

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра Машин и оборудования в агробизнесе

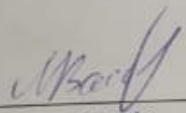
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование системы микроклимата овощехранилища с разработкой калориферной установки

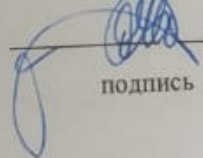
Шифр ВКР 35.03.06.249.20. ПЗ

Выполнил _____ студент


подпись

Вахитов М.М.
Ф.И.О.

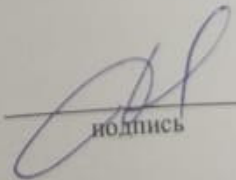
Руководитель к.т.н., доцент
ученое звание


подпись

Дмитриев А.В.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 12 от «17» июля 2020)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Кафедра Машин и оборудования в агробизнесе

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

«18» 06 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Вахитову Мансуру Мубаракяновичу

Тема ВКР Совершенствование системы микроклимата овощехранилища с разработкой калориферной установки

утверждена приказом по вузу от «22» 05 2020 г. № 178

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 18.06.20

3. Исходные данные

1. Научно-техническая и справочная литература.
2. Патенты и авторские свидетельства по теме проекта.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Литературно-патентный обзор по теме ВКР
2. Технологическая часть;
3. Конструкторская часть.

5. Перечень графических материалов

1. Схема овощехранилища;
2. Существующие системы вентиляции;
3. Система вентиляции овощехранилища;
4. Сборочный чертеж;
5. Рабочие чертежи.

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант

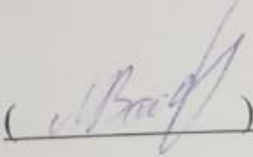
7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

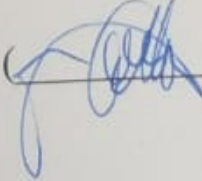
№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный обзор		
2	Технологическая часть		
3	Конструкторская часть		

Студент

Вахитов М.М.

()

Руководитель ВКР к.т.н., доцент Дмитриев А.В.

()

Аннотация

На выпускную квалификационную работу Вахитова Мансура Мубаракяновича на тему «Совершенствование системы микроклимата овощехранилища с разработкой калориферной установки».

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 54 листах машинописного текста, включающую 2 таблицы, 12 рисунков. Библиографический список содержит 20 наименований. Графическая часть проекта выполнена на 5 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, заключения и списка использованной литературы.

В первом разделе приведен обзор существующих систем поддержания микроклимата и анализ конструкций вытяжных устройств.

Во втором разделе приводится обоснование предлагаемой системы микроклимата овощехранилища. В разделе так же приведены технологические расчеты.

В третьем разделе представлено описание разработанной конструкции калориферной установки и его конструктивные расчеты. Разработана инструкция по охране труда и произведен технико-экономический расчет конструкции.

Abstract

For the final qualifying work of Vakhitov Mansur Mubarakyanovich on the topic "Improving the microclimate system of the vegetable storage with the development of a heating plant".

The final qualifying work contains an explanatory note on 54 sheets of typewritten text, including 2 tables, 12 figures. The bibliographic list contains 20 titles. The graphic part of the project is made on 5 sheets of A1 format.

The explanatory note consists of an introduction, three sections, a conclusion, and a list of references.

The first section provides an overview of existing systems for maintaining microclimate and analysis of exhaust device designs.

The second section provides the rationale for the proposed microclimate system of the vegetable storage. The section also provides technological calculations.

The third section describes the developed design of the heater unit and its design calculations. An instruction on labor protection was developed and a technical and economic calculation of the structure was made.

Введение.....	
1 Литературно-патентный обзор	
1.1 Анализ существующих технологий хранения и способов складирования	
1.2 Анализ существующих систем вентиляции	
1.3 Анализ существующих конструкций для создания микроклимата	
2 Технологическая часть	
2.1 Подготовка овощей к хранению	
2.2 Режимы хранения овощей	
2.3 Виды овощехранилищ и основные требования к хранению овощей	
2.4 Способы хранения овощей и особенности вентиляционных систем для овощехранилищ	
2.5 Технологический расчёт линии и подбор технологического оборудования ..	
2.6 Технологические требования овощей к хранению	
2.7 Технологические требования к системам регулирования микроклимата.....	
3 Конструкторская часть	
3.1 Проектируемая отопительно-вентиляционная система	
3.2 Принцип работы проектируемой системы вентиляции	
3.3 Конструктивные расчеты	
3.4 Безопасность жизнедеятельности.....	
3.4.1 Мероприятия для улучшения состояния охраны труда при хранении овощей	
3.4.2 Инструкция по охране труда при эксплуатации вентилятора и привода заслонки.....	
3.5 Экономическая эффективность конструкторской разработки	
3.5.1 Определение стоимости изготовления и затрат.....	
3.6 Физическая культура на производстве	
Выводы и предложения	
Список использованной литературы.....	

Введение

Магистральным направлением в дальнейшем развитии сельского хозяйства нашей страны является курс на специализацию и концентрацию и совершенствование организационных форм производства на базе агропромышленных объединений и предприятий.

Наряду с интенсивным увеличением производства зерна большое внимание в СХП будет уделено производству овощей. Перевод этих отраслей на промышленную основу позволит в комплексе решать вопросы, связанные с производством, хранением и переработкой продукции.

Здания и сооружения комплексов с блокированными между собой с учетом обеспечения единого технологического процесса и применения комплексной механизации, повышающий сохранность овощей.

Определенный интерес представляет современная зарубежная практика послеуборочного хранения овощей и в агропромышленных комплексах рассчитанных на прием, обработка, хранения и переработку овощей. За рубежом хранилище как правило, строит в местах производства овощей. В состав хранилищ входят здания и сооружения для приемки и обработки продукции. Агропромышленные комплексы включают в себе и предприятия по переработке овощей на полуфабрикаты.

Умелое использование передового опыта эксплуатации современных комплексов для хранения овощей как у нас, так и зарубежом будет способствовать надежному снабжению нашей страны продовольствием и сельскохозяйственными сырьем.

Задачей ВКР является разработка системы автоматического управления микроклиматами овощехранилища с учетом перспектив её развития.

1 Литературно – патентный обзор

1.1 Анализ существующих технологий хранения и способов складирования

Система поддержания климата в овощехранилище обеспечивает стабильные условия хранения с учетом испарения, выделения тепла и, так называемого, дыхания продукта в процессе его хранения.

Важнейшим климатическим параметром при хранении овощей и фруктов является влажность, которая для хранения различных видов овощей и фруктов должна быть разной. Для многих овощей и фруктов рекомендованная для хранения относительная влажность воздуха лежит в пределах от 80 до 95%. Пониженная влажность способствует пересыханию продукта и потерям в весе, а повышенная влажность вызывает гниение продукции.

Температура хранения продукта очень сильно влияет на скорость протекания в нем различных химических процессов и активность возбудителей различных болезней. Резкие колебания температуры приводят к образованию конденсата и гниению продукта.

Для повышения сохранности овощей и фруктов важно создать оптимальный состав находящегося в овощехранилище воздуха. Фрукты и овощи лучше сохраняются и медленнее дозревают при пониженном уровне кислорода. Также важно следить за концентрацией углекислого газа в овощехранилище и поддерживать ее на оптимальном уровне.

Хранении многих овощей и фруктов сопровождается выделением тепла. С одной стороны это хорошо, так как защищает хранящийся продукт от переохлаждения при зимнем хранении. Но с другой стороны выделяемое тепло при отсутствии должной вентиляции овощехранилища может приводить к перегреву продукции и, как следствие, к ее порче.

1.2 Анализ существующих систем вентиляции

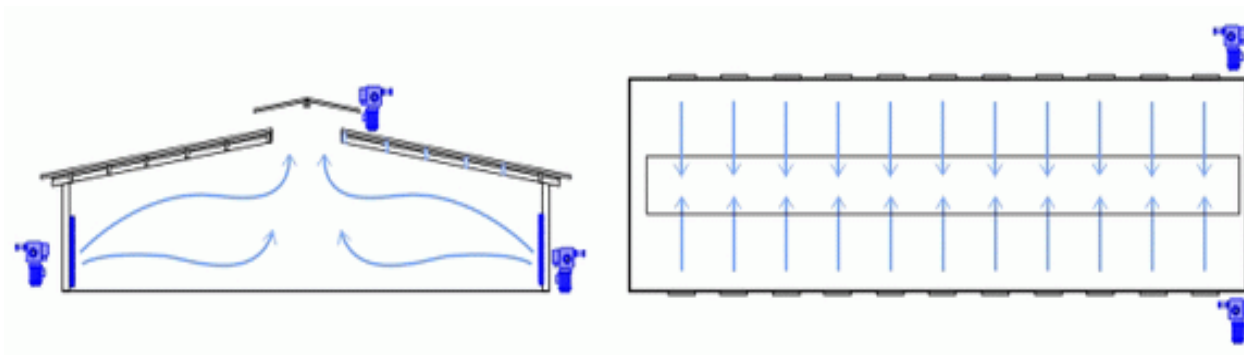


Рисунок 1.1 - Крышная система вентиляции

Наиболее энергосберегающий вид вентиляции, использующий силу ветра. Вентилирование осуществляется за счет приточных клапанов, расположенными с двух сторон и кровельного конька, без использования вентиляторов.

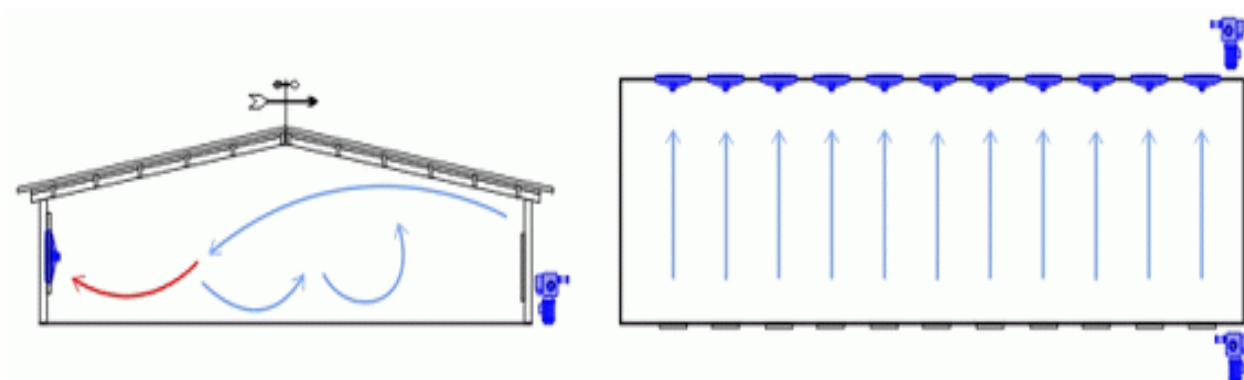


Рисунок 1.2 - Поперечная система вентиляция

Функционирует на базе естественной вентиляции, используя силу ветра, когда условия (направление и скорость) адекватные вентиляторы отключены, что позволяет экономить электроэнергию. Когда, при экономии энергии, желаемые параметры микроклимата не сохраняются, имеется возможность перейти на принудительную вентиляцию, закрывая окна со стороны вентиляторов и подключая боковые вентиляторы, которые увеличивают свою скорость в соответствии с поступаемым воздухом.

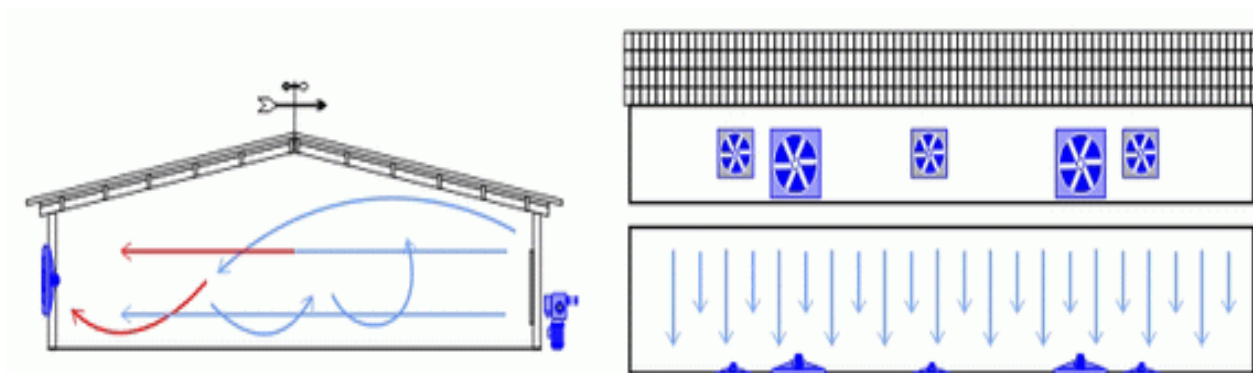


Рисунок 1.3 - Поперечная комбинированная вентиляция

Функционирует на базе естественной вентиляции, используя силу ветра. Когда, при экономии энергии, желаемые параметры микроклимата не сохраняются, имеется возможность перейти на принудительную вентиляцию, закрывается штора со стороны вентиляторов и подключаются боковые вентиляторы малой мощности. При необходимости подключаются вентиляторы большой мощности.

