ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 – Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: _ Механизация водоснабжения пастбища с разработкой гидротаранного подъёмника воды _____

_____

_____

Шифр ВКР.35.03.06.170.18.ВС.00.00.ПЗ

Студент ____241 группы_____ _____ Хайруллин Н.Н.
подпись Ф.И.О.

Руководитель __к.т.н., доцент_____ _____ Хусаинов Р.К.
подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №_ _15__ от «15» июня 2018 г.)

,Зав. кафедрой __доцент_____ _____ Халиуллин Д.Т.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....

1 1.ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ.....

1.1 Особенности и источники сельскохозяйственного водоснабжения .....

1.2 Классификация и особенности водозаборных сооружений.....

1.3 Обзор и анализ технических средств подъема воды.....

1.3.1 Подъем воды из подземных источников при помощи эрлифта .....

1.3.2 Подъем воды из подземных и поверхностных источников при помощи эластичной бесконечной ленты.....

1.3.3 Подъем воды из подземных и поверхностных источников при помощи эластичной бесконечной ленты с карманами .....

1.3.4 Автоматизированный клапанный водоподъемник .....

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....

2.1 Расчет водоснабжения фермы КРС .....

2.1.1 Определение потребности в воде.....

2.1.2 Определение емкости и высоты расположения бака водонапорной установки.....

2.1.3 Определение числа поилок в коровнике (при привязном содержании коров) и длины водопойных корыт (для пастбищ, выгулов) .....

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....

3.1 Разработка конструкции и расчет режимных и геометрических параметров гидротаранного водоподъемника .....

3.1.1 Описание конструкции и принципа действия надводного гидротаранного водоподъемника .....

3.1.2. Описание конструкции и принципа действия подводного гидротаранного водоподъемника .....

3.2. Конструктивные расчеты.....

3.2.1. Расчет режимных и геометрических параметров гидротаранных Водоподъемников .....
3.2.2. Расчет болтовых соединений .....
3.2.3. Расчет сварного соединения .....
3.3. Безопасность жизнедеятельности на производстве .....
3.4. Разработка инструкции по охране труда при эксплуатации водоподъемников пастбищах .....
3.5 Расчет освещения на участке подъема воды для товарной фермы .....
3.6 Расчет заземления. .....
3.7 Расчет вентиляции. .....
3.8 Мероприятия пожарной безопасности на животноводческой ферме. .....
3.9 Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях. .....
3.10 Экономическое обоснование автоматизированной мобильной доильной установки .....
3.10.1 Расчёт массы и стоимости новой конструкции автоматизированной мобильной доильной установки .....
3.10.2. Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение .....
ВЫВОДЫ .....
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....
СПЕЦИФИКАЦИИ .....
ПРИЛОЖЕНИЯ .....

ВВЕДЕНИЕ

На основе национальной задачи удвоения ВВП России за 10 лет, Россельхозакадемией, совместно с Минсельхозом РФ разработана "Стратегия машинно-технологического обеспечения производства продукции животноводства". Стратегия разработана с учетом состояния агропромышленного комплекса страны в 2015 году.

Важным звеном данной стратегии являются обеспечение нормированного поения молодняка и взрослых животных качественной водой, использование современных эффективных технических средств водоподъема и водоподачи.

Отсутствие или несоблюдение норм поения при выращивании молодняка приводят к неправильному развитию и формированию организма, что не может не сказаться на их продуктивности в будущем, а также воспроизводительной способности. Неполное и некачественное водообеспечение взрослых животных вызывает снижение их продуктивности.

Другим, не менее важным обстоятельством обеспечения сохранности молодняка и получения высоких привесов является способ приема воды телятами. Принятый способ должен обеспечить поступление в желудок теленка воды мелкими порциями, утоляя при этом рефлекс сосания.

Таким образом, для полной сохранности молодняка, повышение продуктивности взрослых животных и повышения эффективности использования качественной воды, необходимы такие технические и технологические средства, которые обеспечивали бы своевременное и обильное поение. При этом должны быть обеспечены наименьшие затраты труда и энергии. Выпойка телят и взрослых животных производилось бы в соответствии с физиологией животных.

Обычно воду в напорный бак башни подает электронасос, получая для этого электроэнергию от электростанции, вырабатывающей ее за счет преобразования энергии речного потока. А нельзя ли обойтись без этого посредника, заставив работать сам источник воды - ручей, родник? Оказывается, можно с помощью несложной гидравлической установки. Она действует по принципу своеобразного "коромысла": слив определенного количества воды обеспечивает

подъем части ее на некоторую высоту над источником. Такой водоподъемник, работающий за счет гидроудара, называют гидротараном. Особенно хорош гидротаран в локальном водопроводе, например, на небольшой ферме у сельского пруда. Но применялся и в крупных водопроводах для питания фонтанов в Версале, например. В XIX — начале XX в. эти машины производились большими сериями в Англии, Германии, США. В Москве специализированный завод "Гидротаран" работал еще в начале тридцатых годов. Кое-где эта старинная техника до сих пор работает. Но - редко: успехи электрификации и некоторые недостатки гидротарана подорвали конкурентоспособность этого насоса.

Однако сегодня электроэнергия все дорожает. И дальновидные хозяйственники, и фермеры вспомнили о гидротаране. Но известные конструкции неудобны во многих местах: необходим слив значительной части воды, протекающей через насос. Значит, требуется место слива ниже расположения насоса. А сам он должен быть ниже уровня воды в источнике. Соблюсти эти условия удается только у плотины или на горной речке. Сгодится и карликовая запруда на малой речке. Но как быть на берегу большой, где кустарную плотину поставить нельзя? "Подводный гидротаран" в плотине не нуждается. Не нужен ему и слив.

Цель выполнения дипломного проекта состоит:

- в том, что на основании изучения материала по теме проекта, разработать конструкцию такого устройства, которая обеспечивала бы эффективный подъем качественной воды в индивидуальные и групповые поилки;

- при этом оно обладало бы наименьшие затраты труда и энергии;

- производили бы выпойку животных в соответствии с физиологией их питания, с требуемой производительностью при обслуживании.

В задачу выполнения дипломного проекта входит также расчет их конструктивные и режимные параметры, разработка мероприятий по технике безопасности и охране труда, провести технико-экономическое обоснование проекта и разработанной конструкции.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

1.1 Особенности и источники сельскохозяйственного водоснабжения

Обеспечение водой, т.е водоснабжение, населенных пунктов, его производственных и животноводческих объектов для удовлетворения хозяйственно-питьевых, производственных и противопожарных нужд, - важнейшая задача в настоящее время.

Как правило, в крупных городах и промышленных центрах различают и функционируют самостоятельные системы:

- хозяйственно-питьевая система водоснабжения ;
- производственная система водоснабжения;
- противопожарная система водоснабжения.

В сельском хозяйстве все эти системы чаще строят объединенными. Можно сказать, что это комплексная система.

Источники водоснабжения.

Источники водоснабжения это природные (подземные и поверхностные) воды, используемые для сельскохозяйственного водоснабжения.

В хозяйственно-питьевом водоснабжении используются в основном пресные воды, подземных и поверхностных водоисточников и лишь в отдельных случаях, по согласованию с органами санитарно-эпидемической службы, - подземные воды с минерализацией до 1,5 *г/л*.

Подземные воды (грунтовые, межпластовые) формируются в водоносных горизонтах при фильтрации атмосферных осадков через почву и горные породы. Атмосферные осадки, накапливающиеся на водонепроницаемом пласте (первом, втором и т.д.), образуют водоносный горизонт. Водоносные горизонты могут иметь естественные выходы подземных вод, называемые ключами (родниками). Вода водоносных горизонтов, расположенных между двумя водоупорными пластами (ложем и кровлей), называется межпластовой. Напорные межпластовые воды, залегающие, как правило, на значительной глубине (50 *м* и более), называются артезианскими.

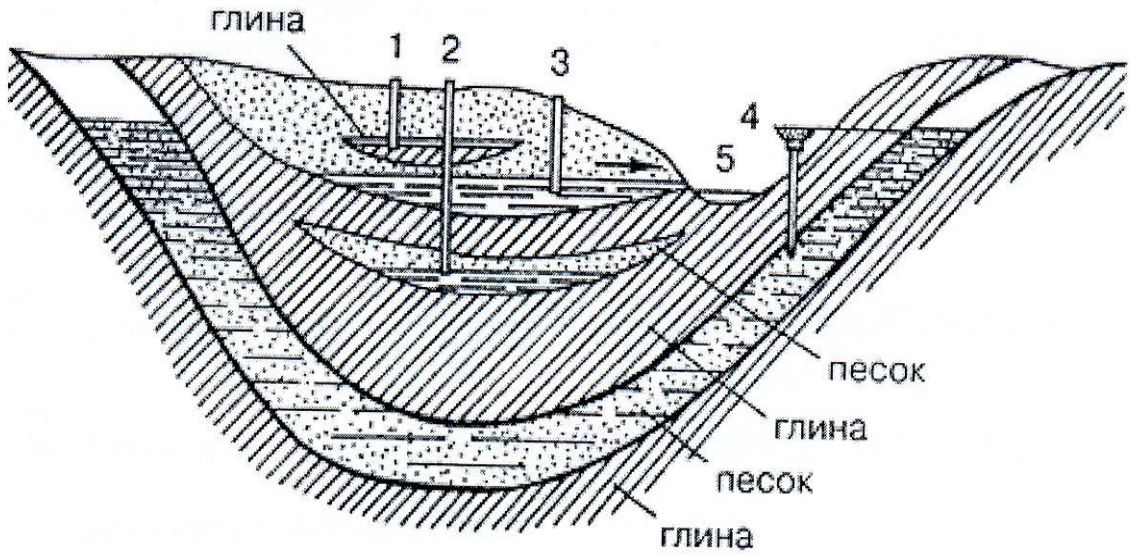
Пресные подземные воды сконцентрированы главным образом в верхней части земной коры, в зоне активного водообмена, на глубинах до 600 *м*, редко глубже. Ниже, в зоне замедленного подземного стока, располагаются воды повышенной минерализации: гидрокарбонатно-кальциевые, хлоридно-сульфатные и др.

Качество грунтовых вод определяется санитарным состоянием вышележащего фильтрующего слоя почвы. При химическом и биологическом загрязнении почвы и поверхностном расположении водоносного горизонта санитарная безопасность грунтовых вод значительно снижается. Из-за ограниченности дебита и ненадежности в санитарном отношении грунтовые воды используются преимущественно для сельского водоснабжения и редко как источник централизованного водоснабжения городов.

Межпластовые воды благодаря защищенности водоносных горизонтов по качеству воды в большинстве случаев соответствуют требованиям ГОСТ и могут использоваться для хозяйственно-питьевых целей без предварительной обработки. Межпластовые воды обычно обладают хорошими органолептическими свойствами, в них почти полностью отсутствуют микроорганизмы. Нарушение водоупорных перекрытий межпластовых водоносных горизонтов может приводить к их загрязнению, в этих случаях необходима предварительная обработка воды - очистка и обеззараживание.

Пригодность источника воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения устанавливается на основе санитарной оценки условий формирования и залегания подземных под и поверхностных источников водоснабжения с прилегающей к ним территорией выше и ниже водозабора по течению, оценки качества и количества воды, санитарной оценки мест размещения водозаборных сооружений, прогноза санитарного состояния водоисточника и др. Для обеспечения должного качества питьевой воды организуются зоны санитарной охраны водоисточников, основная цель которых — охрана от загрязнения источников водоснабжения, водопроводных сооружений и окружающей территории. Они включают зону строгого режима и зону ограничений.

На рисунке 1.1 показана схема залегания подземных вод, на рисунке 2.2 показаны виды воды и условия их залегания.



1 - верховодка; 2 - межпластовые безнапорные воды; 3 -грунтовые воды; 4 - межпластовые напорные воды; 5 – поверхностный водоем

Рисунок 1.1 – Схема залегания подземных вод

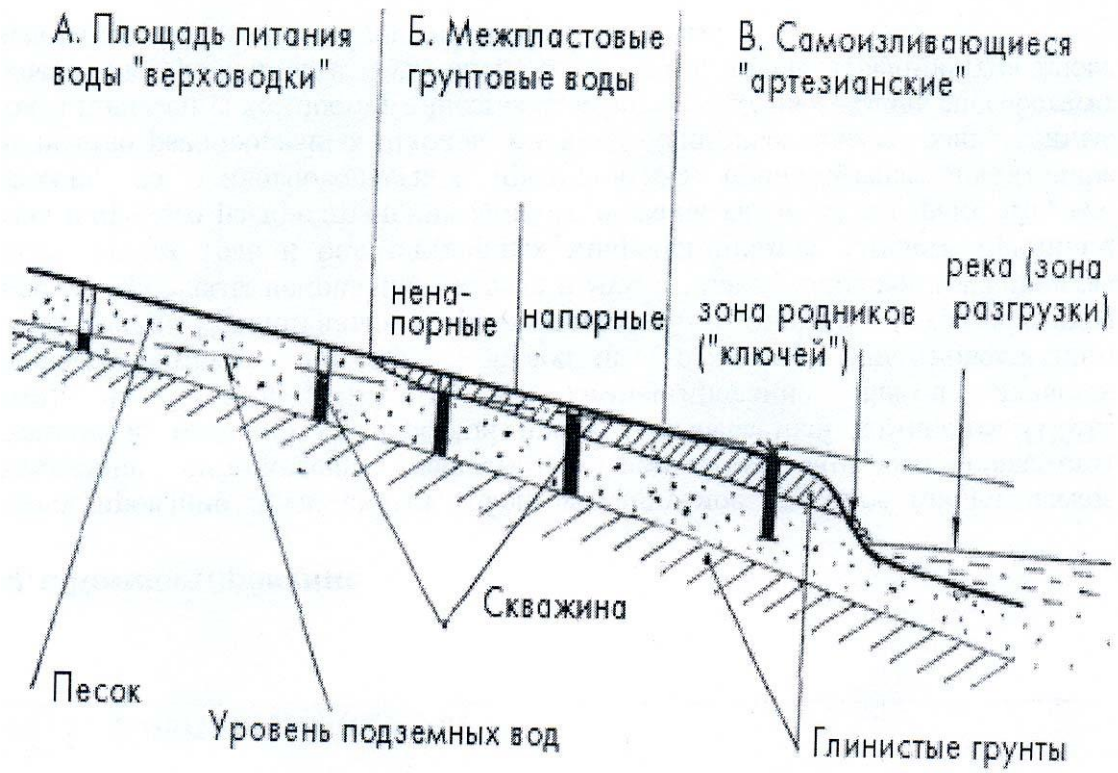


Рисунок 1.2 - Виды подземных вод и условия их залегания

1.2 Классификация и особенности водозаборных сооружений

Водозаборы из поверхности водоисточников различаются:

по виду источников воды - речные, озерные, морские, из водохранилищ;

по применению - хозяйственно-питьевые и производственные;

по месту расположения - береговые, русловые;

по способу приема воды - открытые, поверхностные, глубинные, донные, фильтрующие, инфильтрационные и комбинированные);

по конструкционным особенностям - трубчатые, ряжевые, бетонные и железобетонные, затопляемые и незатопляемые, с водоподводящим каналом или ковшом);

по производительности - малые до 1 $м^3/с$, средние - от 1 до 6 $м^3/с$ и большие - больше 6 $м^3/с$;

по характеру подвижности - фуникулерные, плавучие);

по сроку эксплуатации - постоянные и временные).

