

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: «Совершенствование системы водоснабжения  
животноводческого комплекса с разработкой конструкции  
эрлифта»

Шифр ВКР.35.03.06.339.18.СИТ 00.00.00.ПЗ

Студент з/о группы 2312 \_\_\_\_\_  
подпись

Сибиряков Д.С.  
Ф.И.О.

Руководитель д.т.н., профессор \_\_\_\_\_  
ученое звание  
подпись

Рудаков А.И.  
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол № 14 от 13 июня 2018 г.)

Зав. кафедрой д.т.н., профессор \_\_\_\_\_  
ученое звание  
подпись

Зиганшин Б.Г.  
Ф.И.О.

**Казань – 2018 г.**

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа состоит из текстовых документов на \_\_\_\_ листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает \_\_\_\_ рисунков, \_\_\_\_ таблиц и приложения. Список использованной литературы содержит \_\_\_\_ наименований.

Во введении обосновывается выбор темы и ее актуальность, а так же формируются задачи проекта.

В первом разделе приводится классификация водопроводов, анализ существующих конструкций водоподъемников.

Во втором разделе обосновывается тема ВКР, приводятся технологические расчеты.

В конструкторской части обоснован и выбран разрабатываемый эрлифтной установки. Разработаны мероприятия по улучшению условий труда оператора водоснабжения, приведены конструктивные расчеты. Так же дан расчет технико-экономических показателей проектируемой и существующей конструкции. Подсчитан экономический эффект от использования новой конструкции.

В выводах отражена сущность выполненной работы, оценка полученных результатов от внедрения разработанной конструкции.

## **ABSTRACT**

Graduation qualification work consists of text documents on \_\_\_\_ sheets of typewritten text and a graphic part on 5 sheets of A1 format.

The explanatory note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes \_\_\_\_ drawings, \_\_\_\_ tables and annexes. The list of used literature contains \_\_\_\_ titles.

The introduction justifies the choice of the topic and its relevance, as well as the tasks of the project are formed.

In the first section, a classification of water pipelines is given, an analysis of existing structures of water-lifts.

In the second section, the theme of WRC is substantiated, technological calculations are given.

In the design part, the air-lift unit under construction is justified and selected. Measures have been developed to improve the working conditions of the water supply operator, and constructive calculations are given. The calculation of technical and economic indicators of the designed and existing design is also given. The economic effect of using the new design is calculated.

The conclusions reflect the essence of the work performed, the evaluation of the results obtained from the implementation of the developed design.

## Содержание

стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР .....	
1.1 Зоотехнические требования к технологии содержания коров на ферме.....	
1.2. Особенности водоснабжения крупных животноводческих комплексов. ....	
1.3 Технологии водоснабжения животноводческих комплексов.....	
1.4 Анализ существующих конструкций водоподъемников. .....	
1.5 Оборудование для поения животных.....	
1.6 Цели и задачи проектирования.....	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1. Расчет линий приготовления кормов кормоцеха.....	
2.2. Разработка и обоснование технологической линии водоснабжения и поения .....	
2.3. Расчет поточно-технологической линии водоснабжения и подбор машин.. .....	
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ .....	
3.1 Разработка и обоснование эрлифтной установки и описание процесса ее работы.....	
3.2 Конструктивный расчет эрлифта.....	
3.3. Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции эрлифта .....	
3.4. Технико-экономический расчет эффективности предлагаемой конструкции эрлифта .....	
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	
СПЕЦИФИКАЦИИ .....	
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	

## **ВВЕДЕНИЕ**

Животноводство для страны является из основных составляющих отраслей сельского хозяйства.

Преимущество производства продукции животноводства заключается в ценных качествах животных биологических и хозяйственных; высоких приростах, обусловленных скороспелостью животных; хорошей окупаемости кормов, которая в некотором отношении выгоднее, чем при производстве других видов продукции сельского хозяйства, в частности возможностью в определенных условиях использовать пищевые отходы. К сожалению животноводство сейчас, как и все отрасли сельского хозяйства, в запущенном состоянии и переживает тяжелый кризисный период.

С целью выхода из кризисного состояния и дальнейшего обеспечения развития животноводства учеными при поддержке правительства разработаны сейчас такие важнейшие мероприятия:

- Совершенствование способов содержания животных и внедрение высокоэффективных типов кормления и структуры кормовых рационов;
- Переход от механизации отдельных операций и процессов в комплексной механизации и автоматизации всех работ на основе поточных технологических линий;
- Широкое применение электрической энергии непосредственно в технологических процессах (электротехнологий);
- Создание принципиально новых высокоэффективных машин и оборудования.

В частности, вышеизложенные вопросы решаются в работе. Особое внимание уделено устойчивому обеспечению животных водой. С этой целью разработан воздушный водоподъемник (эрлифт), который планируется вводить в действие как аварийное средство водоснабжения.

# 1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Зоотехнические требования к технологии содержания коров на ферме

*Приготовление кормов.* Уборку кормовых культур необходимо в период, когда они имеют питательную ценность. Допустимую степень остаточного загрязнения в кормах: примеси земли – 1 ... 2%, песка – 0,3...1%, металлические примеси размером до 2 мм с незаостренными краями - 30 мг на 1 кг корма, семена ядовитых трав - 0,25%.

Готовить комбикорма необходимо из компонентов размером частиц 0,2 ... 1,0 мм. Грубые корма следует перерабатывать до размера частиц 1 ... 2 мм. Корнеплоды перед скармливанием (не ранее чем через 1,5 ... 2,0 ч) рекомендуется измельчать на частицы размером 5...10 мм.

Готовые кормовые смеси должны удовлетворять следующим требованиям: влажность - 60 ... 80%; равномерность смещивания - не менее 90%; допустимое отклонение (по массе) содержания грубых и сочных компонентов в смеси составляет  $\pm$  10%, кормовых дрожжей -  $\pm$  2,5%, концентрированных, рыбных, молочных, питательных растворов и минеральных добавок –  $\pm$  5% [1].

*Раздача кормов.* Допустимые отклонения от заданной нормы выдачи для стебельчатых кормов должны быть в пределах  $\pm$  15%, а концентрированных –  $\pm$  5%. Потери корма в процессе раздачи не должны превышать 1%. Продолжительность цикла раздачи кормов в одном помещении мобильными средствами не должна превышать 30 мин, а стационарными – 20 мин.[2].

*Водоснабжения.* Остановка подачи воды для поения животных и приготовления кормов допускается не более 3 ч, в ночное время - до 6 ч. Вода для поения животных должна иметь температуру 10...16 °С. Питьевая вода должна иметь щелочную реакцию на уровне pH 6,5 ... 9,5, жесткость – не более 7 мг. экв. / л, окисленность – не более 2,5 мг / л, содержание свинца

– не более 0,1 мг / л, а загрязненность (содержание органических или минеральных веществ) – не более 2 мг / л [1,2].

*Уборка навоза.* Система уборки навоза и транспортировки его за пределы производственных помещений должна: обеспечивать постоянную и легко поддерживаемую чистоту стойловых мест, проходов и ограждений; по возможности ограничивать образование и проникновение вредных газов в зону, где находятся животные; удобной в эксплуатации и не требующих больших затрат труда на управление, ремонт и санитарно-профилактическую обработку [1].

*Система микроклимата.* Предельно допустимая концентрация углекислого газа в воздухе производственных помещений для животных - 0,2% (или 2 л / м), аммиака - 20 и сероводорода 10 мг / м, количество воздуха, подаваемого в помещение, должна быть не менее:

- в холодный период года - 30 м / ч,
- в переходный - 45 м<sup>3</sup> / ч,
- в теплый - 60 м<sup>3</sup> / ч на 100 кг живой массы свиней.

Уровень шума в помещениях от отопительно-вентиляционного оборудования во время его работы не должен превышать 70 дБ по шкале «А» [1].

## **1.2 Особенности водоснабжения крупных животноводческих комплексов**

Животноводческие комплексы являются крупными потребителями воды. Если водопотребление на животноводческих фермах исчисляется десятками или сотнями кубических метров воды в сутки, то на крупных животноводческих комплексах оно достигает нескольких тысяч кубических метров воды в сутки.

Одновременное сосредоточение большого количества животных на комплексе, наличие ряда ритмично работающих технологических линий, обеспечивающих равномерное производство животноводческой продукции в течение года, требует бесперебойного снабжения его водой. В таких

условиях водоснабжение по существу является одним из технологических процессов, от четкого действия которого во многом зависит успешная работа всего предприятия.

В ряде случаев, как, например, при водоснабжении комплексов по производству молока, перерывы в подаче воды приносят хозяйствам большие убытки за счет снижения надоев молока, снижения качества или полной порчи молока из-за невозможности его первичной обработки. Поэтому для обеспечения высокого качества системы водоснабжения животноводческих комплексов к сооружениям и оборудованию, входящим в систему, к надежности их работы должны предъявляться такие же требования, как и к системам водоснабжения промышленных предприятий.

Одним из эффективных способов обеспечения надежности работы системы водоснабжения является резервирование, позволяющее, не прекращая подачи воды потребителям, проводить технические обслуживания и ремонты водопроводных сооружений и оборудования. Резервирование может быть полным и раздельным. Полное резервирование представляет собой дублирование системы водоснабжения в целом. Раздельное — это резервирование отдельных составных частей системы (насосов, водозаборных сооружений, резервуаров и т. д.).

В сельскохозяйственном водоснабжении применяется раздельное резервирование, которое может быть постоянным и периодическим. При постоянном резервировании резервные элементы подключают к основным для непрерывной совместной работы (например, два параллельных водовода). При периодическом резервировании резервные элементы включаются в работу по мере необходимости. В сельскохозяйственном водоснабжении применяют оба вида резервирования, причем периодическое резервирование используют в основном только на насосных станциях.

При выборе схемы водоснабжения для крупных животноводческих ферм и комплексов следует учитывать следующее. При заборе воды из поверхностных источников приемная камера водозаборного сооружения

должна состоять не менее чем из двух секций, каждая из которых снабжается самостоятельной самотечной линией. Это позволяет очищать от наносов или ремонтировать отдельные секции, не прекращая работы водозаборного сооружения. При заборе воды из подземных источников при помощи буровых скважин необходимо иметь резервные скважины. Число резервных скважин зависит от объема потребления воды на объекте и гидрогеологических условий района расположения скважин.

Таблица 1.1 – Число резервных скважин

Число рабочих скважин	Число резервных скважин на водозаборе		
	I категории	II категории	III категории
1	1	1	—
От 2 до 10	2	1	—
11 и более	20 %	10 %	—

Ввиду большой стоимости очистки значительных количеств потребляемой воды на комплексах при выборе источника водоснабжения может оказаться экономически целесообразно использовать источники более отдаленные, но дающие воду, не требующую очистки. На насосных станциях должны быть предусмотрены резервные насосы, число которых определяется в зависимости от категории (класса) станции.

Для обеспечения надежного снабжения электроэнергией (при перерывах в ее подаче) должна быть предусмотрена возможность питания электродвигателей насосных агрегатов от резервного источника.

