сухими гранулированными или рассыпными комбикормами (с увлажнением в кормушках) или комбикормами, предварительно разбавленными водой (при соотношении по весу воды и комбикорма не менее 3:1). Доброкачественные концентрированные корма следует включать в рацион перед раздачей без запаривания.

Корма нормируют по группам животных и раздают, как правило, два раза в день для всех групп, кроме подсосных маток, поросят-отъемышей, которых кормят три раза в день. При использовании значительного количества объемистых кормов (картофель, свекла, зеленая масса и т. п.) допускается трехразовое кормление животных и остальных групп.

Для полноценного нормированного кормления животных рационы должны быть сбалансированы с потребностью организма в энергии (корме), в периваримом протеине, кальции, фосфоре, каротине и кормовой соли.

Начинать составление рациона нужно с определения нормы кормления для животных каждой половозрастной группы.

Энергия питания животных определяется по формуле

$$\mathcal{E} = P_a + M (0,07Ж + 0,18) \pm K, \quad (5.1)$$

где \mathcal{E} – энергия питания суточного рациона кормов, к. ед.;

P_a – затраты корма на поддержание жизни животного определенной массы, к. ед.;

M – среднесуточный удой на корову, кг;

Ж – жирность молока, %;

К – суточный привес (+) или отвес (–).

Зная питательность рациона в кормовых единицах, необходимо определить количество отдельных видов кормов, необходимых в сутки каждому животному различных половозрастных групп. Далее определяют общую питательность рациона и сравнивают ее соответствие кормовым нормам.

5.2. Расчет потребности в кормах и хранилищах

На основании составленных суточных рационов кормления и наличия поголовья животных каждой половозрастной группы определяют потребность животноводческого предприятия в кормах.

Суточная потребность в одном виде корма для определенной группы коров определяется по формуле

$$Q_i = q_i \cdot m_i, \quad (5.2)$$

где q_i – суточная норма i -го корма в рационе животного данной группы, кг/гол.;

m_i – количество животных в группе, гол.

Суммарный суточный расход каждого вида корма на фермах рассчитывают по формуле

$$Q_c = q_1 \cdot m_1 + q_2 \cdot m_2 + \dots + q_n \cdot m_n = \sum_{i=1}^n q_i \cdot m_i, \quad (5.3)$$

где $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ – среднесуточная норма корма на одно животное различных групп, кг;

m_1, m_2, \dots, m_n – количество животных в группах.

Годовую потребность в кормах определяем по выражению

$$Q_{\Gamma} = Q_{\text{сл}} \cdot t_{\text{л}} \cdot K + Q_{\text{сз}} \cdot t_{\text{з}} \cdot K, \quad (5.4)$$

где $Q_{\text{сл}}, Q_{\text{сз}}$ – суточный расход кормов в летний и зимний периоды года, кг;

$t_{\text{л}}, t_{\text{з}}$ – продолжительность летнего и зимнего периодов, дн.;

K – коэффициент, учитывающий потери кормов во время хранения и транспортирования. Принимается при расчетах для концентрированных кормов – 1,01, для корнеплодов – 1,03, для силоса – 1,1, для зеленой массы – 1,05, грубых кормов – 1,0.

Продолжительность летнего периода использования кормов для Республики Беларусь составляет 155 дн., зимнего – 210 дн.

Хранение является неразрывной частью технологической линии приготовления и раздачи кормов. Разрыв этой линии приводит к снижению эффективности использования машин и оборудования. Поэтому наряду с правильным выбором типа хранилищ необходимо тщательно подходить к выбору зоны (площадки) для их размещения. Для уменьшения перевалочных операций и повышения эффективности использования машин и оборудования линии приготовления и раздачи кормов необходимо хранилища по возможности блокировать с кормоцехами.

Рассыпные грубые корма хранят в скирдах, стогах, а прессованные – в штабелях. При открытом хранении особое значение имеет ширина и высота скирды. Слишком широкую скирду трудно укладывать и завершать. Высота скирд ограничивается возможностями механизмов. Ширину скирды рекомендуется делать 5,0–5,5 м у основания и 5,5–6 м – в начале вершения (в плечах), т. е. примерно на высоте 3,5 м. Более узкие скирды кладут только в том случае, если корма сыроваты, при этом уменьшают и высоту скирды. При сухом корме высоту скирды доводят до 7–7,5 м. Длина стандартных скирд должна составлять 20 м. Досушивать неизмельченную провяленную траву можно в скирдах массой не менее 18 т в расчете на готовое сено. При этом рекомендуются следующие размеры скирд: ширина – 5,5–6 м, высота – 6–8 м, длина – 20–22 м. Для досушивания неизмельченной травы в скирдах промышленность выпускает специальные установки. На досушивание травы укладывают провяленными до влажности 35–45 %, а досушивают их до влажности 17–18 %.

Прессованные грубые корма укладывают в штабель шириной 5,0–5,5 м, длиной 20 м и высотой 17–18 рядов. Кипы первого ряда кладут плотно одна к другой на узкую сторону. Кипы остальных рядов – на широкую. Начиная со второго ряда, вдоль и поперек штабеля устраивают вентиляционные отверстия шириной 25–30 см для удаления влаги, выделяющейся при подсыхании сена. После 8–10 ряда штабеля вершатся. Сверху штабель необходимо укрывать полимерной пленкой или соломой.

Высококачественный сенаж готовят в герметических сооружениях башенного или траншейного типа.

Хранение сенажа в башнях обеспечивает лучшую защиту от доступа воздуха, что уменьшает потери питательных веществ в период консервирования и хранения. Сенаж, хранящийся в башнях, хорошо под-

дается выгрузке, механизации смешивания с концентрированными кормами и раздаче его скоту.

Для сенажного моноорма лучшими хранилищами являются металлические или бетонные башни. При хранении сенажного моноорма в облицованных траншеях емкость их должна быть не более 1 тыс. т, а загрузка должна проводиться не более чем за 3–4 дня.

Сенажный моноорм при закладке в хранилище должен иметь влажность 50–55 %. В сухом веществе моносенажа содержится немного молочной и уксусной кислоты, полностью отсутствует масляная. Питательность килограмма такого корма – 0,42–0,45 к. ед. и 35–40 г переваримого протеина.

Силосование зеленого корма неизбежно связано с потерями питательных веществ. При соблюдении всех технологических требований потери питательных веществ при силосовании в облицованных траншеях – 15–25 %, а в башнях – 10–11%.

Силос готовят и хранят в специальных сооружениях: наземных, полузаглубленных и заглубленных облицованных траншеях, башнях и полубашнях. Наибольшее распространение получили облицованные траншеи.

Траншеи устраивают длиной 30–50 м, высотой 2,5–3,5 м, шириной 10–15 м. Боковые стены должны иметь наклон наружу около 6°, что обеспечивает хорошую трамбовку, самоуплотнение и хорошую выемку при использовании средств механизации.

Силосование и хранение в башнях обходится дороже, но качество выше, и корм можно использовать весной и летом. Башни и полубашни рекомендуется блокировать с животноводческими помещениями, что позволяет механизировать и автоматизировать раздачу силоса животным.

Корнеклубнеплоды хранят в простейших и специальных механизированных хранилищах. К простейшим хранилищам относятся бурты, полузаглубленные траншеи, размеры которых зависят от зоны расположения хозяйства, вида корнеклубнеплодов и срока их хранения. Емкости хранилища корнеклубнеплодов определяют применительно к его конструкции. Ширина буртов по размерам котлована может быть 2–2,5 м при глубине 0,2–0,5 м, причем более глубокие бурты устраивают в тех зонах, где климат холоднее. Высота буртов при закладке зависит от их ширины и угла естественного откоса бурта, который зависит от вида и размеров и корнеплодов. Ширина основания траншей находится в пределах 1–4 м и более, высота – 1,5–2 м. Длина простейших хранилищ зависит от их емкости и не лимитируется.

В простейших хранилищах больших размеров устраивают приточно-вытяжную вентиляцию. Наружный воздух поступает в бурт по приточному каналу. Вытяжная система образована рядом вертикальных труб, установленных на расстоянии 3–4 м друг от друга по продольной оси бурта.

Хранение корнеклубнеплодов в специальных механизированных хранилищах позволяет получить нужный режим хранения. Температуру воздуха в них необходимо поддерживать в пределах от +1 до +3 °С, а относительную влажность – около 80 %.

При планировании потребности фермы (комплекса) или хозяйства в хранилищах для различных кормов необходимо знать общий объем хранилища $V \text{ м}^3$ для хранения годовых запасов данного корма, который определяют по зависимости

$$V = \frac{Q_{\Gamma}}{\gamma}, \quad (5.5)$$

где Q_{Γ} – годовая потребность в корме, кг;

γ – объемная масса корма, кг/м³.

Потребное количество хранилищ годового или временного запаса кормов определяют исходя из общего объема V , объема выбранного хранилища $V_{\text{хр}}$ и степени его использования ε ,

$$n = \frac{V}{V_{\text{хр}} \cdot \varepsilon}, \quad (5.6)$$

где $V_{\text{хр}}$ – вместимость выбранного хранилища, м³ (табл. 5.1);

ε – коэффициент использования емкости хранилища (табл. 5.1).

Меняя размеры хранилищ, необходимо добиваться получения целого числа.

Таблица 5.1. Примерная вместимость хранилищ для различных кормов

Вид хранилища	Вместимость хранилища, м ³	ε
Траншеи для хранения силоса и сенажа	500, 750, 1 000, 1 500, 2 000, 3 000, 4 000, 5 000, 6 000	0,95–0,98
Башни	420, 600, 900, 1 200, 1 600, 2 000, 2 700, 3 700, 4 200	0,95–0,98
Хранилища грубых кормов	Стандартные скирды, стога, штабеля	1,0
Траншеи и бурты для корнеклубнеплодов	160, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500	0,85–0,90
Склады концентрированных кормов	500, 1 000, 1 500, 2 000, 2 500, 3 000, 3 500, 4 000, 6 000, 6 000	0,65–0,75

Площадь хранилищ для различных видов кормов можно определить, зная допустимую нагрузку площади хранилища в т/м² или допустимую высоту их загрузки в м.

Площадь, занимаемую хранилищем кормов, определяют по формуле

$$F = \frac{V_{\text{хр}} \cdot \varepsilon \cdot \gamma}{P}, \quad (5.7)$$

где P – нагрузка площади хранилища в т/м² (для корнеплодов при хранении в буртах $P = 0,9$ – $1,0$, в хранилищах – $1,5$ – $2,0$, для концентратов при хранении в складах $P = 1,5$ т/м²).

Допустимая высота загрузки для корнеплодов при хранении в буртах составляет $1,5$ – $1,7$ м, в хранилищах – $2,5$ – $3,3$ м, для концентратов при их хранении в складах высота загрузки составляет 3 м. При использовании торфа в качестве подстилки расход его на голову принимается в $1,5$ раза больше, чем соломы. При хранении подстилки в стогах, скирдах, под навесами или в сараях хранилища строят объемом, позволяющим принимать не менее 50% годовой потребности. Для нахождения объема хранилищ объемную массу непрессованной соломы принимают 60 – 90 кг/м³, прессованной – 250 кг/м³, торфа (при влажности 45%) – 150 кг/м³, нагрузку площади хранилища для соломы принимают равной $0,60$ т/м², высоту загрузки в стогах – $4,7$ – $6,1$ м, в скирдах – 5 – $6,5$ м.

Зона для размещения хранилищ на территории фермы отводится в местах, имеющих уклоны для стока поверхностных вод, удобные подъездные пути и в непосредственной близости с кормоцехом.

5.3. Обоснование и выбор технологической схемы приготовления кормов

Технологические схемы обработки, приготовления и раздачи кормов проектируют с учетом экономической эффективности, определяемой конкретными условиями хозяйств, зоотехническими требованиями к скармливанию, кормовой базой, типом кормления и составом рационов, взаимным расположением основных и вспомогательных помещений на ферме, их количеством, местом и порядком кормления животных, системой их содержания, конструкцией технологического оборудования, принятого для обработки кормов, внутренней планировкой помещений, способом подготовки кормов к скармливанию, способом транспортирования и раздачи кормов.

Наиболее рационально скармливать крупному рогатому скоту многокомпонентные кормовые смеси, состоящие из грубых, сочных, концентрированных кормов и различных добавок. Это позволяет механизировать раздачу кормов, улучшает поедаемость соломы, сена низкого качества и других грубых кормов, а также обеспечивает сокращение кратности раздачи кормов животным.

Кормосмеси поедаются крупным рогатым скотом на 96–100 %. Это особенно ценно при боксовом содержании коров и скармливании кормов с кормораздаточных транспортеров.

При кормлении крупного рогатого скота кормосмесями по сравнению с отдельной раздачей компонентов рациона надой молока повышается до 15 %, увеличивается прирост массы на 10–20 %, а расход кормов снижается на 10–15 %. Кормовая смесь поедается почти в 2 раза быстрее, чем корма в натуральном виде.

Для приготовления кормовых смесей на ферме необходимо иметь кормоприготовительное предприятие (кормоцех), в котором машины и оборудование объединены между собой в единые технологические линии и обеспечивают приготовление готовой кормовой смеси, сбалансированной по всем элементам питания, с наименьшими затратами материальных средств. Кормоприготовительные предприятия располагают в отдельном здании, с которым, по возможности, необходимо блокировать хранилища корнеклубнеплодов, концентрированных и других кормов.

Выбор основного оборудования для кормоцеха следует начинать с разработки технологических схем переработки всех видов кормов, входящих в рационы различных половозрастных групп животных, и определения суточной, разовой и часовой производительности отдельных линий и кормоцеха в целом.

Производительный участок приготовления кормов рекомендуется проектировать в следующей последовательности:

1. Разработать поточные технологические линии приготовления отдельных видов кормов.
2. Обосновать и разработать общую технологическую схему процесса приготовления кормов.
3. Подобрать кормоцех.
4. Рассчитать каждую технологическую линию кормоцеха.
5. Обосновать и выбрать машины и оборудование.

В зависимости от вида кормов, зоотехнических требований к скармливанию, требований технологического процесса на животно-

водческих фермах применяют следующие способы обработки кормов: механический, тепловой, химический, термохимический, биохимический и др. Эти способы применяют раздельно и в сочетании соответственно принятой технологии.

Анализ различных технологий обработки кормов и приготовления кормовых смесей показал, что наиболее рациональными являются следующие технологические линии обработки различных видов кормов.

Грубые (солома, грубостебельное сено):

- 1) измельчение – дозирование – смешивание;
- 2) измельчение – запаривание – дозирование – смешивание;
- 3) измельчение – биологическая (биохимическая или химическая обработка) – дозирование – смешивание;
- 4) измельчение – термохимическая обработка – дозирование – смешивание.

Приготовление корнеклубнеплодов:

- 1) мойка – измельчение – дозирование – смешивание;
- 2) мойка – запаривание (варка) – разминание – дозирование смешивание;
- 3) мойка – измельчение – дозирование – дрожжевание – дозирование жидких дрожжей – смешивание.

Приготовление концентрированных кормов следует проектировать по следующим схемам:

- 1) очистка – измельчение – дозирование – смешивание;
- 2) очистка – измельчение – дозирование – дрожжевание – смешивание;
- 3) очистка – дозирование – смешивание;
- 4) очистка – измельчение – дозирование – смешивание – гранулирование.

Первую и вторую схемы рекомендуется использовать при переработке фуражного зерна в комбикорм, а четвертую – при производстве в хозяйстве гранулированных комбикормов.

Зернобобовых (горох, соя, чечевица):

- 1) замачивание – дозирование – смешивание;
- 2) очистка – измельчение – дозирование – смешивание.

Пищевые отходы скармливают по следующей схеме: измельчение (на специальных дробилках) – отделение непищевых отходов – запаривание – охлаждение – дозирование – смешивание.

При отсутствии в хозяйстве витаминной травяной муки в кормоцехе готовят сенную муку по схеме: измельчение – дозирование – смешивание.

Силос (сенаж): измельчение – дозирование – смешивание.

Линия приготовления **питательных растворов** мочевины, известкового молока, рассола и т. п.: прием сухого химикалия – составление раствора – фильтрация – смешивание – дозирование – подача в смеситель – смешивание.

Линия смешивания кормов:

1) прием – транспортирование – смешивание – выдача готового продукта;

2) прием – транспортирование – смешивание с доизмельчением – выдача готового продукта.

Проектирование общей технологической схемы приготовления и раздачи кормов необходимо начинать с обоснования последовательных операций отдельных поточных линий обработки каждого вида корма. При этом необходимо учитывать условия задания на проектирование, научные рекомендации, опыт передовой практики, конкретные условия и возможности хозяйства.

Вначале необходимо определить, какие операции будут выполняться при работе каждой поточной технологической линии, начиная от хранения и до раздачи готового продукта. Например, для корнеклубнеплодов: подача из хранилища – мойка – отделение камней – измельчение – дозирование – подача в смеситель – смешивание – раздача.

Такие схемы поточных линий оформляются и по другим видам кормов. Общие для всех поточных линий операции (транспортировка, смешивание, раздача и др.) объединяются. Затем разрабатывается общая структурная схема (блок-схема) приготовления кормов.

Правильно разработанная схема технологического процесса предусматривает поточный метод организации работы, при котором механизуются все операции: технологические, транспортные и вспомогательные. Такие схемы составляют в нескольких вариантах и после тщательного анализа, с учетом конкретных возможностей хозяйства и передового опыта, принимается наиболее рациональная и экономически эффективная схема проектируемого процесса.

Схема дает наглядное представление о последовательности обработки и приготовления кормов, позволяет совместить одноименные операции, является основанием для выбора машин и оборудования.

Тема 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ УДАЛЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА

6.1. Физико-механические свойства навоза и помета

Основными исходными данными для проектирования технологических линий уборки и удаления навоза являются: специализация и поголовье животноводческого или птицеводческого предприятия, его месторасположение, количество помещений и их объемно-планировочные решения, технология содержания животных и птицы, наличие водных и энергетических ресурсов, вид и обеспеченность применяемых подстилок.

Выбор способа и технических средств уборки, удаления и утилизации навоза в основном зависит от его физико-механических свойств, которые определяются способом содержания животных и птицы, видом и количеством применяемой подстилки.

Навоз представляет собой сложную многофазную систему, состоящую из твердых, жидких и газообразных веществ. Основное влияние на свойства навоза оказывает влажность. На фермах КРС при беспривязном содержании на глубокой подстилке и привязном содержании на обильной подстилке (2–6 кг/гол.) получают твердый (подстилочный) навоз влажностью до 81 %. При привязном содержании с ограниченной подстилкой (до 2 кг/гол.) и беспривязно-боксовом содержании с использованием механических средств уборки получают полужидкий навоз влажностью 81–87 %. При беспривязно-боксовом содержании на щелевых полах и с уборкой навоза гидравлическим способом получают жидкий (бесподстилочный) навоз влажностью 88 % и более.

На свиноводческих фермах получают только жидкий навоз, так как смесь экскрементов свиней без добавления воды имеет влажность 88–90 %.

Большинство показателей, характеризующих физико-механические свойства навоза, зависят от его влажности и объемной массы.

При расчетах машин для уборки навоза необходимо знать коэффициенты трения скольжения, покоя и липкости, значения которых зависят от многих факторов и, прежде всего, от влажности. Влажность навоза, при которой коэффициент трения скольжения принимает свое максимальное значение, называют критической. Так, при движении бесподстилочного навоза крупного рогатого скота по стали, бетону и

доске из сосны критическая влажность соответственно составляет 64,4; 67,6 и 60,4 %, а коэффициент трения – 0,9; 1,04 и 1,02; при движении навоза с соломенной подстилкой при тех же условиях – соответственно 71,4; 73,4 и 72,8 %, а коэффициент трения – 0,67; 0,68 и 0,77. При механизированной уборке навоза необходимо обеспечить влажность навоза выше критического значения.

Значения коэффициентов трения покоя больше коэффициентов трения скольжения экскрементов на 30–40 %, соломистого навоза – на 15–30 % и торфяного – на 5–15 %.

Нормы внесения подстилки приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Нормы расхода подстилки для разных видов животных

Виды животных	Расход подстилки на 1 гол. в сутки, кг		
	сухой соломы	сухого торфа	опилки
Беспривязное содержание КРС:			
коровы	0,5–0,6	3,0–6,0	3,0–4,0
молодняк старше года	0,5–5,0	2,0–4,0	1,5–3,0
Привязное содержание КРС:			
коровы	2,5–3,0	2,0–3,0	2,0–3,0
молодняк старше года	1,5–2,0	1,2–2,0	1,0–1,5
молодняк до года	1,2–1,8	1,0–1,5	–
Свиньи	1,0–2,0	1,5–2,0	2,5–3,0
Овцы и козы	0,3–0,5	–	1,5–2,0
Птица	0,05–0,1	1,5–3,0	1,2–2,5
Лошади	3,0–5,0	4,0–6,0	2,5–3,5

Жидкий навоз влажностью 86–92 % способен перемещаться самоотеком по каналам на определенные расстояния за счет своих вязкопластичных свойств. На этой основе созданы самотечно-сплавные системы удаления навоза из животноводческих помещений.

Содержание питательных веществ в навозе зависит от качества корма, количества применяемой подстилки и других условий содержания скота и птицы. Лучшей подстилкой является солома озимых культур и торф.

При бесподстилочном содержании животных и использовании гидравлических систем удаления навоза из помещений в навоз всегда добавляется вода (табл. 6.2).

Таблица 6.2. **Нормы расхода воды при различных способах уборки навоза**

Способы уборки навоза	Расход воды на 1 гол., л	
	КРС	свиньи
Прямой гидросмыв	40–50	15–20
Рециркуляционная система	15–20	5–8
Отстойно-лотковая система	10–15	4–6
Самотечная система	5–10	2–4

Суточный выход экскрементов составляет примерно 6–10 % от массы животного, при этом на долю кала приходится 40–45 % от общего выхода экскрементов. При использовании многокомпонентных полнорационных кормовых смесей выход их увеличивается на 30 %.

В состав навоза входят экскременты, подстилочный материал и добавляемая вода. Поэтому свойства навоза, поступающего от животноводческих помещений, значительно отличаются от свойств экскрементов.

6.2. Технология и технические средства для уборки, удаления и утилизации навоза

При скоплении навоза и жижи в животноводческом помещении выделяется большое количество аммиака и создаются благоприятные условия для размножения и сохранения вредных микроорганизмов. Это неудовлетворительно сказывается на состоянии и продуктивности скота, что указывает на необходимость своевременного удаления навоза из помещений и дальнейшей его переработки для использования на полях в качестве удобрения с соблюдением требований охраны окружающей среды от загрязнений.

В зависимости от конкретных условий применяют следующие технологии удаления и обработки навоза:

1. Сбор, удаление, хранение, выдержка в буртах и внесение в почву твердого подстилочного навоза.

2. Сбор, удаление жидкого бесподстилочного навоза с приготовлением, хранением и внесением в почву твердого компоста, полученного с использованием торфа, резаной соломы, опилок, других компостируемых материалов и минеральных удобрений.

