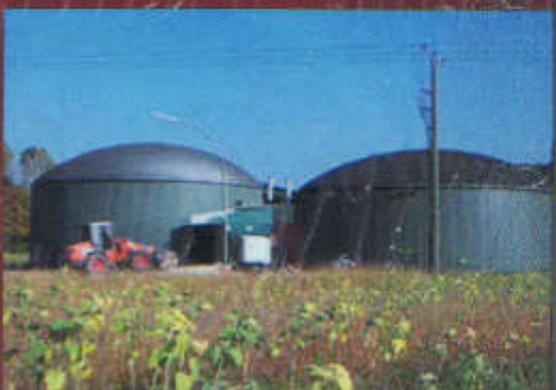


В.М. Долбаненко, А.Н. Ковальчук



**МАШИНЫ  
И ОБОРУДОВАНИЕ  
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**



Красноярск 2017

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

*В.М. Долбаненко, А.Н. Ковальчук*

## **МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

*Рекомендовано научно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»,*

Красноярск 2017

ББК 40.729я73

Д64

*Рецензенты:*

*Петровский Н.В.* – канд. техн. наук, доцент, директор КрасНИИСХ  
ОП ФИЦ КНЦ СО РАН

*Минкин А.Н.* – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой пожарной  
безопасности ФГАОУ ВО СФУ

*Долбаненко, В.М.*

Д64

**Машины и оборудование в животноводстве:** учеб. пособие /  
В.М. Долбаненко, А.Н. Ковальчук; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Крас-  
ноярск, 2017. – 189 с.

В пособии изложены общие требования, предъявляемые к курсовым про-  
ектам, рассмотрены методики проектирования животноводческих комплексов  
(ферм) и расчета технологических линий.

Предназначено для студентов Института инженерных систем и энергети-  
ки, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (про-  
фили подготовки «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис  
в агропромышленном комплексе»).

ББК 40.729я73

© Долбаненко В.М., Ковальчук А.Н., 2017

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный  
аграрный университет», 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Население России необходимо снабжать качественными и недорогими продуктами питания. На решение этой задачи направлена деятельность сельского хозяйства, в том числе отрасли животноводства. Необходимым условием при этом является комплексная механизация и автоматизация всех отраслей сельского хозяйства при минимальных затратах сил, средств и энергии.

Производственная деятельность выпускников высших учебных заведений сельскохозяйственного профиля, в частности инженеромехаников, направлена на решение вышеизложенной народнохозяйственной проблемы. При этом инженерные кадры должны обладать высокой квалификацией, уверенно разбираться в вопросах эксплуатации сельскохозяйственной техники и организации работ, уметь проектировать различные сельскохозяйственные предприятия, поточные технологические линии и машины для выполнения отдельных операций.

В приобретении этих знаний и умений в период обучения в вузах большое значение имеет успешное выполнение учащимися курсовых проектов. Это дает возможность углубить знания и получить первичные навыки самостоятельного их применения при решении различных инженерных задач.

Настоящее пособие написано в соответствии с действующими учебным планом и программой дисциплины «Машины и оборудование в животноводстве» по направлению «Агроинженерия».

В нем представлены актуальные темы курсовых проектов, отвечающие будущей практической деятельности учащихся; общие требования, предъявляемые к курсовым проектам; методики проектирования животноводческих комплексов (ферм) и расчета технологических линий; порядок оформления и защиты их учащимися.

# **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

## **1.1 Цель и задачи проектирования**

Курсовое проектирование закрепляет и систематизирует знания студента по общетехническим и специальным предметам, вырабатывает умение пользоваться учебными пособиями, справочной и периодической литературой, а также современными достижениями науки и передового опыта при решении конкретных практических задач.

Курсовой проект по дисциплине «Машины и оборудование в животноводстве» представляет собой комплекс решений задач, связанных между собой и объединяющих такие дисциплины, как «Механизация животноводства», «Гидравлика», «Теплотехника», «Теория механизмов и машин», «Детали машин», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Инженерная графика», «Безопасность жизнедеятельности», «Экономика».

## **1.2 Примерная тематика курсовых проектов**

Тема проекта выбирается самим студентом или же предлагается преподавателем.

Для курсового проектирования по дисциплине «Машины и оборудование в животноводстве» рекомендуются следующие темы:

1. Проект комплекса (фермы) по производству молока с разработкой технологической линии доения и первичной обработки молока.
2. Проект комплекса (фермы) по производству молока с разработкой технологической линии приготовления и раздачи корма.
3. Проект комплекса (фермы) по производству молока с разработкой технологической линии удаления и утилизации навоза.
4. Проект комплекса (фермы) по производству молока с разработкой технологической линии водоснабжения.
5. Проект комплекса (фермы) по выращиванию и откорму молодняка КРС с разработкой технологической линии приготовления и раздачи корма.
6. Проект комплекса (фермы) по выращиванию и откорму молодняка КРС с разработкой технологической линии удаления и утилизации навоза.
7. Проект комплекса (фермы) по выращиванию и откорму молодняка КРС с разработкой технологической линии водоснабжения.

8. Проект комплекса (фермы) по выращиванию и откорму свиней с разработкой технологической линии приготовления и раздачи корма.

9. Проект комплекса (фермы) по выращиванию и откорму свиней с разработкой технологической линии удаления и утилизации навоза.

10. Проект комплекса (фермы) по выращиванию и откорму свиней с разработкой технологической линии водоснабжения.

11. Проект комплекса (фермы) по производству молока с разработкой технологической линии создания и поддержания оптимальных параметров микроклимата.

12. Проект комплекса (фермы) по выращиванию и откорму молодняка КРС с разработкой технологической линии создания и поддержания оптимальных параметров микроклимата.

13. Проект комплекса (фермы) по выращиванию и откорму свиней с разработкой технологической линии создания и поддержания оптимальных параметров микроклимата.

По согласованию с преподавателем студент может выбрать другую тему курсового проекта, соответствующую дисциплине «Машины и оборудование в животноводстве».

### **1.3 Общие указания по выполнению курсового проекта**

#### ***1.3.1 Объем и содержание курсового проекта***

Курсовой проект (КП) состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части, содержание которых зависит от выбранной темы. Объем расчетно-пояснительной записки составляет для курсового проекта – 30–35 страниц рукописного текста или 21–25 страниц машинописного текста (формат А4). Графическая часть должна состоять из 3 чертежей (формат А1).

Выполнение курсового проекта предусматривает следующие виды работ:

1. Получение задания на курсовое проектирование, ознакомление с современными достижениями науки и передового опыта по данной теме.

2. Обоснование системы содержания животных.

3. Выбор и обоснование рациона кормления животных.
4. Расчет потребности в кормах.
5. Определение числа производственных и вспомогательных помещений.
6. Составление плана комплекса (фермы).
7. Расчет технологических линий производственного помещения (коровника, свинарника, кормоцеха, молочной и др.).
8. Составление технологических схем поточно-технологических линий с указанием марок машин.
9. Оформление чертежа общего вида машины, входящей в поточно-технологическую линию.

### ***1.3.2 Содержание расчетно-пояснительной записки***

На титульном листе указываются тема курсового проекта, фамилия, имя, отчество студента. Форма титульного листа КП приведена в приложении А. За титульным листом подшивается задание на курсовое проектирование с основными исходными данными (приложение Б). Записка состоит из следующих разделов:

1. Реферат (1 с.).
2. Введение (1–2 с.).
3. Содержание (1–2 с.).
4. Характеристика и расчеты животноводческой фермы или комплекса (4–8 с.).
5. Расчеты проектируемой технологической линии и компоновка технологического оборудования (6–10 с.).
6. Выводы (1 с.).
7. Список использованных источников (1 с.).

При необходимости, в зависимости от тематики, по усмотрению руководителя в курсовой проект могут быть включены другие разделы или же некоторые из них изменены.

В содержании последовательно перечисляются заголовки разделов, подразделов, приложений и указываются номера страниц, на которых они помещены в расчетно-пояснительной записке.

Приступая к выполнению курсового проекта, студент во введении должен изложить состояние и перспективы развития животноводческой отрасли сельского хозяйства в условиях рыночной экономики.

На примерах показать достижения передовых хозяйств в той отрасли животноводства, по которой выполняется курсовой проект, и дать оценку деятельности этих хозяйств, в частности – уровню механизации производственных процессов.

В общих сведениях студент должен описать состояние данного вопроса по теме проекта на основании достижений науки и практики в нашей стране и за рубежом, указать преимущества и недостатки и обосновать тему проекта.

Характеристика животноводческой фермы или комплекса составляется на основании задания, выданного для курсового проектирования. При этом отмечаются состав и структура стада; планируемая продуктивность животных; содержание животных; потребность в кормах и применяемые рационы по периодам года; здания и сооружения и их размещение на генеральном плане; существующая на данной ферме или комплексе технология и применяемое технологическое оборудование для механизации производственных процессов; тип и кратность кормления всех животных; обслуживающий персонал фермы.

Технологическая часть является самым важным разделом проекта, так как в этом разделе должны найти достаточно полное отражение все стороны комплексного инженерного решения по механизации производственных процессов технологической линии, указанной в задании на курсовое проектирование.

В этом разделе, давая оценку применяемой технологии и отражая все стороны комплексного зоотехнического и инженерного решения вопросов по механизации технологических процессов с учетом прогрессивных способов содержания скота и на основе необходимых расчетов, студент должен обосновать целесообразность применения предлагаемой им технологии.

На основании разработанной технологии студент выполняет технологические расчеты, подбирает в технологической последовательности и в соответствии с расчетной производительностью новейшие машины и оборудование, указывает их технические характеристики.

В заключении студент должен сделать выводы, четко отражающие цель, достижения, которым посвящен курсовой проект.

В конце расчетно-пояснительной записки должен быть перечень использованной литературы (приложение Г), в который включаются только те источники, на которые сделаны ссылки.

Научно-технические, справочные, нормативные источники и учебная литература по каждой теме рекомендуются руководителем при выдаче задания на курсовое проектирование.

Вспомогательные материалы (таблицы вспомогательных цифровых данных, протоколы и акты испытаний, спецификации, схемы, чертежи и др.) выносятся в приложения расчетно-пояснительной записки. В текстовой части пояснительной записки должны быть ссылки на соответствующие приложения.

### *1.3.3 Содержание графической части*

В графической части курсового проекта на первых двух листах вычерчивается генеральный план комплекса (фермы), технологическая схема производственного процесса с размещением машин и технологического оборудования проектируемой линии, на третьем листе вычерчивается общий вид машины, входящей в состав проектируемой технологической линии. Количество проекций выбирается в зависимости от сложности машины.

При необходимости, в зависимости от тематики, по усмотрению руководителя в курсовой проект могут быть включены другие листы или же некоторые из них изменены. Например: первый лист – схема разрабатываемой технологической линии, второй – план производственного здания с размещением машин и технологического оборудования проектируемой линии, третий – заданный узел машины в сборе в двух или трех проекциях и т.д.

Если чертежи и схемы несложные, то можно на одном листе формата А1 размещать несколько чертежей более мелкого формата, но **общее количество листов формата А1 в курсовом проекте не должно быть меньше трех.**

Выполняя курсовой проект, студент должен учитывать последние достижения науки и техники в области машиностроения для животноводства и кормопроизводства.

## **1.4 Требования к оформлению пояснительной записки**

### ***1.4.1 Общие требования***

Процесс оформления пояснительной записки предполагает знание и соблюдение некоторых требований, предъявляемых к содержанию.

Расчетно-пояснительная записка выполняется на белой бумаге формата А4 размером 210×297 мм рукописным или машинописным способом на одной стороне листа. При выполнении машинописным способом текст записки печатается в среде текстового редактора Microsoft Word черным цветом, шрифт Times New Roman, размер шрифта 14, межстрочный интервал полуторный. Расположение текста на странице «по ширине», заголовков «по центру». Поля страницы со всех сторон 20 мм. Отступ красной строки 1,25 мм.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Рукописный текст пишется чернилами одного цвета – черными, синими или фиолетовыми. На листе должно уместиться 28–30 строк, расстояние между строками 8–9 мм, высота букв не менее 2,5 мм. Каждый лист имеет рамку с размерами: верхнего, правого и нижнего полей – 5 мм, левого – 20 мм. Расстояние от рамки до границ текста должно составлять: в начале строки – 5 мм, в конце – 3 мм, а сверху и снизу – 10 мм. При печатании текста рамку на листах не проводят.

Сокращение слов в тексте и подписях под иллюстрациями не допускается, кроме общепринятых в научно-технической литературе.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе подготовки пояснительной записки, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или чернилами того же цвета – рукописным способом.

Повреждение листов текстовых документов, помарки и следы неполностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Пояснительная записка начинается с титульного листа (приложение А). После титульного листа в записке помещается задание на курсовое проектирование (приложение Б), а затем содержание пояснительной записки, реферат, введение и т.д. Список использованных источников оформляется согласно приложению В.

Заголовки в содержании должны совпадать с заголовками в тексте, должна быть выдержана их последовательность. В конце заголовка с правой стороны листа проставляется номер страницы, на которой находится соответствующий заголовок.

Например:

СОДЕРЖАНИЕ	
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСА	8
1.1. Структура хозяйства	9
1.2. Природно-климатические условия	10
и т.д.	

Все страницы текста должны быть пронумерованы последовательно: при рукописном варианте – в правой верхней части страницы арабскими цифрами (1, 2, 3), при машинописном – по центру.

Нумерация страниц должна быть сквозной от титульного листа до последней страницы, включая все иллюстрации, таблицы и т.п., расположенные внутри текста или после него, а также приложения. На титульном листе, который является первой страницей, номер страницы не ставится, хотя и подразумевается.

Текст пояснительной записки следует делить на абзацы, т.е. на части, начинающиеся с красной строки. Правильная разбивка на абзацы облегчает чтение и усвоение содержания текста. Критерием такого деления является смысл написанного – каждый абзац включает самостоятельную мысль, содержащуюся в одном или нескольких предложениях.

Необходимо обращать внимание на точность используемых в тексте слов и выражений, не допускать возможности двусмысленного их толкования.

#### ***1.4.2 Рубрикация***

Весь материал пояснительной записки должен состоять из разделов, подразделов и пунктов, которые нумеруют арабскими цифрами. Реферат, введение, выводы и предложения, список использованных источников и приложения не нумеруются.

Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не

ставится (например, 2.1.2 – второй пункт первого подраздела второго раздела).

Разделы и подразделы должны иметь наименования. Наименования разделов должны быть краткими, соответствовать содержанию и записываться в виде заголовков прописными буквами. Наименование подразделов записывается в виде заголовков строчными буквами (кроме первой прописной).

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух и более предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и последующим текстом при рукописном варианте должно быть равно 10 мм, а расстояние между последней строкой текста и последующим заголовком должно быть равно 15 мм. При машинописном варианте эти расстояния равны и могут составлять одну пропущенную строку.

Перечисления в тексте могут быть приведены внутри пунктов, подпунктов и нумероваться арабскими цифрами или строчными буквами русского алфавита со скобкой (например: 1); 2); 3) или а); б); в) и т.д.). В пределах одного пункта допускается не более одной группы перечислений.

### ***1.4.3 Единицы измерения***

Единицы измерения должны соответствовать государственным стандартам (приложение Г).

Размерность одного и того же параметра в пределах пояснительной записки должна быть постоянной. Если в документе приводится ряд цифровых величин одной размерности, единицу измерения указывают только после последнего числа. Например: 9,5; 15; 20,3 м.

### ***1.4.4 Условные обозначения и формулы***

Условные буквенные и графические обозначения механических, математических и других величин должны соответствовать установленным стандартам. В тексте пояснительной записки значения применяемых символов должны быть разъяснены при первом их использовании. Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой.

Значения каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строчка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. Математические выражения, формулы, на которые делаются ссылки в тексте, в пределах раздела последовательно нумеруются с указанием раздела через точку. Каждый номер должен быть заключен в скобки и помещен на правом поле на нижней строке выражения, к которому он относится. Например

$$t_{p.p} = S/V_{p.p}, \quad (1.1)$$

где  $t_{p.p}$  – время движения кормораздатчика с грузом, ч;  
 $S$  – расстояние, пройденное кормораздатчиком с грузом, км;  
 $V_{p.p}$  – рабочая скорость кормораздатчика, км/ч.

При выполнении расчетов по указанной формуле проставляются цифровые данные с указанием размерности.

Формулы в пределах раздела должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами.

Ссылки в тексте на номер формулы дают в скобках. Например: ... в формуле (1.1).

Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается.

### **1.4.5 Таблицы**

Цифровой материал в расчетно-пояснительной записке представляется в форме, легко доступной обозрению (в виде таблиц, диаграмм, графиков), при соблюдении особой точности, так как неверные цифры могут привести к неверным выводам. Основной табличный материал приводится в соответствующих разделах, а вспомогательный – в приложениях. Если же какой-то цифровой материал можно с достаточной ясностью и краткостью изложить в самом тексте, то его не следует приводить в табличную форму.

В таблицах необходимо избегать больших чисел, написанных полностью, а прибегать к сокращениям или укрупненным единицам, например, вместо 1 391 000 т написать 1,391 тыс. т.

Все таблицы пояснительной записки должны быть пронумерованы арабскими цифрами в пределах раздела. Например, «Таблица 1.1» (первая таблица второго раздела). Графу «№ п.п.» в таблицу

не включают. Ссылку на таблицу оформляют в следующем виде, например: «(таблица 1.1)». Повторные ссылки на таблицу начинаются со слова «смотри», например: «(см. таблицу 1.1)».

При одинаковой размерности данных таблицы размерность указывается в конце заголовка, при разной размерности ее проставляют в каждой строке или столбце. Числовые величины в одной графе должны иметь одинаковое количество знаков после запятой (если одна размерность величин).

Каждая таблица должна иметь заголовок и заголовки граф таблицы.

Таблицы должны следовать за ссылкой на них. Слово «таблица», ее номер и заголовок проставляются вверху. Таблицу следует размещать так, чтобы для ее чтения записку не требовалось поворачивать. Если же форма таблицы и ее размеры этого потребуют, то ее следует располагать так, чтобы заголовок располагался с левой стороны листа (в зоне подшива). При переносе таблиц с одной страницы на другую номер таблицы проставляется тот же, но перед ним ставится «Продолжение таблицы». Если головная часть таблицы громоздкая, то ее можно не переносить на следующий лист. В этом случае следует пронумеровать графы первой части таблицы и перенести на следующий лист только номера граф.

Например:

Таблица 1.1 – Нормы вентиляционного объема воздуха в помещениях

Вид животных	Вентиляционный объем воздуха (м <sup>3</sup> /ч) на 100 кг массы животного или птицы		
	зимой	в переходные периоды	летом, не менее
Коровы	17	25	40
Телята	20	25	40
Свиноматки	15	45	60

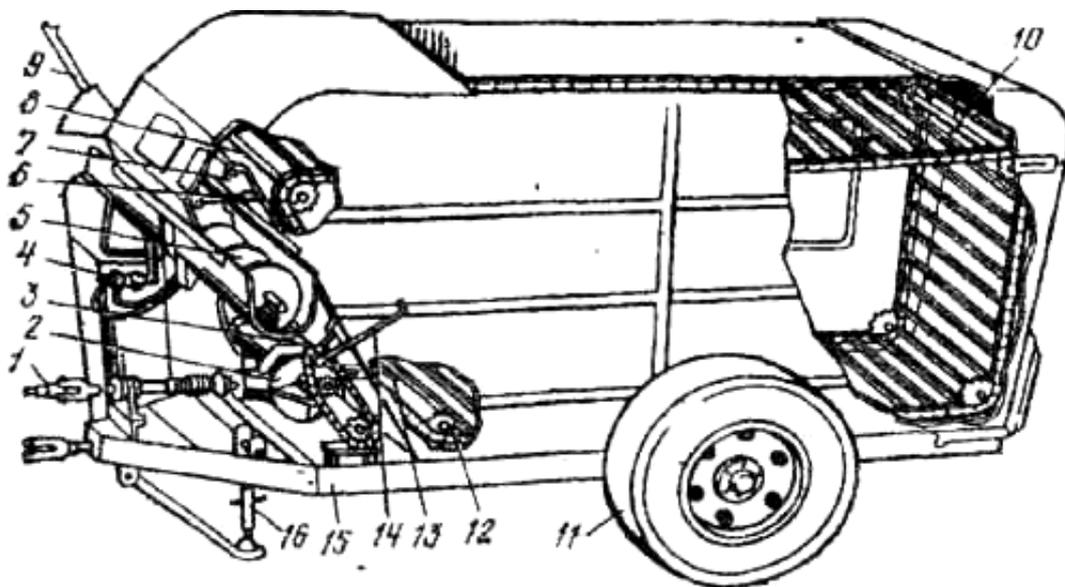
#### ***1.4.6 Иллюстрации***

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Все детали в иллюстрациях и подписи должны быть четко различимы. Иллюстрации могут быть расположе-

ны как по тексту (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его или даны в приложении. Иллюстрации следует размещать так, чтобы было удобно рассматривать их без поворота записки или с поворотом ее по часовой стрелке.

В расчетно-пояснительной записке иллюстрации приводятся в черно-белом изображении. Все они (схемы, графики, чертежи, фотографии) именуется рисунками, которые нумеруются арабскими цифрами таким образом, чтобы было ясно, к какому разделу рисунок относится. Например, рисунок 3.2 относится к третьему разделу, а его порядковый номер – 2. При первой ссылке на рисунок в тексте указывается его номер (рисунок 3.2), при повторной – с сокращенным словом «смотри» (см. рисунок 3.2).

Рисунок должен иметь наименование, которое помещается под ним. Если на рисунке обозначены позиции, то после рисунка следует дать им пояснения. Номер рисунка помещают перед его наименованием. Надписи на рисунках выполняются чертежным шрифтом. Пример оформления иллюстрации показан на рисунке 1.1.



*Рисунок 1.1 – Универсальный кормораздатчик КУТ-3А:*

- 1 – карданная передача; 2 – редуктор; 3 – промежуточный вал;  
4 – гидроцилиндр лотка; 5 – шнек; 6 – ведущий вал; 7 – заслонка;  
8 – транспортер; 9 – рычаг управления; 10 – натяжной вал;  
11 – колесо; 12 – обводная звездочка; 13 – направляющая;  
14 – рычаг включения шнека; 15 – рама; 16 – домкрат*

## 1.5 Требования к оформлению графической части курсового проекта

Графическая часть выполняется на белой чертежной бумаге формата А1 (594×841 мм). Оформление графической части производится согласно требованиям стандартов ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (ЕСКД).

Правила оформления чертежей и схем по ЕСКД можно найти в учебниках и справочниках по машиностроительному черчению.

Примерный перечень графического материала может быть следующим:

- первый лист – генеральный план комплекса (фермы);
- второй лист – технологическая схема проектируемой технологической линии;
- третий лист – чертеж общего вида машины, входящей в проектируемую технологическую линию.

При необходимости, в зависимости от тематики, по усмотрению руководителя в курсовой проект могут быть включены другие листы или же некоторые из них изменены.

Если чертежи и схемы несложные, то можно на одном листе формата А1 размещать несколько чертежей более мелкого формата, но **общее количество листов формата А1 в курсовом проекте не должно быть менее трех.**

Чертеж общего вида должен сопровождаться спецификацией.

Спецификацию к чертежу следует составлять на отдельном листе чертежной бумаги формата А4. Пример оформления спецификации приведен в приложении Д.

Разделы спецификации должны разделяться заголовками, сверху и снизу которых оставляется свободная строчка. Заголовки подчеркиваются тонкой линией. В графе первой «формат» указываются форматы, на которых выполнены чертежи. Если чертеж не выполнен, об этом указывается в примечании. Графу «зона» в дипломном проекте можно не заполнять. Графу «поз.» заполняют порядковым номером детали, обозначенной на чертеже. Если таковой отсутствует, то графу оставляют пустой.

В графе «обозначение» проставляют номера конструкторских документов, выполненных в проекте. Если документ не в проекте, графа остается свободной.

В графе «количество» проставляется количество одинаковых изделий, входящих в сборочную единицу.

В примечании указываются пояснения к графам, исключения, дополнения.

В графической части проекта схемы, планы, графики допускается выполнять черной тушью. Чертежи рекомендуется выполнять, используя компьютерные программы, предназначенные для выполнения чертежей, также допускается выполнение чертежей карандашом.

## **1.6 Защита курсового проекта**

Выполненный курсовой проект, после его окончательной проверки руководителем, допускается к защите перед комиссией. В состав комиссии, кроме руководителя, входят еще два преподавателя, назначаемые заведующим кафедрой. Для доклада студенту предоставляется 5–6 мин. В докладе необходимо отразить основные положения выполненной работы, используя при этом графический материал.

После окончания доклада члены комиссии задают студенту вопросы по существу выполненного курсового проекта. Принимая во внимание качество оформления проекта, доклад и ответы на вопросы, комиссия выставляет одну общую оценку, которая вносится в зачетную книжку студента. По результатам защиты проекта оформляется протокол защиты, подписываемый всеми членами комиссии.

## 2 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА КОМПЛЕКСА (ФЕРМЫ)

### 2.1 Общие сведения

Проектирование генплана комплекса (фермы) начинают с выбора земельного участка, расположение которого увязывают с перспективным планом, санитарно-гигиеническими и противопожарными нормами.

От правильного выбора земельного участка и размещения на нем построек зависят организация работ, санитарно-гигиеническое состояние фермы или комплекса, а также нормальные условия работы обслуживающего персонала.

Выбранный участок под ферму или комплекс должен удовлетворять производственным и санитарно-гигиеническим требованиям.

К производственным требованиям относятся: удобство расположения фермы или комплекса относительно кормовой базы; наличие хороших построек и дорог; хорошая связь с селом, входящим в хозяйство; наличие надежного водоснабжения, энергоснабжения и теплоснабжения; достаточная прочность грунтов, их пригодность для возведения построек; залегание подземных вод должно быть не менее 2–2,5 м от поверхности земли; наличие уклона местности, обеспечивающего отвод дождевых и талых вод, в пределах 3–5°.

К санитарно-гигиеническим требованиям относятся устройство ветеринарной зоны, а также санитарных разрывов между производственными помещениями, изоляция фермы от окружающей территории полосой насаждений кустарника и деревьев и др.

Участок для фермы или комплекса в зависимости от типа хозяйства должен иметь санитарно-защитную зону следующих размеров:

- крупного рогатого скота – 300 м;
- свиноводческий – 500 м;
- овцеводческий или звероводческий – 300 м;
- конеvodческий или кролиководческий – 100 м;
- птицефабрика или птицеферма – 1000 м.

Участок должен располагаться ниже населенного пункта, водозаборных сооружений и выше ветеринарных объектов и навозохранилищ. Он должен быть удален от транзитных дорог: для животно-

водческих ферм не менее чем на 100 м, для птицеводческих – 500 м. Направление господствующих ветров должно проходить от поселка, жилых домов, кормоцехов к животноводческим помещениям и далее к навозохранилищу. Кроме того, при выборе участка для комплекса или фермы необходимо:

- размещать производственные и вспомогательные постройки в соответствии с принятой технологией содержания и кормления животных и птицы;

- обеспечивать поточность производственного процесса с минимальным перемещением потоков корма, получаемой продукции, отходов, а также планировать минимальное передвижение скота;

- предусматривать возможность деления земельного участка комплекса на зоны (основную, кормоприготовительную, складскую, санитарно-техническую и административно-хозяйственную);

- располагать навозохранилища продольной осью с севера на юг в центральных районах, с запада на восток в южных и северных районах (отклонение в расположении продольной оси производственных помещений к направлению господствующих в зимнее время ветров не должно превышать  $30^\circ$ ); фасад птичников с выходами на выгульные площадки желательно располагать на юг или юго-восток;

- рассчитывать площадь земельного участка для фермы исходя из норм земельной площади (на одну корову – до  $200 \text{ м}^2$ , на одну свиноматку –  $280 \text{ м}^2$ , на одну откормочную свинью –  $30 \text{ м}^2$ , на одну овцу или курицу – до  $20 \text{ м}^2$ );

- размещать вспомогательные животноводческие помещения комплекса вблизи основных производственных помещений фермы.

Для выбранного участка необходимо наметить все зоны. С этой целью определяют число производственных и вспомогательных построек, их размеры по нормам площади на одну голову.

Генеральный план (рисунок 2.1) проектируют в масштабе: 1:500 или 1: 1000 в зависимости от плотности застройки.

В верхнем левом углу листа строят розу ветров по данным метеорологической станции того района, в котором находится комплекс (ферма). Некоторые примерные генеральные планы даны в приложении Е.

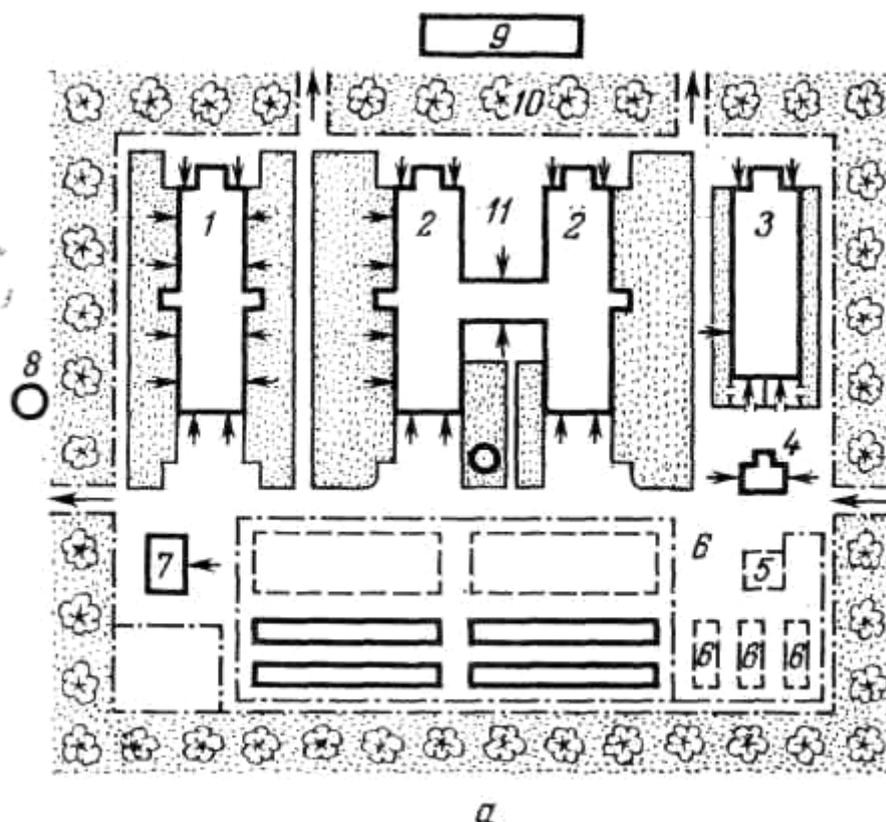


Рисунок 2.1 – Генеральный план молочной фермы на 400 коров привязного содержания:

1 – помещение для молодняка; 2 – коровник на 200 коров; 3 – телятник и родильное отделение; 4 – автовесы; 5 – кормоцех; 6 – склады кормов; 7 – ветпункт; 8 – водокачка; 9 – навозохранилище; 10 – жижесборник; 11 – молочный блок

Далее на генеральном плане указывают производственные помещения с учетом противопожарных и санитарных разрывов (таблицы 2.1, 2.2).

Таблица 2.1 – Противопожарные разрывы между зданиями, м

Степень огнестойкости здания	II	III	IV и V
II	10	12	16
III	12	16	18
IV и V	16	18	20

Примечание: К степени II огнестойкости относятся конструкции из негорючих материалов, к III – из труднотгораемых материалов, к IV и V – из дерева.

Противопожарные разрывы между сооружениями и открытыми хранилищами грубых кормов (сена, соломы, сенажа) зависят от степени огнестойкости сооружений: для II степени – 100 м, для III, IV и V степеней – 150 м.

Таблица 2.2 – Санитарные разрывы между постройками, м

Постройка	Родильное отделение	Телятник	Коровник	Молочно-дойильный блок	Хранилище кормов	Навозохранилище	Свинарник	Кормоцех	Птичник
Родильное отд-е	-	30	30	Пр	Пр	40	60	Пр	-
Телятник	30	30	30	Пр	Пр	40	-	Пр	-
Коровник	30	30	30	Пр	Пр	40	-	Пр	-
Молочный блок	Пр	Пр	Пр	-	Пр	100	-	40	-
Кормохранилище	Пр	Пр	Пр	Пр	Пр	40	Пр	Пр	Пр
Навозохранилище	40	40	40	100	40	-	40	40	-
Свинарник	60	-	-	-	Пр	40	30	Пр	-
Кормоцех	Пр	Пр	Пр	30	Пр	40	Пр	-	120
Птичник	-	120	120	150	120	300	-	100	90

Примечание: Пр – противопожарный разрыв.

Затем размещают вспомогательные постройки, источники воды, электроэнергетики, коммуникации, противопожарные водоемы, гаражи для хранения машин, пункт технического обслуживания и определяют санитарно-защитные зоны в соответствии с нормами технологического проектирования.

На генеральном плане указывают позиции объектов, условные обозначения дорог и коммуникаций, технико-экономические показатели.

В расчетно-пояснительной записке рассчитывают следующие технико-экономические показатели генерального плана.

#### 1. Коэффициент плотности застройки

$$k_3 = F_3 / F_0, \quad (2.1)$$

где  $F_3$  – площадь, занятая под застройку на комплексе или ферме, м<sup>2</sup>;

$F_0$  – общая площадь фермы, м<sup>2</sup>.

## 2. Коэффициент использования участка

$$k_o = F_N / F_0, \quad (2.2)$$

где  $F_N$  – площадь, занятая сооружениями, площадками с твердым покрытием и дорогами, м<sup>2</sup>.

### 2.2 Обоснование типа производственных помещений и определение потребности в них

Тип производственных помещений и потребность в них зависят от вида и структуры поголовья животных или птицы, принятой системы содержания.

В связи со специализацией и концентрацией в животноводстве предполагается размещать на комплексах (фермах) животных одного вида.

К производственным помещениям относятся: постройки для содержания животных и птицы, кормоцех, комбикормовый завод, молочная, бойня, кожевенная, шерстомоечная и др.

Производственные задания строят по типовым проектам. При выборе типового проекта необходимо предусмотреть выполнение следующих зоотехнических и инженерных требований: внедрение комплексной механизации и автоматизации технологических процессов; применение прогрессивной технологии содержания и кормления животных и птицы; соблюдение норм строительного проектирования по содержанию паров и пыли в воздухе, по его температуре и влажности, концентрации ядовитых газов; соответствие площади пола, объема помещений и размеров элементов зданий нормам для размещения поголовья животных или птицы; обеспечение противопожарных норм; выполнение ремонта и дезинфекции всех элементов зданий; максимальное использование местных строительных материалов.

Потребность в однотипных постройках для содержания животных и птицы определяют по формуле

$$n = M_i / m_i, \quad (2.3)$$

где  $M_i$  – поголовье животных одного вида на комплексе (ферме);

$m_i$  – поголовье животных, размещаемых в помещении согласно выбранному типовому проекту.

На молочной ферме или комплексе, кроме помещений для содержания коров, используют родильные отделения или цехи, помещения для сухостойных коров и ремонтного молодняка, карантинные помещения, а также телятники. Поэтому необходимо знать, какое поголовье животных должно находиться в указанных помещениях.

Окончательный размер помещения выбирают согласно типовому проекту.

Для специализированного молочного комплекса с общим поголовьем  $M_{об}$  число животных, находящихся в родильном помещении, определяют по формуле

$$M_p = (0,12-0,20) M_{об}. \quad (2.4)$$

Число сухостойных коров и ремонтного молодняка рассчитывают по формуле

$$M_{ср} = (0,10-0,15)M_{об}. \quad (2.5)$$

Число коров, находящихся в карантине

$$M_{кр} = (0,10-0,11) M_{об}. \quad (2.6)$$

Число телят до 20-дневного возраста

$$M_m = (0,05-0,09) M_{об}. \quad (2.7)$$

Структура стада для других комплексов (ферм) приведена в таблицах 2.3–2.6.

Таблица 2.3 – Структура стада птицеводческого предприятия, %

Группа птицы	Куры		Утки	Гуси	Индейки
	племенной фермы	товарной фермы			
Несушки	90	92	85	80	90
Петухи	10	8	15	20	10

Таблица 2.4 – Структура стада комплекса (фермы)  
по производству свинины, %

Группа животных	Репродукторное направление	Откормочное направление
Основные свиноматки	<b>60</b>	-
Из них старше двух лет с поросятами	30	-
Ремонтные свиноматки	<b>40</b>	-
Из них до двух лет с поросятами	20	-
В возрасте 2–3 мес. (массой 20–30 кг)	-	<b>20</b>
В возрасте 3–4 мес. (массой 30–40 кг)	-	<b>20</b>
В возрасте 4–6 мес. (массой 40–55 кг)	-	<b>20</b>
В возрасте 7–8 мес. (массой 55–80 кг)	-	<b>20</b>
В возрасте 8–10 мес. (массой 80–100 кг)	-	<b>20</b>

Производственные помещения для приготовления кормов, обработки и переработки продукции также подбирают по типовым проектам и наносят на генеральный план.

Таблица 2.5 – Структура стада овцеводческого комплекса (фермы), %

Группа животных	Направление		
	Тонкорунные	Полутонкорунные	Грубошерстные
Матки	55–70	55–70	75–82
Ярки: от 1 года	9–13	8–12	10–11
до 1 года	9–13	9–13	10–14
Бараны-производители	2	2	2
Валухи взрослые	13–0	13–0	-
Баранчики: от 1 года	6–1	6–1	1
до 1 года	6–1	7–2	2–20
Всего	100–100	100–100	100–100

Таблица 2.6 – Структура стада комплекса (фермы) КРС, %

Группа животных	Молочно-мясное направление с законченным оборотом стада	Специализированное на выращивании и откорме молодняка
Коровы	35–37	-
Нетели	6	-
Телята до 6 мес.	18	-
Молодняк от 6 мес. до 1 года	17	-
Молодняк старше 1 года	22–24	-
Молодняк на доращивании от 6 до 14 мес.	-	70
Молодняк на откорме от 14 до 18 мес.	-	30

### 2.3 Расчет годовой потребности в кормах

Годовую потребность в кормах для комплекса или фермы подсчитывают исходя из поголовья животных или птицы и кормовых рационов (приложение Ж). Последние выбирают в зависимости от вида животных или птицы, их продуктивности, а также с учетом зоны расположения комплекса (фермы).

Суточный расход (кг) каждого вида корма определяют из выражения

$$P_c = n_1 m_1 + n_2 m_2 + \dots + n_n m_n = \sum_1^n n_i m_i, \quad (2.8)$$

где  $n_1, n_2, \dots, n_n$  – суточная норма выдачи корма в расчете на одно животное для различных групп, кг;

$m_1, m_2, \dots, m_n$  – поголовье животных в группах.

Годовую потребность каждого вида корма (кг) определяют исходя из выражения

$$P_g = P_{c.l} t_l k + P_{c.z} t_z k, \quad (2.9)$$

где  $P_{c.l}$  и  $P_{c.z}$  – суточный расход кормов в летний и зимний периоды года, кг;

$t_l$  и  $t_z$  – продолжительность летнего и зимнего периодов использования данного вида корма, дней;

$k$  – коэффициент, учитывающий потери кормов во время хранения и транспортировки (для концентрированных кормов  $k = 1,01$ ; для корнеплодов  $k = 1,03$ ; для силоса и сена  $k = 1,1$ ; для зеленой массы  $k = 1,05$ ).

### 2.4 Обоснование типов хранилищ для кормов и определение потребности в них

Для хранения грубых и сочных кормов необходимо применять такие хранилища, в которых потери питательных веществ были бы минимальными.

Исследования ученых показывают, что при силосовании в облицованных траншеях потери составляют 10–25 %, в обычных траншеях – 15–25, в башнях – 10–11 %. При неправильном хранении силоса потери питательных веществ достигают до 40–50 %. Для условий

Красноярского края башенный способ хранения не пригоден, так как корм промерзает и возникают трудности с выгрузкой.

Грубые корма (солому, сено) хранят в скирдах.

Общую вместимость хранилища ( $m^3$ ) для хранения годовых запасов корма определяют по формуле

$$V = P_z / \rho, \quad (2.10)$$

где  $P_z$  – годовая потребность в кормах, кг;

$\rho$  – плотность корма при хранении,  $kg/m^3$  (табл. 2.7).

Таблица 2.7 – Плотность кормов при хранении  $\rho$ ,  $kg/m^3$

Силос	Сенаж	Сено, солома	Корнеплоды	Концкорма
900–1100	400–600	50–80	750–900	500–600

Таблица 2.8 – Примерная вместимость и коэффициент использования вместимости хранилищ

Вид хранилища	$V_x, m^3$	$\epsilon$
Траншея для хранения силоса и сенажа	500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000	0,95–0,98
Хранилище (скирда)	1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000	1,0
Траншея или бурт для корнеплодов	150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500	0,85–0,90
Склад концентрированных кормов	500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 5000, 6000	0,65–0,75

Потребное число хранилищ рассчитывают по формуле

$$N = V / (V_x \epsilon), \quad (2.11)$$

где  $V_x$  – вместимость хранилища,  $m^3$  (таблица 2.8);

$\epsilon$  – коэффициент использования вместимости хранилища (см. таблицу 2.8).

Выбрав вместимость хранилища, ширину и высоту, определяют его длину (м)

$$L = V_x / (Bh), \quad (2.12)$$

где  $B$  – ширина хранилища, м (таблица 2.9);  
 $h$  – высота хранилища, м (см. таблицу 2.9).

Таблица 2.9 – Рекомендуемые размеры хранилищ, м

Хранилище	Ширина	Высота
Силоса	12–18	2–3
Сенажа	6, 9, 12, 16	2,5–3
Сена	5–6	2–4
Соломы	5–6	4

Запас концентрированных кормов на комплексе (ферме) должен составлять 16 % потребного количества. Для его хранения строят склады, а в последнее время – механизированные склады, сблокированные с кормоцехом, что повышает эффективность применения механизации и уменьшает потери кормов.

Общая вместимость ( $m^3$ ) складских помещений для концентрированных кормов

$$V_k = 16 P_z / 100 \rho. \quad (2.13)$$

Площадки временного хранения кормов строят с учетом имеющихся уклонов для стока поверхностных вод и удобных подъездных путей.

## 2.5 Расчет потребности в воде

Для выбора размеров и параметров сооружений системы водоснабжения необходимо знать характер и число потребителей, нормы суточного расхода воды.

Расход воды в течение суток летом и зимой неравномерен: днем и летом больше, ночью и зимой меньше.

Среднесуточный расход воды (л/сут) на ферме определяется

$$Q_{сут.ср} = \sum_{i=1}^{i=n} q_i n_i, \quad (2.14)$$

где  $q_i$  – суточные нормы расхода воды одним типом потребителей, л/сут;

$n_i$  – число потребителей, имеющих одинаковую норму расхода.

Нормы расхода воды в расчете на одну голову приведены в таблице 3.1.

Для расчета водопроводных сооружений и оборудования необходимо знать максимальные расходы воды: суточный, часовой, секундный. Максимальный суточный расход воды

$$Q_{сут.max} = Q_{сут.ср} \alpha_{сут}, \quad (2.15)$$

где  $\alpha_{сут}$  – коэффициент суточной неравномерности водопотребления (принимают равным 1,3).

Часовые колебания расхода воды учитываются коэффициентом часовой неравномерности  $\alpha_{ч} = 2,5$ . Максимальный часовой расход ( $м^3$ )

$$Q_{ч.max} = Q_{сут.max} \alpha_{ч} / 24. \quad (2.16)$$

Максимальный секундный расход ( $м^3$ )

$$Q_{с.max} = Q_{ч.max} / 3600. \quad (2.17)$$

По максимальному суточному расходу выбирают вместимость водонапорных баков и резервуаров, по максимальному часовому расходу – водоподъемное оборудование, а по секундному расходу – диаметры труб.

## 2.6 Расчет навозохранилища

При каждой животноводческой ферме необходимо устраивать навозохранилище.

Для расчета емкости навозохранилища берется выход навоза от одного животного или птицы, умножается на количество животных или птицы данного вида и суммируется выход навоза от каждой группы животных.

Суточный выход навоза определяется по формуле

$$Q_{\text{нóò}} = \sum_{i=1}^n m_i q_i, \quad (2.18)$$

где  $m_i$  – количество животных или птицы в группе;

$q_i$  – суточный выход навоза от одного животного, птицы, кг;

$n$  – количество групп животных, птицы.

Годовой выход навоза определяется по формуле

$$Q_{год} = Q_{сут} \times D_k, \quad (2.19)$$

где  $D_k$  – количество дней стойлового содержания (для КРС 215 дней).  
Объем навозохранилища определяется по формуле

$$V_H = Q_{год} / \gamma, \quad (2.20)$$

где  $\gamma$  – объемный вес навоза,  $\gamma = 0,5$  т/м<sup>3</sup>.

Размеры навозохранилища определяются исходя из объема допускаемой высоты складирования навоза, которая равна 1,5–2,5 м

$$F_H = \frac{V_H}{h}, \quad (2.21)$$

где  $F_H$  – площадь навозохранилища, м<sup>2</sup>;  
 $h$  – высота складирования навоза, м.

## 2.7 Определение годового выхода продукции

Генеральный план комплекса (фермы) характеризуется не только поголовьем животных, числом производственных и вспомогательных помещений, но и выходом продукции.

Годовой выход молока (кг) рассчитывают по формуле

$$Q_{мол} = M G_{год} k, \quad (2.22)$$

где  $M$  – поголовье животных на комплексе (ферме);  
 $G_{год}$  – плановый годовой надой на одну корову, кг;  
 $k$  – коэффициент, учитывающий неравномерность продуктивности коров ( $k = 0,75–0,85$ ).

Годовой привес мяса

$$Q_m = M G_{о.ж} D k_l, \quad (2.23)$$

где  $G_{о.ж}$  – дневной привес одного животного, кг;  
 $D$  – число дней откорма крупного рогатого скота до 400 кг или свиней до 100 кг;  
 $k_l$  – коэффициент, учитывающий неравномерность прироста животных ( $k_l = 0,85–0,95$ ).

Годовой выход яиц (шт.)

$$Q_{я} = M G k_2 k_3, \quad (2.24)$$

где  $G$  – годовая продуктивность одной курицы, шт.;

$k_2$  – коэффициент, учитывающий потери кур-несушек ( $k_2 = 0,85–0,88$ );

$k_3$  – коэффициент, учитывающий неравномерность продуктивности кур-несушек ( $k_3 = 0,96–0,98$ ).

Годовой выход шерсти (кг)

$$Q_{ш} = M G_o k_4, \quad (2.25)$$

где  $G_o$  – годовая продуктивность одной овцы, кг ( $G_o = 3,8–4,5$  кг);

$k_4$  – коэффициент, учитывающий неравномерность продуктивности ( $k_4 = 0,90–0,95$ ).

## 2.8 Благоустройство территории фермы

Внешнее и внутреннее благоустройство территории животноводческой фермы является одним из важных элементов строительства.

Строительство хороших дорог, посадка деревьев и кустарников, строительство ограждений, выполнение освещения, улучшение бытовых условий и т.д. должно соответствовать правильной организации участка животноводческой фермы.

Главным в благоустройстве животноводческой фермы является планировка территории, строительство дорог с применением укрепляющих добавок во избежание размывания и порчи дорог тракторами и автомобилями в сырую и дождливую погоду.

Существенным элементом благоустройства фермы является озеленение. Территория животноводческой фермы со всех сторон обсаживается деревьями и кустарниками. Наличие достаточного освещения в помещениях для содержания животных способствует повышению производительности труда, уменьшает случай травматизма, улучшает условия содержания животных и создает благоприятные условия для работы обслуживающего персонала.

Для дезинфекции транспорта и посетителей необходимы дезбарьеры и санпропускники, расположенные в воротах главного входа и въезда на территорию животноводческой фермы. Для обогрева дезбарьеров и их дезсредств в холодную погоду используются электронагревательные батареи.

На животноводческой ферме проложены дороги с гравийным покрытием, предусмотрено хорошее освещение, также предусмотрены бытовые помещения: гардеробные, умывальные, душевые, туалеты. Для улучшения благоустройства предлагается асфальтирование дорог, озеленение газонов, также необходимо провести работы по ремонту зданий.

### **3 МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОТОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ**

#### **3.1 Методика проектирования технологической линии водоснабжения и автопоения**

На животноводческих и птицеводческих фермах вода расходуется на поение животных и птицы, а также на технологические, гигиенические, хозяйственные и противопожарные нужды. При проектировании схемы водоснабжения фермы (комплекса) следует руководствоваться строительными нормами и правилами, а также пользоваться специальной литературой.

Исходными данными для проектирования водонапорной сети служат: план водоснабжения объекта с указанием высотных отметок поверхности земли у источника и объектов водоснабжения; схема расположения водоисточника, его дебит, отметки статического и динамического горизонтов; сведения о перспективном числе и составе водопотребителей; нормы водопотребления; нормы свободных напоров.

При определении потребности в воде необходимо знать среднесуточные расходы воды ( $\text{м}^3$ ) всеми водопотребителями, которые находят по формуле (2.14).

В жарких и сухих районах нормы допускается увеличивать на 25 %. В нормы потребления включены расходы на мойку помещения, клеток, молочной посуды, приготовление кормов, охлаждение молока. На удаление навоза предусматривают дополнительный расход воды в размере от 4 до 10  $\text{дм}^3$  на одно животное. Коэффициент часовой неравномерности принимают равным 2,5. Для молодняка птицы указанные нормы уменьшают вдвое. Для животноводческих и птицеводческих ферм специальный бытовой водопровод не проектируют. На ферму подается питьевая вода из общей водопроводной сети. Норма расхода на одного работающего 25  $\text{дм}^3$  за смену. Для купки овец расходуется 10  $\text{дм}^3$  в расчете на одну голову в год, на пункте искусственного осеменения овец – 0,5  $\text{дм}^3$  на одну осемененную овцу (число осемененных маток в сутки составляет 6 % от общего поголовья на комплексе).

Таблица 3.1 – Нормы расхода воды в расчете на одну голову для животных, птицы и зверей, дм<sup>3</sup>

Животные	Норма потребления	Животные	Норма потребления
Коровы молочные	100	Хряки-производители	25
Коровы мясные	70	Свиноматки с поросятами	60
Быки и нетели	60	Свиноматки супоросные и холостые	25
Молодняк крупного рогатого скота	30	Поросята-отъемыши	5
Телята	20	Свиньи на откорме и молодняк	15
Лошади рабочие	60	Куры	1
Лошади племенные	80	Индейки	1,5
Жеребцы-производители	70	Утки и гуси	2
Жеребята до 1,5 лет	45	Норки, соболи	3
Овцы взрослые	10	Лисицы, песцы	7
Молодняк овец	5	Кролики	3

Максимальный суточный расход воды (м<sup>3</sup>) определяют по формуле (2.15), максимальный часовой расход (м<sup>3</sup>) – по формуле (2.16) и максимальный секунднй расход (м<sup>3</sup>) – по формуле (2.17).

Результаты расчетов заносятся в таблицу.

Потребитель	Число потребителей	Суточная норма расхода воды, дм <sup>3</sup>	Суточный расход воды, м <sup>3</sup>	Максимальный суточный расход воды, м <sup>3</sup>	Максимальный часовой расход, м <sup>3</sup>	Максимальный секунднй расход, м <sup>3</sup>

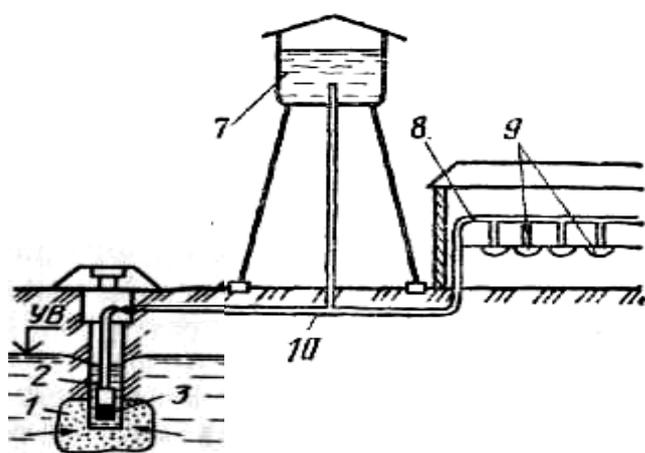
Качество воды на хозяйственно-питьевые нужды должно удовлетворять требованиям ГОСТа.