Для того чтобы сохранить в этих водоисточниках такое качество воды, которое позволяет использовать ее в конкретном населенном пункте, необходима санитарная охрана водоемов, направленная на предотвращение их загрязнения и устранение его последствий. Санитарная охрана водоемов регулируется рядом взаимосвязанных нормативных документом: "Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами" (1974); ГОСТ 2874—82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством"; ГОСТ 2761-84 "Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора".

При соответствии качества воды в водоисточнике требованиям ГОСТ она может быть использована для хозяйственно-питьевого водоснабжения без предварительной обработки. В случае несоответствия воды гигиеническим требованиям необходима специальная обработка воды для доведения ее до требований стандарта.

Для обеспечения потребителей водой из подземных и поверхностных водоисточников устраивают водозаборы. Они служат для забора воды из водоис-

точника и подачи ее под необходимым контролем в сеть или на очистные сооружения системы водоснабжения. Водозаборы из поверхности водоисточников различают:

- по виду водоисточника (речные, озерные, морские, из водохранилищ и другие);

- по применению (хозяйственно-питьевые и производственные);

- по месту расположения (береговые, русловые);

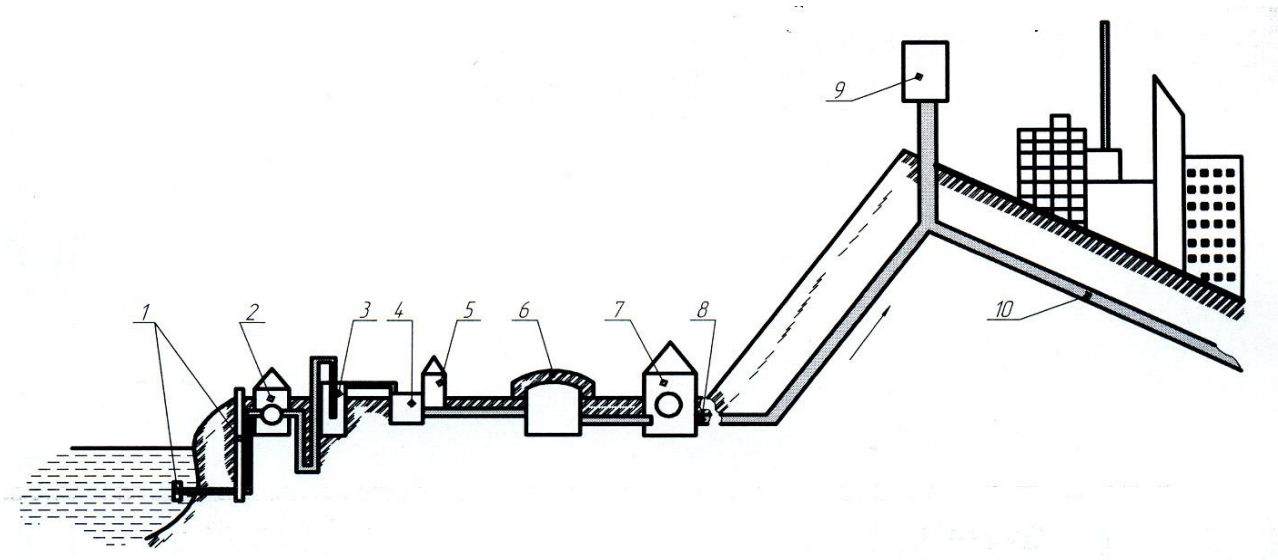
- по способу приема воды (открытые, поверхностные, глубинные, донные, фильтрующие, инфильтрационные и комбинированные);

- по конструкционным особенностям (трубчатые, ряжевые, бетонные и железобетонные, затопляемые и незатопляемые, с водоподводящим каналом или ковшом);

- по производительности (малые до 1 $м^3/с$, средние - от 1 до 6 $м^3/с$ и большие - больше 6 $м^3/с$);

- по характеру подвижности (фуникулерные, плавучие);

- по сроку эксплуатации (постоянные и временные).

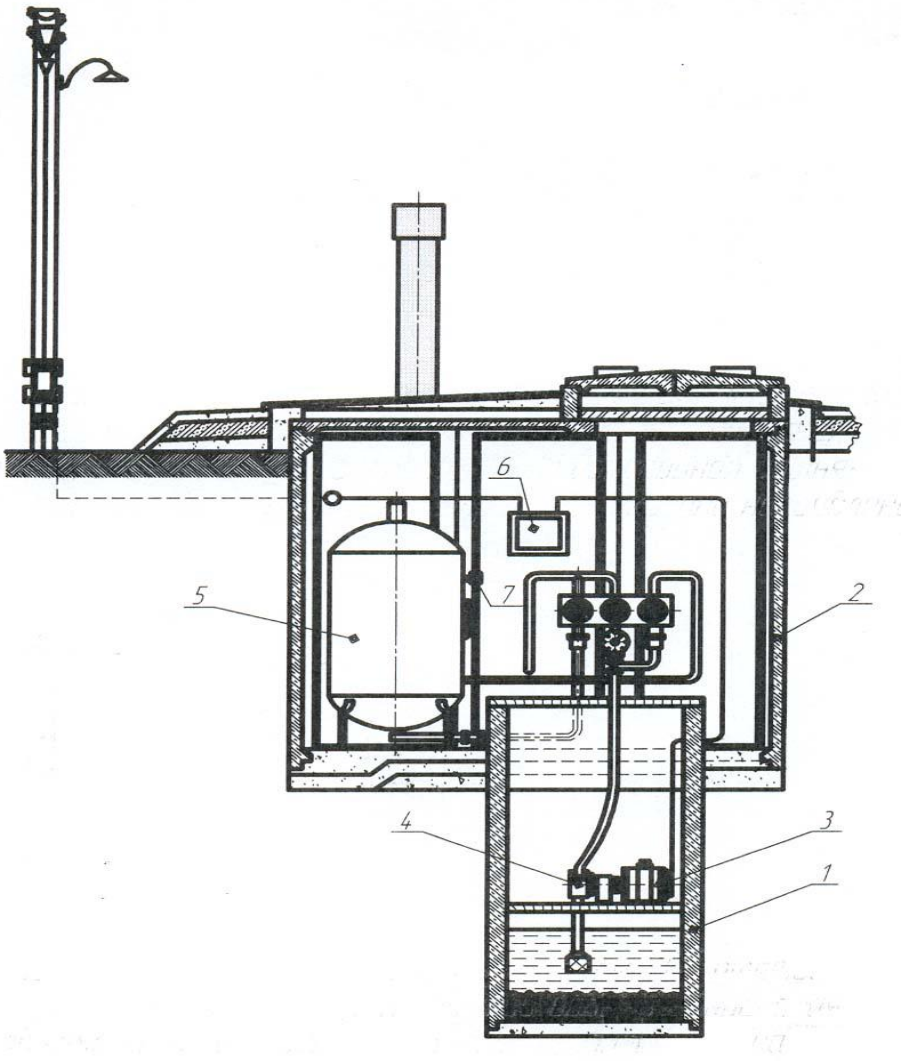


На рисунке 1.3 приведена схема водоснабжения с поверхностным водозабором.

1 - водозабор; 2 - насосная станция первого подъема воды; 3 - отстойники; 4 — фильтры; 5 - хлораторная; 6 - резервуар чистой воды; 7 - насосная станция второго подъема воды; 8 -водовод; 9 - водонапорная башня; 10 - водопроводная сеть населенного пункта.

Рисунке 1.3 - Схема водоснабжения с поверхностным водозабором.

Простейшими подземным водозаборами являются каптажи родников и колодцы (шахтные и трубчатые). На рисунке 1.4 приведена схема водоснабжения с подземным водозабором и безбашенной водонапорной установкой.



1 - шахтный колодец; 2 – смотровая камера; 3 – электродвигатель; 4 – вихревой насос; 5 –воздушно-водяной котел; 6 – станция управления; 7 – реле давления.

Рисунок 1.4 - Схема водоснабжения с подземным водозабором

Шахтные и трубчатые сооружения в виде вертикальной скважины или шахты используются для забора воды из безнапорных или напорных малодебитных и неглубоко залегающих водоносных горизонтов. Более сложными сооружениями являются водяные (артезианские) скважины, служащие для забора воды из глубоких обильных источников (межпластовых напорных вод). Артезианские скважины выполняются вертикальными и горизонтальными (кяриз). Наиболее эффективными являются комбинированные, так называемые лучевые

водозаборы, в которых используется комбинация вертикального водозабора (колодец) и горизонтальных отводов - приемников воды.

1.3 Обзор и анализ технических средств подъема воды

1.3.1 Подъем воды из подземных источников при помощи эрлифта

На рисунке 1.5 показана эрлифтная установка, применяемая для подъема воды из подземных источников.

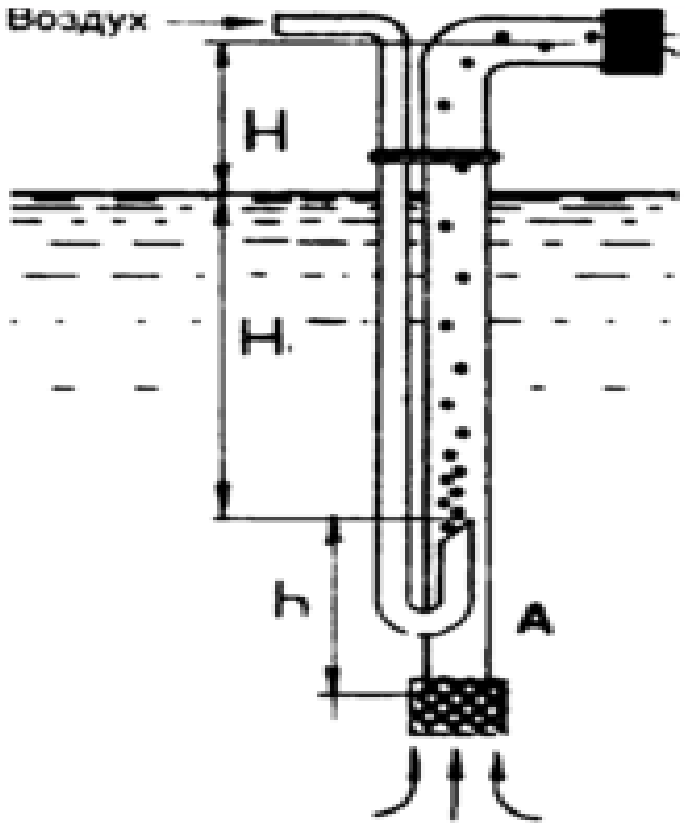


Рисунок 1.5 – Схема эрлифтный установки, применяемая для подъема воды

Эрлифт - это устройство (один из видов насосов), предназначенное для подъема жидкости (воды) с некоторой глубины на определенную высоту при помощи сжатого воздуха [1,3].

Принцип работы эрлифта состоит в следующем. Если в нижнюю часть трубы, опущенной в воду, вводить воздух под достаточным давлением, то образовавшаяся в трубе воздушная эмульсия (смесь воды и пузырьков воздуха) будет подниматься благодаря разности удельных масс эмульсии в трубе и воды в скважине. Естественно, что эмульсия тем легче, чем в ней больше пузырьков воздуха.

Открытие эрлифтного водоподъема относится к 1797 г. и принадлежит германскому горному инженеру Карлу Кошеру [1]. Вследствие слабого развития компрессорной техники того периода эрлифтный способ гидроподъема развития не получил и был вытеснен насосным способом.

Практическое применение эрлифта для транспортировки жидкостей началось с 1882 г. К этому времени получила признание предложенная доктором Ю. Поле простейшая конструкция эрлифта. Начиная с этого периода, в литературе появляется ряд работ, в которых освещается опыт применения эрлифтов, объясняются некоторые физические процессы, проходящие в эрлифте, делаются первые шаги для разработки системы расчета эрлифтов.

Впервые широкое применение эрлифтов началось в нефтяной промышленности на Бакинском месторождении нефти с 1897 г. Этот способ добычи нефти был предложен русскими инженерами Шуховым и Бари. Вначале в качестве рабочего агента в этих эрлифтах применяли сжатый воздух, а в 20-х годах текущего столетия наряду с воздухом на нефтяных промыслах нашел применение естественный или попутный газ, почему эрлифты получили название газлифты.