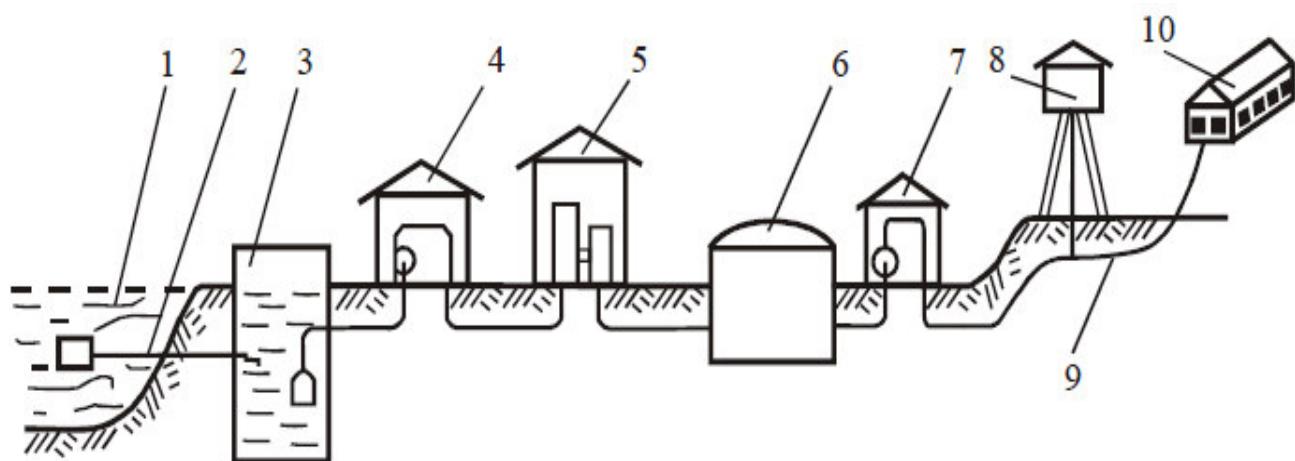
Внешние (наружные) распределительные водопроводные сети нужно устраивать в виде кольца, охватывающего весь фронт производственных помещений комплекса; вводы в отдельные производственные помещения или в группу таких помещений должны иметь двустороннее питание от внешней сети. Подвод воды к внешней распределительной водопроводной сети должен осуществляться по двум параллельно работающим водоводам, пропускающим каждый половину расчетного расхода воды. Водоводы должны быть оборудованы переключающими устройствами, позволяющими

в случае аварии выключать не весь водовод, а лишь один из его участков, на котором произошла авария.

Для обеспечения бесперебойности технологических процессов в производственных помещениях внутренние водопроводные сети в них, как правило, следует выполнять также кольцевыми.

### 1.3 Технологии водоснабжения животноводческих комплексов

В зависимости от расположения источника воды (рисунок 1.1) относительно потребителей воды применяют напорные или самотечные системы водоснабжения. При напорной системе уровень воды в источнике расположен ниже уровня объекта водоснабжения, и воду приходится подавать к потребителям насосами, создавая некоторый напор. В самотечной системе источник воды расположен выше уровня потребителей, к которым она поступает самотеком.



1-источник; 2-самотечная труба; 3-водозаборное сооружение; 4-насосная станция первого подъема; 5-очистное сооружение; 6-резервуар чистой воды; 7-насосная станция второго подъема; 8-водонапорная башня; 9-водопроводная сеть; 10-объект водоснабжения

Рисунок 1.1 - Схема водоснабжения из поверхностного источника

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

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

Классификационная схема водопроводов показана на рисунке 1.2

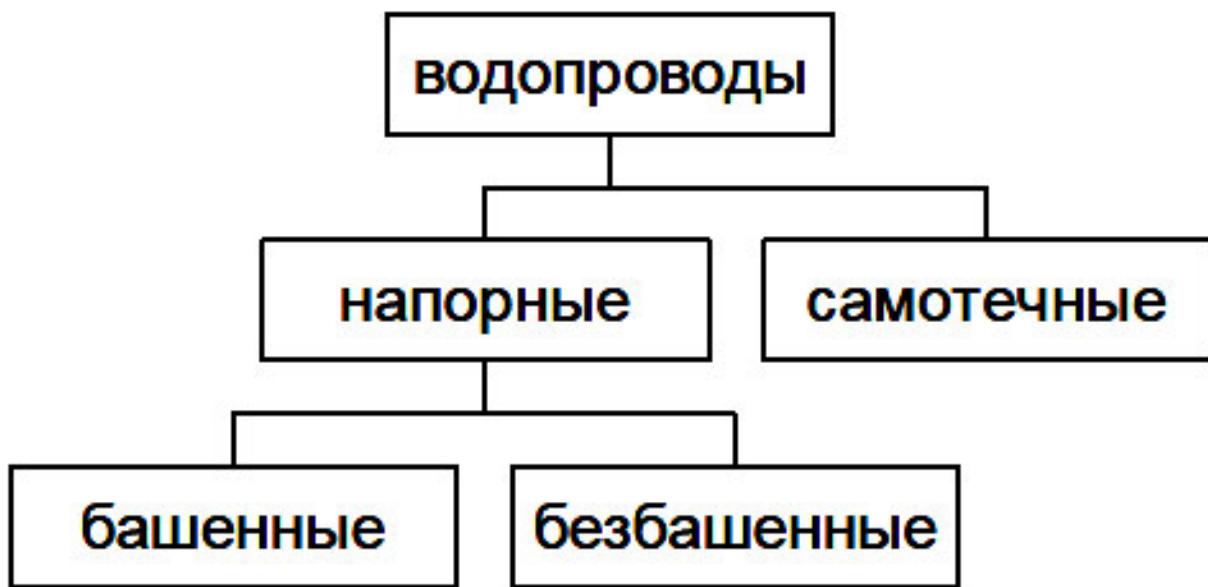


Рисунок 1.2 – Классификация водопроводов

В зависимости от типа водонапорного оборудования системы бывают башенными – с водонапорной башней и безбашенными – с пневматической водоподъемной (пневмогидравлической (рисунок 1.3) установкой. В водоснабжении животноводческих ферм и комплексов получили распространение локальные и реже централизованные (от одного водоприемника) системы водоснабжения с подземными источниками воды и резервными противопожарными резервуарами, оборудованными мотопомпами или автонасосами.

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

В безбашенных водопроводах (ВЭ – 2.5 м; ВУ – 5/30) напорно – регулирующим устройством служит герметически закрытый воздушно – водяной котел, снабженный реле давления, которое автоматически включает или выключает насосную станцию в зависимости от количества воды в котле. Схема такой установки приведена на рисунке 3.

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

В зависимости от конкретных условий (рельеф местности, мощность водоисточника, надежность электроснабжения) применяемое оборудование системы водоснабжения объединяется в различные поточные технологические линии.

В отличие от системы с забором воды из поверхностного источника в системе водоснабжения из подземного источника при помощи буровых скважин не требует очистки, вследствие чего схема не содержит очистных сооружений, резервуара чистой воды и насосной станции второго подъема. В результате вся система оказывается более простой и надежной.

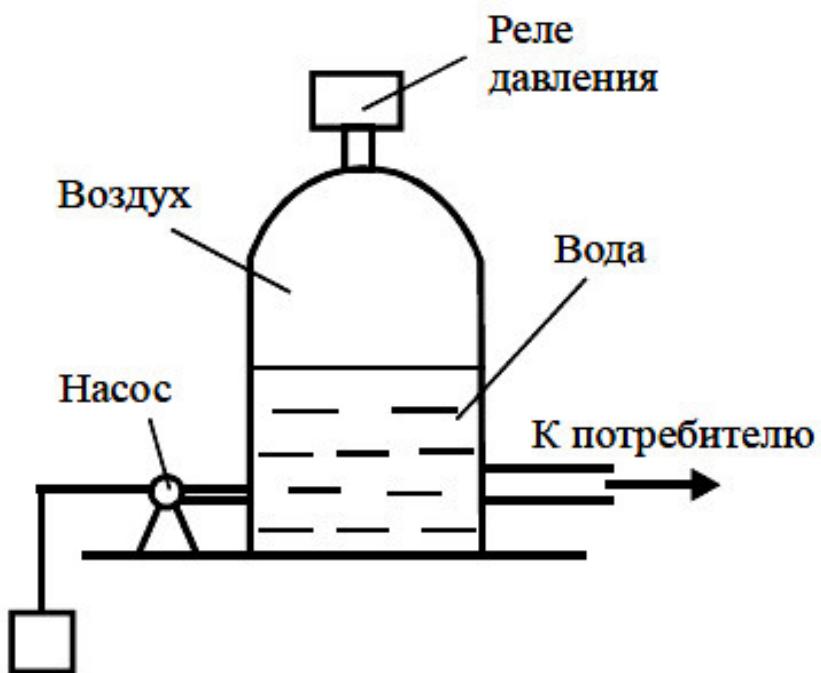


Рисунок 1.3 – Схема автоматической водоподъемной установки.

Для подачи воды от водоисточника к потребителям служит водопровод. Он состоит из двух частей: подводящего участка от водоисточника до водонапорной башни или другого напорно-регулирующего сооружения и разводящей сети от водонапорной башни до мест водоразбора. Различают внешнюю (наружную) сеть, прокладываемую вне зданий, и внутреннюю (разводящую) сеть сооружений.

## **1.4 Анализ существующих конструкций водоподъемников**

Водоподъемники - это устройства, которые не имеют свободного напора и могут поднимать воду из источников только на поверхность почвы. К водоподъемным установкам предъявляются следующие требования:

- Обеспечить равномерное подъем воды;
- Иметь сравнительно небольшие габариты и массу;
- Должны быть долговечны, надежны в эксплуатации и просты в обслуживании;
- Удовлетворительно работать при концентрации песка в воде до 10%;
- Не загрязнять воду смазочными материалами [6].

Применяются водоподъемники следующих типов:

- Воздушные (эрлифты), в которых для подъема воды используется сжатый воздух;
- Гидроударные (гидравлические тараны), в которых вода нагнетается давлением гидроудара;
- Ленточные и шнуровые, в основе которых лежит принцип смачивания подвижной ленты (шнура) водой;
- Инерционные (вибрационные) [10, 11].

### *Классификация водоподъемного оборудования*

К техническим средствам водоподъема относятся:

1. Лопастные насосы (центробежные, вихревые).
2. Водоструйные установки.
3. Объемные насосы:
  - а) поршневые;
  - б) плунжерные;
  - в) диафрагменные;
  - г) ротационные;
  - д) шестеренчатые.

4. Пневматические водоподъемники – эрлифты.

5. Ударные водоподъемники:

- а) гидравлические тараны;
- б) вибрационные водопады.

6. Водочерпальные подъемники:

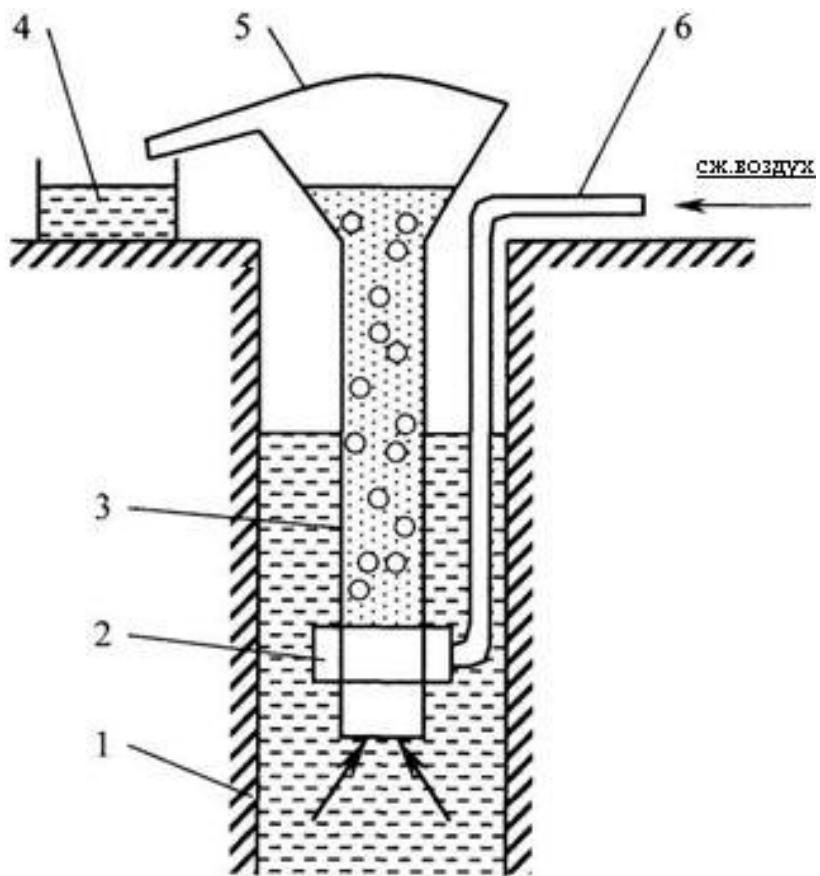
- а) ковшовые;
- б) ленточные;
- в) спиральные;
- г) цепочные;
- д) спирально-цепочные.

