

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Электрооборудование и электротехнологии»

Кафедра «Машины и оборудование в агробизнесе»

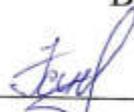
**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

на соискание квалификационной степени (бакалавр)

Тема: **«ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПУНКТА  
ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА С РАЗРАБОТКОЙ  
ЗЕРНОСУШИЛКИ»**

ВКР 35.03.06.018.20. БЗС.00.00.ПЗ

Выпускник гр. 261-03



Ганиев Р.Р

Руководитель доцент



Лушнов М.А

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

Зав. кафедрой доцент



Халиуллин Д.Т.

**Казань – 2020**



3. Электроснабжения зернотока.
4. Барабанная зерносушилки.
5. Детализовка.
6. Схема управления электрической частью.

6. Дата выдачи задания: «01» 05 2020г.

Календарный план

№п/п	Выполнение выпускной квалификационной работы	Срок выполнения	Примечание
1	I раздел выпускной квалификационной работы	11.05-18.05	
2	II раздел выпускной квалификационной работы	18.05-25.05	
3	III раздел выпускной квалификационной работы	25.05-06.06	

Студент-выпускник  
Ганиев Р.Р



Руководитель проекта  
доцент Лушнов М.А



## АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Ганиева Рамазана Радиковича, на тему: электроснабжение пункта переработки зерна с разработкой зерносушилки.

После сбора урожая, пшеницы, бобовых, зерновых, кукурузы и других культур для фермеров должны обеспечить условия для подготовки обработанного зерна, а также для удаления влаги. Этот технологический процесс называется сушкой семян зерна. Совершенствование эффективности послеуборочной обработки высоковлажного зерна путем совершенствования технологий и технических средств существующих комплексов и разработки новых технологических линий с использованием отечественного и импортного оборудования.

В данной выпускной квалификационной работе был проведён расчёт, обоснование и подбор основного и вспомогательного оборудования сушильной барабанной установки с разработкой её технологической схемы. . Был сделан подробный расчёт барабанной сушилки и расчёт вспомогательного оборудования (циклона, вентилятора).

ВКР состоит из пояснительной записки на 65 листах машинописного текста и графической части на 5 листах на формате А1.

ВКР содержит: введение, три раздела ,вывод, и состоит от 8 рисунков и 8 таблиц. Списки использованной литературы содержит наименований.

## ABSTRACT

To the final qualifying work of Ramazan Radikovich Ganiev, on the topic: power supply of the grain processing point with the development of a grain dryer.

After harvesting, wheat, legumes, cereals, maize, seeds, cereals and other crops for farmers, they must provide conditions for preparing the processed grain, as well as for removing moisture. This technological process is called grain seed drying. Improving the efficiency of post-harvest processing of high-moisture grain by improving the technologies and technical means of existing complexes and developing new production lines using domestic and imported equipment. In this final qualification work, the calculation, justification and selection of the main and auxiliary equipment of the drying drum unit was carried out with the development of its technological scheme.

There was made a detailed calculation rotary drum dryer and calculation of auxiliary equipment (cyclone fan).

The WRC consists of an explanatory note on \_59\_ sheets of typewritten text and a graphic part on 5 sheets in A1 format. The WRC contains: introduction, three sections, conclusion, and consists of 8 figures and 8 tables. The list of references contains titles.

# **ОГЛАВЛЕНИЕ**

## **ВВЕДЕИЕ**

### **1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР**

1.1 Классификация по типу

1.2 Виды сушки зерна

1.3 Устройство сушки аппарата

### **2. ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

2.1.1 Выбор источников света

2.1.2 Выбор системы и вида освещения

2.1.3 Выбор нормируемой освещённости и коэффициента запаса

2.1.4 Выбор осветительных приборов для помещения

2.1.5 Рпзмещение осветительных приборов в освещаемом пространстве

2.1.6 Метод коэффициента использования светового потока

2.1.7 Расчет электрических сетей осветительных установок

2.1.8 Определение количества и мест расположения групповых щитков, выбор их типа и компоновка трассы сети

2.1.9 Выбор марки проводов (кабелей) и способов прокладки сети.

2.2 Выбор марки проводов (кабелей) и способа прокладки сети

2.2.1 Указания по энергосбережению и эксплуатации осветительной установки

### **3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ**

3.1 Определение размеров сушильного барабана

3.2 Расчет процесса сушки

3.3 Физическая культура на производстве

3.4 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции.

3.5 Расчет технико-экологических показателей.

## ВВЕДЕНИЕ

После сбора урожая, пшеницы, бобовых, зерновых, кукурузы и других культур для фермеров должны обеспечить условия для подготовки обработанного зерна, а также для удаления влаги. Этот технологический процесс называется сушкой семян зерна.

В сельскохозяйственном производстве сушка является заключительным этапом работы, который способствует сохранению зерна требуемого качества. Однако вы можете гарантировать наилучшее качество только при массовой сушке зерна на специальном оборудовании, при этом использование старых методов (например, сушка под прямыми солнечными лучами) не рекомендуется. Кроме того, мы более подробно обсудим цели техники сушки, удаления влаги и зерна, нагревания в стационарных сушилках с качеством теплоносителя (осушитель, воздух), а также ряд других вопросов, которые непосредственно связаны с обработанными зернами.

Зерносушилка - это промышленный инструмент для пескоструйной очистки, основной функцией которого является сушка зерна и масличных культур, то есть снижение влажности продукта, осушаемого до значений в продукте (зерна), которые можно безопасно хранить в течение длительного времени, не опасаясь самонагревания при нагревании. Когда рисунок сушки выбран правильно, зерна созревают физиологически и улучшают их качество. В частности, использование конвейерных зерносушилок помогает повысить конечную стоимость зерна, так как элеваторы принимают сушеные зерна по более высоким ценам.

Одной из важнейших мер по обеспечению продовольственной безопасности за счет сокращения потерь производства зерна в агропромышленном комплексе и повышения качества послеуборочной обработки является увеличение производства зерна. Особое значение имеет технология сушки, которая является наиболее сложным звеном в

послеуборочной обработке зерновых в природных и климатических зонах с повышенной влажностью.

Сушка - это процесс снижения его влажности для получения желаемого состояния продукта. Благодаря качественной сушке обеспечивается длительное хранение зерна с требуемым сортом и требуемым качеством.