Первоначальное представление о принципе работы эрлифта сводилось к тому, что подъем жидкости в подъемной трубе эрлифта происходит вследствие разности плотности жидкости внешнего напора и водовоздушной смеси непосредственно в подъемной трубе. Теория газлифта получила развитие после

опубликования в 1909 г. работы Лоренца, в которой движение газожидкостной смеси в вертикальной трубе рассчитывалось на основании дифференциального уравнения Бернулли для гомогенной сжимаемой среды

Область применения эрлифтов

Эрлифты различной производительности применяются:

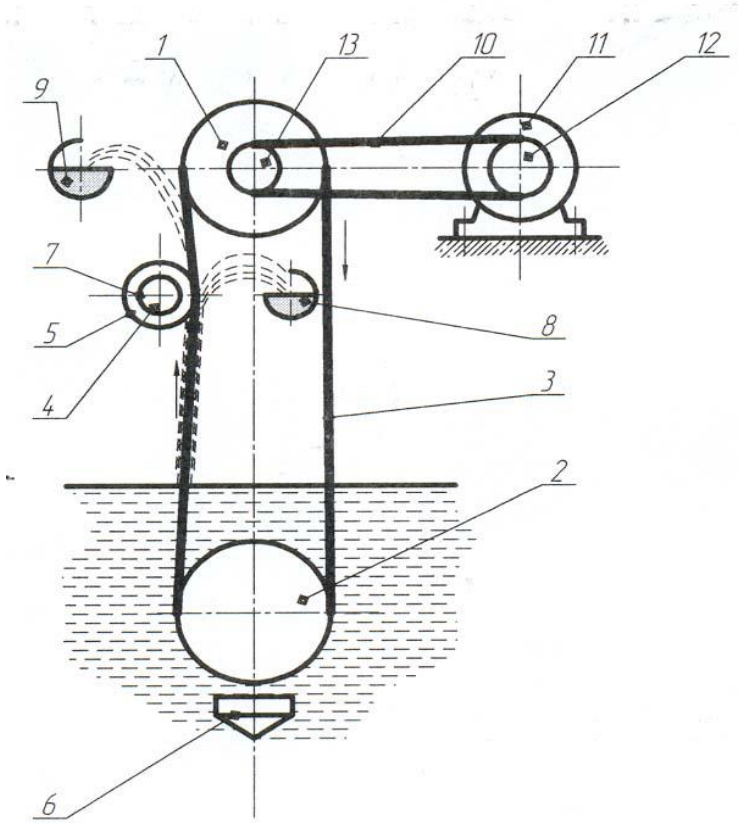
- для подачи активного циркуляционного ила и подъема сточной жидкости на небольшую высоту на канализационных очистных сооружениях;
- для подачи химических реагентов на водопроводных очистных сооружениях;
- для подачи воды из скважин;
- наиболее важной отраслью применения эрлифтов является нефтедобывающая.

Опыт показал, что наряду с некоторыми недостатками (сравнительно малый кпд, невозможность подъема жидкости с малой глубины), эрлифты обладают рядом достоинств, которые наиболее заметны при эксплуатации на очистных сооружениях:

- простота устройства;
- отсутствие движущихся частей;
- допустимо содержание взвеси в неограниченном количестве в транспортируемой жидкости;
- источником энергии служит сжатый воздух, поступающий от воздуходувок.

1.3.2 Подъем воды из подземных и поверхностных источников при помощи эластичной бесконечной ленты

На рисунке 1.6 показана установка, применяемая для подъема воды из подземных и поверхностных источников.



1 - бесконечная эластичная лент; 2 – натяжной шкив; 3 - отжимной ролик; 4 – ось отжимного ролика; 5 – привод; 6 - ограничитель; 7 - подвижная платформа; 8 – зубчатая рейка; 9 – зубчатое колесо; 10 – цепная передача; 11 – неподвижная опора; 12 - боковая стенка кармана; 13 - скос в направление ленты 1; 14 – отверстия; 15 - корыто; 16 - лоток.

Рисунок 1.6 - Ленточная установка, применяемая для подъема воды из подземных и поверхностных источников.

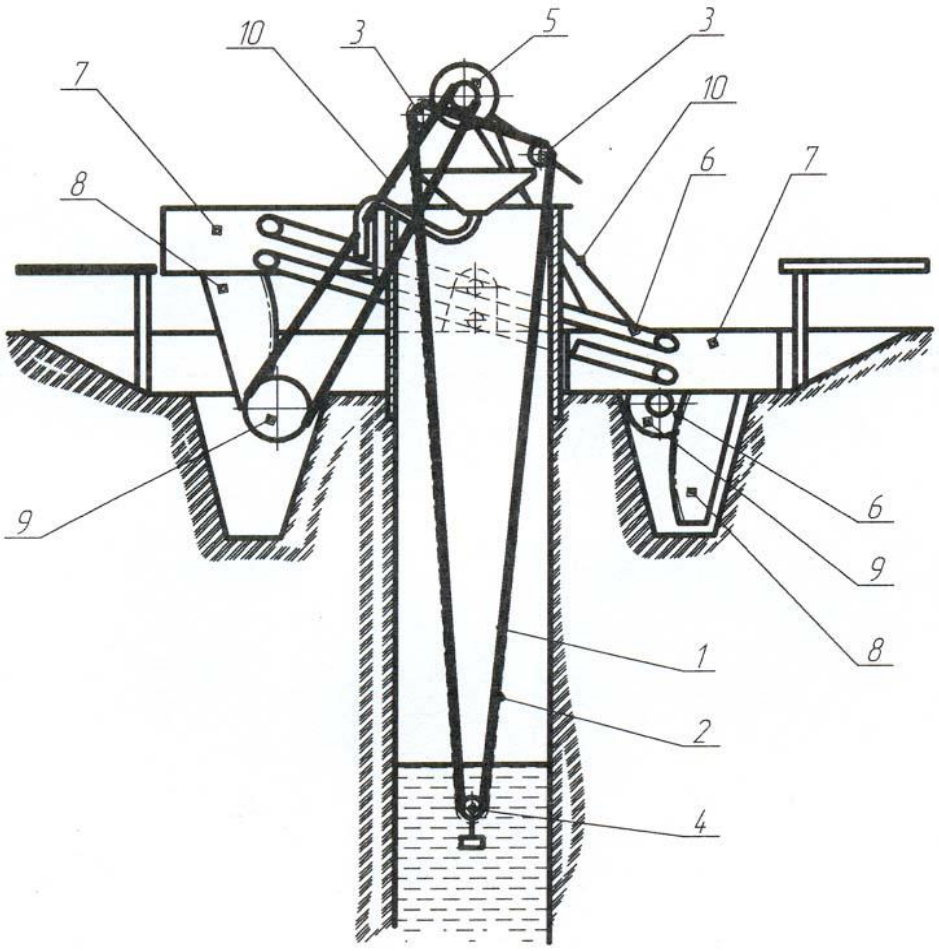
Водоподъемник содержит эластичную бесконечную ленту 1 с карманами 2, натянутую на верхний приводной и нижний шкивы 3 и 4, последний из которых опущен в воду, привод 5, две подвижные платформы 7 с зубчатыми рейками 8, зубчатые колеса 9, цепные передачи 10, неподвижную опору 11. Боковые стенки 12 каждого кармана выполнены со скосом 13 в направлении ленты, имеющей отверстия 14. На платформах установлены корыта 15 с лотками 16.

1.3.3 Подъем воды из подземных и поверхностных источников при помощи эластичной бесконечной ленты с карманами

На рисунке 1.7 показан водоподъемник **п**одъем воды из подземных и поверхностных источников при помощи эластичной бесконечной ленты с карманами. Основными его элементами являются бесконечной ленты с карманами 1

и 2,ее натяжные шкивы 2 и 4, приводной шкив 5, коромысло 6, ванна 7, платформа 8, зубчатая рейка 9 и ведущий шкив 10.

Водоподъемник работает следующим образом.



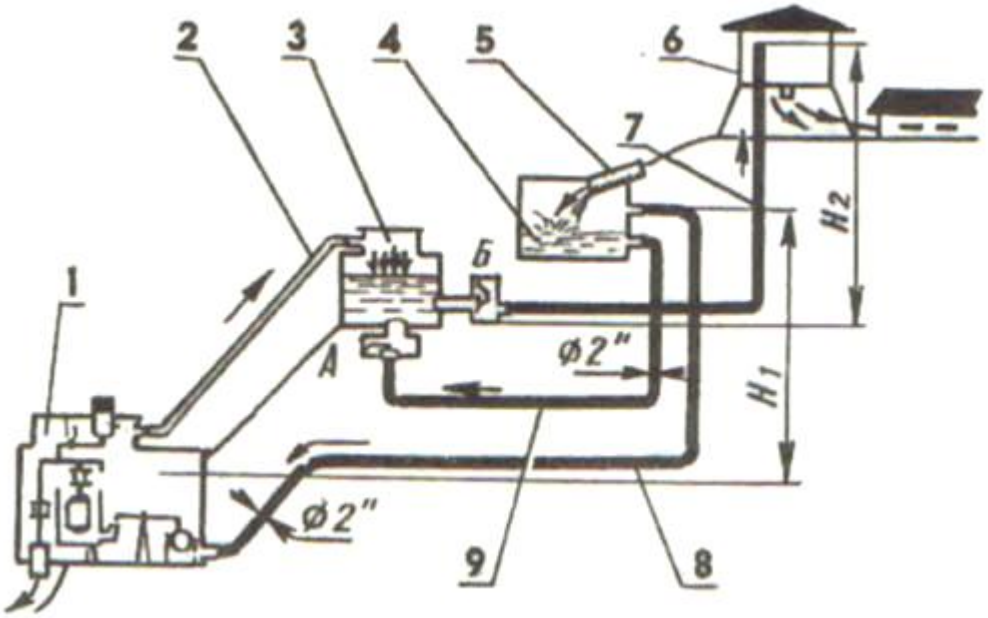
1-эластичная лента; 2-карманы ленты; 3,4-шкивы; 5-привод; 7-подвижная платформа; 8-зубчатая рейка; 9-зубчатое колесо; 10-цепная передача;

Рисунок 1.7 - Водоподъемник **п**одъем воды из подземных и поверхностных источников при помощи эластичной бесконечной ленты с карманами

На одну из платформ, находящуюся в верхнем положении, и корыта которой заполнены водой, загоняются животные. Платформа под действием веса животных опускается и данное движение через зубчатую рейку, колеса и цепные передачи передается для вращения шкива. В результате этого лента перемещается, заполняя лоток и корыто на другой платформе. Наличие скосов на карманах устраняет нежелательный слив воды мимо лотка, в который вода попадает через отверстия в ленте.

1.3.4 Автоматизированный клапанный водоподъемник

На рисунке 1.8 приведена схема автоматизированный клапанный водоподъемника, на рисунке 1.9 показан его клапанный механизм.

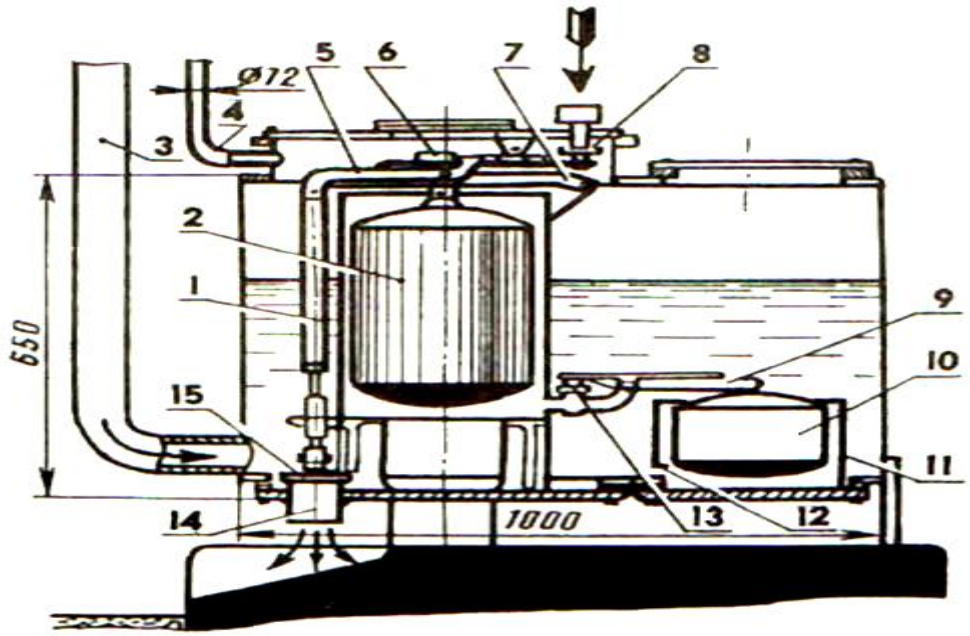


воздушный бак, 2- воздушная труба, 3-напорный бак, 4-колодец, 5-родник, 6-водонапорный бак, 7-нагнетательная труба, 8-напорная труба, 9-соединительная труба, А,Б - клапаны напорного бака. .

Рисунок 1.8 - Схема автоматизированного клапанного водоподъемника.

Принцип работы автоматизированного клапанного водоподъемника следующий.

Вода от родника заполняет колодец. Как только ее уровень достигнет выходного отверстия соединительной трубы 9, она начинает поступать в напорный бак. Когда тот заполнится, уровень в колодце поднимется до обреза трубы 8 и вода станет поступать в воздушный бак. Давление сжимаемого там воздуха по трубе 2 передается в напорный бак, и оттуда вода будет "выжиматься" в водонапорный бак. Обратному перетеканию воды из напорного бака в колодец будет препятствовать закрывшийся обратный клапан *А*. Подача воды в водонапорный бак будет продолжаться до тех пор, пока воздушный не заполнится водой. При этом сработает его клапанный механизм и вода уйдет в сливное отверстие.



1-стакан, 2-поплавок, 3-напорная труба, 4-воздушная труба, 5,6,7-рычаги поплавка, 8-воздушный клапан, 9-рычаг, 10-поплавок, 11-цилиндр, 12-перепускное отверстие, 13-клапан, 14-сливной патрубок, 15-сливной клапан.

Рисунок 1.9 - Клапанный механизм воздушного бака

Затем рабочий цикл автоматизированного клапанного водоподъемника повторяется.

Клапанный механизм воздушного бака (рисунок 1.9) работает следующим образом. Поступающая из колодца по трубе 3 вода, вытесняя воздух в напорный бак, заполняет воздушный бак. Поднявшись в нем до верхнего уровня цилиндра 11, вода поднимет поплавок 10, который закроет клапан 13. преграждая доступ воды в стакан поплавка 2. Попасть в него она теперь сможет лишь через верхний срез стакана – когда весь воздух будет вытеснен в напорный бак. При заполнении стакана поплавок своими рычагами откроет воздушный и сливной клапаны, сообщая напорный бак с атмосферой, а воздушный – со сливным патрубком 14. Клапаны останутся открытыми до тех пор, пока бак не опорожнится. И только когда вода через небольшое отверстие 12 вытечет из цилиндра 11, поплавок 10 откроет своим рычагом сливной клапан 13 стакана. Поплавок 2 опустится, закроет клапаны 8 и 15 – бак снова готов к работе.