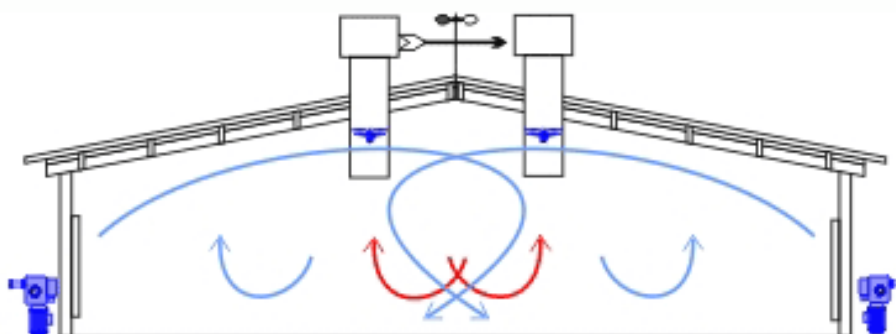


Рисунок 1.4 - Крышная диффузная вентиляция

Функционирует на базе естественной вентиляции, используя силу ветра. Когда, при экономии энергии, желаемые параметры микроклимата не достигаются, имеется возможность перейти на принудительную вентиляцию, устанавливая боковые окна в необходимую позицию, переходя к работе вентиляторов вытяжных шахт.

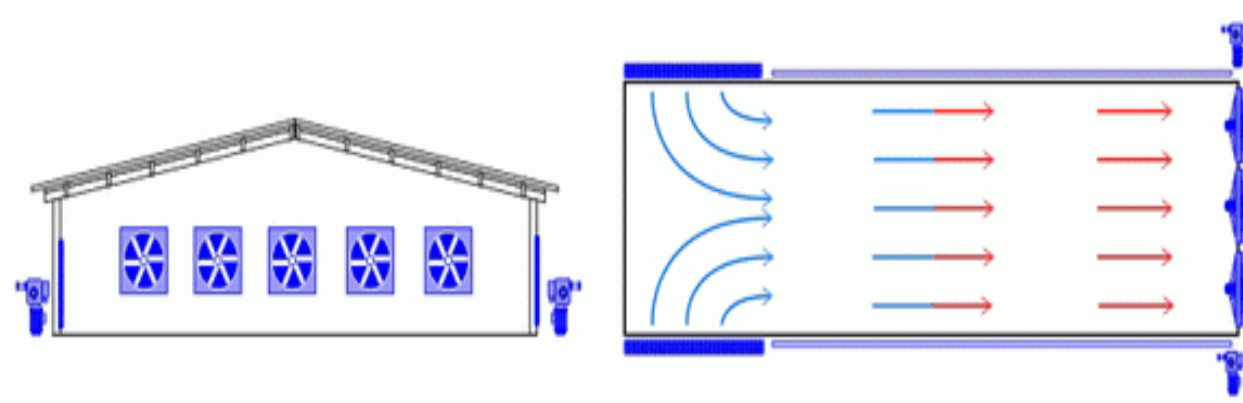
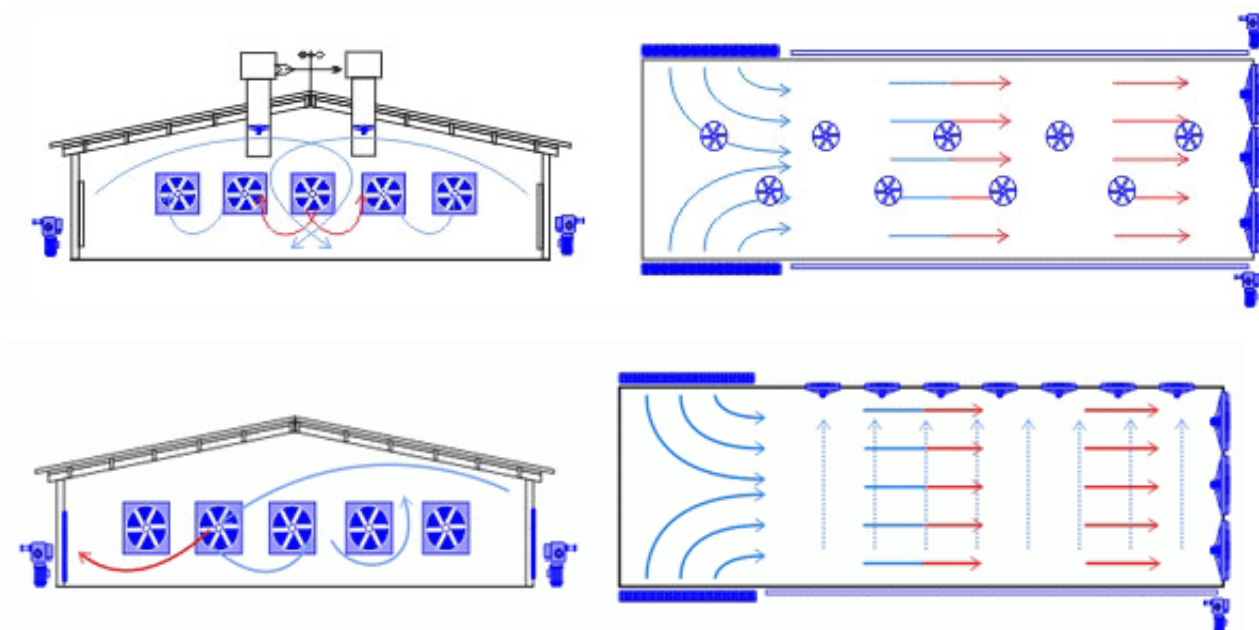


Рисунок 1.5 - Туннельная вентиляция

Функционирует на базе естественной вентиляции, используя силу ветра, когда условия (направление и скорость) адекватные вентиляторы остаются отключенными, что позволяет экономить электроэнергию. Когда, при экономии энергии, желаемые параметры микроклимата не сохраняются, имеется возможность перейти на форсированный режим «Туннель». В этом случае все боковые окна закрываются и поэтапно включаются вентиляторы большой мощности, достигая таким образом оптимального охлаждения по всему объему помещения, благодаря появляющемуся потоку воздуха. Применение данного вида вентиляции возможно в сочетании с ранее упомянутыми вариантами.



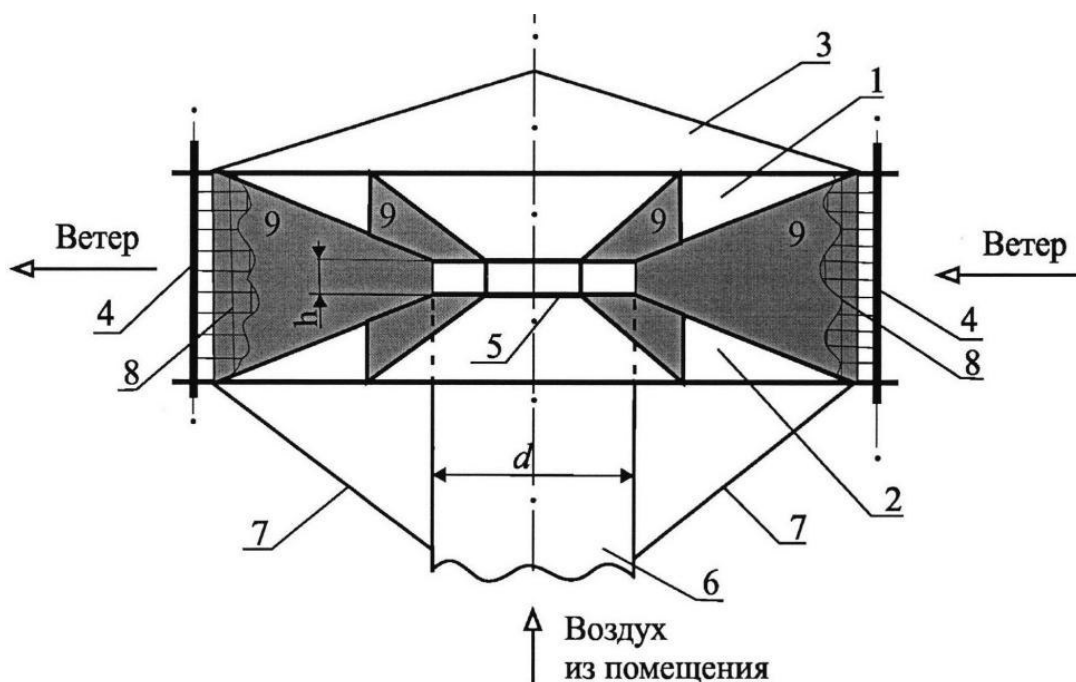
1.3 Анализ существующих конструкций для создания микроклимата

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы на первом этапе нами был проведен патентный поиск способов и конструкций создания оптимального микроклимата помещений для хранения сельскохозяйственной продукции. Обзор конструкций проводился по материалам патентного фонда и библиотечного фонда Казанского ГАУ.

В соответствии с темой был осуществлен патентный поиск для выявления аналогов и прототипа. Спроектированная конструкция должна отличаться высокой степенью эффективности работы, надежностью, малыми габаритами, простой конструкцией, удобством в обслуживании, минимальной металлоемкостью. Конструкция должна иметь отличительные признаки прототипа, а по новым признакам должна отвечать условиям конечной цели исследования.

Известно устройство (рисунок 1.6) для вентиляции и кондиционирования воздуха, которая может быть использовано в естественной канальной вентиляции промышленных и складских помещений.

Поверхности усеченных дисков снабжены шестью вертикальными радиальными сплошными перегородками из эластичного материала, образующих между собой угол 60° и расположенных от периметров большого основания конических дисков до отверстия стояка. Данное конструктивное исполнение позволяет повысить скорость струи ветра между малыми основаниями усеченных дисков, т.е. увеличить динамическое давление воздушной струи, соответственно, уменьшить статическое давление в отверстии стояка и увеличить воздушное разрежение в выходном сечении вентиляционного стояка. При этом возрастает движущая сила процесса (естественной вентиляции) - разность статического давления на входе - выходе воздуха в вентиляционном стояке для вытяжки внутреннего воздуха из помещения, что способствует увеличению скорости удаляемого воздуха, его расходу, повышается воздухообмен с окружающей средой.



1 - верхний усеченный диск; 2 - нижний усеченный диск; 3 - конический диск; 4 - стойки; 5 - отверстие; 6 - патрубок вентиляционного стояка; 7 - укосины; 8 - защитная сетка; 9 - радиальные перегородки.

Рисунок 1.6 - Устройство для вентиляции и кондиционирования воздуха

Работа дефлектора основана на использовании энергии потока воздуха - ветра. Увеличить скорость удаляемого воздуха в вытяжной трубе (шахте), соответственно, повысить его скоростной (динамический) напор и естественную вентиляцию в помещении можно за счет установки над устьем вытяжного устройства насадки в виде сопла Вентури. При движении воздуха через сопло Вентури в сечениях ее элементов статическое и динамическое давление воздушного потока отличаются значительно друг от друга. В горловине, где сечение потока наименьшее, а скорость наибольшая, динамическое давление потока возрастает, а статическое давление снижается, что увеличивает степень разрежения. И, наоборот, на выходе из диффузора, где сечение потока наибольшее, динамическое давление уменьшается, а статическое давление увеличивается. Таким образом, сопло Вентури (вставку Вентури) используют в качестве эжектирующего элемента. Установлено, что степень разрежения в канале горловины зависит от ширины горловины и скорости ветра, она повышается с увеличением скорости ветра.

Дефлектор для вытяжки загрязненного воздуха из помещений работает следующим образом. Наружный воздух за счет энергии ветра поступает в канал, образованный двумя усеченными коническими дисками 1, 2 последовательно проходит его конусную сужающую (конфузорную) часть, зазор (горловину) между малыми основаниями усеченных конусов, расширяющую (диффузорную) часть и выходит в атмосферу. При этом в горловине возникает эжектирующий эффект из-за снижения статического давления и повышения динамического давления. Возрастает движущая сила процесса (естественной вентиляции) - разность статического давления на входе - выходе воздуха в патрубке 6 вентиляционного стояка для вытяжки внутреннего воздуха из помещения, что способствует увеличению скорости удаляемого воздуха, т.е. его расходу, повышается воздухообмен с окружающей средой.