3. Сбор и удаление жидкого бесподстилочного навоза с соответствующей обработкой, хранением и внесением его в почву в жидком виде.

4. Сбор и удаление бесподстилочного навоза с разделением его на твердую и жидкую фракции с соответствующей обработкой, последующим хранением и внесением каждой фракции в почву отдельно (раздельный способ утилизации).

В общем случае технологический процесс уборки навоза из животноводческих помещений, транспортировки его к местам обработки и хранения с последующим внесением в почву можно представить следующими операциями: доставка и распределение подстилки; уборка помещений, включающая очистку стойл, станка, клеток и др.; транспортировка в промежуточные емкости-накопители; погрузка в транспортные средства; транспортировка к местам разгрузки и временного хранения (в навозохранилище, на площадку компостирования); обработка навоза с целью приготовления высокоэффективного органического удобрения; погрузка и транспортировка навоза в поле и внесение его в почву.

В соответствии с технологией и классификацией навозоуборочных средств выбираются технические средства для очистки мест скопления навоза (помета) в помещении, удаления, транспортировки и обработки его с целью последующей утилизации.

На животноводческих фермах и комплексах нашли применение механический и гидравлический способы удаления навоза.

Механический способ включает следующие технические средства для удаления навоза: наземные и подвесные рельсовые дороги (вагонетки) и безрельсовые ручные тележки; транспортеры скребковые навозоуборочные (ТСН) непрерывного кругового и возвратно-поступательного движения; мобильные навозоуборочные средства, состоящие из навесных устройств на тракторах и самоходных шасси; шнековые и винтовые конвейеры.

Наземные и подвесные рельсовые вагонетки, безрельсовые ручные тележки используют для удаления навоза в старых нетиповых животноводческих помещениях.

Транспортеры скребковые навозоуборочные непрерывного кругового движения **ТСН-2,ОБ, ТСН-3,ОБ, ТСН-160А и ТСНВ-1, ТСНВ-3** (Волковысский завод литейного оборудования) обеспечивают качественную ежедневную уборку твердого навоза или помета из помещений и погрузку их в транспортные средства.

Скреперные установки типа «Дельта-скребок», «Короб», «Стрела», «Лопатка», «Каретка» используют для удаления полужидкого навоза. Выпускаются канатно-скреперные установки для ферм КРС –

УС-15, УС-Ф-170, УС-Ф-250, УС-10, ТС-1ПР, ТС-1ПП; для свиноводческих ферм – **УС-12, УСН-12, ТС-1ПР, ТС-1ПП.**

Мобильные навозоуборочные средства используют для удаления твердого навоза из помещений с беспривязным на глубокой или частосменяемой подстилке, с выгульно-кормовых дворов и площадок. К ним относятся агрегаты мобильные навозоуборочные **АМН-Ф-20**, бульдозерные навески **БН-1, БСН-1,5**, бульдозерные щетки, погрузчики-бульдозеры **ПФП-1,2, ПБ-35**, самопогрузчики **СУ-Ф-0,4**, погрузчики-экскаваторы **ПЭ-0,8А, ПЭА-Ф-1** и бульдозеры общего назначения.

Шнековые и винтовые конвейеры КВ-Ф-40, КШ-40 обеспечивают удаление навоза из помещений ферм КРС при привязном содержании. В комплект конвейера входят шнеки продольные длиной 70 м, шнек поперечный – 20 м, установка для транспортирования навоза в навозохранилище.

Для уборки навоза на фермах крупного рогатого скота при беспривязно-боксовом и комбибоксовом содержании из двух открытых продольных каналов шириной 1,8–3 м и глубиной 0,2 м применяют скреперные установки **УС-15, УС-Ф-170, УС-Ф-250**. Установки УС-Ф-170 и УС-Ф-250 имеют по четыре рабочих органа.

Для уборки навоза на свиноводческих фермах из продольных каналов применяют скреперные установки типа «Стрела» **УС-12 и ТС-1ПР** со скребками типа «Каретка», из поперечных каналов – **УСП-12 и ТС-1ПП.**

Скреперная установка не травмирует животных, так как скорость рабочих органов мала (2,4 м/мин), но в то же время не дает животным лежать в проходе. Установка может убирать жидкий и полужидкий навоз с остатками кормов и подстилкой, обеспечивая чистоту навозных проходов.

Установка скреперная **УС-12** предназначена для уборки бесподстилочного навоза из-под щелевых полов в продольных каналах шириной 800 мм, глубиной 800 мм или шириной 900 мм при глубине 400 мм в свиноводческих помещениях. Длина контура – 200 м, скорость движения скреперов – 0,25 м/с, мощность привода – 3 кВт.

Установка скреперная (поперечная) **УСП-12** предназначена для транспортировки навоза в поперечных навозных каналах глубиной 1 м и шириной 0,82 м на свиноводческих фермах. Длина контура – 480 м, скорость движения скреперов – 0,2–0,3 м/с, мощность привода – 5,5 кВт.

Скреперные установки, работающие в продольных каналах, удаляют навоз в течение 18–20 ч в сутки, а установки УС-10 и ТС-1ПП включаются в работу шесть раз по 20–60 мин за каждую уборку.

Агрегат мобильный навозоуборочный **АМН-Ф-20** и самопогрузчик универсальный **СУ-Ф-0,4**, бульдозерная навеска **БН-1В** предназначены для удаления навоза из помещений с беспривязным содержанием на глубокой или часто сменяемой подстилке, с выгульно-кормовых дворов и площадок, имеющих твердое покрытие.

Гидравлический способ обеспечивает удаление жидкого навоза на свиноводческих фермах, фермах крупного рогатого скота при беспривязно-боксовом содержании на щелевых полах. Различают четыре основные системы гидравлического удаления навоза: **смывная, лотково-отстойная (шиберная), самотечная и рециркуляционная**.

Гидравлическая система состоит из продольных навозоприемных каналов, поперечного (магистрального) канала, отстойника, навозосборника с насосной станцией и наружной канализационной сети. Навозоприемные продольные каналы служат для приема навозной массы из стойл, станков и проходов. Размещают их в зоне наибольшей дефекации животных и перекрывают сверху щелевым полом (решетками). Магистральный канал служит для самотечной транспортировки навоза от приемных каналов к навозосборнику. Гидравлический уклон каналов должен быть не менее 0,01 в сторону транспортирования навоза.

При **смывной системе** жидкий навоз удаляется из заглубленных каналов струей воды двумя способами: прямым смывом с использованием смывных насадок или брандспойтов и с помощью смывных бачков.

Отличительная особенность **отстойно-лотковой системы** – наличие в навозоприемном канале одного или нескольких шиберов, обусловливающих накопление (7–14 дн.) и периодическое удаление навозной массы за пределы животноводческого помещения.

Самотечная система работает при непрерывном удалении навоза из помещения по мере его поступления в навозоприемный канал. Каналы выполняют такими же, как и в отстойно-лотковой системе с шибером, но в конце канала дополнительно устраивают порожек высотой 120–150 мм, который поддерживает постоянный слой жидкости на дне.

Перед пуском системы в навозоприемные каналы наливают воду до уровня порожка и перекрывают канал шибером. Экскременты живот-

ных, проваливаясь сквозь решетки, накапливаются в канале. После заполнения канала (не менее чем через 14 дн.) открывают шибер и выпускают навоз. Оставшийся слой образует наклонную поверхность, уклон которой в сторону движения массы составляет 0,01–0,02 (1–2 см на 1 м длины канала).

По мере поступления экскрементов в канал масса переливается через порожек. Система работает непрерывно в течение всего цикла выращивания или откорма скота.

Рециркуляционная система предусматривает ежедневный смыв поступающих в канал экскрементов жидкой фракцией навоза, подаваемой насосом из навозосборника ко всем продольным навозоприемным каналам. Навозная жижа должна быть осветленной, дезодорированной и обеззараженной.

Для транспортирования твердого навоза применяют транспортные самосвальные прицепы грузоподъемностью от 4 до 12 т (1ПТС-4М, 2ПТС-4М-785А и др.), бульдозеры, скреперные установки УС-10, ТС-1ПП, УСП-12, заглубленные скребковые транспортеры ТСН.

Жидкий и полужидкий навоз транспортируют конвейером навозоуборочным поперечным КНП-10, установками УТН-10А, УТН-Ф-20, ОДК-35; шнековыми, поршневыми и центробежными насосами; вакуумированными цистернами-разбрасывателями РЖТ-4, РЖТ-8, РЖТ-16, МЖТ-6, МЖТ-8, МЖТ-11, МЖТ-16; полуприцепами ПСТ-6 и ПЖ-2,5.

Установка для транспортирования навоза УТН-10 предназначена для перекачивания навоза по трубопроводу от животноводческих помещений в навозохранилище. Установка работает в автоматическом режиме. Подача насоса составляет 10 т/ч, расстояние транспортировки – до 150 м, диаметр цилиндра – 395 мм, ход поршня – 630 мм. Продолжительность одного цикла – 26 с. За один ход поршня в навозохранилище подается 55–75 кг навоза.

Кузовной самосвальный полуприцеп ПСТ-6 предназначен для транспортировки и саморазгрузки навоза любой влажности, а также торфа и торфокомпостных смесей. Состоит из самосвального кузова грузоподъемностью 7 т, установленного на одноосном шасси. Подъем кузова на 87° осуществляется двумя гидроцилиндрами. Агрегируется с трактором типа «Беларус». Изготовитель – «Бобруйскагромаш».

Полуприцеп для жидких грузов ПЖ-2,5 предназначен для самозагрузки и транспортирования жидкого навоза. Представляет собой цистерну емкостью 2 550 л, насос для самозагрузки, напорный трубопровод и сливной рукав. Глубина забора при самозагрузке 2,5 м. Изготовитель «Бобруйскагромаш».

Для перекачивания жидкого и полужидкого навоза из навозосборников и навозохранилищ в транспортные средства или транспортирования по трубопроводу применяют центробежные насосы 4ФВ-5М, 3Ф-12, 5Ф-6, 5Ф-6, 5Ф-12, ЦМФ-160-10, НЦИ-Ф-100; шнековые насосы НШ-50-I (стационарный) и НШ-50-II (мобильный), насосы для жидкого навоза НЖН-200 и НЖНВ-100, НЖНВ-200М, НЖНВ-300 (изготовитель – Волковысский завод литейного оборудования).

Насос шнековый НШ-50 предназначен для перекачивания жидкого и полужидкого навоза влажностью 75–98 % из емкостей в транспортные средства или транспортирования навоза по трубам диаметром не менее 150 мм.

Насосы для жидкого навоза серии НЖН предназначены для перекачивания жидкого или полужидкого навоза из навозохранилищ и навозосборников в транспортные средства или для транспортирования по трубопроводам от помещений в навозохранилище.

Технология и выбор средств переработки и обеззараживания навоза зависит от вида и свойств навоза.

Обработка твердого навоза. Самым древним и распространенным способом использования **твердого или подстилочного** навоза является применение его без какой-либо дополнительной обработки в качестве удобрения. Для обеззараживания подстилочного навоза рекомендуется биотермический способ, который происходит в процессе хранения его в штабелях массой 100–200 т, укрытых с боков и сверху слоем земли.

Обработка жидкого навоза. Одним из способов использования жидкого навоза является компостирование его с торфом, соломой и минеральными удобрениями в специальных цехах или на открытых площадках и навозохранилищах.

На 1 т навоза при компостировании добавляют 600–700 кг торфа и 4–20 кг минеральных удобрений.

Готовые компосты укладывают в штабеля 100–200 т, покрывают слоем земли в 15–20 см и обеззараживают за счет самосогревания компоста биотермическим способом.

Переработка жидкого навоза. На практике для использования жидкого навоза применяют два основных способа переработки: компостирование и разделение на твердую и жидкую фракции с последующим использованием их в отдельности.

При разделении жидкого навоза на фракции применяются: естественное его разделение под действием гравитационных сил и механическое разделение.

Естественное разделение навоза осуществляется в вертикальных и горизонтальных отстойниках.

Механическое разделение навоза на жидкую и твердую фракции осуществляется на специальных фильтрах и осадительных машинах.

К фильтрующим машинам и аппаратам относятся: **вибросита, виброгрохоты и пресс-фильтры**. Полученная при разделении твердая фракция навоза влажностью 65–70 % используется на удобрение. К фильтрующим машинам относятся: сито дуговое СД-Ф-50, отделитель механических включений ОМВ-200, виброгрохоты горизонтальные инерционные ГИЛ-32 и ГИЛ-52 грохот барабанный ГБН-100, горизонтальный отстойник ООС-25.

Оборудование для обезвоживания твердой фракции навоза. Для дополнительного обезвоживания твердой фракции после фильтрующих машин применяют бункер-дозатор КПС-108.60.03 и **шнековые фильтр-прессы ПНЖ-68**, а для обезвоживания осадков первичных отстойников и избыточного активного ила – **осадительную центрифугу ОГШ-502К4**.

Обеззараживание бесподстилочного навоза. Для обеззараживания бесподстилочного (жидкого) навоза применяют следующие способы: химический, биотермический, термический, биологический (анаэробный и аэробный), радиоактивный способы.

Химический способ обеззараживания жидкого навоза до разделения его на фракции осуществляется жидким аммиаком (30 кг на 1 м³ массы) и выдержкой 5 сут; формальдегидом (на 1 м³ навоза 7,5 л формалина с содержанием 38 % формальдегида, 72 ч), хлорной известью (1 кг извести на каждые 20 л жижи при сибирской язве и других споровых инфекциях и 0,5 кг извести на каждые 20 л жижи при неспорообразующих и вирусных инфекциях).

Термический способ. Этот способ осуществляется за счет нагрева навоза до температуры 95 °С. На крупных свиноводческих комплексах жидкий навоз обеззараживают на пароструйных установках при температуре 110–120 °С, давлении 0,2 МПа и выдержке 10 мин.

Биологический способ. Наиболее совершенными являются два варианта этого способа – анаэробный (без доступа воздуха) и аэробный (с доступом кислорода).

Перспективным направлением анаэробного способа обеззараживания жидкого навоза является метановое сбраживание навоза в метантанках. При этом из каждой тонны навоза выделяется 50 м³ биогаза (60–65 % метана и 35–40 % углекислого газа).

Сбраживание происходит без доступа воздуха и света при температуре 50–55 °С в метантанках с подогревом навозной массы водой или паром.

6.3. Выбор типа и расчет навозохранилищ

Получаемый на фермах навоз не всегда возможно и целесообразно вывозить на поля из-за их занятости, погодных условий и потерь питательных веществ.

Практика показывает, что при хранении полужидкого навоза в поле потери азота доходят до 50–60 % и органического вещества – до 25–30 %. Поэтому навоз многие хозяйства предпочитают хранить в специальных навозохранилищах.

По расположению и по отношению к ферме эти навозохранилища подразделяются на прифермские и полевые. Прифермские открытые навозохранилища по зоотехническим требованиям должны располагаться на расстоянии не менее 60 м от помещений для скота. Вместимость этих навозохранилищ должна быть равной 25–40 % зимнего выхода навоза, а вместимость каждого в отдельности такого навозохранилища не должна превышать 5 тыс. м³.

Полевые навозохранилища целесообразно строить открытого котлованного типа на удобряемых полях и рассчитывать их на вместимость 60–70 % зимнего выхода навоза. Такие навозохранилища чаще всего предназначаются для жидкого навоза.

Строительство навозохранилищ ведется только по типовым проектам и с соблюдением требований охраны окружающей среды.

Для хранения твердого навоза применяют открытые и закрытые навозохранилища. Открытые подразделяются на наземные, полузаглубленные и заглубленные в виде котлована или траншеи.

Наземные навозохранилища строят при высоком стоянии грунтовых вод на выравненной площадке с твердым покрытием и небольшими бортами. С двух сторон навозохранилища располагают жижесборники, а дно площадки делают с уклоном в сторону жижесборников.

Углубленные навозохранилища выполняют в виде котлована глубиной 1,5–2 м с насыпным валом вокруг хранилища и пандусами для въезда и выезда транспорта. Стенки и дно покрывают бетоном или утрамбованной глиной со щебнем слоем 20 см.

Объем навозохранилища

$$V_n = \frac{G_{\text{сут}} \cdot D \cdot \varphi}{\gamma_n}, \quad (6.1)$$

где $G_{\text{сут}}$ – суточный выход навоза, кг/сут;

D – продолжительность накопления навоза, сут;

φ – коэффициент заполнения навозохранилища, $\varphi = 0,7-1,0$;

γ_n – объемная масса навоза, кг/м³.

Площадь (открытого) навозохранилища определяют исходя из поголовья фермы, норм выхода навоза и срока его хранения по формуле

$$F = \frac{q_{\text{сут}} \cdot m \cdot D}{H \cdot \gamma_n}, \quad (6.2)$$

где $q_{\text{сут}}$ – суточный вывоз навоза, кг/гол.;

m – число животных, гол.;

D – число дней накопления навоза;

H – высота укладки навоза, м. Рекомендуется принимать 1,5–2 м.

Для приготовления и погрузки органических удобрений в транспортные средства в открытых наземных и полузаглубленных навозохранилищах применяют мобильные средства механизации ПБ-35, ПФП-1,2; ПЭ-0,8; ПЭА-Ф-1А и др.

Для механизации работ в навозохранилищах траншейного типа применяют перегружатель органических удобрений ПОУ-40. Он представляет собой двухконсольный козловый кран, перемещающийся по рельсам, уложенным на бортах навозохранилища. Подъемник с грейфером 1 м³ для захвата груза передвигается по мосту крана на тележках. С его помощью механизирована перегрузка навоза в навозохранилище, приготовление торфонавозного компоста и выгрузка их в транспортные средства.

Для выемки навоза из навозосборников и погрузки в транспортные средства используют ковшовые навозопогрузчики НПК-30 и НПК-30А производительностью 30 и 35 т/ч.

Для выгрузки полужидкого навоза из открытых навозохранилищ длиной до 100 м применяют установки УВН-800. Для выгрузки его из закрытых и размещенных под решетчатыми полами хранилищ длиной до 110 м используют установку УВН-800-1.

Каждая установка состоит из стационарной скреперной установки УВН-800 и насоса для жидкого навоза НЖН-200.

Для перекачивания жидкого и полужидкого навоза из емкостей, навозо-сборников и навозохранилищ в транспортные средства применяют насосы шнековые НШ-50, центробежные с измельчителем НЦИ-100, и насосы НЖНВ-100, НЖНВ-200, НЖН-200, НЖНВ-300.

Тема 7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И АВТОПОЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

7.1. Источники водоснабжения и водонапорные сооружения

Источниками сельскохозяйственного водоснабжения могут быть поверхностные (открытые), подземные (закрытые) и атмосферные воды.

К источникам водоснабжения предъявляют следующие требования:

1. Количество воды в источнике должно обеспечить все потребности хозяйства.
2. Качество воды должно быть удовлетворительным.
3. Себестоимость воды, употребляемой из источника, должна быть низкой.

Для забора воды из открытых источников применяют береговые, русловые и каптажные водозаборные сооружения (водоприемники).

Береговые водоприемники применяют там, где большая глубина около берега, а сам берег крутой и имеет твердый грунт. Они могут быть с незащищенными и защищенными оголовками. Сверху оголовки обкладывают булыжником, а в стенах и крыше делают отверстия для воды. Самотечные трубы укладывают ниже уровня промерзания грунта на высоте 0,5–1,0 м от дна колодца.

Русловые водоприемники применяют, когда берега источника пологие, глубина у берегов невелика, если вода в русле лучше, чем у берегов.

Для забора подземных вод сооружают шахтные, трубчатые (буровые) колодцы и каптажные сооружения.

Шахтные колодцы сооружают в тех случаях, когда водоносные пласты залегают на глубине 10–200 и не более 50 м. Основу шахтного колодца составляет шахта, имеющая водоприемную часть и оголовок. Шахта может быть деревянной, каменной, кирпичной, бетонной и железобетонной. Шахту делают квадратного сечения со стороной 1–3 м или круглой диаметром 1–3 м.

Трубчатые или буровые колодцы сооружают при залегании водоносных пластов на глубине более 50 м, но не глубже 150 м. Их эксплуатационная колонна состоит из обсадной трубы диаметром 150–350 мм, кондуктора, надфильтровой трубы, фильтра и отстойника фильтра. Применяют в трубчатых колодцах сетчатые (щелевые) и гравийные фильтры.

Каптажные сооружения применяют для сборки родниковых вод. Они представляют своего рода емкость или колодец.

7.2. Насосы и водоподъемные установки

К водоподъемным машинам и установкам относятся:

- 1) ленточные, шнуровые, воздушные, инерционные и гидравлические водоподъемники;
- 2) объемные (поршневые, винтовые, шестеренчатые, шиберные), лопастные (центробежные, диагональные, осевые, вихревые) и пропеллерные насосы;
- 3) водоструйные установки (эжекторы);
- 4) водоподъемные ветроустановки (эжекторы);
- 5) простейшие водоподъемники, основанные на зачерпывании воды, применяются для подъема ее на более высокие отметки (вороты с ручками или колесами, журавли, нории и др.).

Центробежные насосы просты по устройству, надежны и удобны в эксплуатации. Это быстроходные машины. Непосредственное соединение насоса с электродвигателем позволило создать компактные насосные агрегаты, не требующие для монтажа больших площадей. Кроме того, характерной особенностью центробежных насосов является тесная взаимосвязь между их подачей (производительностью) и развиваемым напором (высотой подъема воды). С увеличением подачи напор насоса уменьшается и, наоборот, с уменьшением подачи – возрастает.

Наибольшее распространение в животноводстве получили насосы консольного (К и КМ) и погружного (ЭЦВ, ЭПН, АП) типов.

Погружные центробежные насосы типа ЭЦВ, АП и ЭПН выпускают многоступенчатыми вертикального исполнения и применяют для подъема воды из трубчатых колодцев. Привод насоса осуществляется от электродвигателя, соединенного непосредственно с насосом. Конструкция электродвигателя предусматривает эксплуатацию его под водой. Насос с электродвигателем, представляющий собой единый агрегат, с помощью фланца подвешивают к напорному трубопроводу и погружают под динамический уровень воды в колодце не менее чем на 1–1,5 м.

Марка насоса типа ЭЦВ, например, ЭЦВ 4-1,6-65, расшифровывается так: Э – электропогружной; Ц – центробежный; В – высоконапорный; 4 – число степеней; 1,6 – подача в м³/ч; 65 – напор в м. Марка

насоса типа АП, например 8АП-9-6, означает 8 – минимальный диаметр скважины в мм, уменьшенный в 25 раз ($8 \times 25 = 200$ мм); А – артезианский; П – погружной; 9 – коэффициент быстроходности, уменьшенный в 10 раз; 6 – число ступеней.

Плавающие центробежные насосы типа ПН применяют для забора воды из открытых источников и шахтных колодцев. Это трехступенчатые центробежные насосы с вертикальным расположением вала. Привод осуществляется от электродвигателя.

Насос с электродвигателем смонтирован на цилиндрическом понтоне, что позволяет насосному агрегату находиться на воде в плавающем состоянии.