Производительность такого водоподъемника зависит от дебита источника, высоты подъема воды, диаметра труб. Действующая установка при перепаде воды H_1 = 8.2 *м* и напоре H_2 = 7 *м* имеет производительность 21 312 $дм^3$ *сут*. воды. Один цикл зарядки баков занимает 15 минут и подача в водонапорную башню составит 222 $дм^3$. Установка проста по конструкции и может быть изготовлена из доступных материалов в небольших механических мастерских. Надежность, безотказность в работе и автономность позволяют эксплуатировать такой водоподъемник вдали от линий электропередачи, использовать для создания искусственных водоемов, систем орошения, других хозяйственных нужд. Благодаря автоматическому режиму система может длительное время работать без присмотра человека. На схеме изображен лишь один вариант такой установки, действующей по принципу гидрокомпрессора. Для получения большего напора систему можно сделать двухступенчатой: с последовательным подъемом воды в двух напорных баках. Отсутствие гидравлической связи между воздушным и напорным баком позволяет установке работать на двух источниках воды, когда, например, чистый родник имеет небольшую производительность, а протекающий рядом стремительный горный ручей непригоден для питья. Тогда ключевая вода может поступать только в напорный бак, а из ручья – в воздушный, создавая необходимый напор в системе.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет водоснабжения фермы КРС

2.1.1 Определение потребности в воде

Объем водопотребления устанавливают по числу потребителей (люди, животные, машины). При расчете водопотребления учитывают также расходы воды на полив зеленых насаждений, на технологические нужды производства.

Расчетное число водопотребителей пастбища установлен с учетом перспективы его развития в течение 10…15 лет.

Среднее (за год) суточное потребление воды каждой группой водопотребителей определяют по среднесуточным нормам.

Нормы расхода воды животными зависят от условий содержания и оборудования животноводческих помещений. Кроме поения животных предусмотрен расход воды на мойку помещений, молочной и другой посуды, охлаждение молока, приготовление кормов и другие нужды.

Следует учесть, что при механизированном удалении навоза расход воды на голову увеличивают на 4…10 *л* в зависимости от способа удаления.

Кроме регулярного обеспечения производственных нужд система водоснабжения животноводческой фермы должна при необходимости подавать воду на пожаротушение. Расходование воды на тушение пожара происходит эпизодически - при его возникновении и поэтому учитывается только при проверочных расчетах сети при определении объема запасных емкостей.

Среднесуточный расход воды на ферме определяется по формуле:

$$Q_{cc} = \sum_{i=1}^{n} = q_i \cdot m_i, \ (л) \qquad (2.1)$$

где q_i - среднесуточный расход воды одним потребителем, *л/сут*;

m_i - количество каждого вида потребителя. Норма потребления воды одним рабочим за смену 25 литров.

Количество потребителей:

- коровы – q_{i1} = 80 *л*.; число коров m_{i1}=400;
- доярок 9 человек

- скотников - 5 человек

- электриков - 3 человека. Всего - 17 человек. q_{i2}=25 *л*, m_{i2}=17.

$$Q_{cc}= 80x400 + 17x25 = 32425\ л.$$

Максимальный суточный расход воды на ферме :

$$Q_{mc}=Q_{cc} \cdot K_l\ (л). \qquad (2.2)$$

где K_l - коэффициент суточной неравномерности потребления воды. Для животноводческих ферм принимают равным 1,3.

$$Q_{mc}= 32425x1,3=42152,5\ л. = 42,15\ м^3$$

По максимальному суточному расходу воды выбирают емкости водонапорных баков и резервуаров.

2.1.2 Определение емкости и высоты расположения бака водонапорной установки

Емкость бака водонапорной башни (или напорорегулирующего резервуара при безбашенной водоподаче) зависит от размеров водопотребления населенного пункта, характера водопотребления и работы насосной станции. Общая полезная емкость бака определяется, исходя из условий подачи воды во время перерыва работы насосной станции, т.е. в часы максимального водопотребления.

Регулирующий объем водонапорного бака можно определить по следующим данным:

1) по таблице расхода воды и подачи ее насосами;

2) по ступенчатому графику водопотребления и подаче воды насосами;

3) по интегральному графику расхода и подачи воды в бак.

В таблицу заносят подачу воды насосами для каждого часа в процентах. Заносятся в таблицу расход воды из сети, поступление воды, расход воды и остаток воды в резервуаре на каждый час. Арифметическая сумма, наибольшего остатка с положительным знаком и наибольшего остатка с отрицательным знаком и определяет требуемую регулировочную емкость водонапорного бака.

Максимальный часовой расход воды при этом определяется по формуле:

$$Q_{тч} = \frac{Q_{тс} K_{ч}}{24} \qquad (2.3)$$

где $K_{ч}$ - коэффициент часовой неравномерности расхода воды ($К_{ч}$=2,3);

$$Q_{тч} = \frac{41860 \cdot 2,3}{24} = 4039,61 \ л.$$

Объем водонапорного бака определяется по формуле:

$$V_{б} = V_{р} + V_{п} + V_{а} \ (м^3), \qquad (2.4)$$

$$V_{б} = 16,86 + 21,6 + 8,08 = 46,54 \ (м^3) \approx 50 \ м^3$$

где $V_{р}$ - регулируемый объем водонапорной башни.

$V_{р} = Q_{тс} \cdot K_{р}$,

$K_{р}$ - коэффициент регулируемого объема ($К_{р}$=0,4);

$$V_{р} = 42,15 \text{x} 0,4 = 16,86 \ м^3$$

$V_{п} = 3,6 Q_{п} \cdot T_{п}$ -противопожарный запас воды (рекомендуется принимать из расчета тушения пожара в течение 10 минут в двух местах одновременно с общим расходом воды 10 л/с) = 21600 $л$ = 21,6 $м^3$.

$V_{а} = 2 Q_{тч}$ - объем воды для бесперебойного водоснабжения в течение 2 часов на случай аварийного отключения электроэнергии

$$V_{а} = 2 \text{x} 4039,61 = 8079,22 \text{ л} = 8,08 \text{ м}^3$$

$Q_{тч}$ - максимальный часовой расход воды.

Суммарный расчетный объем водонапорной башни (Рожновского) по стандарту объема башни равен 50 м^3, тогда берем башню БР-50 м^3.

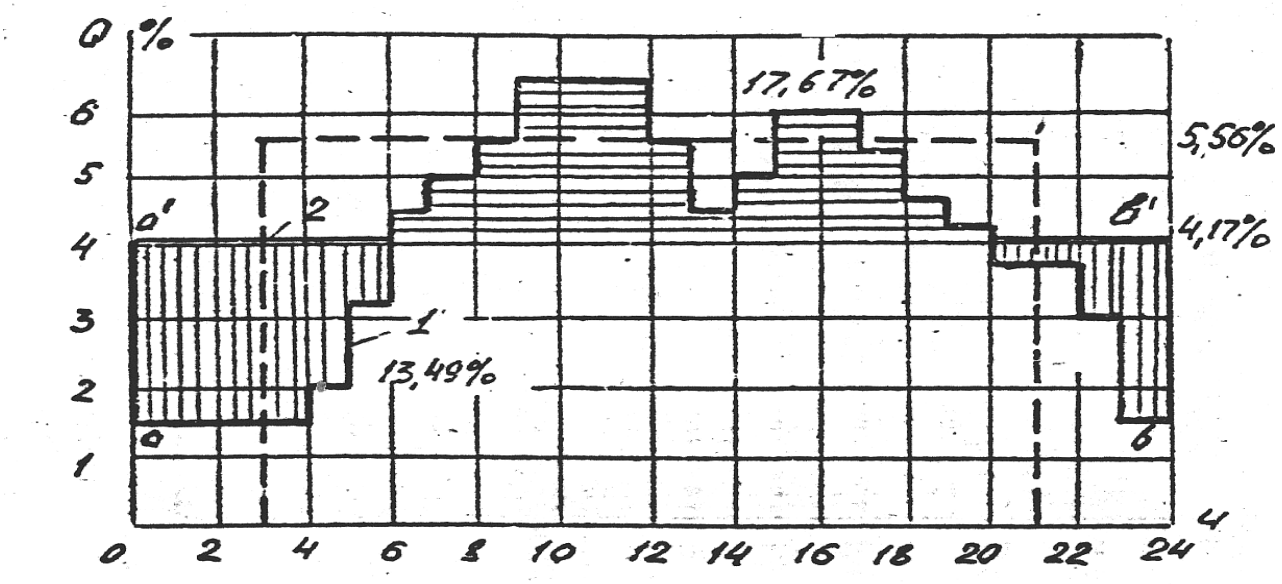
По максимальному часовому расходу выбирают водоподъемное оборудование - насосы и насосные станции.

Условие выбора насоса: $Q_{нас} \geq Q_{тч}$.

По нашим расчетам $Q_{тч}$ = 4039,61 $л$ =4,04 $м^3$, тогда берем насос вихревой (марка 1,5В-1,3М, производительностью 3 - 6 $м^3/ч$)

Если насосы работают равномерно в течение суток, подавая в час 100/24=4,17 % суточного расхода, то количество поданной воды можно графически изобразить в виде прямоугольника *а-а′-в′-в*. Заштрихованные площади ниже линии *а′-в′* выразят излишек воды, поданной насосами, по сравнению с

количеством ее, израсходованным из сети; заштрихованные площади выше линии а′-в′ выразят излишек воды, израсходованной из сети, против количества, поданного насосами. сумма заштрихованных площадей ниже линии а′-в′ (13,44+4,18=17,67 %), равная сумме площадей выше линии *а′-в′,* и дает необходимую регулирующую емкость резервуара. В часы водопотребления, превышающего подачу насоса (от 6 до 20 часов), сеть питается за счет резервуара.



1 – водопотребление; 2 – подача воды насосами.

Рисунок 2.1 -Ступенчатый график водопотребления и подачи воды насосами.

Для построения интегральной (суммарной) кривой (рисунок 2.4) по горизонтальной оси откладывают часы суток, а по вертикальной - суммарное потребление воды от начала суток до каждого данного часа. Подача воды насосами изображается на том же графике: при равномерной работе насосов в течение суток - наклонной прямой 3, при неравномерной (ступенчатой) - ломаной линией 2).

Наибольшая сумма разностей ординат линии водопотребления и работы насосов и определяет величину регулирующей емкости резервуара. В нашем

примере она при равномерной работе насосов составляет 13,49+4,18=17,67:, а при ступенчатой работе - 2+5,5=7,5 %.

Высота расположения емкости водонапорной башни определяется по уравнению:

$$H_б = h_{д.т.} + \sum h_W + (z_{д.т.} - z_б)\,, \qquad (2.5)$$

где $H_б$ - высота водонапорной башни, *м*;

$h_{д.т.}$ - высота расположения диктующей точки, *м*;

$\sum h_W$ - суммарные гидравлические потери магистральной линии, *м*;

$z_б, z_{д.т.}$ - высоты расположения местности водонапорной башни и диктующей точки, *м*.

В случае использования безбашенной водонапорной установки давление в воздушном колпаке определяется по соотношению:

$$P_к = H_б / \rho_в \cdot g\,, \qquad (2.6)$$

где $\rho_â$ - плотность воды, *кг/м*^{3};

g - ускорение свободного падения, *м/с*^{2}.

На рисунке 2.4 показан интегральный график водопотребления и водоподачи пастбища.

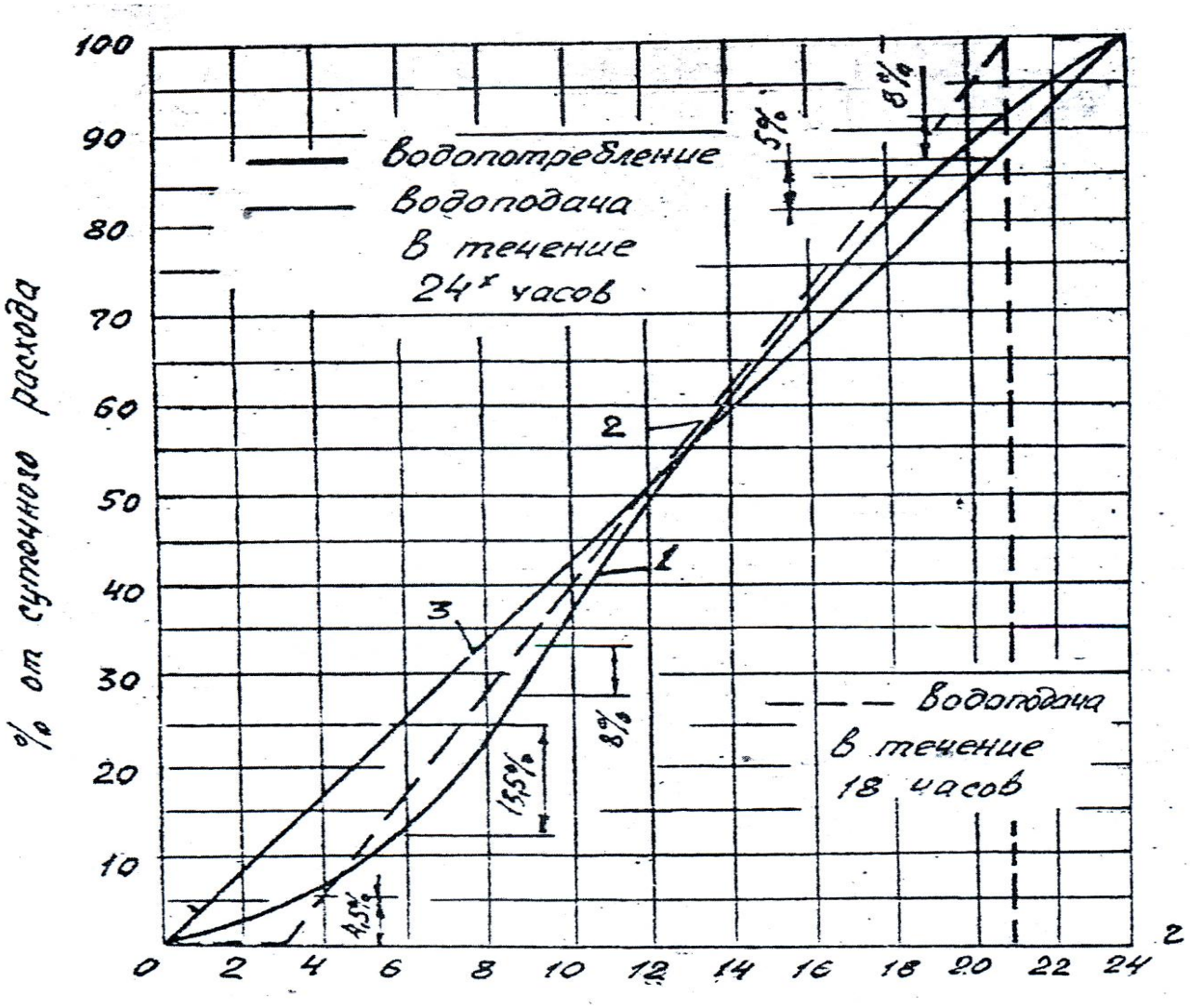


Рисунок 2.3-Интегральный график водопотребления и работы насосной станции

Высота расположения емкости водонапорной башни определяется по уравнению:

$$H_б = h_{д.т.} + \sum h_W + (z_{д.т.} - z_б),$$

где $H_б$ - высота водонапорной башни, *м*;

$h_{д.т.}$ - высота расположения диктующей точки, *м*;

$\sum h_W$ - суммарные гидравлические потери магистральной линии, *м*;

$z_б, z_{д.т.}$ - высоты расположения местности водонапорной башни и диктующей точки, *м*.