Сушка зерна заключается в снижении процентного содержания влаги до желаемого состояния продукта. Семена, продукты питания и корма - качественная сушка необходимого сорта, качество зерна - обеспечивает длительное хранение. Испарение влаги увеличивает содержание сухого вещества, но если зерно высушено правильно, оно может пострадать быстрее, если оно будет полностью высушено. Условия для хорошей обработки семенных продуктов состоят в том, что давление пара в одном ядре не должно превышать давление в атмосфере. В этом случае влажность смещается от центра к краям, и этот переход не должен быть быстрым. При повышенных температурах зерновое покрытие может сгореть, поэтому сушку следует проводить по специальной технологии.

Из-за испарения влаги содержание сухого вещества увеличивается, но если оно высушено неправильно, зерна могут страдать гораздо больше и гораздо быстрее, чем при отсутствии сушки вообще.

Одним из условий обработки высококачественных семенных продуктов является то, что давление пара в ядре меньше атмосферного давления. Влага в этом случае распространяется на внешнюю окружность центра, но этот перенос не должен быть слишком быстрым. При повышенной температуре зерно зерна может сгореть, поэтому при сушке следует использовать специальные приемы.

# **1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР**

## **1.1 Классификация по типу.**

Зерносушилка представляет собой устройство для выдувания зерна стабильной промышленности. Основная функция заключается в сушке зерна и масла, т. е. в снижении содержания влаги в сухом продукте в продукте (зерне), который можно безопасно хранить в течение длительного времени, не опасаясь самонагревания фюкюса. Если режим сушки выбран правильно, зерно физиологически расширяется и улучшает его качество.

### **Классификация:**

#### **Горизонтальные сушилки.**

В горизонтальной сушилке зерна зерно обычно движется в горизонтальном направлении, а воздух проходит в вертикальном направлении (сверху вниз или снизу вверх). Движение воздуха сверху вниз позволяет сушить легкие продукты, такие как опилки (если они сушат воздух, подаваемый снизу, они могут легко выйти, не допуская высокоскоростной воздушной сушки). Чтобы высушить зерно, достаточно пройти снизу вверх до воздуха.

#### **Конвейерная зерносушилка.**

Самая безопасная и самая сухая сушка зерна по сравнению с другими видами оборудования. На верхнем слое зерно выдувается горячим воздухом с обеих сторон, а на нижнем слое зерно выдувается холодным воздухом. В результате зерно охлаждают в сушилке и выливают в высушенный. Производительность сушилки варьируется от 6 до 58 т / ч. Когда некоторые производители [2] выливают зерно из одной страны в другую, отходы и пыль сдуваются, нет необходимости очищать зерно до его высыхания. По словам отечественного производителя, конвейерной зерносушилки завода «ASM-AGRO», оборудование экономит до 99,9% урожая, а прибыль от продажи сушеного зерна на 7-10% выше.

### **Зерносушилки поперечного потока**

Как правило, башни и модульные зерносушилки организованы по этому принципу.

Зерно движется сверху вниз между двумя перфорированными стенками зерносушилки. Рабочий агент подается в центр зерносушилки и проходит через слой зерна и перфорацию, которая перемещается по потоку зерна.

### **Зерносушилки смешанного потока**

Этот принцип обычно используется для организации зерносушилок в шахтах.

Воздух такой зерносушилки проходит через ряд воздухопроводов, расположенных вдоль зерновых колонн. Каждый воздухопровод открыт с одной стороны и находится в шахматном порядке с другой стороны, при этом исполнительный агент входит в вал с одной стороны, а вытяжной воздух - с другой стороны. Это обеспечивает более равномерное прохождение рабочего агента через слой зерна.

### **Зерносушилки противотока**

В таких зерносушилках зерна движутся под действием силы тяжести сверху вниз, а горячий воздух подается снизу вверх (против вектора движения зерна).

## **1.2 Виды сушки зерна.**

### **Конвективный метод сушки**

Одним из наиболее распространенных методов сушки продуктов является сушка конвекционной системы. Этот метод основан на сушке продукта для передачи тепла, обусловленного сушкой продуктов.

Сушка продуктов происходит таким образом, когда продукт промывается горячим газом, воздухом, дымовыми газами, перегретым паром и другими теплоносителями, которые отличаются от температуры высушиваемого материала. В этом способе сушки из-за тепловой энергии,

передаваемой продукту, влага, содержащаяся в продукте, испаряется, и пар влаги уносится осушителем.

Конвекционная сушка материалов в слое, где сушилка используется для очистки материалов в слое или продуктов с осушителем (туннели, камеры, циркуляция, ролики, турбины, ремни, шахтные сушилки) и для выдувания плоских материалов с помощью насадок. Кроме того, существует различие между конвекционной сушкой материала или продукта в подвешенном состоянии и полу взвешенным состоянием, которое может быть выполнено при установке барабана, при установке с псевдо ожиженным слоем, в пневматической трубопроводной сушилке, в вихревом состоянии. Продолжайте так же как распылительной сушкой.

Высокая температура и длительное время сушки способствуют развитию процесса окисления и приводят к потере витаминов и биологически активных веществ в высушенном продукте.

### **Сублимация**

Молекулярная сушка проводится в высоком вакууме. Процесс происходит таким образом, что первоначально требуемая теплота испарения исходит от высыхающего материала, благодаря чему его температура значительно снижается, оставшаяся влага самсараджада и относится к поверхности в виде кристаллов льда, позже, когда тепло подается снаружи, лед испаряется прямым материалом Из молекулярной структуры полностью сохраняется.

Сублимацию используют во этих вариантах, если необходимо сберечь начальное качества провианта (размер, тон, привкус, аромат). Внезапное сокращение гигроскопичности гарантирует вероятность продолжительного сохранения, но практически абсолютное поддержка размера (термоусадка 3...4%) также значительная рыхлость подсушенного использованного материала вызывают возобновление его начальных качеств присутствие оводнении. Термосублимационный метод обретаает использование присутствие су

Как правило, башни и модульные зерносушилки организованы по этому принципу.

Зерно движется сверху вниз между двумя перфорированными стенками зерносушилки. Рабочий агент подается в центр зерносушилки и проходит через слой зерна и перфорацию, которая перемещается по потоку зерна.

### **Зерносушилки смешанного потока**

Этот принцип обычно используется для организации зерносушилок в шахтах.

Воздух такой зерносушилки проходит через ряд воздухопроводов, расположенных вдоль зерновых колонн. Каждый воздухопровод открыт с одной стороны и находится в шахматном порядке с другой стороны, при этом исполнительный агент входит в вал с одной стороны, а вытяжной воздух - с другой стороны. Это обеспечивает более равномерное прохождение рабочего агента через слой зерна.

### **Зерносушилки противотока**

В таких зерносушилках зерна движутся под действием силы тяжести сверху вниз, а горячий воздух подается снизу вверх (против вектора движения зерна).