Для обеспечения наибольшей эффективности работы дефлектора при изменении скорости ветра существует возможность изменить (уменьшить или увеличить) расстояние между малыми основаниями усеченных дисков h , соответственно, отношение h/d , за счет изменения длины стоек 4 между усеченными дисками 1, 2 при помощи резьбового гаечного крепления, т.е. оптимизировать процесс удаления загрязненного воздуха в процессе эксплуатации в данном климатическом районе.

В отдельных случаях применение разработанного устройства для вытяжки загрязненного воздуха из помещений исключает применение вентиляторов для механического удаления воздушной среды, т.е. способствует экономии материальных средств и энергоресурсов.

Известен теплогенератор (рисунок 1.7) для воздушного отопления и электроснабжения сельскохозяйственных объектов (фермы, мастерские, зернохранилища, овощехранилища, сушилки фруктов, грибов), жилых домов и бытовок в арктических условиях эксплуатации. Для более полного использования тепловой энергии сгораемого перед воздухонагревателем топлива при одновременном получении горячего воздуха для работы

воздушной турбины, нагревания воздуха, энергосберегающего нагнетания воздуха в системы воздушного отопления и получения электроэнергии от газотурбогенератора, работающего за счет энергии отходящих от воздухонагревателя продуктов сгорания топлива. Сжатый компрессором атмосферный воздух подается в воздухонагреватель. Нагретый в воздухонагревателе воздух используется для работы воздушной турбины, которая служит приводом воздушного компрессора. Теплый воздух с остаточным давлением после воздушной турбины подается в горелку и в систему воздушного отопления.

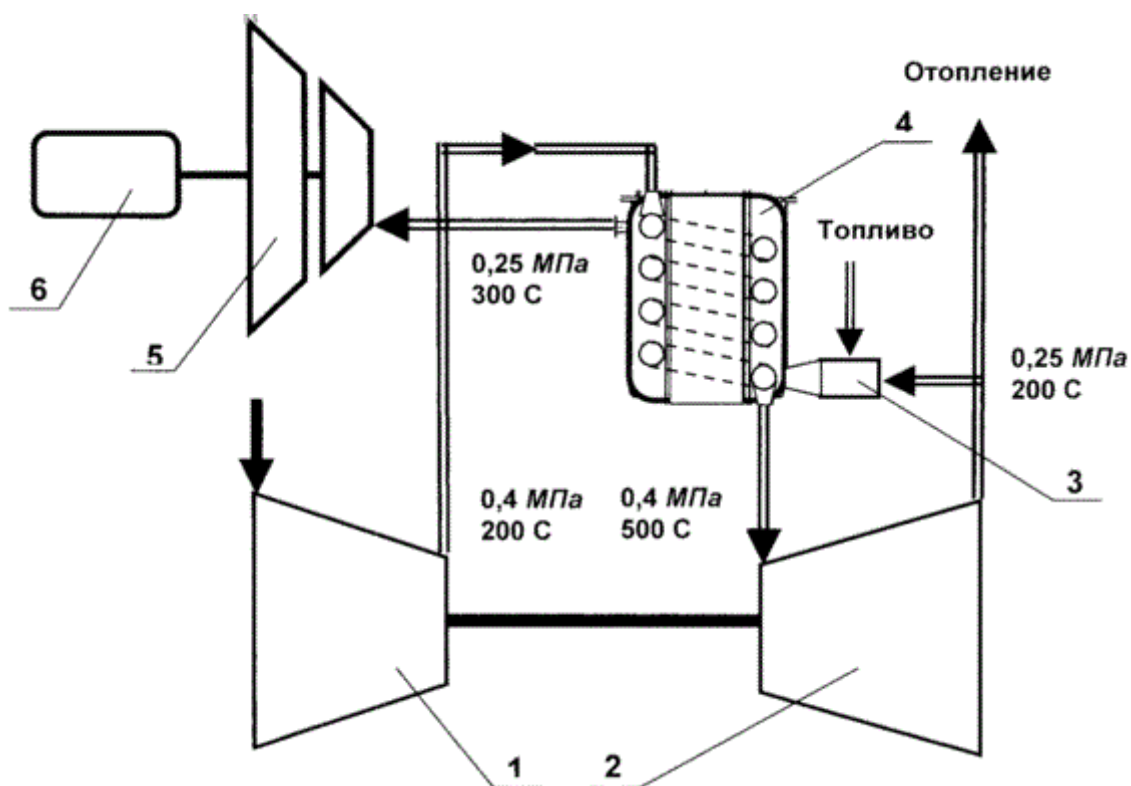


Рисунок 1.7 - Теплогенератор для воздушного отопления и электроснабжения

Теплоэлектрогенератор содержит воздушный компрессор 1, воздушную турбину 2, преобразующую энергию нагретого сжатого воздуха в механическую работу для привода компрессора 1, горелку топлива 3, воздухонагреватель 4, газовую турбину 5, преобразующую энергию продуктов сгорания топлива в механическую работу для привода электрического генератора 6.

Воздушный компрессор 1 расположен на общем валу с воздушной турбиной 2, горелка топлива 3 подведена к воздухонагревателю 4, сжатый воздух от компрессора 1 подводится к воздухонагревателю 4, горячий воздух от воздушной турбины 2 отводится к потребителям тепла. Продукты сгорания топлива идут на газовую турбину 5, расположенную на общем валу с электрическим генератором 6.

Работает теплоэлектрогенератор следующим образом. Атмосферный воздух сжимается по адиабате в воздушном компрессоре 1 до 0,4 МПа, нагреваясь до 200°C, затем сжатый воздух подогревается в воздухонагревателе 4 до 500°C и поступает в воздушную турбину 2, где совершая работу (привод компрессора), воздух расширяется по адиабате до давления 0,25 МПа, и его температура понижается.

Часть горячего воздуха подается в горелку 3 для обеспечения горения топлива. В среде горячего воздуха происходит эффективное сгорание любого топлива с небольшим коэффициентом избытка воздуха. Продукты сгорания топлива передают часть тепловой энергии сжатому воздуху и поступают на вход газовой турбины 5. Воздух после воздушной турбины 2, имеющий остаточное давление и температуру около 200°C, отводится к потребителям тепла и другие цели. Применение электрического вентилятора не требуется.

Запуск теплоэлектрогенератора производится путем раскрутки турбины 2 и компрессора 1 сжатым воздухом, который отключается после выхода теплоэлектрогенератора на рабочий режим.

Работает воздушная турбина 2 и газовая турбина 5 при невысоких температурах рабочего тела (воздуха и отходящих продуктов сгорания), значит - не потребуются жаропрочные материалы для их изготовления. Мощность воздушной турбины 2, затрачиваемая на привод компрессора 1, регулируется подводом тепла к сжатому воздуху в теплообменнике 4, т.е. подачей в горелку топлива, сгораемого в горячей воздушной среде при постоянном давлении.

Таким образом, цикл работы с подводом тепла для отопления с.х. объекта и работы газовой турбины для привода электрического генератора завершается в атмосфере, имея невысокую температуру газов, отходящих от турбины, и значит - высокую эффективность использования энергии топлива. Важная особенность полезной модели - многотопливность (газ, органическое топливо, биотопливо и др.).

Обогрев в стране из-за условий нашего климата всегда находился на первом месте. Именно это привело к быстрому росту потребности такого вида обогревателя, как тепловая пушка.

Появление первых тепловых пушек на дизельном и газовом топливе с теплообменниками и вентиляторами для подачи тепла в складские помещения сразу сделало их популярными, так как далеко не все овощехранилища имеют централизованное отопление, и еще из-за мобильности и эффективности этих обогревателей. КПД микротурбин достигается за счет использования рекуператора тепла отходящих газов и без рекуператора не может иметь приемлемое значение, поэтому микротурбинные установки без рекуператоров не применяются. Отвод тепловой энергии от сгораемого топлива к воздуху в микротурбинах происходит через теплообменник с последующим нагнетанием теплого воздуха в отапливаемое помещение.

Принцип действия эжектора основан на преобразовании потенциальной энергии давления рабочего потока в кинетическую энергию, передаче части кинетической энергии от рабочего потока к эжектируемому потоку при смешении потоков и дальнейшем преобразовании кинетической энергии потока смеси в потенциальную энергию давления.

Теплоэлектрогенератор (рисунок 1.8) содержит газовую горелку 1 с вентилятором 2, эжектор 3 с камерой смешения 4, турбину 5, воздушный компрессор 6, воздуховод 7 для подачи воздуха от компрессора 6 к эжектору 3, электрический генератор 8. Воздушный компрессор 6 и электрический

генератор 8 имеют общий вал с турбиной 5, имеется воздуховод 9 для подачи теплого воздуха в отапливаемые помещения.

Работает эжекторный газовый теплоэлектрогенератор следующим образом. Перед розжигом газовой горелки 1 запускается вентилятор 2, воздух проходит через горелку 1 и поступает на турбину 5, которая раскручивается вместе с компрессором 4 и генератором 8. Воздух от компрессора 4 подается по воздуховоду 7 в сопло эжектора 3, которое создает разрежение в камере смешения 4 и самой горелке 1, увеличивая поток воздуха через горелку 1.

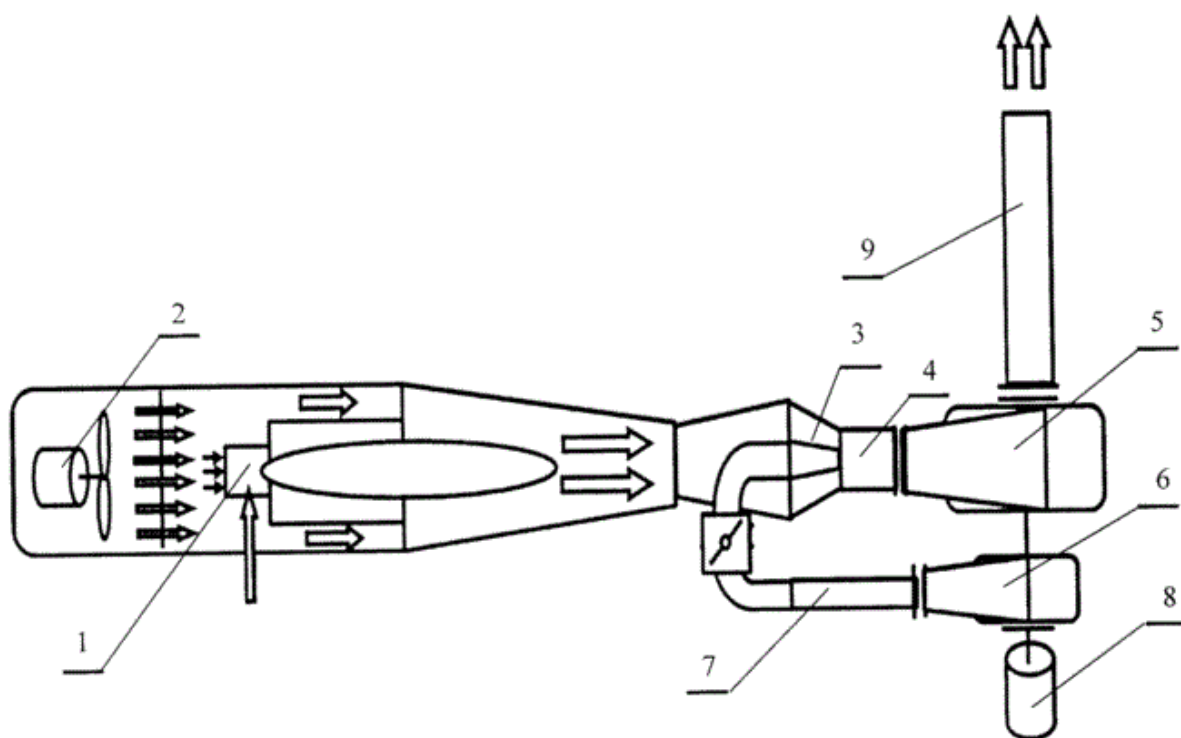


Рисунок 1.8 - Теплоэлектрогенератор

Затем в горелку 1 подается и поджигается топливо (газ) и начинается процесс горения с использованием на горение топлива воздушного подпора от вентилятора 2 и разрежения от эжектора. Продукты сгорания топлива с высокой температурой поступают от горелки 1 в камеру смешения 4 эжектора 3, в которой происходит смешивание продуктов сгорания с воздухом, проходящим через сопло эжектора 3. Рабочая смесь из воздуха и горячих продуктов сгорания с высоким теплосодержанием подается на турбину 5, мощность турбины 5, частота вращения турбины 5 с компрессором 6 и расход воздуха через сопло эжектора 3 увеличиваются.

Разрежение в горелке 2 возрастает и поступающего из атмосферы воздуха становится достаточно для обеспечения автономного горения при полном сгорании топлива в горелке 1. Отходящая от эжектора горячая газоз-воздушная смесь с большим содержанием чистого воздуха, совершает работу в турбине 5, которая осуществляет привод компрессора 6 и электрического генератора 8. После турбины 5 рабочая смесь расширяется и с пониженной температурой и остаточным давлением нагнетается по воздуховоду 9 в отапливаемые помещения. Электрический вентилятор 2 отключается. Теплоэлектрогенератор выходит на режим автономного поддержания работы.