Воздушные водоподъемники (эрлифты) применяются для подъема жидкости из колодцев глубиной 90 ... 120 м с помощью сжатого воздуха.

Действие эрлифтов (рисунок 1.1) базируется на принципе использования разницы средней плотности воды и воздушно-водяной эмульсии.

Эрлифт состоит из двух колонн-труб, которые опускаются в скважину. Колонна-труба называется воздушной и предназначается для подачи воздуха от компрессора к второй - водоподъемной трубе. По водоподъемной трубе, после смешивания в форсунке воды и воздуха, воздушно-водяной эмульсия поднимается и сливается в приемный резервуар и здесь воздух отделяется от воды.

Главное преимущество эрлифтов заключается в простоте их конструкции, отсутствия в установке вращающихся частей, возможности использования скважин малого диаметра. К недостаткам эрлифтов, кроме низкого КПД (20...30%), следует отнести необходимость достаточного углубление водоподъемной трубы [12].

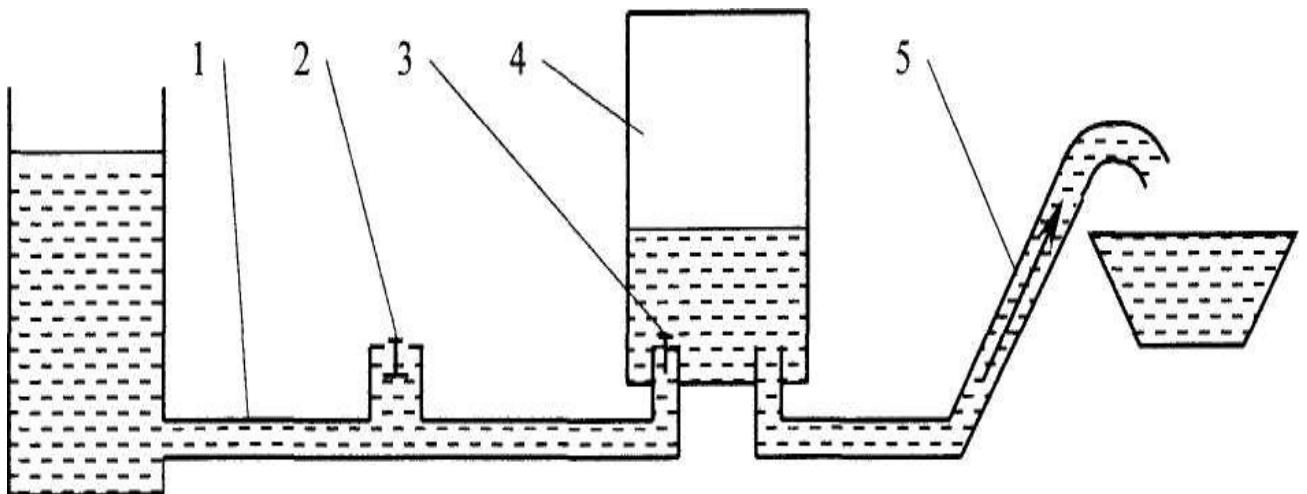


1, 3, 6 - об ссадины водоприемная и воздушные трубы; 2 - форсунка; 4 - приемное бачок; 5 – сепаратор

Рисунок 1.4 – Схема эрлифта

Рассмотрим следующий тип водоподъемника – гидротараны (рисунок 1.2). Гидравлические тараны – это автоматически действующие водоподъемники, простой конструкции, надежны в эксплуатации и не требуют двигателя для их пуска и работы (рисунок 1.2).

Принцип действия этих водоподъемников базируется на использовании силы гидравлического удара, которая всегда возникает в трубопроводе, если внезапно остановиться в нем движение жидкости. Ими поднимают воду из открытых источников при наличии естественного или искусственного перепада воды от 0,5 до 10 м. Если открытый ударный клапан, то вода по питательной трубе через клапан направляется наружу с возрастающей скоростью.



1 - питательная труба; 2 - ударный клапан; 3 - нагнетательный клапан; 4 - воздушный колпак; 5 - нагнетательная труба

Рисунок 1.5 - Схема гидравлического тарана

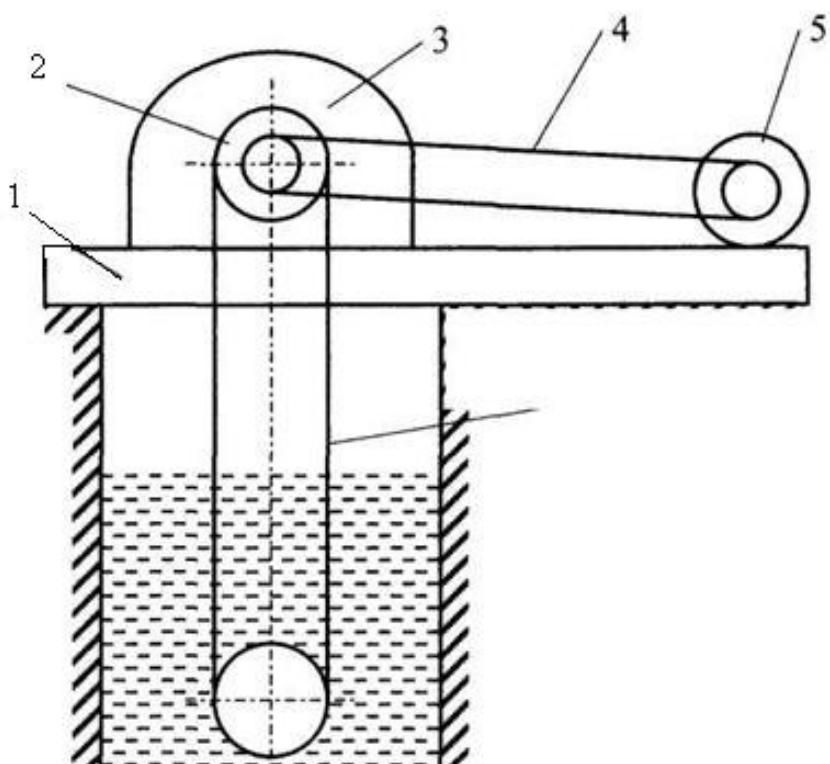
В тот момент, когда давление скоростного напора воды на ударный клапан превышает его вес, клапан мгновенно закрывается, возникает гидравлический удар питательном трубопроводе, давление в камере резко возрастает. В это время открывается нагнетательный клапан, и вода под давлением сопутствующей волны гидравлического удара направляется в воздушный колпак и в нагнетательный трубопровод. Когда ударная волна перейдет в отрицательную фазу, давление в камере упадет, нагнетательный клапан закроется, а ударный клапан под действием собственного веса и атмосферного давления откроется. Через ударный клапан вода снова будет вытекать наружу и цикл работы гидротарана повторяется.

Гидравлический таран не получил широкого распространения, так как он требует специфических условий применения. Основное условие - наличие источника воды с напором  $H$ , который должен быть не менее 0,8 м [11].

Рассмотрим ленточные и шнуровые водоподъемники (рисунок 1.3) нашли широкое применение для подъема воды на высоту до 30 м. Основным рабочим органом является гибкая лента (шнур) из прорезиненных материалов, или иного упругого и эластичного материала.

Работа ленточного или шнурowego водоподъемника базируется на вынесении тонкого слоя воды, который удерживается на поверхности подвижной ленты (шнура) благодаря силам смачивания.

При вращении ведущего блока лента (шнур) перемещается и проходит сквозь толщу воды в колодце, захватывая частицы воды. При вынесении воды на поверхность в момент перехода через ведущий блок эти частицы под действием центробежных сил отбрасываются в кожух, из которого по сливном патрубке стекают в резервуар. Подача ленточных и шнуровых водоподъемников соответственно составляет 4...6 и 9 м<sup>3</sup> / ч [12].



1 - рама; 2 - ведущий шкив; 3 - кожух; 4 - приводной ремень; 5 - двигатель; 6 - рабочая лента.

Рисунок 1.6 - Схема ленточного водоподъемника

Анализируя схемы существующих водоподъемников, приходим к выводу, что на водозаборных скважинах для замены погружных насосов в аварийных ситуациях можно использовать только воздушные водоподъемники (гидравлические тараны нуждаются в источнике воды с напором не менее 0,8 м; ленточные и шнуровые водоподъемники не обеспечивают подъем воды на высоту более 30 м, кроме того их установки

возможно только в колодцах и в скважинах большого диаметра: ленточные - не менее 0,5 м, шнуровые - не менее 0,15 м) [3].

## 1.5 Оборудование для поения животных

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

Вентили позволяют плавно изменять сечение проходного отверстия трубопровода (при  $P < 10 \text{ atm.}$ , и  $D < 80 \text{ мм.}$ ).

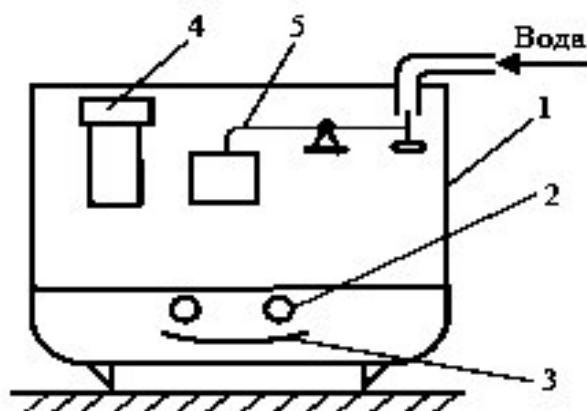
Задвижки то же самое при  $P$  – до 16 атм., и  $D > 80$  мм..

Автопоилки делятся на индивидуальные и групповые.

Групповые в свою очередь бывают стационарными и передвижными.

Групповые поилки применяют для поения коров и молодняка К.Р.С. при беспривозном (боксовом) содержании, свиней при крупно групповом содержании и птицы. Их также используют в летних лагерях и на пастбищах.

Индивидуальные поилки (рисунок 1.7) используют для поения к.р.с. при привязном содержании и поения свиней при содержании их в стойках.



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

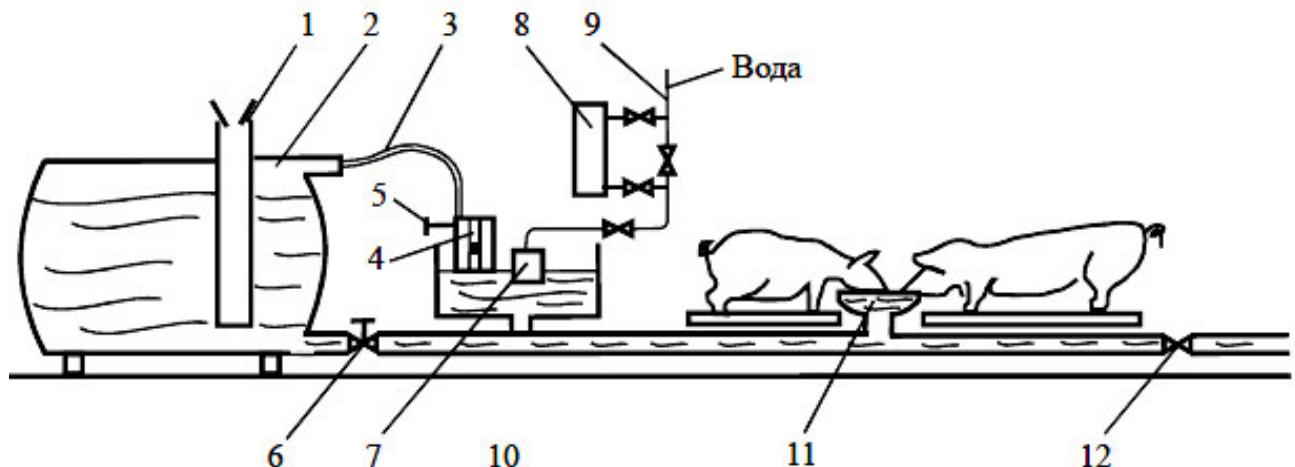
Рисунок 1.7 – Схема автопоилки АГК – 4.