## **1.2 Виды сушки зерна.**

### **Конвективный метод сушки**

Одним из наиболее распространенных методов сушки продуктов является сушка конвекционной системы. Этот метод основан на сушке продукта для передачи тепла, обусловленного сушкой продуктов.

Сушка продуктов происходит таким образом, когда продукт промывается горячим газом, воздухом, дымовыми газами, перегретым паром и другими теплоносителями, которые отличаются от температуры высушиваемого материала. В этом способе сушки из-за тепловой энергии, передаваемой продукту, влага, содержащаяся в продукте, испаряется, и пар влаги уносится осушителем.

Конвекционная сушка материалов в слое, где сушилка используется для очистки материалов в слое или продуктов с осушителем (туннели, камеры, циркуляция, ролики, турбины, ремни, шахтные сушилки) и для выдувания плоских материалов с помощью насадок. Кроме того, существует различие между конвекционной сушкой материала или продукта в подвешенном состоянии и полу взвешенным состоянием, которое может быть выполнено при установке барабана, при установке с псевдо оживленным слоем, в пневматической трубопроводной сушилке, в вихревом состоянии. Продолжайте так же как распылительной сушкой.

Высокая температура и длительное время сушки способствуют развитию процесса окисления и приводят к потере витаминов и биологически активных веществ в высушенном продукте.

### **Сублимация**

Молекулярная сушка проводится в высоком вакууме. Процесс происходит таким образом, что первоначально требуемая теплота испарения исходит от высыхающего материала, благодаря чему его температура значительно снижается, оставшаяся влага самсараджада и относится к поверхности в виде кристаллов льда, позже, когда тепло подается снаружи, лед испаряется прямым материалом Из молекулярной структуры полностью сохраняется.

Сублимацию используют во этих вариантах, если необходимо сберечь начальное качества провианта (размер, тон, привкус, аромат). Внезапное сокращение гигроскопичности гарантирует вероятность продолжительного сохранения, но практически абсолютное поддержка размера (термоусадка 3...4%) также значительная рыхлость подсушенного использованного материала вызывают возобновление его начальных качеств присутствие оводнении. Термосублимационный метод обретаает использование присутствие сушке плодов, овощей, говядины, разных био веществ. Эффективность сублимационных

сушилок невысокая, трудность оснащения также значительная цена сушки ограничивают продвижение данного метода.

### **Сорбционный способ.**

Он в основном используется для сушки материалов, которые не переносят потерю ценных свойств при сушке или нагревании. К такому типу содержимого можно отнести семена бобовых, сои, гороха, астрагала, чечевицы. При нагревании до 27С плоды этих культур начали трескаться. Во время сушки влажный материал смешивают с агентом (силикагель, хлорид кальция, плесень тополя, опилки) и выдерживают в течение определенного периода времени, пока влажность всей массы частиц сбалансирована. Выбор осушителя облегчает отделение от высушенного материала. Тот же принцип заключается в сушке влажных зерен путем смешивания их с сухими зернами того же или другого урожая. Поэтому смешайте для сушки часть качества семян бобовых с двумя или тремя частями качества овса или ячменя.

Электроснабжение является одной из основ сельского хозяйства. С помощью электроснабжения осуществляется технологический процесс, а также электрификация и автоматизация сельского хозяйства. Электроснабжение обеспечивает надежность системы, бесперебойность электроэнергии на вводе к потребителю и безопасность обслуживания системы электроснабжения. И поэтому сельское хозяйство уделяет особое внимание развитию систем электроснабжения. Важным показателем систем электроснабжения является надежность подачи электроэнергии для сельского хозяйства. Для сельского хозяйства всякое отключение наносит большой ущерб и самой энергетической системе. Поэтому необходимо применять эффективные меры, обеспечивающие требуемый уровень надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.

Актуальность этого вопроса в сфересельского хозяйства, всегда была и есть важна для Татарстана, так, как в данный период времени испытывает значительные трудности в этой сфере. Дабы восполнить эти трудности, следует автоматизировать электроснабжение

### **1.3 Устройство сушильного аппарата**

Бывают такие зерносушильные аппараты: шахтные сушилки, барабанные сушилка, пневматическая трубчатая сушилка.

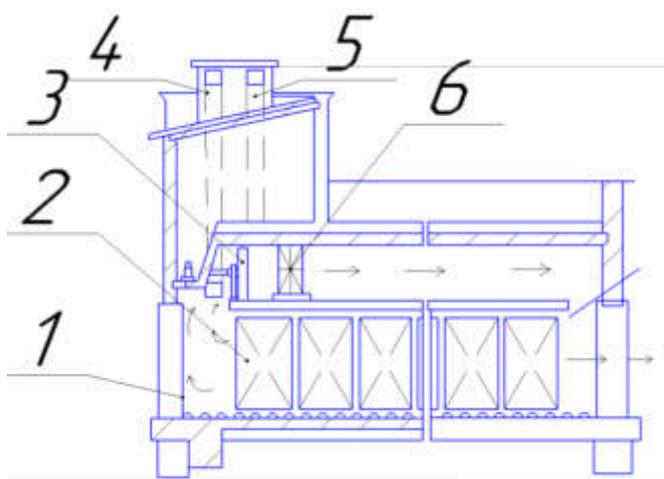
#### **Коридорные (туннельные) сушилки.**

В туннельной сушилке материал движется по каналу на транспортном оборудовании. Скорость движения и скорость сушки материалов и осушителя определяются расчетными или экспериментальными условиями процесса. Для создания улучшенного режима сушки используется местоположение рабочей среды или общая рециркуляция, что позволяет увеличить скорость осушителя, среднюю температуру и влажность, увеличивая тем самым скорость и равномерность сушки.

Схема одной из туннельных сушилок показана на рисунке 1. Состоит из одного или нескольких параллельных каналов, которые по возможности закрыты, в которых перемещается тележка с материалами и осушителем. Система вентиляции и отопления расположена в конце стороны загрузки сырья над сушильной камерой. Предусмотрена частичная рециркуляция отработавших газов, и смесь нагретого атмосферного воздуха и атмосферного воздуха направляется в конец разгрузки сухого материала через верхний канал, происходит противоточное движение.

Из-за уменьшенного движения материала во время сушки, а также расслаивания холодного и горячего воздуха по высоте канала, есть некоторые отличия от сушки прямоточными сушилками этого типа, поэтому рекомендуется использовать противоточные контуры со скоростью сушки 2-3 м / с.