### ***Выбор и расчет водопроводной сети***

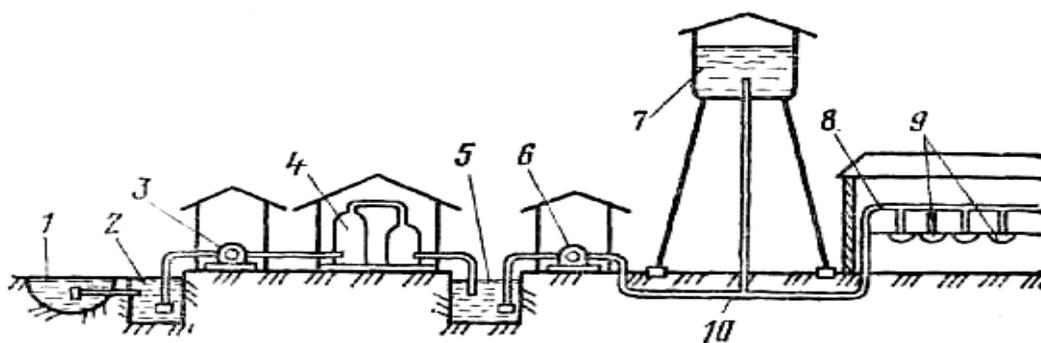
При выборе водоисточника лучше всего присоединять систему водоснабжения к соседним, уже существующим системам. Если нет такой возможности, подбирают местные открытые водоемы или под-

земные источники, вода которых не требует специальной очистки (рисунок 3.1, а). При этом в качестве водозаборных сооружений используют трубчатые колодцы.

Система механизированного водоснабжения животноводческой фермы (комплекса) состоит из водозабора с насосной станцией, разводящей сети и регулирующего сооружения. В некоторых случаях систему водоснабжения дополняют сооружениями по очистке и обеззараживанию воды (рисунок 3.1, б). В сельском хозяйстве наибольшее распространение получили локальные системы, когда отдельный объект обслуживается соответствующей системой водоснабжения. Они, как правило, имеют одну ступень подъема.



а



б

Рисунок 3.1 – Схема механизированного водоснабжения:  
 а – из подземного источника; б – из открытого водоема;  
 1 – источник воды; 2 – водозаборное сооружение; 3 – насосная станция первого подъема воды; 4 – очистное сооружение; 5 – резервуар для чистой воды; 6 – насосная станция второго подъема; 7 – напорное сооружение; 8 – внутренний водопровод; 9 – водораздаточные устройства; 10 – внешний водопровод

Водопроводные сети могут быть тупиковыми, кольцевыми и смешанными. Тупиковые сети (рисунок 3.2) для одного и того же объекта имеют меньшую длину, а следовательно, и меньшую стоимость строительства. Однако кольцевые сети обладают рядом преимуществ: более надежны в эксплуатации, а в случае аварии допускают возможность отключения отдельных участков на время ремонта с сохранением подачи воды ко всем потребителям; в меньшей мере склонны к замерзанию, так как вода в них постоянно циркулирует; изготавливаются из труб меньшего диаметра; меньше подвержены гидравлическим ударам. Поэтому по возможности используют кольцевые сети. Тупиковые сети целесообразно применять в случаях, когда постройки фермы вытянуты в одну линию.

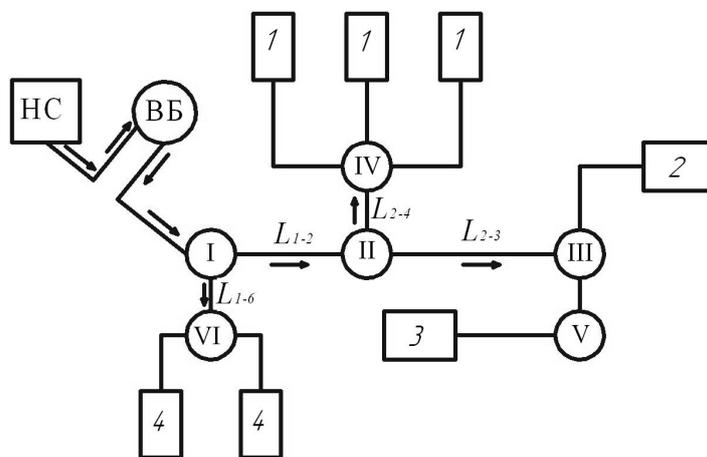


Рисунок 3.2 – Схема тупиковой сети:

*I–II, II–III, I–IV и т.д.* – участки с расходом воды; *L<sub>1-2</sub>, L<sub>2-4</sub>* и т.д. – длина участка; *1* – коровник; *2* – кормоцех; *3* – родильное отделение; *4* – телятник

Для устройства водопроводной сети используют чугунные, стальные, асбестоцементные и полиэтиленовые трубы.

Гидравлический расчет наружной сети водопровода сводится к определению диаметров труб и потерь напора в них.

Диаметр труб определяется по формуле

$$d=2\sqrt{\frac{Q_{с.маx}}{\pi V}}, \quad (3.1)$$

где  $V$  – скорость воды в трубах, м/с.

Скорость воды в трубах рекомендуется принимать в пределах 0,5–1,25 м/с. Скорость выше 1,25 м/с нецелесообразна, так как при

этом наблюдается быстрый износ стенок труб и увеличивается опасность разрыва их при гидравлическом ударе. Нижний предел скорости определяется условиями быстрого засорения труб механическими отложениями. Устанавливать трубы наружного водопровода диаметром меньше 50 мм не рекомендуется.

Потери напора (м) на отдельном участке определяются по формуле

$$h_w = A l Q_{c.max}^2 \quad (3.2)$$

где  $A$  – коэффициент удельного сопротивления трубы, определяется по таблицам в зависимости от материала трубы и ее диаметра (таблица 3.2);

$l$  – длина трубопровода (принимается согласно генеральному плану фермы), м.

На последовательно соединенных участках потери напора суммируются.

Расчет наиболее часто встречающихся однокольцевых сетей ведут в таком порядке:

1) намечают схему кольцевой сети и расстояния между основными потребителями;

2) определяют расчетный секундный расход воды для каждого объекта;

3) делят сеть на участки и ориентировочно находят расходы воды с учетом требования бесперебойной ее подачи к любому объекту в случае аварии или выключения отдельного участка сети;

4) согласно расчетным расходам и допускаемой скорости движения воды определяют диаметры труб;

5) находят потери напора на отдельных участках кольца;

6) суммируют потери напора по отдельным участкам и подсчитывают потери напора в каждом полукольце;

7) сравнивают потери напора в полукольцах, и если разница не превышает  $\pm 5\%$ , то часть расходов перераспределяют с наиболее нагруженного участка на менее нагруженный, где сопротивление меньше (расчет диаметров труб и потерь напора повторяют, пока потери на полукольцах не выровняются).

Таким образом, расчет кольцевой системы ведут методом подбора расходов на участках. При этом соблюдают следующие условия: сумма расходов, подходящих к любому узлу, равна сумме расходов,

уходящих из него; в замкнутом кольце сумма потерь напора на участках с движением воды по часовой стрелке равна сумме потерь напора на участках с движением воды против часовой стрелки.

Высоту (м) водонапорной башни определяют из условия обеспечения необходимого свободного напора в каждой точке водопотребления

$$H_б = H_c \pm H_z + \sum h_w, \quad (3.3)$$

где  $H_c$  – свободный напор потребителя, м (при использовании автопоилок  $H_c = 4-5$  м);

$H_z$  – геометрическая разность нивелирных отметок в фиксирующей точке и в месте расположения водонапорной башни, м (если местность ровная, то  $H_z = 0$ );

$\sum h_w$  – сумма потерь напора у потребителя, м.

При наличии на ферме жилых зданий свободный напор для одноэтажных застроек принимают равным 10 м, для двухэтажных – 14, для животноводческих помещений – 4–5 м. Свободный напор воды в трубопроводах у проточных и групповых поилок следует принимать не менее 2 м, а у автопоилок – по данным завода-изготовителя поилок.

Высоту водонапорной башни целесообразно принять по типовому проекту, а необходимый напор в сети при пожаре создавать специальным пожарным насосом. Башню во время тушения пожара следует отключать; при этом подача пожарных насосов должна соответствовать пожарному расходу и 50 % от максимального хозяйственного расхода.

Выбор решения зависит от конкретных условий и подлежит технико-экономическому обоснованию.

Объем бака (м<sup>3</sup>) водонапорной башни:

- если воду для тушения пожара подают не из бака

$$W_б = W_{рег} + 0,06tQ_{пож}; \quad (3.4)$$

- если воду для тушения пожара подают из бака

$$W_б = W_{рег} + 3,6TQ_{пож}, \quad (3.5)$$

где  $W_{рег}$  – регулирующий объем водопотребления, м<sup>3</sup>;

$t$  – время включения в работу пожарного насоса, мин ( $t = 5$  мин при ручном включении,  $t = 10$  мин при автоматическом);

$T$  – расчетное время тушения пожара, ч ( $T = 3$  ч);

$Q_{пож}$  – расход воды на тушение пожара,  $дм^3/с$  ( $Q_{пож} = 10$   $дм^3/с$ ).

Таблица 3.2 – Стандартные диаметры и удельные сопротивления трубопроводов

Стальные		Чугунные		Пластмассовые		Асбестоцементные	
d, м	$A, (с/м^3)^2$	d, м	$A, (с/м^3)^2$	d, м	$A, (с/м^3)^2$	d, м	$A, (с/м^3)^2$
0,050	3686,0	0,050	11540	0,050	19720	0,100	187,70
0,060	2292,0	0,080	953,40	0,063	5929	0,150	31,55
0,075	929,4	0,100	311,70	0,075	2390	0,200	6,89
0,080	454,3	0,125	96,72	0,090	926,80	0,250	2,23
0,100	172,9	0,150	37,11	0,110	323,90	0,300	0,914
0,125	76,36	0,200	8,09	0,125	166,70	0,350	0,434
0,150	30,65	0,250	2,53	0,140	91,62	0,400	0,217
0,175	20,79	0,300	0,95	0,160	45,91	0,500	0,070
	0,200	6,96	0,350	0,44	0,180	24,76	
	0,250	2,19	0,400	0,22	0,200	14,26	
	0,300	0,85	0,450	0,12	0,225	7,715	
	0,350	0,37	0,500	0,068	0,250	4,454	
	0,400	0,19	0,600	0,026	0,280	2,459	
	0,450	0,099	0,700	0,012	0,315	0,876	
	0,500	0,058			0,355	0,466	
	0,600	0,022			0,400	0,250	
			0,450	0,135			

Рассчитанный объем бака необходимо увеличить на 2–3 % от регулирующего объема с учетом аварийного запаса.

Регулирующий объем водонапорной башни (бака) определяют графическим путем (методом интегральных кривых), по часовому графику и с учетом характера водопотребления (таблица 3.3).

Большие колебания водопотребления в течение суток создают значительные трудности при проектировании, выборе оборудования и эксплуатации систем сельскохозяйственного водоснабжения.

В локальных системах сельскохозяйственного водоснабжения применяют системы управления, способные регулировать работу агрегата в соответствии с текущим водопотреблением. Для них характерны два режима работы насосного оборудования, которые опреде-

ляются конструктивными параметрами сети и выбранной системой управления: равномерный и повторно-кратковременный.

Равномерный режим работы насосной установки имеет относительно постоянные подачу и напор в течение определенного времени суток. Для этого необходимо, чтобы подача насоса не зависела от расхода воды в системе.

По данным таблицы 3.3 строят интегральную кривую суточного потребления воды (рисунок 3.3).

Таблица 3.3 – Характер водопотребления на фермах

Часы суток	Часовой расход воды на ферме, % от $Q_{сут.мах}$			
	крупного рогатого скота	свиноводческой	овцеводческой	птицеводческой
0–1	3,1	0,25	0,6	-
1–2	2,1	0,5	0,7	-
2–3	1,9	0,5	0,5	-
3–4	1,7	0,75	0,9	-
4–5	1,9	3,75	1,9	-
5–6	1,9	6,0	1,6	-
6–7	3,3	6,0	7,4	3,0
7–8	3,5	5,5	16,0	6,0
8–9	6,1	3,35	10,3	10,0
9–10	9,1	3,5	5,8	8,0
10–11	8,6	6,0	8,6	8,0
11–12	2,9	8,5	2,1	10,0
12–13	3,3	8,5	12,6	6,0
13–14	4,3	6,0	5,1	6,0
14–15	4,8	5,0	3,0	8,0
15–16	2,9	5,0	4,4	8,0
16–17	10,0	3,5	3,5	8,0
17–18	4,8	3,5	3,5	10,0
18–19	2,9	6,0	4,0	5,0
19–20	3,1	6,0	3,5	4,0
20–21	2,6	6,0	2,3	-
21–22	6,5	3,0	1,3	-
22–23	5,3	2,0	0,4	-
23–24	3,4	1,0	0,3	-
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0

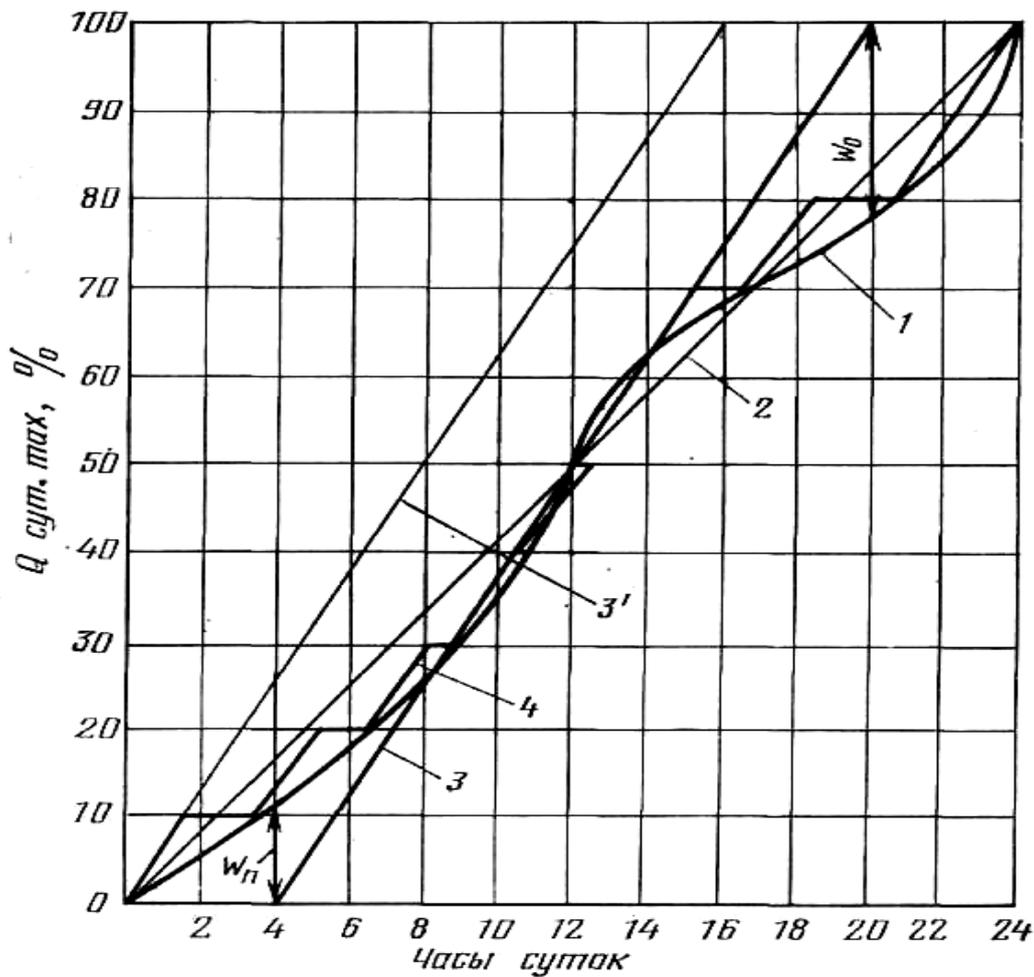


Рисунок 3.3 – Определение регулирующего объема бака

Прямые 2 и 3 показывают соответственно равномерную круглосуточную и 16-часовую работу насоса.

При продолжительности работы насосной станции, равной 16 ч в сутки, определяют значение равномерной часовой подачи насосов. Из начала координат строят интегральную прямую 3' подачи воды насосной станцией.

Перемещая ее параллельно самой себе, находят такое положение, при котором объем регулирующего резервуара, определяемый как сумма  $W_n + W_0$ , будет наименьшим (здесь  $W_n$ ,  $W_0$  — положительная и отрицательная разности ординат характеристик подачи 3 и потребления воды 1). В нашем примере это прямая 3. Объем бака равен  $12 + 23 = 35$  % суточного водопотребления. При других положениях этот объем увеличивается. Конструкцию водонапорной башни выбирают по справочным данным.

При равномерном режиме работы насоса регулирующий объем бака составляет 10–40 % суточного расхода. Такой режим использу-

ется на насосных станциях первого подъема и в системах водоснабжения с напорно-регулирующими емкостями больших объемов.

В современных системах водоснабжения, оборудованных водонапорными башнями или гидропневматическими напорными баками, где регулирующий объем мал, работоспособность системы водоснабжения обеспечивается автоматическими системами управления. В этом случае  $W_{pez}$  ( $\text{м}^3$ ) не превышает 5–10 % от общего объема бака, а насос работает в повторно-кратковременном режиме. Изменение подачи воды осуществляется за счет увеличения или уменьшения частоты включений насоса в зависимости от водопотребления. Чем больше эта частота, тем ближе график подачи (кривая 4) подходит к графику водопотребления и тем меньше регулирующий объем бака.

При условии, что максимальный расход в системе  $Q_{max}$  меньше, чем подача насоса  $Q_H$ , на величину регулирующего объема в основном влияет допускаемое число включений насоса в единицу времени. В этом случае

$$W_{per} = 6Q_H/n. \quad (3.6)$$

С увеличением числа включений  $n$  регулирующий объем уменьшается. Наиболее выгоден режим работы насоса при  $250 < n < 500$ . Такой режим реализуется в установках с гидропневматическим баком малого объема.

Пожарные резервуары содержат запас воды на 3 ч пожара. В случае забора воды автонасосами или мотопомпами

$$W_{пож} = 3,6TQ_{пож}, \quad (3.7)$$

где  $T$  – расчетное время тушения пожара, ч (3 часа);

$Q_{пож}$  – расход воды на тушение пожара,  $\text{дм}^3/\text{с}$  ( $10 \text{ дм}^3/\text{с}$ ).

Тип водоподъемной установки зависит от режима водоисточника, конструкции водозаборного сооружения, расчетного расхода воды и напора.

При равномерной подаче насосной станции расход ( $\text{дм}^3/\text{с}$ ) рассчитывают по формуле

$$Q_{н.с} = \alpha Q_{сут. max} / (3,6T), \quad (3.8)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий расход воды на промывку фильтров ( $\alpha = 1,08–1,1$ );

$T$  – продолжительность работы станции в сутки, ч.

Полный напор (м) насоса определяют по формуле

$$H = H_{в.г} + H_{н.г} + \sum h_{вб} + \sum h_{вн}, \quad (3.9)$$

где  $H_{в.г}$  – геодезическая высота всасывания, м;

$H_{н.г}$  – геодезическая высота нагнетания, м;

$\sum h_{вб}$  и  $\sum h_{вн}$  – сумма потерь напора соответственно во всасывающей и напорной трубе, м.

По полному расчетному напору и подаче выбирают тип и марку насоса (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Техническая характеристика погружных насосов

Марка насоса	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Полный напор, м	Мощность двигателя, кВт
ЭЦВ4-2,5-65	2,5	65	1,1
ЭЦВ4-2,5-100	2,5	100	1,5
ЭЦВ5-4-75	4	75	2,2
ЭЦВ5-4-125	4	125	3
ЭЦВ4-6,5-85	6,5	85	3
ЭЦВ6-6,5-125	6,5	125	4
ЭЦВ6-10-50	10	50	2,2
ЭЦВ6-10-110	10	110	5,5
ЭЦВ6-10-185	10	185	8
ЭЦВ6-10-235	10	235	11
ЭЦВ6-16-75	16	75	5,5
ЭЦВ6-16-110	16	110	7,5
ЭЦВ6-16-160	16	160	13
ЭЦВ8-16-200	16	200	22
ЭЦВ8-25-55	25	55	5,5
ЭЦВ8-25-70	25	70	7,5
ЭЦВ8-25-125	25	125	16
ЭЦВ8-40-90	40	90	16
ЭЦВ8-40-180	40	180	32
ЭЦВ8-65-70	65	70	22
ЭЦВ10-65-275	65	275	75
ЭЦВ10-120-60	120	60	32
ЭЦВ12-160-140	160	140	90
ЭЦВ12-210-25	210	25	22

*Примечание.* Марка насоса, например ЭЦВ4-2,5-65, расшифровывается так: Э – электропогружной; Ц – центробежный; В – высоконапорный; 4 – уменьшенный в 25 раз минимальный диаметр скважины, мм; 2,5 – подача, м<sup>3</sup>/ч; 65 – напор, м.

Мощность (кВт) электродвигателя, необходимая для привода насоса

$$N_{\text{дв}} = Q_{\text{сек}} k H \rho / (\eta_n \eta_n 10^3), \quad (3.10)$$

где  $Q_{\text{сек}}$  – секундный расход воды, м<sup>3</sup>/с;

$k$  – коэффициент, учитывающий возможные перегрузки (при мощности двигателя до 50 кВт  $k = 1,2$ );

$\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;

$\eta_n$  – КПД насоса (для центробежных насосов  $\eta_n = 0,5–0,7$ , для вихревых  $\eta_n = 0,25–0,5$ );  $\eta_n$  – КПД передачи ( $\eta_n = 0,95–0,97$ ).

Техническая характеристика водонапорных башен представлена в таблице 3.5.

Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения должны быть оборудованы поилками, кранами для мытья полов и специальными приборами. Проточные поилки в птицеводческих зданиях должны присоединяться к внутренним сетям водопровода и канализации, как правило, гибкими шлангами.

Тип и число автопоилок выбирают в зависимости от способа содержания, вида животных и птицы, их поголовья и технической характеристики автопоилок.

Таблица 3.5 – Техническая характеристика водонапорных башен

Параметр	ВБР-15У-9	ВБР-25У-11	ВБР-25У-15	ВБР-50У-18
Вместимость бака, м <sup>3</sup>	15	25	25	50
Полезная вместимость, м <sup>3</sup>	22	34	37	94
Высота опоры, м	9	12	15	18
Высота бака, м	2,7	4,4	4,4	8,5
Диаметр бака, мм	3020	3020	3020	3020
Диаметр опоры, мм	1220	1220	1220	2000

*Примечание.* Входящие в марку водонапорной башни буквы и цифры, например ВБР-15У-9, расшифровываются так: В – водонапорная; Б – башня; Р – Рожновского; 15 – вместимость бака, м<sup>3</sup>; У – унифицированная; 9 – высота опоры, м.

Затем поилки размещают на плане животноводческих помещений и выгульных дворов согласно принятой технологии содержания животных и птицы.

Для поения животных и птицы используют поилки разных конструкций, что обусловлено различием вида животных и птицы, способов их содержания и поиском рациональных устройств, наиболее полно отвечающих технико-экономическим требованиям. Поилки бывают индивидуальные и групповые, стационарные и передвижные.

Поилки должны обеспечивать обслуживаемое поголовье необходимым количеством чистой воды, температура которой должна быть близка к температуре воздуха в помещении животных и птицы. Тип и число автопоилок выбирают в зависимости от способа содержания, вида животных, птиц и технических характеристик поилок. Технические характеристика автопоилок, применяемых для поения животных и птицы, приведены в таблицах 3.6–3.9.

Таблица 3.6 – Техническая характеристика поилок для КРС

Марка	Материал	Ем- кость, л	Габаритные размеры, мм	Обслуживаемое поголовье, голов
Привязное содержание				
ПА-1А -1	Чугун	1,7-2	342×212×160	2
АП-1А	Пластмасса	1,85-2	265×262×170	2
Suevia модель 115	Чугун	2	310×240×160	2
Модель 25R	Чугун	1,5	280×250×75	2
Модель 130P	Пластмасса	2,4	300×262×150	2
DeLaval Серия С 10	Чугун	2,4	280×260×190	2
Серия С 22	Сталь	4	260×250×240	2
Серия РТ 11	Полиэтилен	-	430×430×350	1
Беспривязное содержание				
Поилка групповая	Сталь	190	2000×800×300	50
АГК-4А	Сталь	60	920×770×500	50–60
Suevia Модель 6523	Полиэтилен	160	2300×700×570	80
Модель 600	Сталь	6	420×400×490	15–20
Опрокидываю- щаяся поилка	Сталь	55	1500×530×690	20–30
DeLaval Серия DC 2	Полиэтилен	60	813×560×660	50–100
Серия ST 150	Сталь	56	1500×550×960	20–30
Серия Т 400	Полиэтилен	70	2150×620×46	80–250
ВУК-3	Сталь	3000	3950×1925×2000	110

*Примечание. Поилки, предназначенные для привязного содержания, можно применять при беспривязном содержании из расчета 1 поилка на 10–12 голов.*

Таблица 3.7 – Техническая характеристика поилок для свиней

Марка	Емкость чаши, л	Габаритные размеры, мм	Максимальное обслуживание, голов
ПСС-1А	0,3	180×155×245	25–30 взрослого поголовья
Suevia Модель 90	0,3	85×100×50	1 свиноматка с поросятами
Модель 898	2,7	180×450×100	20–30 поросят
Модель 72	1	50×145×65	20–30 поросят на откорме
Модель 93	1	80×170×65	
ПБС-1	Сосковая	105×35×40	25 взрослого поголовья
ПБП-1	Сосковая	82×27×27	1 свиноматка с поросятами
Suevia Модель 306	Ниппельная	70×27×27	1–25 взрослого поголовья
Модель 326	Сосковая	100×24×24	1–25 взрослого поголовья
Модель 304	Ниппельная	35×17×17	25 поросят
Модель 324	Ниппельная	40×25×25	25 поросят
Термак ПС-4	60	800×750×370	160 взрослого поголовья

Таблица 3.8 – Техническая характеристика поилок для овец

Марка	Емкость чаши, л	Габаритные размеры, мм	Максимальное обслуживание, голов
ГАО-4	30	62×62×42	90
Suevia модель WT 200	200	153×5,4×4,6	200
Lil'Spring 3000	19	610×560×430	50
ВУО-3	3000	430×223×200	1000

Таблица 3.9 – Техническая характеристика поилок для птицы

Марка	Диаметр поильной чаши, мм	Максимальное обслуживание, голов
Поилка вакуумная	200	90–100 цыплят до 10-дневного возраста
Поилка подвесная	380	90–100 цыплят 2-недельного возраста
П-4 чашечно-клапанная	380	100 взрослых кур
Поилка ниппельная ПКН-6	-	15 молодняка или бройлеров
Поилка ниппельная ПКНК-24	-	30 молодняка или бройлеров
Поилка ниппельная ПЖН-8	-	10–12 взрослых куриц

## **3.2 Методика проектирования поточно-технологических линий приготовления и раздачи кормов**

### **3.2.1 Общие сведения**

Исходными данными для разработки этого раздела проекта являются:

- поголовье фермы по группам животных;
- рационы каждой группы животных (приложение Ж).

Корма для животных и птицы должны быть питательными, вкусными, чистыми, легко перевариваться и хорошо усваиваться, не содержать в себе примесей и веществ, вредных для здоровья и неблагоприятно влияющих на качество животноводческой продукции. Этим требованиям удовлетворяет лишь незначительная часть кормов, скармливаемых в естественном виде.

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

Задачей приготовления кормов к скармливанию является то, что потери энергии корма должны быть минимальны, это достигается повышением его питательной ценности, поедаемости, переваримости и усвоения животными.

Обработка кормов в процессе приготовления предупреждает заболевание животных, уничтожает вредное влияние некоторых кормов на качество продукции. Обработка кормов значительно расширяет возможности использования различных кормовых смесей с применением в качестве компонентов малоценных грубых кормов, отбросов и отходов сельскохозяйственного производства, предприятий общественного питания и пищевой промышленности, технических и других производств. Кормосмеси охотнее и полнее поедаются животными. В результате продуктивность животных увеличивается на 7–10 %, а расход корма на единицу продукции снижается на 15–20 %. Это позволяет экономить зерно и комбикорма.

Раздельное скармливание сочных, грубых и концентрированных кормов приводит к тому, что одни из них, такие как концентраты, свекла, сено хорошего качества, поедаются животными полностью, другие, с невысокими вкусовыми достоинствами (солома, силос и сенаж низкого качества), – лишь частично. Большое количество их идет

в отходы. Кроме этого, раздельное скармливание требует многократной раздачи, больших затрат труда и средств, так как предусмотреть единую механизированную линию раздачи кормов, резко различающихся по физико-химическим свойствам, невозможно. Поэтому для эффективного использования кормов большое значение имеет приготовление многокомпонентных смесей. Они поедаются животными без остатка. Преимущество приготовления кормосмесей по сравнению с раздельным кормлением состоит еще и в том, что различные компоненты смеси дополняют друг друга элементами питания.

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

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

К механическим способам обработки кормов относятся очистка, мойка, протряхивание, просеивание, отвеивание, резание, дробление, раскалывание, истирание, плющение, прессование, гранулирование, брикетирование, смешивание, дозирование и др. Такие способы обработки кормов наиболее широко применяются как на мелких, так и на крупных комплексах, в кормоцехах и на комбикормовых заводах.

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

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

Биологические способы (силосование, заквашивание, осолаживание, дрожжевание, проращивание и др.) основаны на воздействии на корм молочнокислых бактерий, дрожжевых клеток и других микроорганизмов и ферментов. Эти способы получили широкое распространение, так как они позволяют улучшить питательную ценность, поедаемость и сохранность кормов.

Передовой опыт показывает, что затраты труда и себестоимость животноводческой продукции ниже в тех хозяйствах, где внедрена комплексная механизация технологического процесса обработки и

приготовления кормов и обеспечена поточность работ. Это условие может быть выполнено только при наличии достаточного числа современных машин и оборудования, взаимосвязанных между собой в единые технологические линии по производительности.

В зависимости от размеров комплексов (ферм), видов обрабатываемых кормов используют кормоприготовительные (комбикормовые) предприятия (кормоцехи), кормовые дворы и отдельные кормоприготовительные линии. Кормоприготовительные предприятия располагаются в отдельном здании или сблокированы со складами концентрированных кормов. Это уменьшает затраты на транспортировку кормов из склада на кормоприготовительное предприятие. Приготовленные корма доставляют в помещения и разгружают в кормушки.

Кормоцехи предназначены для приема, накопления, подготовки и обработки кормового сырья (в основном местного производства – соломы, сена, корнеклубнеплодов и др.), приема и накопления отдельных компонентов в готовом виде (комбикорм, меласса и т.д.), приготовления влажных смесей и выдачи их в мобильные или стационарные кормораздатчики.

Кормоцехи могут обеспечивать кормосмесями одну (фермский кормоцех) или несколько ферм (общехозяйственный кормоцех).

Кормоцехи подразделяются в зависимости от типа кормления и суточного объема производства кормосмеси.

По свойствам приготавливаемых кормов исследователь В.И. Земсков делит кормоцехи на две группы. В первую группу включены кормозаводы, цехи, агрегаты, которые предназначены для подготовки в рассыпном, гранулированном или брикетированном виде сухих кормов, пригодных для длительного хранения (комбикорма, кормовых добавок, травяной муки, полнорационных кормосмесей).

Предприятия второй группы (цехи) используют для подготовки влажной кормосмеси непосредственно перед скармливанием животным.

Работа технологических линий кормоцехов первой группы не согласовывается с распорядком дня животноводческой фермы или комплекса. Кормосмеси, приготовленные в таких кормоцехах, должны иметь все ингредиенты, предусмотренные рецептом. Отклонения от принятой технологии не допускаются.

Работа технологических линий кормоцехов второй группы согласовывается с распорядком дня животноводческой фермы или комплекса. Кормосмеси в своем составе могут иметь разное количество

ингредиентов в соответствии с зоотехническими нормами кормления животных, поэтому отказ одной из технологических линий не всегда приводит к прекращению выпуска готовой продукции.

Кормоприготовительные цехи второй группы различаются по виду обслуживаемых животных (для ферм и комплексов крупного рогатого скота, свиноводческих ферм и др.); они также универсальны.

На фермах и комплексах крупного рогатого скота для подготовки влажных полнорационных смесей применяют кормоцехи с использованием соломы, прошедшей термохимическую обработку и без нее. Первый тип кормоцехов отличается более сложным схемно-конструктивным исполнением: в комплекте машин и оборудования имеются агрегаты или установки для термохимической обработки соломы, например смесители С-12-1, С-1-А, С-3-А и др. Технология подготовки в таких кормоцехах позволяет полнее использовать возможности механизации для увеличения производства животноводческой продукции.

Кормоцехи свиноводческих ферм и комплексов по технологическим признакам также делятся на два типа: для подготовки влажных или жидких кормосмесей с использованием пищевых отходов. В первом случае, в зависимости от типа кормления (концентратно-корнеплодный или концентратно-картофельный), кормосмеси имеют незначительно отличающиеся наборы машин.

В проектах кормоцехов предусматривают прогрессивные технологии, исключающие потери кормов и обеспечивающие приготовление качественных кормовых полноценных смесей при минимальном уровне издержек производства и затрат труда.

В качестве примера на рисунке 3.4 приведена схема размещения комплекта оборудования россыпных кормосмесей КОРК-15, который предназначен для приготовления в потоке полнорационных влажных кормосмесей из силоса, сенажа, грубых кормов, корнеклубнеплодов, концентратов и питательных растворов. В его состав входят линии грубых кормов, силоса, корнеклубнеплодов, концентрированных кормов, приготовления и дозированной подачи обогатительных растворов, смешивания, измельчения и выдачи готовой кормосмеси.

Технологическое оборудование (таблица 3.10) размещено в одноэтажном помещении, включающем корнеплодохранилище емкостью на 1000 т, пункт технического обслуживания и теплую стоянку транспортных средств. При необходимости кормоцех может быть заблокирован с линией термохимической обработки соломы ЛОС-3.

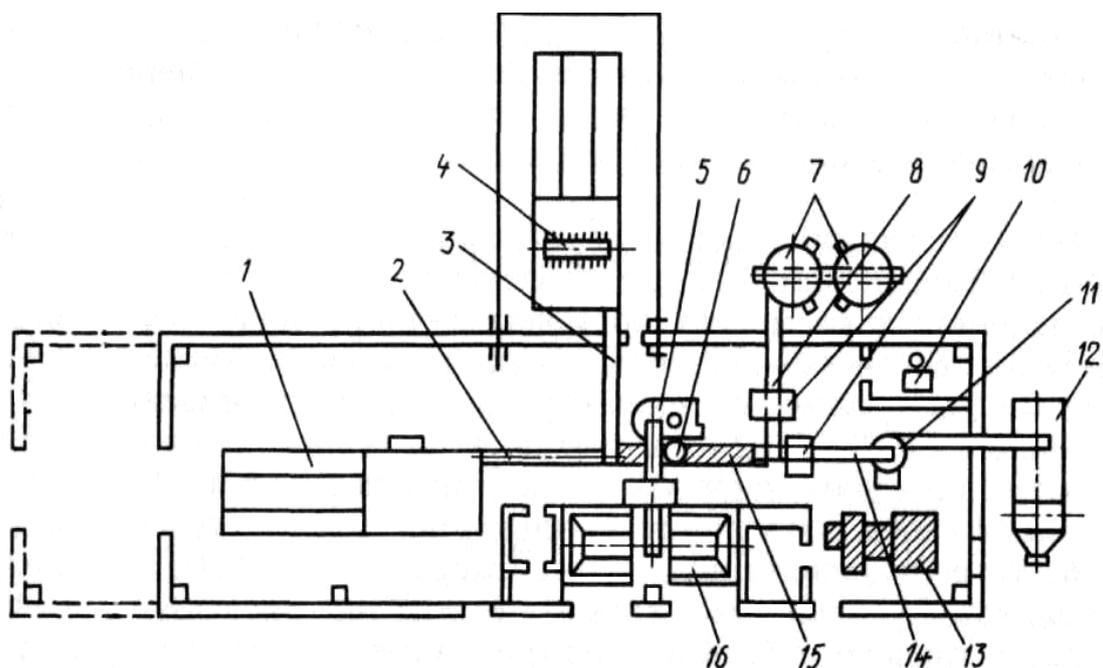


Рисунок 3.4 – Схема размещения оборудования КОРК-15:  
 1 – питатель-загрузчик ПЗМ-1,5; 2 – транспортер силоса (сенажа); 3, 4 – транспортер-дозатор соломы ЛИС-3 с измельчающим барабаном; 5 – измельчитель-камнеуловитель ИКМ-5; 6 – дозатор корнеклубнеплодов; 7 – бункер концентрированных кормов; 8 – винтовой транспортер; 9 – переходной мостик; 10 – пульт управления; 11 – измельчитель-смеситель ИСК-3; 12 – выгрузной транспортер; 13 – оборудование для приготовления и подачи обогатительных растворов ОМК-4; 14, 15 – сборные транспортеры; 16 – транспортер корнеклубнеплодов ТК-5,0Б

Таблица 3.10 – Состав комплекта оборудования КОРК-15

Наименование машины	Марка машины
Питатель-погрузчик	ЛИС-3.01 (ПС-Ф-6)
Транспортер скребковый	ЛИС-3.02
Питатель-загрузчик кормов	ПЗМ-1,5
Транспортер скребковый	АВБ-04.00
Транспортер корнеклубнеплодов	ТК-5.0Б
Измельчитель-камнеуловитель	ИКМ-5
Бункер-дозатор корнеплодов	КОРК-15-03.01
Бункер-дозатор концентрированных кормов	КОРК-15.04.15(2)
Конвейер винтовой	КОРК-15.04.07
Транспортер сборный	КОРК-15.05.01
Измельчитель-смеситель	ИСК-3
Смеситель мелассы	СМ-1,7 (ОМК-4У)

Производительность кормоцеха за 1 ч чистого времени составляет по линиям, т/ч: грубых кормов влажностью 20 % – до 3; влажностью 40 % – до 5 т/ч; силоса (сенажа) – 4,5–10,5; концентрированных кормов – 0,2–6; корнеклубнеплодов – до 5; смешивания – 15.

Кормоцех работает следующим образом (см. рисунок 3.4). Грубые корма (солома, сено) из транспортного средства разгружаются в питатель-загрузчик кормов ЛИС-3.01.00, где предварительно измельчаются битерами и далее транспортерами подаются на линию смешивания. Количество корма регулируют изменением скорости движения конвейера питателя-загрузчика кормов. Силос, сенаж и зеленую массу разгружают в питатель-загрузчик кормов ПЗМ-1,5, где корм дозируется и транспортером АВБ-04.00 подается в измельчитель-смеситель ИСК-3.

Корнеклубнеплоды из хранилища или буртов загружают в бункера, откуда транспортером ТК-5Б их подают на мойку и измельчение. Измельченные корнеплоды направляют в бункер-дозатор и далее – на сборный транспортер КОРК-15.05.00. Концкорма доставляют загрузчиком кормов ЗСК-10 и загружают в бункера-дозаторы, откуда винтовыми транспортерами их подают на сборный транспортер. Обогащенные растворы (меласса с карбамидом и амидоминеральные добавки) готовят в оборудовании ОМК-4 или СМ-1,7 и насосом дозированно подают в измельчитель-смеситель. Отдозированные компоненты сборным транспортером подают в измельчитель-смеситель ИСК-3.

Проектирование технологических линий приготовления кормов можно вести по двум вариантам. В первом варианте технологический процесс подготовки и раздачи кормов проектируют посредством подбора машин для заданных условий производства из числа имеющихся в хозяйстве или выпускаемых промышленностью. Во втором варианте разрабатывают новую технологию.

Технологию приготовления и раздачи кормов выбирают исходя из типа кормления и рациона (зимний и летний); способа подготовки и дозирования кормов; типа кормохранилища; взаимного расположения кормохранилища и помещения; места и порядка кормления животных; системы содержания животных и конструкции стойл; способа транспортировки и раздачи кормов.

Производственный участок подготовки и раздачи кормов проектируют по следующему плану: составляют график распределения

кормов по выдачам; рассчитывают количество кормов, подлежащих обработке; обосновывают и выбирают технологическую схему обработки кормов; определяют производительность поточных технологических линий, потребность в машинах и оборудовании; рассчитывают необходимую площадь кормоцеха; составляют графики загрузки машин, оборудования и рабочей силы; проектируют технологическую линию раздачи кормов; рассчитывают технико-экономические показатели.

### **3.2.2 Составление графика распределения кормов по выдачам**

Для правильного использования кормов, входящих в рационы животных, составляют график расхода кормов по выдачам.

В течение суток на фермах и комплексах корма расходуются для каждого кормления неравномерно, как по массе, так и по числу видов кормов.

Для крупного рогатого скота суточный рацион распределяют следующим образом (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Распределение суточного рациона по выдачам, %

Вид корма	Выдача корма		
	утренняя с 6 до 7 ч	дневная с 13 до 14 ч	вечерняя с 21 до 22 ч
Грубый	50	-	50
Сочный	30	40	30
Концентрированный	35	35	30

Для свиней в основном принимают равномерное распределение по массе и видам кормов.

Необходимо также учитывать тот факт, что подготовка многих кормов в большем количестве, чем требуется для данного кормления, недопустима из-за их быстрой порчи.

Зная распределение суточного рациона по отдельным выдачам и кратность кормления, определяют число видов и массу кормов, необходимых для каждого кормления.

Количество корма данного вида (кг) по выдачам определяют по формуле

$$q_{к.д} = k P_c / 100, \quad (3.11)$$

где  $k$  – процент распределения кормов по выдачам (см. таблицу 3.11);  
 $P_c$  – количество корма данного вида в суточном рационе животных, кг.

По этим расчетам, исходя из максимальной загруженности, определяют необходимую производительность отдельных поточных линий.

### ***3.2.3 Обоснование и выбор технологии обработки кормов, составление технологической схемы***

Для приготовления кормов применяют следующие технологические схемы, разработанные в зависимости от вида корма, условий его приготовления и других факторов:

– грубостебельное сено и солому в основном приготавливают по таким технологическим схемам:

измельчение → дозирование → смешивание;

измельчение → запаривание → дозирование → смешивание;

измельчение → химическая или биологическая обработка → дозирование → смешивание;

– корнеклубнеплоды обрабатывают и приготавливают по следующим технологическим схемам:

мойка → резка;

мойка → резка → дозирование → смешивание;

мойка → запаривание → разминание → смешивание;

мойка → измельчение → дозирование → дрожжевание → смешивание;

– комбинированные концентрированные корма в основном приготавливают по таким схемам:

очистка → дробление → дозирование → смешивание;

очистка → дробление → дозирование → дрожжевание → смешивание;

очистка → измельчение и дозирование → смешивание → брикетирование (гранулирование);

очистка → проращивание.

В соответствии со схемой выбирают технологическое оборудование. При этом предпочтение следует отдавать энерго-ресурсосберегающим техническим средствам. В условиях современ-

ного крупномасштабного животноводства корма приготавливают централизованно на межхозяйственных или межрайонных комбикормовых заводах или же в крупных кормоцехах комплексов. Их доставка в хозяйства и на фермы также централизована. Поэтому отдельные технологические операции, например смешивание или измельчение, могут быть исключены из технологической схемы в кормовых цехах животноводческих ферм.

Время приготовления кормосмеси (ч) определяется по формуле

$$t = q_c / W_k, \quad (3.12)$$

где  $q_c$  – количество кормосмеси для каждой выдачи, кг;

$W_k$  – производительность кормоцеха, кг/ч.

Примерный вариант технологической схемы приготовления кормов для КРС представлен на рисунке 3.5.

Технологическая схема раздачи сухих кормов на свиноферме представлена на рисунке 3.6.

Для общего проектирования системы раздачи комбикормов для кур следует соблюдать рекомендуемые нормативы (таблица 3.12).

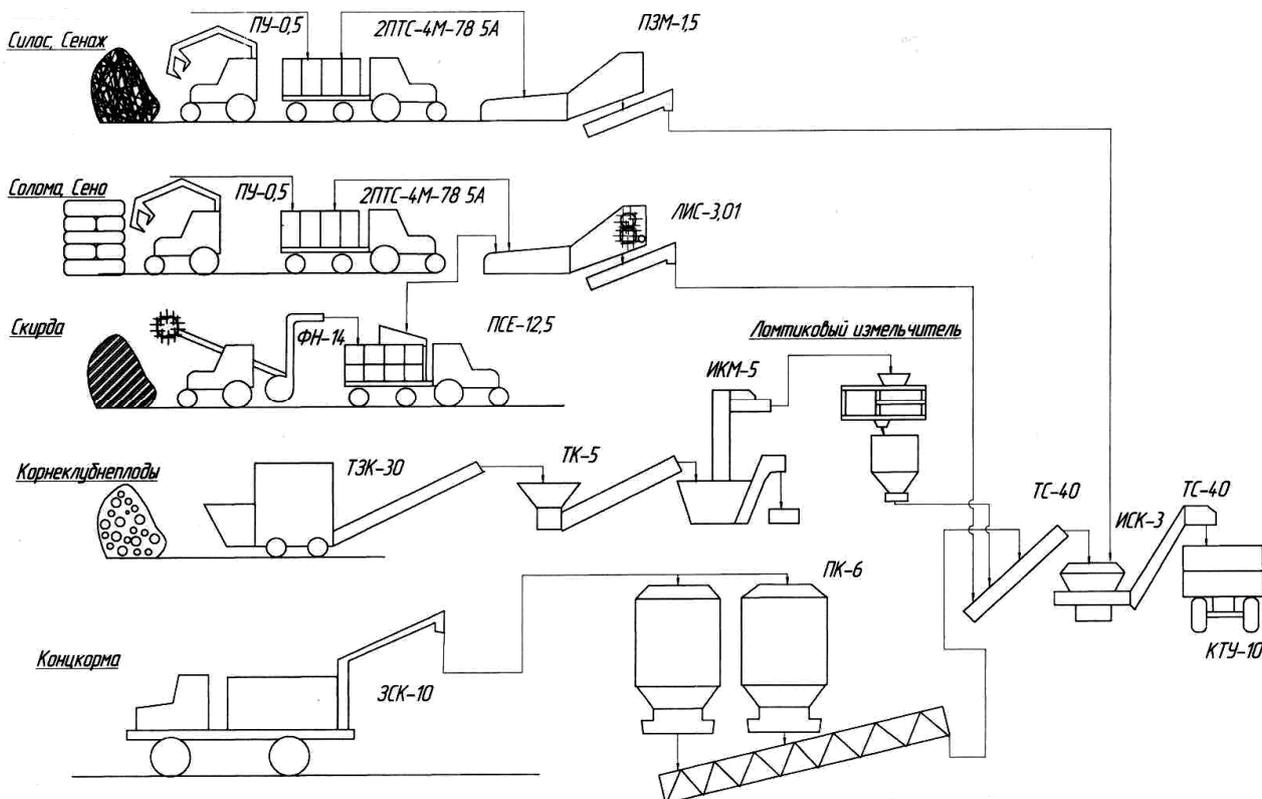


Рисунок 3.5 – Технологическая схема приготовления кормов для КРС

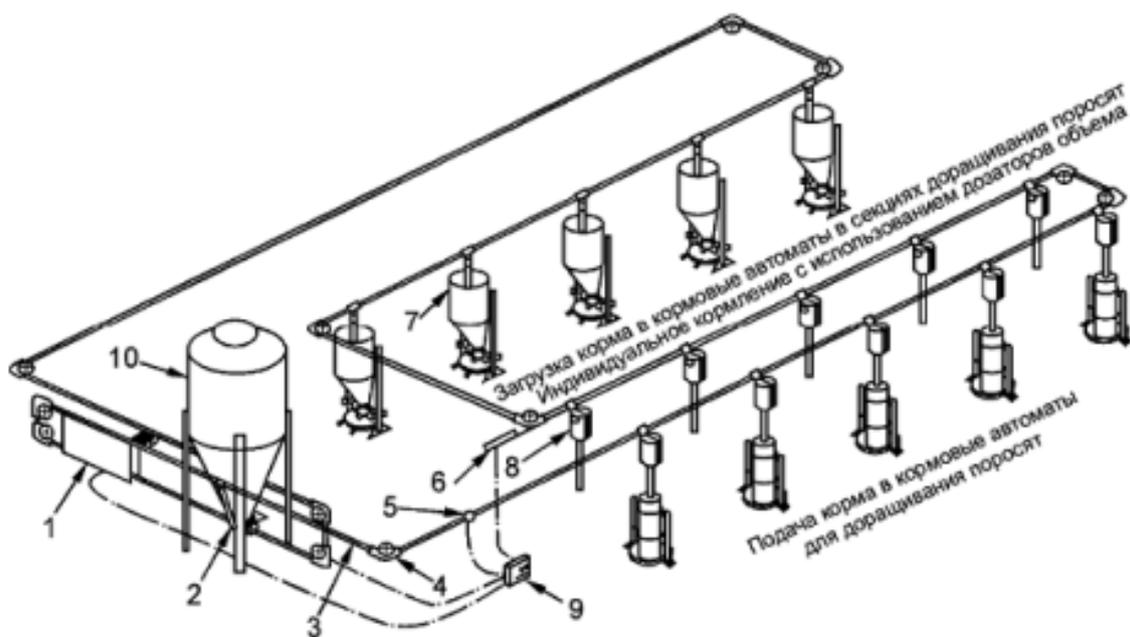


Рисунок 3.6 – Принципиальная схема технологического процесса раздачи сухих комбикормов в свиарнике:

1 – привод тросошайбового кормораздатчика; 2 – приемная воронка; 3 – тросошайбовый транспортер; 4 – поворотное устройство; 5 – сенсор отключения подачи кормов; 6 – привод объемных дозаторов кормов; 7 – спускная труба; 8 – объемный дозатор; 9 – управляющее устройство; 10 – бункер для хранения сухих кормов

Таблица 3.12 – Примерные нормативы для проектирования системы раздачи комбикормов птице

Вид птиц	Плотность посадки, гол/м <sup>2</sup>	Тип кормления	Кол-во, гол/м кормушки-желоба	Фронт кормления, см/гол.	Потребление корма, г/гол.
Родительское стадо бройлеров (выращивание)	7–10	Ограниченное	14–17	12–14	До 100
Родительское стадо бройлеров 3,5 кг (содержание)	4,5–6,5	Ограниченное	12–15	12–15	130–170
Куры-несушки 2 кг	6–8	Вволю	20–25	8–10	110–130
Реммолодняк 1,5 кг	8–10	Рационированное	20–25	8–10	20–110
Бройлеры 1,7 кг	22–24	Вволю	50–65	3–4	20–150
Бройлеры 1,7–2,5 кг	18–20	Контролируемое	30–40	5–7	20–190

### 3.2.4 Определение площади кормоцеха

Исходя из производственных, санитарных и противопожарных требований помещения, кормоцеха делят на производственные и вспомогательные. В производственных помещениях устанавливают машины и оборудование, входящие в технологические линии обработки кормов. При размещении оборудования в отделениях кормоцеха руководствуются следующими требованиями: кратчайший путь движения приготавливаемого корма; поточность производства с минимальным числом перегрузочных операций; минимальная длина коммуникационных и электрических линий; удобство обслуживания и ремонта машин и оборудования с соблюдением норм охраны труда, техники безопасности и противопожарных требований.