В процессе работы эжекторного газового теплоэлектрогенератора происходит более эффективное использование тепловой энергии продуктов сгорания топлива при одновременном получении тепла и электроэнергии. Это достигается благодаря прохождению двух термодинамических процессов в работе эжектора 3, связанных с использованием воздуха окружающей среды. Основная часть воздуха поступающего из атмосферы, засасывается компрессором 6, сжимается и под давлением поступает в сопло эжектора 3, при истечении из которого создает разрежение в камере смешения 4 эжектора 3. Под воздействием разрежения в эжекторе 3 воздух также засасывается из окружающей атмосферы, проходя через горелку 1, и используется на горение топлива в горелке 1.

2 Технологическая часть

2.1 Подготовка овощей к хранению

Процесс подготовки овощей начинают в периоде вегетации овощей. Лучшее время уборки – солнечные дни, когда температура почвы выше +50С. Для ускорения созревания овощей и снижение возможности заражения овощей болезнями рекомендуется за 10-11 дней до уборки скашивают и убирают ботву с поля. Овощи, которые более 70% заражены фузариозом сухой и мокрой гнилью, непригодны к длительному хранению и являются источником заражения соприкасающихся с ними здоровых овощей. Поэтому зараженный овощи загружают в отдельные секции не выше 2 метров и реализуют в первую очередь.

Партию овощей низкого качества до загрузки в хранилище необходимо перебрать при температуре 10-150С, что обеспечивает снижению процента их травмирования. Одним из важнейших условий, обеспечивающих сохранимость овощей при хранении, является послеуборочная их обработка, которая включает в себя отделение от растительных примесей и сорных частиц. Необходимо чтобы в овощах в этот период наносилась как можно меньше травм, так как поврежденные овощи интенсивно выделяют тепло и влагу, что приводит к их увяданию, то есть к потере веса, и корче.

Травмирование зависит как от способа уборки, так и от времени сортировки. Большое количество механических повреждений в виде содранной кожицы овощи получают при сортировании сразу после уборки.

2.2 Режимы хранения овощей

Процессы жизнедеятельности овощей в послеуборочный период протекает более интенсивно, а затем их активность, как правила, постепенно уменьшается, и в зимней период совсем ослабевает. Интенсивность обмена веществ и всех процессов, протекающих в овощах и картофеле, зависший от окружающей среды – температуры, влажности и интенсивности вентилирования.

Большое значение в жизнедеятельности овощей имеет период охлаждения, или, как иногда говорить, темп охлаждения. Допустимое величина темпа охлаждения зависит от свойств продукции.

Температуру в массе овощей после сбора следует снижать в течении 1-2 суток, если овощи имеют некоторое механические повреждения, и в течении 2-3 суток при незначительном количестве поврежденных овощей.

Быстрое охлаждение может привести к физиологическим заболеваниям овощей. Поэтому наиболее рационально охлаждать их со скоростью не более $3-4^{\circ}\text{C}$ в сутки. Если же на хранение поступает овощи зараженный фузариозом, вертициллезом корневыми гнилями и другими болезнями необходимо охладить как можно быстрее.

Рекомендуется следующие параметры относительной влажности и температура воздуха.

В период основного хранения (зимой) интенсивность вентилирования массы продукции целесообразно снижать на 50%.

Для того чтобы вентиляционный воздух пронизывал всю насыпь продукции и тем самым отводил от нее избыток тепла и влаги, он должен обладать определенным напором, который создается вентилятором.

Если загружаются мокрые овощи, то их с начала просушивают, кодовая в массу продукции наружным или смесь наружного или внутреннего воздуха. Срок сушки – не более 3 суток, вентилирование ведется непрерывно. Клапаны вытяжных такт должны быть открыты. Системой вентиляции в этом случае управляют в ручную. Итак, принятый способ хранения овощей включает:

- предварительное охлаждение до $t_0 = -10 \dots -13^{\circ}\text{C}$ приточной вентиляцией в течение $+ \dots 2$ суток.
- основное хранение при снижении вентиляции смеси (до 3 суток);
- наружного и внутреннего воздуха на 50%.
- при загрузке мокрых овощей проводится их подсушка вентиляцией смеси наружного и внутреннего (нагретого) воздуха интенсивностью 100%.

2.3 Виды овощехранилищ и основные требования к хранению овощей

Помещения для хранения овощей могут быть простейшими или стационарными. К первому типу принадлежат бурты (заглубленные или наземные) и траншеи, ко второму – любые специализированные овощебазы и хранилища, а также оборудованные подвалы жилых и производственных построек. Для большинства плодовоовощных продуктов температурный режим хранения колеблется в пределах $0\pm 1^{\circ}\text{C}$, однако некоторые культуры требуют поддержания более высоких показателей. Так, дозревающие во время пребывания на складе овощи и плоды нуждаются в дифференцированном обогреве. Ступенчатое изменение режима необходимо и для картофеля: $15-18^{\circ}\text{C}$ в лечебный период; $4-5^{\circ}\text{C}$ в основную зимнюю стадию хранения; $2-3^{\circ}\text{C}$ весной. В дополнение следует учитывать, что обогрев овощехранилища в кабинетах для сотрудников должен осуществляться согласно общепринятым для производственных помещений нормам. Подобные вариации вызывают немалые сложности при организации системы подачи тепла. Организация обогрева овощных хранилищ. Как только температура начинает сезонное снижение, и разница между внутренними и наружными показателями становится заметной, требуется подключать системы обогрева воздуха в помещении для поддержания ее на $2-3^{\circ}\text{C}$ выше. Это необходимо для предотвращения образования конденсата на продуктах и их порчи. На овощебазах большой площади применяются паровые и водяные калориферы. Раздача теплого воздуха может быть распределенной или сосредоточенной. В случае, когда централизованное теплоснабжение отсутствует, а организовать котельную в помещении не представляется возможным, для обогрева используют энергию электрического тока. Существуют электрокалориферы, предназначенные непосредственно для овощехранилищ с вентиляторами, дающими поток теплого воздуха до 6 м в ширину и 15 м в длину. Грамотная расстановка такого оборудования позволяет обеспечить равномерный прогрев помещения. Общая система отопления электричеством чрезвычайно затратна и не слишком надежна ввиду возможных перебоев в его подаче из-

за профилактических работ на линии, недостаточной отказоустойчивости оборудования или других причин. Использование дополнительных приборов для местного обогрева овощехранилища в кабинетах сотрудников или отдельных зонах базы усугубляет ситуацию.

Задачи, решаемые системой вентиляции овощехранилища:

- обеспечение оптимальной температуры на различных этапах хранения (сушка, лечение, подготовка к хранению, хранение, подготовка к отгрузке);
- обеспечение оптимального воздухообмена на различных этапах хранения (сушка, лечение, подготовка к хранению, хранение, подготовка к отгрузке);
- обеспечение оптимальной влажности при хранении продукции;
- удаление избытка углекислого газа;
- предотвращение образования конденсата на потолочных конструкциях и на самой продукции.

Сохранность овощей сильно зависит от созданного в овощехранилище микроклимата. Наиболее сильно влияют температура, влажность и концентрация углекислого газа. Корнеплоды, овощи и фрукты в период межсезонного хранения постоянно отдают тепло, влагу и углекислый газ в окружающий воздух. Повышенная температура влияет на активацию деятельности бактерий в сельхозпродукции. Это грозит заражением продукции грибковыми инфекциями и появлением быстроразрастающихся колоний плесени. Системы управления климатом в овощехранилище выполняет следующие задачи: управление температурой в овощехранилище, управление влажностью в овощехранилище, управление составом воздуха в овощехранилище.

Система управления вентиляцией овощехранилища включает в себя: вентиляторы канальные для обеспечения основной вентиляции овощехранилища. Потолочные антиконденсатные вентиляторы с подогревом для предотвращения образования конденсата на потолочных конструкциях овощехранилища. Вентиляторы оборудованные ТЭНами обогрева.

Используются для предотвращения образования конденсата на потолке камеры хранения и повреждения хранимого продукта. Клапаны с приводами и датчиками положения клапанов, регулирующие подачу воздуха с улицы и перемешивание воздуха, находящегося внутри овощехранилища, блоки автоматического управления системой вентиляции овощехранилища, включающие блок управления и блоки коммутации исполнительных элементов системы вентиляции (вентиляторы, клапаны и другие). Датчики температуры и влажности воздуха, внутри и снаружи овощехранилища, датчики температуры продукта, датчик концентрации углекислого газа (желателен) и другие элементы.

Многие системы управления микроклиматом овощехранилища позволяет работать как в автоматическом, так и в ручном режимах управления.

2.4 Способы хранения овощей и особенности вентиляционных систем для овощехранилищ

Наиболее распространенными способами размещения овощей в овощехранилище являются навалый и контейнерный типы хранения.

Навалый способ хранения овощей представлен на рисунке 2.1.

При навальном способе хранения овощей система управления вентиляцией овощехранилища должна включать в себя специальные вентиляционные перфорированные каналы для подачи воздуха, расположенные по полу овощехранилища.

Расчет количества и размеров каналов, необходимых для качественной вентиляции овощей, выполняется при проектировании овощехранилища с навальным способом хранения.

Система вентиляции картофелехранилища может быть построена на основе одного или нескольких мощных канальных вентиляторов (двухвентиляторная система), так и с использованием большого количества относительно маломощных вентиляторов (многовентиляторная система). Двухвентиляторная система вентиляции картофелехранилища будет

дешевле, чем многовентиляторная, но требования к конструкциям овощехранилища будут более строгими, а расчет элементов системы вентиляции — более сложным.

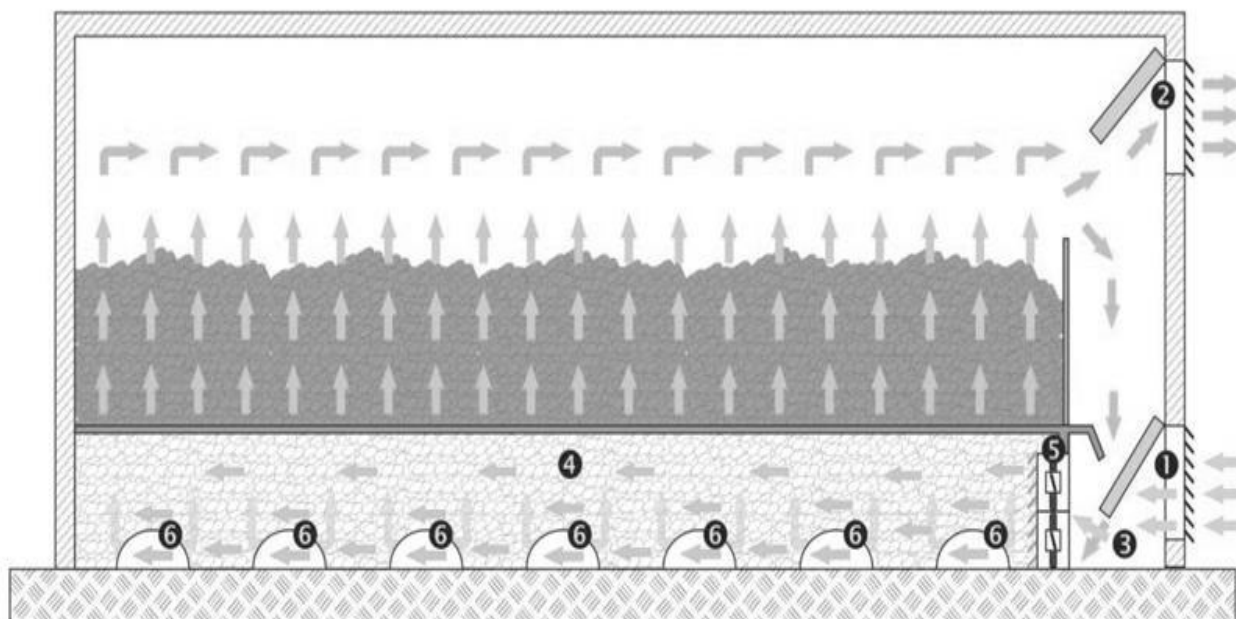


Рисунок 2.1 - Навальный способ хранения овощей

Для быстрого расчета стоимости системы вентиляции овощехранилища удобно использовать on-line калькулятор цены системы вентиляции овощехранилища.

Преимущества навалного типа хранения (в гурте): большая вместимость овощехранилища, отсутствие необходимости в изготовлении тары для хранения.

Недостатки навалного типа хранения: необходимость изготовления вентиляционных каналов под насыпанными овощами для подачи воздуха, необходимость создания вентиляционных галерей по обеим сторонам овощехранилища, сложность контроля и сортировки овощей в процессе хранения. Для более удобного доступа к различным зонам овощехранилища каналы рекомендуется делать съемными.