Этот тип сушилки имеет промежуточную стадию нагрева и рециркуляции осушителя, которая является более эффективной. В таком туннеле с осушителем, циркулирующим в поперечном или ступенчатом направлении, сушка протекает с более высокой скоростью, с хорошей однородностью и высокими экономическими преимуществами.



1-сушильная камера,2-штабель,3-вентилятор с электродвигателем,  
4,5-приточные и вытяжные каналы,6-пластинчатый калорифер.

**Рисунок-1.**Коридорная (туннельная) сушилки.

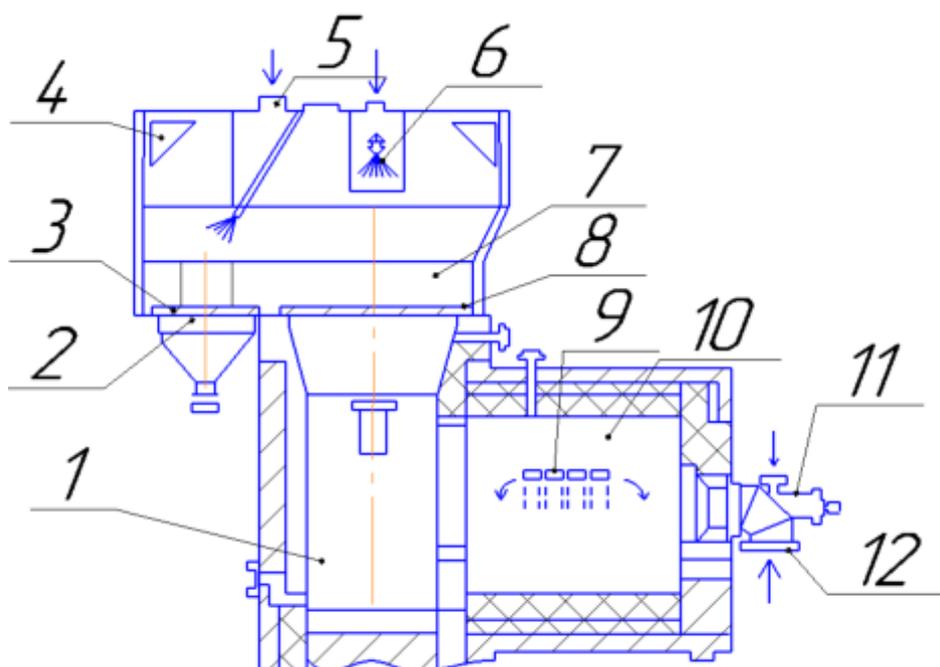
### **Камерная сушильная установка с псевдооживленным слоем.**

Они используются для сушки мелкозернистых материалов: песка, угля, известняка, минералов и органических солей, зерна и сухих агломерированных материалов: сульфата аммония, некоторых полимеров, волокон и пастообразных веществ. В этом типе оборудования растворы, расплавы и суспензии также могут испаряться.

Хотя в псевдооживленном слое необходимо сушить много видов материалов, схема и конструкция сушильного оборудования мало чем отличаются друг от друга. Только при подаче материалов, в некоторых случаях, дизайн рабочей сетки будет меняться. Наиболее распространенными устройствами являются непрерывная работа, они имеют меньший удельный расход топлива, более высокую эффективность и полностью используемое рабочее пространство в сушильной камере. В производственных условиях приоритет отдается однокамерному оборудованию, по сравнению с многокамерным оборудованием проще в изготовлении, эксплуатации и организации автоматического управления. Однокамерные сушилки имеют более высокие технико-экономические показатели и занимают меньшую площадь, чем барабанные и многокамерные сушилки.

Оборудование с псевдооживленным слоем подходит для сушки материалов в средах (200-300 ° С) и высоких (1000 ° С) газовых средах. Однако температура

осушителя и особенно поверхности решетки должна быть ниже, чем температура размягчения обрабатываемого материала. Некоторое оборудование предназначено для охлаждения сети. При сушке сыпучих материалов не допускается сжигание топлива в псевдоожиженном слое. Из-за высокой температуры этого слоя большие потери тепла, а также отработавшие газы и перегрев могут изменить характеристики материала.



1 – камера смешения; 2 – бункер сухого песка; 3 – решетка для охлаждения песка; 4 – отвод парогазовой смеси; 5 – подача сырого песка; 6, 6' – направляющий конус из лепестков; 7 – зона сушки; 8 – рабочая решетка; 9 – регулируемый подвод вторичного воздуха; 10 – топочная камера; 11 – горелка; 12 – первичный воздух

**Рисунок-2. Камерная сушильная установка с псевдоожиженным слоем.**

### **Барabanная сушилка.**

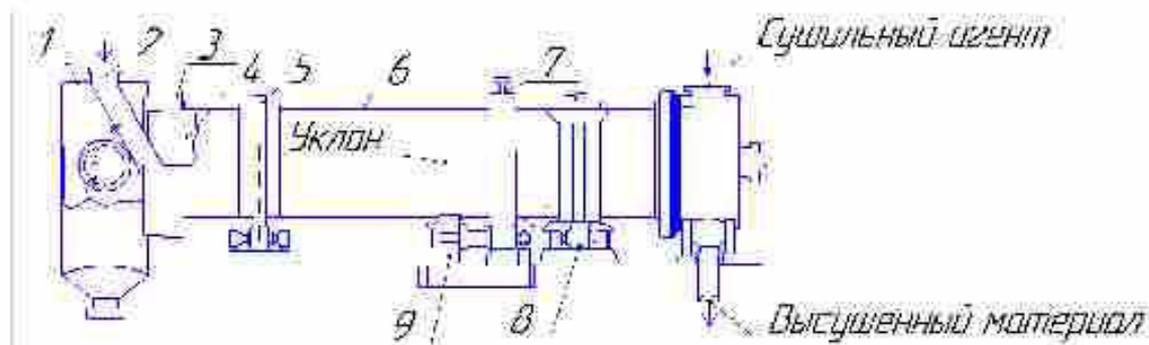
Они используются для сушки сыпучих, гранулированных и массивных материалов, таких как песок, уголь, глина, известняк, алюминиевая стружка, пастообразные материалы и т.д. По способу передачи тепла от осушителя к материалу барабанной сушилки его делят на три группы:

1. Прямое действие, когда осушитель непосредственно контактирует с материалом;

2. Непрямое действие, непрямо́й нагрев, тепло, необходимое для сушки, передается через стенку барабана.

3. Смешивающее действие, при котором часть тепла от осушителя передается материалу через стенку, а часть - через прямой контакт.