Площадь кормоцеха определяют одним из трех методов: расчетным, при помощи поправочных коэффициентов и моделированием.

Расчетный метод используют для определения площади каждой части здания отдельно.

Метод поправочных коэффициентов используют для определения только производственной площади здания.

Первые два метода более сложные и не дают полного представления о расположении оборудования внутри кормоцеха.

Метод моделирования применяют при размещении оборудования на плане кормоцеха. Для этого из картона в масштабе 1:100 или 1:200 вырезают плоские модели, подобные горизонтальным проекциям машин и оборудования, подлежащих размещению. Эти модели располагают на миллиметровой бумаге в соответствии с принятой схемой технологического процесса. Площади проходов лестниц и т.д. принимают исходя из следующих норм: ширина основных проходов не менее 1,2–1,5 м, а между машинами – 1,5 м; от стены до машины предусматривают расстояние 0,5–0,7 м, ширину лестниц – не менее 1 м. Площадь, занимаемую вспомогательными помещениями, определяют исходя из существующих норм: для комнат отдыха 15–20 м<sup>2</sup>, для душевой кабины с раздевалкой 5–7, для лаборатории 5–7 м<sup>2</sup>.

Затем на бумагу наносят линии стен, которые определяют форму и размеры плана зданий кормоцеха.

### ***3.2.5 Проектирование технологической линии раздачи кормов***

Состояние здоровья и продуктивность животных, а также птицы зависят не только от качества, уровня и полноценности их питания, но и в значительной мере от своевременной и правильной выдачи кормов. По трудоемкости на эту операцию приходится 40 % общих трудовых затрат по уходу за животными и птицей. Механизация раздачи кормов на фермах и промышленных комплексах осуществляется кормораздатчиками, отличающимися по принципу действия и конструкции.

Но работа кормораздающих машин часто не ограничивается только процессом выдачи корма в кормушки. Эти машины используют для доставки кормов из кормоцехов, хранилищ (траншей, буртов, башен) к животноводческим или птицеводческим помещениям и последующей разгрузки в стационарные кормораздатчики, а также для доставки кормов к свинарникам, коровникам и раздачи внутри или вне этих помещений.

К этим машинам предъявляется целый ряд требований, в том числе зоотехнических (равномерность и точность раздачи кормов, дозировка их индивидуально каждому животному или группе животных, бесшумность работы машины, исключение загрязнения или раслаивания кормов по фракциям, недопустимость травмирования животных и птицы) и технико-экономических (универсальность в выдаче различных по виду и консистенции кормовых масс, долговечность и высокая надежность машины в работе, малая энергоемкость и металлоемкость, удобство и безопасность в эксплуатации, автоматизация рабочих процессов).

Отклонения дозы стебельных кормов от предписанной нормы выдачи одному животному допускаются в пределах  $\pm 15\%$ , а концентратов  $\pm 5\%$ . Возвратимые потери кормов не должны превышать 1 %, невозвратимые потери не допускаются.

Продолжительность операции раздачи кормов в одном помещении не должна превышать 20–30 мин. Кормораздатчики должны быть универсальными в отношении выдачи разных видов кормов, иметь высокую производительность и возможность регулирования нормы выдачи от минимальной до максимальной, не создавать излишнего шума в помещении, легко очищаться от остатков кормов, быть на-

дежными и работе, окупаться за 2 года, иметь коэффициент готовности не менее 0,98.

Современные способы механизации работ, связанные с транспортировкой грузов на ферме, в том числе и кормов, требуют, чтобы движение их носило поточный характер и груз после обработки одной машиной переходил к другой без применения ручного труда. В этом случае достигаются непрерывность работы машин и высокая степень их использования.

Все механизированные средства для доставки и раздачи кормов животным и птице можно классифицировать по различным признакам: по виду и консистенции транспортируемых кормов, по роду использования раздатчиков, по устройству ходовой части, по способу подачи кормов, по роду привода раздатчиков и другим признакам.

Классификация этих средств приведена на рисунке 3.7. Число мобильных кормораздатчиков, необходимых для обслуживания фермы, определяют исходя из времени раздачи корма в одном помещении, режима работы кормоцепа и наличия или отсутствия накопительной емкости готовой кормосмеси. Правильный выбор способа раздачи и взаимодействия кормоцепа с транспортными средствами или кормораздатчиками является сложной компромиссной задачей.

Например, если кормоцеп работает в поточном режиме, т.е. непрерывно выдает готовую кормосмесь, то необходимо ставить промежуточную накопительную емкость или выгружать непосредственно в кормораздатчик. При выгрузке в накопитель его емкость должна быть достаточной, чтобы обеспечить возможность раздачи корма в одном помещении в отведенное время (20–30 мин). В целом для фермы жестких зоотехнических ограничений раздачи корма по времени нет. В случае выгрузки кормосмеси в кормораздатчик при заполнении одного кормораздатчика на его место тут же должен встать другой, для того, чтобы кормоцеп не остановился. Это приводит к увеличению количества кормораздатчиков. При циклической работе кормоцепа количество кормосмеси, приготавливаемое за один цикл, должно обеспечивать потребность в корме животных, находящихся в одном помещении, или необходимо устанавливать промежуточную накопительную емкость.

Для успешного решения этой задачи необходимо просчитать несколько вариантов и выбрать из них наиболее оптимальный.



Рисунок 3.7 – Классификация раздатчиков кормов

Количество корма ( $t$ ), раздаваемого в одном помещении, определяется по формуле

$$P_n = n \times m, \quad (3.13)$$

где  $n$  – норма выдачи кормосмеси одному животному, определяется исходя из рациона и суточного графика выдачи кормов, т;

$m$  – поголовье животных, находящееся в этом помещении.

Число заездов кормораздатчика в одно помещение

$$K = P_n / (G_k \dot{\epsilon}), \quad (3.14)$$

где  $G_k$  – грузоподъемность кормораздатчика, т;

$\dot{\epsilon}$  – коэффициент использования грузоподъемности ( $\dot{\epsilon} = 0,6-0,7$ ).

Цикл работы  $t_{общ}$  кормораздатчика состоит из четырех этапов:

1 – загрузка кормораздатчика  $t_1$ ;

2 – движение кормораздатчика к месту раздачи или выгрузки корма  $t_2$ ;

- 3 – раздача или выгрузка корма  $t_3$ ;  
 4 – возвращение кормораздатчика  $t_4$ .

$$t_{\text{общ}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4. \quad (3.15)$$

$$t_1 = G_k \dot{\epsilon} / W_n, \quad (3.16)$$

где  $W_n$  – производительность погрузчика, т/ч.

$$t_2 = S / V_2, \quad (3.17)$$

где  $S$  – расстояние от кормоцепа до места раздачи, км;

$V_2$  – скорость движения раздатчика кормов с грузом, км/ч  
 ( $V_2 = 5\text{--}10$  км/ч).

$$t_3 = G_k \dot{\epsilon} / W_6, \quad (3.18)$$

где  $W_6$  – производительность кормораздатчика при выгрузке, т/ч.

$$t_4 = S / V_{xx}, \quad (3.19)$$

где  $V_{xx}$  – скорость движения раздатчика кормов без груза, км/ч  
 ( $V_{xx} = 13\text{--}22$  км/ч).

Число мобильных кормораздатчиков подбирают исходя из поголовья обслуживаемых животных и времени раздачи корма в одном помещении, которое по зоотехническим требованиям составляет 20–30 мин.

Число стационарных кормораздатчиков зависит от типа животноводческого помещения, их производительности, от вида и поголовья животных и птицы, а также от конструкции раздатчика кормов.

### **3.3 Методика проектирования процесса получения и обработки молока**

#### **3.3.1 Общие сведения**

На молочных фермах наиболее ответственными и трудоемкими операциями являются доение, обработка, хранение и транспортировка молока. Технологический процесс доения коров может выполняться по двум схемам: в стойлах коровников со сбором молока в молокопроводы или в переносные ведра линейных установок; в станках молочно-доильных блоков и площадок со сбором молока в молокопроводы.

Обработка и реализация молока осуществляются одним из трех способов: первичная обработка с фильтрацией, неглубоким охлаждением, кратковременным хранением и транспортировкой молока на заводы; обработка с фильтрацией, глубоким охлаждением, кратковременным или длительным хранением и транспортировкой на заводы; обработка с улучшенной очисткой, пастеризацией, глубоким охлаждением, кратковременным или длительным хранением разлитого или фасованного молока и доставкой его непосредственно потребителям.

На рисунке 3.8 представлены структурные схемы молочных поточных линий животноводческих ферм при привязном и беспривязном содержании скота.

При проектировании процесса получения и обработки молока необходимо выбрать технические средства с учетом системы ведения молочного животноводства, размера фермы (комплекса), способа содержания и продуктивности животных, размера коровников и других факторов и провести соответствующие расчеты.

### ***3.3.2 Доение коров***

При привязном содержании коров доят в стойлах на доильных установках с переносными ведрами АД-100А, ДАС-2Б, АИД-1-01 и др. или с молокопроводом АДМ-8А, УДМ-200, «Unicala», SAC, DeLaval, «Westfalia» и др. Однако можно применять и доение в доильных залах на установках с коротким молокопроводом.

При беспривязном боксовом содержании коров доят в специальных помещениях на установках типа «Елочка» (УДЕ-8А и УДА-16) и «Тандем» (УДТ-8А и УДА-8), а на крупных промышленных молочных комплексах с поголовьем более 800 коров – на конвейерных установках типа «Карусель» (УДА-100А), «Полигон» и др.

При комбинированном содержании коров доят на пастбищах и в лагерях при помощи передвижных универсальных доильных станций (УДС-3А, УДС-3Б, УДЛ-Ф-12).

Новотельных коров следует доить 3 раза в день, а всех остальных – 2 раза через одинаковые промежутки времени, соблюдая суточный временной режим.

Наилучшие условия труда операторов машинного доения создаются при использовании доильных установок в специализированных залах.

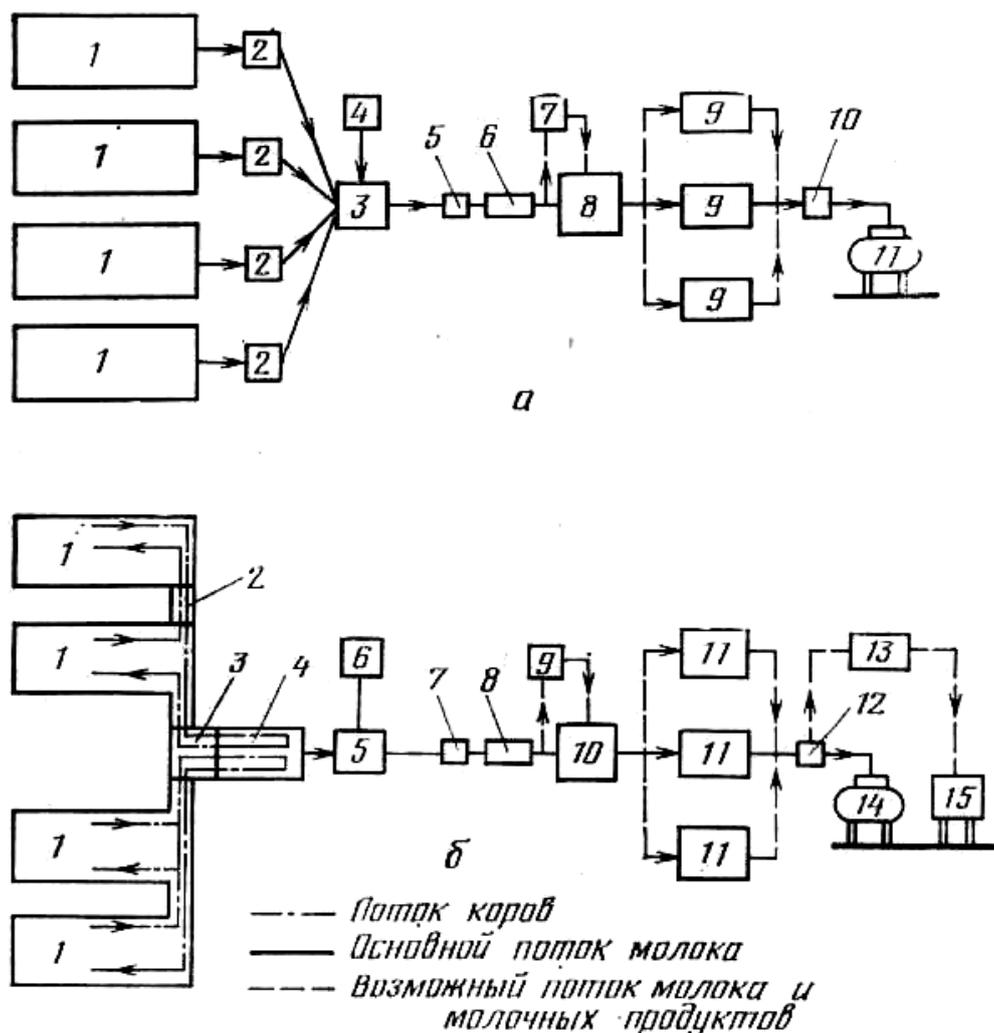


Рисунок 3.8 – Структурные схемы поточных технологических линий доения коров и обработки молока:

*а* – при привязном содержании скота: 1 – коровник; 2 – групповые молочные счетчики; 3 – молокособорник; 4 – вакуумная установка; 5 – молочный насос; 6 – аппарат для очистки молока; 7 – пастеризационная установка; 8 – охладитель молока; 9 – накопительная емкость для молока; 10 – молочный насос; 11 – автомолокоцистерна;

*б* – при беспривязном содержании скота: 1 – коровник; 2 – переходная галерея между коровниками; 3 – преддоильная площадка; 4 – доильный зал; 5 – молокособорник; 6 – вакуумная установка; 7 – молочный насос; 8 – аппарат для очистки молока; 9 – пастеризационная установка; 10 – охладитель молока; 11 – накопительная емкость для молока; 12 – молочный насос; 13 – оборудование для переработки молока; 14 – автомолокоцистерна; 15 – транспорт для перевозки готовых молочных продуктов в торговую сеть

Потребное число доильных станков:

$$Z_{\partial.c} = M_{\partial}t/T, \quad (3.20)$$

где  $M_{\partial}$  – число дойных коров, гол.;  
 $t$  – время доения одной коровы, мин;  
 $T$  – время доения всех коров, мин.

Время доения (мин) одной коровы зависит от разового надоя молока и может быть ориентировочно определено по формуле

$$t = 2,78 + 0,33q, \quad (3.21)$$

где  $q$  – разовый надой молока от одной коровы, кг.

Разовое время доения группы коров в большинстве хозяйств составляет 1,5–2,25 ч. На крупных промышленных комплексах применяется сменно-поточная система содержания животных, позволяющая увеличить коэффициент использования доильных установок в 3 раза; это дает возможность сократить потребное число доильных установок и целесообразнее организовать труд операторов машинного доения.

В качестве примерной схемы технологической линии доения и первичной обработки молока студент вправе выбрать вариант схемы, представленной на рисунке 3.8.

Потребное число доильных установок определяется из выражения

$$Z_{\partial.y} = Z_{\partial.c} / Z_y, \quad (3.22)$$

где  $Z_y$  – число станков в одной доильной установке.

Если количество установок получилось дробным, его округляют в ближайшую сторону и проверяют время дойки (мин)

$$T = M_{\partial}t / (Z_y Z_{\partial.y}). \quad (3.23)$$

Время дойки не должно выходить за допустимые пределы.

Потребное число операторов машинного доения

$$Z_{\partial} = M_{\partial} / (W_{on}T), \quad (3.24)$$

где  $W_{on}$  – производительность оператора, коров за один час (для АД-100А и ДАС-2Б – 17–22, АДМ-8 – 22–26, УДА-8 «Тандем» – 67–83, УДА-16 «Елочка» – 73–97).

Выбрав тип доильной установки и проведя расчеты потребного их числа на заданное поголовье коров, подбирают соответствующий типовой проект молочно-доильного блока.

Молочно-доильные блоки обычно соединяют с коровниками, что позволяет организовать закрытые проходы наименьшей длины. При этом пути движения выдоенных и невыдоенных коров не должны пересекаться. Для непрерывного поступления животных в доильный блок перед ним устраивают преддоильную площадку в расчете на одну группу коров (на одно животное предусматривается 1,8–2,0 м<sup>2</sup>).

При сменно-поточной системе содержания животных доильный блок стыкуют с кормовым помещением. При этом коровы проходят в доильный блок, предварительно съев свою норму корма в кормовом зале.

Расчетное количество молока (кг), выдаваемого за 1 дойку, определяют по формуле

$$Q_d = k_2 q M_d; \quad (3.25)$$

за сутки:

$$Q_c = Q_d n_d, \quad (3.26)$$

за час:

$$Q_v = k_n Q_c / T, \quad (3.27)$$

где  $n_d$  – кратность доения;

$k_2$  – коэффициент, учитывающий годовые колебания удоя ( $k_2 = 1,5$ );

$k_n$  – коэффициент неравномерности поступления молока ( $k_n = 1,3$ ).

### **3.3.3 Оборудование для первичной обработки молока**

Чтобы упорядочить проектирование и комплектование оборудования доильно-молочных блоков животноводческих ферм и комплексов, поставляющих молоко предприятиям молочной промышленности, были разработаны схемы технологических линий обработки молока на фермах. Рекомендованы восемь схем, в которых использовано серийно выпускаемое оборудование, подобранное в комплекты, для ферм и комплексов с поголовьем от 200 до 2000 коров, и две схемы для отдельно стоящих центральных фермских молочных. Во всех схемах на случай эпизоотии животных предусмотрено технологическое оборудование для пастеризации молока – пастеризаторы периодического и непрерывного действия.

Все типовые проекты доильно-молочных и молочных блоков животноводческих ферм и комплексов разрабатывают в соответствии с этими технологическими схемами молочных линий. Оборудование для обработки молока должно обеспечивать высокое его качество и соответствие требованиям стандарта, предусматривать обязательную первичную обработку молока непосредственно на ферме – охлаждая его до температуры не выше 10 °С.

Все операции, связанные с первичной обработкой молока, подразделяют на основные и вспомогательные. К основным операциям относятся механическая и тепловая обработки, к вспомогательным – прием, взвешивание и транспортировка молока, а также мойка и стерилизация посуды. Механическая обработка включает в себя очистку, нормализацию, сепарирование; тепловая – охлаждение и нагревание. Первичную обработку молока выполняют в поточных линиях на современных доильных установках по схеме: доение → очистка → охлаждение → хранение при низкой температуре. На крупных фермах строят централизованные прифермские молочные, где можно осуществлять частичную переработку молока. Если молоко из хозяйства поступает непосредственно в магазины, столовые, больницы, детские учреждения, то его вторично обрабатывают, т.е. очищают в центробежных очистителях, нормализуют по содержанию жира, пастеризуют, охлаждают и фасуют в мелкую тару.

Зная количество молока, надаиваемого за 1 ч, рассчитывают технологическую линию обработки и хранения молока в соответствии с зоотехническими требованиями к машинам и оборудованию.

Часовая производительность линии доения меняется в различные периоды доения, а производительность технологического оборудования для обработки молока обычно постоянная, поэтому поточность работы линии в целом достигается путем включения в нее уравнильных баков. Его объем определяется по формуле

$$W_{\text{бак}} = (Q_{\text{ч}} - Q_{\text{м.л}})T, \quad (3.28)$$

где  $Q_{\text{м.л}}$  – производительность технологической линии обработки молока, т/ч.

Уравнильный бак подбирают после определения его теоретической вместимости. Обычно используют баки ПБ-ОРМ-0,5, ПБ-ОРМ-1,0 и ПБ-ОРМ-2,0 с рабочими вместимостями соответственно 0,5; 1,0 и 2,0 м<sup>3</sup>.

Взвешивают молоко на весах СМИ-250М и СМИ-500М, имеющих приемные ванны (резервуары) вместимостью соответственно 250 и 500 дм<sup>3</sup>.

Молоко очищают от примесей фильтрованием и центробежным способом. Фильтруется молоко в потоке марлевыми, фланелевыми или лавсановыми фильтрами. Центробежный способ очистки молока от механических загрязнений с использованием сепаратора-молокоочистителя ОМА-3М и молокоочистителей агрегата ОМ-1А более совершенен. Его применяют в поточных линиях.

Сепаратор-молокоочиститель ОМА-3М используют в пастеризационных установках ОПУ-3М и ОП2-У5.

Охлаждают молоко в потоке на оросительных (открытых) или пластинчатых (закрытых) охладителях молока. Хладоносителем в них служит вода или рассол.

Охладители оборудуют насосами для подачи в них охлаждающей жидкости и молока.

Теплая вода из секции охлаждения молока может быть направлена в водопроводную систему либо в систему автопоения животных, что даст значительный экономический эффект.

Потребность в искусственном холоде (Дж/ч) подсчитывают по формуле

$$Q_{хол} = Q_{т.л}c(t_n - t_k), \quad (3.29)$$

где  $c$  – удельная теплоемкость молока, Дж/кг·°С ( $c = 3920$ );

$t_n$  и  $t_k$  – соответственно начальная и конечная температура молока, °С.

Молоко, охлажденное ниже 10 °С, хранят в вертикальных (В2-ОМВ-2,5 и В2-ОМВ-6,3) или горизонтальных (В2-ОМГ-4 и В2-ОМГ-10) резервуарах объемом соответственно 2500, 6300, 4000 и 10 000 дм<sup>3</sup>. В них гарантируется повышение температуры молока в течение 12 ч не более чем на 1 °С при разности температур окружающего воздуха и молока 20 °С.

Если молоко отвозят с фермы после нескольких доек, то его хранят в танках-охладителях, оборудованных холодильными установками.

Объем ванны выбирают в зависимости от количества накапливаемого молока.

В сельском хозяйстве широко применяют танки-охладители ТОМ-1, ТОВ-1, АХУ-1000, СМ-1250 (Польша), ТОМ-2А и МК-20 (Германия), горизонтальные полуцилиндрические резервуары-охладители молока РПО-1,6 и РПО-2,5 серий DXCR, DXCE, DXCEM (Швеция), резервуары непосредственного охлаждения МКА-2000Л-2А, РНО-1,6 и РНО-2,5.

Искусственный холод для охлаждения воды или рассола (хладоносителей) получают в холодильной установке. В сельскохозяйственном производстве преимущественно используют хладоновые холодильные установки типа МВТ-14 -1-0, МВТ-20-1-0, МКТ-14-2-0, МКТ-20-2-0 и МКТ-28-2-0, водоохлаждающие установки с частичной аккумуляцией холода УВ-10-01 и АВ-30, холодильные машины с аккумуляцией холода МХУ-12Т и ТХУ-14 для получения холода и теплой воды.

Молоко, поставляемое потребителям, пастеризуют, чтобы избежать возникновения эпизоотии. В поточных технологических линиях обработки его сначала регенерируют (подогревают горячим молоком, идущим на охлаждение), а затем пастеризуют. Регенераторы позволяют повысить производительность пастеризатора, сократить расход пара на пастеризацию и уменьшить размеры охладителя. Пастеризуют молоко в ваннах длительной пастеризации Г6-ОПБ-300, Г6-ОПБ-600, Г6-ОПБ-1000 объемом соответственно 300, 600, 1000 дм<sup>3</sup> и с поверхностью нагрева 2; 3,2; 4,2 м<sup>2</sup>.

Промышленность выпускает новые автоматизированные пластинчатые пастеризационно-охладительные установки А1-ОКЛ-3, АК-1-ОКЛ-5, А1-ОКЛ-10 производительностью соответственно 3000, 5000, 10 000 дм<sup>3</sup>/ч. Время выдержки молока 25 с. Коэффициент рекуперации 87 %. Поверхности теплообмена пластинчатых теплообменных аппаратов установок составляют соответственно 14, 24 и 50 м<sup>2</sup>. Удельный расход пара на 1000 дм<sup>3</sup> молока – 17,5 кг.

В установках типа А1-ОКЛ молоко очищается от механических загрязнений на сепараторах-молокоочистителях серии А1-ОЦМ.

Для получения сливок и обрата, а также для нормализации молока по содержанию жира его сепарируют на сепараторах СОМ-3-1000М, СПМФ-2000 и ОСП-3М.

После расчета основного оборудования для обработки и частичной переработки молока определяют транспортные и вспомогательные операции процесса.

Транспортировка молока. Молоко с ферм доставляют на молочный завод в большинстве случаев автоцистернами хозяйства, производящего молоко, или при централизованной вывозке – автоцистернами перерабатывающего предприятия. В сельском хозяйстве для этой цели используют автоцистерны АЦПТ-0,9; АЦПТ-1,7; АЦПТ-1,9; АЦПТ-2,1; АЦПТ-2,8; АЦПТ-3,3; АЦПТ-5,6; АЦПТ-6,2; АЦПТ-12. В марке цифры показывают объем цистерны (м<sup>3</sup>).

Автоцистерны позволяют сократить затраты труда и средств на обслуживание, уменьшить потери молока на 0,1–0,2 % по сравнению с перевозкой его во флягах. Необходимо выбрать марку и определить потребность фермы в автоцистернах в соответствии с суточным объемом и разовым вывозом охлажденного молока. Следует иметь в виду, что себестоимость тонны-километра при перевозке молока зависит от расстояния доставки и объема автомобильной цистерны. Применять цистерны большой грузоподъемности экономически более выгодно.

На крупных молочных комплексах значительно возрастает доля внутрифермских перевозок молока. В этом случае также весьма эффективно строительство прифермских транспортных напорных молокопроводов для сбора молока из отдельных блоков в общую молочную. Применяется также подземная транспортировка молока по трубам сжатым воздухом с использованием закладной детали – механического разделителя. При этом исключаются потери молока и удаляются со стенок молокопровода остатки моющих жидкостей, несколько снижается температура молока.

Подземные молокопроводы изготавливают из полиэтиленовых труб (диаметром 11–50 мм и длиной более 10 км), которые закладывают ниже уровня промерзания грунта.

Методика расчета различных типов молочных трубопроводов, аппаратов молочных линий подробно изложена в специальной литературе.

Технические характеристики агрегатов индивидуального доения (АИД) представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Техническая характеристика АИД

Показатель	Марка агрегата			
	Elmas-1	УДИ-5	УДИ-6	АИД-2
Обслуживаемое стадо (коров)	10	10	10	10
Пропускная способность за 1 час	6	6	10	6
Вакуумметрическое давление, кПа	48±1	48±1	48±1	48±1
Установленная мощность, кВт	0,75	0,75	0,75	0,75
Длина вакуумпровода, м	-	-	10	-
Масса, кг, не более	70	65	80	60

При привязном содержании используются линейные доильные установки, техническая характеристика которых приведена в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Техническая характеристика линейных доильных установок

Показатель	Марка агрегата					
	АДМ-8А-200	Unicala	УДМ-200	АД-100А	ДАС-2Б	Westfalia RMA-200
Обслуживаемое поголовье, гол.	208	200	200	100	100	200
Количество операторов, чел.	4	4	4	4	4	4
Пропускная способность, коров/час	112	100	100	50	50	100
Количество доильных аппаратов	16	12	12	8	8	12
Марка доильного аппарата	АДМ-1.02	Doovac-300	Интерпульс	Волга	ДА-2М	Classic 300
Вакуумметрическое давление, кПа	46±1	50-30	50	53	48-51	38-4
Диаметр молокопровода, мм	45	52	52	-	-	52
Диаметр вакуумпровода, мм	40	40	40	25	25	40
Длина молокопровода, м	200	140	200	-	-	200
Средний срок службы, лет	8	10	10	10	10	20
Общая мощность, кВт	8,75	10	12	3	2	16

Техническая характеристика доильных установок для доильных залов представлена в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Техническая характеристика доильных установок для доильных залов

Показатель	УДА-8А	УДА-12Е	УДА-16А	Euroclass 1200	УДА-24Е	Евро-параллель	Карусель	Autorotor	Roto-lactor
Предприятие-изготовитель	Курган-сельмаш	БелНИИМСХ	Курган-сельмаш	Westfalia	Гомель агрокомплект	Westfalia	S.A.C.	Westfalia	Alfa-Laval
Страна	Россия	Беларусь	Россия	Германия	Беларусь	Германия	Дания	Германия	Швеция
Поголовье обслуживаемого стада, гол.	200	240	400	500	400	600	800	600	600
Пропускная способность, коров/час	60-70	70	66-78	80	100	100	120(200)	90-110	100-120
Расположение станков	Тандем	Елочка	Елочка	Елочка	Елочка	Тандем	Елочка	Елочка	Елочка
Количество доильных станков	8 (2×4)	12(2×4)	16 (2×8)	16 (2×8)	24(2×12)	16	28	24	20
Число доильных аппаратов, шт.	8	12	16	16	24	16	28	24	20
Марка доильных аппаратов	МД-Ф-1	Майстар	МД-Ф-1	Classic 300	АДС	Classic 300	Unico2	Classic 300	Маэстро Е
Вакуумметрическое давление, кПа	47±1	48±1	47±1	48±1	48±1	48±1	48±1	48±1	50±1
Установленная мощность, кВт	18,1	18	20,1	22	32	25	38	36	
Масса установки, кг	2515	2740	2820	2200	6700	12800	15000	13450	
Обслуживающий персонал:									
оператор	1	1	1	1	1-2	1	1(2)	1	1
скотник	2	3	2	1	3	1	1	1	1
Примерная стоимость на 2013 г., тыс. руб.	1200	1250	1400	4500	4300	1300	7500	7500	600

## **3.4 Методика проектирования системы создания и поддержания оптимальных параметров микроклимата животноводческих помещений**

### ***3.4.1 Требования к системам для поддержания микроклимата***

Микроклимат животноводческих помещений поддерживается рядом параметров: температура, влажность и скорость движения воздуха, его пылевая и бактериальная загрязненность, содержание вредных газовых примесей, уровень освещенности, уровень шума.

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий и помещений следует проектировать в соответствии с требованиями свода правил СП 60.13330, СП 1106.1330 и нормами технологического проектирования: НТП-АПК 1.10.05.001.-01; НТП-АПК 1.10.02.001-00; НТП-АПК 1.10.01.001-00 и др.

Системы отопления и вентиляции животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий должны обеспечивать в зоне размещения животных и птицы заданные нормами технологического проектирования (методическими рекомендациями по технологическому проектированию) параметры микроклимата.

Все животноводческие и птицеводческие здания должны быть оборудованы вентиляцией. Необходимость отопления (охлаждения) этих зданий, а также производительность систем отопления (охлаждения) и вентиляции следует определять расчетом в зависимости от заданных параметров внутреннего и наружного воздуха, тепло-, влаго- и газовыделений животными и птицей (с учетом изменений в процессе их роста) в помещениях, тепла от работающего оборудования, тепла солнечной радиации, теплотеря через ограждающие конструкции, теплотеря с инфильтрацией воздуха через неплотности в ограждениях. Кондиционирование воздуха в помещениях для содержания животных и птицы допускается предусматривать по требованиям технологии при экономической целесообразности, если заданные параметры микроклимата помещений не могут быть обеспечены вентиляцией, в том числе и вентиляцией с испарительным охлаждением воздуха.

Теплоснабжение животноводческих и птицеводческих зданий для отопления и вентиляции, горячего водоснабжения и технологических нужд следует предусматривать централизованным – от тепловых сетей

ТЭЦ и котельных. При технической возможности и экономической целесообразности допускается использование других источников тепла (электронагревательных устройств, теплогенераторов, тепловых пушек и т.п.).

Расчетные параметры внутреннего воздуха при проектировании отопления и вентиляции в основных производственных помещениях содержания животных, птицы, зверей (кроме нутрий) приведены в нормах технологического проектирования (методических рекомендациях по технологическому проектированию) животноводческих, птицеводческих и звероводческих ферм, комплексов (предприятий, объектов); нормах технологического проектирования ветеринарных объектов, станций и пунктов искусственного осеменения животных.

Расчетные параметры наружного воздуха следует принимать в соответствии с СП 60.13330:

– при проектировании систем отопления, воздушных и воздушно-тепловых завес, а также кондиционирования воздуха – параметры Б;

– при проектировании систем вентиляции с механическим побуждением и воздушного отопления для холодного периода года в зданиях для крупного рогатого скота, свиней, коз молочного и мясного направления продуктивности, верблюдоматок с верблюжатами, кроликов, нутрий и птицы, проектируемых в районах со средней температурой наиболее холодной пятидневки ниже минус 10 °С, – параметры Б, а в этих же зданиях, проектируемых в районах с температурой 10 °С и выше, и в зданиях для лошадей и овец – параметры А;

– при проектировании систем вентиляции с механическим побуждением для теплого периода года – параметры А.

При проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования следует предусматривать оптимальный режим работы отопительно-вентиляционного оборудования в течение года. При этом при промежуточных значениях температур наружного воздуха от 10 °С и ниже относительную влажность воздуха следует принимать равной:

– для районов со средней температурой наиболее холодной пятидневки выше минус 15 °С – 85 %;

– от минус 15 °С до минус 25 °С – 80 %;

– от минус 25 °С и ниже – 75 %.

При определении тепловой мощности систем отопления и вентиляции животноводческих, звероводческих и птицеводческих

зданий необходимо учитывать дополнительные для этих зданий теплопотери на нагрев поступающих извне кормов, испарение влаги с подстилки и смоченных поверхностей и тепловыделения от глубокой подстилки.

В помещениях для содержания животных, нутрий, кроликов и птицы в случаях, когда теплопотери не компенсируются тепловыделениями, необходимо предусматривать воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией.

В родильных отделениях крупного рогатого скота, в помещениях для содержания свиноматок с поросятами, молодняка кроликов и птицы допускается применять системы отопления с местными нагревательными приборами.

Для обогрева поросят-сосунов и молодняка, птицы младших возрастов следует предусматривать системы локального обогрева.

В проектах следует предусматривать мероприятия по повышению уровня использования вторичных топливно-энергетических ресурсов; максимальному применению рекуперации тепла в технологических агрегатах, а также утилизации низкопотенциального тепла с помощью тепловых насосов.

Температуру поверхности нагревательных приборов следует принимать:

- а) в помещениях для содержания птицы на полу – не более 105 °С;
- б) в помещениях для содержания птицы в клетках и животных, а также в других производственных помещениях – до 150 °С.

Нагревательные приборы и трубопроводы систем отопления и вентиляции должны размещаться в недоступных для животных и птицы местах или иметь защитные ограждения, при этом во всех случаях должна обеспечиваться возможность дезинфекции и очистки нагревательных приборов и трубопроводов.

Воздухообмен в помещениях для содержания животных, нутрий, кроликов и птицы следует определять расчетом исходя из условий обеспечения в зоне размещения животных заданных параметров микроклимата, пылевой и бактериальной загрязненности внутреннего воздуха, которые приведены в нормах технологического проектирования (методических рекомендаций по технологическому проектированию) или требованиях подраздела проекта.

В случаях, когда в нормах технологического проектирования (методические рекомендации по технологическому проектированию)

или ветеринарно-санитарных требованиях приведены минимальные объемы подачи наружного воздуха на одну голову или единицу живой массы (как правило, в холодный период года), производительность вентиляционных систем, определяемая расчетом для удаления вредностей, должна удовлетворять также и этим требованиям. При содержании крупного рогатого скота на решетчатых полах с применением подполий следует предусматривать вытяжку из подполий и каналов в количестве не менее 30 % минимального воздухообмена.

При проектировании систем воздухораспределения в животноводческих и птицеводческих помещениях необходимо производить расчет распространения воздушных струй. Температура воздуха в рассчитываемом сечении воздушной струи на входе в зону размещения животных и птицы не должна отличаться от расчетной более чем на 2 °С, а скорость движения воздуха должна соответствовать значениям, приведенным в Нормах технологического проектирования (НТП).

### ***3.4.2 Рекомендации по выбору схем вентиляции***

Выбор системы вентиляции для определенного животноводческого помещения является очень сложной и ответственной процедурой.

Цель систем обеспечения микроклимата – создать среду обитания животных, обеспечивающую требуемый технологический эффект при минимальных энергозатратах. Немаловажной является задача создания приемлемых условий для обслуживающего персонала животноводческих помещений и условий эксплуатации технологического оборудования, установленного в помещении. Возрастает внимание и к проблеме загрязнения окружающей среды с вентиляционными выбросами, содержащими газообразные продукты жизнедеятельности животных, многие из которых являются токсичными или дурнопахнущими.

Все ключевые вопросы создания современных систем микроклимата как одного из объектов в цепи производства животноводческой продукции определяются комплексом исходных данных, структура которых показана на рисунке 3.9. Требования к данным системам, технологические схемы обработки воздуха, выбор оборудования и режимов его работы определяются видом животных, объемно-планировочными решениями здания и технологий содержания, климатом в данном регионе.

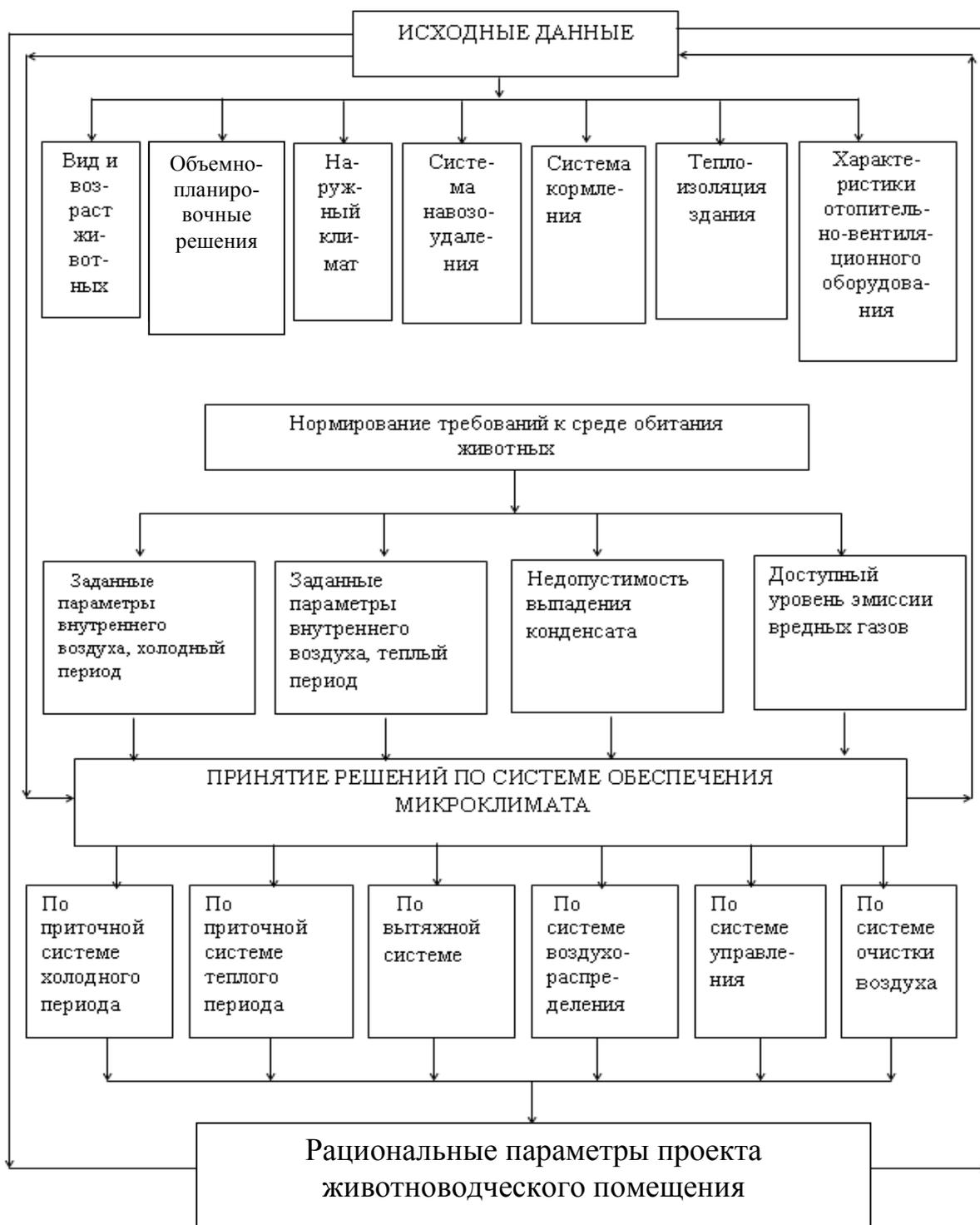


Рисунок 3.9 – Структурная схема создания систем обеспечения микроклимата животноводческих помещений

На фермах крупного рогатого скота в последнее время широко распространилась схема с использованием светового конька. Его популярность обусловлена следующим:

1. Высокоэффективность. Очень часто одного светового конька достаточно, чтобы решить проблему плохой вентиляции коровника.

2. Простота эксплуатации. Не требует квалификационного персонала на обслуживание и настройку.

3. Не требует затрат ресурсов (электроэнергии и топлива) на функционирование. Работает благодаря возникающей при ветре разнице давления.

4. Продолжительный срок эксплуатации. Материалы, используемые в световом коньке, благодаря его конструкции практически не подвергаются износу.

5. Функция освещения. Благодаря своей конструкции позволяет дополнительно экономить электроэнергию, поскольку в дневное время суток обеспечивает необходимую освещенность.

В птичниках системы естественной вентиляции практически не применяются. В последние годы разработаны новые схемы вентиляции и охлаждения птичников: тоннельная вентиляция, охлаждение испарением и т.д.

Системы тоннельной вентиляции применяются для сведения к минимуму сезонных колебаний температуры и особенно эффективны в периоды жаркой погоды. В системе тоннельной вентиляции все вытяжные вентиляторы располагаются в одном торце птичника, а все воздухозаборники – в противоположном торце. Воздух перемещается со скоростью 2,4 м/с по всей длине птичника, при этом забирая влагу, газовые загрязнения. Воздушный поток создает эффект охлаждения ветром, что позволяет снизить эффективную температуру на 5–7 °С. Эффективная температура в птичнике должна удерживаться на отметке ниже 30 °С, при этом полное замещение объема воздуха в птичнике должно происходить за 0,75–1,3 минуты. Скорость воздушного потока свыше 2,5 м/с не рекомендуется.

Поскольку вентиляция не может снизить температуру в птичнике ниже отметки температуры внешнего воздуха, все чаще применяется охлаждение испарением. В комбинации с тоннельной вентиляцией устанавливаются экраны-охладители (испарители) и/или системы распыления влаги, что позволяет снизить эффективную температуру в птичнике при испарении воды. Это очень эффективно при низкой относительной влажности. Например, при относительной влажности в 30 % температуру воздуха можно снизить на 10 °С.

На всех типах животноводческих помещений возможно применение вентиляции с утилизацией выбросного тепла.

### 3.4.3 Расчет системы вентиляции животноводческих помещений

При кратности воздухообмена  $K < 3$  выбирают естественную вентиляцию, при  $K = 3-5$  – принудительную вентиляцию без подогрева подаваемого воздуха и при  $K > 5$  – принудительную вентиляцию с подогревом подаваемого воздуха.

Вентиляция с естественным побуждением воздуха происходит под влиянием ветра (ветровой напор) и вследствие разности температур (тепловой напор). Принудительная вентиляция осуществляется при помощи вентиляторов.

Кратность часового воздухообмена определяют по формуле

$$K = \frac{L}{V_n}, \quad (3.30)$$

где  $L$  – воздухообмен животноводческого помещения, м<sup>3</sup>/ч;  
 $V_n$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

Расчет необходимого воздухообмена животноводческого помещения производится по предельно допустимым зоогигиеническим нормам содержания углекислоты или влажности воздуха в помещениях для разных видов животных. Поскольку сухость воздуха в животноводческих помещениях имеет особое значение для создания у животных устойчивости к заболеваниям и высокой продуктивности, то правильнее вести расчет объема вентиляции по норме влажности воздуха. Объем вентиляции, рассчитанный по влажности, выше, чем рассчитанный по углекислоте. Основной расчет необходимо проводить по влажности воздуха, а контрольный – по содержанию углекислоты.

Воздухообмен по влажности определяется по формуле

$$L_w = \frac{C \cdot m}{C_1 - C_2}, \quad (3.31)$$

где  $C$  – количество водяных паров, выделяемых одним животным, г/ч;

$m$  – количество животных в помещении;

$C_1$  – допустимое количество водяного пара в воздухе помещения, г/м<sup>3</sup>;

$C_2$  – содержание влаги в наружном воздухе в данный момент, г/м<sup>3</sup> ( $C_2 = 3,2-3,3$  г/м<sup>3</sup>).

Допустимое количество водяного пара в воздухе  $C_1$  определяется нормами относительной влажности  $W$  (%) и температуры  $t$  (°C) в данном животноводческом помещении. Эти параметры приведены в нормах технологического проектирования по КРС – НТП-АПК 1.10.01.001-00 и НТП 1-99, по свиньям – НТП-АПК 1.10.02.001-00 и ВНТП 2-96, овцам – НТП-АПК 1.10.03.001-00 по птице – НТП-АПК 1.10.05.001-01.

Приближенно величину  $C_1$  можно подсчитать по формуле

$$C_1 = \frac{W}{100} \cdot C_{\max}, \quad (3.32)$$

где  $C_{\max}$  – максимальное количество водяных паров, удерживаемых в воздухе (т.е. при  $W = 100$  %) при данной температуре (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Количество граммов водяного пара в 1 м<sup>3</sup> воздуха при  $W = 100$  %, г/м<sup>3</sup>

Температура, °C	$C_{\max}$ , г/м <sup>3</sup>	Температура, °C	$C_{\max}$ , г/м <sup>3</sup>	Температура, °C	$C_{\max}$ , г/м <sup>3</sup>
0	4,60	+12	10,46	+24	22,18
+1	4,94	+13	11,16	+25	23,55
+2	5,30	+14	11,91	+26	24,99
+3	5,69	+15	12,70	+27	26,51
+4	6,10	+16	13,54	+28	28,10
+5	6,53	+17	14,42	+29	29,78
+6	7,00	+18	16,36	+37	46,73
+7	7,49	+19	16,35	+38	49,35
+8	8,02	+20	17,39	+39	52,09
+9	8,57	+21	18,50	+40	54,97
+10	9,17	+22	19,66		
+11	9,79	+23	20,91		

Расчет величины требуемого воздухообмена по содержанию углекислоты производят по формуле

$$L_{\text{N}2} = \frac{D \cdot m}{P_1 - P_2}, \quad (3.33)$$

где  $P$  – количество углекислоты, выделяемое одним животным в течение часа, л/ч;

$P_1$  – предельно допустимое количество углекислоты в воздухе помещения, л/м<sup>3</sup>;

$P_2$  – содержание углекислоты в свежем (приточном) воздухе, л/м<sup>3</sup> ( $P_2 = 0,3-0,4$  л/м<sup>3</sup>).

Необходимые данные для расчета по формуле (3.37) имеются в упомянутых выше документах.

Из полученных расчетом значений величин  $V_w$  и  $V_{CO_2}$  принимается большее. По нему и подсчитывается требуемая кратность воздухообмена  $K$ , который и определяет тип вентиляции.

При естественной вентиляции в первую очередь определяется общая площадь  $S_g$  вытяжных каналов (м<sup>2</sup>)

$$S_g = \frac{L}{3600v}, \quad (3.34)$$

где  $v$  – скорость движения воздуха при прохождении через трубу определенной высоты и при определенной разнице температур, м/с.

Значение  $v$  (м/с) в каждом случае может быть определено по формуле

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{h(t_{вн} - t_{н})}{273}}, \quad (3.35)$$

где  $h$  – высота канала, м;

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

$t_{н}$  – температура воздуха снаружи помещения, °С (берется для переходных периодов «осень-весна»).

Далее, исходя из схемы животноводческих помещений, принимается число вытяжных каналов  $n_g$ . Поперечное сечение  $S_l$  (м<sup>2</sup>) одного канала при этом определяется из формулы

$$S_l = \frac{S_B}{n}. \quad (3.36)$$

Площадь приточных каналов  $S_n$  обычно составляет 60–70 % от площади вытяжных  $S_B$ .

Расчет вентиляции с искусственным побуждением воздуха производится при кратности воздухообмена  $K > 3$ .

Вентиляционные установки с искусственным побуждением воздуха бывают с механическим побуждением вытяжки и с механическим побуждением притока.

Вентиляторы обычно характеризуются двумя основными величинами: подачей  $Q_v$  и создаваемым напором  $H$ .

При непрерывной работе вентилятора его подача выбирается равной необходимому воздухообмену. Чтобы регулировать величину воздухообмена, выбирают вентилятор с запасом по подаче и включают его в действие периодически. При установке вентилятора в каждой шахте его подачу ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) определяют по формуле

$$Q_v = \frac{(2-3)L}{n_v}, \quad (3.37)$$

где  $n_v$  – число вытяжных каналов.

Подача каждого вентилятора не должна превышать  $8000 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Диаметр труб вентиляционной сети выбирают достаточно большими, чтобы скорость движения воздуха в них была не более  $12-15 \text{ м/с}$ . Диаметр трубопровода (м) (сечение шахты) определяют по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}. \quad (3.38)$$

Расчет необходимой величины напора вентилятора производят по величине сопротивлений движению воздуха в канале или воздухопроводе. При движении воздуха по воздухопроводу имеют место потери напора на преодоление сопротивления трению и от местных сопротивлений.

Потери напора (м) от сопротивления трению в прямой круглой трубе рассчитываются по формуле

$$\Delta h_{\text{тр}} = \lambda \frac{l \rho v^2}{2D}, \quad (3.39)$$

где  $\lambda$  – коэффициент сопротивления трению воздуха в трубе,  $\lambda=0,02$ ;

$l$  – длина трубопровода, м;

$\rho$  – плотность воздуха,  $\rho=1,2-1,3 \text{ кг/м}^3$ .

Потери напора (м) от местных сопротивлений находят по формуле

$$h_{in} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \sum \xi, \quad (3.40)$$

где  $\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Значения коэффициентов потерь от местных сопротивлений

Наименование местного сопротивления	Величина коэффициента
Колено с углом $\alpha$ : 90°	1,10
120°	0,55
Отвод при R/D: 1,0	0,25
1,5	0,175
2,0	0,15
Внезапное сужение при S/S': 0,1	0,29
0,3	0,25
0,4	0,21
0,5	0,18
Внезапное расширение S'/S: 0,1	0,81
0,3	0,49
0,5	0,25
Дроссель или задвижка	0,01-0,08
Боковой выход	1,0
Вход с конца	0,3
Выход с конца	1,0
Сетка при живом сечении, %	0,1
Жалюзи (выход)	3,0
Жалюзи (вход)	0,5

*Примечание.*  $\alpha$  – угол,  $R$  – радиус отвода,  $D$  – диаметр трубопровода,  $S$  – поперечное сечение отвода,  $S'$  – поперечное сечение трубопровода.

Общие потери напора (м) в вентиляционной системе составляют

$$H = H_{mp} + h_{mc}. \quad (3.41)$$

Технические характеристики осевых и центробежных вентиляторов приведены в справочной литературе и сети Интернет.

### 3.4.4 Расчет отопления помещения

Оптимальная температура окружающей среды улучшает работоспособность людей, а также повышает продуктивность животных и птицы. В помещениях, где оптимальная температура и влажность воздуха поддерживаются за счет биологического тепла, нет необходимости устанавливать специальные отопительные приборы.

При расчете системы отопления предлагается такая последовательность: определение тепловых потерь отапливаемого помещения; определение потребности в тепловых приборах.

Для животноводческих и птицеводческих помещений применяют воздушное отопление, паровое низкого давления с температурой приборов до 100 °С, водяное с температурой 75–90 °С, электрообогреваемые полы.