В Республике Беларусь ОАО «Промбурвод» выпускает электропогружные центробежные насосы серии М1ЭЦВ-8-25-100, М1ЭЦВ-6-1-110, М1ЭЦВ-6-10-80, М1ЭЦВ-6-6,3-125, М1ЭЦВ-5-6,3-80 и др.

7.3. Расчет потребности фермы в воде

На фермах воду используют:

- для производственно-технических нужд (поения животных или птицы, приготовления кормов, обработки молока, мойки оборудования, уборки помещений, мытья животных и профилактического их купания и т. д.);
- для нужд обслуживающего персонала (в душевых, умывальниках, туалетах и т. д.);
- для отопления и противопожарных мероприятий.

Потребность фермы в воде на поение животных определяется наличием половозрастных групп животных и среднесуточными нормами водопотребления по формуле

$$Q_{\text{ср.сут}} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot q_i, \quad (7.1)$$

где n – количество видов животных;

m_i – количество животных i -го вида;

q_i – среднесуточная норма расхода воды на животное i -го вида, л.

Животные потребляют воду в течение суток неравномерно, поэтому необходимо знать максимальное потребление, т. е. максимальный суточный, часовой и секундный расходы, которые определяют по формулам

$$Q_{\max \text{ сут}} = Q_{\text{ср.сут}} \cdot \alpha_1; \quad (7.2)$$

$$Q_{\max \text{ ч}} = \frac{Q_{\max \text{ сут}} \cdot \alpha_2}{24}; \quad (7.3)$$

$$Q_{\max \text{ с}} = \frac{Q_{\max \text{ сут}}}{3600}, \quad (7.4)$$

где α_1 и α_2 – коэффициенты суточной и часовой неравномерности водопотребления ($\alpha_1 = 1,3$; $\alpha_2 = 2,5$).

Эти расходы нужны для расчетов водопроводных сооружений и выбора средств механизации.

Расход воды для мойки корнеклубнеплодов определяется по формуле

$$Q_{\text{МК}} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot k_i \cdot q_{\text{к}}, \quad (7.5)$$

где n – количество видов животных;

m_i – поголовье животных i -го вида;

k_i – суточная норма корнеклубнеплодов на 1 животное i -го вида, кг;

$q_{\text{к}}$ – норма расхода воды на 1 кг корма, л.

Расход воды для увлажнения соломенной резки перед запариванием определяется по выражению

$$Q_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot q_{\text{в}} \cdot k_{\text{ср}}, \quad (7.6)$$

где $q_{\text{в}}$ – норма расхода воды на 1 кг соломенной резки, л;

$k_{\text{ср}}$ – норма соломенной резки на одно животное в сутки, кг.

При приготовлении влажных мешанок количество воды, которое необходимо добавить в смесь для получения требуемой влажности, определяется по формуле

$$Q_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{см}} \cdot (W_{\text{т}} - W_{\text{см}})}{100 - W_{\text{т}}}, \quad (7.7)$$

где $Q_{\text{см}}$ – количество смеси исходной влажности, т;

$$Q_{\text{см}} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n, \quad (7.8)$$

где Q_1, Q_2, \dots, Q_n – масса компонентов корма, входящих в смесь, т;

W_T – требуемая влажность смеси, % (принять для свиней $W_T = 75$ %, для КРС $W_T = 60–65$ %);

$W_{см}$ – влажность смеси без добавления воды, %, определяется по формуле

$$W_{см} = \frac{Q_1 \cdot W_1 + Q_2 \cdot W_2 + \dots + Q_n \cdot W_n}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}, \quad (7.9)$$

где W_1, W_2, \dots, W_n – влажность компонентов корма, входящих в смесь, %.

Потребное количество воды для питания парового котла определяется по формуле

$$Q_{пк} = n \cdot F \cdot G_n \cdot t_n, \quad (7.10)$$

где n – количество паровых котлов;

F – поверхность нагрева одного котла, m^2 (можно принять в пределах 14–17 m^2);

G_n – расход воды на 1 m^2 поверхности нагрева за час, л;

t_n – время работы котла в сутки, ч (определяется по общему количеству соломы и производительности запарника).

Потребное количество воды для первичной обработки молока определяется по формуле

$$Q_M = q_M \cdot k_M, \quad (7.11)$$

где q_M – суточное количество надоенного молока, л;

k_M – норма расхода воды на 1 л молока, л.

Потребность в воде на бытовые нужды (душ, санузел и др.) определяется по формуле

$$Q_6 = n_p \cdot q_p, \quad (7.12)$$

где n_p – количество работников фермы;

q_p – норма расхода воды на одного работника в сутки, л.

Общую потребность фермы в воде необходимо определять с учетом противопожарного запаса, который рассчитывают по формуле

$$Q_{пж} = q_{пж} \cdot t_{пж}, \quad (7.13)$$

где $q_{пж}$ – норма расхода воды на тушение пожара, л/с;

$t_{пж}$ – продолжительность пожара, с.

Расход воды на тушение пожара определяется с учетом продолжительности пожара в течение 2–3 ч и мощности фермы. При поголовье

фермы до 300 гол. расход воды должен составлять 2,5 л/с, при 300–5 000 гол. – 5, при мощности фермы более 5 000 гол. – 7 л/с.

Суточную потребность в горячей воде можно определить, пользуясь уравнением теплового баланса

$$G_r \cdot (t_r - t_x) = G_1(t_1 - t_x) + G_2(t_2 - t_x) + \dots + G_n(t_n - t_x), \quad (7.14)$$

где G_r – суточная масса горячей воды, л;

G_1, G_2, \dots, G_n – суточные массы смешанной воды, соответствующей температуры, необходимые для отдельных операций, л;

t_r – температура горячей воды ($t_r = 90$ °С);

t_x – температура холодной воды ($t_x = 10$ °С);

t_1, t_2, \dots, t_n – температура воды для отдельных операций, °С.

Тогда

$$G_r = \frac{G_1 \cdot (t_1 - t_x) + G_2 \cdot (t_2 - t_x) + \dots + G_n \cdot (t_n - t_x)}{t_r - t_x}. \quad (7.15)$$

Нормы расхода воды на отдельные операции принимаются из справочной литературы.

7.4. Выбор типа и расчет количества автопоилок

Выбор того или иного типа автопоилок зависит от вида животных, системы и способа их содержания.

Для самопоения животных и птицы на животноводческих фермах, комплексах и птицефабриках применяют автопоилки, позволяющие животным и птице самостоятельно без участия человека получать для поения воду в любое время суток и в нужном количестве.

Для поения крупного рогатого скота в случаях привязного и беспривязно-боксового содержания применяют индивидуальные автопоилки АП-1А и ПА-1В клапанно-пружинного типа.

Автопоилка АП-1А – одночашечная из полимерных материалов, емкость чаши 1,95 л.

Автопоилка ПА-1 – металлическая вместимостью 2 л. Состоит из чаши, педали, клапана с пружиной и стержня.

Калинковичская РАПТ выпускает **автопоилку ПА-1В**. Емкость поильной чаши равна 2,1 л, усилие нажатия на педаль – 25 Н.

Устанавливают поилки на высоте 0,5–0,6 м из расчета 1 поилка на 2 гол. КРС.

Групповая стационарная четырехместная автопоилка АГК-4А применяется для поения скота в коровниках при беспривязном на глубокой подстилке содержании и на выгульно-кормовых дворах. Из поилки могут пить воду одновременно четыре животных. Автопоилка имеет устройство для нагрева воды в пределах от 5 до 14 °С. Мощность электронагревательного элемента – 1 кВт. Норма обслуживания одной поилки – 100 гол. КРС.

В Республике Беларусь (Слуцкое МПО) выпускается **групповая автопоилка АГК-4Б**. Вместимость чаши – 40 л, мощность электронагревательного элемента – 0,8 кВт, он позволяет обеспечить нагрев воды в пределах 5–14 °С. Размер поилки – 730×730×365 мм³. Обслуживает 100 гол. КРС.

Водораздатчик ВУ-3,0 предназначен для механизированного забора воды из водоемов и перевозки на животноводческие фермы и пастбища. Заполнение цистерны водораздатчика из водоемов и колодцев осуществляется самовсасывающим насосом, установленным на раме. Объем цистерны – 3 м³, время опорожнения цистерны – 9–10 мин.

Передвижные поилки ВУК-3 и ВУГ-3 объемом 3 м³ предназначены для поения 1000 овец или 110 гол. крупного рогатого скота. Они состоят из цистерны водораздатчика ВУ-3, установленной на салазках, и поилок: для поения овец – из 10 корыт, а для поения крупного рогатого скота – из двух корыт по 125 л каждая или 12 автопоилок ПА-1В (АП-1А).

Унифицированная передвижная автопоилка ВУО-3,0 объемом 3 м³ предназначена для доставки воды к водопойным пунктам и поения овец в летних лагерях и на пастбищах. Она обслуживает до 1 000 животных и состоит из водораздатчика ВУ-3,0, оборудованного 10 водопоильными корытами, которые для перевозки закрепляют на кронштейнах водораздатчика (по 5 с каждой стороны), а для поения устанавливают на земле. Водораздатчик агрегируется с тракторами класса 14 кН.

Драгинский ТРЗ выпускает **передвижную групповую автопоилку ВУК-3А**. Она состоит из цистерны емкостью 5 м³, установленной на двойном колесном ходу и размещенных на раме 20 автопоилок ПА-1В. Обслуживает 100 коров дойного стада или 200 гол. молодняка КРС.

Автопоилки ПАС-2А, ПАС-2Б предназначены для поения свиней при групповом содержании. Обслуживают 15–20 животных.

Самоочищающаяся стационарная одинарная поилка ПСС-1 предназначена для поения свиней с одновременной очисткой чаши от остатков корма и грязи. Обслуживает 20–30 свиней на откормочных и репродукторных фермах или одну свиноматку с приплодом.

Бесчашечная сосковая поилка ПБС-1 предназначена для поения взрослых свиней на откормочных и репродукторных фермах. Производительность поилки – 1,33 дм³/мин при усилии перемещения соска 15 Н и напоре воды в водопроводной сети 0,08–0,35 МПа. Обслуживает 10–12 свиней или свиноматку с приплодом.

Бесчашечная автоматическая поилка ПБП-1 предназначена для поения поросят-сосунов в свинарниках-маточниках. Автопоилку устанавливают под углом 30° к горизонтальной плоскости соском вниз и присоединяют к водопроводной магистрали при напоре до 0,25 МПа. Обслуживает 10–12 поросят-сосунов.

Групповая стационарная автопоилка ГАО-4 предназначена для бесперебойного круглосуточного поения овец в оцарках в стойловый период содержания и во время ягнения. Ее можно использовать на открытых площадках в летнее время.

Потребное количество автопоилок рассчитывается по формуле

$$n = \frac{m_i}{K_i}, \quad (7.16)$$

где m_i – поголовье животных i -й группы;

K_i – норма обслуживания животных i -го вида одной автопоилкой.

Тема 8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

8.1. Понятие и основные параметры микроклимата

Микроклимат – это совокупность физических и химических факторов воздушной среды ограниченного пространства (температура, влажность, химический состав, скорость движения воздуха, запыленность, загазованность, уровень радиации, ионизации, освещенность, атмосферное давление и пр.), оказывающая комплексное воздействие на организм животного.

Все параметры микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях должны строго поддерживаться в пределах норм, установленных зоотехническими и санитарно-гигиеническими требованиями. Оптимальные параметры воздуха должны быть обеспечены в пространстве помещения в зоне размещения животных и птицы (табл. 8.1): для КРС – на высоте 1,5 м, для свиней – до 0,9 м над уровнем пола или на площадках, на которых размещаются животные. Зона размещения птицы при напольном содержании считается пространство высотой 0,8 м; при клеточном содержании – пространство на всю высоту клеточных батарей.

Из всех факторов микроклимата наиболее важную роль играет температура воздуха, полов и других поверхностей, так как она непосредственно влияет на терморегуляцию, теплообмен веществ в организме и другие процессы жизнедеятельности животных. Максимальная температура воздуха помещений для большинства видов животных не должна превышать 20 °С.

Влияние на продуктивность животных и птицы относительной влажности необходимо рассматривать только в связи с температурой. Установлено, что при температурах воздуха 10–22 °С колебания относительной влажности в пределах 50–90 % не оказывают непосредственного влияния на продуктивность животных.

При более низких температурах влажность выше 85 % оказывает отрицательное влияние. В табл. 8.1 приведены параметры воздуха помещений при содержании животных на подстилке и при температуре наружного воздуха ниже +10 °С. Если животные содержатся без подстилки, то приведенные в таблице температуры должны быть повышены: для взрослого скота и молодняка КРС при беспривязном содержании – на 5 °С; при привязном – на 3 °С; для телят – на 7 °С.

Таблица 8.1. **Нормы параметров микроклимата животноводческих помещений**

Наименование помещений	Температура воздуха в помещениях, °С		Относительная влажность воздуха (не более), %	Предельно допустимая концентрация газов в воздухе, л/м ³	
	оптимальная	минимальная		CO ₂	NH ₃
Коровники и здания молодняка КРС для содержания:					
привязного	10	8	75	2,5	0,5
беспривязного	5	3	85	2,5	0,5
родильное отделение	15	12	75	2,5	0,5
Телятник	12	10	75	2,5	0,5
Доильный зал	15	12	75	–	–
Конюшня:					
для рабочих лошадей		6	85	3,0	0,5
для маток		10	85	3,0	0,5
Свинарник для холостых и легкосупоросных маток и хряков-производителей	16	13	65–75	2,5	0,5
Помещения для поросят-отъемышей	20	18	70	2,5	0,5
Свинарник-откормочник	16	14	75–80	3,0	0,5
Свинарник-маточник	20	18	65–75	2,5	0,5
Овчарни	5	5	80	3,0	0,5
Птичники для взрослой птицы	16	12	70	2,5	0,5
Помещение для молодняка кур в возрасте:					
от 1 до 30 дн.	24	22	60–70	2,5	0,5
от 31 до 140 дн.	18	16	60–70	2,5	0,5
Помещение для молодняка уток	22	14	60–75	2,5	0,5
Помещение для молодняка гусей	22	20	60–75	2,5	0,5

Для обогрева поросят-отъемышей рекомендуется применять локальные системы, обеспечивающие нагрев поверхности пола до температуры (28 ± 2) °С. Площадь обогреваемого пола в станке для подсосных маток рекомендуется принимать от 1 до 1,5 м². Установленная мощность электрического обогрева на 1 м² площади пола станков при обогреве панелями составляет 120–150 Вт, инфракрасными излучателями или лампами накаливания – 150 Вт.

Существующими нормами содержание CO₂ в воздухе животноводческих помещений допускается 0,25 % (2,5 л/м³, или 4,94 мг/л), для

птицеводческих – 0,20 % (2 л/м³, или 3,95 мг/л). Концентрация аммиака в воздухе животноводческих помещений не должна превышать 0,026 л/м, или 0,02 мг/л, а для птицеводческих – 0,013 л/м³, или 0,01 мг/л.

Особое требование при создании оптимального микроклимата предъявляется к скорости движения воздуха около животных и птицы, так как этот параметр оказывает существенное влияние на обеспечение комфортных условий.

В табл. 8.2 приведены допустимые скорости движения воздуха при максимальных температурах.

Таблица 8.2. Допустимая подвижность воздуха в зоне размещения животных и птицы, м/с

Помещения	При минимальной температуре	При максимальной температуре
Коровники, откормочники КРС	0,5	1,0
Родильные отделения молочных ферм, телятники	0,3	0,5
Свинарники-маточники, помещения для тяжелосупоросных свиней	0,15	0,4
Свинарники-откормочники, помещения для хряков и легкосупоросных маток	0,3	1,0
Свинарники для поросят-отъемышей	0,2	0,6
Птичники для взрослых кур и индеек	0,3	0,6
Птичники для взрослых уток и гусей	0,5	0,8
Птичники для молодняка кур, уток, гусей, индеек	0,2	1,2

Допустимые уровни звукового давления и уровни звука в помещениях следует принимать по шкале шумомера: для КРС – до 75 дБ, свиней всех возрастов – до 90 дБ, птицы – не более 80 дБ для частот звука выше 100 Гц и до 90 дБ для шумов с более низкой частотой.

Запыленность воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях должна быть в пределах 2–5 мг/м³.

Параметры микроклимата для всех видов животных и птицы должны строго поддерживаться в пределах установленных норм, приведенных в табл. 8.1 и 8.2. Несоблюдение этих требований приводит к снижению удоев на 10–12 %, уменьшению прироста массы на 20–30 %, увеличению отходов молодняка на 5–40 %, снижению яйценоскости кур на 30–35 %. Кроме того, на получение животноводческой продукции при этом требуется дополнительный расход кормов, снижается

устойчивость животных к заболеваниям, увеличивается яловость коров, быстро развивается и распространяется инфекция, сокращается срок службы оборудования, машин и зданий.

Для создания оптимальных параметров микроклимата приточный воздух перед поступлением в помещение должен проходить обработку, включающую очистку от пыли, уничтожение запахов (дезодорацию), дезинфекцию, нагревание или охлаждение, увлажнение или осушку. При разработке технологической схемы обработки приточного воздуха необходимо учитывать стоимость и обеспечение автоматического регулирования процесса.

8.2. Технические средства для создания оптимальных параметров микроклимата

Оборудование для теплоснабжения. Отопление помещений, нагрев воды, получение пара, местный обогрев молодняка животных и птицы, обработка молока, кормов и других продуктов животноводства и птицеводства требует большого количества тепловой энергии. Ее получают сжиганием каменного угля, торфа, жидкого топлива и газа в огневых установках, теплогенераторах, котлах-парообразователях и других установках. Тепловую энергию получают также трансформированием электрической энергии в тепловую на электротепловых установках, в электрических пароводонагревателях электродного типа, электрокалориферных установках, тепловентиляторах.

Пароводяные огневые установки предназначены для получения пара и горячей воды без применения бойлера. К ним относятся установки автоматические КВ-300 м, КВ-300 МТ, работающие на жидком и твердом топливе, котлы парообразователи низкого давления КТ-500, Д-721, КТ-1000; КЖ-1500 на жидком топливе; КГ-1500 на природном газе; водогрейные чугунные котлы типа К4-«Универсал-5М», «Универсал-6М», «Энергия-3М», «Минск-1»; котлы-агрегаты в блочном исполнении на твердом, жидком и газообразном топливе ДКВРМ-2,5, ДКВРМ-6,5.

Водогрейные чугунные котлы типа К4 состоят из отдельных полых секций, соединенных между собой в пакеты. Благодаря этому можно поменять число секций, подбирая необходимую поверхность нагрева, а также заменять секции, поврежденные при аварии. Котлы могут работать на твердом, жидком и газообразном топливе.

Двухбарабанные, реконструированные водоструйные котлоагрегаты (паровые котлы) типа ДКВРМ применяют на крупных животновод-

ческих фермах и птицеводческих фабриках при паровом отоплении помещений. Они работают на жидком, твердом и газообразном топливе.

Электротепловые установки (электрокотельные) предназначены для комплексного теплоснабжения животноводческих и других предприятий. К ним относятся водонагреватели электрические электродного типа мощностью 25 и 100 кВт, водонагреватели-термосы электрические – 12 и 30 кВт; пароводонагреватели производительностью 210 и 335 кг/пара в час и мощностью 23,3 и 45,5 кВт; водогрейные котлы типа ЭПЗ и КЭЗ мощностью 25, 60, 100, 160, 250 и 450 кВт; водонагреватели проточные электрические ЭПВ-2А, мощностью ТЭНов 11,2 кВт для использования в котельных для отопления животноводческих и других помещений, а при наличии теплообменника – для получения горячей воды на технологические или санитарно-гигиенические нужды.

Температура выходящей воды в пределах 95–130 °С поддерживается автоматически. При повышении температуры воды выше допускаемой котел отключается.

Установки электрокалориферные СФ0А-25 (СФ0Ц), СФ0А-40, СФ0А-60, СФ0А-100) мощностью на 25, 40, 60 и 100 кВт предназначены для нагрева воздуха в системах приточной вентиляции животноводческих и других помещений. Установка состоит из электрокалорифера, вентилятора с электродвигателем, установленных на раме.

Нагрев воздуха в электрокалорифере осуществляется трубчатыми ребристыми нагревательными элементами, изготовленными из стальной трубы, внутри которой в электроизоляторе размещена спираль из тонкой проволоки. Засасываемый вентилятором атмосферный воздух в электрокалорифере нагревается до температуры 90 °С и подается в помещение. Теплопроизводительность регулируют изменением числа включенных в сеть нагревательных элементов на использование 100, 67 и 33 % мощности.

Тепловентиляторы (агрегаты вентиляционно-отопительные) ТВ-9, (ТВ-12, ТВ-18, ТВ-24) и ТВ-36 предназначены для отопления и вентиляции животноводческих помещений. Теплоноситель – пар или горячая вода. Цифры в марках означают производительность по воздуху: 6–36 тыс. м³/ч.

Теплогенераторы огневые ТГ-Ф-0,5 «Малыш», ТГГ-1А, ТМ-Ж-5, ТГ-1, ТГ-1,5; ТГ-2,5А; ТГ-3,5; ТГ-500 предназначены для отопления и вентиляции животноводческих помещений при поддержании оптимальных параметров микроклимата. Имеют одинаковые технологиче-

ские схемы работы и отличаются теплопроизводительностью. НП «Брестсельмаш» и «Мозырьсельмаш» выпускает теплогенераторы ТГ-Ф-2,5Б-0,2М, ТГ-Ф-2,5-0,3М, ТГ-Ф-1,5А (газ), ТГ-Ф-1,5А-01 (печное бытовое топливо).

Комплекты вентиляционно-отопительного оборудования серии «Климат» предназначены для автоматического поддержания необходимых температурно-влажностных параметров микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях с центральным водяным отоплением.

Главная отличительная особенность оборудования серии «Климат» заключается в использовании специальных низконапорных электроventilаторов, обладающих способностью плавного регулирования их производительности в широком диапазоне.

Бесступенчатое регулирование подачи электроventilаторов дает возможность получить воздухообмен с соблюдением допустимых скоростей движения воздуха, обусловленных зоогигиеническими требованиями, и избежать при этом сквозняков.

Комплект оборудования «Климат-2» выпускают в трех исполнениях, каждое исполнение имеет три модификации (всего девять), отличающихся воздухоподачей приточных вентиляторов и числом вытяжных. Например, марка комплекта модификации «Климат-24-6» означает: слово «Климат» и первая цифра слева название комплекта оборудования «Климат-2», вторая цифра – номер вытяжного вентилятора ВО (№ 4); третья цифра – номер приточного вентилятора Ц-4-70 (№ 6).

В летний период приточные вентиляторы включают только для увлажнения воздуха. Вентиляция происходит за счет работы вытяжных вентиляторов. При низкой влажности воздуха вода из бака по трубопроводу подается на вращающийся диск разбрызгивателя. Мелкие капли увлекаются потоком воздуха и испаряются, увлажняя приточный воздух. Крупные задерживаются в камнеуловителе и по трубке стекают в канализацию. При повышении влажности воздуха в помещении выше заданной электромагнитный клапан автоматически перекрывается и уменьшает подачу воды в разбрызгиватель.