В случае использования безбашенной водонапорной установки давление в воздушном колпаке определяется по соотношению:

$$P_к = H_б / \rho_в \cdot g \,, \qquad (2.7)$$

где $\rho_в$ - плотность воды, *кг/м*^{3};

g - ускорение свободного падения, *м/с*^{2}.

2.1.3 Определение числа поилок в коровнике (при привязном содержании коров) и длины водопойных корыт (для пастбищ, выгулов)

Число поилок в коровнике при привязном содержании коров определяется по соотношению:

$$n = N/2 \quad (шт), \qquad (2.8)$$

где N -число коров, *2* – число голов, приходящееся на одну поилку.

$$n = \frac{400}{2} = 200 \ шт.$$

Длина водопойных корыт (для пастбищ, выгулов определяется по соотношению:

$$L = \frac{N \cdot в \cdot t}{T} \ (м) \qquad (2.9)$$

$$L = \frac{400 \cdot 0{,}75 \cdot 420}{84000} = 1{,}5 \ м,$$

где N - количество животных в стаде (N=400),

в - фронт поения на одно животное, *м* (для коров - 0,75 *м*),

t - продолжительность поения одного животного, с (для коров - 420 *с*),

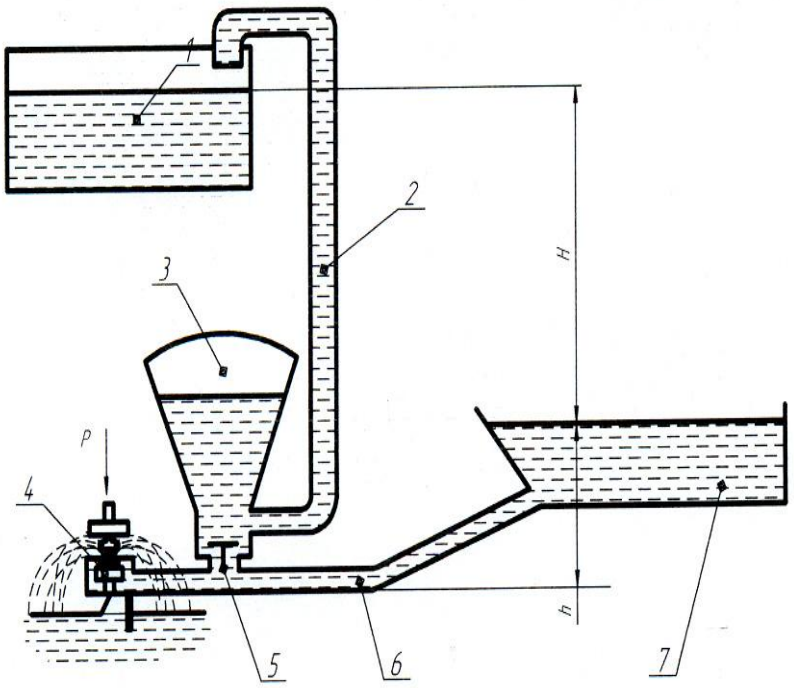
T - продолжительность водопоя всего стада, с. (T=420x200=84000 *с*)

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Разработка конструкции и расчет режимных и геометрических параметров гидротаранного водоподъемника

3.1.1 Описание конструкции и принципа действия надводного гидротаранного водоподъемника

Гидротараном называют водоподъемник, основанный на явлении гидравлического удара. На рисунок 3.1 приведена схема гидротаранного водоподъемника, на рисунок 3.2 - показан его внешний вид.



1 –верхний бак; 2 и 6 – трубопроводы; 3 – воздушный напорный колпак; 4 и 5 – клапаны; 7 – водоисточник.

Рисунок 3.1 - Схема гидротаранного водоподъемника

На рисунке 3.1 приняты следующие обозначения:

P – усилие, необходимое для открытия клапана;

h – высота падения воды;

					ВКР.35.03.06.170.18.ВС.000.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разр		Хайруллин Н.Н.			Гидротаран	Лит.	Масса / Масштаб
Провер.		Хусаинов Р.К.					- / -
Т. Контр.						Лис 1	Листов
Реценз.							
Н. Контр.		Хусаинов Р.К.				Казанский ГАУ каф. МОА	
Утверд.		Халиуллин Д.Т.					

H - высота подъема воды.

Принцип работы гидротарана следующий.

Вода течет по наклонной трубе самотеком и свободно вытекает через клапан 1. Если резко закрыть клапан, то вода, обладающая кинетической энергией движения, затратит свою энергию на сжатие воды и на расширение стенок

трубы. В начальный момент времени повышенное давление возникнет в конце

Рисунок 3.2 - Внешний вид гидротаранного водоподъемника

трубы у клапана 1. Затем зона повышенного давления будет распространяться к началу трубы со скоростью c. Через некоторый промежуток времени t, равный

$$t = \frac{L}{c}, \qquad (1.1)$$

где L – длина трубы, скачок уплотнения дойдет до начала трубы, и вся вода в трубе остановится. Начиная с этого момента, сжатая вода в начале трубы рас

ширится. Ведь начало трубы открыто. Давление понизится, и к концу трубы, к клапану 1, побежит скачок пониженного давления. Затем эти процессы будут повторяться. В трубе возникнут затухающие колебания.

В гидротаране стоит клапан 2, который открывается при повышении давления в трубе и поток жидкости по инерции проходит сквозь клапан 2 в воздушный колпак - аккумулятор. От воздушного аккумулятора отходит водопровод, который подает воду в накопительную емкость на высоту h_2. Давление в аккумуляторе в момент открытия клапана 2 равно давлению столба жидкости в водопроводе. Давление в основной трубе должно быть больше давления столба жидкости в водопроводе. Иначе вода в аккумулятор не пойдет. Скачок давления меньший по величине, чем в рассмотренном выше случае, распространяется к началу трубы с той же скоростью c. Затем из конца трубы к клапану 2 пойдет волна разряжения. Клапан 2 закрывается, клапан 1 открывается, и вода, разогнавшись в трубе до номинальной скорости, захлопывает клапан 1, и процесс повторяется.

Давление в основной трубе во время гидроудара значительно превышает атмосферное. Поэтому насос, использующий явление гидравлического удара, поднимает воду на большую высоту, чем перепад высот в основной трубе. Гидротаран имеет привлекательность своей простотой. Он не нуждается в подводе электроэнергии, В нем нет вращающихся частей. Труба с двумя клапанами питается от ручья или положена на дно реки.

Роль воздушного аккумулятора в том, что вода, проходит через клапан 2 сначала в емкость расположенную непосредственно на самой трубе. Без воздушного аккумулятора проходу воды из трубы мешал бы неподвижный столб воды в вертикальном водопроводе. На разгон этого столба воды уходило бы время, которое растет с увеличением высоты подъема, поэтому производительность установки резко бы снизилась. Кроме того, воздушный колокол значительно сглаживает скачки давления, что позволяет применять трубы с меньшей толщиной стенки.

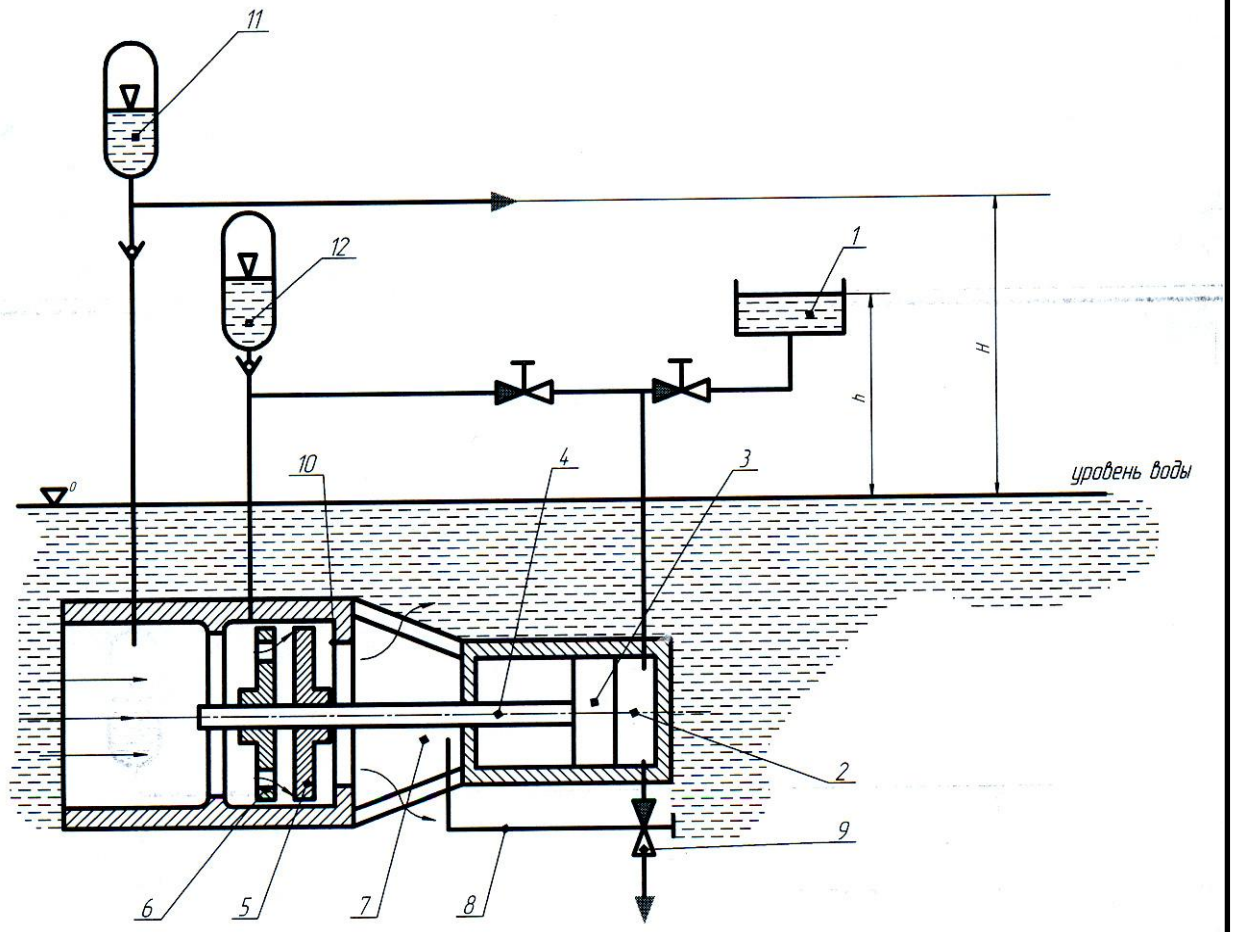
3.1.2. Описание конструкции и принципа действия подводного гидротаранного водоподъемника

Гидротаран, описанный выше, эффективен в локальном водопроводе, например на небольшой ферме у сельского пруда. Но он применялся и в крупных водопроводах для питания фонтанов. В начале XX в. эти водоподъемники производились в большом количестве в Англии, Германии, США. В Москве специализированный завод "Гидротаран" работал еще в начале тридцатых годов. Кое-где эта старинная техника работает до сих пор. Но - редко: успехи электрификации подорвали конкурентоспособность этого водоподъемника.

Однако сегодня электроэнергия все дорожает. И многие вспомнили о гидротаране. Но известные конструкции неудобны, необходим слив значительной части воды, протекающей через машину. Значит, требуется место слива ниже расположения устройства. И сам он должен быть ниже уровня воды в источнике. Соблюсти эти условия удается только у плотины или на горной речке. Можно использовать и малые запруды на малой речке. Но как быть на берегу большой, где плотину поставить затруднительно? В этом случае выручит только подводный гидротаран.

На рисунке 3.3 приведена схема подводного гидротарана, который может быть широко использован в сельской местности.

Для запуска в работу из пусковой емкости 1 в цилиндр 2 подают воду под давлением, больше скоростного напора течения реки. Для этого емкость располагается достаточно высоко. Поршень 3 смещает шток 4 и прикрепленный к нему диск 5 ударного клапана влево. Кулачковый механизм, вмонтированный в шток, поворачивает диск 6 так, что отверстия в обоих дисках совпадают, вследствие чего сопротивление течению речной воды через гидротаран уменьшается. Движение штока прекратится, когда упор 7 надавит на рейку 8 механизма управления вентилем 9.



1 –пусковая емкость; 2 – цилиндр; 3 – поршень; 4 – шток; 5 – диск ударного клапана; 6 – диск; 7 – упор; 8 – рейка; 9 – механизм управления вентилем; 10 - питательная труба; 11 – воздушный колпак; 12 – гидроаккумулятор.