Определяют дефицит теплового потока (Дж/ч) для отопления животноводческого помещения по формуле

$$Q_{\text{III}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 - Q_{\text{ж}}, \quad (3.42)$$

где  $Q_1$  – поток теплоты, проходящий сквозь окружающие строительные конструкции, Дж/ч;

$Q_2$  – поток теплоты, теряемый с удаляемым воздухом при вентиляции, Дж/ч;

$Q_3$  – случайные потери потока тепла, Дж/ч;

$Q_{\text{ж}}$  – поток теплоты, выделяемый животными, Дж/ч.

$$Q_1 = \sum_{i=1}^n (K_i S_i)(t_{\text{Ai}} - t_i), \quad (3.43)$$

где  $K_i$  – коэффициент теплопередачи ограждающих строительных конструкций, Дж/м<sup>2</sup>·ч °С (таблица 3.18);

$S_i$  – площадь поверхностей, теряющих поток теплоты, м<sup>2</sup>;

$t_{\text{вн}}, t_{\text{н}}$  – температура воздуха соответственно в помещении и снаружи, °С.

Поток теплоты, теряемый с удаляемым воздухом при вентиляции

$$Q_2 = CL(t_{\text{Ai}} - t_i), \quad (3.44)$$

где  $C$  – объемная теплоемкость воздуха, равная 0,0013 Дж/(м<sup>3</sup>·°С).

Поток теплоты, выделяемый животными или птицей, равен

$$Q_{ж} = \sum_{i=1}^n qm, \quad (3.45)$$

где  $q$  – поток теплоты, выделяемый одним животным данного вида, Дж/ч;

$m$  – количество животных данного вида в помещении, гол.

Случайные потери потока тепла принимаются в количестве 10–15 % от  $Q_{ж}$ , т.е.

$$Q_3 = (0.10 - 0.15)Q_{ж}. \quad (3.46)$$

Таблица 3.18 – Значение коэффициента теплопередачи

Элемент здания	Толщина ограждений, м	Коэффициент в зависимости от толщины ограждений конструкции, кДж/м <sup>2</sup> ·ч°С
Кирпичные стены:		
в 1,5 кирпича	0,395	5,544
2 кирпича	0,525	4,464
2,5 кирпича	0,655	3,744
Стены из пустотелых камней:		
в 1 камень	0,205	6,660
1,5 камня	0,305	4,968
2 камня	0,405	3,960
Деревянные стены:		
200 мм	0,160	3,672
240 мм	0,20	3,060
Наружные окна:		
одинарные	-	21,060
двойные	-	9,648
Ворота:		
одинарные	-	16,848
двойные	-	8,388
Чердачное перекрытие	-	4,212

Подбирают нагревательные установки по площади (поверхности) нагрева (электрокалориферы или теплокалориферы).

Площадь поверхностей нагревательных установок определяют по формуле

$$Si \dot{o} = \frac{Q_{\dot{\alpha}}}{q_1}, \quad (3.47)$$

где  $q_1$  – съем теплового потока с единицы поверхности нагревательного устройства, Дж/(ч·м<sup>2</sup>).

В свою очередь

$$q_1 = k' \left( \frac{t_{\dot{\alpha}o} + t_{\dot{\alpha}i\dot{o}}}{2} - t_a \right), \quad (3.48)$$

где  $k'$  – коэффициент теплоотдачи, Дж/(м<sup>2</sup>·ч·°С), ( $k' = 217,4$ );

$t_{ex}$  – температура теплоносителя при входе в теплокалорифер,  $t_{ex} = 90^\circ\text{C}$ ;

$t_{вых}$  – температура теплоносителя на выходе из теплокалорифера,  $t_{вых} = 70^\circ\text{C}$ ;

$t_a$  – температура окружающего воздуха.

Схемы систем обеспечения заданного микроклимата в различных животноводческих помещениях представлены на рисунке 3.10.

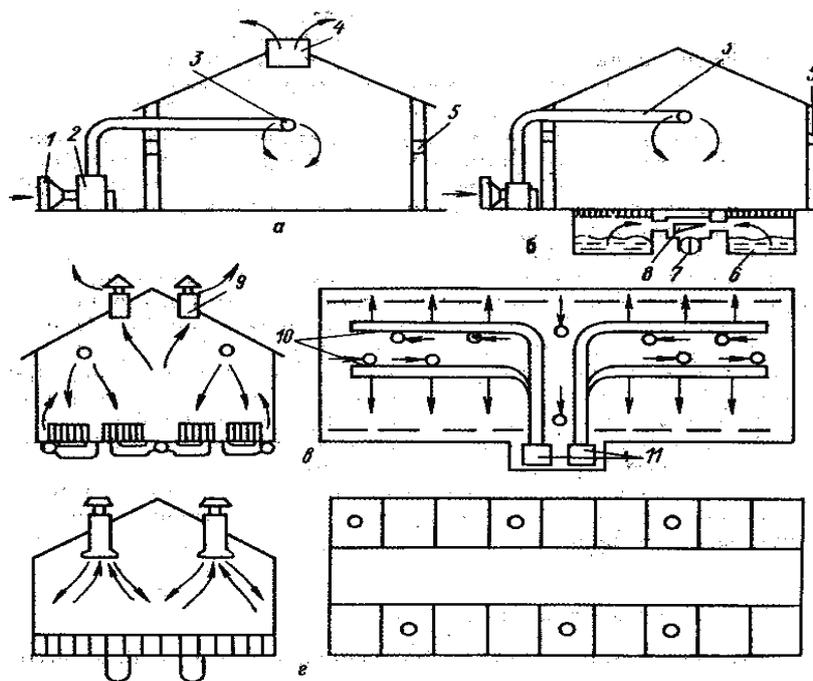


Рисунок 3.10 – Схемы систем обеспечения заданного микроклимата в различных животноводческих помещениях:

*а* – коровники при привязном и беспривязном содержании;  
*б* – помещения с подпольным хранением навоза; *в* – комплексы на 24 тыс. свиней в год; *г* – комплексы на 108 тыс. свиней в год;  
 1 – калорифер; 2 – приточный вентилятор; 3 – воздуховоды; 4 – вытяжная шахта; 5 – окно; 6 – вытяжной канал; 7 – вытяжной вентилятор; 8 – верхний воздуховод в системе вытяжки; 9 – вытяжная шахта с вентилятором; 10 – вытяжные каналы; 11 – вентиляционные агрегаты

## **3.5 Методика проектирования поточной технологической линии удаления и утилизации навоза**

### ***3.5.1 Общие сведения***

Ежегодно на животноводческих фермах и комплексах страны скапливается громадное количество навоза (до 1 млрд т). Своевременное его удаление и использование – важная народнохозяйственная проблема, значение которой еще более возрастает в связи с укрупнением животноводческих ферм, совершенствованием их технической оснащённости, повышением требований к санитарно-гигиеническим условиям содержания животных и к качеству производимых продуктов. При этом еще до недавнего прошлого вопросы удаления и использования навоза рассматривались лишь с точки зрения получения большого количества органических удобрений.

При внедрении промышленных методов получения животноводческой продукции выход навоза на крупных животноводческих комплексах резко увеличивается, что создает опасность загрязнения окружающей среды. Так, по свидетельству ученых, откормочное предприятие мощностью в 100 тыс. голов скота по количеству образующихся отходов эквивалентно городу с населением более 1 млн человек. Поэтому в настоящее время проблему удаления и использования навоза следует рассматривать, принимая во внимание в первую очередь вопросы защиты окружающей среды, вероятность заболевания животных, а также значение навоза как удобрения. Кроме того, продолжаются работы над использованием навоза для производства кормов и кормовых добавок, для выработки биотоплива.

Проблема механизации удаления и использования навоза включает в себя три больших вопроса: удаление навоза из животноводческих помещений и транспортировка его в хранилища; складирование, обеззараживание и хранение навоза; использование навоза. Эти вопросы взаимосвязаны, поэтому, решая один из них, необходимо в такой же степени решать и другие.

Изучение передового опыта проектирования и эксплуатации животноводческих ферм и комплексов показало, что в зависимости от консистенции навоза, технологии его использования, способа содержания животных меняются и технические средства для очистки помещений и площадок, конструкция и размеры навозохранилищ, способы обезвоживания навоза.

Навоз представляет собой сложную полидисперсную многофазную среду, включающую в себя твердые, жидкие и газообразные вещества. Основную часть навоза составляет влага.

Твердый навоз имеет влажность до 81 %, полужидкий (пастообразный) – 82–88 %, жидкий (бесподстилочный) навоз – 88–93 % на фермах крупного рогатого скота и до 97 % на свинооткормочных фермах.

Жидкий навоз представляет собой смесь твердых и жидких фракций экскрементов животных, технологической и смывной воды. Количество и качество жидкого навоза зависят от возраста, типа кормления, системы содержания, продуктивности животных и технологии накопления навоза. Ниже указан примерный суточный выход не разбавленного водой жидкого навоза для различных видов животных (таблица 3.19).

Таблица 3.19 – Примерный суточный выход навоза

Вид животных и птицы	Смесь мочи и кала, помет, кг	Вид животных и птицы	Смесь мочи и кала, помет, кг
Коровы	55,000	Свиньи на откорме	6,600
Нетели	27,000	Отъемыши	2,400
Молодняк	14,000	Лошади	20,000
Телята	7,500	Овцы	4,000
Хряки	11,100	Утки	0,423
Свиноматки: подсосные супоросные холостые	15,300 10,000 8,800	Гуси	0,594
		Индейки	0,450
		Мясные куры	0,300
		Куры яичного направления	0,175–0,189
Ремонтный молодняк	5,100		

Газообразные вещества образуются во время хранения как твердого, так и жидкого навоза. Газообразование усиливается при повышении температуры, увеличении сроков хранения, а также количества подстилки и остатков кормов в навозе. Выделяющийся при анаэробном брожении навоза газ содержит 55–65 % метана, 35–45 % углекислоты, 3 % азота, 1 % водорода, 0–1 % кислорода, 0–1 % сероводорода и некоторое количество аммиака. Этот газ опасен для людей и животных. Возможность отравления создается летом, а также при

длительном хранении навоза под щелевыми полами и во время выпуска его из каналов. Поэтому в таких местах надо хорошо организовать вентиляцию. Уже при содержании сероводорода в воздухе 0,03 % появляются первые признаки отравления. Безопасной считается концентрация не выше 0,0002 %. Животные и люди могут переносить содержание углекислоты в воздухе до 2 %. При 4 % появляются первые признаки отравления, затем наступает потеря сознания.

Бесподстилочный навоз почти однороден по фракционному составу. Средневзвешенная длина частиц составляет 2,6 мм, а частиц длиной свыше 10 мм содержится не более 1 %. При использовании на фермах крупного рогатого скота в качестве подстилочного материала опилок средневзвешенная их длина составляет 7,9 мм, длина наибольших включений не превышает 42 мм. Средневзвешенная длина включений влияет на эксплуатационную надежность навозоуборочных машин.

На большинство показателей, характеризующих физико-механические свойства навоза, влияет влажность навоза, которая, в свою очередь, зависит от первоначальной влажности экскрементов, вида и количества применяемой подстилки, от ее первоначальной влажности, принятой системы уборки навоза и других факторов.

Объемная масса навоза зависит от размера его частиц и соотношения различных фракций, влажности, вида, количества и качества подстилочного материала, от степени разложения навоза и многих других факторов. Объемная масса навоза колеблется в довольно широких пределах: 400–1010 кг/м<sup>3</sup>. При беспривязной системе содержания скота на глубокой несменяемой подстилке объемная масса ненарушенного навоза находится в пределах 880–980 кг/м<sup>3</sup>.

При проектировании и эксплуатации пневматических, гидравлических и механических систем удаления навоза и насосных станций, предназначенных для перекачки навозной жижи и ее транспортировки на поля и другие объекты, необходимо учитывать реологические (текучие) свойства жидкого навоза.

Ориентировочные значения плотности, вязкости и сопротивления сдвига навоза крупного рогатого скота, свиней, овец и птицы приведены в таблице 3.20.

На реологические свойства навоза влияют плотность, вязкость, расслаиваемость, то есть выделение осадка тяжелых примесей и другие факторы. Жидкий навоз представляет собой вязко-пластическую массу. Обычно чем меньше вязкость, тем лучше перемещаются экскременты самотеком по каналам и по напорным трубам.

Таблица 3.20 – Свойства навоза (средние показатели)

Вид животного	Выход навоза, кг				Общее количество навоза, кг	Влажность, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Вязкость, Пас	Сопротивление сдвигу, Па
	Кал	Моча	Вода	Подстилка					
<b>Подстилочный навоз (твердый)</b>									
КРС:									
быки	30	10	-	5	45	88	700–800	2,3–2,5	48–60
коровы	35	20	-	5	60	88	690–730	2,3–2,5	48–60
телята до 6 мес.	5	2,5	-	3	10,5	76	700–720	-	-
телята 6–12 мес.	10	4	-	3	17	76	700–720	-	-
телята 12–18 мес.	20	7	-	3	30	76	700–740	-	-
телята на откорме более 12 мес.	23	12	-	3	38	76	700–760	-	-
Свиньи:									
хряки	5	6,1	-	3	14,1	89	700–900	28	8
свиноматки	5	7	-	6	18	90	800–900	0,13	0,96
свиньи на откорме	2,4	2,7	-	2	7,1	87	700–800	64	15
Овцы	2,5	-	-	1	3,5		900–1250		
Куры	0,15	-	-	-	0,15	89	700–1005	1–0,3	
<b>Жидкий навоз</b>									
Коровы	35	20	25–50	-	80–105	84–92	1150–1005	9,4–1,3	190–15
Телята 6 мес.	10	4	10–20	-	24–34	84–92	1150–1005	9,4–1,3	190–15
Телята 12 мес.	20	7	20–40	-	47–67	84–92	1150–1005	9,4–1,3	190–15
Свиньи	5	6	10–20	-	21–31	84–92	1150–1005	4–0,1	32–0,4

В зависимости от влажности предельное напряжение сдвига навоза колеблется от 0 до 100 Па.

При эксплуатации машин и механизмов для удаления навоза большое значение имеют коэффициенты трения, скольжения, покоя, а также липкость навоза. Липкость характеризуется значением усилия (г/см<sup>2</sup>), необходимого для отрывания пластины от налипшей на нее массы навоза при определенных и постоянных условиях: начальном давлении на пластину, времени контакта и др. Способность навоза к налипанию на рабочие органы машин обусловлена его видом и состоянием поверхности.

Разрабатывая технологическую схему удаления навоза, инженер должен иметь представление об этих показателях.

Большое значение имеет температура замерзания навоза. Моча коров замерзает при температуре минус 2,85 °С, смесь навоза с мочой при минус 2,08 °С, твердые выделения при минус 1,1 °С. Плотный солоmistый навоз примерзает к металлическим поверхностям рабочих органов при минус 2 – минус 2,2 °С. Навоз влажностью 92 % и выше замерзает при минус 0,41 °С.

Навоз – отличное органическое удобрение для сельскохозяйственных угодий, потому что имеет в своем составе значительное количество органических и минеральных веществ, легко усваиваемых растениями. Например, навоз крупного рогатого скота состоит из органических веществ (20,3 %), азота (0,45), фосфора (0,23), калия (0,50) и извести (0,40 %). В зависимости от условий содержания скота количество органических и минеральных веществ в свежем навозе изменяется в 2–4 раза. Общее количество этих веществ в жидком навозе практически постоянно.

При продолжительном хранении жидкого навоза часть органических и минеральных веществ теряется. Потери в значительной мере зависят от способа хранения. Так, из жижи, хранящейся в жижесборниках в течение первого месяца, теряется до 6 %, а за год 10–15 % азота. Периодическое перемешивание навоза при длительном хранении увеличивает потери азота до 20–25 %.

При проектировании систем удаления, обработки и использования навоза и навозных стоков для животноводческих комплексов учитывают наличие земельных угодий для использования всего объема навоза. Расход труда, воды, топлива, энергии должен быть минимальным. Состав сооружений по обработке навоза подбирают так, чтобы он обеспечивал максимальное сохранение питательных веществ навоза с целью использования их в качестве удобрений, источника энергии и др. Предусматривают также обеззараживание навоза в случае возникновения на комплексе эпизоотии и исключение возможности загрязнения воздуха, почвы, открытых и подземных водисточников.

Механизация удаления навоза из животноводческих помещений может быть осуществлена механическим, гидравлическим и пневматическим способами. Классификация устройств для удаления навоза из помещений приведена на рисунке 3.11.

Мобильные средства (бульдозерная лопата, навешиваемая на трактор или самоходное шасси) применяются при удалении твердого навоза из помещений, выгульных дворов и площадок.

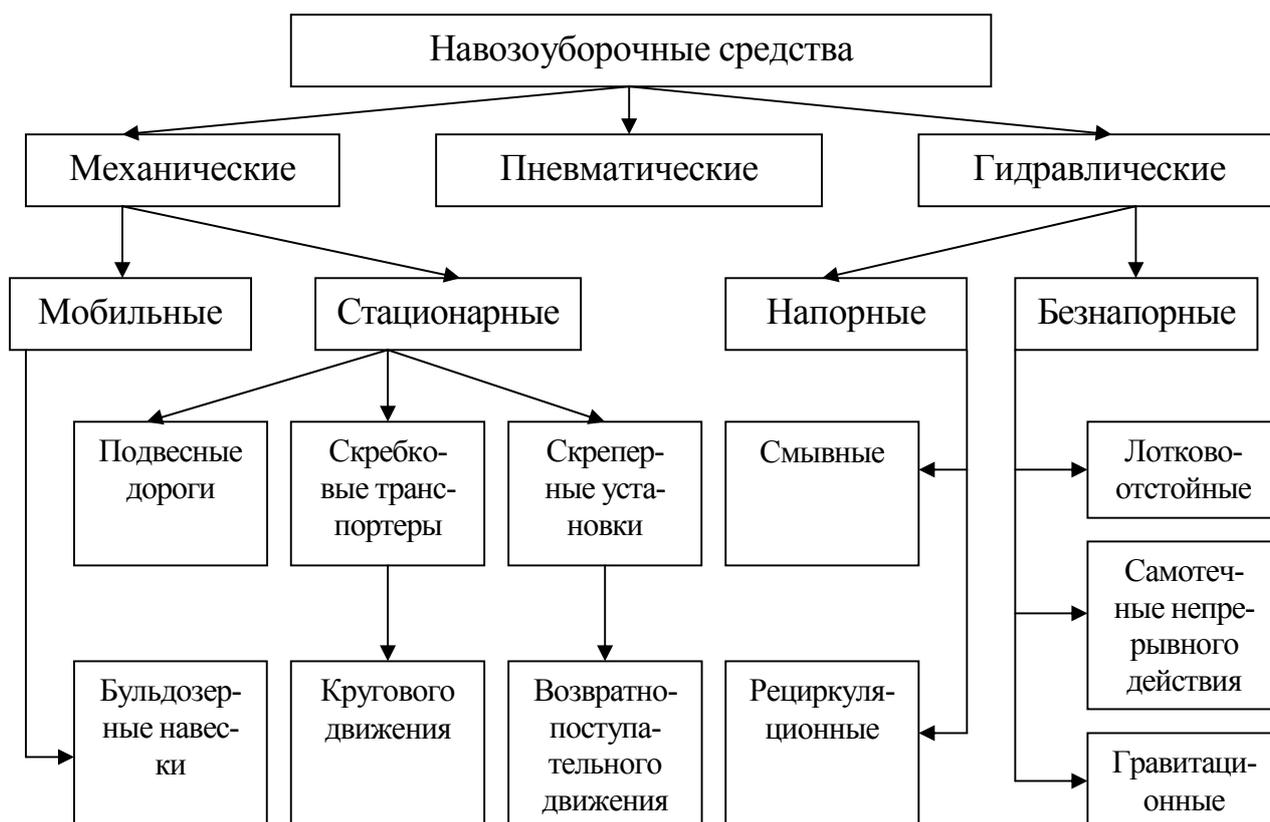


Рисунок 3.11 – Классификация устройств для удаления навоза из помещений

Стойло для скота при такой системе удаления навоза необходимо удлинять по сравнению с обычным на 5 см. Глубина навозной канавки-прохода должна составлять 20–25 см. При меньшей глубине ее или при полужидком навозе, получаемом из-за недостатка подстилки или плохого ее качества, он попадает на край стойла. Для сгребания навоза обратно в канавку подсобный рабочий при достаточном количестве хорошей подстилки затрачивает на 1 т навоза 4–8 мин, если же подстилки мало или она плохого качества, – до 12 мин. При использовании мобильных средств следует устраивать жижеборники.

Один из недостатков работы мобильных средств механизации – большее загрязнение навозного прохода, чем при работе стационарных установок. Загрязнение можно значительно снизить за счет достаточного количества хорошей подстилки и высокой культуры труда. Чтобы холодный воздух не проникал в коровник при удалении навоза зимой, необходимо создавать воздушные тепловые завесы.

Загрязнение воздуха коровника выхлопными газами трактора наблюдается при запуске или работе трактора с неотрегулированным двигателем и при плохой вентиляции. Поэтому надо ставить соответ-

ствующие нейтрализаторы. К шуму трактора коровы быстро привыкают, и он их мало беспокоит.

Стационарные установки включают в себя скребковые транспортеры кругового и возвратно-поступательного движения, а также канатно-скреперные установки и подвесные дороги.

Скреперные установки, движущиеся также возвратно-поступательно, применяют для удаления навоза из помещений, транспортировки его к навозоприемникам (на свиноводческих фермах) и одновременной погрузки в транспортные средства (на фермах крупного рогатого скота). Такие установки просты в изготовлении, надежны в работе, легко приспособляются к неровностям дна канала, менее металло- и энергоемки. Недостатки установок – недолговечность и трудность соединения троса при разрыве, сложность монтажа наклонной части навозных каналов.

Гидравлические установки по принципу действия делятся на напорные и самотечные.

Напорная транспортировка навоза осуществляется за счет потока смывающей жидкости (воды, мочи, навозной жижи), подаваемой насосом в канал. Самотечная транспортировка навоза возможна при определенном уклоне дна канала или поверхности транспортируемой массы и осуществляется по каналам или трубам без механизмов или транспортеров. Навоз из животноводческих помещений можно удалять самотечным и напорным транспортированием одновременно.

Среди гидравлических систем удаления жидкого навоза из помещений наиболее распространены смывная, рециркуляционная, лотково-отстойная, комбинированная, самотечная и гравитационная. Все эти системы, за исключением смывной и рециркуляционной, основаны на применении заглубленных лотков, перекрытых сверху решетчатым полом.

Смывная система основана на прямом смыве навоза струей воды, создаваемой напором водопроводной сети или подкачивающим насосом. Смесь воды, навоза и навозной жижи стекает в коллектор и для повторного смыва уже не используется. Недостаток этого способа – очень большой расход воды.

Рециркуляционная система состоит из самотечного трубопровода диаметром 0,3–0,4 м, проложенного с уклоном 0,006–0,01 и оборудованного сбросными колодцами, напорного трубопровода и насосной станции с приемным навозосборником. Навоз сбрасывают через

колодцы на поток навозной жижи, которая подается в самотечный трубопровод насосом через напорный трубопровод. По самотечному трубопроводу смесь жижи и навоза попадает в навозосборник вместимостью 8–10 м<sup>3</sup>.

Чтобы сократить затраты ручного труда, при применении этого способа вместо самотечных трубопроводов в коровниках и свинарниках устанавливают продольные лотки V-образного поперечного сечения, перекрытые решетчатыми полами. К началу лотков подводят напорный трубопровод, по которому 1–2 раза в сутки жижей смывают навозную массу.

Эта система работает удовлетворительно и наиболее экономична, однако она имеет некоторые недостатки. Во время промывки навозоприемных лотков повышается загазованность воздуха помещения. Кроме того, в случае возникновения инфекции в одном из помещений ряда не исключено заражение животных, содержащихся в других помещениях.

Лотково-отстойная (шиберная) система отличается от других наличием шиберов, установленных в местах примыкания продольных лотков к поперечному коллектору и предназначенных для накопления и периодического удаления навозной массы в приемный навозосборник. Кроме того, перед каждым циклом в лоток заливают воду из расчета 10–15 л на одно животное, чтобы избежать прилипания навоза к стенкам и сохранить аммиачный азот. Навоз через щелевой пол попадает в лоток, заполненный водой.

Заслонку-шибер поднимают раз в 3–4 дня. Накопившаяся смесь поступает в поперечный канал и по системе труб вытекает в навозосборник. После этого заслонку закрывают, решетки пола чистят и промывают водой. Очень важно, чтобы шибер плотно закрывал лоток, в противном случае воды в лотке не будет, навоз осядет на дно и прилипнет к стенкам, что затруднит его удаление. Шибер изготавливают из металлического 5-миллиметрового листа, который вставляют в деревянную рамку, покрытую резиной.

Для хорошего стекания навозной массы большое значение имеют конструкция, точность и качество изготовления профиля лотка. Рекомендуется делать лотки квадратного или асимметричного сечения шириной от 61 до 101 см и глубиной от 62 до 122 см.

В канале асимметричного сечения стенка со стороны стойл почти вертикальная, а противоположная – пологая (30–60°), так как на

нее навоз почти не попадает. Дно лотка должно быть ровным и гладким. Лучше всего для этих целей использовать асбестоцементные трубы длиной 4–10 м, разрезая их вдоль. Внутреннюю поверхность труб рекомендуется зачищать, чтобы уменьшить трение навоза о дно.

Дно лотков в месте выхода имеет обратный уклон, образуя порожек высотой до 9 см. При большом уклоне после открытия заслонки жидкий навоз быстро вытекает, а густой остается в лотке, при малом уклоне навоз плохо течет по лотку. Поэтому уклон должен составлять примерно 0,5–1,5 %. При большой длине лотка (больше 20–30 м) его рекомендуется перегораживать двумя заслонками.

Основной недостаток лотково-отстойной системы навозоудаления – сильное выделение сероводорода при спуске навоза. Поэтому применение такой системы, несмотря на то, что технически она работает удовлетворительно, ограничено.

В комбинированной (рециркуляционно-шлюзовой) системе при опорожнении лотков осуществляется смыв навоза жижей.

Самотечная (самосплавная) система основана на использовании вязко-пластических свойств жидкого навоза. Толщина слоя навоза по длине канала увеличивается в сторону, противоположную его движению. Подпор, создаваемый разностью толщины слоя, является движущей силой, которая перемещает навоз по каналу.

Навоз при движении в канале перемешивается незначительно, из него испаряется мало влаги и вредных газов, и через 6–10 суток начинается брожение с интенсивным выделением аммиака, метана и др. Поэтому необходимо выбирать такие параметры самотечной линии, чтобы навоз в помещении задерживался не более указанного срока.

При непрерывном самотечном удалении навоза в канале нет шибера, дно канала не имеет уклона или, наоборот, поднимается на 1–2° в сторону движения навоза. Если канал горизонтальный, в конце его делают выступ высотой 10–15 см для поддержания постоянного уровня скапливающейся на дне канала жидкости. Выступ представляет собой влагонепроницаемую стенку или металлическую шиберную заслонку. Очищают канал и промывают по мере необходимости.

Введенная в эксплуатацию самотечная система навозоудаления работает в течение всего цикла производства. Такая система является дальнейшим развитием отстойно-лотковой системы, но с той лишь разницей, что в ней навоз удаляется непрерывно, по мере его поступления. По сравнению с рециркуляционной, рециркуляционно-

шлюзовыми системами навозоудаления она более полно удовлетворяет ветеринарно-санитарным требованиям, а по сравнению с отстойно-лотковой и смывной системами требует значительно меньшего расхода воды. Поэтому такая система может применяться на крупных свинокомплексах с технологическими линиями утилизации навоза, где предусмотрено приготовление торфонавозных компостов, внесение жидкого навоза в почву и наиболее полное и рациональное использование органических удобрений.

Гравитационная система в основном аналогична самосплавной, однако имеет и свои особенности. Навозный канал в этом случае имеет сечение 150×180 см и может быть практически любой длины (до 80–100 м). Дно канала чистое и абсолютно горизонтальное. Перед выходом в поперечный канал коровника дно каждого продольного навозного канала перекрывается переливным порошком высотой 50 мм.

Навоз через щели пола попадает на «водяную подушку» и растворяется в воде, превращаясь в однообразную подвижную массу. При постоянном пополнении канала разжиженная навозная масса вытесняется из объема, заполненного водой, переливается через поперечный канал и далее поступает в малогабаритный навозосборник, откуда ковшовыми погрузчиками подается в транспортные средства и затем складывается в навозохранилища. Для сбора и транспортировки навоза можно использовать различные установки.

Основное условие эффективной работы гравитационного способа – абсолютная водонепроницаемость дна и стенок канала.

Все самосплавные способы удаления навоза из помещений особенно эффективны при привязном и боксовом способах содержания животных без подстилки, на теплых керамзито-бетонных полах или с применением резиновых ковриков.

Применение щелевых полов. Щелевые (решетчатые) полы начали применять на животноводческих фермах мира свыше 130 лет назад (1876 г.), но наибольшее распространение они получили только в последние годы двадцатого столетия.

Щелевые полы применяют в коровниках, помещениях для откорма крупного рогатого скота, свинарниках, навозных проходах и проходах для перегона и выгона скота, преддоильных залах, помещениях для зооветеринарной обработки животных и др.

Такие полы устраивают в том случае, когда животных содержат без подстилки или же на подстилку используют такой мелкий мате-

риал, как опилки, резаную солому, торф в небольших количествах. Преимущества решетчатых полов очевидны: животные сами копытами продавливают навоз через щели пола в навозный канал, при этом резко сокращаются затраты труда на чистку стойл.

Постройки со щелевыми полами обходятся несколько дороже, чем обычные помещения, из-за необходимости теплоизоляции и устройства каналов (лотков) для навоза под щелевыми решетками пола. Однако экономия подстилки, резкое сокращение трудовых затрат при выполнении повседневных операций по распределению подстилки и чистке стойл перекрывают затраты на сооружение щелевых полов.

Конструкцию решеток щелевых полов принимают, исходя из следующих основных требований: удобство уборки из них навоза, создание безопасной и надежной опоры для животных, обеспечение прочности и антикоррозийной устойчивости материала решетки, возможность промышленного изготовления.

Для устройства щелевых полов на животноводческих комплексах применяют железобетонные, асбестоцементные, стальные и чугунные решетчатые панели длиной 2–3 м. Эти панели для крупного рогатого скота имеют щели размером (35–40)×(400–600) мм. Для молодняка крупного рогатого скота ширина щели составляет 25–30 мм, для свиней – 20–22 мм.

Реже щелевые полы делают из дерева твердых пород, иногда железобетонные или стальные решетки облицовывают сверху деревом твердых пород, резиной, пластмассой, керамикой. Предпочтительнее полы из бетонных балок, так как они долговечны и более шероховаты. Поперечное сечение балок (планок) пола должно быть трапециевидным или треугольным (основанием кверху).

Чем меньше ширина балки и чем больше щель, тем чище животноводческое помещение. На молочнотоварных фермах страны большое распространение получили металлические решетчатые полы с шириной планки 15–25 мм. На полах с планками менее 20 мм животные травмируют копыта, потому что узкая планка попадает в межкопытную щель при передвижении коров. Значительно лучше полы с планками шириной 25 мм и щелями 37–40 мм. Проваливаемость навоза через такой решетчатый пол составляет почти 100 %, в то же время травм копыт не наблюдается.

На некоторых молочных комплексах щелевые полы сооружают из железобетонных балок шириной 100–125 мм. На таких решетчатых

полах животное стоит более устойчиво и передвигается увереннее, чем на полах с узкими планками, и полностью исключается возможность повреждения копыт, однако навоз хуже протаптывается в канал.

Применение решетчатых полов с узкими планками имеет дополнительный серьезный недостаток, заключающийся в том, что продольное или поперечное относительно навозного прохода их расположение не обеспечивает нормальных условий содержания животных. В первом случае животные чувствуют себя удобно во время кормления, так как планки создают надежную опору для копыт, и совершенно неудобно при движении по кормонавозному проходу (в доильный зал и обратно), так как планки врезаются в межкопытную щель и коровы испытывают болевые ощущения. Во втором случае все происходит наоборот – коровам удобно при передвижении и неудобно при кормлении, что приводит к еще более отрицательным последствиям: не только и травмированию, но и к снижению продуктивности.

Чтобы создать оптимальные условия для животных, можно применять решетчатый пол с диагональным расположением планок или с расположением их елочкой. Решетки такого пола служат надежной опорой для копыт во время кормления и при передвижении по проходам коровника.

При привязном и боксовом содержании крупного рогатого скота сплошной пол стойла или бокса имеет длину 1000–1400 мм. Он заканчивается навозным каналом (лотком) любого сечения, которое зависит от способа уборки навоза. Ширину канала  $B_k$  (рисунок 3.12, а) выбирают из условия минимального загрязнения стойла, равной 300, 600 или 800 мм и более.

Так, при ширине более 800 мм фактически весь навоз попадает в канал, над которым посекционно устанавливают решетки. Если решетчатый пол покрывает кормонавозный проход, то его нужно укладывать на расстоянии не менее 500 мм от кормушек, потому что разбрасываемый коровами корм забивает щели пола.

При содержании свиней в групповых станках и кормлении жидкими кормами зона дефекации может занимать значительную площадь перед кормушкой (рисунок 3.12, б). Щели решеток следует располагать параллельно кормушке, ширина щели равна 15–5 мм. Решетки изготавливают из дерева, железобетона или металла.

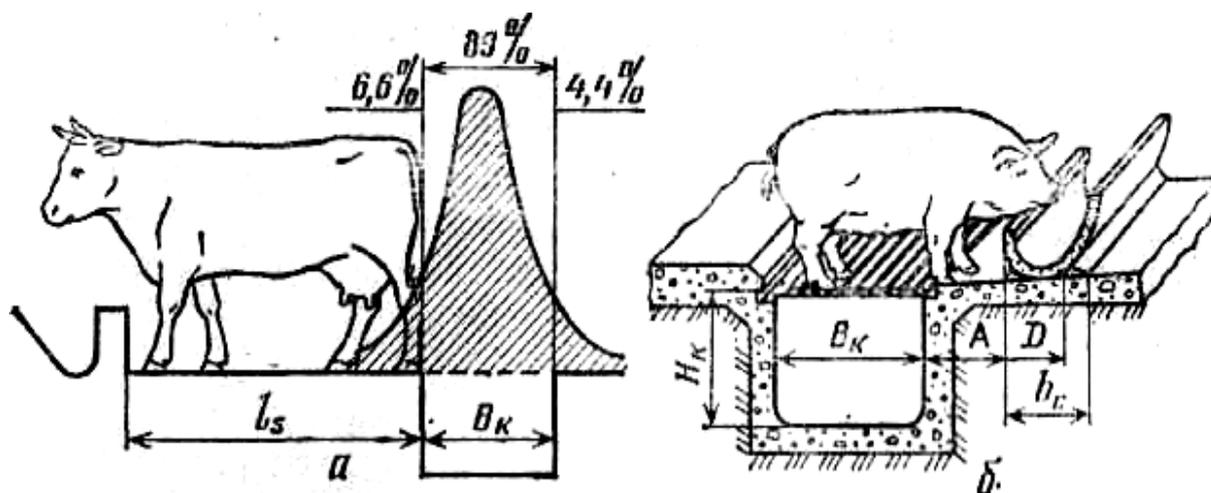


Рисунок 3.12 – Схема размещения животных на щелевых полах:  
*а* – при привязном содержании коров (заштрихованная часть показывает распределение навоза по ширине продольного канала, %); *б* – в свиарнике;  
 $B_k$  – ширина канала;  $H_k$  – глубина канала;  $A$  – расстояние от канала до кормушки;  $h_c$  – ширина кормушки;  $l_s$  – длина стойла

Для предотвращения диффузии вредных газов в помещение предусматривают вытяжную систему вентиляции в навозных каналах.

Система навозоудаления должна обеспечивать удаление навоза из животноводческих помещений в навозоприемники фермы; разделение его на твердую и жидкую фракции; биотермическую дегельминтизацию твердой фракции и биологическую очистку жидкой фракции (степень очистки жидкой фракции определяется последующим ее использованием); обеззараживание навоза в случае возникновения эпизоотии; хранение твердой и жидкой фракций навоза; погрузку и транспортировку навоза или его фракций к полям; эффективное использование питательных веществ, содержащихся в навозе, для удобрения сельскохозяйственных угодий.

### 3.5.2 Удаление навоза и помета из животноводческих помещений и птичников

Навоз из животноводческих помещений удаляют периодически или непрерывно. Периодическое удаление предполагает применение механических средств (транспортеров, скреперов и др.) или отстойно-лотковой (шиберной), рециркуляционной и лотково-смывной системы. Непрерывная уборка навоза основана на использовании самотечной системы удаления навоза под действием гравитационных сил.

Выбор способа и системы удаления навоза зависит от специализации и поголовья хозяйства, места его расположения, наличия водных и энергетических ресурсов, применяемых кормов, подстилки и других факторов.

При клеточном содержании птицы для удаления навоза используют механизмы, входящие в комплект оборудования птичников; при напольном содержании – мобильные средства. При увлажнении помета не следует допускать увеличения его влажности свыше 75–80 %.

Механическое удаление навоза следует проектировать:

- на фермах крупного рогатого скота при стойлово-пастбищном и выгульном содержании с применением подстилки, в родильных отделениях, профилакториях, при хранении навоза под полом помещения, на открытых откормочных площадках (в обоснованных случаях допускается установка скреперных механизмов в каналах, перекрытых решетками);

- на небольших свиноводческих фермах, использующих корма собственного производства и пищевые отходы, в свинарниках-маточниках и при батарейном содержании свиней (навозоуборочные транспортеры).

Размеры и уклоны каналов определяются конструктивными параметрами механических средств уборки навоза.

К стационарным механизированным средствам удаления навоза относятся скреперные установки УС-10, УС-12, УСП-12, УС-15, УС-250, УС-Ф-170, ТС-1-2, ТС-1-5, транспортеры кругового движения КНП-10, ТСН-3,0Б, ТСН-2,0Б, ТСН-160А, гидрофицированная установка для транспортировки навоза УТН-10М, УСН-8, а также мобильный агрегат АМН-Ф-20 для уборки навоза из открытых навозных переходов шириной 1,8–3,0 м в животноводческих помещениях крупного рогатого скота с последующей передачей его на поперечный транспортер. Им очищают от навоза выгульные площадки.

Суточный выход навоза (кг) определяется по формуле

$$Q_{\text{сут}} = \sum q_i m_i, \quad (3.49)$$

где  $q_i$  – суточный выход навоза или помета от одного животного, кг;  
 $m_i$  – поголовье животных в данной группе.

Суточный выход (кг) жидкого навоза от одного животного вычисляют по формуле

$$q_i = q_{\text{э}} + B + B_{\text{см}} \quad (3.50)$$

где  $q_{\text{э}}$  – суточный выход экскрементов (кал, моча) от одного животного, кг;

$B$  – количество технологической воды в расчете на одно животное в сутки, кг ( $B = 2-5$  кг);

$B_{\text{см}}$  – количество смывной воды в расчете на одно животное в сутки, кг (в смывных системах навозоудаления  $B_{\text{см}} = 5-15$  кг).

Подача (т/ч) скребкового транспортера

$$Q_{\text{мп}} = 3600bhV\rho_n\varphi, \quad (3.51)$$

где  $b$  – длина скребка, м;

$h$  – высота скребка, м;

$V$  – средняя скорость скребка, м/с;

$\rho_n$  – плотность навоза, т/м<sup>3</sup> (таблица 3.21);

$\varphi$  – коэффициент заполнения межскребкового пространства ( $\varphi = 0,5-0,6$ ).

Таблица 3.21 – Объемная масса и вязкость навоза (помета) в зависимости от его влажности

Влажность навоза (помета), %	Крупный рогатый скот		Свиньи		Куры	
	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	Динамическая вязкость $\mu$ , Па с	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	Динамическая вязкость $\mu$ , Па с	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	Динамическая вязкость $\mu$ , Па с
89	1140	0,80	1200	0,400	1020	0,030
93	1020	0,21	1030	0,150	1006	0,010
97	1012	0,05	1008	0,020	1000	0,006
99	1005	0,01	1002	0,002	1000	0,001

Продолжительность (ч) работы транспортера в течение суток

$$T_{\text{сут}} = Q_{\text{сут}} / (1000Q_{\text{мп}}). \quad (3.52)$$

Число включения транспортера в сутки зависит от суточного выхода навоза и вместимости (м<sup>3</sup>) навозного канала, которую определяют по формуле

$$W_{н.к} = h' b' L \phi' \rho_{н'} \quad (3.53)$$

где  $h'$  – высота навозного канала, м;  
 $b'$  – ширина навозного канала, м;  
 $L$  – длина навозного канала, м;  
 $\phi'$  – коэффициент заполнения навозного канала (0,5–0,6).

Число включений транспортера в сутки

$$n_{вк} = Q_{сут} / (1000 W_{н.к}). \quad (3.54)$$

Если навоз сдвинут скотниками в навозный канал до включения транспортера, то цепь транспортера должна совершить один оборот на полную свою длину  $L$  (м), чтобы освободить навозный канал. При этом продолжительность (ч) одного цикла удаления

$$T_{ц} = L / (3600 V). \quad (3.55)$$

Время сдвигания навоза в канал скотниками, ч

$$T_{ск} = m t_{сд} / (60 K_{ск}), \quad (3.56)$$

где  $m$  – поголовье животных;  
 $t_{сд}$  – продолжительность сдвигания навоза со стойла в навозный канал, мин;  
 $K_{ск}$  – число скотников.

Общее время цикла удаления навоза, ч

$$T_{ц.общ} = T_{ц} + T_{ск}. \quad (3.57)$$

Производительность (т/ч) поточной линии (участка) удаления навоза за один цикл включения механических транспортных средств

$$Q_{л} = Q_{сут} / (1000 T_{ц} n_{вк}). \quad (3.58)$$

Твердую фракцию навоза доставляют в навозохранилище, а жижу собирают в жижесборники.

На ферме рекомендуется строить одно навозохранилище для всех животноводческих помещений.

В свиарниках для группового содержания животных рекомендуются установки поверхностного смыва навоза под напором 0,5 МПа в лотки из полутруб диаметром не менее 150 мм, с последующим отводом по трубам диаметром не менее 300 мм. В свиарни-

ках-маточниках гидросмыв из каналов, перекрытых решетками, проводят при помощи напорных бачков и сливной трубы диаметром не менее 150 мм. Длина канала на один бачок до 40 м.

Для комплексов и ферм промышленного типа в коровниках и свинарниках рекомендуется самотечная система навозоудаления непрерывного и периодического действия. Работа системы обеспечивается при влажности навоза 88–92 % и исключении попадания кормов в каналы.

Самотечную систему проектируют в виде отдельных продольных каналов (лотков), перекрытых щелевыми полами, и общего для ряда животноводческих зданий поперечного канала (коллектора), по которому жидкий навоз стекает в приемный резервуар, сблокированный, как правило, с насосной станцией. Днища продольных каналов выполняют горизонтальными. К началу каналов и коллекторов подводят смывные трубопроводы диаметром 125–150 мм.

В конце каналов устанавливают герметичные порожки, которые рекомендуется делать съемными или поворотными. Высота порожков должна составлять 80–150 мм. При съемных порожках допускается уклон 0,003; высота порожка в этом случае должна перекрывать перепад глубины канала на 60–80 мм. Для гидравлического испытания каналов и пуска системы следует предусмотреть установку шиберов ШУС-Ф-1 (для свиноводческих ферм) и ЗНК-1,8 (для ферм крупного рогатого скота).

В самотечной системе периодического действия навоз удаляется за счет его накопления в продольных каналах, оборудованных шиберами, и последующего сброса при открытии шибера. Перед пуском продольный канал заполняют водой на высоту 10 см.

Продольные каналы должны обеспечивать накопление навоза в течение 7–14 дней.

Уклон дна продольных каналов при самотечной системе периодического действия и при гидросмывной системе следует принимать в пределах 0,005–0,02.

Минимальная ширина каналов для поросят-отъемышей и ремонтного молодняка составляет 0,7 м, для взрослого поголовья – 1,0–1,2 м, для крупного рогатого скота – 0,8–1,5 м.

Практически глубина продольных самотечных каналов непрерывного действия зависит от их длины и для крупного рогатого скота составляет 0,7–1,9 м, для свиней – 0,8–1,3 м. При самотечной системе

периодического действия минимальную глубину канала принимают равной 0,8 м для всех видов животных.

Поперечные магистральные каналы или коллекторы рассчитывают на самотечную транспортировку навозной массы к навозосборнику. Их выполняют из железобетонных или асбестоцементных труб диаметром 500 мм и более, укладываемых с уклоном 0,01–0,03. Значение минимальной расчетной скорости течения навоза по трубам и поперечным каналам при промывке следует принимать не ниже 1,1–1,2 м/с.

### ***3.5.3 Транспортировка навоза и помета от животноводческих помещений к местам обработки и использования***

Навоз, в зависимости от его консистенции, от помещения до навозохранилища удаляют самосплавом, перевозят в тракторных прицепах 2ПТС-4М-785А, транспортируют при помощи пневматических установок УПН-15 или механических установок УТН-10, а также перекачивают насосами НЖН-200А, НШ-50, ПНЖ-250, фекальными насосами ФГ-57,5/9,5, центробежным насосом НЦИ-Ф-100 с измельчителем. При использовании фекальных насосов рекомендуется устанавливать измельчающие устройства.

Жидкий навоз к местам переработки, хранения или использования подают по стационарным или сборно-разборным трубопроводам.

Для транспортировки навоза по стационарному трубопроводу необходимо определить вместимость навозоприемника (не менее 5 м<sup>3</sup>), диаметр навозопровода, общие гидравлические потери в системе и мощность привода установки.

Вместимость (м<sup>3</sup>) навозоприемника вычисляют по формуле

$$W_{\text{нп}} = Q_{\text{сум}} t_{\text{р.н}} / (24 \times \rho_{\text{н}}), \quad (3.59)$$

где  $t_{\text{р.н}}$  – время ремонта или замены насоса, равное 2–3 ч.

Расход (м<sup>3</sup>/с) навоза

$$Q = Q_{\text{сум}} / (3600 t \rho_{\text{н}}), \quad (3.60)$$

где  $t$  – время работы установки, ч.

Диаметр (м) навозопровода вычисляют по формуле

$$d = 2 \sqrt{\frac{Q}{\pi V}}, \quad (3.61)$$

где  $V$  – скорость транспортировки навоза, м/с.

Исходя из условий надежной эксплуатации напорного трубопровода, диаметр труб  $d$  должен быть не менее 150 мм, а скорость транспортировки – 1,2–2,0 м/с.

Общие гидравлические потери (м) вычисляют по формуле

$$h = h_z + h_l + h_m, \quad (3.62)$$

где  $h_z = \pm \Delta z \rho_w / \rho_g$  – геодезические потери, м;

$\Delta z$  – разность геодезических отметок, м;

$\rho_g$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;

$h_l$  – линейные потери, м;

$h_m$  – местные потери, м.

Потери напора (м) по длине трубопровода  $L$  (м) при влажности навоза или помета более 89 % составляют

$$h_l = \lambda V^2 L / (2gd), \quad (3.63)$$

где  $\lambda$  – коэффициент гидравлических сопротивлений.

Значение  $\lambda$  зависит от числа Рейнольдса,  $Re = Vd\rho_w/\mu$ . Для ламинарного режима движения  $\lambda = 64/Re$ , а для турбулентного  $\lambda = 0,32/Re^{0,24}$ . При  $Re < Re_{кр}$  режим движения ламинарный, при  $Re > Re_{кр}$  режим движения турбулентный.

Для навоза свиней  $Re_{кр} = 1500–1800$ , а для навоза крупного рогатого скота  $Re_{кр} = 2800–3200$ .

Местные потери  $h_m$  напора обычно принимают равными 0,1–0,12 от линейных.

По общим гидравлическим потерям  $h$  и подаче  $Q$  выбирают насос. Необходимо иметь в виду, что фекальные насосы при влажности навоза менее 96 % снижают напор на 10–30 %.

Мощность привода (кВт) рассчитывают по формуле

$$N = Qh\rho_w / (\eta \times 1000), \quad (3.64)$$

где  $\eta$  – КПД насоса ( $\eta = 0,7–0,9$ ).

Помет от птичников к месту обработки транспортируют мобильным и механическим транспортом (по закрытой галерее) или пневмотранспортером (по трубопроводу). Допускается пневмотранспортировка навоза с использованием компрессоров, при этом диаметр навозопровода должен быть не менее 150 мм, а давление – не более 0,6 МПа. Пневмотранспортировка также может применяться для поме-

та влажностью 75 % на расстоянии до 300 м, влажностью 78–80 % – до 700–1000 м.

#### ***3.5.4 Переработка и обеззараживание навоза и помета***

Жидкий навоз перерабатывают на фермах и комплексах с целью подготовки его для более удобного использования в качестве удобрений, уничтожения личинок и яиц гельминтов, возбудителей болезней и семян сорных трав.

В технологическом процессе удаления и использования навоза особое место занимает его обеззараживание и хранение. При этом в первую очередь необходимо учитывать ветеринарные и медико-санитарные правила, так как патогенные микроорганизмы, яйца и личинки гельминтов сохраняют свою жизнедеятельность в необработанном навозе в течение года.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды возбудителями инфекционных и инвазионных болезней система обработки навоза на животноводческих фермах и комплексах должна обеспечивать карантинирование (выдерживание навоза в течение определенного времени с целью выявления инфекции), а в случае необходимости – дезинфекцию и дегельминтизацию навоза.

Для обеззараживания и утилизации навоза на животноводческих фермах и комплексах разработано довольно большое число технологических схем.

Наиболее широкое распространение на животноводческих фермах и комплексах получили следующие технологические схемы:

- компостирование твердого и полужидкого навоза;
- гомогенизация полужидкого и жидкого навоза;
- разделение жидкого навоза на фракции в отстойниках-накопителях (при этом применяется полная или частичная биологическая обработка жидкой фракции) или механическими средствами.

При использовании всех схем навоз сначала проходит карантинирование, затем его обеззараживают, после чего проводят обработку (выделяют примеси, перемешивают навоз, разделяют его на фракции и др.).

Карантинирование твердого и полужидкого навоза при компостировании проводят в секциях карантинных емкостей, которые имеют бетонированное дно и стенки, исключаящие фильтрацию жидкой фракции навоза через почву. Секций должно быть не менее

двух, их размещают рядом с компостными площадками. Навоз в секциях выдерживают в течение шести суток, при обнаружении инфекции механическими средствами вносят химические реагенты и перемешивают их с навозом.

Карантирование гомогенизированного полужидкого и жидкого навоза проводят в хранилищах-гомогенизаторах секционного типа, оборудованных устройствами для периодического смешивания выдерживаемого навоза, чтобы исключить расслоение его на фракции. Эти же устройства обеспечивают качественное смешивание инфицированного навоза с химическими реагентами при обеззараживании.

Карантирование жидкого навоза при обработке в отстойниках-накопителях проводят в их секциях также в течение шести суток. Карантирование жидкого навоза при разделении механическими средствами проводят отдельно для твердой и жидкой фракций. Жидкую фракцию выдерживают в секционных накопителях в течение шести суток, обеззараживают химическими реагентами, после чего секции разгружают. Также карантинируют и твердую фракцию.

Карантирование жидкого навоза комплексов по выращиванию и откорму 54 и 108 тыс. свиней в год при комбинированной его обработке проводят в сооружениях по обработке жидкого навоза, если период обработки составляет не менее шести суток. При меньшем времени обработки устанавливают дополнительные секционные емкости, рассчитанные на шестидневное карантинирование.

Обеззараживание навоза проводят биотермическим, химическим, термическим и физическим способами.

Биотермическое обеззараживание инфицированного навоза или его твердой фракции при компостировании проводят при хранении на площадках с твердым покрытием. При этом в штабелях навоза или компоста под влиянием жизнедеятельности термогенных микроорганизмов возникает высокая температура, губительно действующая на возбудителей инфекционных и инвазионных болезней животных. Для размножения термогенных микроорганизмов необходимы определенная влажность навоза или компоста (не выше 70 %) и поступление воздуха, что достигается благодаря рыхлой укладке штабеля. Уложенный в штабеля компост выдерживают не менее одного месяца в теплый период и не менее двух месяцев – в холодный. Началом срока обеззараживания считают день подъема температуры в штабеле не менее чем до 60 °С.