Пределы заданной температуры и влажности воздуха в помещении устанавливают на станции управления. Сигналы об отключениях от заданных параметров поступают с датчиков.

Комплекты вентиляционного оборудования «Климат-3», «Электроклимат-3», «Климат-70» стационарные однотипные с комплектом «Климат-2» по назначению и устройству. Относительная влажность

поддерживается в пределах 50–90 %. Состоят из того же оборудования, что и комплект «Климат-2».

Комплект «Климат-4» выпускается трех модификаций: «Климат-44» с 24 вентиляторами ВО-4, «Климат-45» с 18 вентиляторами ВО-5 или ВО-6 и «Климат-47» с 10 вентиляторами ВО-7. Максимальная воздухоподача комплекта «Климат-44» – 80 тыс. м³/ч, «Климат-45» – 100 тыс. м³/ч и комплекта «Климат-47» – 130 тыс. м³/ч.

Комплекты приточно-вытяжных установок ПВУ-4, ПВУ-6 и ПВУ-9 предназначены для вентиляции и отопления животноводческих и птицеводческих помещений. Комплекты обеспечивают постоянную циркуляцию воздуха в помещении, автоматически поддерживают заданную температуру и влажность воздуха и регулируют воздухообмен в зависимости от наружной и внутренней температуры.

Комплект состоит из шести приточно-вытяжных установок (шахт), монтируемых в перекрытии здания, шести силовых блоков и пульта управления с датчиками температуры.

8.3. Расчет систем вентиляции и отопления животноводческих и птицеводческих помещений

Расчет вентиляции. Система вентиляции должна обеспечить необходимый воздухообмен и расчетные параметры воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях. Требуемый воздухообмен определяют, исходя из условий поддержания оптимальных параметров воздуха внутри помещений и удаления наибольшего количества углекислого газа CO₂, аммиака NH₃, водяных паров и других вредных примесей с учетом периода года.

Необходимый воздухообмен обычно рассчитывают по допустимому содержанию углекислоты в воздухе помещения. Количество приточного воздуха при этом определяется по формуле

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot m_i}{C_q - C_o}, \quad (8.1)$$

где V_{CO_2} – количество приточного воздуха, м³/ч;

C_i – количество углекислоты, выделяемой одним животным i -й группы, л/ч;

m_i – количество животных i -й группы;

C_q – допустимое содержание углекислоты в воздухе помещения (2–3 л/м³);

C_o – содержание углекислоты в свежем окружающем воздухе (0,3–0,4 л/м³).

Воздухообмен, м³/ч, обеспечивающий допустимое содержание в воздухе водяных паров, определяется по формуле

$$V_w = \frac{W}{\rho \cdot (d_v - d_n)}, \quad (8.2)$$

где W – общее количество влаги, выделяемое в помещение (учитывается количество влаги, выделяемое животными при дыхании, а также суммарное влаговыведение с открытой и смоченной поверхностей в помещении), г/ч;

ρ – плотность воздуха, равная 1,2 кг/м³;

d_v и d_n – влажосодержание соответственно внутреннего и наружного воздуха, определяемое по HD-диаграмме, г/кг сухого воздуха.

Влаговыведение в животноводческих помещениях определяется по формуле

$$W = W_{ж} + W_{исп}, \quad (8.3)$$

в птицеводческих помещениях –

$$W = W_{п} + W_{исп} + W_{пом}, \quad (8.4)$$

где $W_{ж}$ и $W_{п}$ – расход водяных паров, выделяемых животными и птицей;

$W_{исп}$ – расход испаряющейся с поверхности влаги, равный сумме расходов $W_{с.п}$ (со свободной поверхности) и $W_{м.п}$ (со смоченной (мокрой) поверхности);

$W_{пом}$ – расход влаги, испаряющейся с поверхности помета.

К свободной открытой водной поверхности в животноводческих помещениях относят площадь водной поверхности открытых баков с *водой* для гидросмыва навоза, автопоилок, водное зеркало навозного лотка и пр. Смоченными считают поверхности глубокой подстилки, вертикальных стен навозного лотка до водного зеркала, решетчатого пола и т. д.

Влаговыведение со свободной поверхности определяется по формуле

$$W_{с.п} = \omega_{с.п} \cdot A_{с.п}, \quad (8.5)$$

где $\omega_{с.п}$ – удельное влаговыделение, г/(ч·м²);

$A_{с.п}$ – свободная поверхность, м².

Количество влаги, испаряющейся со смоченной поверхности пола и стен, определяется по формуле

$$W_{м.п} = \omega_{м.п} \cdot A_{м.п}, \quad (8.6)$$

где $\omega_{м.п}$ – удельное влаговыделение, г/(ч·м²);

$A_{м.п}$ – смоченная поверхность, м².

Количество влаги, испаряющееся из помета, определяется по формуле

$$W_{пом} = \frac{m_{п} \cdot M_{пом} \cdot Z \cdot \phi_{п}}{24}, \quad (8.7)$$

где $m_{п}$ – численность птицы;

$M_{пом}$ – масса помета, выделяемого одной птицей за одни сутки, г;

Z – усушка помета: от кур и индеек – 0,7, от уток – 0,74;

$\phi_{п}$ – доля помета, поступающего в пометные короба: при клеточном содержании – 1, при напольном – 0,6–0,9.

Из двух расчетных значений расходов вентиляционного воздуха V_{CO_2} и V_w принимают наибольшее. После этого устанавливают расход воздуха, приходящийся на 1 т живой массы животных. Если полученное значение окажется меньше нормативного регулируемого воздухообмена на 1 т живой массы животных или птицы, то в качестве расчетного значения воздухообмена следует принимать нормативное.

Для характеристики воздухообмена пользуются понятием кратности воздухообмена, которая указывает на число смен воздуха в помещении в течение часа.

Кратность воздухообмена K в животноводческом помещении определяют по формуле

$$K = \frac{V_B}{V_{стр}}, \quad (8.8)$$

где V_B – количество вентиляционного приточного воздуха (воздухообмен), м³/ч;

$V_{стр}$ – строительный объем помещения, м³.

Для молодняка раннего возраста и маточного поголовья допускается $K \leq 3 \text{ ч}^{-1}$, для взрослого поголовья – $K \leq 5 \text{ ч}^{-1}$.

Кратность воздухообмена менее трех обеспечивается естественной системой вентиляции, при кратности воздухообмена от трех до пяти ($3 \leq K \leq 5$) необходимо применять принудительную вентиляцию без подогрева воздуха в зимний период, при кратности более пяти ($K > 5$) – приточно-вытяжную вентиляцию с обязательным подогревом приточного воздуха, так как кратность обмена воздуха более пяти вызывает большую скорость движения воздушного потока, что может привести к возникновению сквозняков.

Для обеспечения нижнего и верхнего пределов регулирования требуемого воздухообмена расчетная его величина увеличивается в 2–3 раза, т. е. $V_p = (2-3) \cdot V_v$. По нему подбирают подачу вытяжных вентиляторов и рассчитывают сечения воздуховодов.

Подача приточных вентиляторов определяется по формуле

$$V_{пр} = (0,75-0,80) \cdot V_p. \quad (8.9)$$

При принудительной вентиляции требуемый вентилятор подбирают по величине воздухообмена и напору, необходимому для преодоления сопротивления движению воздуха в канале вентиляционного устройства.

Требуемый напор вентилятора определяется по формуле

$$H = H_{тр} + H_{мс}, \quad (8.10)$$

где H – напор, Па;

$H_{тр}$ – потери напора на трение, Па;

$H_{мс}$ – потери напора от местных сопротивлений, Па.

Потери напора на трение определяются по формуле

$$H_{тр} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho \cdot \vartheta^2}{2}, \quad (8.11)$$

где λ – коэффициент трения (0,02–0,03);

l – длина воздуховода, м;

d – внутренний диаметр воздуховода, м;

ρ – плотность воздуха (1,2–1,4 кг/м³);

ϑ – средняя скорость воздуха (10–15 м/с).

Потери напора от местных сопротивлений определяются по формуле

$$H_{\text{мс}} = \sum \delta_i \cdot \frac{\rho \cdot \vartheta^2}{2}, \quad (8.12)$$

где $\sum \delta_i$ – сумма коэффициентов, учитывающих местные сопротивления например, для колена $\delta = 1,1$, для отвода $\delta = 0,20$.

По величине воздухообмена и напору H выбирают соответствующий вентилятор по их аэродинамическим характеристикам – номограммам.

Общая площадь (м^2) воздуховодных каналов естественной системы вентиляции определяется по формуле

$$F = \frac{V_p}{3600 \cdot \vartheta}, \quad (8.13)$$

где ϑ – скорость движения воздуха в канале (м/с), зависящая от высоты канала H (м) и разности температур $t_{\text{в}} - t_{\text{н}}$ – внутреннего и наружного воздуха.

Скорость воздуха определяется по формуле

$$\vartheta = 2,2 \sqrt{\frac{H \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{273}}. \quad (8.14)$$

Согласно исследованиям В. Рогова, в коровнике, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией с высотой вытяжных каналов 7 м, скорость воздуха составляет 0,94–1,42 м/с при кратности воздухообмена 3,75–5,5; в коровнике, оборудованном вытяжной трубой значительно меньшей высоты, скорость воздуха почти в 2 раза меньше и соответственно меньше кратность воздухообмена (в таком коровнике отмечаются высокая влажность и концентрация углекислого газа).

Потребное число вентиляционных каналов определяется по формуле

$$z = \frac{F}{f}, \quad (8.15)$$

где f – принятое сечение канала, м^2 . Площадь сечения вытяжных каналов 0,25; 0,36; 0,5; 1 м^2 и более, приточных – 0,04 и 0,06 м^2 .

Тема 9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ДОЕНИЯ КОРОВ

9.1. Физиологические основы машинного доения коров

Молочная железа коров (вымя) делится на 4 доли, каждая из которых содержит альвеолы, протоки, молочную цистерну и молочную камеру соска.

1 литр молока = 800–900 л крови.

Перед доением 80 % молока содержится в альвеолах и мелких протоках.

Молокоотдача – процесс вытеснения молока из альвеол и протоков в молочную цистерну.

Стимулирует молокоотдачу:

- тепло;
- физическое воздействие на вымя;
- строгое соблюдение последовательности и ритма выполняемых операций;
- спокойное обращение с коровой со стороны дояра.

Тормозит молокоотдачу:

- нарушение распорядка дня на ферме;
- изменение режима работы доильного аппарата;
- присутствие посторонних лиц;
- шум и крики.

Способы доения коров:

- естественный – сосание вымени теленком;
- ручной – выжимание молока из сосков руками дояра;
- машинный – применением доильного аппарата.

Естественный уровень вакуума равен величине разрежения, создаваемого в ротовой полости теленка при сосании вымени, – 28–36 кПа.

9.2. Операции при машинном доении коров

Операции при машинном доении коров:

• **подготовительные:**

1) ручное сдаивание первых струек молока в стакан с сеточкой черного цвета для удаления загрязненного (инфицированного) молока и диагностики мастита;

2) нанесение *моющее-дезинфицирующего средства* на соски с помощью специального стакана для обработки вымени; действующие вещества – молочная кислота, перекись водорода;

3) очистка и *вытирание насухо* сосков одноразовыми салфетками (многоцветные стираются после каждого доения, каждый сосок обтирается отдельным углом салфетки);

4) *включение* доильного аппарата;

5) *надевание* доильных стаканов на соски.

Операции 2 и 3 можно совместить при использовании пневматической щетки для очистки сосков – *скруббера*;

• **основные:**

1) машинное доение;

2) машинное *додаивание* – доильные стаканы оттягиваются вниз с усилием 30–40 Н для более полного освобождения вымени от молока;

• **заключительные:**

1) *отключение* доильного аппарата;

2) *снятие* доильных стаканов;

3) *обработка сосков* блокирующим антисептическим средством, препятствующим попаданию патогенной микрофлоры во внутрь вымени через открытые (до 40 мин) сфинктеры сосков; действующие вещества – соединения йода, хлоргексидин.

Операцию 3 можно выполнять с помощью *пневматических распылителей* антисептических средств.

Ошибки операторов машинного доения:

- *раннее надевание* доильных стаканов – причина: беглое выполнение или пропуск подготовительных операций;

- *позднее надевание* доильных стаканов – причина: одновременная подготовка к доению нескольких коров;

- *передержка* доильных стаканов (*сухое доение*) – причина: «человеческий фактор».

9.3. Устройство и принцип работы доильного стакана

Классификация доильных стаканов:

• **по конструкции:**

- однокамерные – не применяются;

- двухкамерные;

• **по способу извлечения молока из вымени:**

- выжимающие – копируют ручной способ доения, не применяются;

- отсасывающие – копируют естественный способ доения.

Двухкамерный доильный стакан состоит из *жесткой наружной гильзы* и *эластичной внутренней трубки* – сосковой резины.

При надевании доильного стакана на сосок образуется две камеры: *подсосковая* и *межстенная*.

В зависимости от *типа доильного аппарата* двухкамерные доильные стаканы могут работать по двухтактной и трехтактной схемам.

Преимущества трехтактной схемы:

- в большей степени *отвечает физиологии животного*;

- *менее травмоопасна* для вымени при передержке доильных стаканов.

Недостатки трехтактной схемы:

- *низкая скорость доения*, затруднительно использование для доения высокопродуктивных коров;

- *большой на 5–7 кПа уровень разрежения* по сравнению с двухтактной;

- *усложненная конструкция* коллектора.

Итог: в современных доильных аппаратах *применяется двухтактная схема* работы, которая при снижении уровня разрежения до 39–41 кПа не уступает трехтактной по безопасности и физиологичности.

Классификация сосковой резины:

• **по материалу:**

- *компаунд синтетических каучуков* (резины) – обычно имеет черный цвет, срок службы 750 ч;

- *силикон* – зеленого, красного, прозрачного и т. п. цветов, срок службы 1 500 ч;

• **по форме поперечного сечения:**

- *круглая*;

- *треугольная*;

- *квадратная*.

Преимущества сосковой резины из силикона:

- *меньший износ и удлинение* при эксплуатации – не требуется регулировка ее натяжения в гильзе;

- позволяет *снизить на 1–2 кПа уровень разрежения* при доении;

- *широкая номенклатура* изделий;

- *увеличенный срок службы*.

Тема 10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ДОЕНИЯ КОРОВ

10.1. Технология машинного доения коров

Эффективность и качество машинного доения зависят от многочисленных физиологических, технологических, технических и организационных факторов. Названные факторы оказывают весьма существенное влияние на организацию машинного доения, продолжительность работы и выбор технических средств, а также на время рабочей смены операторов. Известно, что коровы одинаковой продуктивности отдают молоко не за одинаковое время. Продолжительность доения коров в стаде колеблется в пределах от 3,3 до 6,6 мин со средним квадратическим отклонением 0,9–2,3 мин.

Привязный способ содержания коров предопределяет машинное доение в стойлах коровника, беспривязный – в специальных залах доильными установками типа «Елочка-автомат», «Тандем-автомат», «Карусель», «Евро-параллель» и др.

К технологии машинного доения и доильным аппаратам предъявляют высокие зоотехнические требования.

1. Нельзя устанавливать доильные стаканы на соски, если у коровы не наступил припуск молока. Все подготовительные операции должны быть выполнены в течение 55–60 с. К ним относятся: сдаивание первых струек молока в отдельную кружечку с черной сеточкой, подмывание вымени теплой водой (40–50 °С), обтирание сухим полотенцем и массаж, включение аппарата в работу и надевание доильных стаканов на соски вымени.

2. Выдаивание самых продуктивных коров должно быть выполнено за 4–6 мин при скорости доения 2–2,5 л/мин.

3. Доильные аппараты должны обеспечивать полный отвод молока из подсосковых камер доильных стаканов в период наибольшего его выделения.

4. Обеспечить полное выдаивание машиной всех коров без применения ручного додаивания.

5. Нельзя оставлять доильные стаканы на сосках вымени после прекращения молокоотдачи, т. е. нельзя обрабатывать машиной вымя «вхолостую». Последнее приводит к заболеваниям коров маститом и снижению их продуктивности.

На фермах и комплексах нашли применение доильные аппараты: трехтактные «Волга»; двухтактные ДА-2М «Майга», УИД-07.000,

унифицированные АДУ-1, низковакуумные АДН-1, стимулирующие АДС-1; для почетвертного выдаивания ЗТ-Ф-1 «Зоотест» и ДАЧ-1; лечебно-профилактические ЛПДА-2УВЧ, попарного выдаивания М-59 и М-66 «Импульс»; двухрежимные «Нурлат» и АДС-24 «Сож».

В настоящее время доильные аппараты выпускают под единой унифицированной маркой АДУ-1 в четырех исполнениях: АДУ-1-01 – двухтактный, АДУ-1-02 – трехтактный, АДУ-1-03 – низковакуумный, АДУ-1-04 – стимулирующий.

Технология машинного доения коров предусматривает комплекс подготовительных, основных технологических и заключительных операций, выполняемых операторами машинного доения в зависимости от вида животных и способа их содержания. Последнее определяет выбор типа доильной установки.

В настоящее время промышленность производит доильные установки четырех типов:

1) для доения в стойлах со сбором молока в переносные ведра АД-100Б с унифицированными аппаратами АДУ-1-02 или трехтактными аппаратами «Волга»; ДАС-2В с унифицированными доильными аппаратами АДУ-1-01 или двухтактными аппаратами ДА-2М и УДС-В с доильными аппаратами АДУ-1-01 или УИД-07.000;

2) для доения в стойлах со сбором молока через молокопровод в общую емкость типа УДМ: АДСН (АДС-100) и 2АДСН (АДС-200), АДМ-8А-01 и АДМ-8А-02 с доильными аппаратами АДС-1, АДУ-1 всех модификаций и двухрежимными – «Нурлат» и «Сож»;

3) для доения на пастбищах и площадках со сбором молока через молокопровод в общую емкость передвижными установками типа УДП: ПДУ-8, ПДУ-8М, ПДУ-12, УДЛ-Ф-12 и УДС-3Б;

4) для доения в специальных залах стационарными доильными установками УДА-8А «Тандем-автомат», УДА-8Е, 12Е, 16Е, 20Е, 24Е и УДА-16А «Елочка-автомат», УПД-24 (бок о бок), УДА-100А «Кару-сель»;

5) для машинного доения коров в личных подсобных хозяйствах: АИД-1 и АИД-2 «Алеся», УИД-1П.

Стационарные линейные доильные установки УДС-В, ДАС-2В и АД-100Б предназначены для доения коров в стойлах при привязном содержании со сбором молока в переносные ведра. При использовании этих установок надо установить резервуар-охладитель молока с холодильной установкой и электродвигатель, которые в комплект установок не входят и приобретаются отдельно.

При комплектовании установки ДАС-2В низковакуумными доильными аппаратами АДУ-1-03 оператор может работать с тремя аппаратами. При этом оператор обслуживает до 26 коров в час. При комплектовании установки аппаратами других типов дояр может работать только с двумя аппаратами.

Технологический процесс работы доильных установок с переносными ведрами включает промывку доильного аппарата перед доением; подготовку коровы к доению; надевание стаканов на соски и доение; слив молока из доильного ведра в бидон и транспортировку его в молочную; промывку и дезинфекцию доильных аппаратов после доения.

Гомельский АПСР «Агрокомплект» выпускает доильную установку УДС-В для доения коров в переносные ведра доильными аппаратами УИД-07.000. Принципиальное отличие установки УДС-В состоит в том, что она снабжена насосными станциями СН-60 с вакуумным водокольцевым насосом и отличается модернизированной системой промывки.

Доильные установки АДСН (АДС-100), 2АДСН (АДС-200) и АДМ-8А предназначены для машинного доения коров в стойлах в молокопровод, транспортирования его в молочное отделение, индивидуального (зоотехнического) и группового учета выдоенного молока от 50 коров, фильтрации, охлаждения и сбора его в резервуары для хранения. Резервуары-охладители, холодильная установка и электроводонагреватель в комплектацию установки не входят, их следует приобретать отдельно.

Доильные установки выпускают в двух исполнениях: АДМ-8А-1 и АДСН – для обслуживания 100 коров и АДМ-8А-2 и 2АДСН – для обслуживания 200 коров.

На фермах и комплексах с беспривязным содержанием коров доят в специальных доильных залах унифицированными автоматизированными доильными установками УДА-8А «Тандем-автомат», УДА-8Е; 12Е; 16Е; 20Е; 24Е, УДА-16А «Елочка-автомат» и УДА-100А «Карусель».

Доильная установка УДА-8А с индивидуальными доильными станками (с боковым входом и выходом) позволяет обслужить каждую корову отдельно. Время пребывания последней в станке не ограничено. Такая установка находит применение на племенных молочных фермах, где требуется проводить индивидуальное обслуживание животных.

Автоматизированные доильные установки со станками типа «Елочка», «Карусель» и «Бок о бок» оборудованы системой транспор-

вания и первичной обработки молока, системой раздачи концентрированных кормов, системой промывки молочной линии и доильного оборудования, вакуумной системой, системой подмыва вымени и счетчиками для зоотехнического контроля надоя молока ММ-04 или УЗМ-1А.

Для пастбищных условий доильная установка ПДУ-8 и ПДУ-8М может быть укомплектована резервной вакуумной установкой типа ПВСН и РПД с приводом от ВОМ трактора класса 0,9–1,4 или станцией насосной вакуумной СНД-60 с приводом от дизельного двигателя 186F мощностью 8 л. с. Пропускная способность – 60 коров в час.

Для доения коров в личных подсобных хозяйствах выпускают агрегаты индивидуального доения АИД-1 и АИД-2 «Алеся» и агрегат УИД-1П.

10.2. Технологический расчет линии доения

Технологический расчет ПТЛ машинного доения коров ведется в следующей последовательности.

1. Группировка коров. Для данной фермы группировка коров проводится по уровню их продуктивности с учетом периода лактации. Формирование групп осуществляется с целью создания одинаковых условий проектируемой периодичности доения и исключения пересортировки групп в процессе доения. Число групп должно быть не менее четырех с более или менее равноценным уровнем их продуктивности. Обычно по периоду лактации создают 4 группы коров (табл. 10.1).

Таблица 10.1. Группировка коров по периоду лактации

№ группы	Месяцы лактации коров	Наименование групп	Количество коров в группе
1	0,5–3,5	Высокоудойное стадо	
2	3,5–6,5	Среднеудойное стадо	
3	6,5–9,5	Малопродуктивное стадо	
4	9,5–12,5	Коровы в запуске и после отела	

Число коров 4-й группы определяется по формуле

$$m_{нд} = (0,15 - 0,25) \cdot m, \quad (10.1)$$

где $m_{нд}$ – число недоящихся коров, т. е. находящихся в запуске и после отела;

0,15–0,25 – коэффициент сухостойности (недоящихся) коров;
 m – общее поголовье коров (берется в соответствии с заданием на проектирование).