Рисунок 3.3 - Сема подводного гидротарана

Он откроется, давление в цилиндре упадет, шток под действием скоростного напора двинется вправо. Кулачковый механизм при этом повернет диск 6 вокруг оси штока так, что отверстия в дисках перекроются и сопротивление клапана увеличится, а скорости течения воды и движения клапана со штоком сравняются. Движение вправо закончится ударом диска 5 в край 10 питательной трубы. Проток мгновенно закроется, произойдет гидроудар. Динамическое давление воды откроет обратные клапаны, вода поступит в воздушный колпак 11 и далее - в сеть потребителя и в гидроаккумулятор 12, а затем - в цилиндр 2. Под действием этого давления поршень начнет движение влево - процесс повторится и будет повторяться автоматически уже без участия пусковой емкости

1, которая пополнится при заполнении цилиндра 2. Этой машине не нужен слив "лишней" воды, что не только повышает экономичность и удобство эксплуатации, но и делает машину почти универсальной - она может работать на любой реке. Чем быстрее течение, тем производительнее насос или миниатюрнее при равной производительности. Устройство водопровода с гидротараном требует осмотрительности: где попало его ставить не надо. На самой тихой реке есть быстрины, где течение сильнее среднего. Там и место гидротарану. Работоспособен круглый год, если установлен глубже промерзания реки. Производительность и КПД устройства можно несколько повысить, если приемную трубу заменить конфузором, тогда скорость течения через ударный клапан повысится.

3.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ РАСЧЕТЫ

3.2.1. Расчет режимных и геометрических параметров гидротаранных водоподъемников

Повышение давления в трубе равно

$$p = \rho \cdot v \cdot c; \tag{3.2}$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\rho\left(\frac{1}{E_1} + \frac{D_1}{bE_2}\right)}} \tag{3.3}$$

где ρ – плотность жидкости;

v – скорость жидкости в трубе;

c – скорость распространения ударной волны;

E_1 – модуль упругости жидкости;

E_2 – модуль упругости стенок трубы;

D_1 – внутренний диаметр трубы;

b – толщина стенок трубы.

Модули упругости различных материалов

вода – $2 \cdot 10^9$ *Н/м* ^{2};

чугун – $1 \cdot 10^{11}$ *Н/м* ^{2};

сталь – $2 \cdot 10^{11}$ *Н/м* ^{2};

медь – $1{,}23 \cdot 10^{11}$ *Н/м* ^{2};

алюминий $0{,}71 \cdot 10^{11}$ *Н/м* ^{2};

полистирол $0{,}032 \cdot 10^{11}$ *Н/м* ^{2};

стекло $0{,}7 \cdot 10^{11}$ *Н/м* ^{2};

Если подчитать значения *с* для обычных труб с отношением диаметра к толщине стенки равным 12,5, то скорость распространения ударной волны будет следующая:

Стальные трубы 1333 *м/с*

Дюралевые трубы 1221 *м/с*

Пластиковые трубы 476 *м/с*.

Если толщина стенок очень большая, то **С** приближается к своему возможному пределу, равному 1414 *м/с*.

Длина трубы в формулу давления не входит. Длинные трубы и короткие трубы будут работать теоретически одинаково. У коротких труб будет лишь короче рабочий цикл. На практике это не совсем так. Формула давления выведена в предположении, что клапан 1 закрывается моментально. Если время срабатывания клапана ограничено, то давление нарастает постепенно по мере закрытия клапана. Предельно допустимое время закрытия равно 2 *l/c*, т.е. времени прохода скачка давления до конца трубы и обратно. На практике время закрытия клапана должно быть значительно меньше периода колебаний в трубопроводной системе.

Клапана имеют какое-то время действия. В длинной и в короткой трубе время срабатывания клапана 1 будет одинаковым. Но в короткой трубе время действия будет составлять относительно большую долю рабочего периода, по сравнению с длинными трубами. По этой причине давление в коротких трубах будет меньшим и они будут работать менее производительно.

Для построения компактных, дешевых установок необходимо решить проблему быстродействующих клапанов.

Требование быстродействия касается и клапанов воздушного аккумулятора. Чтобы пропустить воду, клапан 2 должен приподняться над седлом. При понижении давления он опускается назад и вода, заключенная в пространстве вертикального хода клапана, выдавливается из аккумулятора вниз в трубу. При коротких трубах время цикла может быть настолько мало, что клапан будет только успевать подниматься и опускаться, а поступления воды в аккумулятор не будет совсем. Поэтому дешевый простой пластинчатый клапан вызывает необходимость в многократном увеличении длины трубы. Пластинчатый клапан на входе в гидроаккумулятор нельзя использовать. Здесь есть над чем подумать изобретателям.

Скорость течения воды в трубе зависит от ее наклона, сечения и диаметра.

Для труб диаметром меньше 100 *мм*

$$v = \sqrt{35{,}5\frac{h_1}{L}D_1^{\,0{,}68}} \tag{3.4}$$

Для труб диаметром больше 100 *мм*

$$v = \sqrt{31{,}2\frac{h_1}{L}D_1^{\,0{,}625}} \tag{3.5}$$

Вот теперь мы уже можем оценить перспективы использования подводного гидротарана. Уклон, который можно получить от ручья известен. Его легко измерять. Уклон речки измерять сложнее. Он очень маленький. Можно воспользоваться грубой оценкой. Допустим, место установки насоса имеет глубину дна 1,1 *м* и скорость потока 0,4 *м/с*. Внутренним диаметром трубы равен

0.12 *м*. Эквивалентный диаметр реки примем равным глубине реки. Он больше диаметра трубы в 1,1/0,12 = 9,2 раза. Вода в трубе замедлит свою скорость на величину $\sqrt[3]{9,2} = 2,1$. Скорость воды в трубе будет примерно 0,2 *м/с*. Скачек давления в стальной трубе будет 266 000 *Па*, в пластмассовой 95 000 *Па*. Для подъема на 1 *м* высоты необходимо давление 10 000 *Па*. С учетом неизбежных потерь, стальная труба обеспечит подъем воды на 13 метров, пластмассовая - на 5 метров.

Тут надо сделать замечание. Уклон, о котором мы говорим, это уклон водной поверхности реки. Если мы трубу под водой положим клапаном 1 на дно, а начало трубы поднимем к поверхности, то геометрический уклон увеличится, а гидравлический - нет.

Скорость движения воды по мере погружения падает незначительно и лишь у самого дна скачком уменьшается. Поэтому трубу укладывать на дно нельзя. Очень большие будут потери.

Расход воды, т.е. количество кубометров воды протекающее в секунду по трубе равно

$$Q = \frac{\pi D_1^{\,2}}{4} v \tag{3.5}$$

Входя в воздушный аккумулятор, вода тратит часть своей энергии на преодоление давления воздуха, которое равно давлению столба жидкости. Поэтому скорость ее замедляется.

$$v_1 = -\frac{2gh_2}{c} + \sqrt{\left(\frac{2gh_2}{c}\right)^2 + v^2} \tag{3.6}$$

Для рассмотренного выше числового примера со стальной трубой в реке и высотой подъема 13 *м* v_1 = 0,084 *м/с*. Поступление воды в аккумулятор за один цикл равно

$$m = v_1 \frac{\pi D^2}{4} \frac{2L}{c} \rho \qquad (3.7)$$

При длине трубы 10 *м* всего 14 *г*. Это не удивительно, т.к. длительность одного периода равна 2 L/c = 0,015 *с*. Дополнительно необходимо какое-то время на открытие 1 клапана, время необходимое на ускорение воды. Уклон трубы h_1/L очень маленький 0,005, поэтому ускорение тоже будет очень мало и время разгона $t = v/0{,}005g$ = 4 *с*. Производительность гидротарана будет 3,5 *г/с* или 302 *дм сут*. Количество воды, прошедшее через основную трубу будет в 140 раз больше.

Производительность водоподъемника ограничивается временем разгона. Масса воды, заключенная в трубе, составляет 113 *кг.* Уклон 0,005.

Сила тяжести, разгоняющая воду, равна:

$$113 \times 0{,}005 = 0{,}57\ кГ = 5{,}586\ Н.$$

Дополнительно на вход в трубу действует напор набегающего потока от течения реки. Добавка за счет динамического напора составляет 0,1 *кГ* = 0,98 *Н*. Поэтому желательно не замедлять движение воды перед входом в трубу. Дополнительно разгоняющую силу можно увеличить еще двумя способами. Можно создать подпор воды перед входом в трубу. Поставив небольшую, можно планочную, негерметичную плотину. Сечение трубы равно 113 $см^2$, поэтому небольшой буртик воды перед входом в трубу высотой в 5 сантиметров подъема воды этой плотиной дадут дополнительно 0,57 *кГ* ускоряющего давления, т.е. вдвое увеличит производительность. Расчет производительности выявил еще одну сложность. Длительность существования повышенного давления 0,015 *с*, вода движется в воздушный аккумулятор со скоростью 0,084 *м/с*. Следовательно, вода успеет пройти путь лишь 1,3 *мм*. Эта цифра объясняет неудачи многих проектировщиков, пытающихся построить гидротаран при малых

уклонах, малых диаметрах, малых длинах труб. Во-первых, клапан 1 должен быть жесткий. Если он прогнется на 1,3 *мм*, то он заберет на себя весь поток и поступления воды в аккумулятор не будет. Даже прогиб на 0,13 *мм* означает снижение производительности на 10%. Во-вторых, Если клапан 2 приподнимется на 1,3 *мм*, то получившаяся кольцевая щель будет в 23 раза меньше по площади, чем сечение трубы. Это означает, что вода должна убыстриться в 23 раза, чтобы пройти в аккумулятор. Энергии на разгон мы потратим немного. Всего 1%. Суть здесь в другом. Если клапан приподнялся на 1,3 *мм*, то воде незачем идти в аккумулятор, Вода свой путь совершила. Вода за время гидроудара как раз и проходит путь 1,3 *мм*. Поэтому клапан опустится на место, вытолкнет в разгонную трубу воду и производительность насоса будет нулевая. Сам клапан должен быть неподвижный, и только узенькая полоска (счет идет на миллиметры) по периметру клапана должна быть гибкая. И сам периметр неплохо бы увеличить, увеличив диаметр клапана или сделав клапан "многоэтажным".

Вода, движущаяся по трубе, должна беспрепятственно продолжать движение в воздушный аккумулятор. Поэтому сечение входного отверстия должно быть равно сечению трубы. По мере поступления воды воздух сдавливается, давление его возрастает. Если давление воздуха превысит предельно возможное давление в трубе, то вода в воздушный аккумулятор поступать не будет. Поэтому объем воздуха должен быть достаточен и равен:

$$V = \frac{m(\rho cv + p_0)}{\rho(\rho cv - \rho g h_2)} \tag{3.7}$$

Таким образом, вычислен объем воздуха, который сжат столбом воды в водопроводе. Первоначальный объем воздуха - в сухом гидротаране, т.е. емкость воздушного аккумулятора над клапаном 2 должна быть не меньше

$$V_0 = V\frac{\rho g h_2 + p_0}{p_0}, \qquad (3.8)$$

где g – ускорение свободного падения;

p_0 - атмосферное давление 101000 *Па*;

ρ – плотность воды.

Водопроводная труба должна быть достаточного сечения, чтобы не ограничивать производительность установки. Давление, необходимое для продавливания воды через трубу равно

$$p_2 = 0{,}0000128\left(\frac{m}{t_ц}\right)^2 \frac{L}{D_2^{5,36}} \qquad (3.9)$$

Оно должно составлять небольшую часть от давления в основной трубе. Время цикла и массу воды, накачиваемую за цикл, точно не рассчитать. Поэтому параметры водопроводной трубы можно точно определить в результате экспериментальных исследований, после изготовления гидротарана и определения его производительности. Время цикла измерять не обязательно. Можно измерить массу воды, полученную за произвольное время. Величина $m/t_ц$ от этого не изменится.

Это основные соотношения, которые необходимо знать, чтобы согласовать характеристики отдельных элементов установки. В гидротаране параметры отдельных частей должны четко соответствовать друг другу.

Все соображения по гидротарану получены путем анализа идеализированных происходящих процессов, в основном относящихся гидравлического удара. Формулы дают граничные оценки рассматриваемых процессов. Объем

вычислений даже в таком идеализированном упрощении получается довольно значительным. Получаемые по формулам цифры представляют собой ориентир.

3.2.2. Расчет болтовых соединений

Проверочный расчет болтового соединения вала мешалки.

Материал болта Ст3. Класс прочности 3,6

Предел прочности *Тв*=3 30=30 *кг/мм 2*=30 *мПа*

Предел прочности *Тт*=3 6=18 *кг/мм2* =180 *мПа*

Допустимое напряжение на растоянии определяется по формуле:

$$[Tp]=Tm / [n], \quad (3.10)$$

где *[n]*- требуемый коэффициент запаса прочности.