## *Поилки для свиней.*

1. Индивидуальные поилки – ПБС-1 (поилка бесчашечная сосковая) – для поения свиноматок и в станках.

## 2. Групповые – ПАС-2, АГС-24, АПТ.

3. Групповая универсальная автопоилка УАС-500 для поения поросят водой, сывороткой и др.(рисунок 1.8).



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

Рисунок 1.8 – Схема универсальной автопоилки УАС – 500.

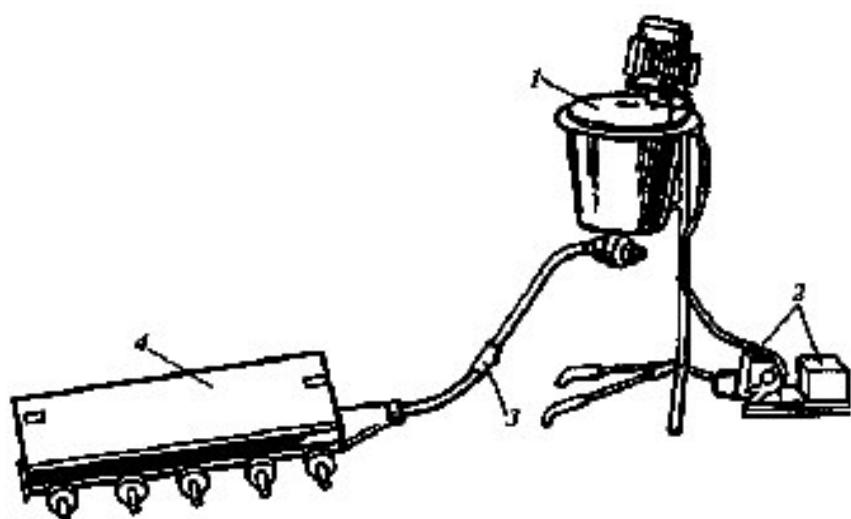
*Поилки для овец.*

АО –3,0 (на пастбищах обслуживает до 1500 овец).

АГО –3 – для поения овцематок.

АС –0,2 – для поения овцематок в период окота.

ПВЯ-Ф-5-10 – для выпойки ягнят (рисунок 1.9).



1 - смеситель; 2 - пускозащитная аппаратура; 3 - молокопровод; 4 - устройство для выпойки.

Рисунок 1.9 – Поилка для выпойки ягнят ПВЯ-Ф-5-10

### *Поилки для птицы.*

АВП-1,5 - выполнена в виде бочки и восьмью корытами.

АПК-2 – желобковая.

АВ-1,5 – для поения цыплят от 15 до 90 дней при содержании их на подстилке.

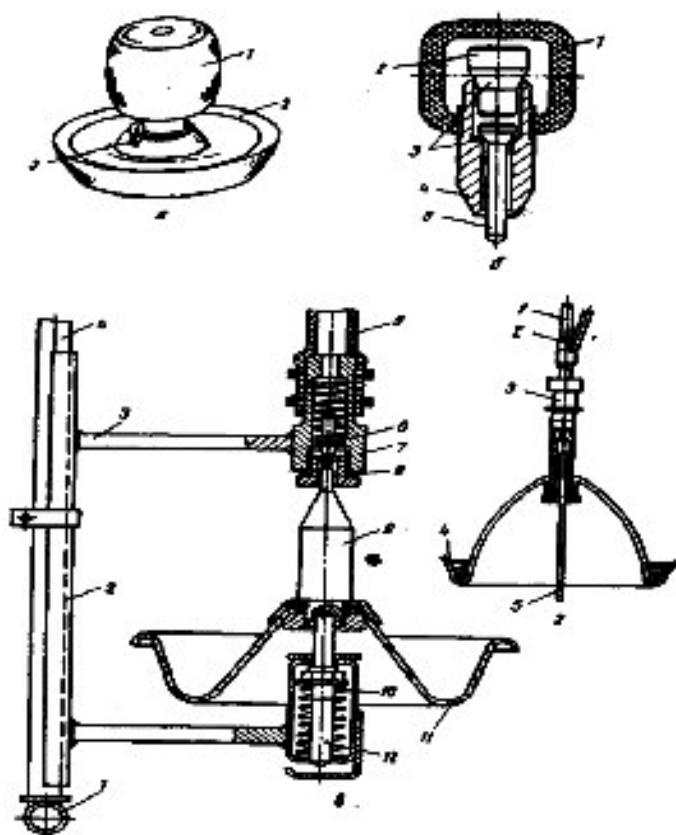
П-1 – желобковая для взрослых кур.

П-4 – чашечная для взрослой птицы.

ПВ и П-2С – чашечные вакуумные – для цыплят от 1 до 10 дней.

Также выпускаются капельные (ниппельные) поилки.

Схемы поилок для птицы приведены на рисунке 14.



*а - вакуумная поилка: 1 - емкость с водой; 2 - чаша; 3 - окно для воды;*

*б - ниппельная поилка: 1 - труба; 2 - верхний клапан; 3 - седла клапанов; 4 - корпус; 5 - нижний клапан;*

*в - чашечно-клапанная поилка П-4: 1 - угольник водопроводной трубы; 2 - стойка; 3 - кронштейн; 4 - водопровод; 5 - шланг к водопроводу; 6 - резиновая прокладка клапана; 7 - корпус клапана; 8 - прокладка; 9 - стержень; 10 - пружина; 11 - чаша; 12 - ось;*

*г - подвесная чашечная поилка: 1 - подвеска; 2 - водоподводящий патрубок; 3 - клапанная коробка; 4 - чаша; 5 - стержень-фиксатор (противораскачиватель).*

Рисунок 1.10 – Поилки для птицы

## **1.6 Цели и задачи проектирования**

Основной целью проектирования является повышение эффективности и надежности функционирования систем водоснабжения животноводческих комплексов за счет реализации технических мероприятий.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- повышение устойчивости и надежности функционирования систем водоснабжения;
- обеспечение условий для снижения издержек и повышения качества подачи воды;
- повышение качества воды;
- повышение эксплуатационной надежности источников водоснабжения.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Расчет линий приготовления кормов кормоцеха

Для повышения эффективности использования корма используют такой прием кормления, как кратность кормления в сутки различных возрастных групп. При этом также необходимо учитывать затраты труда и уровень механизации раздачи кормов и поения. С учетом рекомендаций [3] животных, кормят 2 раза в сутки, а также ремонтный молодняк кормят тоже 2 раза в сутки, при этом поения животных для всех групп не ограничивается.

При кормлении принимаем равномерное распределение суточной нормы кормов (по весу и по возрасту) между утренней и вечерней выдачей [3].

Количество корма, для разовой выдачи животным, рассчитана на основании таблицы 2.3.

Таблица 2.7 - Расход кормов на разовое кормление

Вид корма	Затрата корма, кг							
	Взрослые животные		Телят 2...4 мес.		Телята 4...6 мес.		Телки	
	зима	лето	зима	лето	зима	лето	зима	лето
Концентрированный (ячмень, кукуруза, горох, жмыж, подсолнечник, и.т.д.)	103	390	478	516	84	40	844	930
Травяная мука	63	—	25	—	6	—	94	—
Корнеплоды	540	—	294	—	50	—	1880	—
Зеленая масса бобовых	—	540	—	336	—	40	—	1410

По данным таблицы 2.7 определяем суточную производительность кормоцеха [2]:

$$W_{\text{доб}} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \quad (2.10)$$

где  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  – соответственно максимальная суточная потребность различных видов кормов, подлежащих обработке, кг (таблица 2.7)

$$W_{\text{доб}} = (103+478+34+844)+(63+25+6+94)+(540+294+50+1880)+(90+504+20+376)=10802 \text{ кг/сут.} \approx 11 \text{ т/сут.}$$

Часовая производительность кормоцеха составляет:

$$W_{\text{год}} = \frac{W_{\text{доб}}}{T_{\text{см}}} \quad (2.11)$$

где  $T_{\text{см}}$  - продолжительность работы кормоцеха за смену, ч. Принимаем  $T_{\text{см}} = 7$  ч, тогда:

$$W_{\text{год}} = \frac{11}{7} = 1,6 \text{ т/год}$$

Для приготовления кормов выбираем кормоцех КЦС-200/2000, производительность которого при приготовлении кормовых смесей на основе корнеплодов составляет 4 т/ч.

Проверим пропускную способность линий.

*Линия концентрированных кормов.*

Производительность определяем по формуле

$$W_{\text{Л.Конц}} = \frac{Q_{\text{Р.Конц}}}{t_{\text{Л}}} \quad (2.12)$$

где  $Q_{\text{Р.Конц}}$  - максимальная масса концентрированных кормов, используемых для кормления, кг,  $Q_{\text{Р.Конц}}=930$  кг;

$t_{\text{Л}}$  - время, отведенное для приготовления одной выдачи с максимальным количеством данного вида корма, часов, принимаем  $t_{\text{Л}} = 0,5$

$$W_{\text{Л.Конц}} = \frac{930}{0,5} = 1860 \text{ кг/год} \approx 1,9 \text{ т/год}$$

Концентрированные корма дозируются питателем ПК-6, который имеет номинальную мощность 6 т/ч. Как видим,  $W_{\text{жив}} > W_{\text{Л.Конц}}$ , а значит одного питателя достаточно для загрузки концентрированного корма в смеситель С-12.

Принимаем, что в хозяйстве используются не готовые комбикорма, а зерно, после измельчения непосредственно в хозяйстве, тогда необходима производительность дробилки  $W_{\text{др}}$  (т/ч):

$$W_{DP} = \frac{Q_{DOB.3}}{T_{3M}}$$

где  $Q_{DOB.3}$  - максимальная масса зерна, используемого для приготовления суточной нормы концентрированные корма, т,  $Q_{DOB.3} = 3,05$  т.

Итак, для измельчения зерна для приготовления концентрированных кормов непосредственно в условиях хозяйства используют экспериментальную дробилку штифтового типа производительностью 0,6 т/ч.

Линия сенной муки.

Производительность линии определяем аналогично:

$$W_{Л.Cina} = \frac{Q_{P.Cina}}{T_{Pob}} \quad (2.14)$$

где  $Q_{P.сена}$  - максимальная масса травяной муки для разовой дачи корма, т,  $Q_{P.сена} = 188$  т.;

$T_{p.лии}$  - продолжительность работы линии, ч,  $T_{p.лии} = 0,5$  ч,

$$W_{Л.сена} = \frac{0,188}{0,5} = 0,4$$

Производительность дробилки КДУ-2,0 на сене составляет 0,8 т / ч. Значит, одной дробилки достаточно для приготовления необходимого количества сенной муки.

Линия зеленых кормов.

Производительность линии определяется по формуле:

$$W_{Л.зел} = \frac{Q_{P.зел}}{T_{Pob}} \quad (2.15)$$

где  $Q_{P.зел}$  - максимальная масса зеленых кормов для разовой дачи корма,  $Q_{P.зел} = 2,326$  т

$$W_{Л.зел} = \frac{2,326}{0,5} = 4,7 \text{ т/год.}$$

Производительность измельчителя кормов «Волгарь-5» при измельчении зеленой массы составляет 8 т/ч,  $W_{\text{Подр}} > W_{\text{Л.Зел.}}$  - Условие для измельчения выполняется.