Количество дойных коров определяется по формуле

$$m_d = m - m_{нд}. \quad (10.2)$$

Пользуясь данными суточных удоев по месяцам проводится группировка коров с более или менее равноценной продуктивностью.

2. Периодичность доения. Между доением коров должны быть по возможности равные промежутки времени, но не более 12 ч. Причем высокопродуктивных коров рекомендовано доить 3 раза в сутки, а остальных – 2 раза. Примерный распорядок дня для машинного доения представлен в табл. 10.2.

Таблица 10.2. **Примерный распорядок дня машинного доения коров**

№ групп	Период между дойками, $T_{п}$, ч			Время доения, часы суток		
	Вечер – утро	Утро – день	День – вечер	Утро	День	Вечер
1	10	7	7	6–7	13–14	20–21
2	11	7	6	5–6	12–13	18–19
3	12	–	12	7–8	–	19–20

3. Определение разового удоя коров, скорости и продолжительности доения.

Разовый удой коровы определяется по формуле

$$G_p = \frac{G_c \cdot T_{п}}{24}, \quad (10.3)$$

где G_c – суточный максимальный удой коровы за лактацию, кг;

$T_{п}$ – продолжительность дойки, ч;

24 – количество часов в сутках.

По расчетной величине разового удоя G_p из графика (рис. 10.1) определяется оптимальная скорость доения и время доения коровы по формуле

$$t_d = \frac{G_p}{\vartheta_0}, \quad (10.4)$$

где t_d – время доения коровы, мин;

ϑ_0 – оптимальная скорость доения, кг/мин.

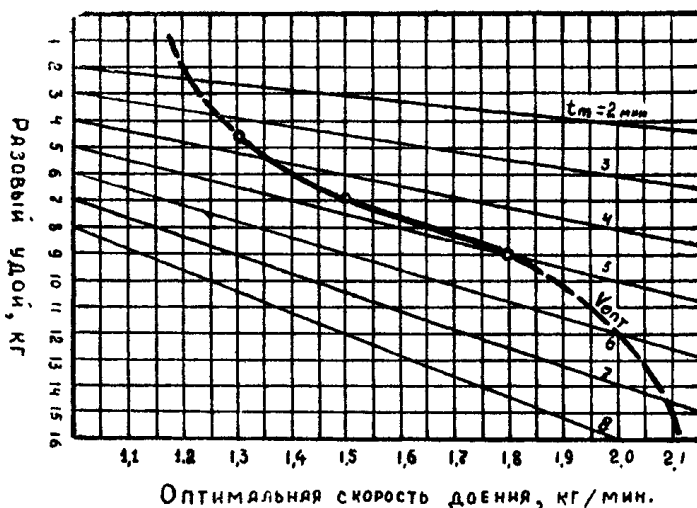


Рис. 10.1. Зависимость скорости доения от разового удоя молока

Если уровень кормления и уровень продуктивности коров на ферме (комплексе) более или менее равноценны, то группировку их можно проводить по лактационному периоду.

В соответствии с выбранным способом доения проводим расчеты по выбору числа операторов, аппаратов и производительности доильной установки.

4. Расчет количества доильных аппаратов и операторов машинного доения коров в стойлах коровника.

Количество аппаратов, с которым может работать один оператор при доении коров в стойлах коровника, определяется по формуле

$$Z_a = \frac{t_m + t_p}{t_p}, \quad (10.5)$$

где Z_a – количество аппаратов, с которым может работать один оператор;

t_m – продолжительность чистого машинного доения одной коровы, мин;

t_p – затраты времени на ручные операции при обслуживании одной коровы, мин.

Время t_p определяется по формуле

$$t_p = t_{\text{п}} + t_{\text{в}} + t_{\text{с}} + t_{\text{мс}} + t_{\text{под}} + t_{\text{з.м}} + t_{\text{отк}} + t_{\text{х}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{сл}}. \quad (10.6)$$

Данные продолжительности пооперационного времени представлены в табл. 10.3.

Таблица 10.3. Затраты времени на технологические операции машинного доения коров в стойлах коровника в переносные доильные аппараты

Наименование операции	Продолжительность операции, мин
Подмывание вымени $t_{\text{п}}$	0,12
Вытирание вымени $t_{\text{в}}$	0,09
Сдаивание первых струек молока $t_{\text{с}}$	0,15
Массаж $t_{\text{мс}}$	0,19
Подключение аппарата $t_{\text{под}}$	0,30
Машинное доение $t_{\text{м}}$	5–6
Заключительный массаж и машинный додой $t_{\text{з.м}}$	0,50
Отключение аппарата $t_{\text{отк}}$	0,11
Переход доярки от коровы к корове $t_{\text{х}}$	0,11
Перенос ведра с водой $t_{\text{пер}}$	0,30
Перенос и слив молока из ведра $t_{\text{сл}}$	0,50

Если Z_a получается при расчете дробным числом, его следует округлять в меньшую сторону. Число аппаратов, обслуживаемых оператором, увеличивать не следует по той причине, что он в этом случае не сможет качественно выполнять технологические операции при доении коров.

Потребное число операторов машинного доения коров в стойлах определяется по формуле

$$Z_{\text{оп}} = \frac{m_{\text{д}} \cdot t_p}{60 \cdot T_3}, \quad (10.7)$$

где $Z_{\text{оп}}$ – потребное количество операторов машинного доения коров в стойлах коровника;

T_3 – зоотехническое время доения коров (принимается 1,5–2,5 ч).

Если при расчете $Z_{\text{оп}}$ оказывается дробным числом, его следует округлять в сторону увеличения.

Правильность расчетов проверяется по соотношению

$$\left(Z_a^{\text{окр}} \cdot Z_{\text{оп}}^{\text{окр}} \right) \geq \left(Z_a^{\text{расч}} \cdot Z_{\text{оп}}^{\text{расч}} \right). \quad (10.8)$$

Если это неравенство не выполняется, следует увеличить количество операторов машинного доения.

5. Производительность линии доения. Потребная производительность линии машинного доения коров определяется по формуле

$$W_{\text{лд}} = \frac{m_{\text{д}}}{T_3}. \quad (10.9)$$

По расчетной потребной производительности выбирается марка промышленной доильной установки.

Число доильных установок определяется по формуле

$$N_{\text{ду}} = \frac{W_{\text{лд}}}{W_{\text{ду}}}, \quad (10.10)$$

где $N_{\text{ду}}$ – потребное число доильных установок выбранной марки;

$W_{\text{ду}}$ – пропускная способность установки, коров/ч.

Пропускная способность доильной установки за определенное время доения всех коров определяется по формуле

$$W_{\text{ду}} = \frac{T_3 - t_{\text{р}}(Z_{\text{а}} - 1)}{t_{\text{р}} + t_{\text{м}}} \cdot Z_{\text{а}}, \quad (10.11)$$

где T_3 – зоотехническое время доения коров, мин;

$t_{\text{р}}$ – время на ручные операции, мин;

$t_{\text{м}}$ – время машинного доения одной коровы, мин.

Число доильных аппаратов, необходимых для доения всех коров, определяется по формуле

$$Z_{\text{факт}} = \frac{m \cdot t_{\text{ц}} \cdot \beta}{T_3}, \quad (10.12)$$

где $t_{\text{ц}}$ – время полного цикла, мин ($t_{\text{ц}} = t_{\text{р}} + t_{\text{м}}$).

β – коэффициент, учитывающий долю сухостойных коров в стаде ($\beta = 0,75-0,85$).

Часовая пропускная способность доильной установки (гол/ч) определяется соотношением

$$W_{\text{ч}} = \frac{W_{\text{ду}}}{T_3}. \quad (10.13)$$

Ритм поточной линии машинного доения определяется соотношением

$$r = \frac{60T_3 - t_{ц}}{(1 - \delta_c) \cdot m - 1}, \quad (10.14)$$

где $t_{ц}$ – время доения одного животного, мин;
 δ_c – доля сухостойных коров в стаде ($\delta_c = 0,15-0,25$);
 m – поголовье стада.

Диаметр молокопровода, который транспортирует молоко доильной установкой, определяется из условия непрерывности потока молока по формуле

$$d_m = 0,19 \sqrt{\frac{q_{л}}{\rho \cdot g \cdot \beta}}, \quad (10.15)$$

где $q_{л}$ – часовая производительность доильной установки, кг/ч;
 ρ – плотность молока, $\rho = 1027-1029$ кг/м³ при $t = 20$ °С;
 g – скорость движения молока в молокопроводе, м/с;
 β – коэффициент заполнения молокопровода молоком.

Часовая производительность поточной линии доения установки определяется из условия поточности по формуле

$$q_{л} = \frac{\alpha_m \cdot m_d \cdot M_k}{D_{л} \cdot K \cdot T_3}, \quad (10.16)$$

где α_m – коэффициент суточной неравномерности надоя молока,
 $\alpha_m = 1,25-1,50$;

m_d – количество дойных коров, гол.;

M_k – годовой удой коровы, кг;

$D_{л}$ – продолжительность периода лактации, $D_{л} = 300$ дн.

Кратность доения коров в сутки определяется по зависимости

$$K = \frac{n_c (T_{ра} - T_{ло})}{T_3 + T_{тех}}, \quad (10.17)$$

где n_c – число смен (одно- или двухсменная организация труда);

$T_{ра}$ – продолжительность рабочего дня работников фермы, ч
 $(T_{ра} = 8,2$ ч);

$T_{ло}$ – время на отдых и личные надобности работников, ч;

T_3 – зоотехническое время дойки, ч;

$T_{\text{тех}}$ – время, затрачиваемое операторами на подготовительно-заключительные операции при каждом доении, ч (при трехкратном доении $T_{\text{тех}} = 1,5-1,6$ ч, при двукратном $T_{\text{тех}} = 1,0-1,4$ ч).

Производительность одного оператора определяется отношением

$$W_o = \frac{W_q}{L}, \quad (10.18)$$

где L – число операторов, обслуживающих установку.

6. Выбор доильной установки типа «Тандем» и «Елочка».

На крупных молочных фермах и комплексах беспривязного содержания применяют установки типа «Тандем» и «Елочка». Выбор их проводят по расчетной потребной производительности линии доения – формуле и количеству доильных станков.

Средняя пропускная способность установки «Тандем» определяется по формуле

$$W_T = \frac{60n}{t_{\text{ц}}}, \quad (10.19)$$

где n – количество станков установки, шт.;

$t_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла доения группы коров, мин ($t_{\text{ц}} = 12-16$ мин).

Подставив в формулу вместо W_T расчетную величину $W_{\text{лд}}$, можно определить потребное количество станков установки «Тандем».

$$n = \frac{W_{\text{лд}} \cdot t_{\text{ц}}}{60}. \quad (10.20)$$

По расчетному n подбирается марка установки и определяется их количество

$$N_T = \frac{W_{\text{лд}}}{Q_{\text{ду}}}, \quad (10.21)$$

где N_T – количество установок «Тандем»;

$Q_{\text{ду}}$ – производительность выбранной установки «Тандем».

Пропускная способность доильной установки со станками типа «Елочка» определяется по формуле

$$W_E = \left(\frac{120}{t_{\text{ц}}} - 1 \right) \cdot m_c, \quad (10.22)$$

где $t_{\text{ц}}$ – время цикла доения группы коров, мин;
 m_c – количество коров в одном групповом станке.

Для случая, когда аппараты расположены в одном станке, формула выглядит следующим образом:

$$t_{\text{ц}} = 2 \cdot (T_{\text{вп}} + T_{\text{вып}}) + Z_a \cdot (t_{\text{оп}} + t_{\text{оз}} + t_{\text{пр}}), \quad (10.23)$$

в двух станках –

$$t_{\text{ц}} = (T_{\text{вп}} + T_{\text{вып}}) + \frac{Z_a}{2} \cdot (t_{\text{оп}} + t_{\text{оз}} + t_{\text{пр}}), \quad (10.24)$$

где $T_{\text{вп}}$ и $T_{\text{вып}}$ – соответственно время впуска и выпуска коров из станка (0,6–0,7 и 0,5–0,6 мин);

Z_a – количество аппаратов, обслуживаемых одним оператором, шт.;

$t_{\text{оп}}$ – время подготовительных операций ($t_{\text{оп}} = 0,3–1,0$ мин);

$t_{\text{оз}}$ – время заключительных операций ($t_{\text{оз}} = 0,4–0,6$ мин);

$t_{\text{пр}}$ – время прочих операций ($t_{\text{пр}} = 0,2–0,3$ мин).

Средняя продолжительность операций, выполняемых оператором, показана в табл. 10.4.

Таблица 10.4. Продолжительность ручных и машинно-ручных операций, выполняемых оператором средней квалификации

Наименование операций	Тип доильной установки		
	передвижные	«Тандем»	«Елочка»
Запуск коровы в станок, с	20	32	14
Выпуск коровы из станка, с	10	8	6–8
Подмыв вымени, вытирание, массаж вымени $t_{\text{п}}$ и сдаивание первых струек молока, с	25	24	24
Подключение доильных аппаратов и установка стаканов на соски $t_{\text{под}}$, с	15	9	9
Машинное додаивание $t_{\text{мд}}$, с	22	22	22
Отключение доильного аппарата и снятие стаканов $t_{\text{отк}}$, с	6	4	4
Переход от одной коровы к другой $t_{\text{х}}$, с	8	5	2

Количество коров в групповом станке определяется по формуле

$$m_c = \frac{W_{\text{зд}} \cdot t_{\text{ц}}}{120 - t_{\text{ц}}}. \quad (10.25)$$

Следовательно, общее количество коров в двух групповых станках «Елочка» составит $2m_c$. По этой величине выбирается марка «Елочки» и определяется число аппаратов и для установки «Тандем».

Количество доильных аппаратов, обслуживаемых одним оператором, определяется по формуле

$$Z_a = \frac{K_3 \cdot t}{t_0} + 1, \quad (10.26)$$

где K_3 – коэффициент допустимой занятости оператора (для «Елочки»

$K_3 = 0,98$, для «Тандем» – $0,95$);

t – продолжительность доения одной коровы ($t = 180-420$ с);

t_0 – операционное время на одно животное ($t_0 = 25-60$ с).

Тема 11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА

11.1. Механизация первичной обработки и переработки молока

Первичную обработку молока проводят с целью сохранения первоначальных свойств цельного молока на ферме, повышения его качества, обеззараживания, разделения на фракции.

Очистку молока от механических примесей выполняют с помощью фильтров и центробежных очистителей.

В качестве фильтрующих элементов применяют **ватные диски** с гладкой или «вафельной» поверхностью, марлю, фланель, бумагу, металлическую сетку, синтетические материалы и др.

Для очистки молока после доения используют марлевые фильтры, фильтры из тканых и нетканых синтетических материалов, цеделки и специальные фильтры.

Специальные фильтры применяют для фильтрации молока в потоке на доильных установках. Такой фильтр представляет собой цилиндрический корпус, выполненный из нержавеющей стали. Внутри корпуса имеется каркас, на который надевается фильтрующий элемент, очищающий молоко от механических примесей.

Центробежные очистители ОМ-1 и ОМ-1А применяют для очистки и охлаждения молока в единой поточной технологической линии доения на молочных фермах.

Оборудование для хранения молока. Для сбора, охлаждения, хранения и транспортировки молока применяют **фляги алюминиевые** вместимостью 25, 38 и 41 дм³ (л) **ФА-25, ФА-38, ФА-41**; **ушаты** вместимостью 18 и 36 л.

На крупных животноводческих фермах и комплексах используют **резервуары-термосы**: вертикальные **В2-ОМВ-2,5, В2-ОМВ-6,3** вместимостью 2 500 и 6 300 л; горизонтальные **В2-ОМГ-4,00, В2-МГ-6,3, В2-ОМГ-10**.

В комплект резервуаров входят: молочный насос, мешалка с электродвигателем, сливной кран, термометр, уровнемер и кран для взятия проб молока.

На фермах с поголовьем до 400 коров для сбора, охлаждения и кратковременного хранения молока нашли применение резервуары-охладители молока с промежуточным хладоносителем – РПО-1,6, РПО-2,5 и с непосредственным охлаждением – РНО-1,6, РНО-2,5,

ТОМ-2А, СМ-1200 и СМ-1250 (Польша), МКА-2000А (РФ), состоящие из двух сборочных единиц: резервуара (рабочей ванны) с испарителем и автономного холодильного агрегата.

Резервуары-охладители РПО-1,6 и РПО-2,5 рекомендуется использовать на молочных фермах соответственно с поголовьем до 100 и 200 коров.

В качестве источника холода можно использовать любую водоохлаждающую установку. Температура охлажденного молока в пределах (4 ± 1) °С поддерживается автоматически с помощью термометрического прибора.

Резервуары-охладители ТОМ-2А, МКА-2000А, СМ-1200, СМ-1250 по назначению, общему устройству и процессу работы аналогичны резервуарам РНО.

В этих резервуарах холодильные агрегаты смонтированы в торцевой части на общей раме с корпусом ванны, а испаритель холодильного агрегата приварен к каркасу под днищем молочной ванны.

Охлаждение – это операция, с помощью которой замедляется жизнедеятельность микроорганизмов, вызывающих порчу и скисание молока, что обеспечивает более длительный срок его хранения.

На молочных фермах и комплексах нашли применение **фляжные, оросительные, трубчатые и пластинчатые** (односекционные и двухсекционные) охладители молока.

Фляжные охладители. Простейший способ охлаждения молока на фермах – погружение фляг с молоком в бассейны с холодной водой. Охлаждающая вода в течение всего цикла должна иметь низкую температуру, а молоко во флягах перемешиваться. Для поддержания низкой температуры воды в бассейне ее делают проточной, добавляют лед или агрегируют с холодильной машиной.

Для охлаждения молока во флягах применяют **погружные фляжные охладители** с промежуточным хладоносителем.

Оросительные охладители подразделяют на круглые и плоские, одно- и двухсекционные. Охлаждение осуществляется за счет теплообмена между хладоносителем (вода, воздух, рассол), циркулирующим внутри змеевика из цветного металла, и молоком, стекающим тонким слоем по поверхности змеевика.

Пластинчатые охладители используют для охлаждения молока в закрытом потоке. Наибольшее применение нашли пластинчатые проточные охладители с противоточным направлением движения молока и хладоносителя **ОМ-400, АДМ-13.000**, очистители-охладители молока **ОМ-1, ОМ-1А, ОММ-1000М**.

На крупных молочных фермах и комплексах для охлаждения молока применяют **автоматизированные пластинчатые охладительные установки ООТ-М, ООТ-МУ4, ООУ-М, ООУ-У10, ООУ-25** и др. Они состоят из двух теплообменных секций. В первой молоко предварительно охлаждается холодной водой, а во второй – циркулирующим рассолом.

В последние годы широко используется комбинированная схема охлаждения молока. По этой схеме молоко предварительно охлаждается в проточных охладителях, а затем перекачивается в резервуары-охладители (танки) для кратковременного хранения при низкой температуре. Эта схема позволяет экономить до 40 % энергии, снижая ее расход с 15 до 6 кВт·ч/м³.

Холодильные установки. Охлаждение молока в охладителях всех типов основано на теплообмене между теплым свежесвыдоенным молоком и хладоносителем.

Источником холода (хладоносителем) могут быть естественные источники (воздух, вода, рассол) и искусственный холод, получаемый в холодильных машинах.

Наиболее простой способ охлаждения молока – охлаждение его артезианской водой, имеющей температуру от 2 до 8 °С, что позволяет получать молоко с температурой не выше 10 °С.

Для молочных ферм промышленность выпускает **машины холодильные МВТ-14-1, МКТ-14-2-0, МКТ-20-2-0**, хладопроизводительностью соответственно 14, 14 и 20 тыс. ккал/ч.

Для охлаждения воды до температуры 0,5 °С применяют **установки водоохлаждающие УВ-10-01, АВ-3, АВ-6, АВ-12, АВ-30** и **теплохолодильные установки ТХУ-14, ТХУ-23, ТХУ-37**. Цифры в марках означают округленное значение холодопроизводительности установки в тыс. ккал/ч (1 000 ккал соответствует 4,2 кДж).

Теплохолодильные установки серии ТХУ предназначены для охлаждения воды, используемой в качестве промежуточного хладоносителя в резервуарах-охладителях вместимостью до 2,5 м³ или в проточных охладителях молока и одновременного нагрева воды для санитарно-бытовых нужд на молочных фермах.

Молокоохладительная установка СЛ-1600 предназначена для охлаждения 1 600 л молока до температуры (4 ± 1) °С и временного хранения его на фермах с поголовьем до 200 коров. Имеет свой холодильный агрегат. Изготовитель – Слонимская РАПТ.

Холодильная установка сезонная ОМС-12 предназначена для охлаждения воды, используемой в качестве промежуточного хладоносителя в резервуарах охладителей РПО-1,6, РПО-2,5 и охладителях других типов.

Хладопроизводительность установки – 12 000 ккал/ч, изготовитель – Слонимская РАПТ.

Пастеризаторы молока и пастеризационно-охладительные установки. Пастеризация – тепловая обработка молока, применяемая для уничтожения болезнетворных микроорганизмов. При этом заметного изменения вкусовых, физико-химических и других свойств молока не происходит.

На практике нашли применение **длительная (низкотемпературная), кратковременная и мгновенная (высокотемпературная) пастеризация.**

При **длительной пастеризации** молоко нагревают до температуры 63–65 °С и выдерживают 30 мин; при кратковременной – молоко нагревают до 72–76 °С и выдерживают 20 с; при мгновенной – молоко нагревают до 85–90 °С и выдерживают до 5 с.

При заболеваниях бруцеллезом и туберкулезом ветеринарным законодательством рекомендуется нагревать молоко до температуры 70 °С с выдержкой 30 мин или до температуры 90 °С и выдержкой 5 мин; при заболевании ящуром молоко нагревают до температуры 85 °С с выдержкой 30 мин.

На молочных фермах и комплексах наибольшее применение получили паровые пастеризаторы с вытеснительным барабаном, резервуарные, трубчатые и пластинчатые пастеризаторы и пастеризационно-охладительные установки.

Наиболее простыми, надежными и универсальными резервуарными пастеризаторами являются **ванны длительной пастеризации ВДП-300, ВДП-600 и ВДП-1000 (Г6-ПБ-1000)**. Цифры в марках означают вместимость ванны в литрах.

Автоматизированные пластинчатые пастеризационно-охладительные установки ОПУ-3М, ОП2-У5, ОПФ-1-20, ОПФ-1-300, Б6-ОП2-Ф-1 предназначены для быстрой тонкослойной пастеризации молока в закрытом потоке и осуществляют все операции обработки молока (очистку, пастеризацию, выдерживание и глубокое охлаждение) при полной автоматизации процесса.

Уперизация (ультра-пастеризация) – инъекция острого пара в предварительно нагретое молоко. Инъекция проводится так, что к воз-

действию температуры добавляется эффект ультразвуковой кавитации. Это создает более благоприятные условия для обеззараживания молока и позволяет полностью уничтожить все болезнетворные микробы, не нарушая при этом его состава, структуры и свойств.