[n]=4…5 для болтов с диаметром резьбы, *b*=16 *мм*

[*Тр*]=180/4,5=40 *мПа*

Болт поставлен с зазором, в этом случае должно выполняться условие

$$F_{тр} > Q \quad (3.11)$$

$$F_{тр} = P \cdot f > Q \ , \quad (3.12)$$

где *Р* - усилие затяжки, *мПа*;

f=0,1…0,5 (без смазки), - коэффициент скольжения

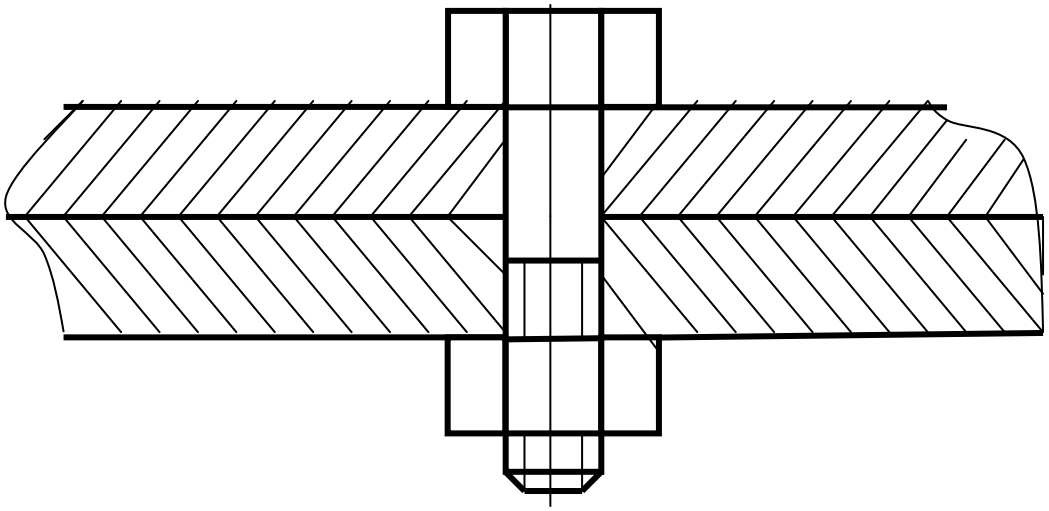


Рисунок 3.4 - Схема болтового соединения

$$fp = K \cdot Q \quad (3.13)$$

где *К*-коэффициент запаса прочности, *К*=0,6

$$P = \frac{K \cdot Q}{(F \cdot i)}, \qquad (3.14)$$

где *i*-число болтов

P= 1,7*400/(0,1*1)=2400 *мПа* $P = \frac{0{,}6 \cdot 400}{(0{,}1 \cdot 1)} = 2400 мПа$

Тр<*[Т]р*<*4Р/d* $Тр < [Т]р < \frac{4P}{d}$

Отсюда *d1*>*4Р**1,3*/(П*[Тр])* $d_1 > 4P \cdot \frac{1{,}3}{(П \cdot [Тр])}$

d1>4*2400*1,3/(3,14*40)=9,9 *мм* $d_1 = \frac{4 \cdot 2400 \cdot 1{,}3}{(3{,}14 \cdot 40)} = 7{,}9 мм$

Диаметр стержня болта принимаем *d1*=8*мм*

Проверка на прочность определяется по формуле:

Тр<*[Тр]**4Р/(П*d1*d1)* (3.15)

Тр<4*2400/(3,14*10*10)=30,5 *мПа*

30,5<40

проверка на смятие определяется по формуле

Тсм<*[Тм]* (3.16)

*Тсм=Q/Fсм=Р*i/Fсм,* (3.17)

где *Fсм*-площадь опорной поверхности стыка, без учета отверстия, *мм*

Fсм=160*50=800 *мм2*

Тсм=2400*1/800=3

3<14,4 Условие выполняется.

3.2.3. Расчет сварного соединения

Детали, расположенные под углом 90º свариваются тавровым соединением.

Определение допускаемого усилия для растяжения

$$[P]=[\tau_ф]\cdot 0{,}7\cdot к\cdot l, \qquad (3.18)$$

где $[\tau_ф]$ – допускаемое напряжение для сварного шва на срез, Н/м^2;

$к$ – катет шва;

l – длина шва; l= 200 см.

$$[\tau_ф]=0{,}6\cdot[\sigma_р], \quad (3.19)$$

где $[\sigma_р]$ – допускаемое напряжение на растяжение, Н/см^{2,}

$$[\sigma_р]=1400 \text{Н/см}^2$$

$$[\tau_ф]=0{,}6\cdot1400=8400 \text{ Н}\cdot\text{см}^2$$

$$[P]=8400\cdot0{,}7\cdot0{,}5\cdot200=588000 \text{ Н}$$

Определение усилия растяжения

$$P=\frac{2M_к}{l}, \quad (3.20)$$

где l - величина длины шва, м

$$P=2\cdot50\cdot10^3/1=100000 \text{ Н}$$

Итак, $P<[P]$ условие выполняется.

3.3. Безопасность жизнедеятельности на производстве

3.3.1. Основные мероприятия для улучшения охраны труда при механизации водоподачи и водоснабжения в пастбище

1. Организовать обучение работников безопасным приемам труда согласно ГОСТу 12.0.004-79 пункт 4 (ОСТ 46.0.126-86).

2. Провести инструктажи по охране труда со всеми рабочими и зарегистрировать в журнале по технике безопасности согласно ГОСТу 12.0.004-79.

3. Обеспечить выдачу спецодежды, спец. обуви и средств индивидуальной защиты в соответствии с установленными нормами и сроками, согласно «Инструкции о порядке обеспечения рабочих спецодеждой».

4. Для освещения установить светильник, удовлетворяющий требованиям ГОСТа 19348-82 и СНиП II-4-79.

5. Обеспечить допустимый уровень шума. уровень шума установить согласно ГОСТа 12.1.003-76.

6. В комнате отдыха установить умывальники (при умывальниках должны быть в достаточном количестве мыло и полотенце) согласно санитарно-гигиенических требований.

7. На всех движущихся и вращающихся элементах приводов кормоцеха СТФ установить защитные кожуха, согласно специальным требованиям к машинам для механизации животноводства.

8. Разработать требования и инструкции пожарной безопасности при приготовлении кормов для СТФ согласно требованиям пожарной безопасности.

9. Оборудовать места для курения.

10. На всех производственных пунктах установить противопожарные щиты согласно требованиям пожарной безопасности.

11. Обеспечить рабочий персонал новым слесарным инструментом, средствами пожаротушения и аптечками первой доврачебной помощи [7].

3.3.2 Обеспечение безопасности конструкции технических средств водоподъема и водоподачи на животноводческих фермах и пастбищах.

Согласно "Единым требованиям к конструкциям машин для механизации животноводства" при эксплуатации технологического оборудования, установленного в телятнике, необходимо обеспечение работающих следующими мероприятиями и средствами защиты [22]:

Стационарные и мобильные раздатчики изготовлены в комплекте с электродвигателем, имеют при этом приспособления для заземления, гарантирующие полную электробезопасность обслуживающего персонала. Все токоведущие части на кормораздатчике недоступны для случайного прикосновения, защищены от механического повреждения, имеется отдельная розетка низкого напряжения для освещения малодоступных мест при техническом осмотре и очистке машин. Одна из клемм вторичной обмотки понижающего трансформатора заземлена.

Цепные соединительные муфты, машин и оборудования ограждены. Защитные ограждения откидные и легкосъемные.

Пульт управления кормораздатчика установлен на месте для оператора. Место оператора позволяет держать в поле зрения маршрут движения кормораздатчика.

На мобильных кормораздатчиках установлены звуковые сигналы для предупреждения движения устройства.

На площадке для оператора имеется защитное ограждение, позволяющее устойчиво находиться у кормораздатчика во время движения.

3.4. Разработка инструкции по охране труда при эксплуатации водоподъемников пастбищах

"Утверждаю"	"Утверждаю"
Председатель профкома	Руководитель хозяйства
_____	_____
"__"_____2018 г.	"__"_____2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

по охране труда при эксплуатации гидротаранного устройства

1. Общие требования безопасности.

2. К работе с гидротараном допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, мужского пола, прошедшие специальное обучение и получившие удостоверение, прошедшие инструктаж на рабочем месте.

3. Рабочие обеспечиваются спецодеждой ежегодно. В зимнее время выдаются ватники-куртки и обувь (сроком на 2 года). Запрещается на территории и в цехах распивать спиртные напитки и курить.

4. В помещении установлены средства тушения пожара, доска пожарного расчета, табель с указанием расчета, инструкция о мерах пожарной безопасности.

5. При обслуживании машин и оборудования руководствоваться правилами техники безопасности по монтажу, эксплуатации, предусмотренными в руководствах к каждой машине, оборудованию, и настоящими Правилами.

6. За нарушение данной инструкции ответственен оператор.

7. Требования безопасности перед началом работы.

8. Проверить и надеть спецодежду, проверить установку визуально на сохранность и исправность кожухов и стыков.

9. Проверить исправность оборудования, инструменты, защитное заземление токоподводного кабеля.

10. Требования безопасности во время работы

11. Содержать в чистоте и порядке рабочее место, не загромождать проходы, проезды, инструмент укладывать в отведенные места.

12. При запуске гидротарана надо быть бдительным.

13 Необходимо проверить ограждение и закрытие клеток.

14. Во время остановки и стоянки гидротарана открывают ударный клапан.

15 Замену детали на гидротарана производить при отключенном рубильнике и снятых предохранителях вводного щита. На щите вывесить табличку "Не включать. Работают люди".

16. Во избежание травм при обслуживании кормораздатчика применять гаечные ключи без зазоров, молотки без расчленения.

17 Требования безопасности при аварийных ситуациях.

18 В случае травматизма и обнаружения неисправности гидротарана, немедленно отключить гидротарана и сообщить заведующему фермой по выращиванию молодняка, при необходимости оказать первую доврачебную помощь.

19. Требования безопасности по окончанию работы.

20. Привести в порядок рабочее место, снять спецодежду и выполнить требования личной гигиены.

21. Обо всех недостатках в работе гидротарана сообщить заведующему фермой.

22 Проверить полное отключение гидротарана.

Разработал Хайруллин Н.Н.

Согласовано специалист службы безопасности фермы

Ф.И.О специалиста

3.5 Расчет освещения на участке подъема воды для товарной фермы

Освещение рассчитываем по формуле [5, 22]:

$$n = \frac{E_n \cdot S_n \cdot L \cdot K_3}{\Phi_n \cdot \eta}, \qquad (3.21)$$

где $E_n = 300$;

$S_n = 54\ м^2$ - площадь освещаемого помещения;

$L = 1{,}3$ - коэффициент номинальной освещенности;

$K_3 = 2$ - коэффициент запаса;

$\eta = 0{,}5$ - коэффициент использования светового потока;

$\Phi_n = 5220\ мм$.

Необходимое число светильников определится как:

$$n = \frac{300 \cdot 54 \cdot 1{,}3 \cdot 2}{5220 \cdot 0{,}5} = 16\ шт$$

Выбираем светильник ПВП, в котором установлены 2 лампы по 80 *Вт*. Тогда количество светильников ровно 8 *шт*.

3.6 Расчет заземления.

Сопротивление растекания тока одного стрежневого заземлителя рассчитана по формуле [22]:

$$Rc = \frac{0.366\ P/l \cdot (lg\ 2l/d + 0.5\ ld \cdot 4h + l)}{4h - l}, \qquad (3.22)$$

где h - глубина заземления стрежней, $h = 100\ см$.

P - удельное сопротивление грунта;

$P = 3000\ Ом/см$; l - длина стержня l = 150 *см;* d - диаметр заземления,

d = 50 *мм*; Rc = 0,366 · 3000 (lg · 2 ·150 + 0.5lg · 4 ·100 + 150).

150 · 50 4 · (100 – 150)

Rc = 6.95 *Ом.*

$$n = \frac{Rc \cdot Kc}{Rм \cdot \eta_э}, \qquad (3.23)$$

где Kc - коэффициент сезонности, (Kc = 1,7);

$Rм$- сопротивление заземления, ($Rн$ = 4 *Ом);*

$\eta_э$ - коэффициент использования заземления.

$$\eta_э = 0{,}7,\ n = \frac{6{,}95 \cdot 1{,}7}{4 \cdot 0{,}7} = 4\ шт.$$

3.7 Расчет вентиляции.

Необходимый воздухообмен определяем по нормативной потребности воздухообмена [22].

$$Wв = Wp \cdot Kh, \qquad (3.24)$$

где $Wв$ - необходимый воздухообмен;

Wp - объем помещения, $м^3$;

Kh - нормативная кратность обмена воздуха в течении часа.

Принимаем во внимание, что

Wp = 1000 $м^3$; Kh = 5;

$Wв$ = 1000 $м^3$; 5 *ч.* = 5000 $м^3/ч$.

Выбираем вентилятор серии ВЦУ-70№6 производительностью 5000 $м^3/ч$.

Рассчитываем мощность электродвигателя для вентиляторов:

$$Pgв = 3{,}6 \cdot 10^6 \frac{Нв \cdot Wв}{\eta_в \cdot \eta_п}, \qquad (3.25)$$

где $Нв$ - полное давление вентилятора;

$\eta_п$ - КПД передачи, $\eta_в$ - КПД вентилятора.

$$P_{дв} = \frac{800 \cdot 8000}{3{,}6 \cdot 10^6 \cdot 0{,}45} = 2{,}5 кВт.$$

Выбираем электродвигатели марки А-100 серии 4А, $n = 800$ *мин*$^{-1}$;

3.8 Мероприятия пожарной безопасности на животноводческой ферме.

- Пожаробезопасность на предприятиях по производству и переработке продуктов животноводства должна соответствовать требованиям СНиП II-2-80 “Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений”, ГОСТ 12.1.004-85;

- Помещение фермы должно быть обеспечено первичными средствами пожаротушения, содержащимися в исправном состоянии и постоянной готовности к действию;

- в помещениях запрещается курение и применение открытого огня. Для курения отводятся специальные места, оборудованные песочницами, кадками с водой ,скамейками.

- ворота и двери помещений, предназначенные для эвакуации людей, вывода скота, должны открываться только наружу. Их нельзя загромождать;

- для персонала, обслуживающего ферму, разработать расписание обязанностей для действия в условиях возникновения пожара;

- в ночное время помещения фермы должны находится под наблюдением специально выделенных для этого лиц.

Тушить электрооборудование (предварительно обесточив) допускается только углекислотными огнетушителями, песком, кошмой или другими токонепроводящими средствами;

- молниезащита свинофермы должна быть выполнена по СН 305-77.

3.9 Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях.

В настоящее время наблюдается увеличение количество стран обладающих ядерными оружием. К этим странам присоединяется такие страны, как Индия, Пакистан и т.д., что увеличивают угрозу применения ядерного оружия.

Поражающими факторами ядерного оружия являются: ударная волна, световое излучение, радиоактивное заряжение местности и электромагнитный импульс.

Источниками радиоактивного заряжения могут быть так же аварии на АЭС с выбросом радиоактивных изотопов с йодом, стронция, цезия во внешнюю среду и загрязнению ими сельхоз. угодий, пастбищ и населенных пунктов.

Задачами гражданской обороны является:

- обеспечение устойчивого функционирования народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

- организация и проведение спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очагах поражения.

- организация и обеспечение защиты населения от современных средств поражения и последствия аварии, катастроф и стихийных бедствии.

План ГО хозяйства «Нур» на мирное время представляет собой совокупность документов, определяющих порядок ликвидации аварии и стихийных бедствии.