Линия корнеплодов.

Производительность линии (допустимый срок переработки и хранения корнеплодов – 2 часа, принимаем  $T_B = 0,8$  ч):

$$W_{\text{Л.Корн}} = \frac{2,764}{0,8} = 3,5 \text{ т/год.}$$

Производительность транспортера корнеплодов ТК-56 составляет до 5 т / ч, а мойки - корнерезки - до 7 т / ч. Как видим, для выполнения операций дозированной подачи корнеплодов с приемного бункера в измельчитель мойки, камнеулавливатель и измельчения коре плодов достаточно иметь один транспортер ТК-5Б и один измельчитель ИКМ- 5.

Линия смещивания кормов.

Производительность технологической линии смещивания кормов определяем по формуле [2]:

$$W_{\text{Л.Змеш}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{t_{\text{Ц}}} \quad (2.16)$$

где  $\sum_{i=1}^n Q_i$  – сумма масс компонентов, входящих в смесь из n видов кормов на максимальную разовую дачу, т;

$t_{\text{Ц}}$  - время цикла смещивания кормов, ч.

$$t_{\text{Ц}} = t_{\text{ЗАВ}} + t_{\text{НАГ}} + t_{\text{ВИВ}}, \quad (2.17)$$

где  $t_{\text{ЗАВ}}$  - время загрузки смесителя, ч, принимаем  $t_{\text{ЗАВ}} = 0,8$  ч;

$t_{\text{НАГ}}$  - время нагрева смеси, ч,

$t_{\text{НАГ}} = 0,8 \dots 1,2$  ч для С-12,

принимаем  $t_{\text{НАГ}} = 0,8$  ч;

$t_{\text{ВИВ}}$  - выгрузке корма, ч.

$$t_{\text{ВИВ}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{W} \quad (2.18)$$

где  $W = 40$  т/ч - производительность смесителя С-12 на выгрузке кормовой смеси:

$$t_{BIB} = \frac{5,4}{40} = 0,14 \text{ год,}$$

Тогда:

$$t_{Ц} = 0,8 + 0,8 + 0,14 = 1,74 \text{ год.}$$

$$W_{Л.Зміш} = \frac{5,4}{1,74} = 3,1 \text{ т/год.}$$

Производительность смесителя С-12 с запариванием по технической характеристике - 5 т/ч. Значит, одного смесителя достаточно для приготовления корма на разовую выдачу.

Определяем количество воды  $P_O$  (кг), которую необходимо добавить в смесь, для получения заданной влажности кормосмеси [3]:

$$P_B = Q_{P_{aц}} \frac{B_C - B_{P_{aц}}}{100 - B_C} \quad (2.19)$$

где  $Q_{P_{aц}}$  - масса смеси рациона без воды, кг;

$B_C$  - нужна влажность кормосмеси, %;

$B_{P_{aц}}$  - влажность кормосмеси без добавления воды, %,

$$B_{P_{aц}} = \frac{B_1 \Pi_1 + B_2 \Pi_2 + \dots + B_n \Pi_n}{100} \quad (2.20)$$

где  $B_1, B_2, \dots, B_n$  - влажность компонентов рациона, % для концентрированных кормов  $B = 14\%$ , корнеплодов -  $82\%$ , сенной муки -  $16\%$ , обезжиренного молока -  $91\%$  [2];

$\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$  - содержание компонентов в рационе, %.

Рассчитываем по формуле необходимое количество воды, которую надо добавить в кормосмеси для заготовки животных:

$$B_{P_{aц}} = \frac{14 \cdot 12,9 + 16 \cdot 7,9 + 82 \cdot 67,8 + 91 \cdot 11,3}{100} = 68,9 \text{ %.}$$

Наиболее целесообразно скормить кормосмеси влажностью  $B_0 = 57 \dots 70\%$  [3]. Принимаем  $B_0 = 70\%$ ,

$$P_B = 796 \frac{70 - 68,9}{100 - 70} = 29,2 \text{ л.}$$

Определяем количество воды, которое необходимо добавить в рацион телят 2 ... 4 месяцев:

$$B_{P_{au}} = \frac{14 \cdot 13,6 + 16 \cdot 1,9 + 82 \cdot 22,6 + 91 \cdot 38,7}{100} = 59,2\%$$

$$P_B = 1301 \frac{70 - 59,2}{100 - 70} = 468 \text{ л.}$$

Определяем количество воды, что необходимо добавить в рацион разовой кормления ремонтного молодняка:

$$B_{P_{au}} = \frac{14 \cdot 30,9 + 16 \cdot 5,5 + 82 \cdot 45,5 + 91 \cdot 18,2}{100} = 59,1\%$$

$$P_B = 110 \frac{70 - 59,1}{100 - 70} = 40 \text{ л}$$

Определяем количество воды, которое необходимо добавить в рацион разовой кормления откормочного молодняка:

$$B_{P_{au}} = \frac{14 \cdot 26,4 + 16 \cdot 2,9 + 82 \cdot 58,9 + 91 \cdot 11,8}{100} = 63,2\%$$

$$P_B = 3194 \frac{70 - 63,2}{100 - 70} = 724 \text{ л.}$$

Необходимое количество пара Рп (кг) на нагрев смеси разовой кормления определяем исходя из расхода пара только на нагрев жидких компонентов кормосмеси (воды и сыворотки):

$$P_{\Pi} = q Q_{P.K} \quad (2.21)$$

где q - норма расхода пара на нагрев 1 кг воды от 7 до 87 0С, к г, q = 0,20 ... 0,25 кг [2], принимаем q = 0,22 кг;

Q<sub>P.K</sub> - расход жидких компонентов для приготовления разовой кормления, кг,

$$Q_{P.K} = (29,2 + 468 + 40 + 724) + (90 + 504 + 20 + 376) = 2251,2 \text{ кг},$$

$$P_{\pi} = 0,22 \cdot 2251,2 = 495 \text{ кг.}$$

Другие виды влаготепловой обработки (варка, пропарки) кормов нами не предусматриваются.

Качественные концентрированные, сочные и зеленые корма, а также их смесь рекомендуется скармливать животным всех групп в сыром виде.

## **2.2 Разработка и обоснование технологической линии водоснабжения и поения**

Современные системы водоснабжения – это совокупность сложных сооружений, механизмов и аппаратов, все части которой должны точно и без сбоев работать совместно. К ним относятся водоприемные сооружения, станции очистки воды, сети водоснабжения и канализации с обслуживающими их устройствами, насосные станции.

На объектах животноводства осуществляется ряд гидравлических, физико-химических и микробиологических процессов. К числу основных особенностей систем водоснабжения относятся:

- высокая степень ответственности, подразумевающая гарантию надежной бесперебойной работы;
- работа сооружений в условиях постоянно меняющейся нагрузки;
- зависимость режима работы сооружений от изменения качества исходной воды;
- территориальная разбросанность сооружений и необходимость координации их работы из одного центра;
- сложность технологического процесса и необходимость обеспечения высокого качества обработки воды;
- необходимость обеспечения наиболее экономичной работы насосных агрегатов;
- необходимость сохранения работоспособности при авариях на отдельных участках.

- Возможна автоматизация следующих узлов систем водоснабжения и водоотведения:
  - артезианских скважин;
  - станций 1-го, 2-го подъема, повышительных насосных станций;
  - фильтровальных станций;
  - построение сетей диктующих точек;
  - автоматизация канализационных насосных станций и очистных сооружений.

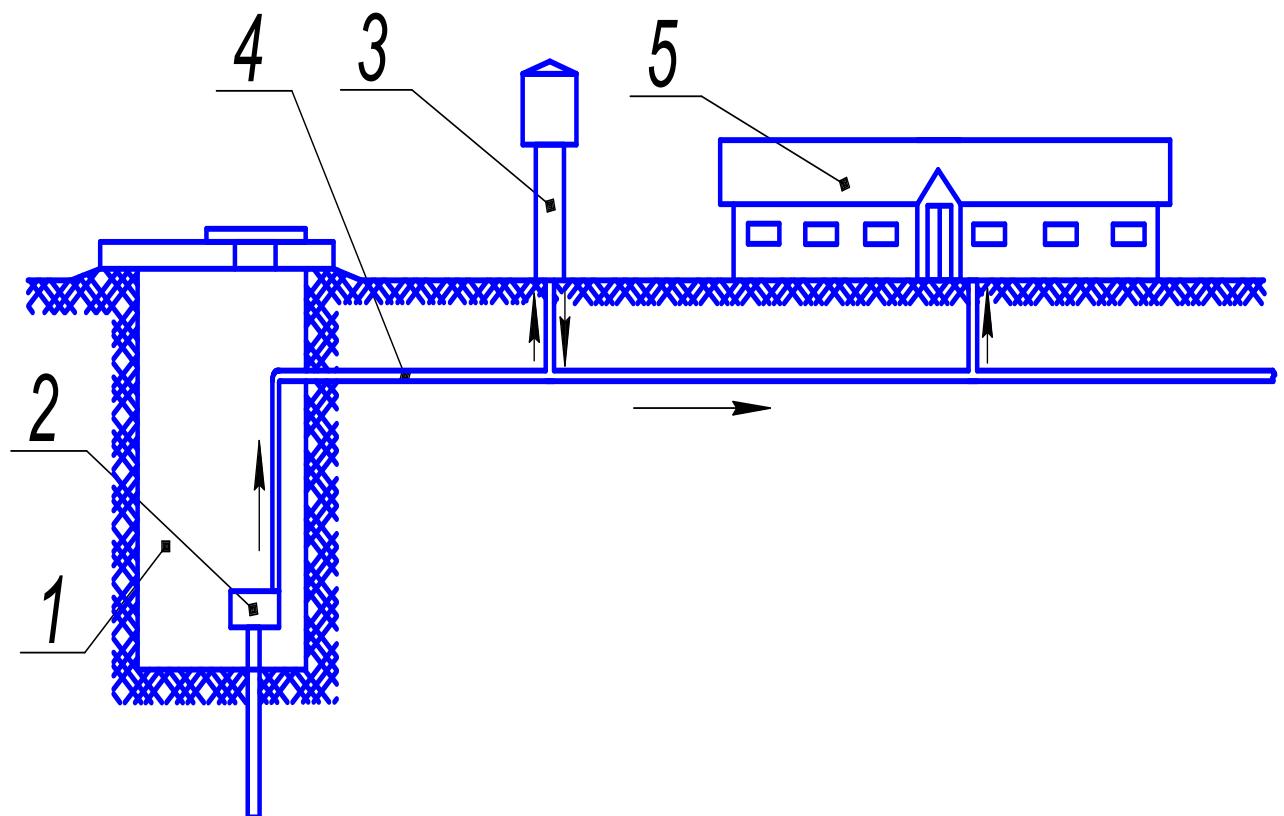
Существуют два вида систем водоснабжения: групповые и локальные. Групповые предназначены для централизованного водоснабжения нескольких крупных объектов, связанных общностью территории (город, район и т.д.), локальные – для обслуживания одного индивидуального объекта водоснабжения (хозяйство, животноводческий комплекс и т.д.), она имеет свой автономный источник воды, насосную станцию и водопроводную сеть, таким образом, выбираем локальную систему снабжения.

В зависимости от расположения водоисточника относительно потребителей воды применяют напорные и самотечные системы водоснабжения. При напорной – уровень воды в источнике расположен ниже уровня объекта водоснабжения, и воду приходится подавать к потребителям насосами, создавал некоторый напор. В самотечной системе водоисточник расположен выше уровня потребителей, к напорным она поступает самотеком. В зависимости от типа водонапорного оборудования системы бывают башенными – с водонапорной башней и башенными – с пневматической водоподъемной установкой. Принимаем напорную башенную систему с подземным источником, вода из которого не требует очистки, вследствие чего схема не содержит очистных сооружений, резервуара чистой воды и насосной станции второго подъема, в результате вся система оказывается более простой и надежной.