Основная часть этих сушилок представляет собой цилиндрический или конический барабан, который вращается под углом, угол наклона является постоянным или переменным, а скорость составляет  $0,5-8 \text{ мин}^{-1}$ .



1 – камера для отвода сушильного агента; 2 – подача сырого материала; 3 – уплотнительное кольцо; 4 – насадка; 5 – скользящая опора; 6 – барабан; 7 – колесо привода; 8 – опорно-упорный подшипник; 9 – электродвигатель с редуктором.

Рисунок-3 Барабанная сушилка.

Зерносушилка относится к сельскому хозяйству, в частности к сушке зерна в местах его производства. Целью изобретения является упрощение конструкции и улучшение качества сушки за счет гравитационного движения зерна во встречном потоке теплоносителя. Зерносушилка содержит бункеры 4 для зерна установленные по концам поворотной (качающейся) в вертикальной плоскости рамы 1 и соединенные между собой трубой 5 с заслонками 11 для попеременной гравитационной транспортировки зерна из одного бункера в другой при отклонении рамы от горизонтального положения.

Зерносушилка снабжена автоматическим распределительным устройством 7, установленным соосно с поворотными опорами рамы 1, осуществляющим противоток агента сушки движению зерна. Количество

циклов наклонов рамы с бункерами и проходное сечение трубы 5. Соединяющей бункеры, устанавливаются в зависимости от влажности зерна

Зерносушилка состоит из поворотной (качающейся) в вертикальной плоскости рамы 1 с поворотными поперечными опорами 2 и подшипниками 3. Бункеров 4 для зерна, привода 6 поворота рамы и автоматических распределительных устройств 7 для нагретого и отработанного агента сушки

Бункеры 4 одинаковой емкости (5-10 т) установлены по концам рамы 1 симметрично относительно ее опор. Бункеры соединены между собой трубой 5 для гравитационной транспортировки зерна попеременно из одного бункера в другой и сушки зерна в процессе его попеременного движения заданной кратности (многократного движения) по трубе встречным потоком нагретого воздуха.

Нагретый и отработанный воздух проходит через автоматические распределительные устройства 7, подключающие бункеры попеременно к напорному и выпускному трубопроводу нагревательной (калориферной) установки (не изображено) при отклонениях рамы 1 от среднего (горизонтального) положения. Распределительные устройства 7 имеют корпус 8 и поворотную цилиндрическую заслонку 9 с каналами, соединенными трубопроводом 10 с бункерами 4. Заслонка 9 закреплена соосно к поворотной цапфе 2 рамы 1. К корпусу 8 одного распределительного устройства подведен трубопровод нагретого воздуха а к корпусу другого – трубопровод отработанного воздуха.

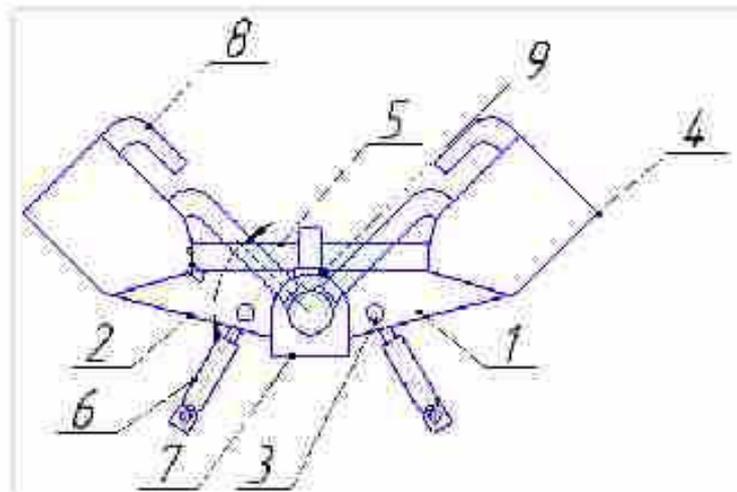
При повороте рамы 1 опускающийся бункер 4 автоматически подключается к трубопроводу нагретого воздуха (напорному а поднимающийся бункер — к трубопроводу отработанного воздуха (выпускному). Для регулировки проходного сечения трубы в ней установлены поворотные заслонки 11. В качестве привода 6 поворота рамы 1 применены силовые гидроцилиндры штокового типа одностороннего действия. Установленные симметрично относительно опор рамы 1, что

позволяет обеспечить требуемый момент поворота рамы при минимальных габаритах привода

Зерносушилка работает следующим образом

После загрузки зерна в опущенный бункер (самотеком по наклонному лотку) и подключения зерносушилки к нагревательной установке воздуха поворотом рамы 1 на угол  $\alpha = 50-60^\circ$  поднимают этот бункер в верхнее положение. При этом зерно из него перетекает в нижний бункер по трубе 5, преодолевая встречный поток нагретого воздуха, поступающего через распределительное устройство 7. Отработанный воздух из верхнего бункера через другое распределительное устройство 7 выходит в выпускной трубопровод и после фильтрации и подогрева может повторно использоваться (замкнутый цикл). После полного перетекания зерна в нижний бункер он поднимается поворотом рамы 1 в противоположную сторону и процесс сушки продолжается. Сушка зерна происходит в основном при его многократном движении во встречном потоке нагретого воздуха в трубе 5.

Кратность движения зерна по трубе 5 и ее проходное сечение (с помощью заслонок) устанавливается непосредственно при эксплуатации в зависимости от влажности зерна. Такой процесс обеспечивает эффективную равномерную сушку без перегрева зерна, позволяет применить в качестве агента сушки воздух.



1,2 - рама, 3 - подшипники, 4 - бункеры для зерна, 5 - труба для транспортировки зерна, 6 - привод поворота рамы, 7 - распределительно устройство, 8 - трубопровод, 9 - заслонка.

Рисунок-4 Зерносушилка (патент SU 1696824 A1)

Зерносушилка, содержащая параллельно расположенные шахты, подключенные сверху к надсушильному бункеру, а снизу — к выпускному механизму причем между шахтами размещена распределительная камера и отборник рециркулирующего зерна, сообщающийся по крайней мере с одной из шахт посредством прямоугольного отверстия в ее стенке. Имеющего регулируемый клапан а снаружи шахты снабжены осадочными камерами.