План ГО на военное время представляет собой совокупность документов, определяющих порядок ликвидации аварии и стихийных бедствии.

Защита населения при возникновения чрезвычайных ситуаций.

Защита населения от современных средств поражения задача гражданской обороны. Она представляет мероприятия, цель которых не допустить поражения людей ядерными, химическим и бактериологическим оружием.

Основными способами защиты населения от современных средств нападения противника является укрытие населения в защитных сооружениях. На территории хозяйства имеется защитное сооружение на 150 человек, которым является ближайшее подвальное помещение, тщательным образом забетонированное и имеющее бетонное перекрытие.

3.10 Экономическое обоснование гидротарана

3.10.1 Расчёт массы и стоимости новой конструкции

Масса новой конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_K + G_Г)k, \tag{3.26}$$

где G – масса новой конструкции , кг;

G_k – масса проектируемых деталей, кг;

$G_Г$ – масса стандартных деталей, кг, $G_Г = 45$;

k– коэффициент, учитывающий массу материалов израсходованных на изготовление конструкции.

Расчетную массу проектируемых деталей и узлов и агрегатов приводим в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Расчёт массы разработанных деталей

Наименование деталей	Объём спроектированных деталей, $см^3$	Плотность материала, $кг/см^3$	Масса детали, кг
ресивер	200	0,002	0,4
клапан, 2шт	1000	0,002	2,0
Рама	1200	0,002	2,4
колпак, 4шт	100	0,002	0,2

Масса разработанных деталей определяется по формуле:

$$G_к = (G_{ш.} + G_ц. + G_р + G_{шт}), \tag{3.27}$$

где $G_{ш.}$ – масса ресивер, кг;

$G_ц$ – масса клапана, кг;

$G_т$ – масса рамы, кг;

$G_{шт.}$ – масса колпака, кг;

Принимая во внимание, что

$G_{ш.}$=0,4 кг, $G_ц$=2 кг, $G_р$=2,4 кг, $G_ш$=0,2 кг,

находим суммарное значения масс:

$$G_к = (0{,}4 + 2 + 2{,}4 + 0{,}2) = 5кг;$$
$$G_1 = 5 + 45 = 50кг.$$

Балансовая стоимость нового гидротарана по сопоставимости массы определяется из формулы:

$$C_{б1} = \frac{C_{б0} \cdot G_0 \cdot \delta}{G_1}, \quad (3.28)$$

где $C_б$,$C_{б1}$ – балансовая стоимость существующих деталей, руб.;

G_0;G_1 – масса старой и новой конструкции, кг;

δ – коэффициент удешевления конструкции.

Принимая значения как

$C_{б0}$=68000 руб.; G_1=50 кг, δ=0,9…0,95 , G_0=45 кг

получаем:

$$C_{б1} = \frac{68000 \cdot 45 \cdot 0{,}9}{50} = 55080 \text{ руб.}$$

3.10.2. Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Энергоемкость процесса доения определяется по следующей зависимости [2]:

$$Э_e = \frac{N_e}{W_z}, \quad (3.29)$$

где N_e – потребляемая мощность, Вт;

W_z – часовая производительность, л/ч.

Учитывая, что N_e=0,5, находим [2]:

$$Э_0 = \frac{0,5}{78,6} = 0,006 Вт \cdot ч / л,$$

$$Э_1 = \frac{0,5}{93} = 0,005 Вт \cdot ч / л.$$

Металлоёмкость процесса доения определяется по следующей зависимости [2]:

$$M = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_c}, \quad (3.30)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка установки;

T_c – срок службы установки лет.

Исходя из того, что G_0=45, G_1=50, W_0=78,6, W_1=93, $T_{год1,0}$=1350, $T_{c1,0}$=5, и подставляя значения вычисляем:

$$M_0 = \frac{45}{78,6 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,00008 кг / л,$$

$$M_1 = \frac{50}{93 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,000079 кг / л.$$

Фондоёмкость процесса доения определяется по следующей зависимости [2]:

$$F = \frac{C_б}{W_z \cdot T_{год} T_{сл}}, \quad (3.31)$$

где $C_б$ – балансовая стоимость конструкции, руб.;

Подставляя значения раннее рассчитанной балансовой стоимости $С_{б1}$=16632 руб., $С_{б0}$=20000 руб., определяем фондоемкость [2]:

$$F_0 = \frac{68000}{78{,}6 \cdot 1350 \cdot 5} = 0{,}128\, руб / л$$

$$F_1 = \frac{55080}{93 \cdot 1350 \cdot 5} = 0{,}088\, руб / л$$

Себестоимость исходного и проектируемого варианта гидротарана определяется по следующей зависимости [2]:

$$S = C_{з.п.} + C_э + C_{рто} + A, \quad (3.32)$$

где $С_{з.п.}$ – затраты на оплату труда работникам, руб./л;

$С_э$ – затраты на электропотребление, руб/л;

$С_{рто}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание существующей и разработанной конструкции гидротарана, руб;

А – амортизационный отчисления на продукцию, руб/л;

$$C_{з.п.} = z \cdot T_e \cdot K_д \cdot K_{ст} \cdot K_{от} \cdot K_{сс}, \quad (3.33)$$

где z – тарифная ставка, для оператора доения II разряда z = 48,45 руб;

$Т_е$ – трудоёмкость, чел/литр.

$$T_e = \frac{П_р}{W_r}, \quad (3.34)$$

$$T_{ео} = \frac{1}{78,6} = 0,011 ч / л,$$

$$T_{е1} = \frac{1}{93} = 0,01 ч / л,$$

$$C_{з.п0} = 120 \cdot 0,011 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 2,69 руб / л,$$

$$C_{з.п1} = 120 \cdot 0,01 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 2,27 руб / л.$$

Затраты на электроэнергию определяются по следующей зависимости [2]:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_с, \quad (3.34)$$

где $Ц_е$ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч;

$Э_с$ – потребляемая мощность, кВт·ч.

Принимая во внимание, что $Ц_э$=2,88 руб./кВт·ч, $Э_{е0}$=0,006; $Э_{е1}$=0,005, находим:

$$C_{э0} = 2,88 \cdot 0,006 = 0,018 руб / л,$$

$$C_{э1} = 2,88 \cdot 0,005 = 0,015 руб / л.$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание гидротарана определяется по следующей зависимости [2]:

$$C_{рто} = \frac{C_б \cdot Н_{рто}}{100 \cdot W_г \cdot T_{год}}, \quad (3.36)$$

где $Н_{рто}$ – суммарная норма затрат на РТО, %.

$$C_{рто0} = \frac{68000 \cdot 18}{100 \cdot 78{,}6 \cdot 1350} = 0{,}115\,руб/л,$$

$$C_{рто1} = \frac{55080 \cdot 18}{100 \cdot 93 \cdot 1350} = 0{,}079\,руб/л.$$

Амортизационные отчисления вычисляются по следующей зависимости [2]:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}}, \qquad (3.37)$$

где а – норма амортизации, %.

Принимая по нормативам, что $a_{0,1}$=20%, находим

$$A_0 = \frac{68000 \cdot 20}{100 \cdot 78{,}6 \cdot 1350} = 0{,}128\,руб/л,$$

$$A_1 = \frac{55080 \cdot 20}{100 \cdot 93 \cdot 1350} = 0{,}088\,руб/л.$$

$$S_0 = 2{,}69 + 0{,}018 + 0{,}115 + 0{,}128 = 2{,}95\,руб/л,$$

$$S_1 = 2{,}27 + 0{,}015 + 0{,}079 + 0{,}088 = 2{,}45\,руб/л.$$

Приведённые затраты на работу конструкции определяют по следующей зависимости [2]:

$$C_{пр} = S + E_н \cdot к = S + E_н \cdot F_t, \qquad (3.38)$$

где $E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

К – удельные капитальные вложения или фондоёмкость.

Принимая, что $E_н$=0,15 находим:

$$C_{прив0} = 2{,}95 + 0{,}15 \cdot 0{,}128 = 2{,}97\,руб/л,$$
$$C_{прив1} = 2{,}45 + 0{,}15 \cdot 0{,}088 = 2{,}47\,руб/л.$$

Годовая экономия от использования нового гидротарана определяется по следующей зависимости [2]:

$$Э_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_r \cdot T_{год}, \tag{3.39}$$

где $T_{год}$ – годовая нормативная загрузка, ч.

Принимая во внимание, что $T_{год}$=1350, находим:

$$Э_{год} = (2{,}95 - 2{,}45) \cdot 93 \cdot 1350 = 62287\,руб.$$

Годовой экономический эффект определяется по следующей зависимости [2]:

$$E_{год} = (C_{прив0} - C_{прив1}) \cdot W_r \cdot T_{год},$$
$$E_{год} = (2{,}97 - 2{,}47) \cdot 93 \cdot 1350 = 63049\,руб. \tag{3.40}$$

Срок окупаемости капиталовложений определяется по следующей зависимости [2]:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{Э_{год}}, \tag{3.41}$$

$$T_{ок} = \frac{55080}{62287} = 0{,}88 года.$$

Коэффициент эффективности капиталовложений определяется по следующей зависимости [2]:

$$E_{эф} = \frac{Э_{год}}{C_{б}} = \frac{1}{T_{ок}},$$
$$E_{эф} = \frac{1}{0{,}88} = 1{,}13 \qquad (3.42)$$

Результаты расчетов заносятся в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	проектируемой
1.	Часовая производительность	л/ч	78,6	93
2.	Фондоёмкость процесса	руб/л	0,128	0,088
3.	Энергоёмкость процесса	Вт/л	0,006	0,005
4.	Металлоёмкость процесса	кг/л	0,00008	0,000079
5.	Трудоёмкость процесса	ч-ч/л	0,013	0,011
6.	Уровень эксплуатационных затрат	руб/л	2,95	2,45
7.	Уровень приведённых затрат	руб/л	2,97	2,47
8.	Годовая экономия	руб	-	62287
9.	Годовой экономический эффект	руб	-	63049
10.	Срок окупаемости капитала вложений	лет	-	0,88
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-		1,13

ВЫВОДЫ

Анализ существующих и патентных материалов показывают, что в области создания рациональных систем механизированного водоснабжения на пастбищах отгонного животноводства научные изыскания выполнялись лишь по отдельным элементам системы, без учета их внутренних взаимосвязей, что приводило к недооценке таких факторов, как продуктивность малодебитных водоисточников, влияющих на эффективность систем механизированного водоснабжения.

Использование комплексов систем механизированного водоснабжения на пастбищах отгонного животноводства показывает, что низкая реализация технико-экономического потенциала систем не позволяет обеспечить своевременность и качество процесса водоснабжения при сложившихся методах их проектирования. Поэтому исследование закономерностей функционирования элементов водоснабжения, установление взаимосвязей параметров машин, режимов их использования с учетом показателей качества продукции и технического потенциала являются важной научной и производственной проблемой

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брагинец Н.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства/ Н.В. Брагинец, Д.А.Палникин.-3-е изд., - М.: Агропромиздат,1991-191с.

2. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных работ квалификационных работ – Казань, 2009.

3. Великонис, В.Ю. Поение крупного рогатого скота на культурных пастбищах // Информ. листок №22,- Вильнюс, 2000. – 12 с.

4. Вернадский, В.И. История природных вод. /В.И. Вернадский// - М: Наука, 2013. - 752 с.

5. Гончаров, В.А. Охрана труда: Практикум. /В.А. Гончаров// Мн.: БГЭУ, 2003. – 87 с.

6. ГОСТ ОКС 01.110, ОКСТУ 3103, 3104, 3403. Энергетическая эффективность. Показатели. Общие положения. - Введен 07.01.2000. - 13 с.

7. Мисенев, В.С. Водоснабжение животноводческих ферм и пастбищ/ В.С. Мисенев, С.И. Мурашев, С.И. Поляков и др.,- М.: Колос, 1974.

8. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ “Школа”, 2004-144с.

9. Кашеков, Л.Я. Механизация водоснабжения животноводческих ферм.- М.: Сельхозгиз,1961.

10. Каплан, Р.М. Механизация водоснабжения на пастбищах/ Р.М.Каплан, А.А.Яковлев.-Алма-Ата:Кайнар,1986.

11 Коршак, А.А. Основы нефтегазового дела. /А.А.Коршак, А.М.Шаммазов//. Изд-во “Дизайнполиграфсервис”, 2005, - 544 с,

12. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. / Л.Г. Лойцянский // - М: Наука, 1987. - 904 с.

10. Мовсисянц, А.П. Водопой скота на пастбшце.-М.: Россельхозиздат,1979.

13. Мельников, С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов.-2-е изд., перераб. и доп.-Л.:Агропромиздат, Ленинград.отдел., 1985.

14. Теория, расчёт и конструкции. / В.М. Овсепян// М.: Изд-во Машиностроение, 1998.- 124 с.

15. Оводов, В.С. Водоснабжение отгонного животноводства/ В.С. Оводов, В.Г. Ильин, Н.И. Ересенков.-М.: Сельхозгиз,1957.

16. Папаяни, Ф. А . Энциклопедия эрлифтов/ Ф.АПапаяни, Л.Н. Козыряцкий, А.П. Кононенко, В.С., Пащенко// М., Химия, 1995, - 430 с.

17. Спиридонов, А.Л. Сельскохозяйственные постройки и водоснабжение. -2-е изд., перераб.-М.:Сельхозгиз,1956.

18. Сурков, И.М. Экономический анализ деятельности сельскохозяйственных организаций / И.М. Сурков//. - М.: КолосС, 2012. - 240 с.

19. Уссаковский, В.М. Водоснабжение в сельском хозяйстве.- М.: Агропромиздат, 1989.

20. Фортов, В.Е. Энергетика в современном мире. /В.Е. Фортов, О.С. Попель// Научное издание - Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011.- 168 с.

21. Шаммазов, А.М. История нефтегазового дела России/ А.М. Шаммазов и др.//. М.: Химия, 2001. - 316 с.

22.Эткин, В.А. Теоретические основы бестопливной энергетики. http://bourabai.ru/etkin/energy.pdf. 2013.-155 с

23. Эксплуатация и ремонт систем сельскохозяйственного водоснабжения: справочник/сост. Г.А. Волоховский.- М.:Россельхозиздат,1986.