Водонапорные сети могут быть тупиковыми и кольцевыми. Тупиковой называется такая сеть, в которой магистрали отходят в разные стороны не

связанные между собой ветви, в них вода движется только в одном направлении. Их недостаток – необходимость отключения всех потребителей за местом аварии водопровода. В кольцевой сети вода к любому потребителю может поступать с двух сторон, т.к. трубопровод в этом случае представляет собой замкнутый контур, что позволяет отключать поврежденные участки сети, не прекращая подачу воды другим потребителям. Принимаем тупиковую сеть вследствие малого количества голов.

Из выше изложенного нами предлагается следующая схема поточно-технологической линии водоснабжения и поения (рисунок 1.1).



1 – насосная станция; 2 – центробежный насос; 3 – водонапорная башня; 4 – водопроводная сеть; 5 – водопотребитель (поилки).

Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема ПТЛ водоснабжения и автопоения

### 2.3 Расчет поточно-технологической линии водоснабжения и подбор машин

#### *Расчет потребности в воде*

Для определения потребности в воде для животноводческого

комплекса необходимо учитывать среднесуточный расход воды всех потребителей.

Определяем среднесуточный расход воды всех потребителей по формуле:

$$Q_{сум.ср} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot n_i, \text{ м}^3 \quad (2.22)$$

где  $q_i$  – суточная норма расхода воды одним потребителем,  $\text{м}^3$ . Принимаем на одну свинью на откорме  $q_i=15 \text{ дм}^3$ , а норму расхода воды на одного работающего  $q_i=20 \text{ дм}^3$  за смену [6].

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

Максимальный суточный расход воды всех потребителей находим по формуле:

$$Q_{сум.макс} = Q_{сум.ср} \cdot \alpha_{сум}, \text{ м}^3 \quad (2.23)$$

где  $\alpha_{сум}$  – коэффициент суточной неравномерности водопотребления (принимаем  $\alpha_{сум}=1,3$ ).

Часовые колебания расхода воды учитываются коэффициентом часовой неравномерности  $\alpha_q=2,5$ .

Определяем максимальный часовой расход воды по формуле:

$$Q_{q.макс} = \alpha_q \cdot Q_{сум.макс} / 24, \text{ м}^3 \quad (2.24)$$

Определяем максимальный секундный расход воды по формуле:

$$Q_{c.макс} = Q_{q.макс} / 3600, \text{ м}^3 \quad (2.25)$$

### *Расчет водопроводной сети*

Расчет водопроводной сети начинают от самого отдаленного от насоса и водорегулирующего сооружения участков и узлов. По необходимой секундной подаче воды определяем диаметр труб:

$$d = 2\sqrt{\frac{Q_c}{\pi \cdot v}}, \text{ м} \quad (2.26)$$

где  $v$  – скорость воды в сети (для внешней сети с диаметром труб до

300 мм принимаем  $v=1\dots1,75$  м/с [4])

$$d = 2 \sqrt{\frac{0,00191}{3,14 \cdot 1}} = 0,025 \text{ м.} \quad (2.27)$$

Принимаем диаметр трубопровода  $d_{tp}=0,05$  м.

Гидравлическое давление

Для выбора водонапорного оборудования, а также водонапорного сооружения большое значение имеет гидравлическая характеристика сети, совместно с которой функционируют приведенные элементы системы подачи воды.

Полное давление  $H$ , м, в системе подачи воды состоит из геометрической высоты подъема воды и суммарных потерь напора на преодоление сопротивления во всасывающем и нагнетательном трубопроводах определяем по формуле:

$$H = H_e + h, \text{ м} \quad (2.28)$$

где  $H_e$  – расстояние по вертикали от места забора до верхнего уровня воды в башне, м;

$h$  – суммарные потери напора, м.

В свою очередь геометрический напор равен:

$$H_e = H_{bc} + H_{nag}, \text{ м} \quad (2.29)$$

где  $H_{bc}$  – высота всасывания, м ( $H_{bc}=5$  м);

$H_{nag}$  – высота нагнетания, м ( $H_{nag}=15$  кПа)

$$H_e = 5 + 15 = 20 \text{ м.} \quad (2.30)$$

Потери напора  $h$ , м, определим по формуле:

$$h = h_m + h_m, \text{ м} \quad (2.31)$$

где  $h_m$  – потери напора на преодоление трения в трубопроводе

$$h_m = \lambda \frac{v^2 L}{2 g d}, \text{ м} \quad (2.32)$$

где  $\lambda$  - коэффициент гидравлического сопротивления (для полиэтиленовых труб  $\lambda=0,02$  [5]);

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;

$L$  – длина участка, м

$$h_m = 0,02 \frac{0,4^2 \cdot 50}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,05} = 0,204 \text{ м} \quad (2.33)$$

Увеличиваем потери напора на преодоление трения в трубопроводе  $h_t$  на 8% и получим:

$$h_m' = h_m + 0,08h_m = 0,204 + 0,08 \cdot 0,204 = 0,22 \text{ м} \quad (2.34)$$

$$H = 20 + 0,22 = 20,22 \text{ м}$$

### *Выбор водоподъемного оборудования*

Необходимую производительность водоподъемного оборудования определяем исходя из максимального расхода воды в сутки по формуле:

$$Q_h = \frac{Q_{cym.\max}}{T_h}, \text{ м}^3/\text{час} \quad (2.35)$$

где  $T_h$  – продолжительность работы насоса в течении суток.

Рекомендованное значение  $T_h \leq 14 \div 16$  часов [4];

$$Q_h = \frac{66,17}{15} = 4,41 \text{ м}^3/\text{час.} \quad (2.36)$$

Расчетная мощность, потребляемая приводом водяного насоса определяется по формуле

$$N_{np} = \frac{Q_h H}{\eta_n \eta_m}, \text{ кВт} \quad (2.37)$$

где  $\eta_n$  – кпд насоса ( $\eta_n=0,25$ );

$\eta_t$  – кпд трансмиссии ( $\eta_t=0,85$ )

$$N_{np} = \frac{4,41 \cdot 0,2022}{0,44 \cdot 0,85} = 1,5 \text{ кВт}$$

Из расчетных данных принимаем вихревой насос 1,5К-6, подача  $Q_n=2,7 \dots 6 \text{ м}^3/\text{час}$ , полный напор  $H=0,26 \text{ МПа}$ , частота вращения двигателя

$n=2900$  мин<sup>-1</sup>, мощность двигателя  $N_{дв}=1,5$  кВт, кПД=30%.

### *Расчет водонапорного сооружения*

Общая емкость резервуара водонапорной башни определяется по выражению:

$$V = V_p + V_3 + V_n, \text{ м}^3 \quad (2.38)$$

где  $V_p$  – рабочий объем, м<sup>3</sup>

$$V_p = (0,15 \div 0,3)Q_{cym} = 0,2 \cdot 50,9 = 10,18 \text{ м}^3 \quad (2.39)$$

$V_3$  – объем воды, необходимый для накопления аварийных и пожарных запасов, м<sup>3</sup>

$$V_3 = V_{ав} + V_{пож}, \text{ м}^3 \quad (2.40)$$

где  $V_{ав}$  – аварийный объем, м<sup>3</sup>,

$$V_{ав} = 2 \cdot Q_{vac,max} = 2 \cdot 6,8926 = 13,8 \text{ м}^3 \quad (2.41)$$

$V_{пож}$  – пожарный запас, м<sup>3</sup> ( $V_{пож}=6$  м<sup>3</sup>)

$$V_3 = 13,8 + 6 = 19,8 \text{ м}^3 \quad (2.42)$$

$V_{п}$  – пассивный объем, м<sup>3</sup> ( $V_{п}=2$  м<sup>3</sup>)

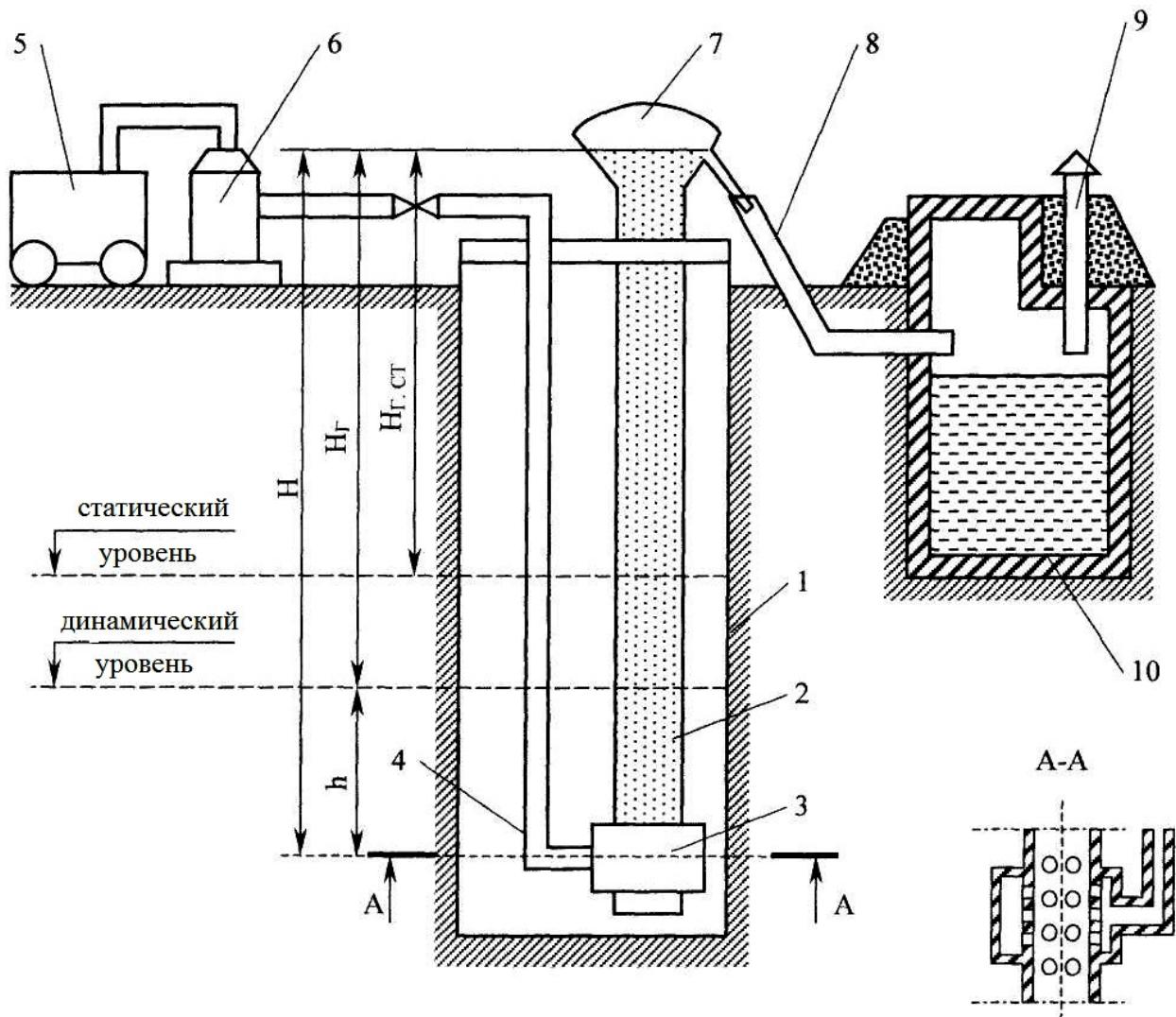
$$V = 10,18 + 19,8 + 2 = 31,98 \text{ м}^3 \quad (2.43)$$

Из расчета следует: принимаем сборно-блочную башню БР-25У. Полная емкость башни 39 м<sup>3</sup>, емкость резервуара – 25 м<sup>3</sup>, емкость воды в колонне – 14 м<sup>3</sup>, высота до бака – 12 м, диаметр бака – 3 м, диаметр колонны 1,2 м, масса башни – 4810 кг.