Холодная пастеризация, т. е. уничтожение микроорганизмов без подогрева молока, осуществляется с помощью ультрафиолетовых облучателей.

Ультрафиолетовые облучатели состоят из труб из нержавеющей стали, в которые вставлены с небольшим кольцевым зазором цилиндрические кварцевые лампы. Обеззараживание молока осуществляется ультрафиолетовыми лучами при движении его тонким слоем в кольцевом зазоре.

Сепараторы молока предназначены для механического разделения цельного молока на сливки и обрат (обезжиренное молоко) с одновременной очисткой молока от загрязнений. Они подразделяются на сливоотделители, очистители, нормализаторы, универсальные и специального назначения (холодного сепарирования, получения высокожирных сливок, осветления сыворотки и др.).

На молочных фермах нашли применение сепараторы-сливоотделители открытого типа **Ж5-ОСБ, ОМА-3М (Г9-ОМА), Г9-ОМ-4А, Г9-ОСП** и полузакрытого **СПМФ-2000**.

11.2. Технологический расчет линии и оборудования первичной обработки молока

Чтобы осуществить поточность технологических линий доения и первичной обработки молока, необходимо согласовать их часовую производительность. Расчеты, связанные с подбором оборудования, ведут по максимальному значению часовой производительности в наиболее продуктивный месяц лактации коров, чтобы иметь гарантийный запас производственной мощности молочной линии в остальное время.

Максимальная часовая производительность ПТЛ первичной обработки молока определяется по формуле

$$Q = \frac{D \cdot m \cdot Y_{\Gamma} \cdot \alpha \cdot \mathcal{J} \cdot (1 - K_c)}{D_{\text{л}} \cdot D_{\text{мн}} \cdot D_{\text{м}} \cdot T_3}, \quad (11.1)$$

где D , $D_{\text{л}}$, $D_{\text{мн}}$, $D_{\text{м}}$ – соответственно число дней в году, число суток лактации коров в году, число дней максимально-го по надою месяца и число месяцев в году ($D = 365$ дн., $D_{\text{л}} = 300\text{--}305$ сут, $D_{\text{м}} = 12$ мес.);

m – число коров на ферме или комплексе;

$У_{\Gamma}$ – среднегодовой удой на корову, кг;

$\alpha = 1,2-1,5$ – коэффициент неравномерности (сезонности) поступления молока;

$Ж$ – часть суточного надоя молока, приходящаяся на максимальный разовый надой (при трехкратной дойке $Ж$ принимается 0,4; при двукратной – 0,6);

$К_c$ – коэффициент сухостойных коров ($К_c = 0,15-0,25$);

T_3 – зоотехническое время доения ($T_3 = 2-2,5$ ч).

Зная часовую производительность линии первичной обработки молока, определяют количество выбранного оборудования линии. Для этого необходимо провести расчет оборудования ПТЛ первичной обработки молока в их технологической последовательности.

1. Очистка молока пассивная.

Пропускная способность фильтра, кг/ч, определяется по формуле

$$W_{\Phi} = F \cdot \vartheta \cdot \rho, \quad (11.2)$$

где F – общая площадь фильтра, м²;

ϑ – скорость протекания через фильтр, м/ч;

ρ – плотность молока ($\rho = 1\,027-1\,029$ кг/м³).

Общая площадь фильтра определяется по формуле

$$F = F_o \cdot n, \quad (11.3)$$

где F_o – площадь сечения одного отверстия фильтра, м²;

n – число отверстий.

Скорость протекания молока через фильтр, м/ч, определяется по формуле

$$\vartheta = \mu \sqrt{2 \cdot g \cdot h}, \quad (11.4)$$

где μ – коэффициент истечения молока ($\mu = 0,8$);

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

h – высота столба продукта над фильтром, м.

Площадь фильтрующей ткани, необходимой для фильтрации молока, определяется по формуле

$$F_{\Gamma} = \frac{M_{\Phi}}{q}, \quad (11.5)$$

где M_{ϕ} – количество молока, подлежащего фильтрации, л;

q – количество молока, проходящего через 1 м^2 фильтрующей ткани, л/м².

2. Очистка молока активная осуществляется на сепараторах-очистителях и центрифугах очистителей-охладителей. При очистке молока с использованием сепаратора-очистителя определяют время непрерывной работы по формуле

$$t = \frac{100 \cdot V_{\text{гр}}}{(P \cdot Q)}, \quad (11.6)$$

где $V_{\text{гр}}$ – объем грязевого пространства барабана, л;

P – процент отложения сепараторной слизи от общего объема пропускаемого молока ($P = 0,03\text{--}0,06 \%$);

Q – производительность очистителя, л/ч.

Вместимость грязевого пространства барабана сепаратора-очистителя, л, определяется по формуле

$$V_{\text{гр}} = \frac{\pi \cdot (R_{\text{max}}^2 - R_{\text{min}}^2) \cdot H}{1000}, \quad (11.7)$$

где R_{max} и R_{min} – максимальный и минимальный радиусы грязевого пространства, см;

H – высота пакета тарелок барабана, см.

3. Охлаждение молока. В условиях различных хозяйств оборудуют холодильные камеры, предназначенные для кратковременного хранения как молочных, так и других продуктов. В этих камерах холод расходуется:

– на теплопередачу Q_1 через внешние ограждения камеры (стены, пол, потолок);

– охлаждение продукта с тарой Q_2 ;

– охлаждение приточного воздуха при использовании вентиляции для камеры Q_3 ;

– потери холода при открывании дверей и нахождении в ней людей Q_4 .

Расход холода в камере за сутки, Дж/сут, определяется суммой

$$Q_{\text{сут}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4. \quad (11.8)$$

Расход холода на теплопередачу через внешние ограждения камеры, Дж/сут, определяется по формуле

$$Q_1 = \Sigma F \cdot k(t_n - t_b) \cdot 24, \quad (11.9)$$

где F – площадь поверхности стен, пола и потолка камеры, м^2 ;
 k – коэффициент теплопередачи стен, пола потолка, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;
 t_n – наружная температура воздуха, $^\circ\text{C}$;
 t_b – внутренняя температура воздуха камеры, $^\circ\text{C}$ ($t_b = 2-4$ $^\circ\text{C}$).
 Наружная температура воздуха, $^\circ\text{C}$, определяется по формуле

$$t_n = 0,4t_{\text{см}} + 0,6t_{\text{макс}}, \quad (11.10)$$

где $t_{\text{см}}$ и $t_{\text{макс}}$ – среднемесячная и максимальная суточная температура самого жаркого месяца, $^\circ\text{C}$.

Расход холода на охлаждение продукта и тары в камере определяется по формуле

$$Q_2 = \Sigma(G \cdot c + G_T \cdot c_T) (t_1 - t_2), \quad (11.11)$$

где G и G_T – масса продуктов и тары, поступающих на охлаждение, $\text{кг}/\text{сут}$;

c и c_T – теплоемкость продукта и тары, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

t_1 и t_2 – начальная и конечная температуры продукта и тары, $^\circ\text{C}$.

Расход холода на охлаждение приточного воздуха при использовании вентиляции в камере определяется по формуле

$$Q_3 = \alpha \cdot V \cdot \gamma_b \cdot (\lambda_n - \lambda_k), \quad (11.12)$$

где α – кратность смены воздуха в сутки ($\alpha = 2$);

γ_b – плотность воздуха камеры, $\text{кг}/\text{м}^3$;

V – вместимость камеры, м^3 ;

λ_n и λ_k – теплосодержание наружного воздуха и камеры при его соответствующей влажности, $\text{Дж}/\text{кг}$.

Расход холода при открывании дверей и на пребывание людей в камере и другие потери приближенно определяют из выражения

$$Q_4 = (0,2-0,4) \cdot Q_1. \quad (11.13)$$

В практике общее суточное количество холода $Q_{\text{сут}}$ при кратковременном хранении продуктов в камере подают от холодильной установки периодически, но с перерывами, не превышающими 3–5 ч. Для выбора холодильного агрегата, предназначенного только для охлаждения камеры, задаются числом часов его работы в сутки и определяют необходимую часовую холодильную мощность, $\text{Дж}/\text{ч}$, по формуле

$$Q = \frac{Q_{\text{сут}}}{t}, \quad (11.14)$$

где t – принятое число часов работы установки в сутки.

Если же одну и ту же холодильную установку используют для охлаждения молочных продуктов в охладителе и камере, то холодильная мощность установки определяется суммой

$$Q_y = Q_{\text{охл}} + \frac{Q_{\text{сут}}}{t}. \quad (11.15)$$

При кратковременной работе охладителя (3–4 раза в сутки по 1–1,5 ч) подбирают установку по наибольшему часовому потреблению холода и используют ее поочередно.

Обычно в холодильных камерах для их охлаждения устанавливают рассольные батареи и батареи непосредственного испарения. Для таких агрегатов батареи выполняют из стальных гладких труб в виде змеевиков диаметром 56 мм. Концы труб соединяют двойными чугунными отводами или сваркой. Хладоновые батареи непосредственного испарения изготавливают из медных труб диаметром 16–18 мм, а для увеличения площади теплопередачи трубы оборудуют ребрами. По расположению в батареях труб они бывают горизонтальные и вертикальные, а по устройству – одно- и двухрядные.

Общая площадь батареи, m^2 , для заданных условий определяется отношением

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t}, \quad (11.16)$$

где Q – тепловая нагрузка батарей, установленных в камере, Дж/ч;

k – коэффициент теплопередачи, Дж/($m^2 \cdot ^\circ C$);

Δt – разность температур воздуха камеры и циркулирующего рассола или испаряющегося хладона, $^\circ C$.

Зная общую площадь поверхности батареи, задаются диаметром труб, определяют их длину и с учетом размеров камеры подбирают длину батареи и число труб в ряду.

Тема 12. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ СВИНОВОДСТВА

12.1. Технология производства свинины

Увеличение производства свинины в большой степени зависит от правильной организации и проведения откорма. Откорм – заключительная стадия всего производственного процесса в свиноводстве. Главная цель откорма – получить максимальные приросты живой массы при минимальных затратах труда, кормов и финансовых средств. На откорм поступают: молодняк в возрасте 3–4 мес., проверяемые матки после отъема от них поросят и выбракованные животные.

Основное условие успешного проведения откорма – создание прочной кормовой базы и полноценное кормление. Следует всегда иметь в виду, что расходы на корма составляют до 70 % себестоимости свинины. Успех откорма также зависит от породных особенностей и типа свиней, их возраста и развития, правильности подбора групп, продолжительности откорма и условий содержания. При укомплектовании групп животных подбирают одного пола и возраста. Разница в живой массе молодняка должна быть не более 3–5 кг.

На практике в хозяйствах применяется откорм мясной, беконный и до жирных кондиций.

Мясной откорм. Это основной вид откорма молодняка в нашей стране. Главная его цель – получение нежирной свинины в короткий срок при минимальных затратах кормов и средств.

На мясной откорм ставят молодняк после дорастивания, т. е. в возрасте 3–4 мес., и продолжают откорм до 7–8 мес. при достижении живой массы 105–110 кг. При интенсивном мясном откорме среднесуточные приросты живой массы достигают 600–650 г.

При мясном откорме используют самые разнообразные корма и отходы общественного питания. На качество мяса и сала хорошо влияют такие корма, как ячмень, рожь, просо, а также зернобобовые (горох, люпин), богатые белками и имеющие высокую биологическую ценность. Из сочных кормов в рацион вводят морковь, комбинированный силос. Из кормов животного происхождения используют мясокостную муку, обезжиренное молоко, сыворотку, пахту.

Один из лучших кормов – травяная мука искусственной сушки. В летний период необходимо давать молодую траву бобовых растений (клевер, люцерну). Меньшую ценность представляют собой такие кон-

центрированные корма, как кукуруза и пшеничные отруби, ухудшающие качество сала и способствующие его усиленному отложению. При мясном откорме содержание зерна кукурузы должно быть не менее 30–40 % общего количества концентратов. Надо учитывать, что некоторые корма резко ухудшают качество продукции. Например, при скармливании свиньям соевого жмыха сало становится мягким. Рыбная мука, хотя и богата протеином, но придает мясу специфический вкус и запах. В последние два месяца откорма рыбную муку из рациона исключают.

Для успешного интенсивного мясного откорма свиньи должны получать минеральные вещества, витамины, белковые добавки.

В среднем структура зимнего рациона при отсутствии специальных комбикормов должна быть следующей, %: концентрированные корма – 60–70, сочные – 25–30, травяная мука – 5.

Корма скармливают в полужидком виде.

Беконный откорм. Разновидностью мясного откорма является беконный. Для него отбирают подсвинков определенной породы и типа – длинных, пропорционально сложенных животных. При беконном откорме получают молодое, нежное, сочное мясо, пронизанное тонкими прослойками плотного зернистого жира. На беконный откорм ставят подсвинков не позднее 3-месячного возраста живой массой 25–30 кг. Для беконного откорма используют следующие породы: ландрас, крупная белая и др., а также их помесь.

Чтобы получить бекон высокого качества, свиней откармливают до возраста 6–6,5 мес. при достижении живой массы 80–95 кг и толщины шпика 30 мм. При этом важное значение имеет сбалансированность рационов по всем питательным веществам. Для беконного откорма разработаны специальные комбикорма, обеспечивающие потребность животных в питательных веществах. Поскольку качество бекона ухудшают овес, соя, жмых и отруби, то их необходимо исключить из рациона по достижении животными массы 60 кг.

В первые месяцы откорма доля сочных и зеленых кормов в рационе должна быть больше, чем в конце откорма, когда содержание концентрированных кормов увеличивают до 75 % общей питательности рациона.

Откорм свиней до жирных кондиций. Такой откорм применяют, как правило, к выбракованным хрякам и свиноматкам. Цель откорма до жирных кондиций – получение большой живой массы при использовании наиболее дешевых объемистых кормов. Продолжительность откорма 90–100 дн. до толщины шпика 4–6 см.

В первый период откорма стремятся получать высокие суточные приросты, для чего используют наиболее дешевые объемистые корма с небольшим содержанием протеина (комбинированный силос, картофель, тыква, пищевые отходы, травяная мука, концентраты). В летний период из рациона исключают грубые корма, уменьшают дозу корнеплодов, вводят в рацион 6–8 кг зеленого корма и комбинированного силоса.

Концентрированные корма по питательности составляют 40–45 % (не более). В последний месяц откорма (второй период) уменьшают дозу объемистых кормов, а дозу концентрированных кормов увеличивают до 50 % по питательности рациона. Среднесуточный прирост живой массы при откорме до жирных кондиций достигает 700–1 000 г при расходе кормов 6,5–8,5 к. ед. на 1 кг прироста.

Продукцию используют для получения сала, копченостей и в колбасном производстве.

Поточная система производства свинины – обязательное условие интенсивной технологии. При этом производственный процесс должен быть непрерывным в течение года с ритмом 1–4 дня на комплексах с 24, 54, 108 тыс. свиней в год и с ритмом, кратным 7 дням (7, 14 и т. д.), на остальных фермах и комплексах, что обеспечивает выпуск продукции партиями определенной величины и хорошего качества как за установленный период, так и в целом за год.

При поточной технологии объемы производства должны быть постоянные в течение всего периода эксплуатации предприятия. Поточная система производства свинины позволяет повысить эффективность использования маточного стада, помещений, оборудования, средств механизации, рабочей силы.

В зависимости от мощности предприятия различают четыре этапа (участка) технологического процесса:

- 1) воспроизводство – осеменение маток, супоросный период, подготовка к осеменению ремонтных свинок;
- 2) репродукция – получение поросят и лактация;
- 3) доразивание – выращивание молодняка после отъема;
- 4) откорм – откорм свиней.

В основу поточной системы производства свинины заложено получение, выращивание и реализации крупных одновозрастных групп молодняка свиней через определенные промежутки времени. Это обеспечивается:

– непрерывным ритмичным подбором однородных по числу и срокам осеменения групп свиноматок и получением одновозрастных пар-

тий молодняка. Группы свиноматок сохраняют в том же составе в течение супоросного и подсосного периодов до отъема поросят. Молодняк формируют в соответствии с принятой технологией в производственные группы, которые остаются постоянными в течение этих этапов выращивания и откорма;

- формированием необходимого числа групп маток и свиней разных возрастных групп;

- осеменением маток каждой группы в короткий, четко определенный промежуток времени (ритм) без паузы;

- наличием специализированных помещений для каждого этапа производственного процесса, разделенных на секции и используемых по принципу «свободно – занято».

Профилактический перерыв между заполнениями секций животными должен быть не менее 5 сут.

Для выращивания и откорма молодняка применяют одно-, двух- и трехфазную системы. При однофазном содержании маток переводят в цех осеменения, а молодняк оставляют в этих же станках, дорастивают и откармливают. Преимущества этого способа – исключаются стрессы, связанные с перемещением поросят, улучшается рост молодняка, уменьшаются затраты корма на 1 кг прироста. Однако при однофазном содержании сложно проводить дезинфекцию – она возможна лишь после сдачи молодняка на мясо. Для содержания животных по однофазной системе необходимы реконструируемые станки. При двухфазной системе поросят оставляют до передачи на откорм (до 3 мес.) в тех же станках, где происходит опорос. Отъем поросят проводят в 30 дн. В возрасте 3 мес. их переводят в цех откорма. При такой системе содержания поросят перемещают только один раз, вследствие чего не требуется специальных помещений для дорастивания.

Для свиней каждой возрастной группы предусматривают отдельные секции, вместимость которых определяют в зависимости от численности поголовья в технологических группах. Число секций должно соответствовать продолжительности производственного цикла с учетом подготовительных ветеринарно-санитарных работ, проводимых до постановки стада животных.

Чтобы обеспечить непрерывность технологического процесса, помещения делят на участки на всех фермах с двух- и трехфазной системой выращивания и откорма молодняка независимо от их вместимости.

При трехфазном содержании поросят в возрасте 26, 30 и 42 дн. их переводят в цех дорастивания, а затем в возрасте 105–120 дн. – в цех откорма.

Технологией воспроизводства, выращивания и откорма на промышленной основе предусмотрены в среднем 2,15 опороса в год и 9,5 поросенка за один опорос от каждой свиноматки. Среднесуточный прирост массы поросят составляет 0,2 кг, молодняка – 0,4 кг, откормочного поголовья – 0,6 кг.

Содержание свиноматок с поросятами, холостых свиноматок, молодняка на дорастивании и откормочного поголовья – станковое, безвыгульное, супоросных свиноматок и хряков – станковое, выгульное. Поросят совместно с матками выращивают в течение 30 дн. После отъема молодняка свиноматок переводят в свинарник для холостых маток, где они находятся 35 дн., и после проверки на супоросость передают в помещение для супоросных маток и содержат там для перевода в свинарник для опороса. Поросят-отъемышей содержат в тех же станках еще 60 дн. и затем переводят в помещение для откорма на 130 дн., после чего в 220-дневном возрасте поросят массой 110 кг сдают на мясо.

В свиноводстве применяют две системы содержания: выгульную и безвыгульную. В свою очередь, выгульная система подразделяется на станково-выгульную и свободно-выгульную. Известны также клеточный (Япония) и привязный (Венгрия) способы содержания свиней. Выгульную систему применяют для хряков производителей, ремонтного молодняка, племенных холостых маток и маток первой половины супоросости. Она рекомендуется и для откормочного поголовья.

Подсосные и холостые матки, супоросные матки, переведенные для опороса в свинарник-маточник, матки в первые 36 дн. после покрытия содержатся в индивидуальных станках. Хряки-производители находятся как в индивидуальных, так и групповых станках. Для хряков-производителей площадь индивидуального станка составляет 7 м² на 1 гол., а фронт кормления – 50 см. Ограждение станков решетчатое, высотой 1,2–1,4 м. При групповом содержании хряков их размещают по 5 гол. в станке из расчета 3,0–3,5 м² площади на 1 гол.

Для свиноматок до 36 дн. супоросности размер станка 220×650 см², фронт кормления – 40–45 см, ограждение решетчатое (высота 90 см) с верхними ограничителями. После 36-дневной супоросности матки содержатся в групповых станках по 10–20 гол. (численность группы должна быть кратной количеству свиноматок, размещенных на опорос в одной изолированной секции).

Для подсосных свиноматок с приплодом применяют станки с фиксирующим устройством площадью 5,0–7,5 м² (в зависимости от типа

станка), с зоной кормления и отдыха для поросят (исключается доступ свиноматки к кормушкам поросят). Ограждение станков высотой 1,1 м, в том числе 0,7 м, – сплошное и 0,4 м – решетчатое. Расфиксируют маток через 10–12 дн. после опороса. При раннем отъеме поросят допускается содержание маток в зафиксированном состоянии до 30 дн.

Поросят-отъемышей содержат в групповых станках по 15–20 гол.; площадь пола на одну голову составляет 0,35–0,40 м² и фронт кормления – 20 см. Ремонтный молодняк также содержат группами по 20–25 гол.; площадь пола – 1,2 м² на 1 гол., фронт кормления – 30 см. Размер групп откармливаемого молодняка – 25–30 гол.; площадь логова – 0,5–0,7 м² на 1 гол.; фронт кормления – 30 см. В последнее время все большее признание находит погнездное содержание молодняка. Взрослым свиньям, поставленным на откорм, выделяется 1,5 м² площади станка и 40 см фронта кормления.

Ограждения групповых станков, кроме стенки, отделяющей их от кормового прохода, должны быть сплошными, так как у решетчатых ограждений при контакте между животными соседних станков создается зона дефекации. Высота ограждения – 0,9–1,0 м.

12.2. Расчет структуры поголовья, количества групп животных, ритма производства и выхода продукции

Поточный метод производства свинины основан на разделении свиней внутри половозрастных групп на однородные технологические группы. Группа свиноматок представляет основную производственную единицу комплекса. Каждая группа свиней размещается при этом в отдельных специализированных секциях.

Общее число секций должно обеспечивать беспрепятственное перемещение технологических групп в процессе поточного производства в строго установленные промежутки времени, называемые ритмом, или шагом ритма. Ритм производства – это оптимальный промежуток времени, в течение которого осуществляется формирование производственных групп свиней и обеспечивается получение единицы продукции.

Ритмичное производство свинины в течение года позволяет рационально планировать и эффективно использовать помещения, равномерно загружать оборудование, правильно организовывать производственный процесс и труд работника комплекса.

При ритмичном и поточном процессах всего производства свинины для расчета поголовья различных технологических групп необходимы следующие исходные данные: производственная программа (мощность комплекса); выход поросят на один опорос основной и проверяемой свиноматок; срок службы маток и хряков (в среднем); продолжительность подсосного периода, дн.; возраст поросят при переводе на откорм, дн.; возраст свиней при снятии с откорма, дн.; процент сохранности поголовья за период выращивания и откорма; число опоросов в год от одной матки; среднесуточные привесы поросят-сосунов, поросят-отъемышей и свиней на откорме; размер группы маток в подсосный период.

Расчеты поголовья и ското-мест на комплексах промышленного типа могут быть выполнены согласно нормам проектирования, которые исходят из заранее заданной величины группы подсосных маток (как правило, 30 гол.). При этом ритм производств различен для комплексов разных мощностей.