Целью повышения качества сушки и экономичности, отборник рециркулирующего зерна дополнительно снабжен шибером введенным через прямоугольное отверстие внутрь шахты с регулируемым перекрытием ее сечения надсушильный бункер снабжен ловушкой с карманом для крупных примесей и распределителем в виде системы трехгранных призм, а осадочные камеры в верхней части имеют направляющие колпаки образующие с надсушильным бункером зазоры для обогрева последнего отработавшим теплоносителем

Известны Зерносушилки Содержащие охлаждающие и сушильные шахты с прямоугольными отверстиями и клапанами, выпускные механизмы надсушильный бункер осадочные и напорно-распределительные камеры, вентиляционное оборудование

Недостатки данной конструкции обусловлены небольшим снижением влажности за один проход зерна, загрязнением окружающей среды легкими зерновыми примесями, вследствие плохой очистки отработавшего агента сушки и воздуха, а также высокими удельными расходами электро-энергии и топлива. Кроме того с внутренней стороны распределительной камеры происходит подгорание зерна. К недостаткам этой зерносушилки также относится неравномерность распределения зерна в надсушильном бункере.

Зерносушилка содержит параллельно расположенные шахты 1 и 2. Подключенные сверху к надсушильному бункеру 3, а снизу — к выпускному механизму 4, причем между шахтами размещена распределительная камера 5 и отборник 6 рециркулирующего зерна, сообщающийся по крайней мере с одной из шахт, например шахтой 2, посредством прямоугольного отверстия 7 в ее стенке, имеющего регулировочный клапан 8, а снаружи шахты снабжены осадочными камерами 9. Отборник 6 рециркулирующего зерна снабжен шибером 10, введенным через прямоугольное отверстие 7 внутрь шахты 2 с регулируемым перекрытием ее сечения. Надсушильный бункер 3 снабжен ловушкой 11 с карманом 12 для крупных примесей и распределителем в виде системы трехгранных призм 13. а осадочные камеры 9 в верхней части имеют направляющие колпаки 14, образующие с надсушильным бункером 3 зазоры для обогрева последнего отработавшим теплоносителем. Зерносушилка имеет норы 15 и 16 и самотеки 17-20. Под шахтами 1 и 2 расположены соответственно теплообменники 21, 22 и охладительные шахты 23 и 24. Карман 12 имеет шибер 25.

Зерносушилка работает следующим образом

Сырое зерно по самотеку 18 и сухое нагретое зерно по самотеку 19 поступает в норию 15. В ней обеспечивается смешивание сырого и сухого нагретого зерна и его транспортирование через распределитель в левый отсек надсушильного бункера 3. Откуда зерно поступает в сушильную шахту 1.

тепломассообменник 21 и охладительную шахту 23, а далее через выпускной механизм 4 - в правый отсек надсушильного бункера 3 с помощью норы 16

Из этого отсека надсушильного бункера 3 зерно поступает в сушильную шахту 2, из которой через отверстие 7  $\frac{2}{3}$  всего зерна поступает в отборник 6 а затем — в норию 15. Регулировка отбора зерна из сушильной шахты 2 осуществляется клапаном 8, а регулировка температуры нагрева отбираемого зерна и скорость его движения осуществляется шибером 10. Остальная  $\frac{1}{3}$  зерна проходит теплообменник 22 охладительную шахту 24 и через выпускной механизм 4 направляется по самтеку 17 в склад сухого зерна или на элеватор

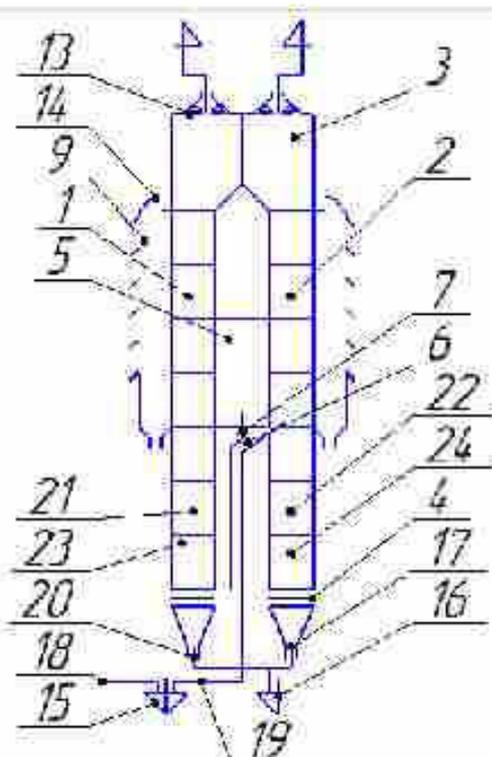
Теплоноситель подается в распределительную камеру 5, через подводящие короба он проходит через слой зерна и далее через отводящие короба поступает в осадочные камеры 9. Из осадочных камер 9,  $\frac{1}{3}$  часть отработавшего теплоносителя через зазоры, образованные колпаками 14, подводится к бункеру 3 для его обогрева, а остальной теплоноситель через жалюзи выбрасывается в атмосферу

Распределитель выполнен в виде системы трехгранных призм 13 симметрично расположенных в отсеках бункера 3. Сечение отверстия между двумя призмами 13 в каждом отсеке бункера 3 по производительности в 3-4 раза меньше производительности норий 15 и 16 поэтому зерно накапливается в виде правильного конуса, увеличивающегося по высоте до того момента, когда его образующая не сравняется с нижними кромками боковых окон между призмами и стенками бункера 3. Зерно через эти окна и центральное отверстие между призмами направляется в бункер

Для очистки зерна от крупных примесей бункер снабжен ловушкой 11 с наклонной сеткой и карманом 12 с шибером 25. При прохождении зерна ловушка задерживает крупные примеси, которые скатываются в карман 12, а из него они периодически убираются через окно, перекрытое шибером 25.

С целью обеспечения предварительного нагрева сырого зерна из сушильной шахты 2 просушенное зерно через отверстие 7 поступает в отборник 6 и далее через самотек 19 направляется вкормно 15, где оно смешивается с сырым зерном и отдает ему свое тепло.

Применение изобретения позволяет интенсифицировать процесс сушки, снизить удельные расходы топлива и электро-энергии, удельную металлоемкость, а также повысить качество просушиваемого зерна.