Химическое обеззараживание жидкого навоза проводят в карантинных емкостях, оборудованных перемешивающими устройствами. Для обеззараживания применяют формалин, формальдегид, диметилмочевину, тиазон и другие вещества. Расход химических реагентов и длительность обработки зависят от вида инфекции. Например, при обработке навоза, неблагополучного по сальмонеллезам и колибактериозу, расход формальдегида составляет 0,04–0,16 % от объема навоза при времени контакта 24 ч и периодическом перемешивании в течение 6 ч. При обработке навоза, зараженного возбудителями ящура, и болезни Ауески требуется уже 0,3 % формальдегида от объема навоза, при этом время контакта увеличивается до 72 ч, а перемешивания – до 6 ч.

Термическое обеззараживание навоза включает в себя следующие способы: двухстадийное упаривание с предварительным разделением навоза на фракции, вакуумную сушку в реакторно-смесительных аппаратах, термообеззараживание в реакторах при давлении 1,2 МПа и температуре 180 °С, многостадийную дистилляцию после обработки в реакторах с абсорбцией парогазовой смеси и сушкой твердой фракции в барабанных или трубчатых сушилках.

Физические способы обеззараживания навоза – это обработка  $\gamma$ -лучами и УФ-облучение.

Современные способы обработки навоза отличаются тем, что в технологические схемы включаются операции, цель которых – получение из навоза высококачественного удобрения и чистой воды. Например, навоз сначала разделяют на твердую и жидкую фракции при помощи механических средств (центрифуг, виброгрохотов или прессов). Затем твердую фракцию высушивают, и она поступает в компост, а жидкую обрабатывают по одной из следующих схем: первая – жидкая фракция поступает на электрокоагуляцию, озонирование, биологическую доочистку и используется для орошения; вторая – жидкая фракция поступает на биологическую доочистку и сбрасывается в канализационную сеть.

Представляют интерес и энергосберегающие способы, один из которых основан на применении установки «Биогаз-301С», освоенной промышленностью страны. Эта установка предназначена для обеззараживания и утилизации навоза свиноводческой фермы на 3000 голов методом анаэробной ферментации с получением органических удобрений и биогаза.

В процессе ферментации исходный навоз в установке разделяется на три фазы: газообразную, жидкую и твердую.

Газообразная фаза – биогаз, содержащий 60–70 % метана, окись углерода и 2–5 % других газов. Биогаз имеет теплотворную способность 21–25 тыс. кДж и может быть использован как топливо: 1 м<sup>3</sup> биогаза эквивалентен 0,6–0,8 кг условного топлива.

Жидкая фаза (стоки, получаемые после разделения отферментированного навоза) представляет собой обеззараженную жидкость с содержанием сухого вещества 2–2,5 %. Стоки содержат азот, окиси фосфора и калия, что позволяет использовать их в качестве жидких удобрений.

Твердая фаза – навоз без запаха, влажностью 65–70 %, представляющий собой высококонцентрированное обеззараженное органическое удобрение.

Процесс анаэробной ферментации, проходящий в основном аппарате установки – ферментаторе, представляет собой сложную цепь биохимических реакций расхода органических веществ под действием анаэробных микроорганизмов (метаногенных бактерий). Процесс протекает непрерывно по следующей схеме. Навоз и жижа при помощи скребков и воды направляются в сборник, откуда насосом подаются в подогреватель с мешалкой. Здесь сырье подогревается до температуры ферментации и насосом подается в ферментатор, а затем переливается в отстойник. Затем масса самотеком попадает в центрифугу, где разделяется на твердый осадок и жидкие стоки. Выделяющийся в ферментаторе биогаз поступает в накопитель-газгольдер, а затем в котел для получения пара. Пар используется для приготовления кормов, обогрева помещений свинофермы, а также в подогревателе и ферментаторе установки.

Производительность установки «Биогаз-301С» составляет 30 т навоза в сутки. Из этого навоза установка производит 350–400 м<sup>3</sup> биогаза, 25 м<sup>3</sup> стоков и 5–6 т удобрений.

В механизированных навозохранилищах, которые размещают на открытых площадках или под навесами, происходит естественное обеззараживание твердого навоза. Наличие навозохранилища – одно из важнейших условий правильного хранения и использования навоза.

В соответствии со способом содержания скота и технологией удаления навоза из помещений, навозохранилища подразделяют на

наземные и заглубленные (котлованные). Дно и стенки навозохранилищ, как правило, выполняют бетонными или облицовывают панелями. Дно и стенки котлованного навозохранилища иногда покрывают слоем утрамбованной глины на щебеночном основании толщиной 20 см. Навозохранилище оборудуют жижесборником.

Навозохранилище состоит из нескольких секций, каждая из которых рассчитана на 1–3 (в южных зонах) и на 2–6 (в средней полосе страны) месяцев хранения, в течение которых происходит самообеззараживание навоза. Навозохранилища оборудуют жижесборниками, а также средствами механизированной выгрузки (кран-балками и мостовыми кранами с грейферными погрузчиками, скреперными установками и другими механизмами). Для удобства вывозки навоза из котлованного навозохранилища устраивают пандусы для въезда и выезда транспорта.

Навозохранилища и очистные сооружения фермы ограждают и обеспечивают подъездными путями с твердым (бетонным или асфальтобетонным) покрытием. Ширину подъездных путей принимают не менее 3,5 м. По периметру очистных сооружений высаживают высокорастущие деревья на полосе шириной не менее 10 м, а всю территорию комплекса или фермы, включая очистные сооружения, подъездные и переходные пути, озеленяют.

В районах с холодной продолжительной зимой рекомендуется устраивать закрытые навозохранилища, которые сооружают в виде пристроек к животноводческим помещениям, в виде отдельных построек или траншей под полом помещения.

В этих условиях приемлем вариант навозохранилища, разработанный сотрудниками Красноярского государственного аграрного университета. Круглое хранилище в плане образовано устроенной по окружности вертикальной стенкой-фашиной, состоящей из сетчатого каркаса, заполненного абсорбирующим материалом – торфом, некачественным сеном или соломой. Количество фашины рассчитано на впитывание жидкой фракции навоза. Заполнение хранилища навозом осуществляется снизу, по трубопроводу, что позволяет подавать зимой в хранилище теплый навоз. В накопленной в хранилище твердой фракции навоза влажностью 65–75 % протекают естественные биотермические процессы и происходит ее обеззараживание. В пропитанной влагой фашине также протекают биотермические процессы,

что предохраняет навоз от промерзания зимой, а также приводит к образованию дополнительных органических удобрений.

Навозохранилища могут быть прифермскими и полевыми. Их рекомендуется устраивать секционными. Максимальный объем навозохранилища должен рассчитываться на хранение не более 6-месячного объема навоза.

Навозохранилище для неразделенного жидкого навоза должно быть оборудовано устройствами для перемешивания (насосами, механическими мешалками и др.). Жидкий навоз следует подавать, как правило, снизу. Глубину навозохранилища для жидкого навоза и помета принимают до 5 м, ширину – не менее 12–20 м.

Техническая характеристика машин и оборудования для уборки и подготовки навоза к использованию приведена в таблице 3.22.

При хранении навоза крупного рогатого скота в подпольном навозохранилище в течение четырех месяцев обеспечивается его дегельминтизация. В целях дополнительного снижения влажности навоза и обеспечения хода биотермического процесса в подпольном хранилище на дно рекомендуется укладывать резаную солому (длиной 6–8 см) на высоту до 1 м. Подпольные навозохранилища просты и надежны в эксплуатации; при этом отсутствуют сложные технические устройства, значительно снижаются затраты рабочего времени обслуживающего персонала. Выгружать навоз можно при помощи погрузчиков ПБ-35, УВН-800, НЖН-200.

При выгрузке навоза влажностью свыше 86 % наиболее эффективен погрузчик НЖН-200, а густого навоза – ПБ-35.

Приведенные затраты на уборку навоза из подпольных навозохранилищ глубиной 3 м мобильными средствами значительно меньше, чем при уборке стационарными установками из хранилищ того же типа, но глубиной 5 м.

Площадь ( $m^2$ ) навозохранилища определяют по формуле

$$F = Q_{сум} D_{хр} / (h'' \rho_n), \quad (3.65)$$

где  $h''$  – высота укладки навоза, м ( $h'' = 2,0–2,5$ );

$D_{хр}$  – продолжительность хранения навоза, сут.

Наряду с традиционными методами обеззараживания в последние годы появилось новое научное направление – кавитационное обеззараживание опасных отходов.

Таблица 3.22 – Техническая характеристика машин и оборудования для уборки и подготовки навоза к использованию

Машина	Навоз	Производительность, т/ч	Мощность, кВт	Масса, кг	Изготовитель
1	2	3	4	5	6
Уборка навоза					
Скреперная установка ТСГ-170	КРС	2,1	1,1	1150	Слободской машзавод
Установка скреперная ТСГ-250	КРС	2,1	1,5	1400	Слободской машзавод
Установка скреперная УС-1	КРС	6	2,2	-	СЗНИИМЭСХ
Установка скреперная УСГ-3	КРС	-	1,1	-	Агротехкомплект
Установка скреперная УСГ-4 (УС-2250А)	КРС	-	1,5	-	Агротехкомплект
Универсальная скреперная установка	КРС и свиней	1–10	1,5	-	ВНИИМЖ
Транспортер скребковый ТСН-160М	КРС	5,3	5,5–6,2	2000	Фирма «Ремтехмаш»
Транспортер скребковый ТСП-7Х18	Помет	4	4,4	800	Фирма «Ремтехмаш»
Транспортер шнековый ТШН-200	КРС	5,8	24	-	Фирма «Ремтехмаш»
Штанговый транспортер ТШ-300	КРС и свиней	-	1,5	-	Слободской машзавод
Шнековые транспортеры	КРС	до 9	2,2–7,5	-	ВНИИМЖ
Дельта-скрепер JOZ	КРС	-	0.55–0.75	-	Фирма JOZ
Скреперная установка Formtec	КРС	-	-	-	Фирма Formtec
Скреперные установки	КРС	-	до 1,1	-	Фирма Terborg Agro
Транспортер навозоуборочный Migo	КРС	-	1,5–5,5	-	Фирма Sermar
Транспортер скребковый JOZ	КРС	-	1,5/2,2	-	Фирма JOZ
Установка скреперная Migo	КРС	-	1,5	-	Фирма Sermar
Установка скреперная JOZ	КРС	-	0.55/0.75	-	Фирма JOZ

1	2	3	4	5	6
Установки скреперные Miro	КРС	-	2.2	-	Фирма Sermar
Подготовка навоза к использованию					
Насос НЦВ-Ф-2М	КРС и свиней	До 300	22	-	ВНИИМЖ
Насос НЖН-200Б	КРС	300	30,75	1100	Осинский машзавод
Насос НЖН-200А-1	КРС	300	18,5	1200	Белебеевский машзавод
Насос НЦИ-Ф-100	КРС	100	11	500	Белебеевский машзавод
Установка УОН-Ф-835	КРС и свиней	До 150	30	1700	ВНИИМЖ
Биоэнергетические установки АБЭУ	КРС	0,7–48 т/сутки	-	-	Центр «Экорос»
Насосы DGP	КРС	180–720	5–88	-	Lothar Becker Agrartechnik
Насосы VM, VG	КРС и свиней	234–450	11–55	-	Franz Eisele u. Sohne GmdH u. Co. KG
Насос GP 2000	КРС и свиней	120–600	7,5–80	275	Ranaverken AB
Насосы Magnum	КРС и свиней	40–300	11–40	-	Rohren und Pumpenwerk BAUER GmbH
Погружной насос PTS	КРС и свиней	До 408	7,5–22	-	CRI - MAN
Мешалка Bioprop	КРС и свиней	-	1,25–6,5	-	Erich Stallkamp ESTA «GmbH»
Мешалки С/Е 1	КРС и свиней	-	-	-	CRI-MAN
Шнековый сепаратор	КРС	10–60	4–5,5	-	CRI-MAN

В настоящее время кавитационная технология обработки различных материалов интенсивно внедряется во многих отраслях промышленности и сельского хозяйства развитых стран мира. Это объясняется существенной энергоэффективностью всех технологических процессов, которые включают в себя кавитационную обработку. В результате повышается качество, ресурсосбережение и масштабы технологических процессов. Для кавитационного воздействия на материалы используются различные генераторы кавитации.

Кавитация (от лат. *cavitas* – пустота, также холодное закипание жидкости) – явление образования в жидкости полостей, заполненных газом, паром или их смесью (так называемых кавитационных пузырьков, или каверн). Кавитационные пузырьки образуются в тех местах, где давление в жидкости становится ниже некоторого критического значения (в реальной жидкости оно равно давлению насыщенного пара этой жидкости при данной температуре). Эти мельчайшие пузырьки характеризуются высокой температурой (до 1000 °С) и давлением находящегося в них газа. Они существуют ничтожно малый промежуток времени, а затем схлопываются. При схлопывании пузырьки выделяют тепловую и кинетическую энергию, воздействуя на погруженные в жидкость твердые компоненты, разрушая их.

Модель физико-химических процессов, происходящих при кавитации, представляют в следующем виде.

Научно доказано, что появлению кавитации способствует растворенный в воде воздух, который выделяется при уменьшении давления. При этом в жизни кавитационного пузырька различают две фазы – расширения и схлопывания, которые вместе образуют полный термодинамический цикл. В зоне пониженного давления гидростатическое давление понижается до такой степени, что силы, действующие на молекулы жидкости, становятся больше сил молекулярных связей. В результате резкого изменения гидростатического равновесия жидкость как бы разрывается, порождая многочисленные мельчайшие пузырьки. Кавитация наступает тем раньше, чем больше жидкость «загрязнена» твердыми частицами или другими инородными телами (например, бактериями), чем выше ее температура или чем больше в ней растворено газов. Кавитационное «кипение» жидкости обусловлено тем, что на поверхности этих частиц адсорбируется тонкий слой воздуха, частицы которого при попадании в зону пониженного давления служат очагами, способствующими возникновению кавитации.

Бактериальная флора, находящаяся в обрабатываемой жидкости, также служит центрами образования кавитационных пузырьков. При попадании жидкости в зону пониженного давления жидкость вскипает, а у бактерий, оказывающихся в центре или рядом с образовавшимися кавитационными пузырьками, под действием разности давлений внутри них и в окружающем пространстве происходит полное или частичное разрушение клеточной оболочки (механическое воздействие).

Вторая фаза жизни кавитационного пузырька – схлопывание (конденсация), происходит в зоне повышенного давления, куда он перемещается вместе с обрабатываемой жидкостью. Процесс конденсации кавитационного пузырька происходит практически мгновенно. Частицы жидкости, окружающие пузырек, перемещаются к его центру с большой скоростью.

В результате кинетическая энергия содержащихся частиц вызывает в момент смыкания пузырьков местные гидравлические микроудары, сопровождающиеся местным повышением давления до  $10^4$  кг/см<sup>2</sup> и локальным повышением температуры до 1000–1500 °С. Схлопывание одного отдельного кавитационного пузырька не дает ожидаемого эффекта, но кавитационных пузырьков много и «схлопывается» их много тысяч в секунду, поэтому в совокупности они способны оказывать значительное разрушающее или иное действие без высокотемпературного нагрева обрабатываемой жидкости.

Таким образом, кавитация, кроме механического воздействия, оказывает на бактериальную флору и микростерилизационное воздействие в условиях ультравысокотемпературного режима в области исчезновения кавитационного пузырька.

Кроме того, стенки кавитационного пузырька и капельки жидкости, находящиеся внутри него, заряжены разноименным электричеством. При сжатии пузырьков их размеры резко уменьшаются, и заряды оказываются расположенными на поверхностях пузырьков очень малых размеров. В результате резкого уменьшения поверхности кавитационного пузырька резко возрастает напряжение статического электричества. Между стенками кавитационного пузырька и капельками, находящимися внутри их, проскакивают электрические разряды, напоминающие микроскопические молнии. Эти электрические разряды высокой напряженности также оказывают губительное действие на бактерии, оказывающиеся источниками возникновения названных пузырьков.

Высокие температуры и давления, возникающие в точках исчезновения кавитационных пузырьков, а также микромолнии статического электричества способствуют разложению воды. При конденсации образуется перекись водорода гидроксильных групп (ОН)<sup>+</sup> и (ОН)<sup>-</sup>, эмитирование на оболочках кавитационных пузырьков.

Возникновение кавитационных пузырьков на поверхностях бактерий, яиц, гельминтов и т.д. сопровождается образованием свободных радикалов (ОН)<sup>-</sup>, HO<sup>•</sup>, N<sup>+</sup>, а также конечных продуктов их рекомбинации H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, HNO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>.

Образование перекиси водорода, свободных радикалов и кислот также оказывает губительное воздействие на бактериальную флору обрабатываемого материала.

Кроме того, при кавитационном способе диспергирования зерновых злаков происходит ряд процессов, присущих гидродинамической кавитации, которые оказывают губительное воздействие на семена сорняков, на гниlostные и патогенные микроорганизмы, микотоксины. Микотоксины, чаще всего содержащиеся в зерне, появляются во всех климатических зонах, а глобальная торговля кормами помогает проблеме их распространения. Часто у животных наблюдаются типичные симптомы микотоксикозов, несмотря на то, что результаты анализа кормов показывают низкую степень загрязнения их микотоксинами. Установлено, что неожиданная токсичность может быть результатом взаимодействия различных микотоксинов, усиливающих действие друг друга. По данным исследований, корма, прошедшие кавитационную обработку, лишены каких-либо бактерий, микроорганизмов и токсинов.

Высокое обеззараживающее действие кавитации в процессе обработки навоза сельскохозяйственных животных было подтверждено проведенными А.Н. Ковальчуком исследованиями на установке конструкции В.Г. Мозгового, используемой в крестьянском фермерском хозяйстве «Щепиловой С.В.», расположенном в Алтайском районе Республики Хакасия (рисунок 3.13).

Основными рабочими органами установки (рисунок 3.13, а) являются: электропривод, включающий электродвигатель мощностью 30 кВт и с частотой вращения ротора 3000 об/мин; муфту; редуктор, емкость объемом 500 л; кавитатор; всасывающий и напорный трубопроводы с распределительными кранами; сливной трубопровод.

Непосредственно кавитатор (рисунок 3.13, б) состоит из корпуса с крышкой, внутри которого установлены поджимающий механизм, подвижный (ротор) и неподвижный (статор) диски. На корпусе кавитатора сверху расположен подводный патрубок, по которому исходный материал из емкости по всасывающему трубопроводу подается на обработку.



а



б

Рисунок 3.13 – Общий вид кавитационной установки (а) и кавитатора (б)

Крышка кавитатора соединяется с корпусом с помощью шпилек. В ней расположены два отверстия: верхнее для отвода продукта на повторную обработку (при работе установки в циркуляционном режиме) или выгрузки готовой продукции, нижнее – для слива содержимого из установки при отключенном электродвигателе. К отверстиям с помощью фланцев крепятся напорный и сливной трубопроводы.

Поджимающий механизм, состоящий из пружины и стакана, обеспечивает необходимую величину зазора между подвижным и неподвижным дисками.

Подвижный диск (ротор) крепится на валу с помощью шпонки, позволяющей перемещаться ему вдоль вала за счет поджимающего механизма. Он состоит из сваренных между собой пластин, между которыми установлены лопасти. Лопасти отогнуты от радиального направления в сторону, противоположную направлению вращения подвижного диска. По периферии задней пластины расположены отверстия продолговатой формы. При вращении подвижного диска ма-

материал захватывается лопастями и под действием центробежной силы отбрасывается от центра диска к периферии. В результате в центральной части ротора создается разрежение, под действием которого материал начнет поступать в кавитатор из емкости, а на периферии повышается давление, вследствие чего материал продавливается через отверстия. Таким образом происходит непрерывная подача материала кавитатором из всасывающего в напорный трубопровод (по принципу центробежного насоса).

Неподвижный диск (статор) по периферии имеет паз, в котором расположены отверстия, по форме и размерам аналогичные отверстиям ротора. При сборке отверстия обоих дисков располагаются напротив друг друга, размер отверстий одинаковый. неподвижный диск болтами крепится к корпусу кавитатора.

Эти два элемента – подвижный и неподвижный диски являются основными рабочими органами кавитационной установки, обеспечивающими возникновение кавитационного эффекта в жидкой среде.

Напорный трубопровод имеет два крана, с помощью которых осуществляется рабочий процесс кавитатора. При закрытом выгрузном и открытом циркуляционном кране материал из кавитатора под давлением, создаваемым лопастями, вновь направляется в емкость для повторной обработки. В случае если циркуляционный кран закрыт, а выгрузной открыт, материал выгружается из установки.

Для слива материала из установки при отключенном электродвигателе используют сливной трубопровод, имеющий свой кран. Им можно также пользоваться для отбора проб в процессе работы установки.

Кавитационная установка работает следующим образом. Перед запуском в емкость заливается вода с таким расчетом, чтобы была заполнена полость кавитатора. Циркуляционный кран при этом открывается, а выгрузной и сливной краны закрываются. После запуска установки в емкость загружают обрабатываемый продукт, который по всасывающему трубопроводу подается к ротору кавитатора. Благодаря лопастям ротора, обрабатываемый продукт под давлением от центра подается к периферии и продавливается через отверстия. Ротор кавитатора, вращаясь с большой частотой, закрывает и открывает проходы для обрабатываемого продукта по всей поверхности рабочего органа кавитатора. Это происходит вследствие единовременного радиального перемещения отверстий ротора по радиусу статора (от-

верстие – плоскость, отверстие – отверстие). В этой зоне происходит частичное перемешивание и диспергирование материала. При этом за счет быстрой смены положений отверстий возникает явление гидравлического удара, вследствие чего в зоне между статором и ротором образуются микроскопические пузырьки воздуха, которые, перемещаясь с большой скоростью, схлопываются за пределами поверхности статора, образуя ультразвуковые акустические колебания, которые окончательно диспергируют обрабатываемый продукт, не разрушая при этом статор и ротор.

Следует отметить, что увеличение количества отверстий в кавитаторе ведет к улучшению измельчения и перемешивания обрабатываемого продукта, но при этом возрастает потребляемая мощность.

В результате попеременного открытия-закрытия отверстий ротора-статора относительно друг друга между плоскостями статора и ротора создается возмущающий поток жидкости высокого давления. Одновременно за пределами пластин статора и ротора возникают значительные сдвиговые напряжения, приводящие в условиях пониженного давления (по сравнению с давлением между пластинами статора-ротора) к холодному закипанию жидкости (собственно эффект кавитации). При этом в зоне соударений струй возникают центры парообразования в виде кавитационных микропузырьков, которые уносятся потоком жидкости и растут до размеров, достигающих нескольких миллиметров. Образование пузырьков происходит за пределами рабочих органов кавитационной установки. Попадая в зону расширения потока, где его давление возрастает, пузырьки начинают уменьшаться в размерах и схлопываются. В силу свойств жидкости схлопывание пузырьков происходит асимметрично и сопровождается образованием кумулятивной струйки, ударяющей с большой скоростью в противоположную стенку пузырька. Попадание в зону удара струйки твердых частиц или инородных жидкостей приводит к их активному разрушению (дроблению), так как давление в зоне схлопывания достигает нескольких тысяч МПа. После кавитационной обработки продукт возвращается обратно в емкость. Такая обработка материала проводится несколько раз в зависимости от требуемого режима, после чего, за счет переключения кранов, готовый продукт выгружается из установки.

Проведенные на установке производственные испытания показали, что использование предлагаемого способа обработки навоза обес-

печивает такие физико-химические процессы, которые дают возможность превратить исходную навозную массу в биологически активное высокопитательное удобрение.

Известно, что навоз является естественным источником макроэлементов – азота, фосфора и калия, а также целого ряда микроэлементов, таких как известь, магнезия, сера, хлор и кремний и др., необходимых для полноценной жизнедеятельности растений. Кроме того, навоз включает в себя также и органические соединения, в составе которых присутствуют клетчатка, жир, сахар, крахмал, зольные элементы.

Проведенные исследования показали, что химический состав навоза в процессе кавитационной обработки существенно изменяется (таблица 3.23).

Таблица 3.23 – Результаты производственного опыта

Режим обработки	Исходная масса	Обработка в кавитаторе						Выдержка после обработки		
Время обработки, с	0	76	141	213	342	470	550	600	1200	1800
Температура, °С	14	30	40	50	60	70	75	65	64	63
Биохимический состав										
Зола, %	1,22	0,66	0,65	0,7	0,76	0,65	0,63	0,68	0,59	0,58
Азот, %	0,178	0,036	0,046	0,044	0,043	0,043	0,041	0,034	0,034	0,033
Жир, %	0,14	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Клетчатка, %	0,44	0,04	0,038	0,036	0,033	0,03	0,012	0,02	0,019	0,016
Сахар, %	0,037	0,038	0,037	0,036	0,037	0,036	0,037	0,038	0,038	0,037
Крахмал, %	0,13	0,18	0,18	0,2	0,19	0,23	0,17	0,19	0,19	0,21
Микробиологический состав										
КМАФАнМ, КОЕ/г	$8,2 \times 10^{10}$	$6,0 \times 10^{10}$	$5,6 \times 10^9$	$4,9 \times 10^9$	$4,4 \times 10^9$	$2,4 \times 10^9$	$4,8 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$	$1,7 \times 10^6$	$0,3 \times 10^6$
БГКП (колиформы)	$10^2-3$ колонии	$10^2-28$ колоний	$10^2-12$ колоний	$10^2-3$ колонии	$10^2-30$ колоний	$10^2-3$ колонии	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Так, за счет кавитационной обработки получаемый продукт стал содержать в 36,7 раза меньше клетчатки и почти на 77 % больше крахмала по сравнению с исходным сырьем. Кроме того, в обработанном материале золы уменьшилось в 1,9 раза, а азота – в 4,3 раза. При этом в полученном продукте практически на том же уровне осталось содержание жира и сахара.

Но самое главное – в ходе проведения микробиологических исследований выявлено бактерицидное действие кавитации. Интенсивное воздействие ударных волн ультразвука на микроорганизмы уменьшило их численность в тысячи раз. Воздействие кумулятивных струй жидкости при схлопывании кавитационных микропузырьков вызвало гибель всей микрофлоры, присущей данному виду навоза.

Исследования показали, что уже после 9-минутной обработки ни в одной из отобранных проб навоза не было обнаружено ни одного из представителей микрофлоры, присущих данному виду навоза (см. таблицу 3.23).

Таким образом, кавитационный метод дает возможность не только быстро обработать отходы свиноводства (навоз), но и после обеззараживания сразу же применить их в качестве натуральных удобрений. В результате этого резко уменьшится размер капитальных вложений на стадии строительства из-за ненужности лагун для хранения жидкой фракции и площадок для хранения и ферментной обработки твердой фракции.

### ***3.5.5 Современные схемы и технологии уборки и утилизации навоза***

Для соответствия всем требованиям уборки и утилизации навоза необходимо правильно организовать технологическую линию. Первоначально необходимо определиться с технологией и операциями, затем произвести необходимые расчеты (выход навоза, производительность линии, потребное количество транспортных средств и др.) и подобрать оборудование.

Выстроить технологическую линию необходимо с учетом следующих особенностей: вид животных, их содержание, размещение животноводческих построек на местности и их количество, роза ветров и т.д.

Для транспортировки навоза от помещений до навозохранилища применяют разные средства в зависимости от его влажности, расстояния и других факторов.

Наиболее распространены следующие технологические схемы уборки, обработки и транспортировки навоза.

**Для ферм крупного рогатого скота:**

*- при привязном содержании:*

1) очистка стойл → сбрасывание в каналы → транспортирование вдоль помещения → погрузка в транспортные средства → транспортирование в навозохранилище → обработка и карантинизация → транспортирование в поле;

2) очистка стойл → сбрасывание в каналы → транспортирование в накопительную емкость → разделение на фракции (рисунок 3.14) → транспортирование в лагуну жидкой фракции и в навозохранилище твердой → обеззараживание → выгрузка из навозохранилища → транспортирование в поле;

3) очистка стойл → сбор навоза в резервуаре в подрешетном полу → открывание шлюзовой заслонки → сбрасывание массы в накопительную емкость → откачивание насосом → погрузка в транспортные средства → транспортирование в лагуну → выгрузка из лагуны → транспортирование в поле;

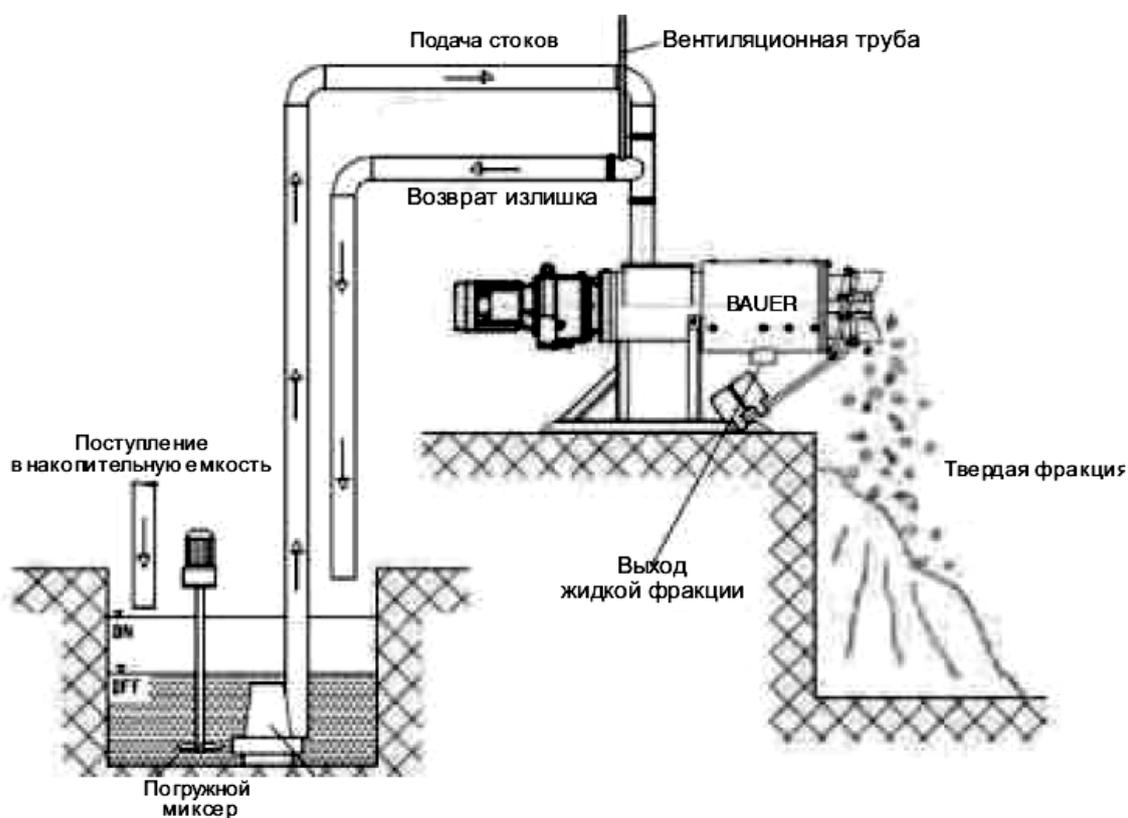


Рисунок 3.14 – Схема разделения навоза на фракции

- при беспривязном содержании:

4) очистка боксов → очистка навозных проходов бульдозером в накопитель → транспортирование в навозохранилище → обработка и карантинизация → транспортирование в поле;

5) очистка боксов → очистка навозных проходов дельта-скрепером (рисунок 3.15) → сбрасывание массы в накопительную емкость → откачивание насосом в лагуну → выгрузка из лагуны → транспортирование в поле.

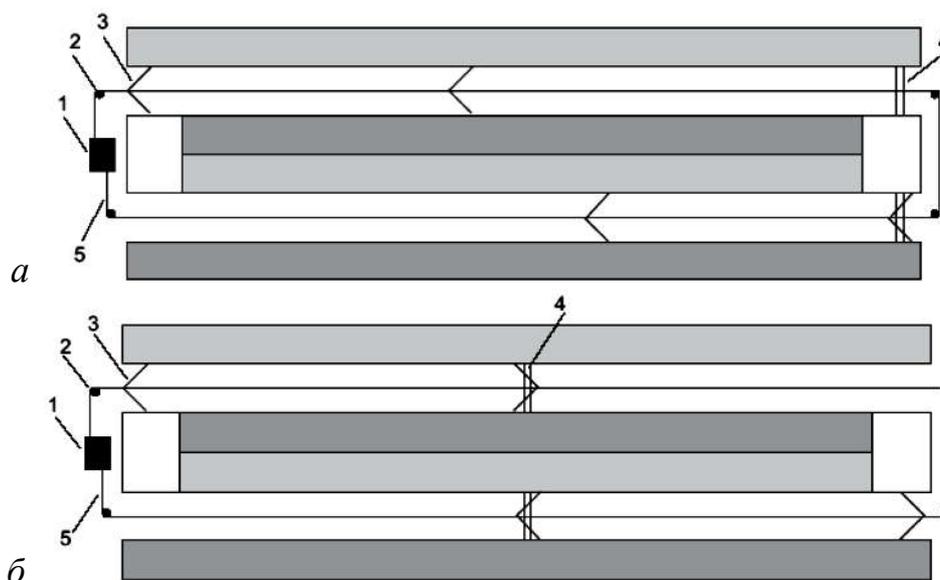


Рисунок 3.15 – Схема расположения оборудования дельта-скреперной системы:

а – с поперечным каналом для навоза в конце прохода;  
б – с центральным поперечным каналом; 1 – приводной блок;  
2 – угловые колеса; 3 – лопасти скрепера; 4 – поперечный канал;  
5 – тяговый элемент

### **Для свиноферм:**

- при содержании на глубокой подстилке:

1) очистка бульдозером → погрузка в транспортные средства → транспортирование в навозохранилище → обработка и карантинизация → транспортирование в поле;

- при содержании на щелевом полу:

2) сбор навоза в каналы под щелевыми полами → транспортирование или слив массы в навозохранилище → разделение на фракции → транспортирование в лагуну жидкой фракции и в навозохранили-

ще твердой → обработка и карантинизация → погрузка в транспортные средства → транспортирование в поле (рисунок 3.16).

**Для птицеферм:**

- при содержании в клеточных батареях:

1) сбор помета на транспортер → транспортирование вдоль клеточной батареи → транспортирование помета в туннель сушики → продувание теплого воздуха через перфорированные ленты → погрузка в транспортные средства → транспортирование в навозохранилище → обработка и карантинизация (рисунок 3.17);

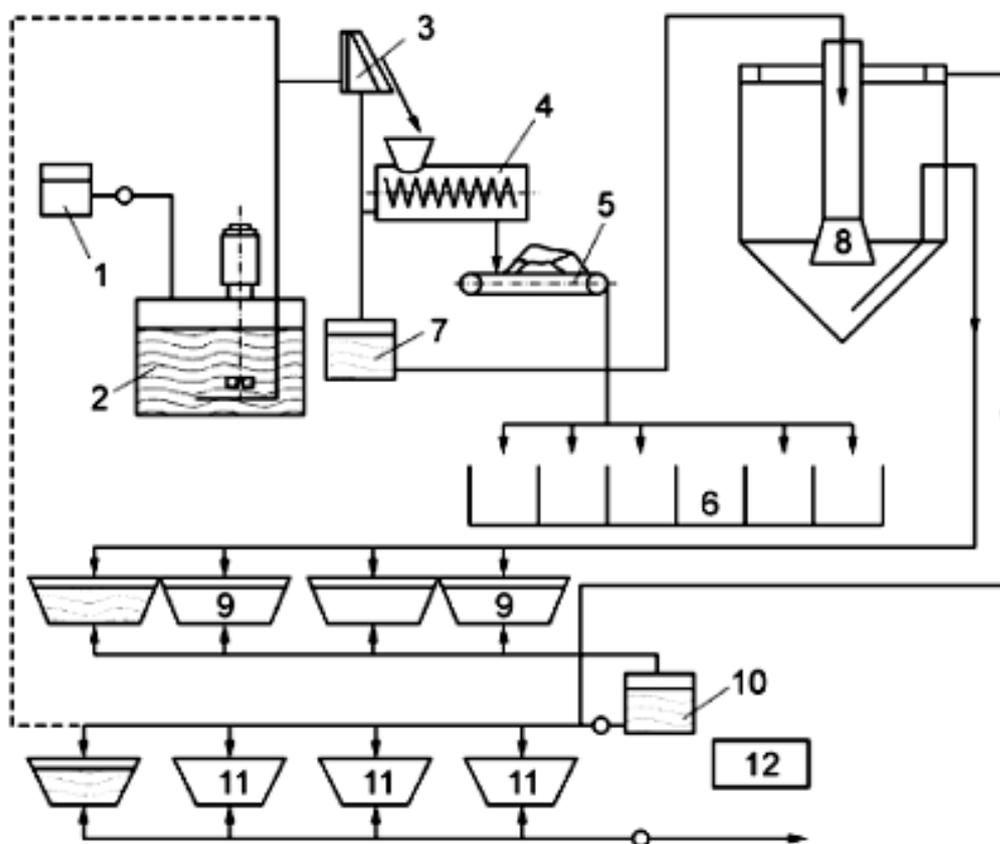


Рисунок 3.16 – Схема организации подготовки и подачи на орошение навозных стоков свиного комплекса:

1 – насосная станция; 2 – приемный резервуар; 3 – дуговое сито; 4 – пресс; 5 – транспортер ленточный; 6 – ферментационные емкости (или компостные установки); 7, 10 – промежуточные емкости; 8 – вертикальный отстойник; 9 – накопитель для осадка; 11 – накопители жидкой фракции; 12 – емкость для обеззараживания навоза химическими средствами

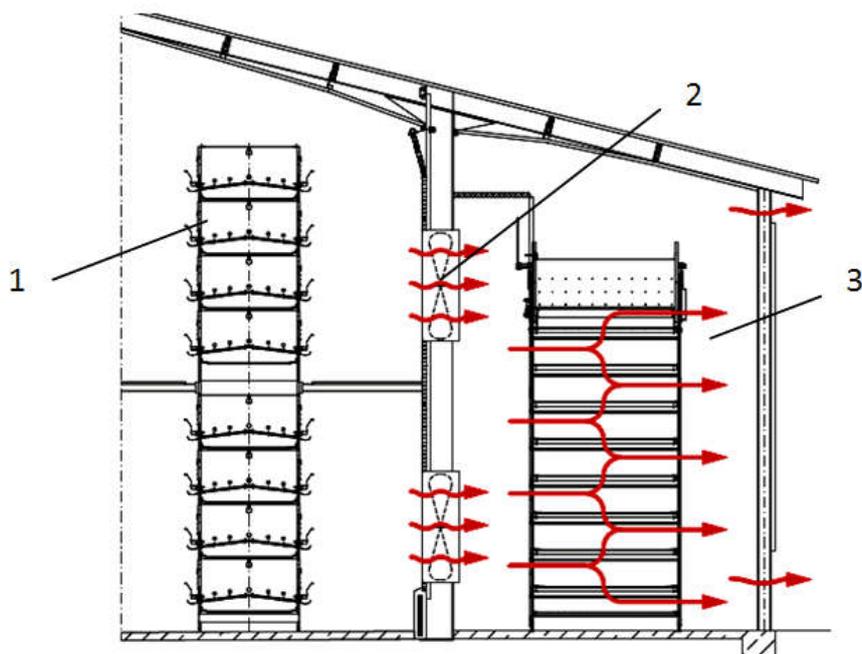


Рисунок 3.17 – Схема сушки помета в туннеле: 1 – клеточная батарея; 2 – вентилятор; 3 – туннель сушки помета

- при содержании на полу:

2) очистка подстилки в помещении → погрузка в транспортные средства → транспортирование в навозохранилище → обработка и карантинизация → транспортирование в поле.

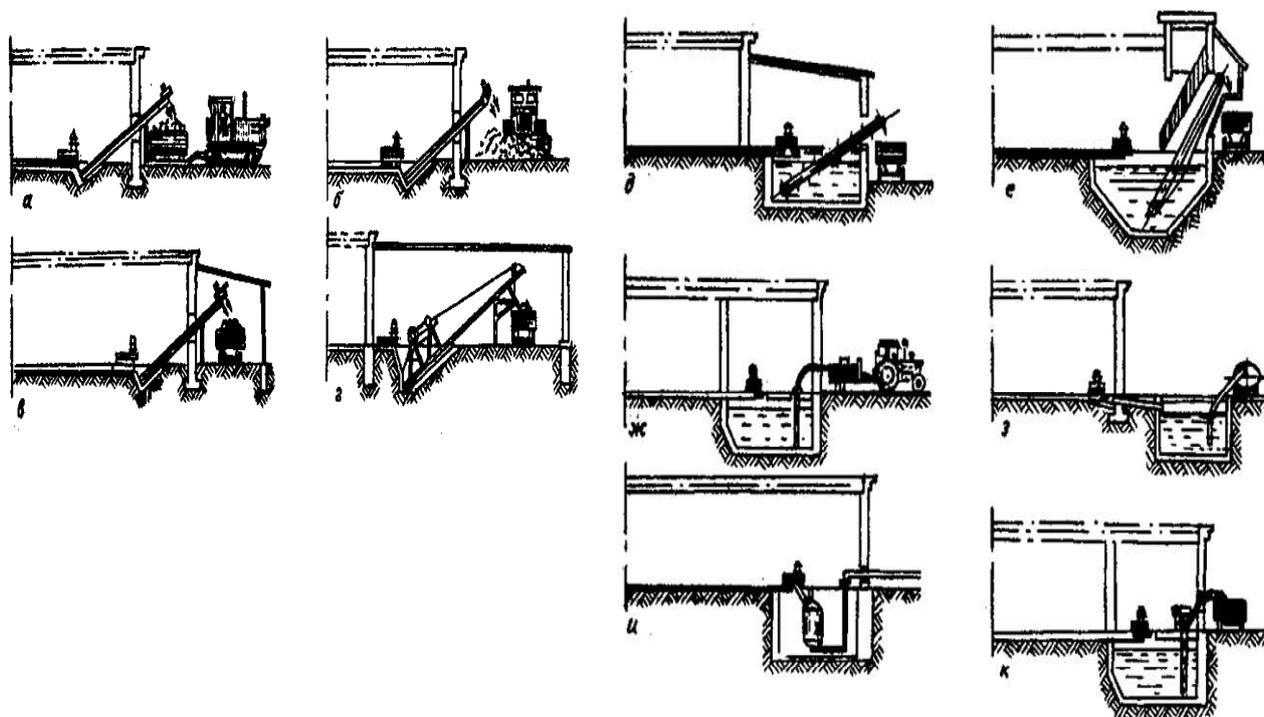
Помимо постоянных хранилищ навоза на фермах необходимо предусматривать карантинные хранилища, которые выполняют секционными. Поступившую однодневную порцию навоза выдерживают в секции в течение 6 дней. Если за это время на ферме не будет зарегистрировано инфекционных заболеваний, то навоз транспортируют к месту постоянного хранения.

Эти технологические схемы являются примерными. Возможно изменение некоторых элементов в зависимости от климатического пояса и вида животных. Необходимо при этом учитывать требования, предъявляемые к технологическим линиям уборки, транспортировки и переработки навоза, а также работоспособность предлагаемой линии.

### ***3.5.6 Примерные варианты технологических линий удаления навоза из животноводческих помещений, его обработки и хранения***

Варианты технологических линий удаления навоза из животноводческих помещений, его обработки и хранения представлены на рисунках 3.18–3.22.

В схемах, приведенных на рисунке 3.18, а, б, в, навоз наклонным скребковым транспортером грузится прямо в транспортное средство или сбрасывается на площадку (рисунок 3.18, б), с которой затем удаляется бульдозером. Как видно из этих схем, для них характерно отсутствие промежуточных емкостей, что исключает возможность поточной организации работ. На схеме, приведенной на рисунке 3.18, г, имеется промежуточная емкость, в качестве которой используется ковш скипового подъемника вместимостью 2,5 или 4 м<sup>3</sup>. Наличие скиповых подъемников ОН-2,5 или ОН-4 позволяет навозоуборочным транспортерам работать в помещениях независимо от графика работы транспортных средств. Из промежуточных утепленных емкостей-накопителей вместимостью до суточного выхода навоза последний выгружается в транспортные средства планчатым транспортером (рисунок 3.18, д) или ковшовым навозопогрузчиком НПК-30 (рисунок 3.18, е). Выемка жидкого навоза производится с помощью вакуумированных цистерн (рисунок 3.18, ж, з), пневмотранспортной установки (рисунок 3.18, и) или шнекового навесного насоса НШ-50 (рисунок 3.18, к).



*Рисунок 3.18 – Варианты технологических схем удаления навоза от животноводческих помещений*

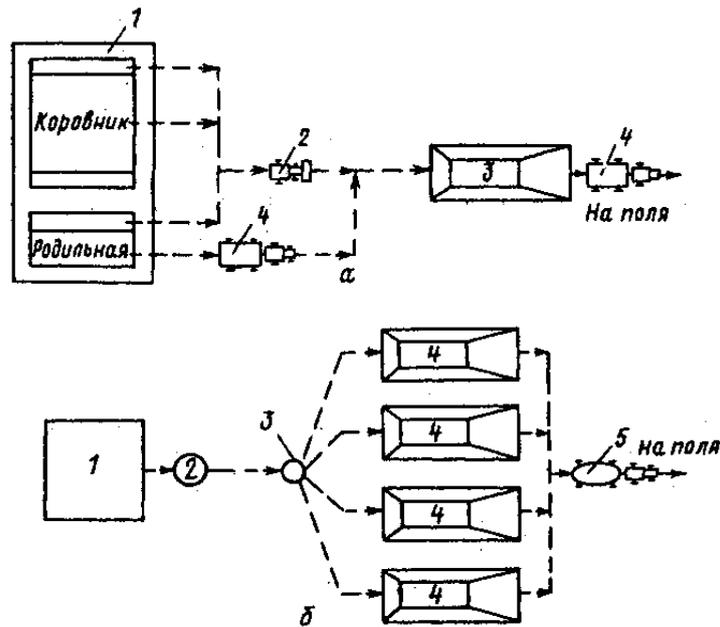


Рисунок 3.19 – Схемы поточных линий удаления, обработки и хранения навоза на животноводческих комплексах: а – на 800 коров: 1 – комплекс; 2 – бульдозер; 3 – навозохранилище; 4 – транспортное средство; б – на 10 тыс. голов молодняка КРС: 1 – комплекс; 2 – насосная станция; 3 – распределительный колодец; 4 – навозохранилище; 5 – транспортное средство

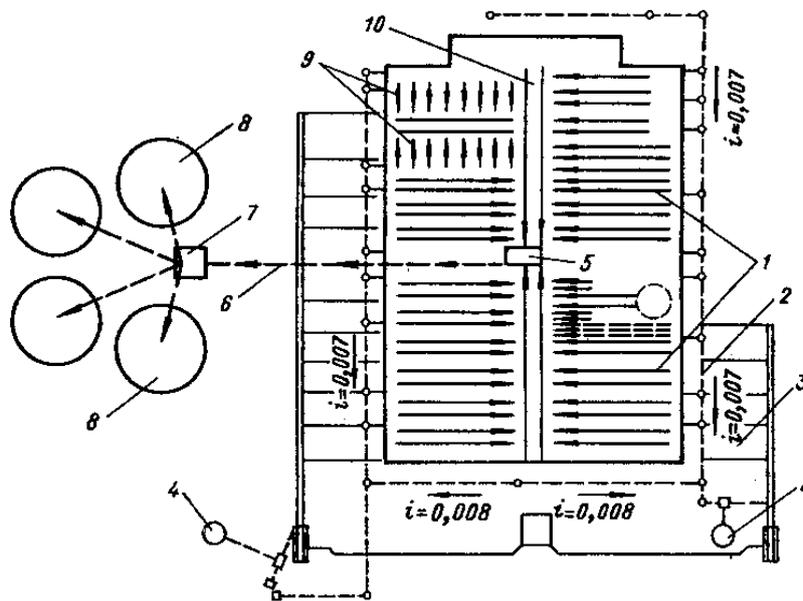


Рисунок 3.20 – Схема поточной линии сбора, удаления и хранения жидкого навоза на молочном комплексе: 1, 2, 9 – самотечные каналы; 3 – выгульный двор; 4 – жижеесборник; 5, 7 – насосные станции; 6 – трубопровод; 8 – навозохранилища; 10 – самотечный коллектор

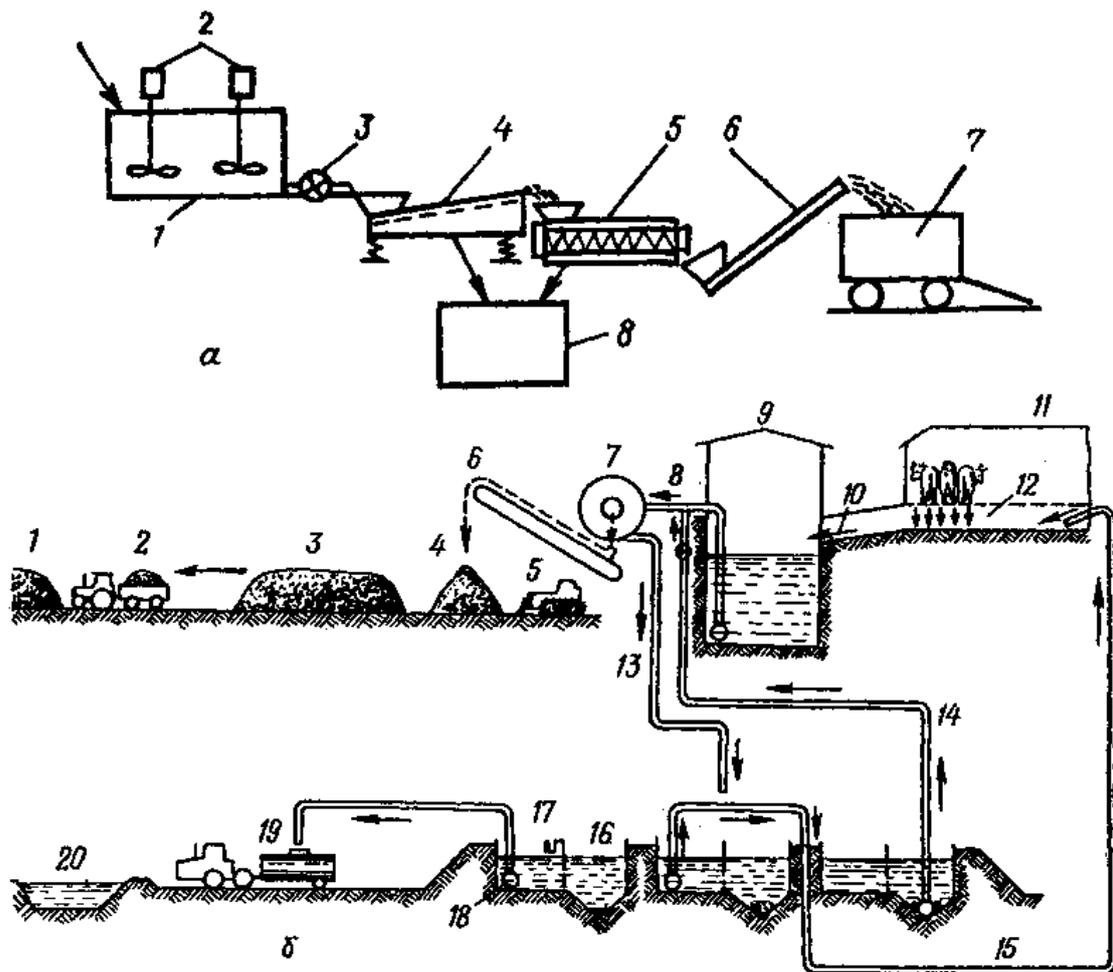


Рисунок 3.21 – Схемы поточных линий переработки жидкого навоза с разделением на фракции:

а – линия с виброгрохотом ГИЛ-52 и шнековым фильтром-прессом ВПО-20: 1 – резервуар; 2 – лопастные мешалки; 3 – задвижка; 4 – виброгрохот; 5 – шнековый пресс-фильтр; 6 – скребковый транспортер; 7 – транспортное средство; 8 – жижеоборник;

б – линия с фильтрующей центрифугой УОН-700М1: 1 – штабель; 2 – прицеп; 3, 4 – бурты; 5 – бульдозер; 6 – ленточный транспортер; 7 – фильтрующая центрифуга; 8 – навозопровод; 9 – насосная станция; 10 – поперечный коллектор; 11 – животноводческое помещение; 12 – навозоприемный канал; 13 – трубопровод; 14 – возвратный трубопровод; 15 – смывной трубопровод; 16, 17 – отстойник-накопитель; 18 – погружной насос; 19 – цистерна; 20 – полевое жижехранилище

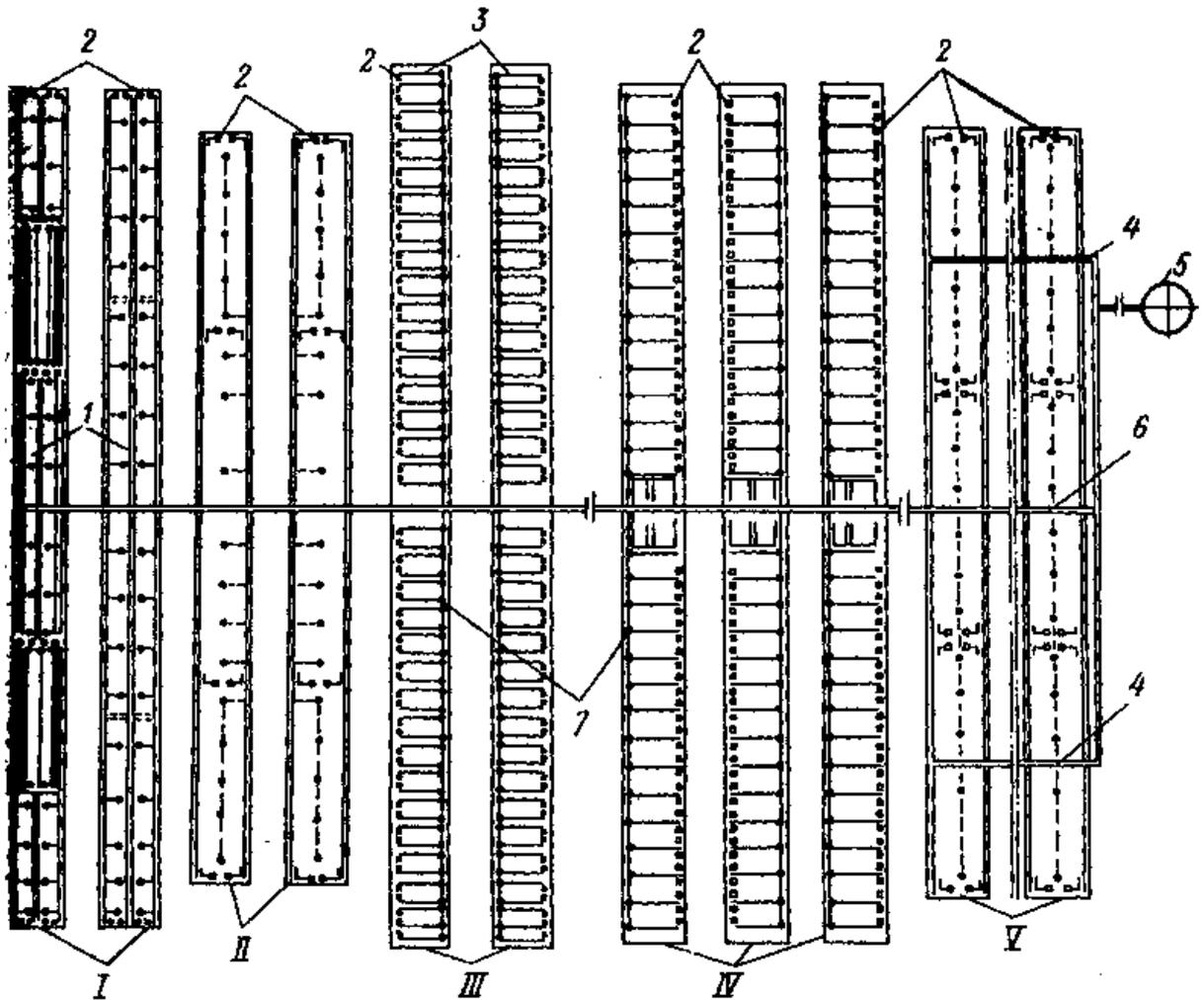


Рисунок 3.22 – Схема поточной технологической линии сбора и удаления навоза на свинооткормочном комплексе:

I – цех осеменения свиноматок и первого периода супоросности; II – цех свиноматок второго периода супоросности; III – цех подсосных свиноматок с поросятами-сосунами; IV – цех поросят-отъемышей (доращивание); V – цех откорма (10 свинарников по 3600 голов каждый); 1 – продольные навозоприемные каналы; 2 – смывные бачки; 3 – поперечные навозоотводящие каналы (коллекторы); 4 – боковой коллектор; 5 – насосная станция; 6 – главный (поперечный) коллектор; 7 – коллекторы

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлены рекомендации по структуре и содержанию курсового проекта по дисциплине «Машины и оборудование в животноводстве» студентам, обучающимся по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» (профили подготовки «Технические системы в агробизнесе» и «Технический сервис в агропромышленном комплексе»). Рекомендуемый объем графической части курсового проекта составляет 3 листа формата А1, пояснительной записки 21–25 страниц, напечатанной на ПЭВМ в редакторе Microsoft Word 14 шрифтом Times New Roman с полуторным межстрочным интервалом либо 30–35 страниц рукописного текста.