### 3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Разработка и обоснование эрлифтной установки и описание процесса ее работы

Технологическая схема эрлифтной установки показана на рисунке 3.1. Она состоит из воздушной - 4 и водоподъемной - 2 труб, которые опущены в скважину.



1, 2, 4 – обсадная, водопроводная и воздушная трубы; 3 - форсунка; 5 - компрессор; 6 - ресивер; 7 - сепаратор; 8 - трубы отвода воды; 9 - вентиляционная труба; 10 - сборный резервуар

Рисунок 3.1 – Технологическая схема эрлифтной установки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР СИТ 00.00.П3			
					Литер	Лист	Листов	
Разраб.								
Пров.	С.П							
Н. контр.								
Зав. каф.	А.Р							
Эрлифтная установка					у	1	12	
Каз.ГАУ								

В месте соединения этих труб размешивается специальное устройство - 3, что называется форсункой (смесителем). Форсунка представляет собой перфорированную трубу с отверстиями диаметром 4 ... 6 мм, суммарная площадь которых в 2-3 раза больше площади сечения воздушной трубы. Сжатый воздух от компрессора 5 подается по трубе 4 до смесителя 3.

В водоприемной трубе 2 напротив смесителя происходит образование воздушно-водяной смеси (эмulsionии) и подъем ее в сепаратор 7, где воздух отделяется от воды, а вода отводится через трубу 8 в резервуар 10. Из сборного резервуара вода насосами второго подъема подается в бак водонапорной башни (при аварийных перерывах в подаче электроэнергии вода может подаваться в бак водонапорной башни с помощью гидравлического тарана).

Движение воздушно-водяной смеси вверх по водоподъемнику 2 происходит вследствие разности плотности эмульсии и воды, окружающей водоподъемную трубу (по закону сообщающихся сосудов).

Для компенсации ударного действия поршневого компрессора, который подает сжатый воздух толчками, на напорной воздушной линии между компрессором и эрлифтом установлено ресивер. В нем происходит осаждение масел, которые затягиваются воздухом из компрессора. Масла затем выпускаются через специальный кран. Одновременно ресивер служит аккумулятором воздуха, который регулирует его расход в напорной воздушной линии.

### 3.2 Конструктивный расчет эрлифта

Для расчета эрлифта заданные: геометрическая высота подъема (расстояние от динамического уровня жидкости до точки слива эмульсии)  $H_r = 35$  м и расход воды  $Q = 13\text{м}^3 / \text{ч}$ .

Нужно определить глубину погружения форсунки относительно уровня слива эмульсии  $H$ , диаметры водоподъемной В и воздушной и труб; расход воздуха  $V$ , необходимую для подъема заданного количества воды  $Q$ ; давление и мощность компрессора.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					<i>ВКР СИТ ОП ОП ПЗ</i>

Глубину погружения форсунки Н определяем по формуле [13]:

$$H = kH_r \quad (3.1)$$

где  $k$  - коэффициент погружения трубы (выбирается в зависимости от заданной геометрической высоты подъема  $H_r$ , но в свою очередь он определяет КПД эрлифта  $\eta$  | Эрл); по рекомендациям Я.С. Сурешиця  $k = 2,2$ ,  $\eta$  | Эрл = 0,3 [13] (для  $H_r = 35$  м),

$$H = 2,2 \cdot 35 = 77 \text{ м.}$$

Диаметр водопроводной  $D$  и воздушной  $d$  труб выбираем в зависимости от заданного расхода воды  $Q = 13 \text{ м}^3 / \text{ч} = 3,6 \text{ л / с.}$

$D = 75$  мм,  $d = 30$  мм для  $Q = 3 \dots 9 \text{ л / с}$  (диаметр обсадных труб  $D_{обс} = 150$  мм). В условиях специальных проходами труб уточняем их размеры: внешний диаметр - 89 и 38 мм, толщина стенки 2,5 и 2,0 мм соответственно для водоподъемной и воздушной труб (трубы электросварные, прямошовные по ГОСТ 10704-76).

Определяем расход сжатого воздуха, что необходимого для подъема эрлифтом заданного количества воды  $Q \text{ м}^3 / \text{ч}$  [13]:

$$W = 1,2QV_0 \quad (3.2)$$

$$W_0 = \frac{H_r}{2,3\eta_{epn} \lg \frac{h+10}{10}}$$

(3.3)

$$W_0 = \frac{35}{2,3 \cdot 0,3 \cdot \lg \frac{42+10}{10}} = 3,9 \text{ м}^3,$$

$$W = 1,2 \cdot 13 \cdot 3,9 = 101 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Рабочее давление компрессора  $P$  (МПа):

$$P = 0,0098 \quad (H - H_r + h_{tp}) \quad (3.4)$$

где  $h_{tp}$  - гидравлические потери напора в воздушной трубе, принимаем  $h_{tp} = 3$  м,

$$p = 0,0098 (77-35+3) = 0,4 \text{ МПа.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

По рабочим давлением  $p = 0,4$  МПа и расходом воздуха  $V = 101$  м<sup>3</sup> / ч выбираем компрессор марки ВК-3/4, который имеет следующие параметры: подача - 180 м<sup>3</sup> / ч, давление - 0,4 МПа, количество ступеней давления - 1; мощность двигателя - 15,8 кВт [6].

Диаметр отверстий принимаем 6 мм, а количество их выбираем так, чтобы их суммарная площадь была в 1,5 раза больше сечения воздушной трубы. При количестве отверстий  $n = 43$  это условие выполняется.

Объем ресивера определяем по формуле:

$$W_{PEC} = (1,5 \dots 3,0) \sqrt{W} \quad (3.5)$$

где:  $W$  – объем ресивера, м<sup>3</sup> / мин;

$$W_{PEC} = 2,3 \sqrt{1.68} = 3 \text{ м}^3.$$

### 3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции эрлифта

При эксплуатации предлагаемой конструкции эрлифта следует придерживаться к следующим правилам безопасного применения:

Оборудование, инструмент и аппаратура должны соответствовать техническим условиям (ТУ), эксплуатироваться в соответствии с эксплуатационной и ремонтной документацией и содержаться в исправности и чистоте.

Управление буровыми станками, подъемными механизмами, горнодобывающим оборудованием, геофизической и лабораторной аппаратурой, а также обслуживание двигателей, компрессоров, электроустановок, сварочного и другого оборудования должно производиться лицами, имеющими удостоверение, дающее право на производство этих работ.

Обслуживающий персонал электротехнических установок (передвижные электростанции, буровые установки с электроприводом,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

геофизическая аппаратура и т.п.) должен иметь соответствующую группу по электробезопасности.

Обслуживание передвижных электростанций мощностью до 125 кВт и компрессорных установок производительностью до 10 м<sup>3</sup>/мин, предназначенных для обеспечения энергией одиночных производственных объектов (буровых установок, мест ведения горноразведочных работ на дневной поверхности, сейсмических и насосных станций и др.), расположенных от них на расстоянии не более 25 м, допускается осуществлять лицам из числа основного производственного персонала, аттестованным в установленном порядке.

Лицами, ответственными за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования, механизмов, аппаратуры и контрольно-измерительных приборов, являются руководители объектов работ. В случаях отсутствия ответственного лица (командировка, отпуск и др.) выполнение его обязанностей по охране труда возлагается на работника, заменившего его по должности.

Предприятия, эксплуатирующие оборудование, механизмы, аппаратуру и контрольно-измерительные приборы, должны иметь эксплуатационную и ремонтную документацию на них и паспорта, в которые ответственными лицами вносятся данные об их эксплуатации и ремонте. Все применяемые грузоподъемные машины и механизмы (краны, тали и пр.) должны иметь ясно обозначенные надписи об их предельной нагрузке и сроке очередной проверки.

Контрольно-измерительные приборы, установленные на оборудовании, должны иметь пломбу или клеймо госповерителя (организации, имеющей право ремонта и поверки таких приборов).

Приборы должны проверяться в сроки, предусмотренные инструкцией по их эксплуатации, а также каждый раз, когда возникает сомнение в правильности показаний.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Манометры, индикаторы массы и другие контрольно-измерительные приборы устанавливаются так, чтобы их показания были отчетливо видны обслуживающему персоналу.

На шкале манометра должна быть нанесена метка, соответствующая максимальному рабочему давлению.

За состоянием оборудования должен быть установлен постоянный контроль лицами технического надзора. Периодичность контроля и лица, ответственные за проведение контроля, устанавливаются распоряжением руководителя предприятия с учетом требований ремонтно-эксплуатационной документации завода-изготовителя.

Оборудование, отработавшее моторесурс (амортизационный срок), может быть допущено к работе только после заключения комиссии, назначаемой руководителем предприятия, с указанием срока повторной проверки.

При оценке возможностей дальнейшего использования оборудования, отработавшего амортизационный срок, в зависимости от его типа и назначения должны применяться соответствующие методы контроля (испытаний) - механические, электрические, гидравлические, неразрушающие и др.

Сроки периодических осмотров и порядок выбраковки неисправного инструмента утверждаются руководителем предприятия.

Перед пуском механизмов и включением аппаратуры и приборов включающий должен убедиться в их исправности и в отсутствии людей в опасной зоне и дать предупредительный сигнал. Значение установленных сигналов должно быть известно всем работающим.

При осмотре и текущем ремонте механизмов их приводы должны быть выключены, приняты меры, препятствующие их ошибочному или самопроизвольному включению, а у пусковых устройств выставлены или вывешены предупредительные знаки «Не включать - работают люди».

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					<i>ВКР СИТ ОП ОП ГЗ</i>

При осуществлении мероприятий по улучшению экологической безопасности необходимо определяться с факторами воздействия животноводческих комплексов на природную среду и с его количественными показателями. Главной задачей животноводческих комплексов является разработка мероприятий по минимизации воздействия окружающей среды линии уборки и утилизации навоза. В линии уборки навоза нужно обеспечить его концентрацию в одном определенном месте (навозохранилище), это дает возможность качественно обеззараживать, утилизировать и использовать навоз как удобрение на полях. В процессе распада органических азотных веществ, находящихся в навозе, выделяется аммиак.

Санитарное состояние в животноводческих комплексах определяется его общим объемом выделения. Именно для этого предполагается своевременная уборка и утилизация навоза. Процесс биотермического обеззараживания происходит до шести месяцев, из которых три месяца приходятся на теплые периоды года. Помимо выделения аммиака выделяется еще и углекислый газ при дыхании животных.

Для достижения нормальных параметров микроклимата в помещениях осуществляется необходимый воздухообмен. Расчет производят для каждой возрастной группы животных согласно количественных показателей выделения теплоты, водяного пара и углекислого газа.

Вентиляционные выбросы направляют над кровлей зданий. Выбросы в атмосферу кроме вентиляционных выбросов осуществляют и оборудования котельной.

Для обеспечения нормального воздушного состояния животноводческих комплексов над ее территорией нужно предусмотреть посадку зеленых насаждений по периметру.

### **3.4 Технико-экономический расчет эффективности предлагаемой конструкции эрлифта**

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Целью технико-экономического обоснования конструкции является установление экономической эффективности разрабатываемого эрлифта (с индексом 1) по сравнению с базовой марки «Топас» (с индексом 0).

*Масса и стоимости конструкции*

$$C_0=25 \text{ кг}$$

$$C_1=27 \text{ кг}$$

Балансовая стоимость новой конструкции по сопоставимости массы определяется по формуле:

$$C_{\delta 1} = \frac{C_{\delta 0} \cdot C_1 \cdot \delta}{C_0}, \quad (3.7)$$

где  $C_{\delta 0}$ ,  $C_{\delta 1}$  - балансовая стоимость старой и новой конструкции, руб.;

$C_0$ ,  $C_1$  - масса старой и новой конструкции, кг;

$\delta$  – коэффициент удешевления конструкции.