При втором методе, рекомендуемом рядом научно-исследовательских институтов, ритм производства назначается заранее, а величина группы подсосных маток зависит от мощности комплекса. Расчет ритма по первому методу определяют по формуле

$$P = \frac{365 \cdot ПМ \cdot ПГ \cdot КС}{МК}, \quad (12.1)$$

где P – ритм производства, дн.;

ПМ – размер группы подсосных маток (оптимальной по численности считают группу из 30–60 маток с поросятами);

ПГ – число поросят от одной свиноматки за один опорос;

МК – мощность комплекса (поголовье откармливаемых свиней в год);

КС – коэффициент сохранности поросят за весь цикл производства определяется по формуле

$$КС = \frac{\text{Процент сохранности}}{100}. \quad (12.2)$$

Для комплекса мощностью 54 тыс. гол. в год и с величиной группы подсосных маток 30 гол. ритм производства составит:

$$P = 365 \cdot 33 \cdot 9,8 \cdot 0,92 : 54\,000 = 2 \text{ дня}. \quad (12.3)$$

При опоросе 33 маток подсосными остаются 30 гол. Если же группа подсосных маток состоит из 60 гол., то ритм составит:

$$P = 365 \cdot 66 \cdot 9,8 \cdot 0,92 : 54\,000 = 4 \text{ дня.} \quad (12.4)$$

При опоросе 66 маток подсосными остаются 60 гол., практически 10 % пометов после опоросов расформируется.

Согласно второму методу расчета, рекомендуемому Полтавским НИИС и НИИСХ ЦОНЗ, вначале определяют число производственных групп животных по формуле

$$\text{ПРГ} = 365 : P. \quad (12.5)$$

Число мест для холостых маток следует увеличить примерно вдвое против оптимального уровня. При расчете свиномест предусматривают резервные места на время проведения дезинфекции, ремонта помещений, невыполнения проектных показателей продуктивности, соблюдения принципа поточной технологии «все занято – все свободно».

Число резервных мест определяют путем деления числа дней, отведенных на дезинфекцию и ремонт станков и помещений, на ритм производства и последующим умножением частного от деления на поголовье животных в группе.

12.3. Технология приготовления и задачи кормов на свиноводческих предприятиях

Структура кормовых рационов различных половозрастных групп свиней определяется зональными почвенно-климатическими условиями хозяйств. В Беларуси и других зонах достаточного увлажнения основными кормами для свиней на колхозных и совхозных фермах являются концентраты, картофель, зеленая масса, травяная мука, минеральные и белково-витаминные добавки. Крупные государственные свиноводческие комплексы обеспечиваются комбикормами промышленного производства.

Технологическое оборудование кормоцехов должно обеспечивать измельчение концентрированных кормов до размеров частиц 0,2–1,0 мм. При любой степени дробления качество концентрированных кормов считается выше, чем меньше в нем пылевидного продукта. Последний всегда вызывает большие потери вследствие распыла, налипания на рабочие органы кормораздатчиков, кормушек, плохого смачивания водой и образования комочков. При измельчении сена в

муку для свиней размеры частиц должны быть в пределах 0,2–2,0 мм. Не рекомендуется хранить сенную муку в открытых бункерах более трех суток.

Сочные корма и силос необходимо измельчать до состояния пасты или мелкой резки. В измельченной массе 70–75 % частиц должны быть размером до 10 мм, а частиц крупнее 10 мм не должно быть более 30 %. Наличие частиц размером более 20 мм не допускается. Измельчать корнеплоды нужно только перед скармливанием или в процессе приготовления кормовой смеси, так как в измельченном виде они быстро окисляются, теряют сок, чернеют и покрываются плесенью. Картофель надо мыть, запаривать и мять до состояния пюре. Допускается измельчение запаренного картофеля до частиц размером 10 мм в количестве 7 % по массе. Максимальный размер частиц не должен превышать 20 мм. При дозированной подаче компонентов в смеситель отклонение от заданной нормы для комбикормов должно быть не более ± 5 %, для сочных кормов – ± 15 %, для добавок – ± 1 %. Показатель степени однородности кормовой смеси должен быть не менее 90 %. Влажность готовых кормовых смесей должна составлять 70–75 %.

В условиях Нечерноземной зоны России, Беларуси и Прибалтийских государств в рацион для кормления свиней включают концентраты, корнеклубнеплоды, травяную муку, зеленую массу бобовых культур, белковые и минеральные добавки. При откорме свиней широко используются и пищевые отходы от частного и общественного секторов питания.

Выбор основного оборудования для кормоцеха следует начинать с разработки технологических схем переработки всех видов кормов, входящих в рационы различных половозрастных групп свиней, и определения суточной, разовой и часовой производительности отдельных линий и кормоцеха в целом.

Технологические схемы обработки, приготовления и раздачи кормов проектируют с учетом экономической эффективности, определяемой конкретными условиями хозяйств, типом кормления и составом рационов, взаимным расположением основных и вспомогательных помещений на ферме, их количеством, местом и порядком кормления животных, системой их содержания, конструкцией технологического оборудования, принятого для обработки кормов, внутренней планировкой помещений и другими факторами.

После определения марочного и количественного состава основного оборудования разрабатываются диаграммы технологического про-

цесса приготовления кормов и выбор вспомогательного оборудования для всех технологических линий кормоцеха.

Можно использовать следующие технологические схемы приготовления корнеклубнеплодов:

1) мойка – отделение камней – измельчение – дозирование – смешивание;

2) мойка – отделение камней – запаривание (варка) – разминание – дозирование – смешивание;

3) мойка – отделение камней – измельчение – дозирование – дрожжевание – дозирование жидких дрожжей – смешивание.

Приготовление концентрированных кормов следует проектировать по следующим схемам:

1) очистка – измельчение – дозирование – смешивание;

2) очистка – измельчение – дозирование – дрожжевание – дозирование – смешивание;

3) очистка – дозирование – смешивание;

4) очистка – измельчение – дозирование – смешивание – гранулирование.

Первую и вторую схемы рекомендуется использовать при переработке фуражного зерна в комбикорм, а четвертую – при производстве в хозяйстве гранулированных комбикормов.

При отсутствии в хозяйстве витаминной травяной муки в кормоцехе готовят сенную муку по схеме: измельчение – дозирование – смешивание.

Тема 13. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА

13.1. Технологии производства продукции птицеводства

Птицеводство – одна из важнейших отраслей, обеспечивающей население высококачественными диетическими продуктами питания: яйцами и мясом птицы, а также пухом и пером. Сельскохозяйственная птица характеризуется скороспелостью, интенсивным ростом, высокими воспроизводительностью, продуктивностью и жизнеспособностью. Все это в сочетании со сравнительно небольшими затратами кормов на единицу продукции способствует высокой доходности отрасли.

Для современного птицеводства характерны узкая специализация, концентрация, повсеместное внедрение новейших достижений науки и передовой практики, применение прогрессивной технологии, полная механизация трудоемких процессов. Структура птицеводства включает предприятия: птицефабрики, птицесовхозы, птицефермы и инкубаторно-птицеводческие станции (ИПС).

Современные птицефабрики – это крупные специализированные предприятия промышленного типа с законченным циклом производства, высоким уровнем организации и культуры труда. Они рассчитаны на содержание 250, 500 и 1 000 тыс. и более кур-несушек или на производство 1, 3, 6 млн и более цыплят-бройлеров в год.

Специализированные птицесовхозы имеют меньший объем производства – 500–2 000 тыс. кур-несушек или до 1 млн цыплят-бройлеров в год.

Для птицеферм объем производства составляет 16, 20, 50 тыс. кур-несушек и до 500 тыс. цыплят-бройлеров в год.

Птицефабрики и птицефермы подразделяют по видам птицы (куры, утки, индейки и др.); по направлениям – яичные и мясные; по назначению – товарные и племенные; по возрасту птицы – инкубаторные цыплята, бройлеры, взрослая птица. Кроме того, их подразделяют по способу содержания птицы – напольное и клеточное. При напольном выращивании птица может содержаться: на ежедневно сменяемой подстилке; на глубокой несменяемой подстилке; на планчатых или сетчатых полах без применения подстилки.

Основная продукция товарных предприятий яичного направления – яйца, сопутствующая – мясо; для предприятий мясного направления

основная продукция – мясо, сопутствующая – яйца. На предприятиях по выращиванию ремонтного молодняка основная продукция – ремонтный молодняк кур и суточные цыплята. В племенных хозяйствах основная продукция – племенные яйца и племенная птица, сопутствующая – пищевые яйца и мясо. Побочная продукция всех птицеводческих предприятий: пух, перо и другие утилизированные отходы основного производства.

Яичная продуктивность. Половая зрелость птицы наступает ко времени снесения первого яйца. Куры начинают нестись в возрасте 120–180 дн. (17–26 нед), индейки – 200–250, утки – 210–240, гусыни – 270–300, перепелки – 24–35 дн. Яйценоскость зависит от наследственности птицы (вида и породы), ее возраста и факторов внешней среды.

От кур получают за год в среднем 250–290 яиц, индеек – 100–150, уток – 120–180, гусынь – 60–100, перепелок – 200–250, цесарок – 100–120 яиц.

Половая функция кур, индеек и уток с возрастом, как правило, снижается. Так, яйценоскость ежегодно падает на 10–15 %. В связи с этим в племенных хозяйствах указанную птицу используют не более 2–3 лет, а в промышленных хозяйствах родительское стадо птицы обновляют ежегодно. Яичная продуктивность гусынь увеличивается до 3–4-летнего возраста, поэтому их содержат обычно 5–6 лет.

Мясная продуктивность. Мясо птицы характеризуется хорошими пищевыми и вкусовыми качествами, что обусловлено, с одной стороны, высоким содержанием в нем экстрактивных веществ (1,5–2 % в сыром мясе), а с другой – нежностью и сочностью. Так, в мясе кур содержится (%): воды – 65, жира – 13,7, белка – 19, золы – 1. С целью производства мяса используют кур специализированных мясных пород и линий, а также гусей, уток и индеек. Основные показатели мясной скороспелости – масса и интенсивность роста молодняка. Живая масса птицы зависит от вида, пола породы и возраста. Большой живой массой отличаются гуси и индейки. Масса взрослых индюков составляет 16–18 кг, гусей – 6–8, уток мясных пород – 3–4, кур – 2, цесарок – 1,5–2, перепелов – 0,12–0,15 кг.

Высокой интенсивностью роста характеризуются гусята, индюшата и утята. Так, гусята достигают живой массы 4 кг в возрасте 70–75 дн., индюшата – 4,5 кг в 120 дн., утята – 2 кг в 55–60 дн. Быстро растут и цыплята-бройлеры: в 7–8 нед их живая масса составляет 1,5–1,7 кг. Благодаря высокой плодовитости от одной птицы можно получать в

год мяса (кг): курицы – 150–170, индейки – 400, утки – 250–300, гусыни – 250–300.

При хороших условиях кормления и содержания птицы на 1 кг прироста ее живой массы затрачивается корма (кг): для цыплят-бройлеров – 2, утят – 3, гусят и индюшат – 4.

На птицефабриках всех направлений обеспечивается законченный оборот стада. Для этого предусмотрено содержание маточного и промышленного стада кур-несушек, а также вывод цыплят и выращивание молодняка для ремонтного стада птицы.

Основные составляющие технологии промышленного производства яиц: периодическое круглогодое комплектование промышленного стада кур-несушек для равномерного производства продукции в течение года; выращивание высокопродуктивной гибридной птицы с яйценоскостью 285–290 яиц в год; содержание птицы в клеточных батареях при максимальной механизации и автоматизации всех производственных процессов; кормление птицы сухими полнорационными комбикормами; обеспечение оптимальных условий микроклимата и строгое соблюдение всех ветеринарно-санитарных мероприятий.

Птицефабрики работают по принципу замкнутого цикла производства, сущность которого заключается в том, что все основные технологические процессы осуществляются непосредственно в хозяйстве.

Главные технологические звенья птицефабрик – производственные цехи родительского стада, инкубации яиц, выращивания ремонтного молодняка и промышленного стада кур-несушек, откорма птицы, сортировки и упаковки яиц, убоя и переработки птицы. Обслуживают их вспомогательные подразделения: котельная, кормоцех, транспортное хозяйство и др. Все цехи и подразделения объединены четким технологическим процессом.

Цех родительского стада равномерно в течение года обеспечивает цех инкубации гибридными высококачественными яйцами. Среднее годовое поголовье кур родительского стада составляет 8–20 % среднего годового поголовья промышленных несушек. Родительское стадо комплектуют в соответствии с графиком получения инкубационных яиц, но не реже 3–4 раз в год 120–140-дневными молодками, а на крупных птицефабриках – ежемесячно. Сочетание родительских форм осуществляется в соотношении 10:1, т. е. на десять кур один петух. На птицефабриках кур родительского стада содержат в клеточных батареях различных размеров и конструкций. Продолжительность использования кур родительского стада в среднем составляет 11–12 мес.

Однако этот период можно продлить на 7–8 мес. с применением принудительной линьки. Сущность зоотехнического метода принудительной линьки заключается в резком изменении режимов кормления, поения и освещения птицы.

В цехе инкубации получают цыплят, как промышленного назначения, так и родительского стада. Для инкубации берут яйца от кур, достигших 7–8-месячного возраста.

В цехе выращивания молодняка содержат ремонтный молодняк родительского (курочки, петушки) и промышленного (только курочки) стад. Суточных цыплят из цеха инкубации передают в цех выращивания молодняка и размещают в клеточных батареях, где их выращивают без пересадки до 140-дневного возраста. Для нормального роста и развития цыплят важно соблюдать оптимальные температурно-влажностный и световой режимы. В 1-ю неделю выращивания световой день длится 23,5 ч, во 2-ю – 15,5, с 3-й по 18-ю – 9, в 19-ю – 10 ч. Освещенность клеток на уровне среднего яруса батарей должна составлять 25–30 лк.

Цех откорма имеется только в тех хозяйствах, в которых петушков яичных пород кур не уничтожают в суточном возрасте, и выращивают на мясо. Петушков откармливают до 60–90-дневного возраста и сдают на убой живой массой 700–1 200 г.

Цех промышленных или клеточных несушек – основной на фабрике, специализирующейся на производстве пищевых яиц. В этом цехе не содержат петухов, так как для производства пищевых яиц не требуется оплодотворения кур. С целью равномерного производства яиц в течение года стадо кур-несушек комплектуют многократно. Молодняк переводят в промышленное стадо в возрасте 140 дн. Продолжительность продуктивного периода кур-несушек в этом цехе не более 12 мес. Эффективность работы цеха зависит от качества, продуктивности и жизнеспособности молодок, условий содержания и кормления, а также от микроклимата и воздухообмена в помещении. Рекомендуется освещенность клеток на уровне среднего яруса батарей – 20–30 лк.

Цех обработки яиц предназначен для временного хранения пищевого яйца.

Технологический процесс производства яиц завершается на складе, где их сортируют по массе и качеству скорлупы на четыре категории.

Производство мяса бройлеров. Значительный объем мяса птицы производят бройлерные птицефабрики, технологический процесс в которых осуществляется по замкнутому циклу. Как правило, бройлер-

ные птицефабрики имеют цехи маточного стада, инкубации, откорма, убоя и обработки.

Плотность посадки выращиваемых цыплят составляет на глубокой подстилке 18 гол/м², на сетчатом полу – 30–35, в клетках – 34,5 гол/м².

Наиболее распространена система выращивания бройлеров крупными партиями (10–20 тыс. гол.) на глубокой подстилке в безоконных помещениях с регулируемым микроклиматом при механизации и автоматизации процессов поения и кормления. Для этих целей используют серийно выпускаемые комплекты оборудования ЦБК-12 и ЦБК-18. Каждый бройлерник заполняют в течение дня партией цыплят одного возраста и разного пола, которых выращивают до 49–63 дн. Под каждым брудером размещают 500 гол. Суточных цыплят сажают в продезинфицированный птичник из расчета 12–14 гол. на 1 м² площади. На пол, посыпанный сухой гашеной известью (норма 0,5–1 кг на 1 м²), укладывают подстилку слоем 10–15 см. За 1–2 дня до приема цыплят включают отопительную систему с таким расчетом, чтобы температура в помещении находилась на уровне 24–25 °С, а под брудерами – 33–35 °С. В первые 10 дн. площадь пола под брудерами (на расстоянии 70 см по периметру брудеров) огораживают съемными ограждениями. С 14–16-дневного возраста цыплята пользуются автопоилками, а с 18–20-дневного – автокормушками.

При выращивании бройлеров применяют дифференцированный световой режим: круглосуточный (продолжительность светового дня составляет 24 ч) или чередующийся (с 8-го дня – 1 ч света + 2 ч темноты).

На птицеводческих предприятиях широко внедряют технологию выращивания цыплят-бройлеров в клеточных батареях КБМ-2, КБУ-3, Р-15 и др. с использованием специальных комбикормов. После 49–63 дн. цыплята-бройлеры поступают в цех убоя и обработки. До убоя птицу выдерживают без пищи 6–8 ч. Убой цыплят-бройлеров и обработку тушек осуществляют на специализированных автоматизированных конвейерных линиях.

Производство мяса уток. Выращивание утят на мясо – вторая по значению после бройлерной отрасли мясного птицеводства. Утки обладают высокой яйценоскостью (в первые два года хозяйственного использования одна утка дает до 180 яиц), что позволяет круглогодично комплектовать родительское стадо и выращивать от одной утки 110–120 гибридных утят в год общей массой более 300 кг. При этом затраты корма на 1 кг прироста не превышают 3 кг.

Применяют различные способы интенсивного выращивания утят на мясо: на глубокой подстилке, в клеточных батареях, на сетчатых полах, в летних лагерях, а также при различных комбинациях указанных методов. Для этого используют комплексное серийно выпускаемое оборудование. На сетчатых полах птица растет и развивается лучше, чем на полах с глубокой подстилкой.

Утят откармливают до 18 нед. В этом возрасте в зависимости от породы они весят от 2,2 до 3,1 кг. Световой режим в птичнике: в 1-й день – 24 ч, начиная со 2-го дня освещенность сокращают ежедневно на 45 мин и доводят к концу выращивания до 15 ч. Важное значение для восполнения стада имеет выращивание ремонтного молодняка уток. Ремонтный молодняк выращивают в течение 7–8 нед на глубокой подстилке в секциях комбинированного типа (30 % сетчатый пол и 70 % глубокая подстилка).

В некоторых птицеводческих хозяйствах утят содержат на водоемах, богатых различной растительностью. Это возможно лишь при устойчивой теплой погоде (температура воды – не ниже 14 °С).

Производство мяса индеек. Основное производство мяса индеек сосредоточено на птицефабриках, рассчитанных на получение 0,5–1 млн гол. в год. При высокой интенсивности роста мясо индеек – диетический продукт, отличающийся высокими вкусовыми качествами.

Индюшат выращивают на глубокой подстилке, в клеточных батареях или при сочетании этих способов. Наиболее прогрессивный способ – комбинированный, при котором индюшат любого кросса до 8-недельного возраста выращивают в клеточных батареях КБУ-3, БГО-3, БГО-140, Р-15, а затем до убоя – на глубокой подстилке или металлическом решетчатом полу с использованием оборудования ИМС-4,5В, ИМС0-4,5Г или Р-10 (ФРГ). Индюшат легкого кросса выращивают до 13 нед, среднего кросса – 17 и тяжелого – до 24 нед. В этом возрасте живая масса индюшат составляет 4–4,5 кг. На 1 кг прироста затрачивают 4–4,5 кг комбикорма. В летнее время, особенно в южных регионах страны, индюшат в возрасте от 30–40 дн. содержат в лагерях, оборудованных навесами или передвижными домиками. С целью укрытия индюшат от солнечных лучей птичники устраивают на опушках леса, в рощах; около домиков устанавливают кормушки и поилки. При выращивании соблюдают следующий световой режим: в первые 3 дня – круглосуточное освещение, с 4-го по 20-й день – 17 ч, с 21-го по 56-й – 14, с 57-го дня до убоя – 8 ч.

Производство мяса гусей. Гуси – очень скороспелая птица, мясо которой обладает высокими вкусовыми качествами. Применяют следующие способы промышленного содержания гусей в помещении: на подстилке (с 1-го по 65-й день), на сетчатом полу (с 1-го по 63-й день), в клеточных батареях и комбинированный на сетчатых полах (с 1-го по 20-й день) и подстилке (с 21-го и по 63-й день). Световой режим в птичнике: 1-я неделя – 24 ч, с 8-го по 30-й день – постепенное снижение до 14 ч, с 31-го дня до убоя – 14 ч.

В некоторых западных странах гусей выращивают с целью получения жирной печени, которую используют как деликатес. При интенсивном откорме масса печени гусей достигает 400–700 г.

Примеры схем расстановки оборудования в птичниках клеточного и напольного содержания представлены на рис. 13.1, 13.2.

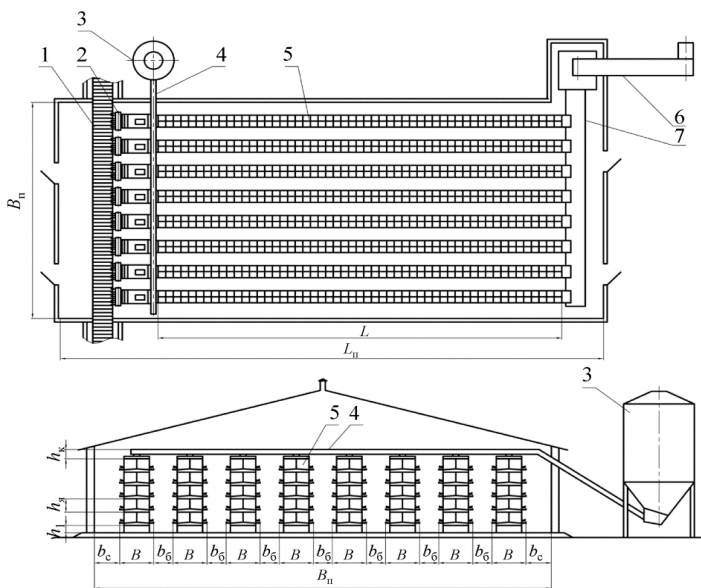


Рис. 13.1. Пример схемы расстановки оборудования в птичнике клеточного содержания промышленного стада кур-несушек:

1 – поперечный транспортер яиц Eggo; 2 – элеватор EggCellent; 3 – бункер сыпучих кормов БСК-10; 4 – спиральный транспортер комбикормов Flex-Auger; 5 – клеточная батарея Univent UV 500; 6 – наклонный конвейер помета КПП-500; 7 – горизонтальный конвейер помета КПГ-500

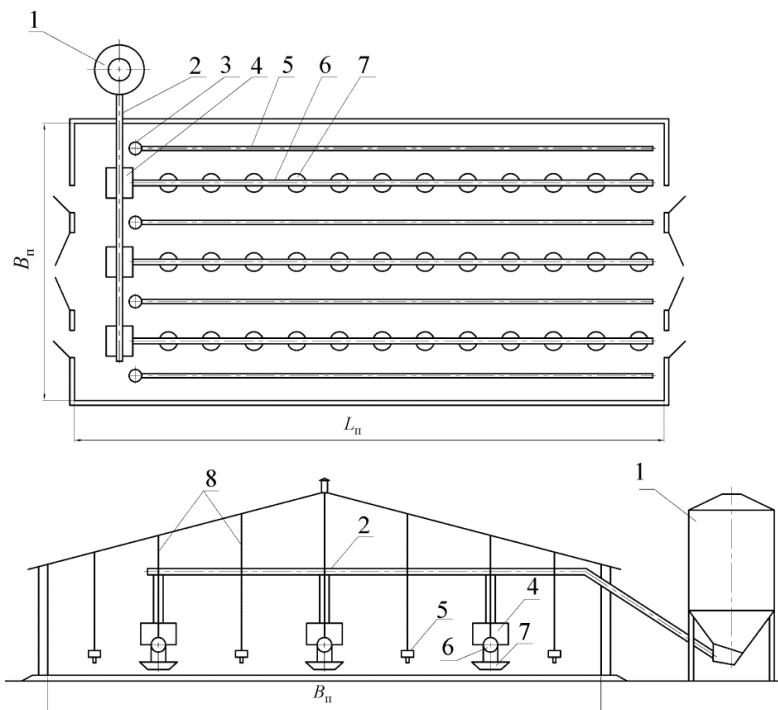


Рис. 13.2. Пример схемы расстановки оборудования в птичнике напольного содержания промышленного стада цыплят-бройлеров:

- 1 – бункер сыпучих кормов БСК-10; 2 – спиральный транспортер комбикормов Flex-Auger; 3 – регулятор давления воды в линии поения; 4 – бункер кормораздатчика; 5 – линия поения птицы с ниппельными автопоилками; 6 – спиральный транспортер-кормораздатчик AugerMatic; 7 – бункерная автокормушка Fluxx

13.2. Проектирование технологических линий птицеводческих предприятий

Линия раздачи кормов.