Студент, выполняя курсовой проект, должен показать достаточный уровень инженерной квалификации и способность самостоятельно решать сложные инженерные задачи, связанные с механизацией технологических процессов в животноводстве.

Умение самостоятельно проектировать генеральный план животноводческих комплексов студент должен показать при выполнении раздела «Разработка схемы генерального плана комплекса (фермы)». Выполняя раздел курсового проекта «Методика проектирования поточно-технологических линий на животноводческих фермах и комплексах», студент показывает знания, умения и навыки в области особенностей проектирования технологических линий.

В приложениях представлены: образец титульного листа курсового проекта, образец задания на курсовое проектирование, система единиц СИ, примеры библиографических записей в списке литературы, примеры генеральных планов животноводческих и птицеводческих комплексов, оформление спецификации, примерные рационы для некоторых групп животных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Актуализация ветеринарно-санитарных правил и технологий подготовки к использованию в качестве органических удобрений навоза свиней: практ. рекомендации / А.Н. Ковальчук [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 67 с.
2. Васильев, А.А. Курсовое проектирование по технической эксплуатации автомобилей: учеб. пособие / А.А. Васильев, М.Л. Октябрьский; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 96 с.
3. Виноградов, П.Н. Проектирование и технологические решения малых ферм по производству молока и говядины: учеб. / П.Н. Виноградов, Л.П. Ерохина, Д.Н. Мурусидзе. – М.: КолосС, 2008. – 120 с.
4. Дегтерев, Г.П. Технологии и средства механизации животноводства: учеб. пособие / Г.П. Дегтерев. – М.: Столичная ярмарка, 2010. – 384 с.
5. Ковальчук, А.Н. Оформление текстовой и графической части учебных и научных работ: учеб. пособие / А.Н. Ковальчук. – Абакан: Хакас. кн. изд-во, 2013. – 72 с.
6. Кузнецов, А.Ф. Современные производственные технологии содержания сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / А.Ф. Кузнецов, Н.А. Михайлов, П.С. Карцев. – СПб.: Лань, 2013. – 464 с.
7. Курсовое проектирование по механизации животноводства: учеб. пособие / под ред. И.Я. Федоренко. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2013. – 187 с.
8. Селиванов, А.П. Механизация и технологии в животноводстве: учеб. пособие / А.П. Селиванов, А.Н. Ковальчук, А.В. Татарченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2007. – 255 с.
9. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: учеб. / под ред. А.И. Завражнова. – СПб.: Лань, 2013. – 496 с.
10. Торопынин, С.И. Технология ремонта машин. Проектирование технологии ремонта узла: учеб. пособие / С.И. Торопынин, С.А. Терских; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 168 с.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

*Приложение А*

## **Образец оформления титульного листа курсового проекта (рекомендуемое)**

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Красноярский государственный аграрный университет  
Институт инженерных систем и энергетики

Кафедра «Механизация сельского хозяйства»

### **КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине «Машины и оборудование в животноводстве»

ТЕМА «.....»

Выполнил: студент группы  
Ф.И.О.

Проверил: преподаватель  
Ф.И.О.

Красноярск 20\_\_

**Образец задания на курсовое проектирование  
(рекомендуемое)**

Утверждаю  
зав. каф. «Механизация  
сельского хозяйства»

\_\_\_\_\_ Семенов А.В.

**Задание 1**

Для выполнения курсового проекта по дисциплине  
«Машины и оборудование в животноводстве»

Студент –

Курс –

Группа –

Тема: Проект комплекса по производству молока с разработкой  
технологической линии доения и первичной обработки молока.

Поголовье – 400.

Содержание – привязное.

Чертежи:

1 –

2 –

3 –

Дата выдачи задания

Преподаватель

**Примеры библиографических записей в списке литературы  
(по ГОСТ 7.1 и ГОСТ 7.80)  
(справочное)**

**Книги – до 3 авторов**

Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятий: учеб. пособие / Г.В. Савицкая. – 6-е изд., перераб. и доп. – Минск: Новое знание, 2001. – 704 с.

Попов, С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин: учеб. пособие / С.А. Попов, Г.А. Тимофеев; под ред. К.Ф. Дролова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2002. – 411 с.

Сахаров, А.Н. Подвижники России: истор. очерки / А.Н. Сахаров, В.Д. Назаров, А.Н. Боханов. – Л.: Рус. слово, 1999. – 456 с.

**Книги – более 3 авторов**

Проектирование электрических машин: учеб. пособие для вузов / И.П. Копылов, Б.К. Клюков, В.П. Морозкин [и др.]; под ред. И.П. Копылова. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2002. – 757 с.

**Нормативные правовые акты**

Конституция Российской Федерации: офиц. текст. – М.: Маркетинг, 2001. – 39 с.

О развитии сельского хозяйства: [Федер. закон № 264-ФЗ: принят Гос. думой 22 дек. 2006 г.: по состоянию на 28 фев. 2012 г.]. – СПб.: Стаун-контри, 2012. – 94 с.

**Стандарты**

ГОСТ 7.0-99 (ИСО 5127-1-83). Информационно-библиотечная деятельность, библиография. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 7.0-84, ГОСТ 7.26-80; Введ. 01.07.2000. – Минск: Изд-во стандартов, 1999. – 23 с.

## **Депонированные научные работы**

Зяблицкий, А.И. Информационно-поисковый алгоритм статистического распознавания образцов / А.И. Зяблицкий; Днепропетр. ун-т. – Днепропетровск, 1977. – 7 с. – Деп. в ВИНТИ 26.08.77, № 3461-77.

## **Авторефераты диссертаций**

Горлова, О.П. Почвенные беспозвоночные Красноярска и его окрестностей: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / О.П. Горлова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 1985. – 16 с.

## **Электронные ресурсы**

Планирование молочной фермы [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.delaval.24/-/Dairy-knowledgeand-advice/Dairy-farm-planning/>.

## **Статьи**

Шестиков, Д.В. Перспективы лазерной биостимуляции в птицеводстве / Д.И. Шестиков, А.В. Шумов, В.М. Шестаков // Молодые ученые возрождению с. х. России в XXI в. – Брянск, 2000. – С. 33–36.

## **Патенты**

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В.И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-ислед. ин-т связи. – № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил.

## Система единиц СИ (обязательное)

Международная система единиц (СИ) состоит из семи основных единиц: метра (м) – единицы длины; килограмма (кг) – единицы массы; секунды (с) – единицы времени; ампера (А) – единицы силы электрического тока; кельвина (К) – единицы термодинамической температуры; моля (моль) – единицы количества вещества; канделы (кд) – единицы силы света; двух дополнительных единиц радиана (рад) – единицы плоского угла истерадиана (ср) – единицы телесного угла, а также большого количества производных единиц.

Кроме единиц СИ допускаются к применению: десятичные кратные и дольные от единиц СИ, образуемые с помощью 16 приставок: экса (Э) для  $10^{18}$ , пета (П) для  $10^{15}$ , тера (Т) для  $10^{12}$ , гига (Г) для  $10^9$ , мега (М) для  $10^6$ , кило (к) для  $10^3$ , дека (да) для  $10^1$ , деци (д) для  $10^{-1}$ , санти (с) для  $10^{-2}$ , милли (м) для  $10^{-3}$ , микро (мк) для  $10^{-6}$ , нано (н) для  $10^{-9}$ , пико (п) для  $10^{-12}$ , фемто (ф) для  $10^{-15}$ , атто (а) для  $10^{-18}$ . Приставки рекомендуется выбирать так, чтобы числовые значения величин находились в пределах 0,1–1000.

Обозначение приставки пишут слитно с обозначением единицы, к которой ее присоединяют. Все обозначения приставок (русские и международные) пишут со строчной буквы, кроме пяти приставок, которые пишут с прописной буквы, а именно: М (мега), Г (гига), Т (тера), П (пета) и Э (экса).

В учебных заведениях всех видов при обучении не рекомендуется употреблять несистемные единицы. К таким единицам относятся, в частности, килограмм-сила (кгс), калория (кал) и единицы, основанные на них ( $\text{кгс}/\text{см}^2$ ,  $\text{кгс}/\text{мм}^2$ ,  $\text{кал}/\text{с}\cdot\text{см}^2$ ,  $\text{ккал}/\text{ч}\cdot\text{м}^2$  и т.п.), лошадиная сила (л.с.), карат (кар), центнер (ц), оборот в секунду (об/с), оборот в минуту (об/мин), бар, миллиметр водяного столба (мм вод.ст.), миллиметр ртутного столба (мм рт.ст.), рентген (Р), кюри (Ки), непер (Нп).

Ниже приведены некоторые соотношения единиц, подлежащих изъятию, с единицами СИ, кратными и дольными от них:

$1 \text{ ц} = 100 \text{ кг} = 0,1 \text{ т}$ ;  $1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ Н} \approx 10 \text{ Н}$ ;  $1 \text{ тс} = 9,80665 \text{ кН} \approx 10 \text{ кН}$ ;  $1 \text{ кгс}/\text{см}^2 = 1 \text{ атм} = 98,0665 \text{ кПа} \approx 100 \text{ кПа} (\approx 0,1 \text{ МПа})$ ;  $1 \text{ кгс}/\text{мм}^2 = 9,80665 \text{ МПа} \approx 10 \text{ МПа}$ ;

1 мм вод.ст. = 1 кгс/м<sup>2</sup>=9,80665 Па ≈ 10 Па;

1 бар=100 кПа=0,1 МПа;

1 кгс·м (для работы и энергии) = 9,80665 Дж ≈ 10 Дж;

1 кгс·м (для момента силы) = 9,80665 Нм ≈ 10 Нм;

1 об/с = 1 с<sup>-1</sup>;

1 об/мин = 1 мин<sup>-1</sup> = 1/60 с<sup>-1</sup>;

1 кал = 4,1868 Дж ≈ 4,2 Дж.

Ограниченное число внесистемных единиц, которые можно применять наравне с единицами СИ, это: тонна (т); литр (л); гектар (га); градус Цельсия (°С); минута (мин); час (ч); сутки (сут); неделя (н); месяц (мес.); год (г.); угловые градусы (°); минута (′); секунда (″); для относительных величин – единица (1), процент (%), промиле (0/00), миллионная доля (млн<sup>-1</sup>) и для логарифмических величин – бел (Б), децибел (дБ), октава (окт), декада (дек).

Ниже приведены важнейшие единицы СИ физических величин, наиболее широко применяемые в области механизации к электрификации сельского хозяйства.

Наименование величины	Единица	
	наименование	обозначение
1	2	3
<b>Основные единицы</b>		
Длина	метр	м
Масса	килограмм	кг
Время	секунда	с
Сила электрического тока	ампер	А
Термодинамическая температура	кельвин	К
Количество вещества	моль	моль
Сила света	кандела	кд
<b>Производные единицы</b>		
Площадь	квадратный метр	м <sup>2</sup>
Объем, вместимость	кубический метр	м <sup>3</sup>
Скорость	метр в секунду	м/с
Ускорение	метр на секунду в квадрате	м/с <sup>2</sup>
Частота периодического процесса	герц	Гц
Частота вращения, ударов, импульсов и т.п.	секунда в минус первой степени	с <sup>-1</sup>
Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с

Продолжение табл.

1	2	3
Угловое ускорение	радиан на секунду в квадрате	рад/с <sup>2</sup>
Грузоподъемность	килограмм	кг
Плотность	килограмм на куби- ческий метр	кг/м <sup>3</sup>
Линейная плотность	килограмм на метр	кг/м
Поверхностная плотность	килограмм на квад- ратный метр	кг/м <sup>2</sup>
Удельный объем	кубический метр на килограмм	м <sup>3</sup> /кг
Динамический момент инерции (мо- мент инерции)	килограмм-метр в квадрате	кг·м <sup>2</sup>
Сила (в том числе вес, сила тяжести, грузоподъемная сила)	ньютон	Н
Момент силы, вращающий (крутящий) момент, момент пары сил, изгибающий момент	ньютон-метр	Н·м
Давление, механическое напряжение (нормальное, касательное); модули про- дольной упругости, Юнга, сдвига, жест- кости, твердости, объемного сжатия	паскаль	Па
Градиент давления, градиент механи- ческого напряжения	паскаль на метр	Па/м
Энергия, работа	джоуль	Дж
Мощность	ватт	Вт
Поверхностное натяжение	ньютон на метр	Н/м
Вязкость:		
динамическая	паскаль-секунда	Па·с
кинематическая	квадратный метр на секунду	м <sup>2</sup> /с
ударная	джоуль на квадрат- ный метр	Дж/м <sup>2</sup>
Объемный расход, объемная подача (насоса, компрессора, вентилятора)	кубический метр в секунду	м <sup>3</sup> /с
Массовый расход, массовая подача (насоса и т.п.)	килограмм в секунду	кг/с
Массовая скорость	килограмм в секунду на квадратный метр	кг/(с·м <sup>2</sup> )
Количество электричества, электриче- ский заряд	кулон	Кл

## Продолжение табл.

1	2	3
Плотность электрического тока: линейная	ампер на метр	А/м
поверхностная	ампер на квадратный метр	А/м <sup>2</sup>
Электрическое напряжение, электрический потенциал, электродвижущая сила	вольт	В
Напряженность электрического поля	вольт на метр	В/м
Электрическая емкость	фарада	Ф
Электрическое сопротивление	ом	Ом
Удельное электрическое сопротивление	ом-метр	Ом·м
Электрическая проводимость	сименс	См
Удельная электрическая проводимость	сименс на метр	См/м
Магнитный поток	вебер	Вб
Магнитная индукция	тесла	Т
Напряженность магнитного поля	ампер на метр	А/м
Индуктивность, взаимная индуктивность	генри	Г
Абсолютная магнитная проницаемость, магнитная постоянная	генри на метр	Г/м
Электромагнитная энергия	джоуль	Дж
Мощность:		
активная	ватт	Вт
реактивная	вар	Вар
полная	вольт-ампер	В·А
Количество теплоты	джоуль	Дж
Удельное количество теплоты	джоуль на килограмм	Дж/кг
Удельная теплота сгорания топлива	джоуль на килограмм	Дж/кг
Объемная теплота сгорания топлива	джоуль на кубический метр	Дж/м <sup>3</sup>
Теплоемкость системы	джоуль на кельвин	Дж/К

Окончание табл.

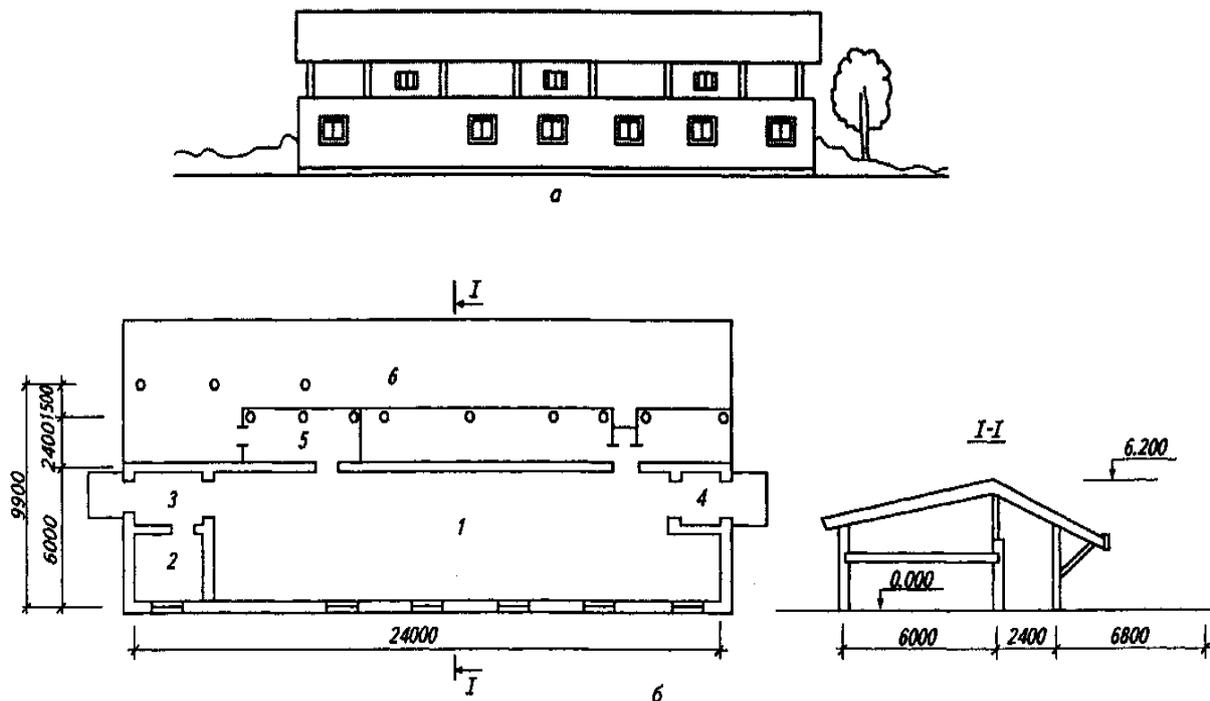
1	2	3
Удельная теплоемкость	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)
Тепловой поток	ватт	Вт
Теплопроводность	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)
Коэффициент теплообмена, теплопередачи	ватт на квадратный метр-кельвин	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
Температуропроводность	квадратный метр на секунду	м <sup>2</sup> /с
Световой поток	люмен	лм
Световая энергия	люмен-секунда	лм·с
Освещенность	люкс	лк
Светимость	люмен на квадратный метр	лм/м <sup>2</sup>
Яркость	кандела на квадратный метр	кд/м <sup>2</sup>

Оформление спецификации  
(справочное)

Код	Кол-во	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
<i>Документация</i>					
А1		01.76.01.05.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
<i>Детали</i>					
А1		01.76.01.05.001	Корпус	1	
А1		01.76.01.05.002	Ось	4	
А1		01.76.01.05.003	Ролик	4	
		01.76.01.05.004	Крышка ролика	4	
		01.76.01.05.005	Шайба	4	
<i>Стандартные изделия</i>					
			Подшипник №205	4	
			ГОСТ 8338-79		
			Болт М10-6дх40.5В	4	
			ГОСТ 7798-70		
			Винт М6-6дх40.5В	16	
			ГОСТ 17473-80		
01.76.01.05.000. СБ					
Механизм вибрационный					
Копирован					
Красноярский ГАУ гр. И-31-13а Формат А4					

**Примеры генеральных планов животноводческих  
и птицеводческих комплексов**

(справочное)



*Рисунок П.Е.1 – Коровник на 10 коров привязного содержания:  
а – общий вид подворья; б – план коровника: 1 – стойловое  
помещение; 2 – молочная; 3, 4 – тамбуры; 5 – помещение  
для комбикормов; 6 – навес*

Проект рекомендован для строительства в районах с расчетной зимней температурой наружного воздуха минус 30 °С.

Товарная продукция: молоко, мясо выбракованных животных и телята в 20-дневном возрасте.

Содержание животных – привязное в стойлах; раздача кормов – ручной тележкой; поение – из автопоилок; доение коров – передвижным доильным агрегатом; охлаждение молока – в водяной бане-охладителе; навозоудаление шнековым транспортером или тракторным бульдозерным скребком.

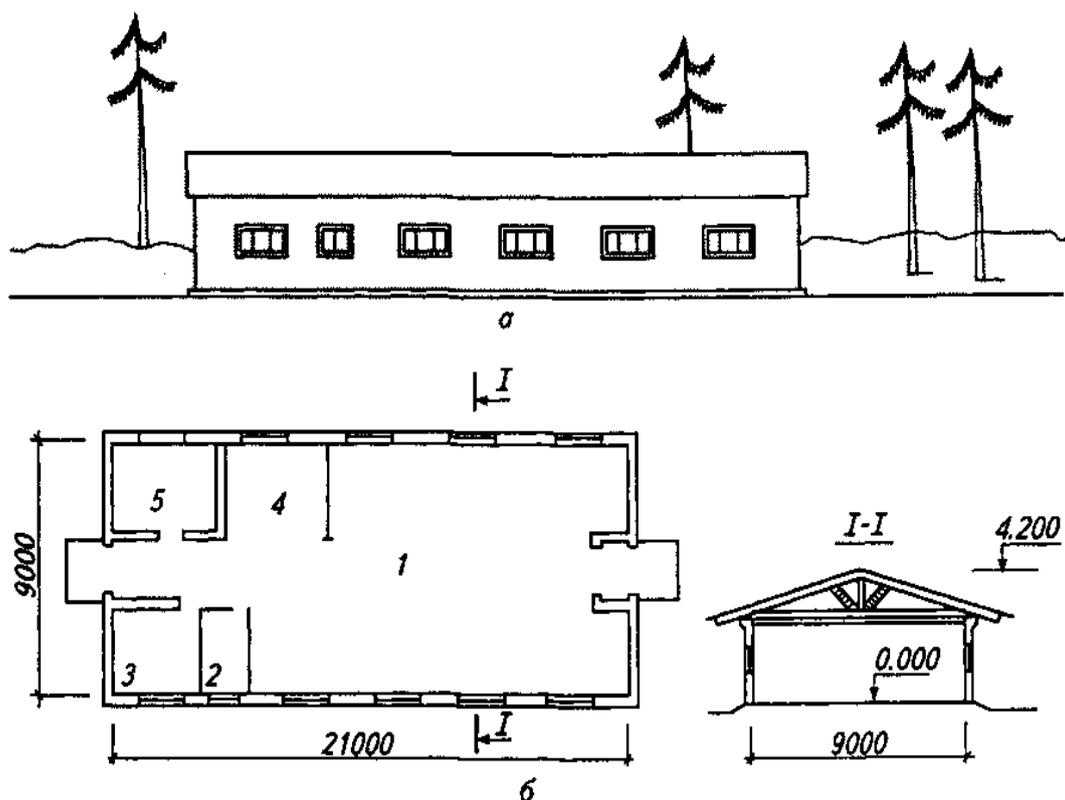


Рисунок П.Е.2 – Коровник на 8 коров беспривязного содержания:  
 а – общий вид; б – план: 1 – помещение для животных; 2 – денник для отела; 3 – помещение для отела; 4 – помещение для доения; 5 – молочная-моечная

Проект рекомендован для строительства в районах с расчетной зимней температурой наружного воздуха минус 20 °С.

Товарная продукция: молоко и мясо.

Содержание коров – беспривязное; телят и молодняка – в групповых клетках; доение коров – агрегатом индивидуального доения в отдельном помещении; раздача кормов – с самоходного шасси; поение – из автопоилки; удаление навоза из помещения – ручными тележками или трактором с бульдозерным скребком в навозохранилище.

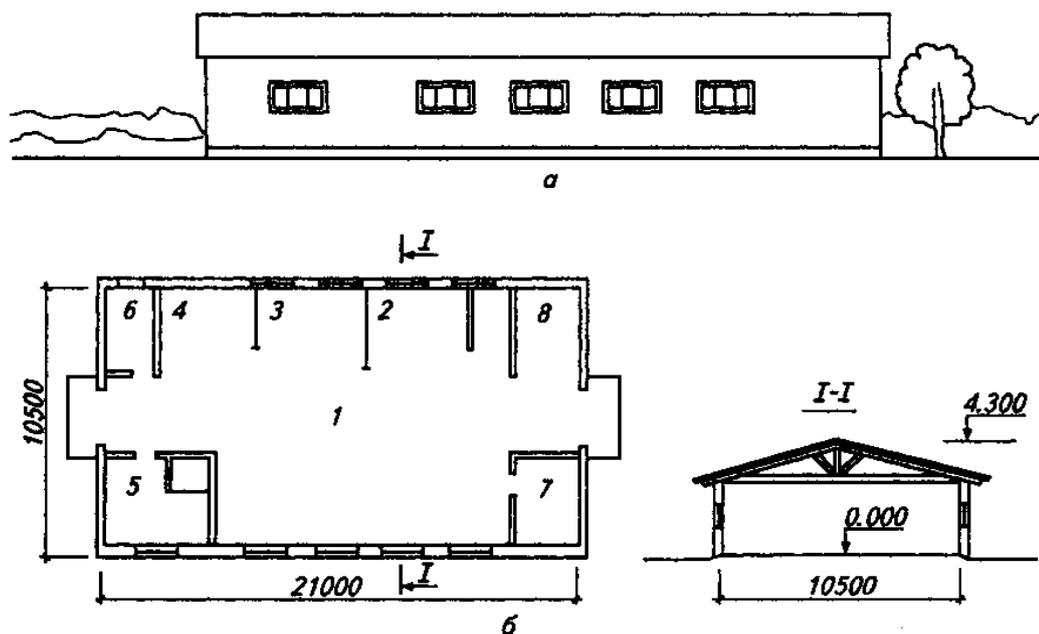


Рисунок П.Е.3 – Коровник (подворье) на 8 коров привязного содержания:  
 а – общий вид; б – план: 1 – стойловое помещение; 2 – клетка для телят;  
 3 – клетка для молодняка; 4 – денник для отела; 5 – молочная-моечная;  
 6 – помещение для телят; 7 – фуражная; 8 – помещение  
 для навозоудаления

Проект рекомендован для строительства в районах с расчетной зимней температурой наружного воздуха минус 20 °С.

Товарная продукция: молоко и мясо.

Содержание коров – привязное, телят и молодняка – в групповых клетках; доение – агрегатом индивидуального доения; кормление – многокомпонентным кормом; раздача кормов – агрегатом ПРК-Ф-0,4; поение – из автопоилки; удаление навоза из помещения – скребковым транспортером в тракторную тележку и вывозом на площадку для хранения.

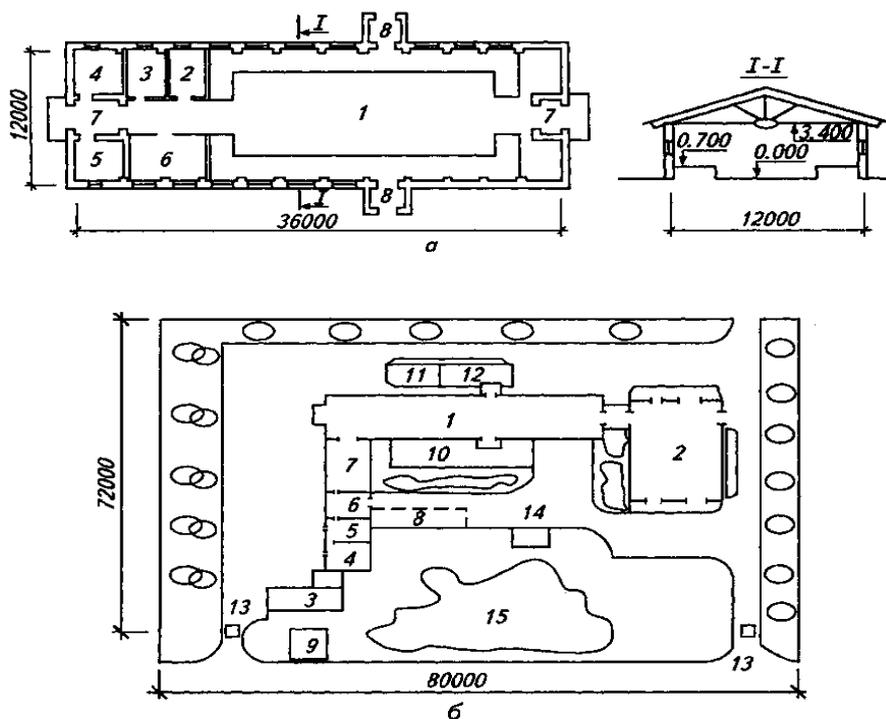


Рисунок П.Е.4 – Семейная ферма на 15 высокопродуктивных молочных коров: а – план коровника: 1 – стойловое помещение; 2 – профилакторий; 3 – вспомогательное помещение; 4 – склад комбикормов; 5 – вакуум-насосная; 6 – молочная; 7, 8 – тамбуры; б – схема генерального плана: 1 – коровник; 2 – навес для хранения сена; 3 – жилой дом; 4 – котельная; 5 – гараж для автомашин; 6 – гараж для сельхозмашин; 7 – теплица; 8 – площадка для хранения техники; 9 – комплектная трансформаторная подстанция; 10 – выгульная площадка для коров; 12 – выгульная площадка для молодняка; 13 – дезбарьер; 14 – емкость для ливнестоков; 15 – садовые насаждения

Проект рекомендован для строительства в районах с расчетной зимней температурой наружного воздуха минус 20 – минус 40 °С.

Семейная ферма со стойлово-пастбищным содержанием животных предназначена для производства молока, воспроизводства поголовья, выращивания ремонтных телок и нетелей, а также бычков до 6-месячного возраста.

Содержание коров, телят и молодняка КРС – в комбибоксах с задней фиксацией; раздача кормов – кормораздатчиком РММ-Ф-6, на тракторе Т-16 и тележкой ТУ-300; поение – из автопоилок; удаление навоза – шнеком с выгрузкой в транспортные средства и вывозом в полевое навозохранилище; доение – доильным агрегатом; охлаждение молока в летний период – в пластинчатом охладителе с применением ледяной воды.

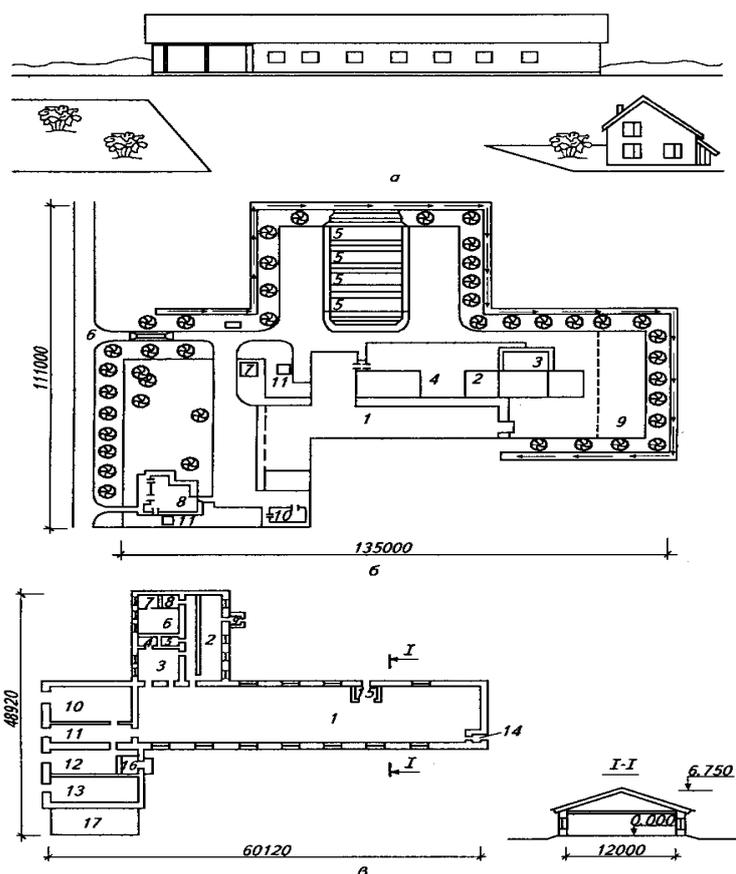
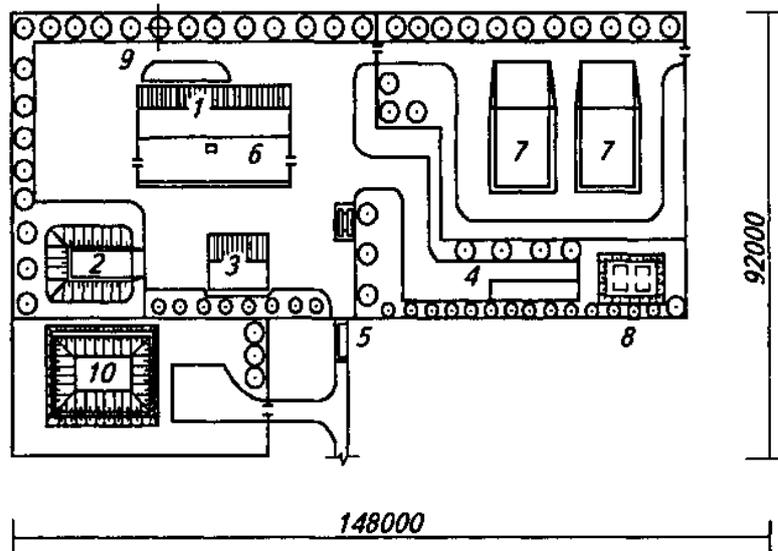


Рисунок П.Е.5 – Семейная ферма на 50 коров боксового содержания:  
 а – общий вид; б – схема генерального плана: 1 – блок производственных зданий; 2 – навозохранилище; 3 – емкость для ливневых стоков; 4 – выгульно-кормовой двор; 5 – траншеи для силоса и сенажа; 6 – дезбарьер; 7 – площадка многофункционального назначения; 8 – жилой дом; 9 – площадка для складирования торфа и компоста; 10 – постройка для скота и птицы; 11 – комплектная трансформаторная подстанция; в – блок производственных зданий: 1 – помещение для коров; 2 – помещение для отела коров и содержания телят; 3 – доильный зал; 4 – помещение для хранения кормов; 5 – вакуум-насосная; 6 – молочная; 7 – лаборатория; 8 – электрощитовая; 9, 10, 11, 14, 15 – тамбуры; 12 – помещение для хранения зерна; 13 – стоянка для техники; 16 – венткамера; 17 – навес

Содержание коров и нетелей – беспривязное в групповых секциях, оборудованных боксами, кормушками и автопоилками, глубокостельных и новотельных коров – привязное в стойлах, отел коров – в денниках. Для ремонта стада ежегодно закупают нетелей. Раздача кормов энергомодулем «Фермер» и ручными тележками; доение коров – в доильном зале на установке «Тандем» с последующим охлаждением молока в резервуарах-охладителях; уборка навоза – скреперной установкой и шнековыми транспортерами непосредственно в навозохранилище.



*Рисунок П.Е.6 – Ферма по выращиванию и откорму 50 голов молодняка КРС в год:*

*1 – здание фермы; 2 – траншея для хранения силоса; 3 – склад для хранения зерна; 4 – площадка для сена; 5 – дезбарьер; 6 – выгульно-кормовой двор; 7 – навозохранилище; 8 – резервуар для воды; 9 – выгон; 10 – пруд-отстойник*

Ферма предназначена для выращивания и откорма 50 голов молодняка в год с 20-дневного до 18-месячного возраста.

Содержание животных – групповое, выгульное. Вдоль групповых клеток, в центральной части, уложены решетчатые полы, а в логовищной и кормовой частях полы сплошные с уклоном  $10^\circ$  в сторону навозного канала (решетчатого пола).

Заменитель цельного молока готовят в пищеварочном котле КТЭ-60-01. Для дробления зерна (при необходимости) используют машину МВУ-Т-4. Раздача кормов – мобильными средствами; поение животных – из автопоилок ПА-ІВ; уборка навоза – конвейером КСН-Ф-100, далее в тележку ПРК-Т-30А.

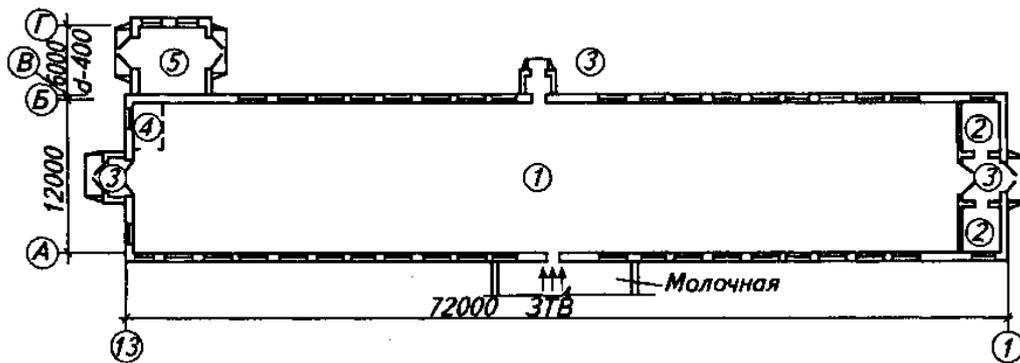


Рисунок П.Е.7 – Крестьянское хозяйство с коровником на 100 коров привязного содержания:

1 – помещение для содержания коров; 2 – фуражная для комбикормов; 3 – тамбур; 4 – машинное отделение; 5 – помещение перегрузки навоза в транспортное средство

Проект рекомендован для строительства в районах с расчетной зимней температурой наружного воздуха минус 40 °С.

Назначение крестьянского хозяйства – получение 90 т говядины в год. Содержание телят – секционнo-беспривязное. Корма – комбикорм, силос, сено. В летний период для молодняка силос и сено заменяют зелеными кормами. Проектом предусмотрена комплексная механизация подвоза и раздачи кормов, уборки и удаления навоза транспортером, автопоения, скашивания и заготовки кормов. Для этого на ферме предусмотрено следующее оборудование: трактор МТЗ-82, автомобиль ВАЗ-2121, кормораздатчик РММ-Ф-6, тракторный прицеп 2 ПТС-4М, разбрасыватель жидких удобрений РЖТ-4, плуг ПЛН-3-35, борона ЕДН-3,0, косилка-подборщик-измельчитель-погрузчик КУФ-1,8, косилка скоростная КС-2,1.

Удаление навоза – скреперной установкой УС-250, которая подает его на поперечный транспортер ТСН-160А, далее наклонной стрелкой на площадку компостирования. Горячее водоснабжение – от бытовых приборов и электродвигателей; канализация – в наружную канализационную сеть и далее самотеком на очистные сооружения биологической очистки. После очистки сточные воды фильтруются в грунт. Теплоснабжение – от встроенной котельной на природном газе; электроснабжение – от внешних сетей; телефонизация и радификация – от внешних сетей.

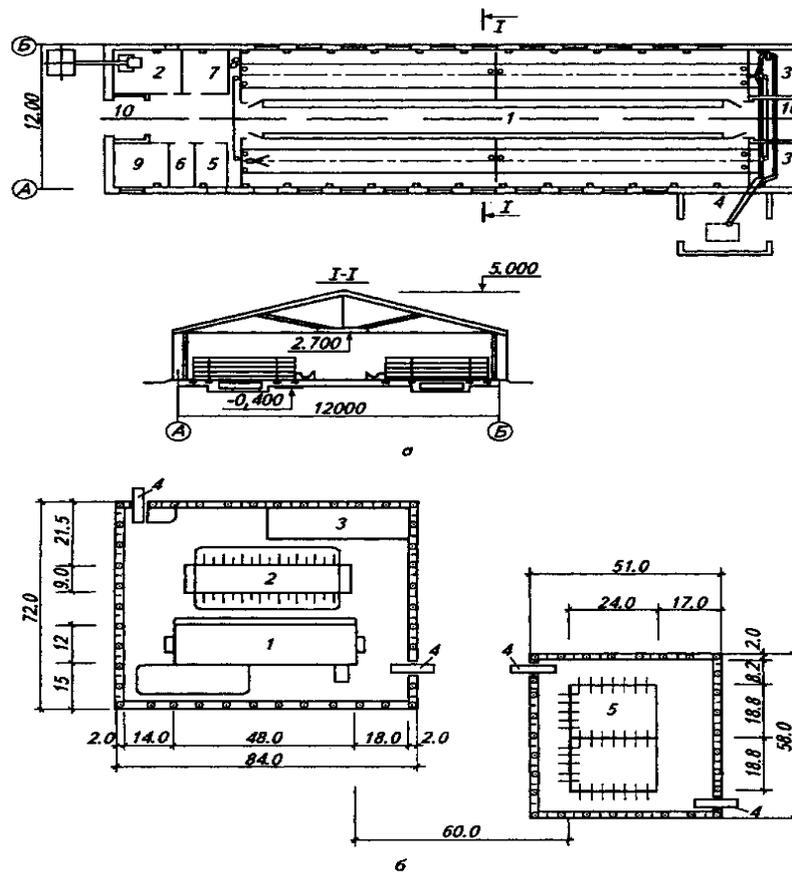


Рисунок П.Е.8 – Ферма для выщивания и откорма 100 голов молодняка КРС в год:

а – план коровника; 1 – помещение для содержания быков с 4–6- до 10-месячного возраста на 108 мест; 2 – помещение для приема концентрированных и минеральных кормов; 3 – машинное отделение; 4 – помещение для отгрузки навоза; 5 – служебная комната; 6 – санузел; 7 – электрощитовая; 8 – площадка инвентаря; 9 – тепловой пункт и водомерный узел; 10 – тамбур; б – генеральный план: 1 – здание для выращивания и откорма 100 голов молодняка КРС в год; 2 – траншея для хранения силоса; 3 – площадка для сена; 4 – дезбарьер; 5 – навозохранилище

Проект рекомендован для строительства в климатических районах с расчетной температурой наружного воздуха минус 30 °С (основное решение), -20, -40 °С с сейсмичностью до 6 баллов.

Ферма предназначена для выращивания и откорма 100 быков с 4–6- до 18-месячного возраста. Содержание животных – безвыгульное, беспривязное в групповых клетках. Живая масса быка при поступлении – 156 кг, при сдаче – 457 кг.

Раздача кормов – мобильным кормораздатчиком; поение – из автопоилок; удаление навоза – скреперной установкой на скребковый транспортер, далее в тракторную тележку для вывоза в навозохранилище.

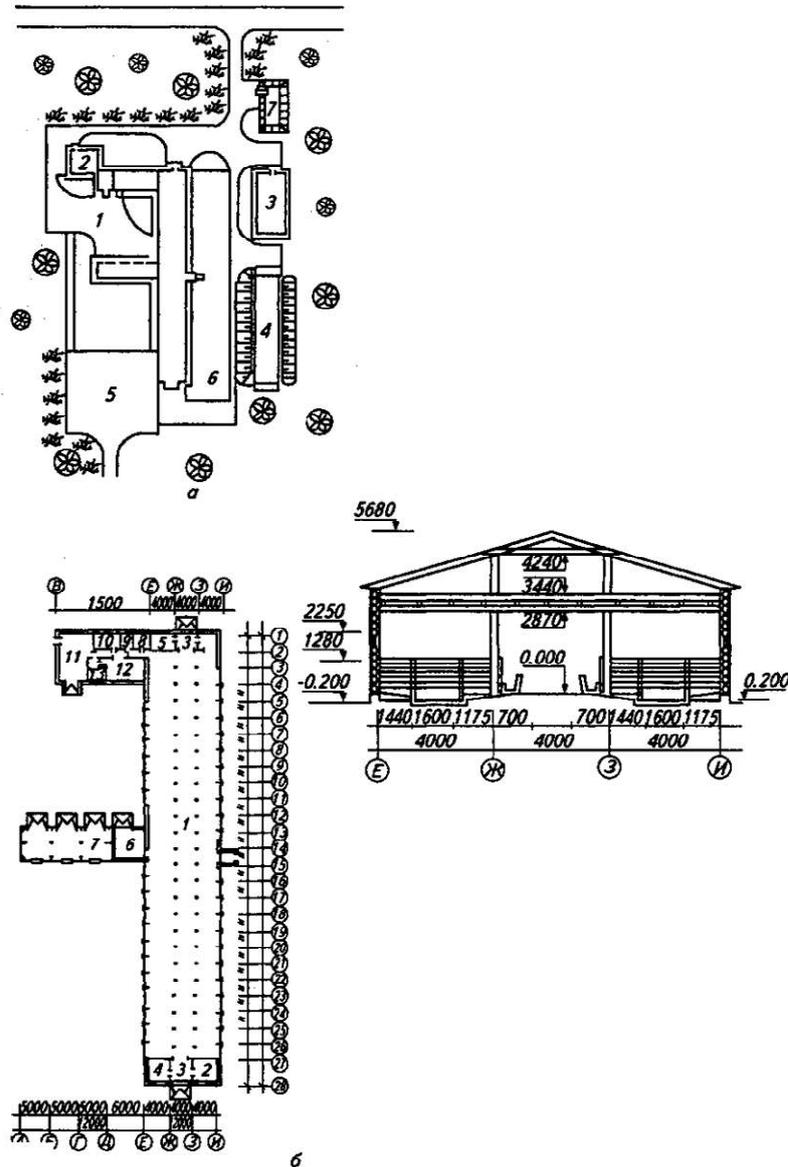


Рисунок П.Е.9 – Ферма по откорму молодняка КРС на 200 голов:  
 а – генеральный план: 1 – ферма по откорму молодняка; 2 – жилой дом; 3 – сарай для сена; 4 – наземная траншея для хранения силоса; 5 – площадка для компостирования навоза; 6 – выгульный двор; 7 – пруд с мотопомпой и пирсом; б – план: 1 – помещение для животных; 2, 4 – помещение для привода; 3 – тамбур; 5 – денник для лошади; 6 – помещение для комбикормов; 7 – стоянка сельскохозяйственной техники; 8 – электрощитовая; 9 – электронагревательная; 10 – складское помещение; 11 – теплая стоянка для машин; 12 – котельная; 13 – баня-сауна

Проект разработан для зон с расчетной зимней температурой воздуха минус 30 °С.

Фермерское хозяйство предназначено для получения 90 т говядины в год. Содержание телят – секционнo-беспривязное. Корма – комбикорм, силос, сено. В летний период для молодняка силос и сено заменяют зелеными кормами. Проектом предусмотрена комплексная механизация подвоза и раздачи кормов, уборки и удаления навоза транспортером, автопоения, скашивания и заготовки кормов.

Для этого на ферме предусмотрено следующее оборудование: трактор МТЗ-82, автомобиль ВАЗ-2121, кормораздатчик РММ-Ф-6, тракторный прицеп 2 ПТС-4М, разбрасыватель жидких удобрений РЖТ-4, плуг ПЛН-3-35, борона ЕДН-3,0, косилка-подборщик-измельчитель-погрузчик КУФ-1,8, косилка скоростная КС-2,1.

Навоз удаляется скреперной установкой УС-250, которая подает его на поперечный транспортер ТСН-160А, далее наклонной стрелкой на площадку компостирования. Горячее водоснабжение – от бытовых газовых приборов и электроводонагревателей; канализация – в наружную канализационную сеть и далее самотеком на очистные сооружения биологической очистки. После очистки сточные воды фильтруются в грунт. Теплоснабжение – от встроенной котельной на природном газе; электроснабжение – от внешних сетей; телефонизация и радиофикация – от внешних сетей.