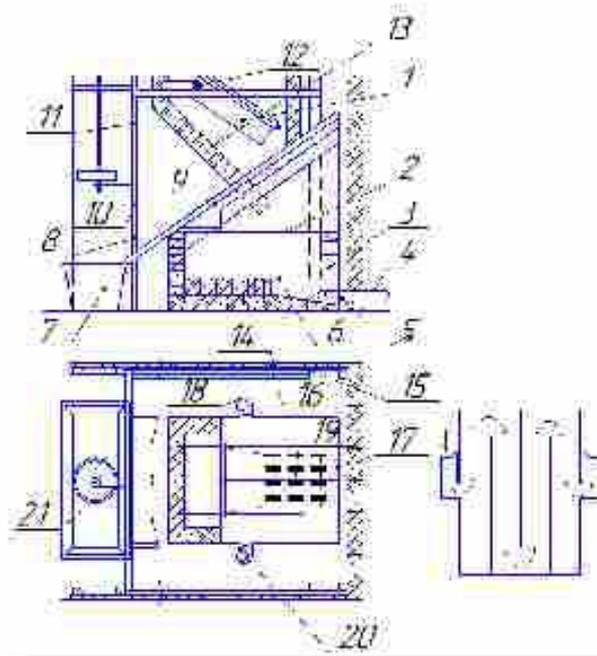
1,2 - шахты, 3 - надсушильный бункер, 4 - выпускной механизм, 5 - распределительная камера, 6 - отборник, 7 - отверстие, 8 - клапан, 9 - осадочная камера, 10 - шибер, 11 - ловушка, 12 - карман, 13 - трехгранная призма, 14 - направляющий колпак, 15,16 - норья, 17,20 - самотеки, 21,22 - теплообменник, 23,24 - охлаждающая шахта, 25 - шибер

Рисунок-5 Зерносушилка (патент 1118838 А)

Сушилка состоит из четырех основных частей разборной печи, нагреваемых качающихся ящиков-сковород, на которых, автоматически пересыпаясь с одного на другое, просушивается зерно, ковша для подачи зерна и пирамидального колпака для собирания пара

Железная разборная печь состоит на нижней части 5, выложенной кирпичом 7, в которой имеются топочная дверка 8, поддувальная дверка 9, колосники 39 и труба 10 с регулирующим вентилем 40 для подвода внешнего воздуха в целях усиления тяги, и верхней части 5, накладываемом на нижнюю 5 и имеющей наклонную поверхность 13. Поверхность 13 защищена от накаливания волнистым железом II, укрепленным параллельно этой поверхности на расстоянии около 10 см. Горизонтальная перегородка 11, прикрепленная к верхней части печи 6, способствует равномерному нагреванию наклонной поверхности 13, на которой происходит сушка зерна. Над печью 5,6 расположены на некотором расстоянии одни над другим четыре железных качающихся ящика-сковороды 1,2,3,4. Качание их происходит в подшипниках 37, в которые входят оси 41. К каждому ящику—сковороде, справа и слева, прикреплены по два бугеля 42, сканчивающиеся осями вращения 41. Топочные газы по трубе 22 поступают через отверстие 24 внутрь ящика-сковороды 1, пройдя и нем путь, стрелкою 28 выходят с противоположной стороны ящика в отверстие 29 и через трубу 30 попадают в отверстие 31 ящика-сковороды 3, где, тоже пройдя путь, указанный стрелкою 28, увлекаются трубой 32 наружу. Таким же образом, труба 23 обогревает ящики 2 и 4. Верхние поверхности 43 ящиков 1, 2, 3 и 4 для прочистки их делаются съемными. Все четыре ящика соединены между собою тягами 14 и шарнирами 14с общей штангой 15. Штанга 15 входит концом с винтовой нарезкой в маховик 16, при вращении которого в ту или иную сторону штанги 15, поднимаясь вверх или опускаясь вниз, изменяет одновременно и на одинаковый угол наклона все четыре ящика—сковороды. Над верхним днищем-сковородой 4 укреплен ковш 17, который при помощи рукава 34 выполняется зерном; клапан 18 служит для выпуска зерна в желаемом количестве на сковороду 4. Для укрепления четырех ящиков-сковород 1, 2, 3, 4 и ковша 17 имеются четыре стойки 35 из таврового, коробчатого, углового железа или рельс, которые скрепляются угловым и круглым железом, на этих

скрепления) 36 устанавливается по два подшипника 37 для каждого ящика—сковороды. Для удаления из зерносушилки образующегося в ней пара устраивается наверху колпак 19 с выводной трубой 21, снабженной клапаном 20. Вся зерносушилка для сохранения тепла ограждается деревянными стенками 38 и устанавливается в закрытом помещении. Сушильная камера снабжена смотровыми окнами, дверями и отверстием 44 у пола для повода внешнего воздуха. Сушка производится следующим образом: сковороды 1, 2, 8, 4 при помощи маховика 16 устанавливаются под углом 36—37 градусов, согласно шкалы, находящейся против маховичка 15. Зерно из ковша 17 поступает на сковороду 4 и, благодаря и уклону, ссыпается с нее на сковороду 3, затем на 2, 1 и наконец на наклонную поверхность печи 13, откуда уже поступает в приемный ящик 45. В случае, если зерно чрезмерно сыро и при прохождении описанного пути по сковородам не успеет достаточно подсохнуть, маховичком 16 ставят сковороды в горизонтальное положение, и зерно, пролежал на них до полной просушки, путем поворота сковород 1, 2, 3, 4 маховичком 16 до угла 36 градусов, ссыпается в приемный ящик.



- 1-ящик сковороды, 2-Горизонтальная перегородка, 3-топочная дверка,  
 4-труба, 5-регулирующий вентилятор, 6-колосник, 7-приемный ящик,  
 8, 10, 11-стойки, 9-наклонная поверхность печи, 12-ось, 13-труба,  
 14-деревянная стенка, 15-стойки, 16-скрепления, 17-топочная дверка,  
 18, 20-труба, 19-колосники, 21-маховик

## 1.2 Понятие сушки и технология сушки зерна

Основное назначение сушилки зерна

Рисунок-б. Зерносушилка (патент № 791)

## 2 ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1.1. Выбор источников света

Выбор источников света определяется технико-экономическими показателями и производится по рекомендациям ТКП45-2.04-158-2009 «Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования».

В соответствии с требованиями ТКП45-2.04-158-2009 для помещений производственного назначения № 1,2,5 принимаются лампы типа ЛЛ, а в помещениях вспомогательного характера № 3,4,6 – лампы накаливания.

Данные выбора источника света заносим в таблицу 2.

Таблица 1 - Нормируемая освещенность

№ п/п	Наименование помещения	Источники света	Нормируемая освещенность Ен, лк
1	Холодный склад	ЛЛ	75
2	Сухой склад	ЛЛ	75
3	Тепловой пункт	ЛН	20
4	Кладовая	ЛН	20
5	Коридор	ЛЛ	50
6	Щитовая	ЛН	50

### 2.1.2. Выбор системы и вида освещения

Выбор системы освещения зависит от уровня нормируемой освещенности рабочей поверхности. При нормируемой освещенности рабочей поверхности менее 200 лк применяют систему общего освещения, которое может быть выполнено с равномерным или локализованным (неравномерным) размещением светильников. Вид освещения – рабочее и дежурное.