Контейнерный способ хранения овощей (рисунок 2.2).

При контейнерном способе хранения овощи хранятся в специальных контейнерах. Для создания наилучшего микроклимата для хранения овощей

при контейнерном способе хранения обычно применяют обще-обменную вентиляцию.

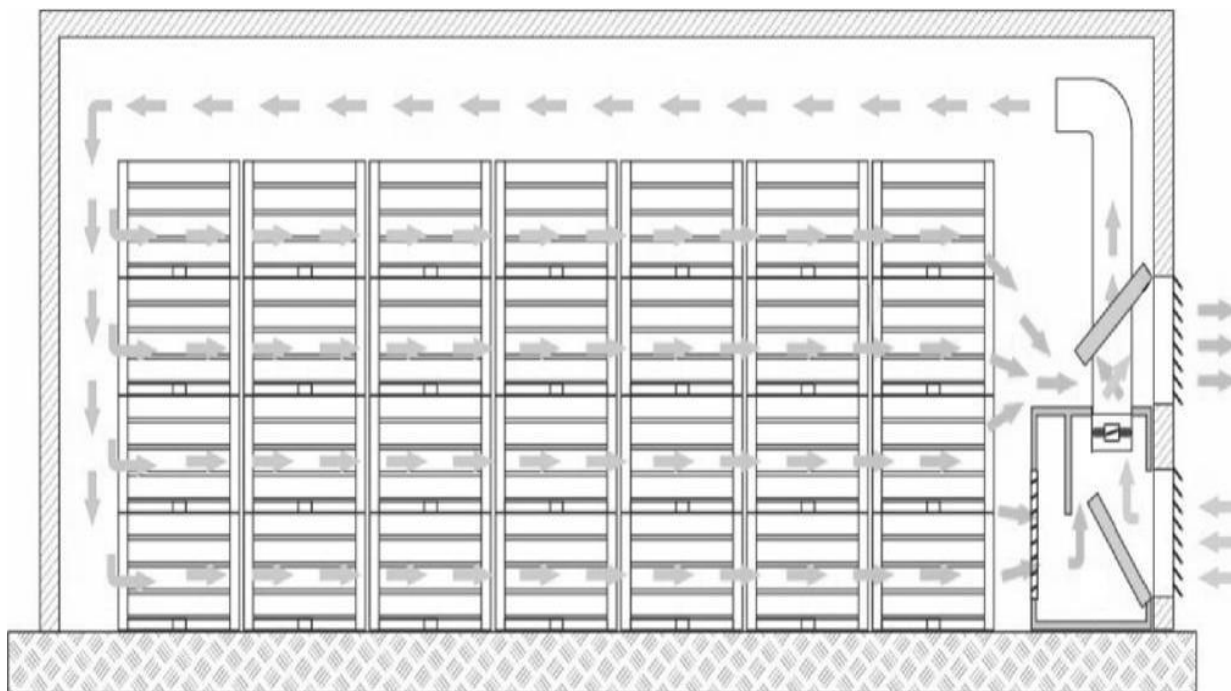


Рисунок 2.2 - Контейнерный способ хранения овощей

Преимущества контейнерного типа хранения: удобство контроля и сортировки овощей в процессе хранения, более простая система подачи воздуха в овощехранилище (достаточно системы обще-обменной вентиляции).

Недостатки контейнерного типа хранения: меньшая вместимость овощехранилища и необходимость в изготовлении тары для овощей.

2.5 Технологический расчёт линии и подбор технологического оборудования

Расчёт количества удаляемого тепла.

Основной показатель принудительной вентиляции – кратность воздухообмена. Кратность воздухообмена в овощехранилище берут от 15 до 30. Систему открытого вентилирования рассчитывают, исходя из необходимости выполнения наиболее важной задачи – быстрого охлаждения продукции в осенний период и поддержание оптимальных для хранения параметров в штабеле.

Количество тепла, которое необходимо удалить при охлаждении продукции, в общем виде вычисляют по формуле 4. стр. 135[2]

$$\sum Q = [C(t_n - t_k) + q \cdot \tau] \cdot P,$$

где $\sum Q$ – количество тепла, которое нужно удалить из хранилища за период охлаждения, ккал;

C - теплоемкость продукции, ккал/Т °С;

t_n - температура продукции в начале периода охлаждения, °С;

t_k - температура продукции в конце охлаждения;

q - среднее тепловыделение продукции при $t_{cp} = t_n + t_k/2$,
ккал/Т·сутки

τ - период охлаждения (сутки);

P - вес охлаждаемой продукции.

Таким образом, суммарное количество удаляемого тепла обеспечивается главным образом конвекцией и тепловыделением продукции. В точных расчетах учитывают также тепловыделение от источников света и электромоторов, однако оно мало, и им можно пренебречь. Температуру овощей при загрузке берем 10 °С.

В конце периода охлаждения овощей температура должна быть 1...2 °С. Принимаем $t_n = 20^\circ\text{C}$, $t_k = 2^\circ\text{C}$. Теплоемкость овощей равна $C = 950$ ккал/ Т °С стр.136 [15]. Среднее тепловыделение при 2 °С $q = 810$ ккал/Т·сутки, стр 136 [15]; Принимаем период охлаждения $\tau = 2$,сутки;

По проекту емкость хранилища $P=200$ Т.

$$\sum Q = [950(20 - 2) + 810 \cdot 2] 200 = 37,44 \cdot 10^5 \text{ ккал.}$$

Это значит за 2 сутки $37,44 \cdot 10^5$ ккал тепла надо удалить из хранилища. Определим сколько требуется удалить из хранилища за сутки.

$$Q_{\text{сут}} = \frac{\sum_{n=1}^{20} Q}{2} = 37,44 \cdot 10^5 / 2 = 18,5 \cdot 10^5 \text{ ккал/сут.}$$

Расчет количества воздуха.

Количество воздуха, которое нужно пропустить через хранилище для удаления тепла, рассчитывают по формуле 5 стр. 136 [15]

$$V = \frac{\sum Q}{0,31(t_1 - t_2)\tau},$$

где V - количество воздуха, необходимое для удаления тепла из хранилища, м³/сутки;

$\sum Q$ – количество тепла, которое нужно удалить, ккал;

0,31- средняя теплоёмкость воздуха, ккал/Т °С ;

t_2 – температура воздуха, подаваемая в хранилище, °С;

t_1 – температура воздуха, выходящего из хранилища;

τ - период охлаждения, сутки.

Принимаем, что за самый холодный зимний день хранения поступает воздух на 10 °С холоднее, чем выходит из него, т.е. $t_1 - t_2 = 3$.

Период охлаждения принимаем $\tau = 2$ сутки.

$$V = \frac{18,5 \cdot 10^5}{0,31 \cdot 10 \cdot 2} = 3,0 \cdot 10^5 \text{ м}^3/\text{сутки}.$$

Определим удаление воздуха за 1 час для

$$V_{\text{час}} = \frac{V}{24} = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ м}^3/\text{сут}}{24} = 2500 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Определим сколько уходит воздуха для охлаждения 1т. овощей за 1 час:

$$V_{1T} = \frac{V}{24} = \frac{3,0 \cdot 10^5}{24 \cdot 200} = 62,5 \text{ м}^3/\text{Т} \cdot \text{га}.$$

Подбор вентилятора

Подбираем вентилятор по количеству воздуха, необходимого для удаления тепла в целом из хранилища. По расчету количество воздуха, необходимое для удаления тепла из хранилища, $V=12500 \text{ м}^3/\text{час}$.

Подбираем 2 вентилятора, центробежный типа ЦУ – 70. $N = 6$. Производительность центробежного вентилятора $14500 \text{ м}^3/\text{час}$. Мощность электродвигателя, $N_{\text{дв}} = 4,5 \text{ кВт}$. Напор подаваемого воздуха через смеситель $200 - 1200 \text{ н/м}^2$. Частота вращения вентилятора $n = 930...1440 \text{ об/мин}$. Сечение смесительного клапана $1000 \times 1000 \text{ мм}$.

Воздух по воздухоподающим каналам равномерно распределяется при помощи шиберов, установленного на магистральном канале.

2.6 Технологические требования овощей к хранению

Для длительного хранения овощей в осенние, зимние, и весеннее периоды необходимо поддержание в овощехранилищах оптимальных параметров температур и влажности в зависимости от вида продукции. Так исторически сложившимися методами хранения овощей при температуре -10 -13°C и влажности 30% достаточно надежно обеспечивается в кирпичных хранилищах с естественной вентиляцией за счет самонагревания плодов и направленных потоков воздуха вследствие конусообразных форм перекрытий или определенным образом расположенных приточно – вытяжных шахт.

Однако укрепление хозяйств привело к сооружению крупнообъемных, в основном в бетонных хранилищах, имеющих повышенную влажность и поэтому требующих принудительной вентиляции.

Типовые хранилища в со сложностью хранилища практически не оснащены системами регулирования. Вследствие этого потери продукта составляет 30 –40%.

2.7 Технологические требования к системам регулирования микроклимата

В зависимости от типа помещения и представляемых требований возможны следующие схемы активной вентиляции:

1. Приточная вентиляция по t° наружного воздуха, отключаемая при снижении температуры ниже $t^{\circ} \leq -7^{\circ}\text{C}$ для предотвращения замерзания овощей. Вытяжная вентиляция – естественная.

2. Приточная вентиляция по температуре верхних и нижних слоев овощей. Вытяжная вентиляция – естественная.

3. Приточная вентиляция по переходу температуры – внутренней и наружной с электроподогревом воздуха в верхней части помещения.

4. Регулирование, обеспечивающее трехступенчатое изменение скорости двигателя вентилятора.

Возможны и другие варианты технологических схем. Во всех случаях системы распределения подаваемого воздуха – многоканальная, иногда с использованием рециркуляции внутреннего воздуха с целью уменьшения мощности подогрева свежего наружного воздуха.

Первая из перечисленных систем – наиболее проста, но не учитывает возможность превышения температуры верхних слоев сверх допустимых норм. Вторая система при протяженном помещении приводит к несогласованной работе вентиляторов в связи с неравномерностью температуры по длине помещения. Третья и четвертая схема обеспечивает большую надежность в поддержании температуры и влажности, но сложнее и более энергоемки.

3. Конструкторская часть

3.1 Проектируемая отопительно-вентиляционная система

Исходя из анализа существующих схем и опыта хранения овощей, представляется целесообразным использовать для бетонных хранилищ схему с активным вентилированием для поддержания заданной температуры в верхнем слое овощей $t_{\text{верх}}^{\circ} \leq -10^{\circ}\text{C}$ и внешнем $t_{\text{ниж}}^{\circ} \geq -13^{\circ}\text{C}$.

При этом установка вентиляторов целесообразна в зоне смещения воздуха наружного и рециркуляционного, а установка датчиков температуры – в центрах верхней и нижней части помещения.

Для ограничения притока холодного воздуха в холодные дни зимнего периода может быть примененокрытие заслонок (жалюзи) от температурного реле прямого действия, устанавливаемого снаружи и непосредственно воздействующего на заслонки (ТРПД-01).

Схема предусматривает возможность ручного управления работы вентиляторов. При необходимости, в районах резкого снижения зимних температур (если при отключенных вентиляторах температура нижнего слоя продолжает снижаться ниже -13°C) схема может быть дополнена применением подогрева воздуха.

Схема предусматривает автоматическое включение и выключение вентилятора и нагревательных элементов в заданной последовательности – во избежание перегорания нагревательных элементов. Сначала включается вентилятор, затем нагревательные элементы. Выключение производится в обратном порядке. Установка датчиков $t \leq -1^{\circ}\text{C}$ целесообразна по краям нижних частей помещения.

При недостатке необходимых датчиков схема может ограничиться замером температуры лишь в верхних слоях картофеля, т.к. согласно исследованиям ученых постепенное снижение температуры нижнего слоя

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.		Вахитов М.М.			Пояснительная записка			Лит.	Лист	Листов
Пров.		Дмитриев А.В.							1	
								Казанский ГАУ каф. МОА		
Н.контр.		Дмитриев А.В.								
Утв.		Халиуллин Д.Т.								

овощей до $t = -10 \dots -13^{\circ}\text{C}$ длительно сохраняет его свежесть (авторское свидетельство № 643118).

Типы датчиков для второй схемы: ПТР-3-03-А полупроводниковый трехпозиционный регулятор температуры, с датчиком камерного типа, монтаж настенный, вариант А (с замыканием н.о. контактов при повышении температуры). Точность срабатывания - $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Установка $t^{\circ} = -2^{\circ}\text{C}$. ПТР – 3-03-Б – то же, но с замыканием н.о. контактов при снижении температуры. Установка $t^{\circ} = 0^{\circ}\text{C}$. Для схемы 3 ПТР – 3-03-А – 1 шт. Точность срабатывания - $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Установка $t^{\circ} = -1^{\circ}\text{C}$.