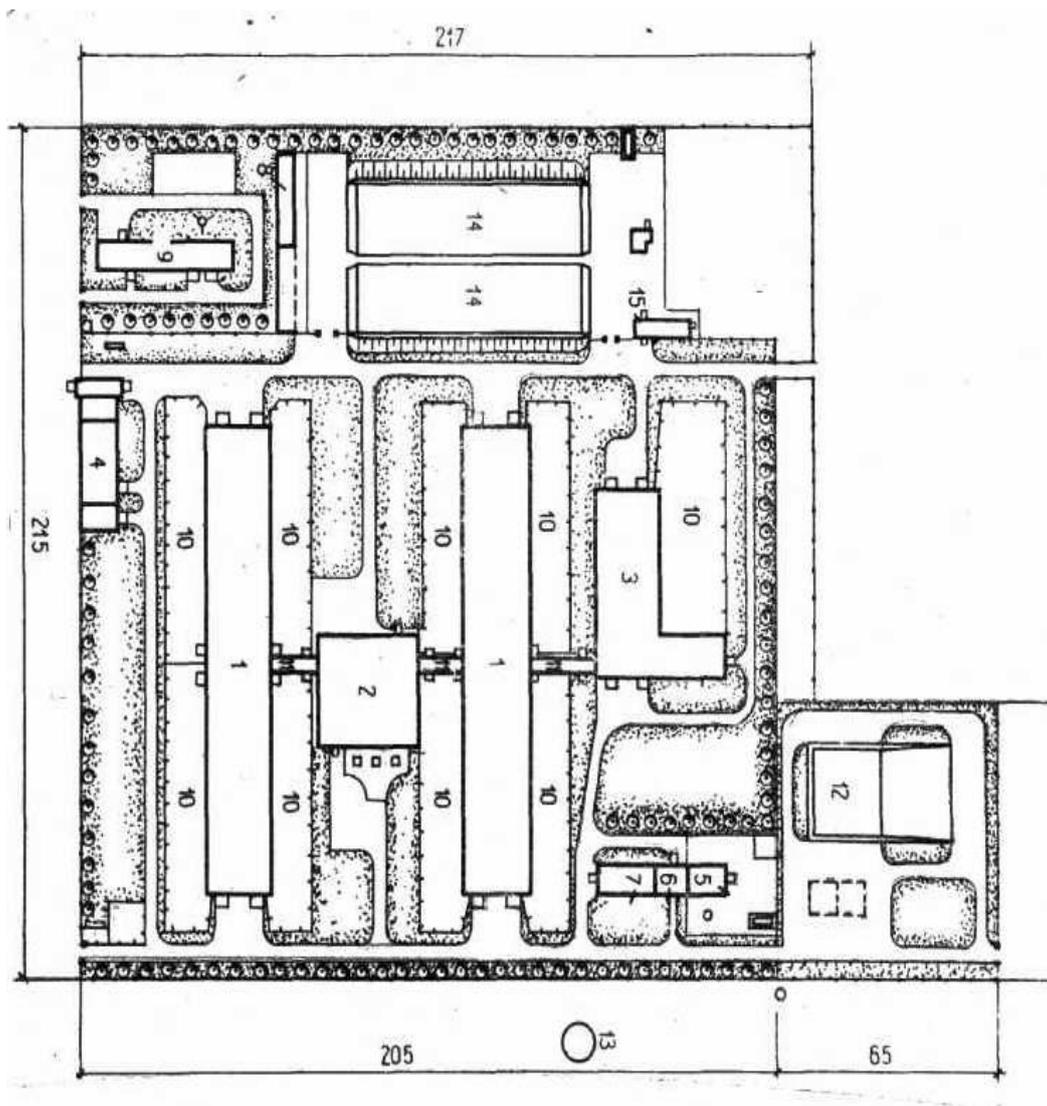
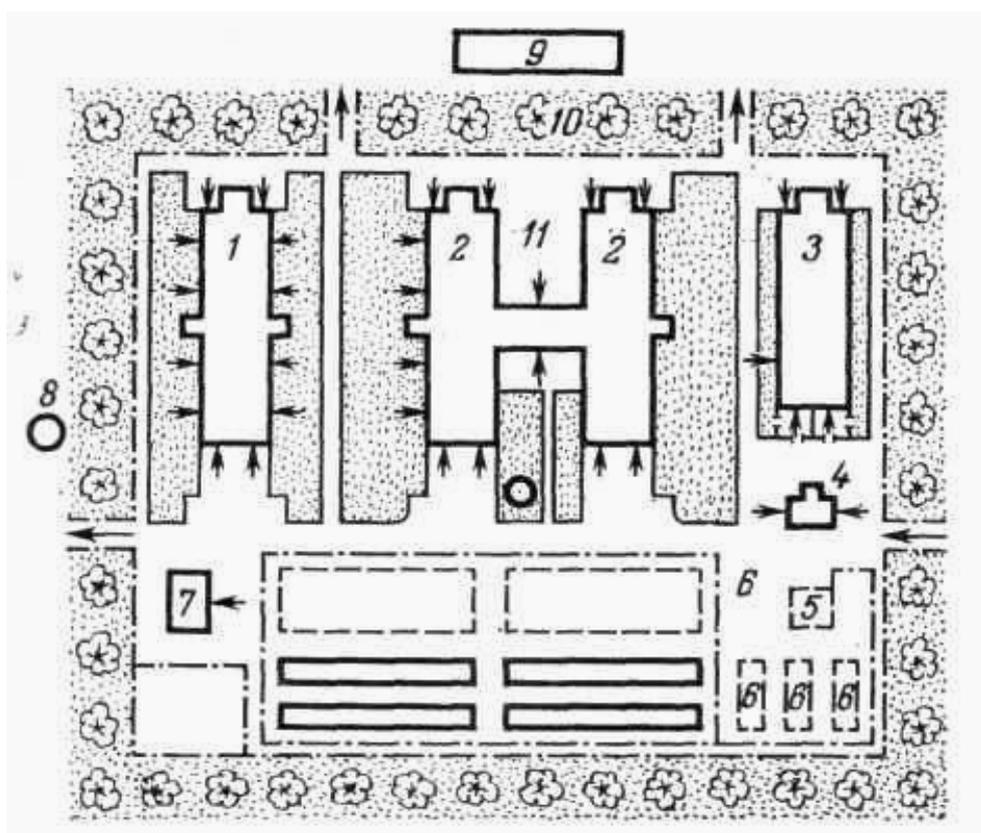


Рисунок П.Е.10 – Генеральный план молочной фермы на 800 коров привязного содержания: 1 – коровник на 400 коров; 2 – доильно-молочный блок; 3 – родильная на 160 коров; 4 – ветеринарно-санитарный пропускник; 5 – изолятор на 10 мест; 6 – ветеринарная амбулатория; 7 – стационар на 10 мест; 8 – гараж на три трактора; 9 – котельная; 10 – выгульные дворы; 11 – соединительная галерея; 12 – навозохранилище; 13 – насосная станция; 14 – траншея для хранения сенажа на 1800 т; 15 – здание для мойки корнеклубнеплодов



*Рисунок П.Е.11 – Генеральный план молочной фермы на 400 коров привязного содержания:*

*1 – помещение для молодняка; 2 – коровник на 200 коров; 3 – телятник и родильное отделение; 4 – автовесы; 5 – кормоцех; 6 – склады кормов; 7 – ветпункт; 8 – водокачка; 9 – навозохранилище; 10 – жижесборник; 11 – молочный блок*

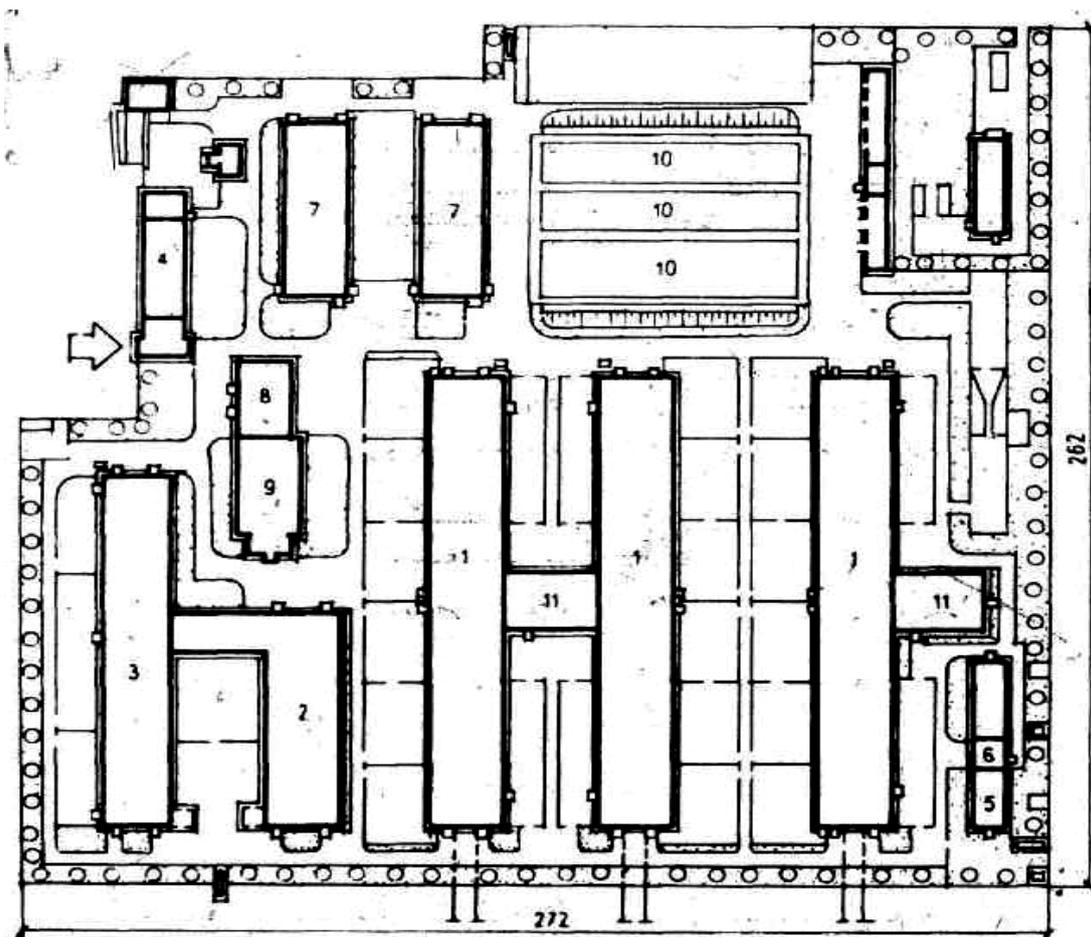
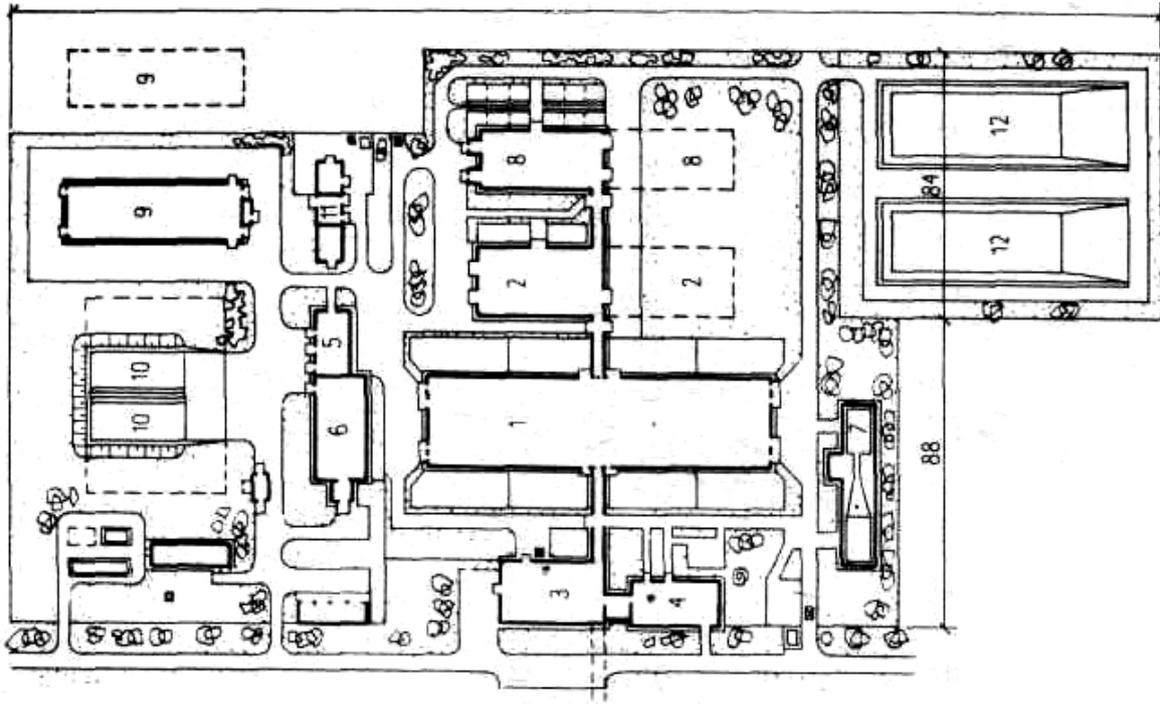


Рисунок П.Е.12 – Молочный комплекс на 1200 коров привязного содержания: 1 – коровник на 400 голов с подпольным навозохранилищем; 2 – родильная на 149 коров; 3 – телятник на 600 голов; 4 – ветеринарно-санитарный пропускник; 5 – изолятор на 10 мест; 6 – ветеринарная амбулатория; 7 – сарай для сена; 8 – кормоприготовительный цех; 9 – корнеплодохранилище на 1000 т; 10 – траншея для силоса; 11 – молочная

Содержание коров и нетелей – стойлово-пастбищное, в коровниках и родильном отделении – привязное. Выращивание телят в двух вариантах: до 20-дневного возраста – в индивидуальных клетках профилактория и до 6-месячного возраста в телятнике. Кормление животных в стойловый период – грубыми, сочными кормами и комбикормами, в летний период – зелеными кормами и комбикормами. Раздача кормов – мобильными кормораздатчиками. Поение – из автопоилок. Доеение коров в стойлах – в молокопровод, в родильном отделении – в переносные ведра. Удаление навоза из коровников – через щелевые полы в подпольные навозохранилища.



*Рисунок П.Е.13 – Комплекс по производству молока на 400 коров беспривязного содержания: 1 – коровник на 400 коров; 2 – родильная на 48 коров; 3 – доильно-молочный блок на две установки типа «Елочка»; 4 – ветеринарно-санитарный пропускник; 5 – кормоцех; 6 – корнеплодохранилище; 7 – площадка для обработки кожного покрова животных; 8 – телятник на 230 голов; 9 – сарай для сена; 10 – силосная траншея; 11 – ветеринарный пункт с изолятором; 12 – навозохранилище на 4,5 т*

Комплекс предназначен для круглогодичного равномерного производства молока на промышленной основе. Предусматривается выращивание телят в двух вариантах: до 15-дневного и 6-месячного возраста. Содержание коров и нетелей – стойлово-пастбищное беспривязное, группами по 50 голов в секциях, оборудованных индивидуальными боксами размером 1x2 м для отдыха животных, в родильном отделении – на привязи. Кормление коров в стойловый период – грубыми, сочными кормами и комбикормами, в летний период – зелеными кормами и комбикормами. Раздача кормов – мобильными кормораздатчиками. Поение – из автопоилок. Доеение коров в доильно-молочном блоке – на установках «Елочка», в родильном отделении – в переносные доильные ведра. Удаление навоза – через щелевые полы в подпольные каналы и по ним самотеком в навозохранилище, рассчитанное на 6-месячный срок хранения.

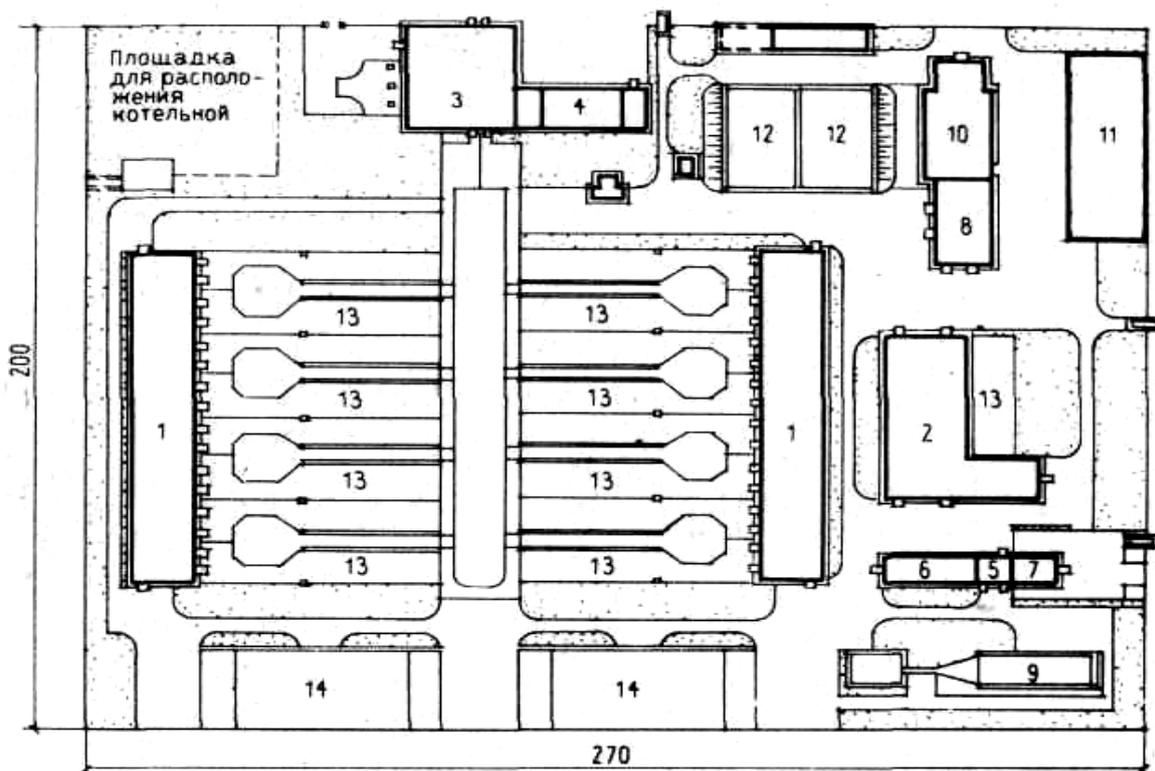
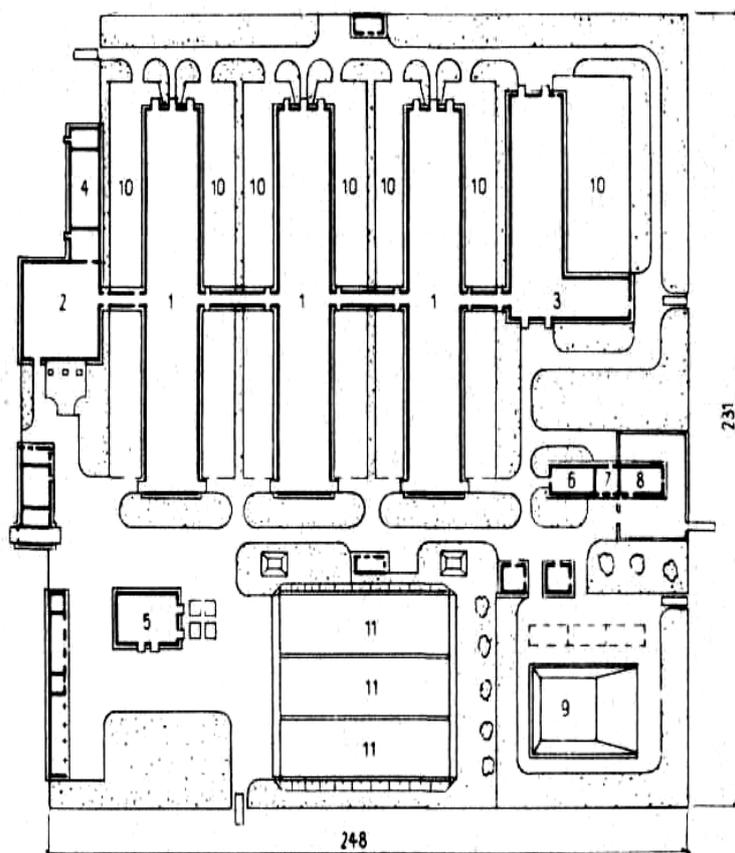


Рисунок П.Е.14 – Комплекс по производству молока на 800 коров беспривязного содержания: 1 – коровник на 400 коров; 2 – родильная на 108 коров; 3 – доильно-молочный блок; 4 – ветеринарно-санитарный пропускник; 5 – ветеринарная амбулатория; 6 – стационар на 15 мест; 7 – изолятор на 5 мест; 8 – кормоприготовительный цех; 9 – площадка для обработки кожного покрова коров; 10 – механизированное корнеплодохранилище на 1000 т; 11 – сарай для хранения сена на 1000 т; 12 – силосная траншея на 1000 т; 13 – выгульно-кормовые двory; 14 – навозохранилище на 1200 т

Комплекс предназначен для круглогодичного равномерного производства молока на промышленной основе. Содержание коров и нетелей – стойлово-пастбищное: в коровниках – беспривязное, боксовое; в родильной – привязное. Содержание телят в профилактории – в индивидуальных клетках. Кормление коров – сочными, грубыми кормами и комбикормами на выгульных дворах, при неблагоприятных погодных условиях – в коровниках. Раздача кормов – мобильными кормораздатчиками. Поение – из автопоилок на выгульных дворах. Доеание коров – в доильно-молочном блоке на установках «Елочка», в родильной – в переносные ведра. Удаление навоза из коровников и с выгульно-кормовых дворов – бульдозером. Комплекс обеспечивается теплом и горячей водой от собственной котельной, водой и электроэнергией – от наружных сетей. Канализация – в наружную сеть.



*Рисунок П.Е.15 – Комплекс по производству молока на 1200 коров боксового содержания: 1 – коровник на 400 коров; 2 – доильно-молочный блок на 3 установки «Елочка»; 3 – родильная на 160 коров; 4 – санитарный блок на 70 человек; 5 – кормоприготовительный цех; 6 – стационар на 10 мест; 7 – амбулатория; 8 – изолятор на 10 мест; 9 – навозохранилище вместимостью 2000 т; 10 – выгульные дворы; 11 – траншея для хранения сенажа и силоса*

Содержание коров и нетелей – стойлово-пастбищное: в коровниках – беспривязное боксовое; в родильном отделении – привязное. Содержание телят до 20-дневного возраста – в клетках профилактория.

Кормление коров в стойловый период – грубыми, сочными кормами и комбикормами, в летний период – зелеными кормами и комбикормами. Доставка кормов – транспортными средствами. Раздача кормов – стационарными кормораздатчиками. Поение – из автопоилок. Доеение коров в доильно-молочном блоке – на установках «Елочка», в родильном отделении – в переносные доильные ведра. Удаление навоза из коровников – через щелевые полы самотеком в насосную станцию, из родильной – скребковыми транспортерами в поперечный канал, далее в насосную станцию, откуда навоз фекальными насосами перекачивается в навозохранилище.

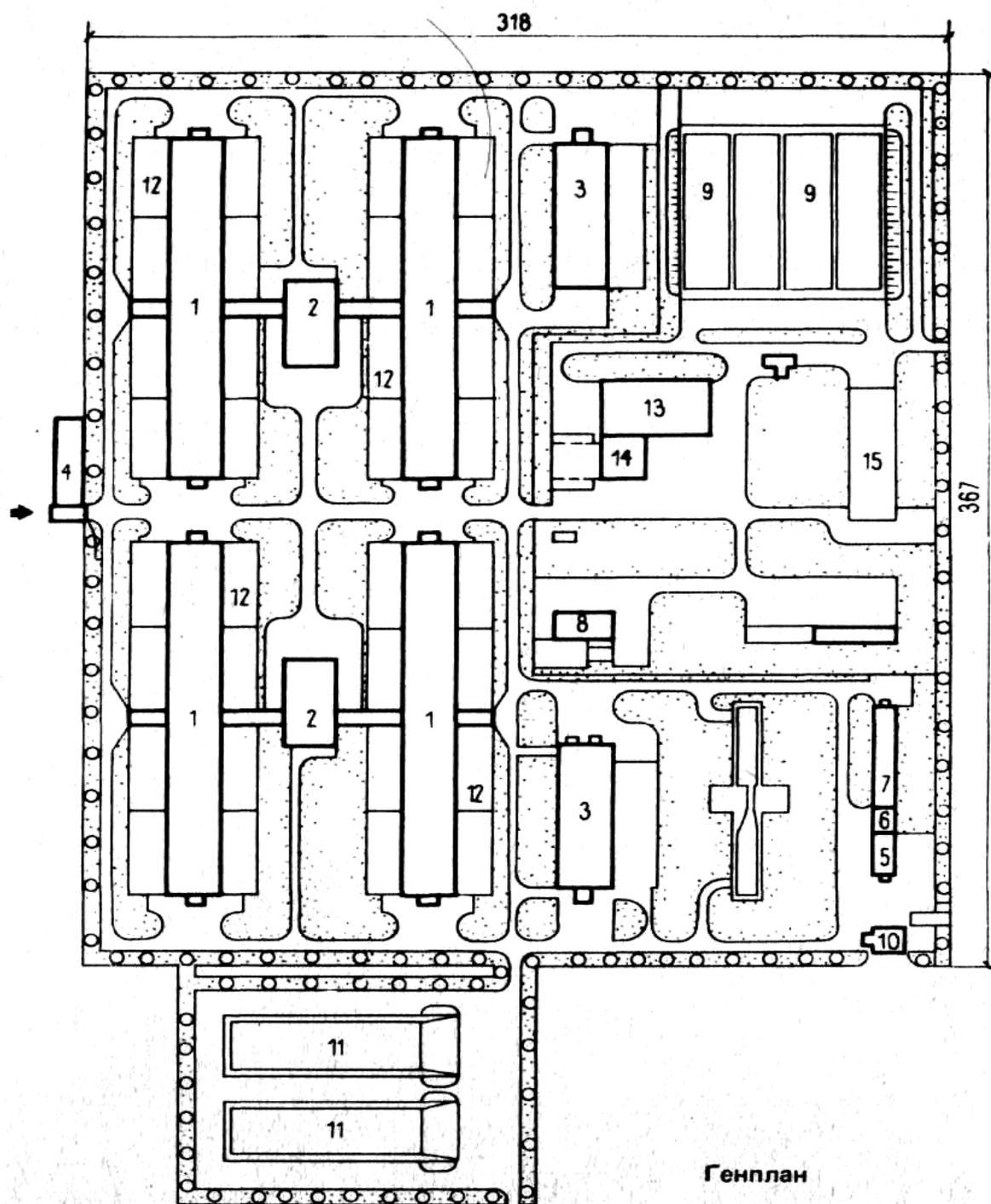


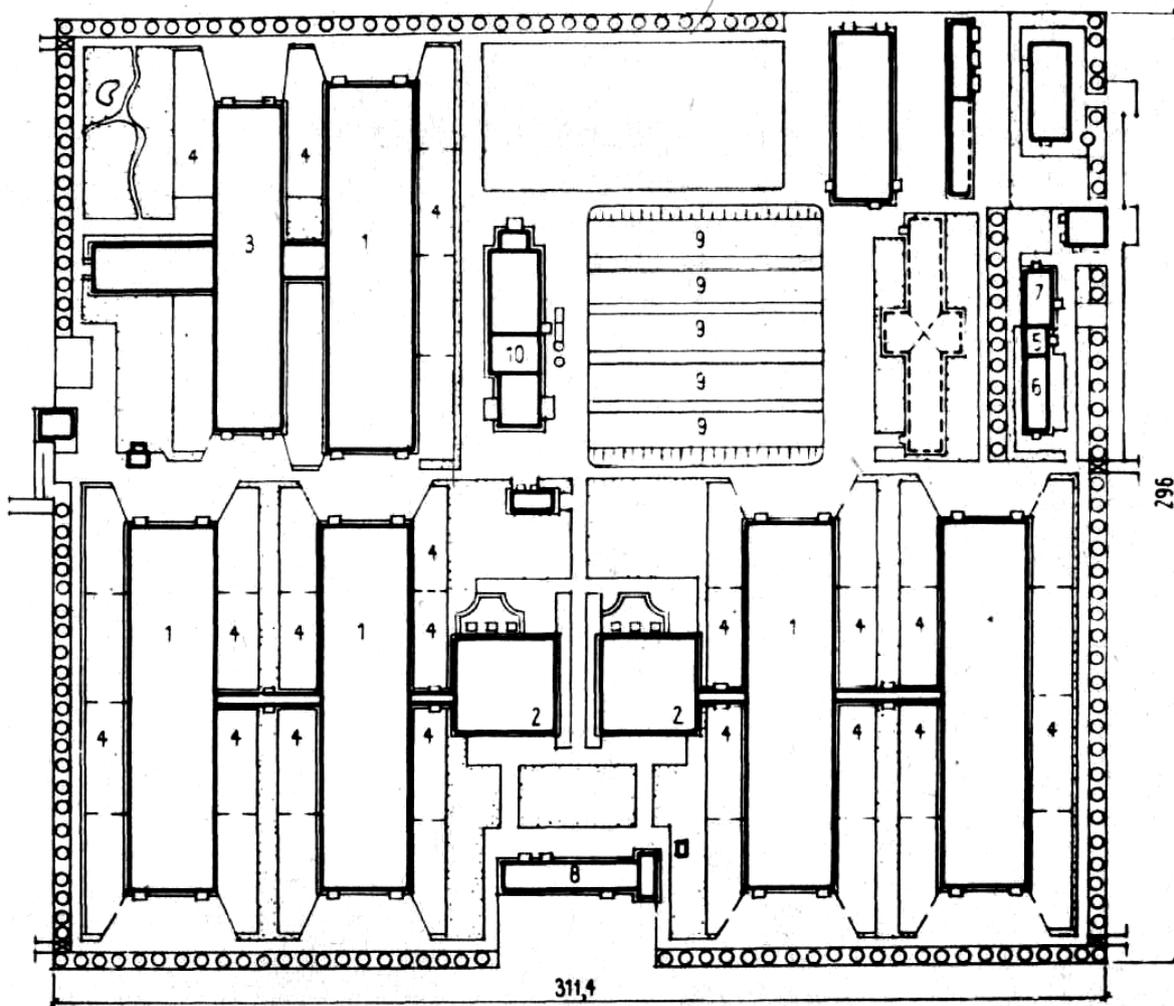
Рисунок П.Е.16 – Молочный комплекс на 1600 коров беспривязного содержания: 1 – коровник на 400 коров; 2 – доильно-молочный блок; 3 – родильная на 104 коровы; 4 – ветеринарно-санитарный пропускник; 5 – изолятор на 10 мест; 6 – ветеринарная амбулатория; 7 – стационар на 30 мест; 8 – котельная; 9 – траншеи для хранения силоса на 3000 т; 10 – убойно-санитарный пункт; 11 – навозохранилище на 4500 т; 12 – выгульные дворы; 13 – корнеплодохранилище на 2000 т; 14 – кормоприготовительный цех на 800–1000 голов; 15 – навес для грубых кормов на 1000 т

Комплекс предназначен для круглогодичного равномерного производства молока на промышленной основе.

Содержание животных – стойлово-пастбищное. В коровнике содержание животных – беспривязное в боксах; в родильном отделении – на привязи. Выращивание телят – в индивидуальных клетках профилактория до 20-дневного возраста. Кормление животных – кормами собственного производства, в зимний период – грубыми, сочными кормами и комбикормами, в летний период – зелеными кормами и комбинированными кормами. Раздача кормов – мобильными кормораздатчиками. Поение – из автопоилок. Доеение коров – в доильно-молочном блоке на установках «Елочка», в родильном отделении – в переносные доильные ведра. Удаление навоза из коровников – скреперными установками, из родильной – скребковыми транспортерами в тракторный прицеп и вывозится в навозохранилище.

Конструкции животноводческих зданий: каркас – из сборных железобетонных трех шарнирных рам; стены – панельные; покрытие – железобетонные плиты; кровля – асбестоцементные листы.

Комплекс обеспечивается теплом и горячей водой от собственной котельной, водой и электроэнергией – от наружных сетей. Канализация – в наружную сеть, навоз вывозится на поля.



*Рисунок П.Е.17 – Молочный комплекс на 2000 коров беспривязного содержания: 1 – коровник на 400 коров; 2 – доильно-молочный блок; 3 – родильное отделение на 260 мест с профилакторием на 130 мест; 4 – выгульные дворы; 5 – ветеринарный пункт; 6 – стационар; 7 – изолятор; 8 – ветеринарно-санитарный пропускник; 9 – силосная траншея на 2000 т; 10 – кормоприготовительный цех*

Комплекс предназначен для круглогодичного равномерного производства молока на промышленной основе.

Содержание коров и нетелей – стойловое, в коровниках – беспривязное боксовое, в родильном отделении – привязное. Содержание телят – в индивидуальных клетках профилактория до 20-дневного возраста. Кормление коров в зимний период – сочными и грубыми кормами и комбикормами, в летний период – зеленым кормом и комбикормами.

Раздача кормов в коровниках и в здании родильного отделения – мобильными кормораздатчиками КТУ-10. Поение – из автопоилок. Дояние и первичная обработка молока – в доильно-молочном блоке на доильных установках УДЕ-8 «Елочка», в родильном отделении – в переносные доильные ведра.

Удаление навоза из коровников – через щелевые полы самотеком в насосную станцию, далее насосами на сооружения, в которых его разделяют на фракции.

Конструкции животноводческих зданий: сборный железобетонный каркас; стены – из двухслойных керамзитобетонных панелей, торцовые – кирпичные; покрытие – железобетонные плиты, кровля – из асбестоцементных листов унифицированного профиля; полы в боксах – деревянные, в проходах – железобетонные щелевые, в проездах – бетонные.

Комплекс обеспечивается теплом и горячей водой от собственной котельной, водой и электроэнергией – от наружных сетей. Канализация выведена в наружную сеть. Навозный фильтрат перекачивается, а твердая фракция вывозится на поля.

Предусмотрены благоустройство, ограждение и озеленение территории.

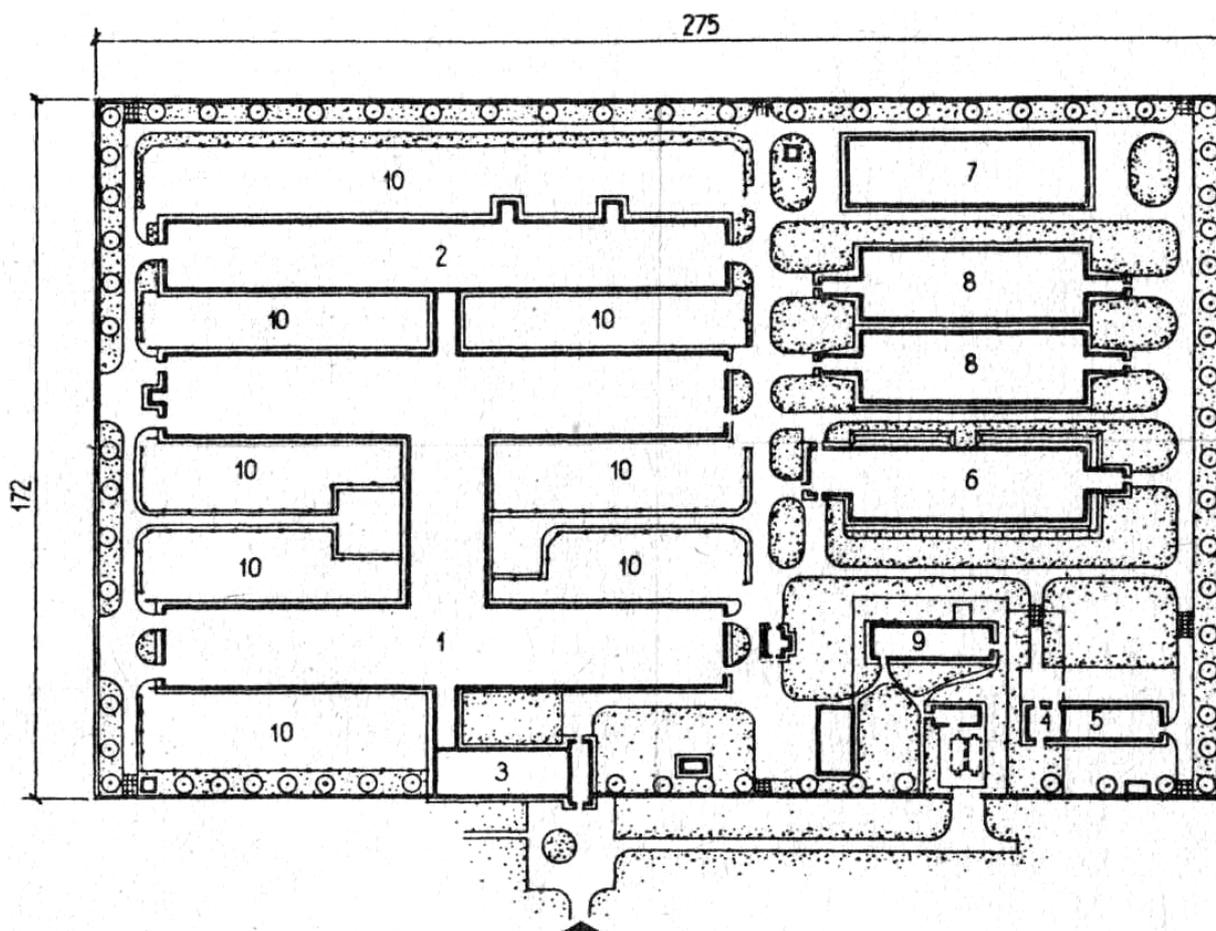


Рисунок П.Е.18 – Племенная ферма на 800 коров:

1 – блок из двух коровников на 400 коров с доильно-молочным блоком; 2 – телятник на 460 голов с родильным отделением на 100 мест и профилакторием на 61 место; 3 – ветсанпропускник на 50 человек с дезблоком для транспортных средств; 4 – ветпункт (амбулатория); 5 – изолятор на 10 мест; 6 – корнеплодохранилище на 1000 т; 7 – площадка для грубых кормов на 3000 м<sup>3</sup>; 8 – траншея для силоса на 3000 т; 9 – котельная; 10 – выгульные площадки

Ферма предназначена для выращивания до 15–18-месячного возраста племенных бычков и телочек и производства молока.

Ферма состоит из двух отделений и размещается на двух участках: для маточного стада и для молодняка с разрывом между ними 200 м.

Содержание животных – стойлово-пастбищное. Коровы содержатся на привязи, телята в групповых клетках, а молодняк беспривязно на глубокой подстилке. Кормление грубыми, сочными кормами и комбикормами, в летний период зелеными кормами и комбикорма-

ми. Раздача кормов мобильными кормораздатчиками. Поение из автопоилок.

Доеение коров в доильном зале на установках «Тандем» и как вариант – в стойлах на доильной установке АДМ-8, в родильном отделении – в переносные доильные ведра.

Удаление навоза в навозохранилище транспортерами и пневматической установкой УПН-15.

Конструкции животноводческих зданий: полный железобетонный каркас; стены из двухслойных легкобетонных панелей; покрытие железобетонное; кровля из волнистых асбестоцементных листов унифицированного профиля; полы в стойлах цементные по керамзитобетону, в проходах бетонные.

Ферма обеспечивается теплом и горячей водой от собственной котельной, водой и электроэнергией от наружных сетей; канализация в наружную сеть. Навоз из навозохранилища вывозится на поля.

Предусмотрены ограждение, благоустройство и озеленение территории фермы.

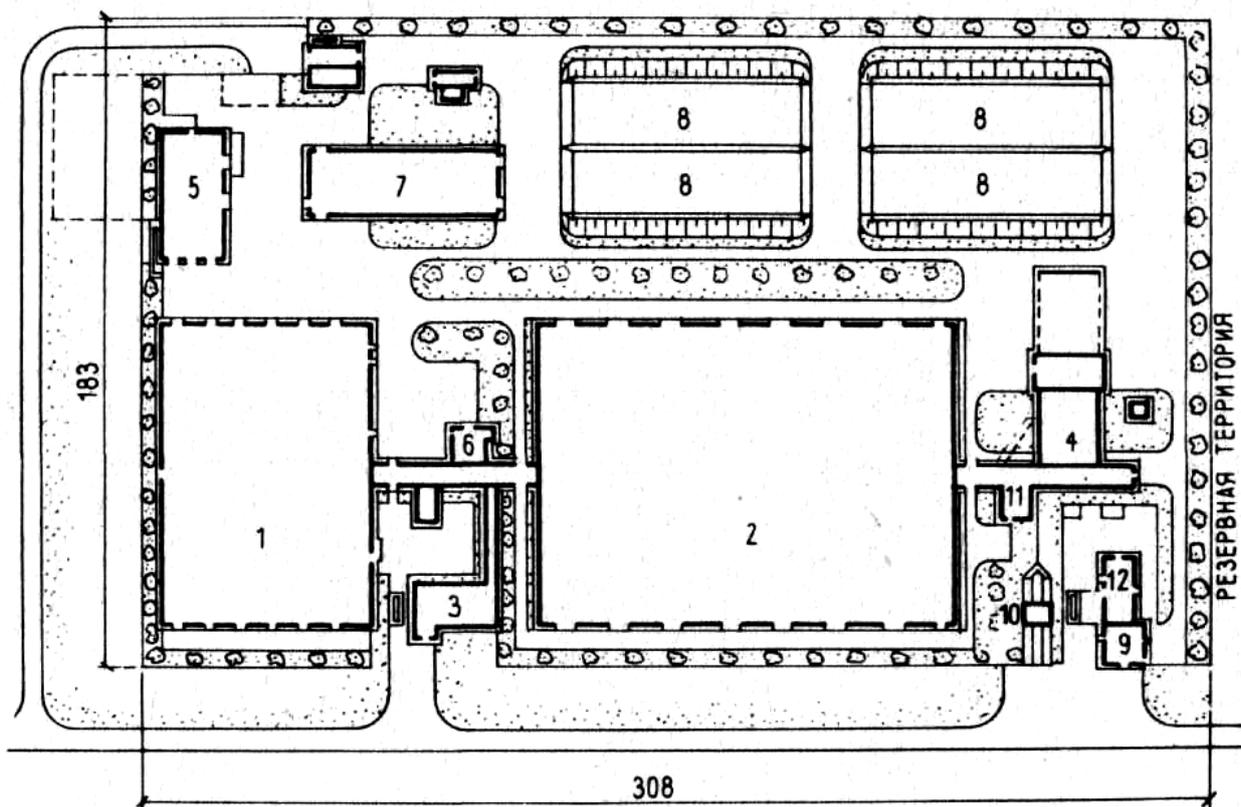


Рисунок П.Е.19 – Комплекс выращивания и откорма 5000 голов молодняка КРС в год: 1 – телятник на 2,4 тыс. голов; 2 – здание молодняка на 4 тыс. голов; 3 – ветеринарно-санитарный пропускник на 60 человек; 4 – кормоприготовительная со складом комбикормов на 240 т; 5 – пункт технического обслуживания и ремонта машин и оборудования; 6 – склад комбикормов на 60 т; 7 – сарай для сена на 1 тыс. т; 8 – траншея для хранения сенажа на 2 тыс. т; 9 – убойно-санитарный пункт; 10 – здание отгрузки скота; 11 – амбулатория; 12 – изолятор на 10 мест

Комплекс предназначен для выращивания и откорма 5 тыс. голов молодняка крупного рогатого скота в год на промышленной основе.

Проект разработан для районов с расчетной зимней температурой наружного воздуха минус 30 °С, снеговой нагрузкой 100 кг/м, ветровой нагрузкой 27 кг/м, сейсмичностью до 6 баллов.

Бычки поступают на откорм в возрасте 15 дней весом 40 кг и содержатся 147 дней в здании телятника, затем их переводят в здание молодняка. Общая продолжительность выращивания и откорма – 391 день.

Содержание животных – беспривязное, групповое, по 20 голов на щелевых полах.

Кормление телят регенерированным молоком, измельченным сеном (летом – зелеными кормами) и комбикормами. Раздача комбикормов – тросово-шайбовыми транспортерами. Раздача молока – по молокопроводу в индивидуальные ведра.

Кормление молодняка – грубыми кормами и комбикормами, которые подаются пневмопроводом и скребковыми транспортерами в кормушки. Поение – из автопоилок.

Удаление навоза – через щелевые полы в подпольные каналы, далее самотеком в насосную станцию, оттуда в цех обезвоживания.

Конструкции животноводческих зданий: железобетонный каркас; стены – из двухслойных легкобетонных панелей; покрытие – из сборных железобетонных плит, кровля – рулонная с внутренним водостоком; полы – в клетках железобетонные щелевые, в проходах – бетонные.

Комплекс обеспечивается теплом и горячей водой от собственной котельной, водой и электроэнергией от наружных сетей. Предусмотрены благоустройство, озеленение и ограждение территории комплекса, а также возможность расширения комплекса до 10 тыс. голов молодняка в год.

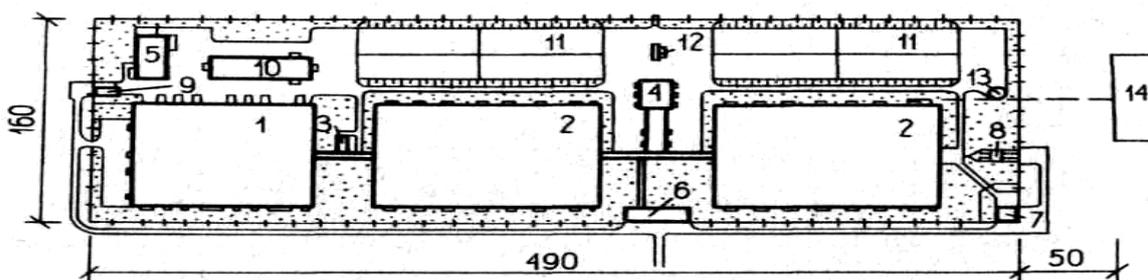


Рисунок П.Е.20 – Комплекс выращивания и откорма 10000 голов молодняка КРС в год: 1 – телятник на 4000 голов; 2 – здания молодняка на 4000 голов; 3 – склад комбикормов на 60 т; 4 – кормоприготовительная со складом комбикормов на 500 т; 5 – пункт технического обслуживания; 6 – ветеринарно-санитарный пропускник; 7 – убойно-санитарный пункт; 8 – здание отгрузки скота; 9 – блок для дезинфекции транспортных средств; 10 – сарай для сена на 1000 т; 11 – сенажные траншеи на 3600 т; 12 – автовесы; 13 – насосная станция перекачки навоза; 14 – навозохранилище

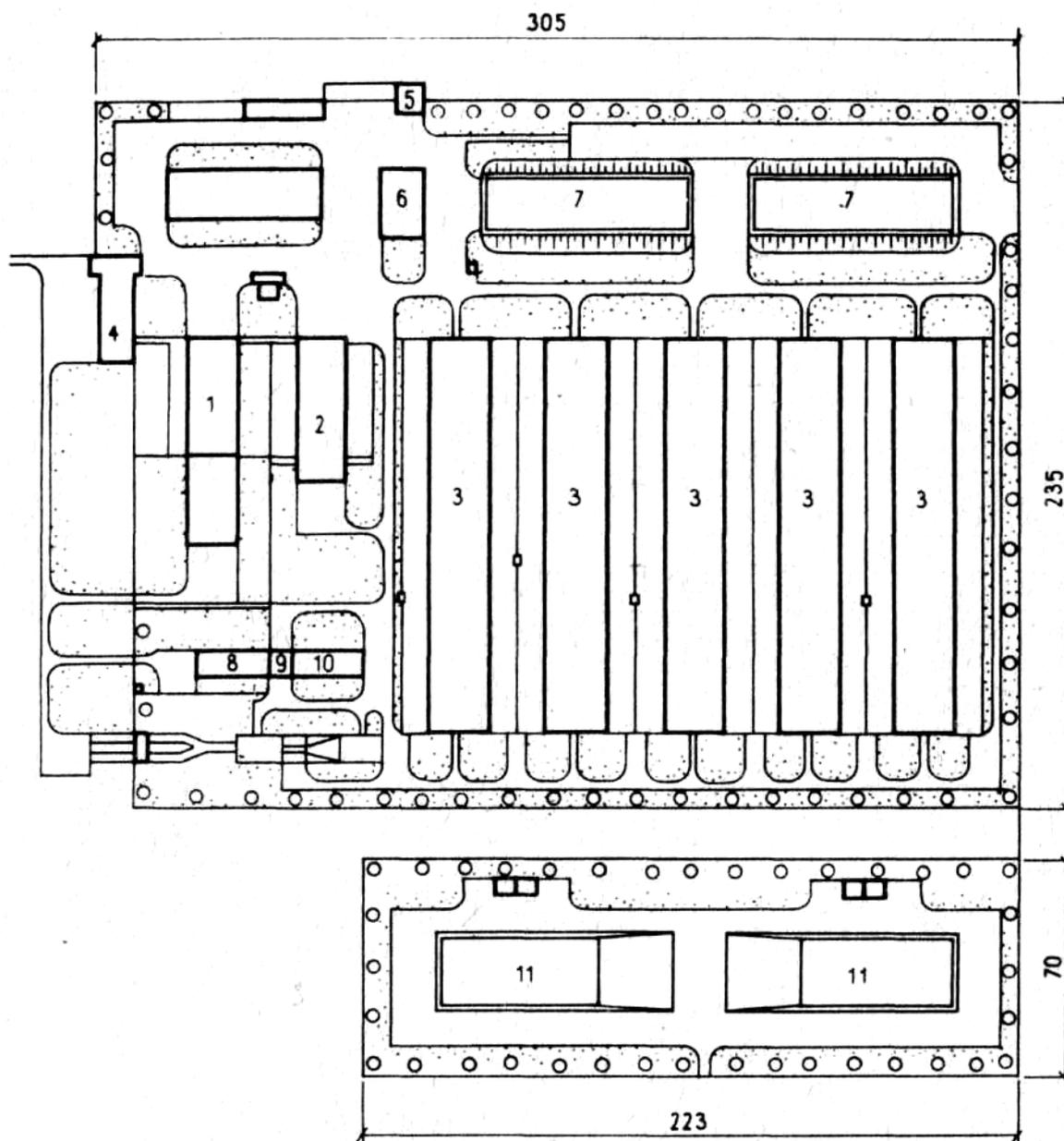
Комплекс предназначен для выращивания и откорма 10 тыс. голов молодняка крупного рогатого скота в год на промышленной основе.

Бычки поступают на откорм партиями в возрасте 15 дней весом 45 кг и содержатся 130 дней в телятнике, затем переводятся в здания молодняка. Общая продолжительность выращивания и откорма 390 дней. Содержание животных беспривязное, групповое по 20 голов, на щелевых полах. Кормление телят регенерированным молоком, сеном и комбикормами; молодняка – сенажом и комбикормами, в летний период – зелеными кормами и комбикормами. Раздача молока в индивидуальные ведра по молокопроводу, корма молодняку раздаются транспортерами и пневмоустановкой. Поение из автопоилок. Удаление навоза через щелевые полы в подпольные каналы, далее самотеком в насосную станцию, откуда по напорному коллектору в цех обезвоживания, где производится разделение навоза на жидкую и твердую фракции для внесения на поля.

Конструкции животноводческих зданий: полный железобетонный каркас; стены из двухслойных керамзитобетонных панелей; покрытие железобетонное; кровля рулонная с внутренним водостоком; полы в клетках для животных железобетонные, в проходах бетонные.