Принимая во внимание, что  $C_{\delta 0}=46000$  руб.;  $C_0=27$  кг ;  $\delta=0,9 \dots 0,95$ ;  
 $C_1=25$  кг.

$$C_{\delta 1} = \frac{46000 \cdot 25 \cdot 0,95}{27} = 40463 \text{ руб}$$

Таблица 3.2 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

№	Наименование	Базовый	Проект
1	Масса, кг	27	25
2	Балансовая стоимость, тыс.руб.	46000	40463
3	Требуемая мощность, кВт	3,0	30,
4	Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
5	Разряд рабочих	IV	IV
6	Тарифная ставка, руб./чел.-ч.	25	25
7	Норма амортизации, %	10	10
8	Норма затрат на ремонт и ТО, %	5	5
9	Годовая загрузка конструкции, час	730	730

Расчет технико-экономических показателей и их сравнение.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист

Производительность машин берется из конструктивных расчетов.

$$W_0 = 13 \text{ м}^3/\text{час};$$

$$W_I = 9,0 \text{ м}^3/\text{час};$$

Энергоемкость процесса определяется:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W}, \quad (3.8)$$

где  $N_e$  - потребляемая мощность,  $\text{kBt}$ ;

$W$  - часовая производительность,  $\text{кг/ч}$ .

Принимая во внимание, что  $N_{e0}=3,0$ ,  $W_0=13$ , находим

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{3,0}{13} = 0,23 \text{ кВтч/ч},$$

Принимая во внимание, что  $N_{eI}=3,0$ ,  $W_I=9,0$ , находим

$$\mathcal{E}_{eI} = \frac{3,0}{9} = 0,33 \text{ кВтч/ч},$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M = \frac{C}{W \cdot T_{год} \cdot T_c}, \quad (3.9)$$

где  $C$  - масса конструкции,  $\text{кг}$ ;

$T_{год}$  - годовая загрузка машины,  $\text{ч}$ ;

$T_c$  - срок службы машины,  $\text{лет}$ ;

Принимаем во внимание, что  $C_I=25 \text{ кг}$ ,  $C_0=27 \text{ кг}$ ,  $W_I=13 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $W_0=9 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $T_{годI}=730 \text{ час}$ ;  $T_{год0}=730 \text{ час}$ ,  $T_{cI,0}=10$ , находим:

$$M_I = \frac{25}{13 \cdot 730 \cdot 10} = 0,0026 \text{ кг/м}^3;$$

$$M_0 = \frac{27}{9 \cdot 730 \cdot 10} = 0,0041 \text{ кг/м}^3;$$

Фондоемкость процесса определяется из выражения:

$$F = \frac{C_6}{W \cdot T_{год}},$$

(3.10)

где  $C_6$  - балансовая стоимость конструкции, руб.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					<i>БКР СИТ ОО ОО ПЗ</i>

Принимая во внимание, что  $C_{60}=46000$  руб.;  $C_{61}=40463$  руб.; находим:

$$F_0 = \frac{46000}{9 \cdot 730} = 7 \text{ руб/ч};$$

$$F_1 = \frac{40463}{13 \cdot 730} = 4,2 \text{ руб/ч}.$$

Себестоимость работы выполненной с помощью проектированной конструкции и в исходном варианте определяется из выражения:

$$S = C_{3n} + C_9 + C_{pmo} + A, \text{ руб/ч.}$$

(6.11)

где  $C_{3n}$  - затраты на оплату труда, руб./ч ;

$C_9$  - затраты на ремонт электроэнергию, руб./ч;

$C_{pmo}$  - затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции, руб./ч;

$A$ -амortизационные отчисления на конструкцию, руб./ч.

$$C_{3n} = z \cdot T_e,$$

(3.12)

где  $z$  - тарифная ставка, руб.;

$T_e$  - трудоемкость, чел.-час/  $m^3$ .

$$T_e = \frac{n_p}{W_q}$$

(3.13)

где  $n_p$  - количество обслуживающего персонала;

$$T_{e0} = \frac{1}{9} = 0,111 \text{ чел.ч/ч};$$

$$T_{e1} = \frac{1}{13} = 0,076 \text{ чел.ч/ч};$$

$$C_{3n0} = 25 \cdot 0,111 = 2,775 \text{ руб/ч};$$

$$C_{3n1} = 25 \cdot 0,076 = 1,9 \text{ руб/ч};$$

$$C_{эл} = \varphi_9 \cdot E_c, \quad (3.14)$$

где  $\varphi_9$  - цена электроэнергии, руб/кВт·ч;

$E_c$  - потребляемая мощность, кВт ч.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					<b>БКР СИТ ООО ПЗ</b>

Принимая во внимание, что  $I_{\phi}=2,40$  руб./кВт ч;  $C_{e0}=3,0$  кВт;  $C_{el}=3,0$  кВт.

$$C_{\phi 0} = C_{\phi 1} = 2,4 \cdot 3 = 7,2 \text{ руб.};$$

Затраты на РТО конструкции определяется:

$$C_{pmo} = \frac{C_B \cdot H_{pmo}}{100 \cdot W_u \cdot T_{zod}}$$

(3.15)

где  $H_{pmo}$  - суммарная норма затрат на РТО, %;

$$C_{pmo0} = \frac{46000 \cdot 5}{100 \cdot 9 \cdot 730} = 0,35 \text{ руб./ч};$$

$$C_{pmo1} = \frac{40463 \cdot 5}{100 \cdot 13 \cdot 730} = 0,213 \text{ руб./ч}$$

Амортизационные отчисления определяются:

$$A = \frac{C_B \cdot a}{100 \cdot W_u \cdot T_{zod}},$$

(3.16)

где  $a$  - норма амортизации, %;

Принимая во внимание, что  $a_{0,1}=10\%$ , находим:

$$A_0 = \frac{46000 \cdot 10}{100 \cdot 9 \cdot 730} = 0,7 \text{ руб./м}^3;$$

$$A_1 = \frac{40463 \cdot 10}{100 \cdot 13 \cdot 730} = 0,43 \text{ руб./м}^3;$$

Полученные значения подставляем на формулу (3.6)

$$S_0=2,775+7,2+0,35+0,7=11,03 \text{ руб./кг};$$

$$S_1=1,9+7,2+0,213+0,43=9,74 \text{ руб./кг.}$$

Приведенные затраты на работу конструкции определяются:

$$C_{np} = S + E_h \cdot K_{y\partial} = S + E_h \cdot F_e,$$

(3.17)

где  $E_h$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$K_{y\partial}$  - удельные капитальные вложения или фондоемкость.

Принимая во внимание, что  $E_h=0,15$  находим

$$C_{np0} = 11,03 + 0,15 \cdot 7 = 12,08 \text{ руб./ч.}$$

$$C_{np1} = 9,74 + 0,15 \cdot 4,2 = 10,37 \text{ руб./ч.}$$

Годовая экономия определяется:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot T_{\text{год}},$$

(3.18)

где  $T_{\text{год}}$  - годовая нормативная загрузка, ч.

Принимая во внимание, что  $T_{\text{год}}=730$  ч., находим:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (11,03 - 9,74) \cdot 730 = 9417 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_h \cdot \kappa,$$

(3.19)

Принимая во внимание, что  $E_h=0,15$ ;  $\kappa = C_1 - C_0$ ;

$$E_{\text{год}} = 9417 - 0,15(46000 - 40463) = 8586 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\delta 1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad \text{год}$$

(3.20)

$$T_{\text{ок}} = \frac{40463}{9417} = 4,3 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности капитальных вложений определяется:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\delta 1}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}},$$

(3.21)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					<i>БКР СИТ 00 00 ПЗ</i>

$$E_{\phi} = \frac{1}{4,3} = 0,23$$

Таблица 3.3. - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Базовый	Проектируемый
1	Часовая производительность	м <sup>3</sup> /ч	9	13
2	Фондоемкость процесса	руб./ч	7	4,2
3	Энергоемкость процесса	кВт/ч	3,0	3,0
4	Металлоемкость процесса	кг/ч	0,0041	0,0026
5	Трудоемкость процесса	чел- ч/ч	0,111	0,076
6	Уровень производственных затрат(приведенных)	руб./ч	12,08	10,37
7	Годовая экономия	руб.	X	9417
8	Срок окупаемости	лет	X	4,3

По технико-экономическим показателям приведенным в таблице 3.3 можно сделать вывод, что проектируемая конструкция экономически эффективно, так как срок окупаемости составляет 7,2 лет.

## ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

С целью создания устойчивого водоснабжения нами предлагается использовать аварийные средства водоснабжения, а именно воздушные водоподъемники, при выходе из строя существующих глубинных насосов.

Создание аварийной системы водоснабжения в животноводческих комплексах сводит к минимуму потери продукции и снижения продуктивности животных при временных авариях и в простоях воды.

Главное преимущество эрлифтов заключается в простоте их конструкции, отсутствия в установке вращающихся частей, возможности использования скважин малого диаметра.

Геометрическая высота подъема воды  $H_F = 35$  м и расход воды  $Q = 13$  м<sup>3</sup>/ч обеспечивается воздушным водоподъемников при таких его параметрах и режимах работы:

- глубина погружения смесителя - 77 м;
- диаметр водоподъемной, воздушной и обсадной труб соответственно 75, 30 и 150 мм;
- расход сжатого воздуха -101 м<sup>3</sup> / ч;
- рабочее давление компрессора - 0,4 МПа.

В результате внедрения разработанной технологии – объемы производства продукции животноводства в хозяйстве вырастит на 15%.

Результаты работы могут быть использованы инженерно-техническими работниками проектных, строительных организаций и аграрных предприятий.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агеев Л. Е., Квашенников В. И., Мельников С. В. и др. Эксплуатация технологического оборудования ферм и комплексов. – М.: Агропромиздат, 1986.
2. Алешкин В. Р., Рошин П. М. Механизация животноводства/Под ред. Мельникова С. В. – М.: Агропромиздат, 1985.
3. Алябьев Е. В., Вагин Б. И. и др. Приготовление, хранение и раздача кормов на животноводческих фермах. – М.: Колос, 1977.
4. Ануьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980.
5. Бородачев П. Д., Усаковский В. М. Водоснабжение животноводческих ферм и комплексов. – М.: Россельхозиздат, 1972.
6. Брагинец Н. В., Палишкин Д. А. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. – М.: Агропромиздат, 1990.
7. Каптур З. Ф., Передняя В. Ч., Семкин Н. И. и др. Справочник механизатора-животновода. – Мн.: Ураджай, 1981.
8. КРАСНИКОВ В.В. ПОДЪЁМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ. 3-Е ИЗД., ПЕРЕРАБ. И ДОП. – М.: КОЛОС, 1981. – 263 С.
9. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: Учеб. для вузов / М.: Высш.шк., 2003.
10. Морозов Н. М. Экономическая эффективность комплексной механизации животноводства. – М.: Россельхозиздат, 1986.
11. Омельченко А. А., Куцин Л. М. Кормораздающие устройства. – М.: Колос, 1971.
12. Основные технико-экономические показатели действующих типовых проектов животноводческих ферм и комплексов по производству молока. – М.: АгроНИИТЭИИТО, 1987.
13. Рыбкин Е.Д. Устойчивость энерговодоснабжения механизированных животноводческих ферм / Е.Д. Рыбкин, Н.И. Щербинин,

А.И. Индейкин и др. - Л.: Агропромиздат, 1990. - 127 с.

14. Сафонов Н.А., Сивак В.М., Сафонов А.Н.  
Сельскохозяйственное водоснабжение. - К.: Вища шк., 1988. - 224 с.
15. Сыроватка В. И. Механизация приготовления кормов. Справочник.  
- М.: Агропромиздат, 1985.
16. Сыроватка В. И., Алябьев Е. В. Прогрессивные способы  
приготовления и хранения кормов. - М.: Агропромиздат, 1970.