3.2 Принцип работы проектируемой системы вентиляции

1. Режим закладки на хранение и сушки продукции.

Характеризуется повышенной интенсивностью вентиляции продукта (примерно в два раза выше, чем при хранении) с контролем оптимальной влажности. В этом режиме активно используется наружный воздух, который в случае необходимости может подогреваться.

Обычно сушка производится в течение 2-3 суток. Для сушки можно использовать как подогретый, так и охлажденный (в сравнении с температурой самой продукции) воздух, так как концентрация паров воды в холодном воздухе обычно ниже, чем в теплом, что создает осушающий эффект.

Для сушки картофеля повышенной влажности лучше вести его обдув на 4-5 градусов более теплым, чем сам картофель, воздухом.

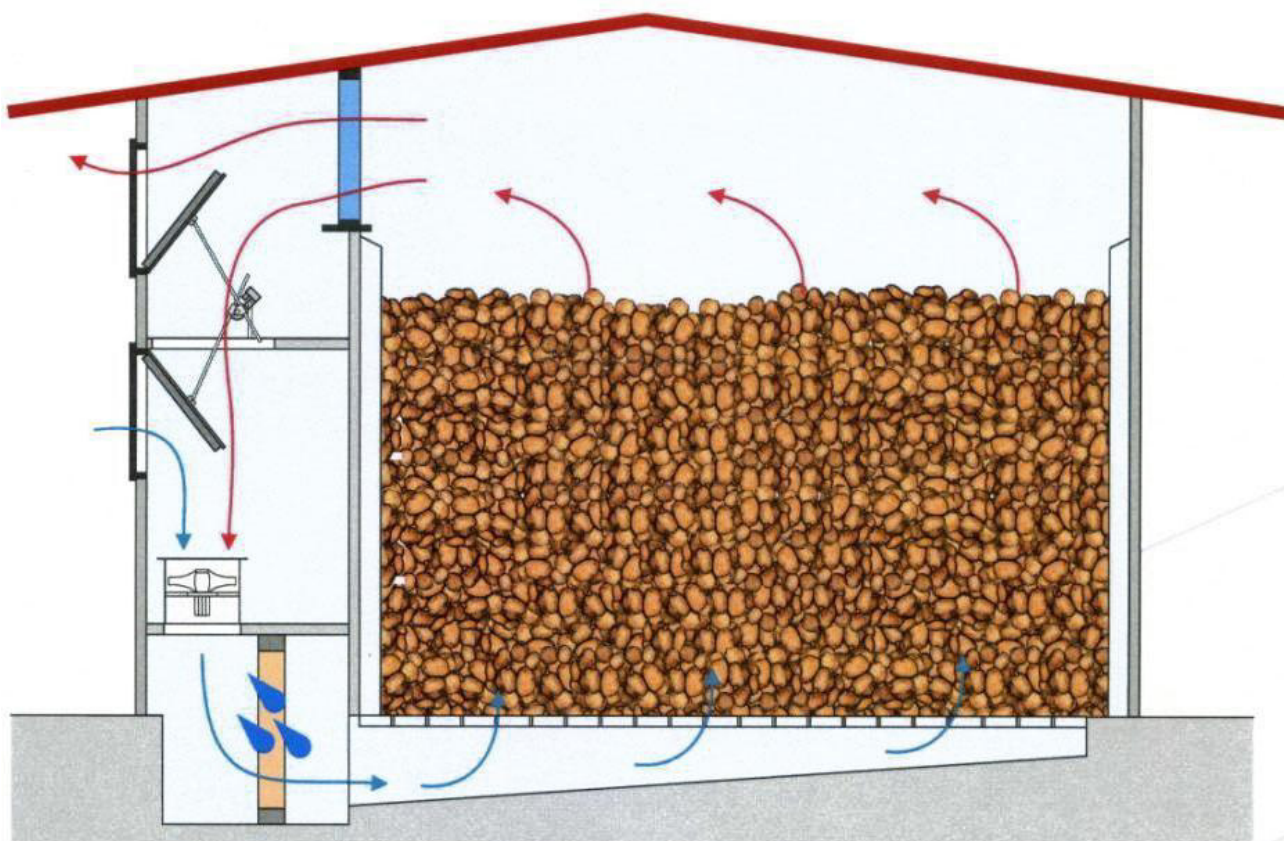
2. Лечение.

При интенсивной вентиляции ряд овощей, в том числе — картофель, способны к регенерации покровных тканей на участках их механических повреждений, что способствует их сохранности. Быстрее всего регенерируются покровные ткани у продолжающих расти или свежесобранных клубней и корнеплодов. Сохраняется эта способность и на первом этапе хранения, до тех пор пока не началось прорастание.

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В режиме лечения подача воздуха обычно осуществляется периодически 4-6 раз в сутки по 20-30 минут. Скорость воздуха при этом обычно составляет 0,1–0,5 м/с. При меньшей скорости воздушного потока не происходит регенерация поврежденных тканей, а при большей может произойти пересыхание поврежденных участков. Оптимальный режим вентиляции выбирается с учётом типа и состояния продукции.

Этот режим обычно используется от 7 до 14 суток.



3. Подготовка к длительному хранению.

В данном режиме выполняется постепенное снижение температуры продукта (примерно по 0,5 град. в сутки) до оптимального значения за счет снижения температуры воздуха в овощехранилище.

4. Режим хранения.

В данном режиме в овощехранилище поддерживаются оптимальные параметры хранения (температура, влажность, состав воздуха), осуществляется постоянное перемешивание воздуха и предотвращение образования конденсата. Режимы сушки, лечения и подготовки к хранению имеют огромное влияние на длительность последующего хранения

ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

продукции. Например, если картофель был собран с поля недостаточно просушенным или недозревшим, то он будет испарять в 10-20 раз больше влаги, чем полностью созревший и просушенный картофель. Излишняя увлажнённость снижает возможности заживления повреждений, что приводит к гниению продукта. Использование этих специальных режимов вентиляции для обеспечения формирования раневой перидермы уже в первые две недели после закладки, что значительно повышает сохранность продукции.

Антиконденсатные вентиляторы.

Важнейшее значение для сохранности плодоовощной продукции имеет предотвращение образования конденсата на поверхности хранимой продукции и потолке овощехранилища. Для этого в подпотолочной зоне овощехранилища устанавливаются специальные антиконденсатные вентиляторы. Антиконденсатные вентиляторы препятствуют созданию значительного перепада температур между хранимой продукцией и холодной поверхностью крыши, что может приводить к образованию конденсата на конструкциях крыши и его выпадению на продукцию. Для более эффективной работы путем создания тепловой завесы между потолком хранилища и продукцией антиконденсатные вентиляторы часто комплектуют ТЭНами (около 1,5 кВт). Важно, чтобы антиконденсатные вентиляторы были способны обеспечить хорошую циркуляцию воздуха над хранимой продукцией. Для этой цели применяют специальные вентиляторы, создающие направленную воздушную струю.

Фильтрация воздуха.

Желательно установить в систему вентиляции овощехранилища воздушные фильтры для очистки поступающего воздуха от пыли и мусора. Очистка воздуха важна не только для снижения уровня запыленности овощехранилища, но и для защиты оборудования самой вентиляционной системы. Фильтры устанавливаются таким образом, чтобы обеспечить к ним

					<i>ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

удобный доступ для смены фильтрующих элементов, которая обычно происходит ежемесячно.

3.3 Конструктивные расчеты

Расчет локального электрокалорифера

Исходные данные:

Мощность одного электронагревателя воздуха $P_{уст} = 1250$ Вт

Определяем силу тока одной спирали

$$I_C = \frac{P_{уст}}{3 \cdot n \cdot k \cdot U_\Phi}, \quad (3.1)$$

где n – число секций калорифера, $n = 1$;

k – число параллельных спиралей, $k = 4$ шт;

U_Φ – фазное напряжение, $U_\Phi = 220$ В.

$$I_C = \frac{1250}{3 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 220} = 0,93 \text{ А.}$$

Рассчитываем необходимое электрическое сопротивление спирали

$$R = \frac{(U_\Phi)^2}{P_{уст}} = \frac{220^2}{1250} = 39,3 \text{ Ом} \quad (3.2)$$

Определяем диаметр сечения проволоки спирали

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot I_C}{\pi \cdot I}}, \quad (3.3)$$

где I – плотность тока для проволоки из нихрома, $I = 8 \cdot 10^6$ А/м² [2].

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,93}{3,14 \cdot 8 \cdot 10^6}} = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Принимаем согласно ГОСТа проволоку $d = 1 \cdot 10^{-3}$ м

Определяем длину проволоки одной спирали

$$l = \frac{R \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot \rho_0}, \quad (3.4)$$

где ρ_0 – удельное электрическое сопротивление нихрома, $\rho_0 = 1,1 \cdot 10^{-7}$ Ом·м [2].

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

После подстановки численных значений в формулу (3.4) получим

$$l = \frac{39,3 \cdot \pi \cdot (1 \cdot 10^{-3})^2}{4 \cdot 1,1 \cdot 10^7} = 28 \text{ м.}$$

Скорость воздуха в калорифере при площади поперечного сечения камеры $A = 0,16 \text{ м}^2$

$$V = \frac{L_{\text{ВЛ}}}{A}, \quad (3.5)$$

где L_1 – расход воздуха через ТЭНы, $L_1 = 0,033 \text{ м}^3/\text{с}$ (см. техническую характеристику на вентилятор).

После подстановки численных значений в формулу (3.5) получим

$$V = \frac{0,033}{0,16} = 0,21 \text{ м/с.}$$

При атмосферном давлении и температуре воздуха $t_{\text{ВЫХ}} = 40^\circ\text{C}$ его теплопроводность $\lambda = 2,76 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$, а кинематическая вязкость

$$\nu = 16,96 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с.}$$

Коэффициент теплоотдачи спиралей электрокалорифера по критериальному уравнению конвективного теплообмена

$$\alpha = \frac{\lambda \cdot Nu}{d}, \quad (3.6)$$

где Nu – число Нуссельта;

$$Nu = c \cdot Re^n, \quad (3.7)$$

где Re – число Рейнольдса;

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{0,21 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{16,96 \cdot 10^{-6}} = 12,4 < 1000.$$

где c и n – постоянные, значения которых зависят от схемы обтекания нагревателей и характера течения воздуха; так как

$$Re = 12,4 < 1000, c = 0,825, n = 0,60.$$

После подстановки численных значений в формулу (3.7) получим

					<i>ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Nu = 0,825 \cdot (12,4)^{0,60} = 3,74/$$

После подстановки численных значений в формулу (3.6) получим

$$\alpha = \frac{2,76 \cdot 10^{-2} \cdot 3,74}{1 \cdot 10^{-3}} = 103,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}.$$

Определяем площадь поверхности проволоки

$$A^I = \pi \cdot d \cdot l, \quad (3.8)$$

После подстановки численных значений в формулу (3.8) получим

$$A^I = \pi \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 28 = 0,088 \text{ м}^2.$$

Температура поверхности проволоки

$$t_{\text{пов.}} = t_{\text{нар}} + \frac{P_{\text{уст}}}{\alpha \cdot A \cdot \eta}, \quad (3.9)$$

где $t_{\text{нар}}$ – температура воздуха поступающего на ТЭНы, $t_{\text{нар}} = 20^\circ\text{С}$;

η - КПД ТЭНов с учетом того, что они закрыты и заполнены наполнителем, $\eta = 0,8$.

После подстановки численных значений в формулу (3.19) получим

$$t_{\text{пов.}} = 20 + \frac{1280}{103,2 \cdot 0,16 \cdot 0,8} = 117^\circ\text{С} < 140^\circ\text{С}.$$

Неравенство выполняется. Это ограничение обусловлено необходимостью исключить загрязнение воздуха газообразными продуктами сухой возгонки (сгорания) пыли, находящейся в нем.