Годовой расход кормов по одному птичнику (τ) определяется по формуле

$$Q_{\text{год},i}^{\text{п}} = \frac{q_{\text{п},i} q_i k_{\text{об},i}}{1000}, \quad (13.1)$$

где $q_{ц,i}$ – расход кормов на одну голову i -й группы птицы за технологический цикл, кг;

q_i – вместимость птичника для i -й группы птицы, гол.;

$k_{об,i}$ – коэффициент оборачиваемости i -го птичника.

Суточный расход кормов по одному птичнику (τ) определяем по формуле

$$Q_{сут,i}^п = \frac{q_{ц,i}q_i}{1000T_{ц,i}}, \quad (13.2)$$

где $T_{ц,i}$ – продолжительность технологического цикла для i -го птичника, дн.

Годовой и суточный расходы кормов на i -ю группу птицы (τ) определяем по формулам

$$Q_{год,i} = Q_{год,i}^п n_i; \quad (13.3)$$

$$Q_{сут,i} = Q_{сут,i}^п n_i, \quad (13.4)$$

где n_i – количество птичников для i -й группы птицы.

Годовой и суточный расходы кормов по птицефабрике в целом (τ) определяем по следующим формулам:

$$Q_{год} = \sum_{i=1}^n Q_{год,i}; \quad (13.5)$$

$$Q_{сут} = \sum_{i=1}^n Q_{сут,i}. \quad (13.6)$$

Линия водоснабжения и автопоения.

Среднесуточный расход воды по птичнику (m^3) определяем по формуле

$$V_{сут,i}^н = \frac{(V_{п,i} + V_{м,i} + V_p + V_n)q_i}{1000}, \quad (13.7)$$

где $V_{п,i}$ – норма расхода воды на поение одной головы i -й группы птицы, л;

$V_{м.і}$ – норма расхода воды на мойку оборудования и помещений, приходящаяся на 1 гол., л;

V_p – расход воды на разбрызгивание птицы при поении, $V_p = 0,014–0,017$ л;

$V_{и}$ – расход воды на испарение, $V_{и} = 0,014–0,017$ л;

q_i – вместимость птичника i -й группы птицы, гол.

Среднесуточный расход воды по группе птицы (m^3) определяем по формуле

$$V_{сут.і} = V_{сут.і}^n \cdot n_i, \quad (13.8)$$

где n_i – количество птичников для i -й группы птицы.

Среднесуточный расход воды на птицефабрике (m^3) определяем по формуле

$$V_{сут} = \sum_{i=1}^n V_{сут.і}. \quad (13.9)$$

Линия удаления помета.

Среднесуточный выход помета по птичнику (т) определяем по формуле

$$Q_{сут.і}^n = \frac{q_{гол.і} q_i}{1\,000\,000}, \quad (13.10)$$

где $q_{гол.і}$ – суточный выход помета от одной головы птицы i -й группы, г;

q_i – вместимость птичника i -й группы птицы, гол.

Среднесуточный выход помета по группе птицы (т) определяем по формуле

$$Q_{сут.і} = Q_{сут.і}^n \cdot n_i, \quad (13.11)$$

где n_i – количество птичников для i -й группы птицы.

Среднесуточный выход помета на птицефабрике (т) определяем по формуле

$$Q_{сут} = \sum_{i=1}^n Q_{сут.і}. \quad (13.12)$$

Линия сбора, сортировки и упаковки яиц.

Количество яиц, получаемых от поголовья кур-несушек в птичнике за сутки (шт.), определяем по формуле

$$Q_{n.\text{сут}} = \frac{q_n \cdot \text{Я}}{365}, \quad (13.13)$$

где q_n – поголовье кур-несушек в птичнике, гол.;

Я – яйценоскость, Я = 260–280 шт/год.

Количество яиц, получаемых с одной клеточной батареи за сутки (шт.), определяем по формуле

$$Q_{б.\text{сут}} = \frac{Q_{п.\text{сут}}}{n_б}, \quad (13.14)$$

где $n_б$ – количество клеточных батарей в птичнике.

Количество яиц, поступающих в цех сортировки и упаковки за сутки (тыс. шт.), определяем по формуле

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q_{п.\text{сут}} \cdot n_п}{1000}, \quad (13.15)$$

где $n_п$ – количество птичников для кур-несушек.

Годовое производство товарных яиц птицеводческим предприятием (млн шт.) определяем по формуле

$$Q_{\text{год}} = \frac{N_{\text{ср}} \cdot \text{Я} \cdot (1 - \text{Б} / 100)}{1000}, \quad (13.16)$$

где $N_{\text{ср}}$ – среднегодовое поголовье кур-несушек, тыс. гол.;

Б – выбраковка яиц из-за боя и насечки, Б = 5 %.

13.3. Техническое обслуживание в животноводстве

13.3.1. Виды и содержание технического обслуживания

Для фермских машин и оборудования после монтажа, обкатки и пусконаладочных работ установлены следующие виды технических обслуживаний: ежедневное (ежесменное) техническое обслуживание (ЕТО); периодическое техническое обслуживание № 1 (ТО-1) и для отдельного сложного оборудования – № 2 (ТО-2); технический осмотр и диагностирование, техническое обслуживание при хранении, ремонт.

Ежедневное (ежесменное) техническое обслуживание (ЕТО) состоит в очистке и мойке оборудования и машин, проверке и затяжке креплений, смазке подвижных соединений, контроле состояния и настрой-

ке рабочих органов, промывке, дезинфекции доильных аппаратов и другого молочного оборудования.

Периодическое техническое обслуживание (ТО-1 и ТО-2) предусматривает выполнение моечных, контрольно-диагностических, смазочных, крепежных, регулировочных и покрасочных работ, замену изношенных деталей, устранение обнаруженных неисправностей, а также выполнение операций по переводу машин и оборудования на сезонный период работы. Для каждой машины и оборудования подробное содержание операций периодических ТО приводится в инструкции, прилагаемой к поступающей машине.

Виды технического обслуживания по группам оборудования животноводческих ферм показаны в табл. 13.1.

Таблица 13.1. **Виды технического обслуживания**

Оборудование	ЕТО	ТО-1	ТО-2	При хранении
Водоподъемные установки	+	+	+	–
Автопоилки	+	+	–	–
Бункеры запаса кормов	+	+	+	–
Кормоприготовительные агрегаты	+	+	–	+
Оборудование для раздачи кормов	+	+	+	+
Оборудование для уборки навоза	+	+	–	+
Электрооборудование	+	+	–	–
Котлы и водонагреватели	+	+	+	+
Доильные установки	+	+	+	+
Холодильные установки	+	+	–	+
Резервуары-охладители молока	+	+	–	+
Оборудование для содержания птицы	+	+	+	–
Прочее несложное оборудование	+	+	–	+

Примечание. + – обязательное проведение; – –ТО не проводится.

Технический осмотр с диагностированием заключается в определении технического состояния и комплексности машин и оборудования, находящихся в эксплуатации, остаточного ресурса их узлов и деталей путем применения контрольно-диагностических приборов и приспособлений.

Техническое обслуживание при хранении (временно неиспользуемой техники) включает мойку, очистку, окраску, консервацию и техническое обслуживание в процессе хранения, расконсервацию и подготовку к использованию.

Ремонт проводится по потребности, определяемой результатами периодического ТО-2 или технического осмотра. Для абсолютного большинства животноводческих машин текущий ремонт включает разборочно-моечные, контрольно-диагностические, станочные, сварочные, слесарные, жестяные и другие работы с заменой отдельных, непригодных для эксплуатации деталей и узлов машин.

Ремонт более сложного оборудования проводится в центральных мастерских хозяйства или в специализированных цехах объединения «Госкомсельхозтехника».

13.3.2. Организация технического обслуживания и его материальная база

Ежедневное (ежесменное) техническое обслуживание проводит персонал, непосредственно работающий с машинами и оборудованием, при участии дежурного слесаря фермы или мастера-наладчика. Этот вид обслуживания очень ответственен, так как на его долю приходится около 70 % общего объема работ по ТО машин и оборудования в течение всего срока их эксплуатации.

Периодические ТО проводят специализированное звено или бригада мастеров-наладчиков хозяйства при участии дежурных слесарей под руководством инженера (механика) по механизации животноводства. Кроме того, ТО проводится выездными звеньями районной СТОЖ (станция технического обслуживания оборудования животноводства) районного агропромышленного объединения, имеющими в своем распоряжении передвижные средства и необходимое оборудование. В этом случае в проведении ТО также участвуют работники ферм, комплекса, хозяйства.

Периодические ТО проводят в соответствии с нормативами по заранее разрабатываемым графикам, согласованным со СТОЖ и на договорной основе.

Технические осмотры проводят 1–2 раза в год с участием комиссии, возглавляемой инспектором Госсельтехнадзора, с участием инженера по механизации животноводства хозяйства и представителя районного агропромышленного объединения в присутствии заведующего фермой и обслуживающего персонала.

Производственной базой службы ТО для слесарей или бригад мастеров-наладчиков на ферме (комплексе) являются прифермские пункты технического обслуживания (ПТО), где проводят операции ЕТО и

ТО несложного оборудования (замена деталей, устранение поломок, нарушение регулировок).

Пункт размещается в одном из производственных помещений (коровник, свинарник, кормоцех) или в специально построенном помещении с соблюдением требований охраны труда, пожарной и электрической безопасности. Размеры пункта, табель его укомплектования и количество рабочих мест определяется видом фермы, содержащимся поголовьем и имеющимися средствами механизации. Пункт оснащается журналами учета, графиками, инструкциями и плакатами.

Общехозяйственные пункты технического обслуживания со складом сборочных единиц, деталей и с соответствующими передвижными средствами типа ММТОЖ-53 или МПР-4844 могут быть предусмотрены при центральных мастерских хозяйств. Они имеют в своем составе бригаду мастеров-наладчиков.

В районных агропромышленных объединениях ТО и ремонт животноводческих машин возложены на линейно-монтажные участки (ЛМУ), материально-технической базой которых являются станции технического обслуживания оборудования животноводства (СТОЖ), имеющие несколько производственных отделений: приема и очистки сборочных единиц, слесарно-механическое, ТО вакуумных насосов и компрессоров, ТО холодильных установок, ТО доильной аппаратуры, ТО электрооборудования, КИП (контрольно-измерительных приборов) и автоматики, сварочное, окраски и др.

Для выезда в хозяйства специальные бригады имеют передвижные средства, соответственно оборудованные.

В настоящее время пункты технического обслуживания включаются как обязательные элементы типовых проектов новых животноводческих ферм и комплексов, для чего предусматриваются специальные помещения с указанием табеля необходимого в них оборудования.

При организации прифермских ПТО на существующих фермах для их размещения изыскивают специальные помещения при коровниках, свинарниках, птичниках или кормоцехах. Для этого нередко требуется реконструкция имеющихся помещений (например, молочного блока, кормоцеха и т. д.), строительство специальной пристройки к ним или даже строительство вблизи отдельно расположенного здания ПТО.

На рис. 13.3 показана примерная планировка прифермского ПТО, размещенного при доильно-молочном блоке коровника.



Рис. 13.3. Планировка прифермского ПТО:

1 – умывальник; 2 – шкаф для одежды; 3 – аптечка; 4 – шкаф для резинотехнических изделий и запчастей; 5 – стеллаж для запчастей, ремонтных заготовок; 6 – стол-верстак; 7 – электроштит; 8 – витрина «Памятка слесарю фермы»; 9 – шкаф для инструмента; 10 – набор слесарного инструмента; 11 – лампа галогенная; 12 – понижающий трансформатор (до 12 В); 13 – верстак слесарный с тисками; 14 – ванна передвижная моечная; 15 – решетки подножные; 16 – трубогиб ручной; 17 – труборез; 18 – станок настольный сверлильный; 19 – станок точно-шлифовальный; 20 – шкаф канцелярский; 21 – стол канцелярский; 22 – стул; 23 – емкость для хранения смазочных материалов; 24 – ящик для песка; 25 – огнетушитель

Укомплектованность такого пункта позволяет проводить ЕТО, несложные ремонтные операции. Кроме хранения здесь нормативного запаса деталей, монтажных заготовок, ремонтных материалов, в нем принимают от мастеров-наладчиков общехозяйственного ПТО или СТОЖ подготовленные к работе доильные аппараты, вакуумные насосы, другие сборочные единицы.

При небольшом объеме работ по ЕТО, когда требуется не более одного слесаря (мастера-наладчика), при фермах создаются посты технического обслуживания. Помимо стеллажей и шкафов для необходимых изделий и материалов, вспомогательного оборудования, пост снабжается специальным стендом-верстаком ОР-8721 (габаритные размеры – 1 700×515×1 975 мм), на котором имеются параллельные тиски, трубоприжим, электродрель, заточный станок, плита для прав-

ки. Кроме того, стенд комплектуется необходимыми инструментами и приспособлениями (сверла, метчики, лерки, гаечные ключи, другой слесарный инструмент).

13.4. Планирование технического обслуживания

Для планирования технического обслуживания и ремонтов необходимо знать число животноводческих помещений по видам животных, состав и число установленных машин, годовую продолжительность работы и наработку каждой машины, периодичность и трудоемкость ремонтов.

Трудоемкость ЕТО, ТО-1 и ТО-2 берут из «Типовых норм времени на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве», а годовую наработку – из технологической карты на получение животноводческой продукции.

Годовую трудоемкость рассчитывают отдельно по каждому виду технического обслуживания (ЕТО, ТО-1, ТО-2) как сумму произведений числа машин данной марки на трудоемкость соответствующего ТО и на их число.

Плановое число ремонтов и ТО определяют по следующим формулам:

$$n_p = \frac{M_r}{\Pi_p}; \quad (13.17)$$

$$n_1 = \frac{M_r}{\Pi_1} - (n_p + n_2); \quad (13.18)$$

$$n_2 = \frac{M_r}{\Pi_2} - n_p, \quad (13.19)$$

где M_r – среднегодовая наработка машин, ч;

Π_p – межремонтный срок службы машины, ч;

n_1, Π_1 – соответственно число и периодичность ТО-1;

n_2, Π_2 – соответственно число и периодичность ТО-2.

Среднегодовая наработка (кг или т) машин определяется по формуле

$$M_r = D \cdot M_{\text{сут}}, \quad (13.20)$$

где D – продолжительность работы машины в году, дн.;

$M_{\text{сут}}$ – средняя наработка в сутки, кг (т).

Полученное расчетом число технических обслуживаний распределяют по месяцам года в специальной таблице в соответствии с нагрузкой машин.

Расчет численности слесарей для прифермских ПТО.

Общая трудоемкость (ч) ЕТО определяется по формуле

$$T_e = \sum_{i=1}^m t_{ei} \cdot n_i, \quad (13.21)$$

где t_{ei} – трудоемкость ЕТО каждой i -й одномарочной машины, ч;

n_i – число одномарочных машин на ферме;

m – число типов машин на ферме.

Из этой трудоемкости необходимо вычесть объем работ, выполняемых операторами и другими работниками ферм, что составит примерно 40–60 % общего объема ЕТО.

Число слесарей фермы определяется по формуле

$$H_c = (0,4 - 0,6) \cdot \frac{T_e \cdot k \cdot a}{t_{cm} \cdot \tau}, \quad (13.22)$$

где k – коэффициент, учитывающий подмену слесарей ферм на время отпусков, болезни, выходных и праздничных дней (при шестидневной неделе $k = 1,21$, при пятидневке $k = 1,46$);

a – коэффициент, учитывающий устранение отказов и надзор за использованием машин и оборудования ($a = 1,25$);

t_{cm} – продолжительность смены в часах;

τ – коэффициент использования времени смены ($\tau = 0,9$).

Потребность в слесарях можно приближенно определить по удельной годовой трудоемкости ТО в расчете на одно животное и формуле

$$H_c = \frac{1,25 - 2,0}{1850} \cdot \Pi \cdot t_c, \quad (13.23)$$

где Π – поголовье животных (птицы),

t_c – годовая удельная трудоемкость ЕТО, выполняемых слесарем фермы в расчете на одно животное.

При большой энергонасыщенности фермы дополнительно назначается слесарь-электрик, работа которого контролируется мастером-наладчиком.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Китун, А. В. Проектирование перспективных механизированных процессов в животноводстве : учеб. пособие / А. В. Китун, В. И. Передня, Н. Н. Романюк. – Минск : БГАТУ, 2020. – 124 с.
2. Передня, В. И. Технологии и оборудование для доения коров и первичной обработки молока : пособие / В. И. Передня, В. А. Шаршунов, А. В. Китун. – Минск : Мисанта, 2016. – 975 с.
3. Вагин, Ю. Т. Технологии и техническое обеспечение производства продукции животноводства : учеб. пособие / Ю. Т. Вагин, А. С. Добышев, А. П. Курдеко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – 640 с.
4. Китун, А. В. Технологии и техническое обеспечение производства молока : учеб. пособие / А. В. Китун, В. И. Передня. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – 254 с.
5. Кузьмина, Т. Н. Технологии и оборудование для свиноводства : справочник / Т. Н. Кузьмина, Н. П. Мишуоров. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 172 с.
6. Техническое обеспечение животноводства : учебник / под ред. А. И. Завражнова. – СПб. : Лань, 2018. – 516 с.
7. Комплексные нормы технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения существующих животноводческих объектов по производству молока, говядины и свинины : КНТП-1-2020 / НАН Беларуси, М-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь. – Минск : РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2021. – 120 с.
8. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа : постановление М-ва сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь от 4 июня 2018 г. №16 // М-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь. – URL: https://mshp.gov.by/documents/animal/trebovaniya_moloko.pdf (дата обращения: 10.11.2024).
9. Хазанов, Е. Е. Технология и механизация молочного животноводства : учеб. пособие / Е. Е. Хазанов, В. В. Гордеев, В. Е. Хазанов. – 2-е изд. – СПб. : Лань, 2016. – 352 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ.....	3
1.1. Производственный процесс животноводческих и птицеводческих предприятий	3
1.2. Фермы и комплексы крупного рогатого скота.....	5
Тема 2. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	13
2.1. Структура стада.....	13
2.2. Проектирование генерального плана фермы или комплекса	15
Тема 3. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ	25
3.1. Особенности поведения и технологические промеры крупного рогатого скота	25
3.2. Проектирование помещений для привязного содержания крупного рогатого скота	28
3.3. Проектирование помещений для беспривязно-боксового содержания крупного рогатого скота.....	34
3.4. Проектирование помещений для беспривязного содержания крупного рогатого скота	42
3.5. Проектирование кормовых проездов	48
Тема 4. МЕХАНИЗАЦИЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	54
4.1. Классификация кормов для сельскохозяйственных животных	54
4.2. Механизация работ в хранилищах кормов.....	55
4.3. Механизация раздачи кормов при различных способах скармливания.....	56
4.4. Техническое обеспечение различных способов доставки и раздачи кормов	57
Тема 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ.....	58
5.1. Обоснование и выбор рациона кормления животных.....	58
5.2. Расчет потребности в кормах и хранилищах	61
5.3. Обоснование и выбор технологической схемы приготовления кормов	65
Тема 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ УДАЛЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА	69
6.1. Физико-механические свойства навоза и помета	69
6.2. Технология и технические средства для уборки, удаления и утилизации навоза.....	71
6.3. Выбор типа и расчет навозохранилищ	78
Тема 7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И АВТОПОЕНИЯ ЖИВОТНЫХ	80
7.1. Источники водоснабжения и водонапорные сооружения.....	80
7.2. Насосы и водоподъемные установки.....	81
7.3. Расчет потребности фермы в воде	82
7.4. Выбор типа и расчет количества автопоилок	85
Тема 8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ.....	88
8.1. Понятие и основные параметры микроклимата	88
8.2. Технические средства для создания оптимальных параметров микроклимата...91	91

8.3. Расчет систем вентиляции и отопления животноводческих и птицеводческих помещений	94
Тема 9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ДОЕНИЯ КОРОВ	99
9.1. Физиологические основы машинного доения коров.....	99
9.2. Операции при машинном доении коров.....	99
9.3. Устройство и принцип работы доильного стакана.....	100
Тема 10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ДОЕНИЯ КОРОВ	102
10.1. Технология машинного доения коров	102
10.2. Технологический расчет линии доения.....	105
Тема 11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА	114
11.1. Механизация первичной обработки и переработки молока	114
11.2. Технологический расчет линии и оборудования первичной обработки молока.....	118
Тема 12. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ СВИНОВОДСТВА	123
12.1. Технология производства свинины	123
12.2. Расчет структуры поголовья, количества групп животных, ритма производства и выхода продукции.....	128
12.3. Технология приготовления и раздачи кормов на свиноводческих предприятиях	130
Тема 13. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА	133
13.1. Технологии производства продукции птицеводства.....	133
13.2. Проектирование технологических линий птицеводческих предприятий	140
13.3. Техническое обслуживание в животноводстве.....	143
13.3.1. Виды и содержание технического обслуживания	143
13.3.2. Организация технического обслуживания и его материальная база.....	145
13.4. Планирование технического обслуживания	148
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	150