Комплекс обеспечивается теплом и горячей водой от центральной котельной хозяйства, водой и электроэнергией от наружных сетей; канализация в наружную сеть.

Предусмотрены ограждение, благоустройство и озеленение территории комплекса.



*Рисунок П.Е.21 – Ферма выращивания телок и нетелей на 3000 скотомест:*

*1 – телятник на 500 голов с карантинным помещением и пунктом приема телят; 2 – телятник на 300 голов; 3 – здания ремонтного молодняка; 4 – ветеринарно-санитарный пропускник; 5 – склад рассыпных и гранулированных кормов на 240 т; 6 – кормоприготовительный цех; 7 – силосные траншеи на 3000 т; 8 – изолятор; 9 – ветеринарная амбулатория; 10 – стационар; 11 – навозохранилище на 2000 т*

Ферма выращивания ремонтных телок предназначена для обеспечения нетелями ферм и комплексов по производству молока.

Телочки поступают на выращивание в 15-дневном возрасте живым весом 40 кг.

Содержание животных – в специализированных зданиях, по возрастным группам; телят на карантине – в индивидуальных клетках; остальной молодняк – в боксах. Кормление животных – сеном, силосом и комбикормом. Раздача кормов в стационарные кормушки – мобильными кормораздатчиками. Выпойка молока телятам в карантинном помещении – из индивидуальных ведер, в телятниках – на установке УВТ-20. Поение – из автопоилок. Осеменение телок – искусственное, в боксах. Удаление навоза – скребковыми транспортерами и скреперными установками. Транспортировка навоза от зданий до навозохранилища – пневмоустановками.

Конструкции животноводческих зданий: полный железобетонный каркас; стены – из двухслойных керамзитобетонных панелей; покрытие – железобетонные плиты; кровля – из асбестоцементных листов унифицированного профиля; полы в боксах – деревянные, в проходах – бетонные.

Ферма обеспечивается водой от наружных сетей, теплом и горячей водой – от собственной котельной; канализация – в наружную сеть; электроснабжение – от наружных сетей.

Предусмотрены ограждение, благоустройство и озеленение территории.

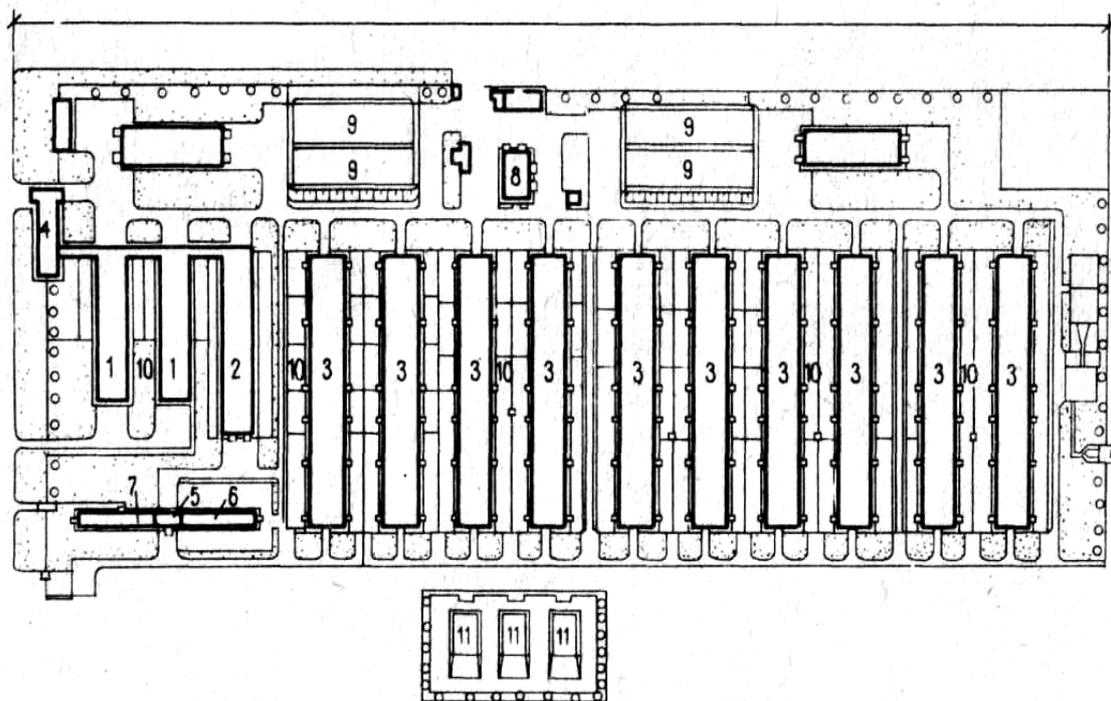


Рисунок П.Е.22 – Ферма выращивания телок и нетелей на 6000 скотомест: 1 – телятник на 500 голов с карантинным помещением и пунктом приема телят; 2 – телятник на 600 голов; 3 – здание ремонтного молодняка; 4 – ветеринарно-санитарный пропускник; 5 – ветеринарный пункт, амбулатория; 6 – стационар; 7 – изолятор; 8 – кормоприготовительный цех; 9 – силосные и сенажные траншеи; 10 – выгульные дворы; 11 – навозохранилище

Ферма выращивания ремонтных телок предназначена для обеспечения нетелями ферм и комплексов по производству молока. Телочки поступают на выращивание в 15-дневном возрасте живым весом 40 кг. Содержание животных – в зданиях, специализированных по возрастным группам. В карантинном помещении телята содержатся в индивидуальных клетках, остальной молодняк – в боксах. Кормление животных – сеном, силосом и комбикормом. Раздача кормов в стационарные кормушки – мобильными кормораздатчиками. Кормление телят молоком в карантинном помещении – из индивидуальных ведер, в телятниках – на установках УВТ-20. Поение – из автопоилок. Осеменение телок – искусственное, в боксах. Удаление навоза – скребковыми транспортерами и скреперными установками. Транспортировка навоза от зданий до навозохранилища – пневмоустановками. Ферма обеспечивается водой от наружных сетей, теплом и горячей водой – от собственной котельной; канализация – в наружную сеть; электроснабжение – от наружных сетей.

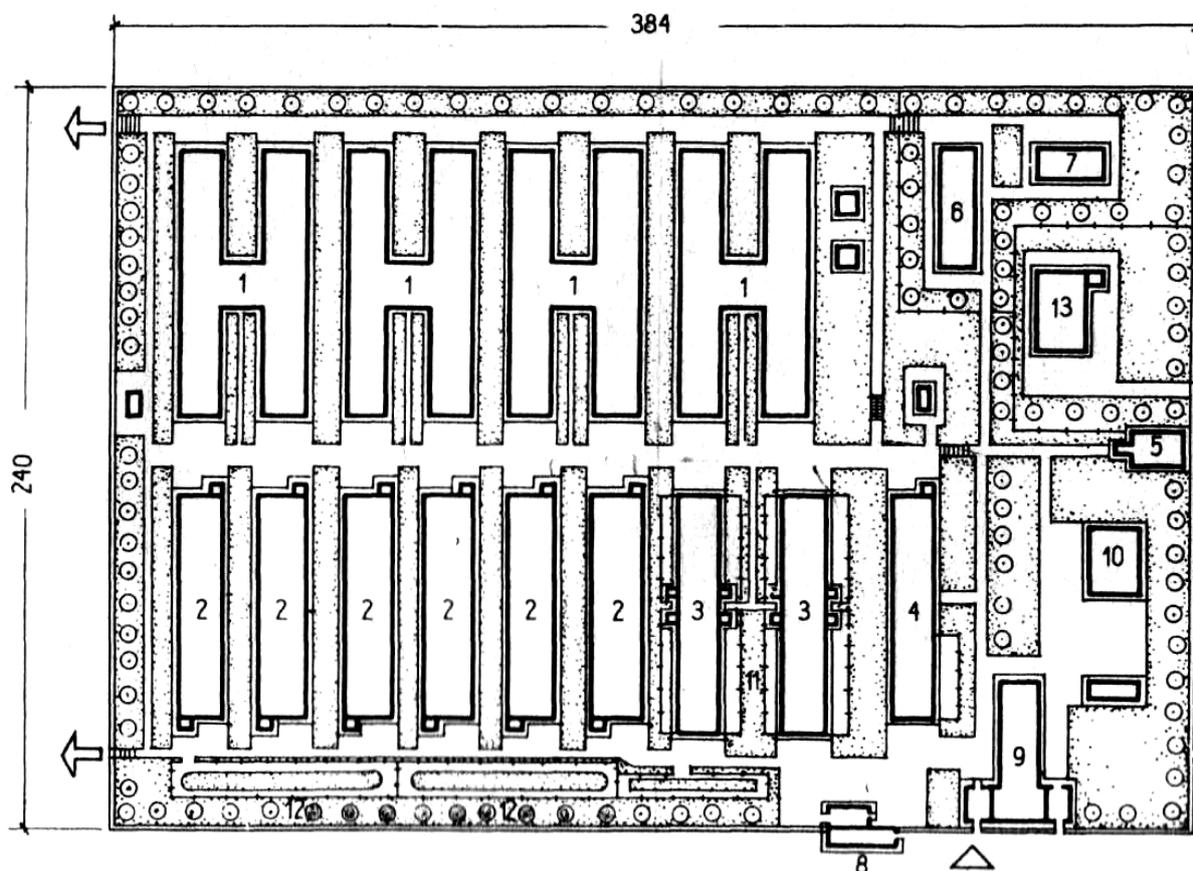


Рисунок П.Е.23 – Комплекс выращивания и откорма 24000 свиней в год: 1 – свинарник-откормочник на 2400 голов; 2 – свинарник для опоросов на 120 маток; 3 – свинарник на 400 супоросных маток; 4 – свинарник на 264 холостые матки с хрячком и пунктом искусственного осеменения; 5 – рампа приема и отгрузки свиней для свиноводческой фермы на 24 тыс. голов; 6 – блок помещений ветпункта, санитарной бойни и стационара на 18 станков; 7 – изолятор для свиней на 14 станков; 8 – склад рассыпных и гранулированных кормов на 240 т; 9 – ветсанпропускник для свинооткормочной фермы на 24 тыс. голов; 10 – блок подсобных производственных помещений; 11 – выгульные площадки; 12 – моционные площадки для свиней; 13 – котельная

Свиноводческий комплекс является специализированным предприятием с законченным циклом и предназначен для производства свинины на промышленной основе.

В основу технологических решений положены: опоросы, поступление молодняка, перевод из группы в группу и сдача свиней с откорма равномерно в течение года. Содержание супоросных свиноматок и хряков станково-выгульное, всех других групп свиней – безвыгульное. Отъем поросят от маток в 30-дневном возрасте, передача на

откорм в 90-дневном возрасте весом 35–38 кг, сдача на мясо в 220-дневном возрасте.

Кормление сбалансированными по питательным веществам комбикормами в сухом виде с увлажнением в кормушках. Удаление навоза через решетчатые полы методом гидросплава с последующей транспортировкой его по трубопроводу в навозоаккумуляторы и использованием для удобрения после предварительной обработки.

Конструкции животноводческих зданий: фундаменты и колонны сборные железобетонные; стены из керамзитобетонных панелей; фермы стальные (при привязке проекта заменяются на железобетонные безраскосные); покрытие – сборные железобетонные плиты; кровля из асбестоцементных листов; полы из грунтоцементно-керамзитовой плитки.

Водоснабжение определяется при привязке проекта; теплоснабжение от котельной; вентиляция приточно-вытяжная; электроснабжение от внешних сетей.

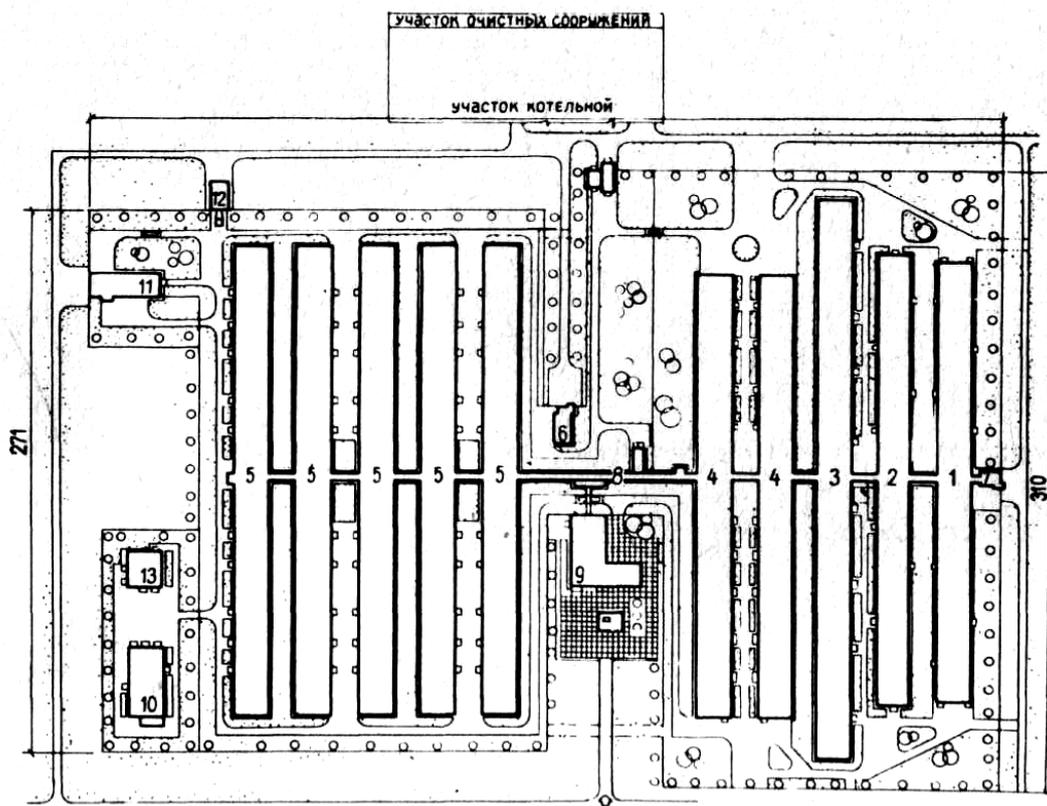


Рисунок П.Е.24 – Комплекс выращивания и откорма 54000 свиней в год: 1 – свинарник для холостых и супоросных маток на 1200 мест; 2 – свинарник для супоросных маток на 1600 мест с групповыми станками; 3 – свинарник-маточник на 480 мест; 4 – свинарник для поросят-отъемышей на 6600 мест; 5 – свинарник-откормочник на 3600 мест; 6 – кормосмесительная № 1; 7 – кормосмесительная № 2; 8 – соединительный коридор; 9 – административно-бытовой корпус; 10 – пункт технического обслуживания машин и оборудования; 11 – ветеринарный пункт с санбойней; 12 – рампа для погрузки животных; 13 – хозяйственный корпус с дезинфекционной станцией

Комплекс предназначен для равномерного производства, выращивания и откорма свиней на промышленной основе.

В составе комплекса – промышленная ферма по выращиванию и откорму 54 тыс. свиней в год; здания и сооружения по обработке и очистке навозных стоков; котельная; водозаборные сооружения; репродукторная ферма по выращиванию ремонтных (гибридных) свинок для промышленной фермы и станция искусственного осеменения маточного поголовья промышленной и репродукторной ферм. Промышленная ферма состоит из одной технологической линии по выращиванию и откорму 54 тыс. свиней в год.

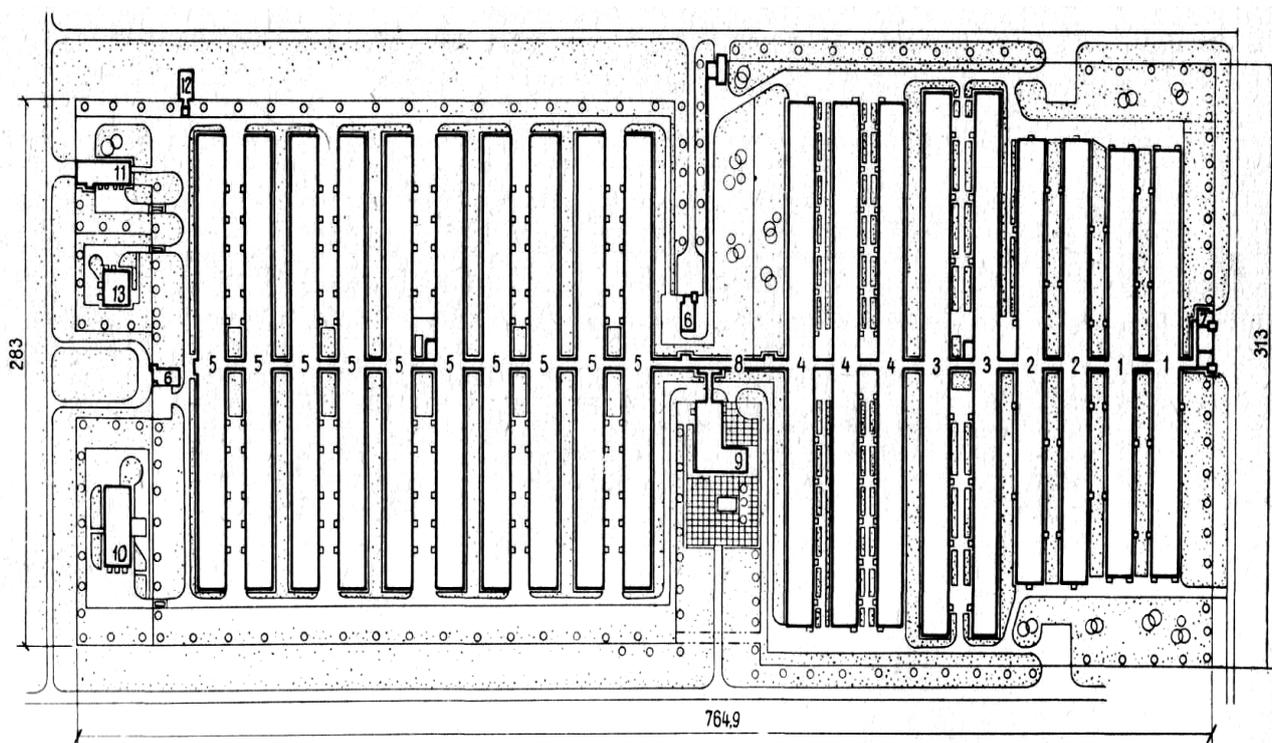
Содержание животных – безвыгульное в групповых и индивидуальных станках с соблюдением ветеринарно-санитарных и профилактических мероприятий по принципу – помещение «все занято» и «все свободно».

Комплекс обеспечивается готовыми комбикормами заводского приготовления. Кормление откормочного поголовья и свиноматок – жидкими комбикормами, поросят-отъемышей – сухими комбикормами. Доставка кормов к свиарникам – загрузчиком ЗСК-10. Раздача кормов механизирована. Удаление навоза из свиарников – гидросмывом по каналам, перекрытым железобетонными решетками, и далее по трубам на сооружения по обработке навозных стоков.

Конструкции: животноводческие здания – без внутренних опор, с железобетонными безраскосными фермами по железобетонным колоннам, стеновыми керамзитобетонными панелями; кровля – из асбестоцементных листов, полы в станках для животных – керамзитобетонные.

Оптимальный микроклимат в животноводческих помещениях обеспечивается автоматизированными системами вентиляционных установок.

Водопровод, электроснабжение – от внешних сетей.



*Рисунок П.Е.25 – Комплекс выращивания и откорма 108000 свиней в год: 1 – свиарник для холостых и супоросных маток на 1200 мест с пунктом искусственного осеменения; 2 – свиарник для супоросных маток на 1600 мест с групповыми станками; 3 – свиарник-маточник на 480 мест; 4 – свиарник для поросят-отъемышей на 8400 мест; 5 – свиарник-откормочник на 3600 мест; 6 – кормосмесительная № 1; 7 – кормосмесительная № 2; 8 – соединительный коридор; 9 – административно-бытовой корпус; 10 – пункт технического обслуживания и ремонта машин и оборудования; 11 – ветеринарный пункт с санбойней; 12 – рампа для погрузки животных; 13 – хозяйственный корпус с дезинфекционной станцией*

Комплекс предназначен для равномерного производства, выращивания и откорма свиней на промышленной основе.

В составе комплекса – промышленная ферма по выращиванию и откорму 108 тыс. свиней в год, здания и сооружения по обработке и очистке навозных стоков; котельная, водозаборные сооружения, репродукторная ферма по выращиванию ремонтных (гибридных) свинок для промышленной фермы и станция искусственного осеменения маточного поголовья промышленной и репродукторной ферм.

Промышленная ферма состоит из одной технологической линии по выращиванию и откорму 108 тыс. свиней в год.

Содержание животных – безвыгульное, в групповых и индивидуальных станках с соблюдением ветеринарно-санитарных и профилактических мероприятий по принципу – помещение «все занято» и «все свободно».

Комплекс обеспечивается готовыми комбикормами заводского приготовления.

Кормление откормочного поголовья и свиноматок – жидкими комбикормами, поросят-отъемышей – сухими комбикормами. Доставка кормов к свинарникам – загрузчиком ЗСК-10.

Раздача кормов механизирована. Удаление навоза из свинарников гидросмывом по каналам, перекрытым железобетонными решетками, и далее по трубам на сооружения по обработке навозных стоков.

Конструкции: животноводческие здания – без внутренних опор, с железобетонными безраскосными фермами по железобетонным колоннам, стеновыми керамзитобетонными панелями; кровля – из асбестоцементных листов, полы в станках для животных – керамзитобетонные.

Оптимальный микроклимат в животноводческих помещениях обеспечивается автоматизированными системами вентиляционных установок.

Водопровод, электроснабжение – от внешних сетей.

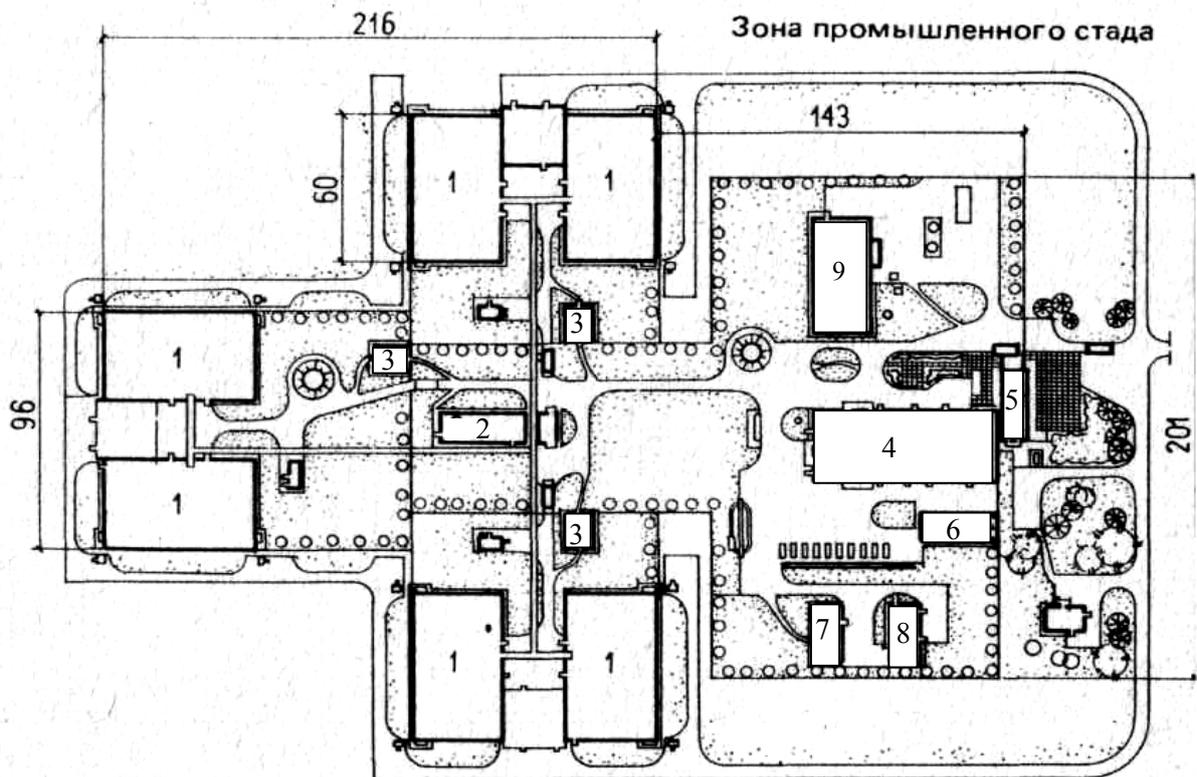


Рисунок П.Е.26 – Птицефабрика на 600000 кур-несушек:  
 1 – блок из двух птичников по 143 тыс. кур-несушек в клеточных батареях КБН-4 с яйцескладом на 200 тыс. шт. яиц; 2 – склад комбикормов на 1500 т; 3 – санитарный блок; 4 – здание подсобно-вспомогательных помещений для птицефабрики; 5 – здание управления птицефабрики; 6 – навес для тары и материально-технических ценностей; 7 – ветлаборатория; 8 – убойно-санитарный пункт; 9 – котельная

Птицефабрика на 600 тыс. кур-несушек предназначена для равномерного круглогодичного производства яиц на промышленной основе.

Ремонтный молодняк кур промышленного стада выращивается в 4-этажных птичниках в клеточных батареях КБУ-4 без пересадки от 1- до 118-дневного возраста. Каждый этаж состоит из зала для птицы и подсобно-вспомогательных помещений. Зал комплектуется суточными цыплятами в два срока с разницей в возрасте 2 дней.

После перевода ремонтного молодняка в птичники для взрослой птицы в каждом зале предусмотрен 20-дневный профилактический перерыв, а во всем птичнике – четырехдневный.

Различные возрастные группы птицы и технологические подразделения размещаются в отдельных зонах с разрывом между ними 300 м.

Содержатся птицы в клеточных батареях в безоконных птичниках с регулируемым микроклиматом и световым режимом: промышленное стадо кур и его ремонтный молодняк – в четырехэтажных птичниках, родительское стадо и его ремонтный молодняк – в одноэтажных сблокированных птичниках. Кормление полнорационными комбикормами, доставленными централизованно на склады и далее по галереям транспортерами в бункера птичников.

Механизация производственных процессов в птичниках решена с применением клеток КБН-4, КБУ-4, транспортеров ЦТ-12, БЦМ, ТСН-3,0Б, конвейера ГН-200 Д/50 и др.

Помет из птичников поступает в цех утилизации пневмотранспортом по подземным трубопроводам.

Конструкции зданий птичников – сборные железобетонные каркасы, фундаменты, колонны и ригели. Наружные стены из керамзитобетонных панелей и кирпичные; перегородки кирпичные и сборные железобетонные; перекрытия и покрытия из сборных железобетонных плит; кровля рулонная; полы бетонные и цементные.

В помещениях для птицы приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением и очисткой приточного воздуха фильтрами конструкции НИФХИ им. Карпова. Теплоснабжение от центральной котельной, расположенной в зоне промышленного стада кур, водоснабжение от существующего водопровода, а сброс сточных вод в существующие сети канализации; энергоснабжение от государственной энергосистемы.

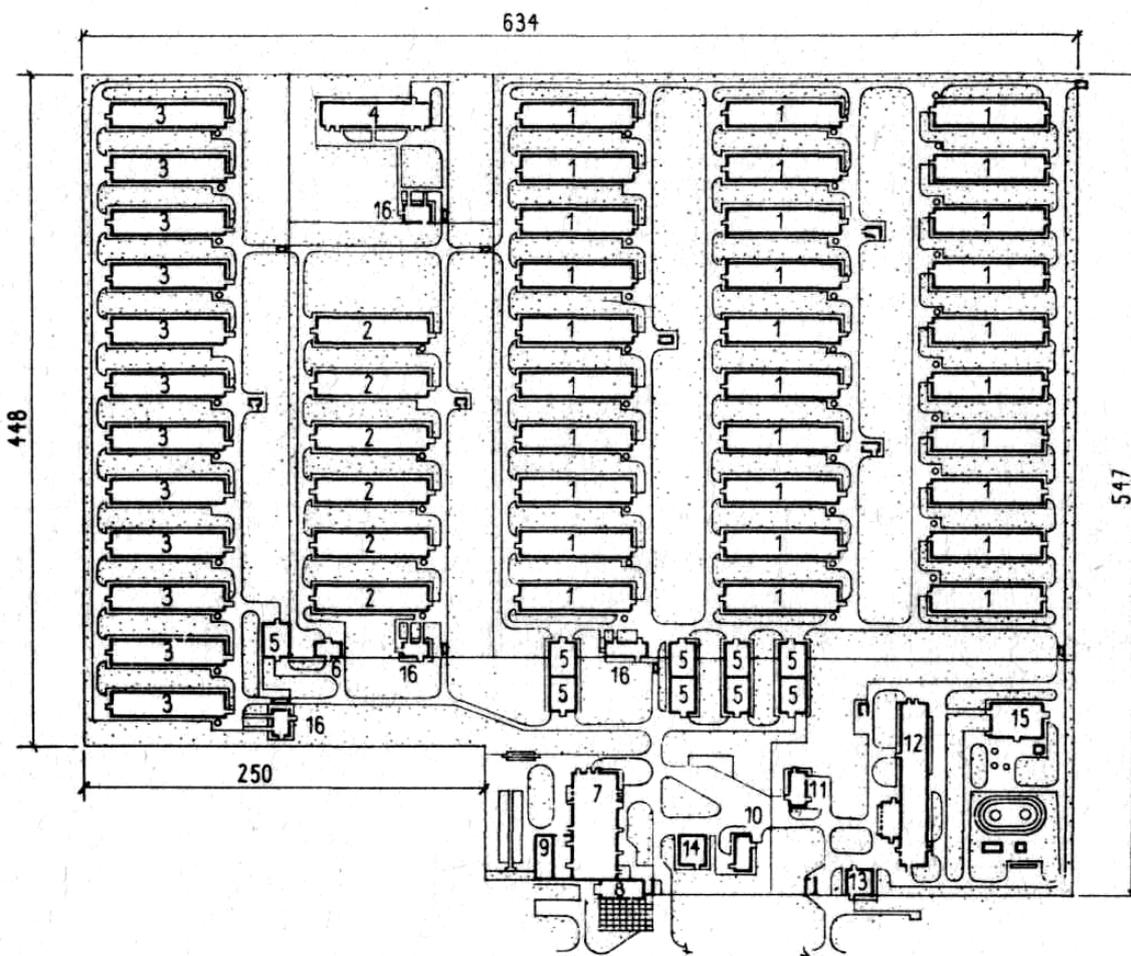


Рисунок П.Е.27 – Птицефабрика на 3 млн бройлеров в год:

- 1 – птичник для выращивания бройлеров на 22 тыс. голов;  
 2 – птичник для кур родительского стада на 5,5 тыс. голов;  
 3 – птичник для выращивания ремонтного молодняка кур от 1 до 140 дней на 141 тыс. голов; 4 – инкубаторий на 10 инкубаторов «Универсал-55» с санпропускником; 5 – склад подстилки на 1000 м<sup>3</sup>; 6 – склад подстилки на 500 м<sup>3</sup>; 7 – здание подсобно-вспомогательных помещений для птицефабрики; 8 – здание управления птицефабрики; 9 – навес для тары и материально-технических ценностей; 10 – ветеринарная лаборатория; 11 – убойно-санитарный пункт; 12 – цех уоя и переработки 1,5 тыс. кур (бройлеров) в час; 13 – санпропускник для яично-птичной тары; 14 – склад рассыпных и гранулированных кормов на 960 т; 15 – котельная; 16 – санитарный блок

Птицефабрика предназначена для равномерного в течение года производства мяса птицы на промышленной основе. Птицефабрика расположена на одной площадке с выделением по зонам различных возрастных групп птицы и технологических подразделений.

Содержание птицы – на глубокой подстилке в одноэтажных безоконных птичниках павильонной застройки с регулируемым микроклиматом и световым режимом.

Кормление – комбикормами централизованной поставки. Доставка кормов от складов к птичникам – загрузчиком ЗСК-10.

Производственные процессы в птичниках механизированы благодаря применению комплектов оборудования ЦБК-10В, КМК-7 и КРМ-11. Загрязненная подстилка в птичниках убирается машиной МВС-4.

Конструкции зданий птичников: фундаменты и колонны – сборные несущие элементы; покрытия – деревянные трехшарнирные сборные клееные арки; стены – асбестоцементные панели с минераловатным утеплителем; торцовые стены – кирпичные; покрытие – из облегченных асбестоцементных панелей; кровля – волнистые асбестоцементные листы; перегородки – кирпичные и сборные железобетонные; полы – бетонные и цементные.

Теплоснабжение – от собственной котельной. Водоснабжение – от внеплощадочного водопровода. Сброс сточных вод – в коллектор. Электроснабжение – от внешней сети.

Вентиляция в помещениях для птицы – приточно-вытяжная с механическим побуждением по схеме «сверху-вниз».

Схема размещения зон

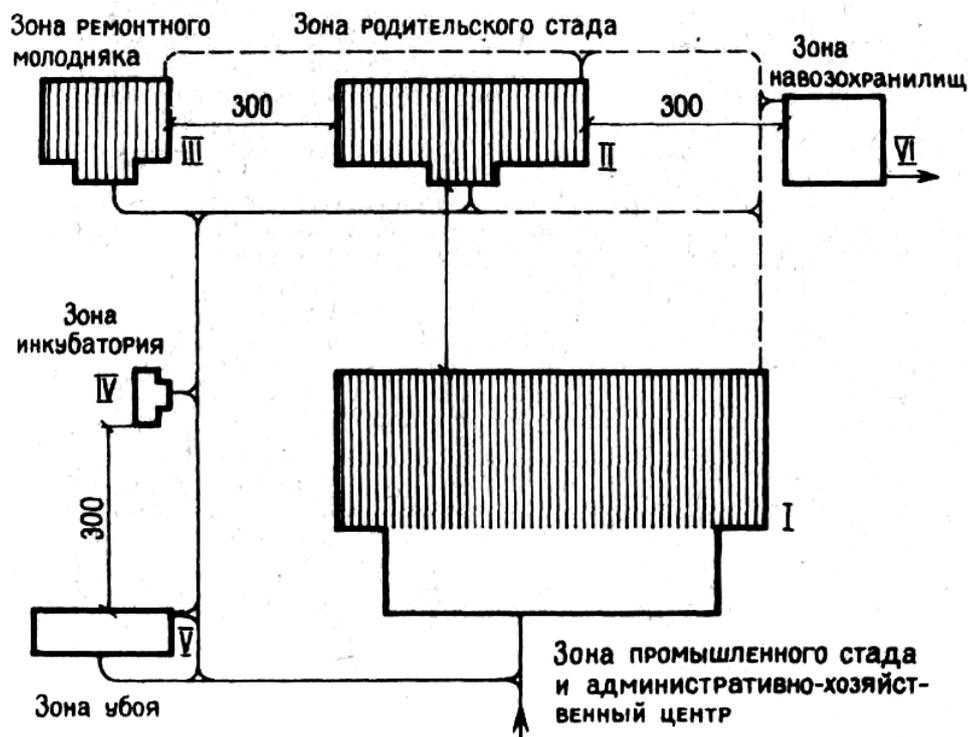


Рисунок П.Е.28 – Схема размещения различных зон на птицефабрике с поголовьем 6 млн бройлеров в год: I – зона промышленного стада и административно-хозяйственный центр; II – зона родительского стада; III – зона ремонтного молодняка; IV – зона инкубатория; V – зона убоя; VI – зона навозохранилищ

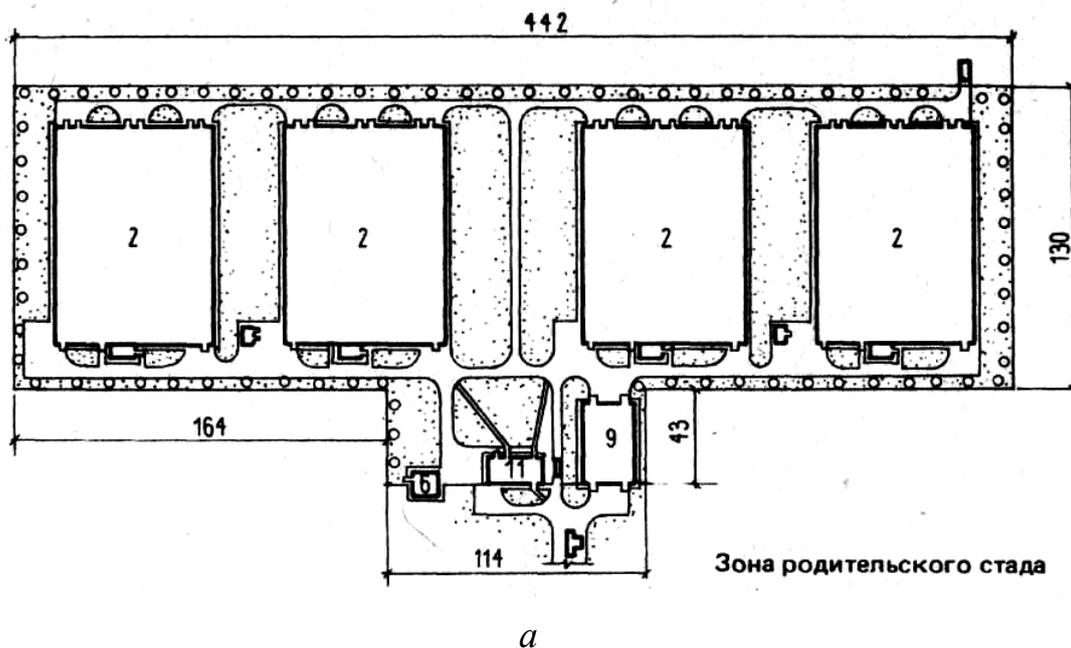
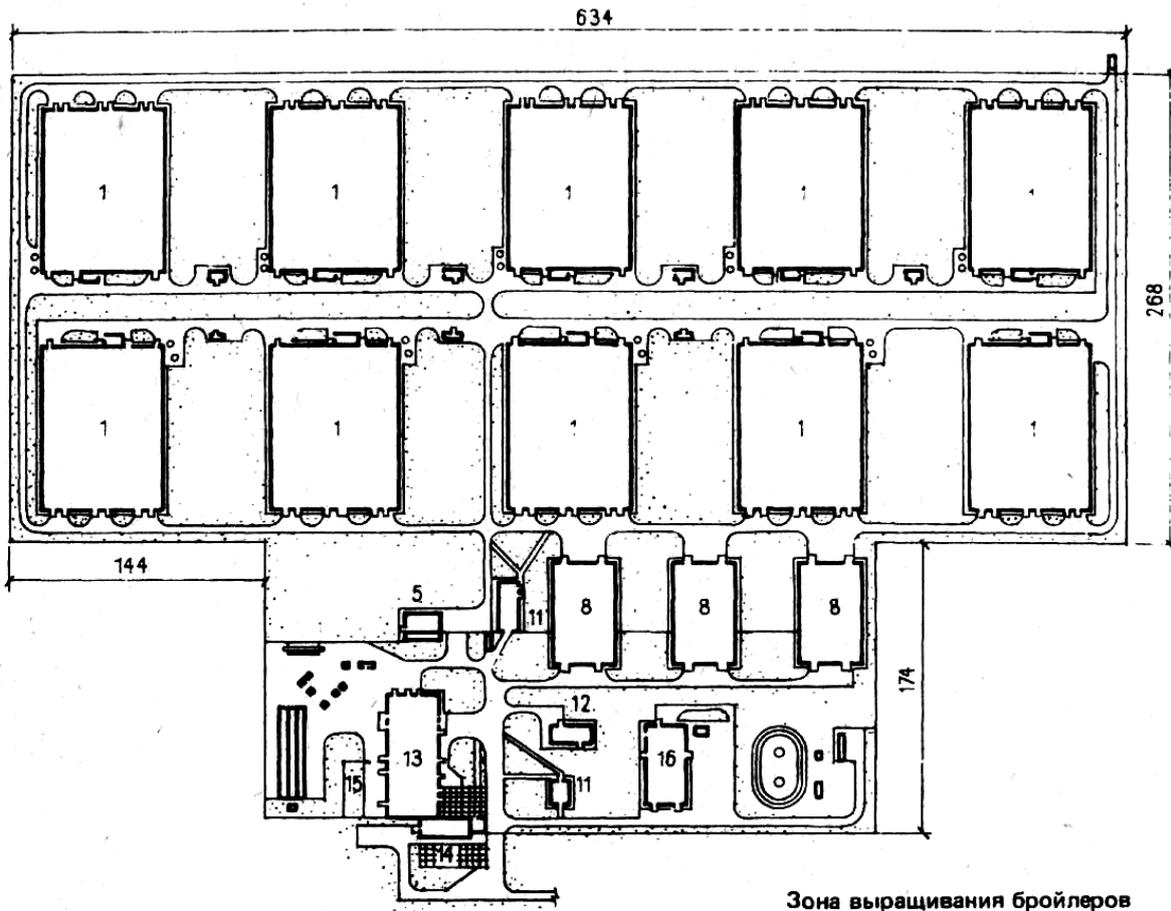


Рисунок П.Е.29 – Птицефабрика на 6 млн бройлеров в год:  
а – зона родительского стада



б

Окончание рис. П.Е.29.

б – зона выращивания бройлеров: 1 – птичник на 122 тыс. бройлеров; 2 – птичник на 30 тыс. кур родительского стада; 3 – птичник на 60 тыс. ремонтного молодняка кур; 4 – инкубаторий на 15 инкубаторов «Универсал-55»; 5 – склад рассыпных и гранулированных кормов на 960 т; 6 – склад рассыпных и гранулированных кормов на 240 т; 7 – склад рассыпных и гранулированных кормов на 160 т; 8 – склад подстилки на 4 тыс. м<sup>3</sup>; 9 – склад подстилки на 2 тыс. м<sup>3</sup>; 10 – склад подстилки на 1 тыс. м<sup>3</sup>; 11 – санитарный блок; 12 – ветеринарная лаборатория; 13 – здание подсобно-вспомогательных помещений для птицефабрики; 14 – здание управления птицефабрики; 15 – навес для тары и материально-технических ценностей; 16 – котельная; 17 – цех убоя и переработки 3 тыс. бройлеров (кур) в час; 18 – санпропускник для яично-птичной тары; 19 – убойно-санитарный пункт

Птицефабрика предназначена для круглогодичного производства мяса птицы на промышленной основе.

Размещение птицы различных возрастных групп и технологических подразделений – в отдельных зонах с разрывом между ними 300 м.

Содержание птицы – на глубокой подстилке в одноэтажных сблокированных безоконных птичниках с регулируемым микроклиматом и световым режимом.

Кормление – комбикормами централизованной поставки. Доставка кормов от складов к птичникам – загрузчиком ЗСК-10. Производственные процессы в птичниках механизированы благодаря применению оборудования КРМ-18,5 и КМК-7. Уборка загрязненной подстилки в птичниках – машиной МВС-4.

Конструкции зданий птичников: сборный железобетонный каркас; стены – керамзитобетонные и кирпичные; покрытие – сборные железобетонные плиты; кровля – рулонная; полы бетонные, цементные из керамической плитки.

Теплоснабжение – от собственной котельной. Водоснабжение – от внеплощадочного водопровода. Сброс сточных вод – в коллектор. Электроснабжение – от внешних сетей.

Вентиляция в помещениях для птицы – приточно-вытяжная с механическим побуждением. Подача приточного воздуха осуществляется по схеме «сверху-вниз».

**Примерные рационы для некоторых групп животных  
(справочное)**

**Таблица П.Ж.1 – Типовые рационы для коров в Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском районах РФ**

Показатель	Удой на корову, кг/год															
	3000		3500		4000		4500		5000		5500		6000			
	Зи-мой	Ле-том	Зи-мой	Ле-том	Зи-мой	Ле-том	Зи-мой	Ле-том	Зи-мой	Ле-том	Зи-мой	Ле-том	Зи-мой	Ле-том		
Требуется в сутки: кормовых единиц	9,5	10,5	11,5	12,3	13,2	14,0	14,8									
переваримого протеина, г	1020	1140	1270	1380	1490	1600	1700									
каротина, мг	400	450	500	550	600	650	700									
сахара, г	820	1030	1140	1240	1340	1600	1700									
<b>Рацион, кг на голову</b>																
Сено	4	-	4	-	4,5	-	4	-	4,5	-	5,5	-	5,5	-	6	-
Сенаж	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-
Силос	19	-	21	-	20	-	23	-	20	-	15	-	14	-	11	-
Корнеплоды	2	-	4	-	7	-	6	-	7	-	9	-	10	-	12	-
Зеленые корма	-	40	-	46	-	46	-	46	-	46	-	46	-	47	-	47
Концентраты	2,0	1,6	2,6	2,1	4,3	2,6	3,3	3,4	4,3	3,4	5,5	3,4	6,3	5,0	7,4	5,8

Таблица П.Ж.2 – Типовые рационы для сухостойных коров, нетелей и молодняка на откорме

Показатель	Сухостойные коровы и нетели		Молодняк, мес.							
			4 – 6		6 – 12		12 – 18		18 – 24	
			Зимой	Летом	Зи- мой	Ле- том	Зи- мой	Ле- том	Зи- мой	Ле- том
Требуется в сутки: кормовых единиц	Зимой	Летом	4,6		6,0		7,2		8,4	
переваримого протеина, г	1022	1022	433		579		680		722	
каротина, мг	670	670	125		153		171		185	
сахара, г	880	880	358		426		453		479	
Рацион, кг на голову										
Сено	5	6	1,5	-	2,5	-	2,5	-	2,5	-
Сенаж	10	-	4	-	5	-	6	-	6	-
Силос	-	-	5	-	6	-	8	-	12	-
Корнеплоды	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Зеленые корма	-	20	-	15	-	20	-	30	-	40
Концентраты	3	2	1	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5

Таблица П.Ж.3 – Примерные рационы для интенсивного мясного откорма свиней

Возраст животных, мес.	Живой вес, кг	Среднесуточный привес, г	Концентрированные корма, кг	Сочные корма, кг	Травяная мука, кг	Трава, кг	Обрат, кг	Кормовые дрожжи, кг	Мел, костная мука, г	Соль, г	В рационе содержится	
											корм. ед., кг	переваримого протеина, г
<b>Зимний период</b>												
2-3	15-26	350	0,85	1,3	0,1	-	0,1	0,1	20	15	1,58	183
3-4	26-40	4560	1,15	2,0	0,1	-	0,1	0,1	20	15	2,00	237
4-5	40-56	550	1,60	3,0	0,2	-	-	0,1	30	20	2,72	293
5-6	56-75	650	1,70	5,5	0,2	-	-	-	30	25	3,16	321
6-7	75-100	770	2,25	6,0	0,2	-	-	-	40	30	3,90	373
<b>Летний период</b>												
2-3	15-26	350	0,95	-	-	1,0	0,1	0,1	15	15	1,57	192
3-4	26-40	4560	1,30	-	-	1,0	0,1	0,1	15	15	2,01	232
4-5	40-56	550	1,95	-	-	1,5	0,5	-	25	20	2,72	290
5-6	56-75	650	2,35	-	-	2,0	-	-	25	25	3,19	323
6-7	75-100	770	2,90	-	-	2,0	-	-	30	30	3,90	374
<b>Примерные рационы для свиноматок</b>												
Живой вес, кг	Концентрированные корма, кг	Сочные корма, кг	Травяная мука, кг	Трава, кг	Обрат, кг	Кормовые дрожжи, кг	Мел, костная мука, г	Соль, г	В рационе содержится			
									кормовых ед., кг	переваримого протеина, г		
<b>Первая половина супоросности</b>												
180-210	2,47	3,0	0,23	2,0	-	-	21	36	3,34	354		
<b>Вторая половина супоросности</b>												
180-210	3,19	2,4	0,26	2,4	-	-	44	43	3,98	411		
<b>Подсосный период</b>												
180-210	4,96	2,6	0,3	2,9	2,2	-	71	44	6,36	691		

Примечание: травяная мука свиноматкам дается в зимний период, трава в летний период.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ...	7
1.1 Цель и задачи проектирования.....	7
1.2 Примерная тематика курсовых проектов.....	7
1.3 Общие указания по выполнению курсового проекта.....	8
1.3.1 Объем и содержание курсового проекта.....	8
1.3.2 Содержание расчетно-пояснительной записки.....	9
1.3.3 Содержание графической части.....	11
1.4 Требования к оформлению пояснительной записки.....	12
1.4.1 Общие требования.....	12
1.4.2 Рубрикация.....	13
1.4.3 Единицы измерения.....	14
1.4.4 Условные обозначения и формулы.....	14
1.4.5 Таблицы.....	15
1.4.6 Иллюстрации.....	16
1.5 Требования к оформлению графической части курсового проекта.....	18
1.6 Защита курсового проекта.....	19
2 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА КОМПЛЕКСА (ФЕРМЫ).....	20
2.1 Общие сведения.....	20
2.2 Обоснование типа производственных помещений и определение потребности в них.....	24
2.3 Расчет годовой потребности в кормах.....	27
2.4 Обоснование типов хранилищ для кормов и определение потребности в них.....	27
2.5 Расчет потребности в воде.....	29
2.6 Расчет навозохранилища.....	30
2.7 Определение годового выхода продукции.....	31
2.8 Благоустройство территории фермы.....	32
3 МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОТОЧНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ.....	34
3.1 Методика проектирования технологической линии водоснабжения и автопоения.....	34

3.2 Методика проектирования поточно-технологических линий приготовления и раздачи кормов.....	48
3.2.1 Общие сведения.....	48
3.2.2 Составление графика распределения кормов по выдачам....	54
3.2.3 Обоснование и выбор технологии обработки кормов, составление технологической схемы.....	55
3.2.4 Определение площади кормоцеха.....	58
3.2.5 Проектирование технологической линии раздачи кормов....	59
3.3 Методика проектирования процесса получения и обработки молока.....	62
3.3.1 Общие сведения.....	62
3.3.2 Доеение коров.....	63
3.3.3 Оборудование для первичной обработки молока.....	66
3.4 Методика проектирования системы создания и поддержания оптимальных параметров микроклимата животноводческих помещений.....	73
3.4.1 Требования к системам для поддержания микроклимата....	73
3.4.2 Рекомендации по выбору схем вентиляции.....	76
3.4.3 Расчет системы вентиляции животноводческих помещений.....	79
3.4.4 Расчет отопления помещения.....	84
3.5 Методика проектирования поточной технологической линии удаления и утилизации навоза.....	87
3.5.1 Общие сведения.....	87
3.5.2 Удаление навоза и помета из животноводческих помещений и птичников.....	99
3.5.3 Транспортировка навоза и помета от животноводческих помещений к местам обработки и использования.....	104
3.5.4 Переработка и обеззараживание навоза и помета.....	107
3.5.5 Современные схемы и технологии уборки и утилизации навоза.....	121
3.5.6 Примерные варианты технологических линий удаления навоза из животноводческих помещений, его обработки и хранения.....	125
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	130
ЛИТЕРАТУРА.....	131
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	132

<i>Приложение А. Образец оформления титульного листа курсового проекта (рекомендуемое).....</i>	132
<i>Приложение Б. Образец задания на курсовое проектирование (рекомендуемое).....</i>	133
<i>Приложение В. Примеры библиографических записей в списке литературы (по ГОСТ 7.1 и ГОСТ 7.80) (справочное).....</i>	134
<i>Приложение Г. Система единиц Си (обязательное).....</i>	136
<i>Приложение Д. Оформление спецификации (справочное).....</i>	141
<i>Приложение Е. Примеры генеральных планов животноводческих и птицеводческих комплексов (справочное).....</i>	142
<i>Приложение Ж. Примерные рационы для некоторых групп животных (справочное).....</i>	184

# **МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

*Учебное пособие*

*Долбаненко Владимир Михайлович*

*Ковальчук Александр Николаевич*

Редактор *Т.М. Мاستрич*

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 10.07.2017. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Печать - ризограф. Усл. печ. л. 11,75 п.л. Тираж 100 экз. Заказ № 188

Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117