Определяем геометрические размеры спирали (см. рисунок 3.1)

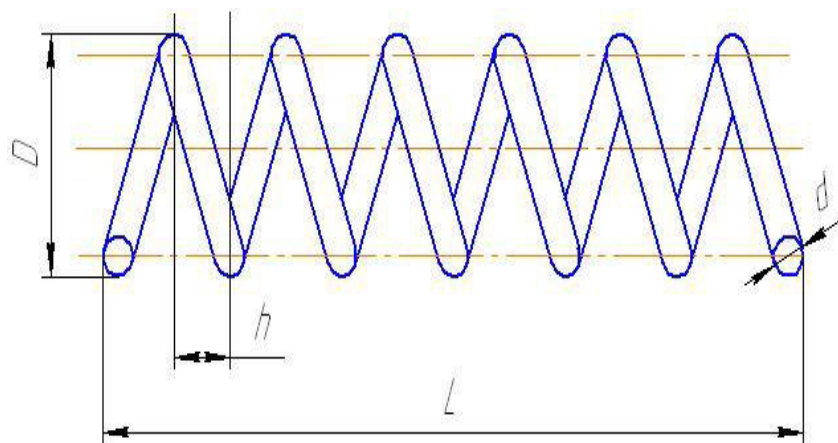


Рисунок 3.1 – Спираль ТЭНа

$$\text{шаг} - h = 5 \cdot d = 5 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}, \quad (3.10)$$

$$\text{диаметр} - D = 10 \cdot d = 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 10^{-2} \text{ м}, \quad (3.11)$$

число витков

$$W = \frac{l}{\sqrt{h^2 + (\pi \cdot D)^2}} = \frac{6,8}{\sqrt{(5 \cdot 10^{-3})^2 + (\pi \cdot 10^{-2})^2}} = 214 \quad (3.12)$$

$$\text{длина} - L = h \cdot W = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 214 = 1,07 \text{ м}, \quad (3.13)$$

Расчет несущей балки подвеса электрокалорифера

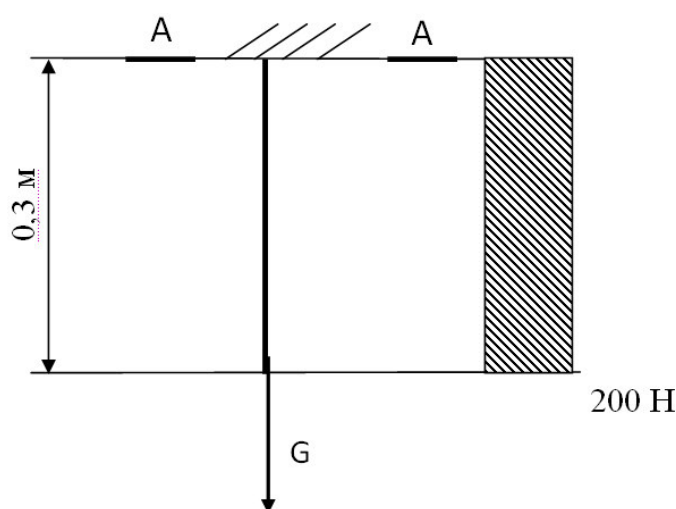


Рисунок 3.2 – Расчетная схема несущей балки

Подбираем несущую балку условия прочности на растяжение

$$F \geq \frac{G}{[\sigma_p]}, \quad (3.14)$$

где F – площадь поперечного сечения, мм^2 ;

G – вес конструкции, опирающийся на балку, G не более 200 Н;

$[\sigma_p]$ – предел прочности при растяжении, для стали Ст.3 (приложение 1 [11]), $[\sigma_p]=370$ МПа.

3.4 Безопасность жизнедеятельности

3.4.1. Мероприятия для улучшения состояния охраны труда при хранении овощей

В овощехранилище имеется 6 помещений:

1. Помещение хранения овощей.
2. Помещение товарной обработки.
3. Помещение вентиляционной камеры.
4. Помещение хранения хозинвентаря.
5. Электрощитовые.
6. Служебное помещение.

Мероприятие по обеспечению охраны труда в помещении хранения овощей осуществляется соблюдением строительных, технологических, противопожарных, санитарно-гигиенических и других норм. Хранение овощей требует активную вентиляцию. При сортировке можно использовать для вентиляции помещение основную вентиляцию. Для этого датчик вентилятора надо регулировать на нужную температуру, $t = -10 \div -13^\circ\text{C}$.

В помещениях должен гореть основной свет и дежурное освещение. Основным источником шума являются 2 вентилятора типа № 10. По рекомендации ГОСНИТИ для снижения интенсивности шума и уменьшение его воздействие на рабочих участках, помещение вентиляции выгорожено.

При работе овощесортировальной машины уровень звукового давления и уровень звука не превышает допустимых уровней санитарных норм.

Для обеспечения нормальной температуры при работе в помещении можно использовать колориферы с мощностью 6 КВт (2 шт.) нужная температура устанавливается с помощью датчика температуры. С уменьшением температуры в помещении колориферы автоматически будут включаться и выключаться.

В помещении хранения овощей и сортировки, где работают 7 человек и овощесортировочные машины, содержание пыли, паров и других вредных

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

веществ в воздухе рабочих помещений не должно превышать предельно допустимых санитарных норм.

В случае превышения предельно допустимых санитарных норм есть вытяжные вентиляции.

Все вращающиеся детали сортировальной машины должны закрываться кожухами, обеспечивающие безопасность обслуживающего персонала. Токоведущие части недоступны для случайного прикосновения. Для заземления должен быть болт. Кнопка включения и аварийная кнопка «стоп» овощесортировочной машины соответственно окрашены на черный и красный свет. Предохранительная муфта овощесортировочной машины должна регулироваться по аварийному усилию. Машины должны заезжать в помещение только по команде регулировщика.

Техническая безопасность привода автоматического открывания и закрывания жалюзи вентилятора.

Вращающиеся части привода (мотор-редуктор, ценная передача) установлены в шахте вентиляции. Токоведущие части недоступны для случайного прикосновения. Для присоединения заземляющего провода на раме имеется болт диаметром 8 мм. Привод включается автоматически и имеет ручку для ручного включения.

Кнопка включения и аварийная кнопка «стоп» привода соответственно окрашены черный и красный свет.

При положении ручки «ручное» привод автоматически не включается вращающиеся детали основной-приточной вентиляции закрыт кожухами, обеспечивающие безопасность обслуживающего персонала.

3.4.2 Инструкция по охране труда при эксплуатации вентилятора и привода заслонки

1. Управлять приводами вентилятора допускается лица, хорошо знающие его устройство, овладевшие практическими навыками безопасного

					<i>ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ведения работ, получившие инструктаж на рабочем месте и по общим правилам техники безопасности.

2. Лица нарушавшие правила техники безопасности отстраняются от работы и вновь допускаются к ней лишь после прохождения дополнительного инструктажа и сдачи экзаменов по техники безопасности.

3. Перед пуском или включением ручки «автомат» убедиться в исправности механизмов и приспособлений для привода заслонки.

4. Перед пуском убедиться об отсутствии людей в вентиляционной камере.

5. Запрещается:

- включать не исправный привод и приспособлений;
- работать при неисправном электрооборудовании и без заземления;
- регулировочные работы при включенном электродвигателе привода заслонки и вентилятора;
- производить регулировку при остановленном двигателе, но когда ручка находится на положении «автомат»;
- нахождение посторонних лиц при работе;
- заходить посторонним лицам в помещение вентиляции без разрешения.

6. Одежда рабочего должна соответствовать требованиям техники безопасности, т.е. не должен иметь свисающих концов.

7. Все рабочие должны знать правила и приема оказания первой медицинской помощи.

8. При несчастном случае рабочий обязан оказать первую доврачебную помощь и немедленно сообщить выше по инстанции.

9. При наличии открытых ран надо как можно быстрее обращаться в медпункт для перевязки.

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.5 Экономическая эффективность конструкторской разработки

3.5.1 Определение стоимости изготовления и затрат

Амортизацию хранилищ рассчитывают исходя из их балансовой стоимости и нормы амортизации в год, которая приводится в соответствующих справочниках. Чем выше балансовая стоимость и норма амортизации, тем больше затраты по этой статье, и наоборот.

Затраты на текущий ремонт устанавливаются в соответствии с ежегодной сметой. Она определяется комиссией в составе инженера, главного агронома, кладовщика хозяйства и утверждаете руководителем хозяйства.

Эти все затраты входят в эксплуатационные затраты.

Эксплуатационные затраты определяем по формуле

$$C_{\text{экс}} = C_{\text{зн}} + C_a + C_{\text{эл}} + C_{\text{ТПИТО}},$$

где $C_{\text{зн}}$ – затраты на обслуживание, $\frac{P}{T}$;

C_a – затраты на амортизацию, $\frac{P}{T}$;

$C_{\text{эл}}$ – затраты на электроэнергию, $\frac{P}{T}$;

$C_{\text{ТПИТО}}$ – затраты на текущий ремонт и обслуживание, $\frac{P}{T}$.

$$C_{\text{зн}} = \frac{n_{\text{зн}} \cdot f \cdot T}{M},$$

где $n_{\text{зн}}$ – число рабочих;

f – тарифная ставка, руб;

T – время работы, Т;

M – емкость овощехранилища, Т.

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.5.1. Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	ед. изм.	Варианты	
		Базовый	Разрабатываемый
Часовая производительность	т./час	0.009	0.0145
Фондоемкость процесса	руб./т.	182.6	535.3
Энергоемкость процесса	кВт/ч/т.	0.254	0.432
Металлоемкость процесса	кг/т.	0.045	0.133
Трудоемкость процесса	чел/ч/т.	17520	17520
Уровень эксплуатационных затрат	руб./т.	6030.5	3742.5
Уровень приведенных затрат	руб./т.	6304.4	3822.8
Годовая экономия	руб.	-	36310
Годовой экономический эффект	руб.	-	38961.1
Срок окупаемости капитальных вложений	мес.	-	2.8
Коэффициент эффективности капитальных вложений		-	4.27

Сравнивая технико-экономические показатели по таблице 3.5.1 можно сделать вывод, что проектируемая конструкция является экономически выгодной. Она по многим показателям (фондоемкость, энергоемкость, металлоемкость, уровень эксплуатационных затрат, уровень приведенных затрат) опережает базовую. Экономически эффективная конструкция при $T_{ок} \leq 7 \text{ лет}$, коэффициент эффективности $E_{эф} = \frac{1}{T} \geq 0.15$.

Расчет технико-экономической эффективности конструкции системы автоматического управления параметрами микроклимата овощехранилища.

Часовая производительность продукции на стационарных работах периодического действия.

$$W_q = \frac{60q_i \gamma \cdot \tau}{T_y}, \frac{m}{\text{час}},$$

где T_y — время одного рабочего цикла, мин;

q_i — производство продукции, т/мин,

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

γ – коэффициент загрузки оборудования;

$\tau = 0.95$ – коэффициент использования рабочего времени цикла.

Базовый вариант.

Производство продукции q_i т/мин определяется из объема постоянного хранения овощей в овощехранилище $Q=200$ т (во всех камерах) в течение 3 дней, т.е. в течение $3_{\text{дн}} \times 24_{\text{ч}} \times 60 = 4320$ мин и, следовательно

$$q_{\text{мин}} = \frac{200}{4320} = 0.046 \frac{\text{т}}{\text{мин}} = 46 \frac{\text{кг}}{\text{мин}}.$$

Время одного рабочего цикла работы вентиляции по t^0 верхнего слоя овощей в базовом варианте (при $T_{\text{см}}=8$ час) составляет $T_{\text{ц}} \approx 5$ час = 300 мин.

Часовая производительность (обработка продукции хранения) составляет

$$W_{\text{ч}_0} = \frac{60 \cdot 0.046 \cdot 1 \cdot 0.95}{300} = 0.009 \text{ т/час.}$$

Проектируемый вариант.

При том же постоянном объеме хранения овощей $Q=200$ т в течении 3 дней (4320 мин) $q_{\text{мин}} = 0.046 \text{ т/мин.}$ но время одного рабочего цикла за счет автоматизации включения вентиляторов, управляемых по датчикам t^0 верхнего и нижнего слоев овощей, снизится и составит $T_{\text{ц}}=3$ часа = 180 мин (так же при $T_{\text{см}}=8$ часов).

Часовая производительность проектируемого варианта составит

$$W_{\text{ч}_1} = \frac{60 \cdot 0.046 \cdot 1 \cdot 0.95}{180} = 0.0145 \text{ т/час,}$$

т.е. повысилась на 66.6%.

Фондоемкость процесса.

$$F_e = \frac{C_{\text{б}_i}}{W_{\text{ч}_i} T_{\text{год}_i}}, \frac{\text{руб}}{\text{т}},$$

где F_e - фондоемкость процесса, руб/т;

$C_{\text{б}_i}$ - балансовая стоимость машины, руб;

$W_{\text{ч}_i}$ - эксплуатационная производительность, т/ч;

$T_{\text{год}_i}$ - годовая загрузка машины, час.

4.2.1 Базовый вариант.

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В существующем овощехранилище имеется вентиляция приточная для охлаждения продукции летом – вентилятор с приводом от электродвигателя мощностью 3 кВт. При средней стоимости электродвигателей 1 кВт≈1000руб балансовая стоимость составит $C_6=3 \cdot 1000=3000$ руб.

Годовая загрузка

$$T_{\text{год}}=365 \cdot 5=1825 \text{ часов.}$$

Базовый вариант

$$F_{e_o} = \frac{3000 \text{руб}}{1825 \text{час} \cdot 0.009 \text{м/час}} = 182.6 \text{руб/м.}$$

Проектируемый вариант.

Годовая загрузка меньше $T_{\text{год}}=365 \cdot 3=1095$ час. Количество электродвигателей - 3 шт. мощностью 3; 4.5 и 1кВт (приточная для охлаждения, привод заслонки активного вентилирования и привод управления t^0 продукта)

$$F_{e_1} = \frac{C_{6_{11}} + C_{6_{12}} + C_{6_{13}}}{W_{q_1} + T_{\text{год}_1}} = \frac{3000 + 4500 + 1000}{0.0145 \cdot 1095} = 535.3 \frac{\text{руб}}{\text{м}}.$$

Металлоемкость.

$$M = \frac{G_1}{W_q \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} + \dots + \frac{G_n}{W_q \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \frac{\text{кг} \cdot \text{мет}}{\text{м} \cdot \text{прод}},$$

где $G_1 \dots G_n$ масса по видам оборудования;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка;

T – срок службы оборудования, лет.

Базовый вариант.

$$M_o = \frac{G_1}{W_q \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} = \frac{3 \cdot 5 \text{кг}}{0.009 \cdot 1825 \cdot 20} = 0.0456621 \text{кг/м},$$

где $G_1 = g \frac{\text{кг}}{\text{кВт}} \cdot N \text{ кВт}$, кг, N кВт – суммарная мощность электродвигателей вентиляторов, $g=5$ кг/кВт при отливке отечественных электродвигателей.

$T_{\text{ел}} = 20$ лет срок службы.

Проектируемый вариант.

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M_1 = \frac{G_1 + G_2 + G_3}{W_q \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} = \frac{(3.0 + 4.5 + 1.0) \cdot 5}{0.0145 \cdot 1095 \cdot 20} = 0.1338371 \frac{кг \cdot мет}{т \cdot прод}.$$

Трудоемкость

$$T = m_{н.с.} \cdot m_{обсл} \cdot t_{см}, \text{ ч-ч},$$

где $m_{н.с.}$ - количество нормо-смен в году;

$m_{обсл}$ - количество моделей обслуживающего оборудования, чел;

$t_{см}$ - продолжительность смены, чел.

Базовый вариант.

$$T_0 = 365 \cdot 6 \cdot 8 = 17520, \frac{чел}{час},$$

где $m_{обсл}=6$ чел при круглосуточном производстве.

Проектируемый – равноценный трудоемкости.

$$\text{т.е. } T_i = 365 \cdot 6 \cdot 8 = 17520, \text{ час/чел.}$$

Эксплуатационные затраты.

Себестоимость работы выполняемой в исходном варианте и с помощью спроектированной конструкции.

$$S = C_{зн} + C_{эл.эн} + C_{рто} + A_m,$$

где $C_{зн} = Z \cdot T$; $T = \frac{n_p}{W_q}$, т/час затраты на оплату труда, руб/ед,

где Z , руб/чел-час, - часовая тарифная ставка,

n – количество рабочих.

$C_{эл.эн} = \mathcal{E}_c \cdot \mathcal{U}_g$ - расход электроэнергии на единицу продукта, кВт-ч/ед и отпускная цена руб/кВт-ч.

$C_{рто} = C_b H_{рто}/100$ - затраты на ремонт и техобслуживание,

при $H_{рто}=2.5\%$ суммарная норма затрат, руб/ед.

на ремонт и техобслуживание, % от балансовой стоимости для электродвигателей.

Зарплата.

Базовый вариант.

$$Z = \frac{13025 \text{ руб/мес}}{6 \text{ раб } 240 \text{ час}} = 9.045 \text{ руб/ч} - \text{ч},$$

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T = \frac{n_{\text{раб}}}{W_{\text{ч}_0}} = \frac{6 \text{ чел}}{0.009 \text{ м/час}} = 666.6 \text{ ч} - \text{ч/м}.$$

$$C_{\text{зн}} = Z \cdot T = 9.045 \cdot 666.6 \text{ ч} - \frac{\text{ч}}{\text{м}} = \frac{6030 \text{ руб}}{\text{м}}.$$

Проектируемый вариант.

При этом же количестве обслуживающего персонала $n_p=6$ чел.

$Z=9.045$ руб/ч-ч.

Затрата чел-час на 1 ед продукции

$$T = \frac{n_{\text{раб}}}{W_{\text{ч}_1}} = \frac{6 \text{ чел}}{0.0145 \text{ м/час}} = 413,7 \text{ ч} - \text{ч/м}$$

$$C_{\text{зн}} = Z \cdot T = 9.045 \cdot 413.7 = 3742 \text{ руб/т.}$$

Стоимость электроэнергии.

Базовый вариант.

$$C_{\text{эз}} = \mathcal{E}_{e_0} \cdot \mathcal{U}_9 = \frac{N_{\text{эз}} \cdot T_{\text{зод}}}{W_{\text{зод}_0}} = 0.254 \cdot 2.04 = 0.518 \text{ руб/т.}$$

$$\mathcal{E}_{e_0} = \frac{N_{\text{эз}} \cdot T_{\text{зод}}}{W_{\text{зод}_0}} = \frac{3 \text{ кВт} \cdot 1825 \text{ час}}{21548 \text{ м}} = \frac{5475 \text{ кВт}}{21548 \text{ м}} = 0.254 \frac{\text{кВт}}{\text{м}}.$$

Проектируемый

$$C_{\text{эз}} = \mathcal{E}_{c_1} \cdot \mathcal{U}_9 = \frac{(N_1 + N_2 + N_3) T_{\text{зод}}}{W_{\text{зод}_1}} \cdot 2.04 = 0.432 \cdot 2.04 = 0.881 \text{ руб/т.}$$

$$\mathcal{E}_{e_1} = \frac{(3 + 4.5 + 1) \text{ кВт} \cdot 1095 \text{ час}}{21548 \text{ м}} = \frac{9307.5}{21548} = 0.432 \text{ кВт} - \text{ч/м}.$$

Затраты на ремонт и техобслуживание электрооборудования.

Базовый.

$$C_{\text{пто}_0} = \frac{C_{\delta_0} \cdot H\%}{100 \cdot W_{\text{зод}_0}} = \frac{3000 \cdot 25}{100 \cdot 21548 \text{ м}} = \frac{75.00}{21548} = 0.0035 \frac{\text{руб}}{\text{м}}.$$

Проектируемый.

$$C_{\text{пто}_1} = \frac{8500 \cdot 25}{100 \cdot 21548 \text{ м}} = \frac{212.5}{21548 \text{ м}} = 0.0098 \frac{\text{руб}}{\text{м}}.$$

Амортизация, руб/ед.

Норма амортизации $A - 9.5\%$ [табл.26] электрооборудования.

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$A = \frac{C_{\delta} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{год}}}, \text{руб/т.}$$

Базовый.

$$A_0 = \frac{300 \cdot 9.5}{100 \cdot 21548} = \frac{285}{21548} = 0.013 \text{ руб/т.}$$

Проектируемый.

$$A_1 = \frac{8500 \cdot 9.5}{100 \cdot 21548} = \frac{807.5}{21548} = 0.037 \frac{\text{руб}}{\text{т}}.$$

Эксплуатационные затраты.

Базовый вариант.

$$S_0 = C_{\text{зн}} + C_{\text{эв}} + C_{\text{пто}} + A = 6030 + 0.518 + 0.0035 + 0.013 = 6030.5 \frac{\text{руб}}{\text{т}}.$$

Проектируемый.

$$S_1 = C_{\text{зн}} + C_{\text{эв}} + C_{\text{пто}} + A = 3742 + 0.432 + 0.0098 + 0.037 = 3742.5 \text{ руб/т}$$

Приведенные затраты на работу конструкции.

Базовые.

$$C_{\text{пр}_0} = S + E_{\text{н}} \cdot k = S + E_{\text{н}} \cdot F_e = 6030.5 + 273.9 = 6304.4 \text{ руб/т},$$

где S – эксплуатационные расходы, руб/ед;

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_{\text{н}}=0.15$;

k – удельные капитальные вложения или удельный фондоемкость процесса, руб/ед.

Проектируемый.

$C_{\text{пр}_1} = 3742.5 + 80.29 = 3822.8 \text{ руб/т}$ (снизилась на 39.4%≈40%) за счет увеличения часовой производительности.

Годовая экономия.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) W_{\text{ч}_1} \cdot T_{\text{год}_1} = (6030.5 - 3742.5) 0.0145 \cdot 1095 = 36310.5 \text{ руб},$$

где $T_{\text{год}}$ – годовая нормативная нагрузка конструкции, ч.

Годовой экономический эффект.

$$E_e = (C_{\text{кр}_0} - C_{\text{кр}_1}) W_{\text{ч}_1} \cdot T_{\text{год}_1} = 2481.6 \cdot 15.87 = 2481.6 \cdot 15.7 = 38961.1 \text{ руб}.$$

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений.

$$T_{ок} = \frac{C_{\delta_1}}{\mathcal{E}_{год}} = \frac{8500}{36310.5} = 0.234 \text{ года} = 2.8 \text{ мес},$$

где C_{δ_1} - балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$\mathcal{E}_{год}$ - годовая экономия.

Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений.

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_{\delta_1}} = \frac{1}{0.234} = 4.27.$$

Вывод: запроектированная автоматизированная система вентиляции с охлаждением в летнее время и поддержанием минимальных температур овощей в зимнее время экономически эффективна и может быть принята применению.

3.6 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;

					ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

					<i>ВКР.35.03.06.24 9.20.МОВ.00.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Выводы и предложения

Разработана линия поения с разработкой установки для выпойки телят позволяющего приблизить процесс выпойки телят к естественному.

Произведенные технологические расчеты, расчеты технологической карты на операцию выпойки телят позволили произвести подбор оборудования для приготовления кормов и определить технико-экономические показатели предлагаемого устройства.

В результате внедрения предлагаемого устройства произойдет снижение затрат труда на 1,4%, что приведет к годовой экономии денежных средств.

Тем самым, применение предлагаемого устройства для выпойки телят позволит повысить сохранность телят, снизить затраты труда, что, в конечном счете, способствует повышению рентабельности продукции.

Таким образом применение предлагаемого устройства для выпойки телят позволит повысить сохранность поголовья телят, тем самым появится возможность получить дополнительно 41 теленка на сумму 73800 руб.

Список использованной литературы

1. Алешкин, В.Р. Механизация животноводства / В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. – М.: Агропромиздат, 1985.–336 с.
2. Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя / В.И. Анурьев. – Т-3, изд.6, – М.: Машиностроение, 1992.–720с.
3. Беляев, Н.М. Сопротивление материалов / Н.М. Беляев.– М.Машиностроение, 1965. – 856с.
4. Брагинец, Н.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства / Н.В. Брагинец, А.А. Палишкин. – М.: Агропромиздат, 1994.–191 с.
5. Захаров, А.А. Применение теплоты в сельском хозяйстве. - М.: Агропромиздат, 1996. - 287.: ил.
6. Коротков, Е.Н. Специализированное отопительно - вентиляционное оборудование животноводческих комплексов. - М.: Агропромиздат, 1997. - 263 с.
7. Фильней, М.Н. Проектирование вентиляционных установок. - М.: Высшая школа, 1992.
8. Бабаханов Ю.М. Система вентиляции животноводческих помещений и пути снижения энергопотребления. Научно - технический бюлл. по электрификации сельского хозяйства, 1994, Вып. 1.
9. Справочник по теплоснабжению и вентиляции в гражданском строительстве. – М.: Госстройиздат, 1994. – 578 с.
10. Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных и жилых зданиях. - М.: Стройиздат, 1998.
11. Теплотехнический справочник. - М.: Энергия, 1993.
12. Талиев, В.Н. Аэродинамика вентиляции. - М.: Стройиздат, 1993.
13. Зайцев, В.П. Охрана труда в животноводстве: Учебник для вузов / В.П. Зайцев, М.С. Свердлов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.

14. Ицковиц, Г.М. Сопротивление материалов / Г.М. Ицковиц. – М: Высшая школа, 1987. – 352 с.
15. Иванов, А.С. Mathcad- мехфаку / А.С. Иванов, А.А. Власов, В.В. Коновалов. – Пенза ПГСХА, 1997. – 62 с.
16. Колпаков, А.П. Проектирование и расчет механических передач / А.П. Колпаков, И.Е. Карнаухов. – М.: Колос, 2000. – 238 с.
17. Механизация и электрификация животноводства / Л.П. Карташов, А.А. Аверкиев, А.И. Чугунов и др. – М.: Агропромиздат, 1997. – 480 с.
18. Муллойанов, Р.Г. Техническое обслуживание машин и оборудования животноводческих ферм / Р.Г. Муллойанов, Л.М. Цой. – М.: Колос, 1979. – 208 с.
19. Основы экологии и охрана окружающей среды: Учебник для вузов / А. Г. Банников и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1996. – 303 с.
20. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства. – М.: Информагротех, 1995. – 576 с.