### **2.1.3. Выбор нормируемой освещенности и коэффициента запаса**

Нормируемую освещенность рабочих поверхностей можно определить по таблице, приведенной в ТКП45-2.04-158-2009, в зависимости от характеристики зрительных работ, наименьшего размера объекта различения, контраста объекта различения с фоном и характеристики фона. Для облегчения определения норм освещенности на основе ТКП45-2.04-158-2009 разработаны отраслевые нормы рабочего освещения производственных и административных помещений, нормируемая освещенность по которым определяется в зависимости от технологического назначения помещений.

Уменьшение освещенности в расчетах установленной мощности источников учитывается коэффициентом запаса  $K_z$ , значение которого зависит от наличия пыли, дыма и копоти в рабочей зоне помещения, от конструкции светильников, типа источников света и периодичности чисток светильников. Значения коэффициентов запаса приведены в ТКП45-2.04-158-2009.

Отраслевые нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений рекомендуют принимать коэффициент запаса для ламп накаливания 1,15, а для газоразрядных ламп – 1,3. При этом чистка светильников должна проводиться не реже 1 раза в 3 месяца. Значение нормируемой освещенности приведены в таблице 2.

### **2.1.4. Выбор осветительных приборов для помещений**

Определяем категорию помещения №1 по условиям окружающей среды и минимально допустимую степень защиты светильника. Из номенклатуры светильников, выделяем те, которые удовлетворяют минимально допустимой степени защиты. Учитывая производственный характер помещения, оставляем светильники, имеющие прямой (П) или преимущественно прямой (Н) класс светораспределения и кривую силы

света Д или Г. Предварительно принимаем светильник ЛСП18×40 прямого светораспределения (П) с кривой силы света (Д-2) и степенью защиты 5'4.

Помещение №2 по условиям окружающей среды - сухое и минимально допустимая степень защиты светильника-5'3. Предварительно принимаем светильник ЛСП18-40 прямого класса светораспределения (П) с кривой силы света (Д-2) и степенью защиты 5'3.

Помещение №3 по условиям окружающей среды- сухое и минимально допустимая степень защиты светильника-2'3. Предварительно принимаем светильник НСП11-20 прямого класса светораспределения (П) с кривой силы света (Г-1) и степенью защиты 2'3.

Аналогично выбираем светильники для других помещений.

Таблица 2 – Результаты выбора светильника

№ по плану и наименование помещения	Категория среды	Е, лк	Кз	Плоскость	Система освещ.	Вид освещ.	Миним. допуст. степень защиты	Светильник		
								Т н п	КСС	IP
1	Сырое	75	1,3	Г-0,0	Общее	Рабочее и дежурное	5'4	ЛСП18-40	Д-2	IP54
2	Сухое	75	1,3	Г-0,0			5'3	ЛСП18-40	Д-2	IP54
3	Сухое	20	1,15	Г-0,0			2'3	НСП11-20	Г-1	IP54
4	Сухое	20	1,15	Г-0,8			2'3	НСП11-20	Г-1	IP54
5	Сухое	50	1,15	Г-0,0			5'3	НСП11-20	Д-2	IP54
6	Сухое	50	1,15	В-1,5			5'3	ЛСП1840	Д-2	IP54

### 2.1.5. Размещение осветительных приборов в освещаемом пространстве

Размещение светильников при равномерном освещении производят по углам прямоугольника или вершинам ромба с учетом допуска к светильникам для обслуживания.

Требования к минимально допустимой высоте установки светильников изложены в ПУЭ и зависят от категории помещения по степени опасности поражения электрическим током, конструкции светильника, напряжения питания ламп.

### 2.1.6. Метод коэффициента использования светового потока

Для помещения 1 – Холодный склад (12х12х6,5) проведем расчет методом коэффициента использования светового потока. Проверим применимость метода метод применим для расчета общего освещения горизонтальных поверхностей в помещении при отсутствии крупных затемняющих предметов. Расчетная поверхность расположена горизонтально.

2. Вычисляем индекс помещения

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p(A+B)}$$

$$i = \frac{12 \cdot 12}{2,95(12+12)} = 2,03$$

3. Для КСС светильника Г-1 индекса помещения  $i=1,14$ , коэффициентов отражения рабочих поверхностей  $\rho_p=50\%$ ,  $\rho_c=10\%$ ,  $\rho_{pr}=10\%$  определяем коэффициент использования светового потока в нижнюю полусферу  $\eta_1=94\%$  [П 3 23].

Аналогично определяем коэффициент использования светового потока в верхнюю полусферу  $\eta_2=18\%$  [П 3 25]. Из таблицы 3.1, [1] находим КПД светильника в нижнюю полусферу  $\eta_{\text{в}}=70\%$  - и в верхнюю полусферу  $\eta_{\text{н}}=15\%$ .

Вычисляем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_{\text{в}} + \eta_2 \cdot \eta_{\text{н}}$$

$$\eta = 0,94 \cdot 0,7 + 0,18 \cdot 0,15 = 0,685$$

4. Выбираем тип источника света в зависимости от зрительной работы – работа с ахроматическими объектами при освещенности от 150 до 300 лк. Принимаем тип лампы ЛБ и, исходя из мощности светильника, принимаем лампу ЛБ40 со световым потоком  $\Phi_{\text{л}}=3200$  лм. Суммарное количество светильников в помещении.

$$N_{\Sigma} = \frac{E_{\min} k_3 S z}{n_c \Phi_c \eta_1}$$

где,  $E_{\min}$  – нормируемая освещенность, лк,

$k_3$  - коэффициент запаса,

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>,

$z$  – коэффициент минимальной освещенности,

$n_c$  - число ламп,

$\Phi_c$  - световой поток лампы,

$\eta_1$  - коэффициент использования светового потока

$$N_{\Sigma} = \frac{200 \cdot 1.3 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 1.2}{4 \cdot 3200 \cdot 0.685} = 9 \text{ шт}$$

Принимаем 9, т. к. число светильников в ряду должно быть кратно 3

6. Число светильников в ряду

$$N_1 = \frac{N_{\Sigma}}{N_i}$$

$$N_1 = \frac{9}{3} = 3 \text{ светильника}$$

7. Определяем расстояние между светильниками в ряду, длина светильника  $l_c = 1,296$  м

Принимаем,  $l_a = 0,12$  м

$$L_p = \frac{A - 2l_a - N_i l_c}{N_i - 1}$$

$$L_p = \frac{12 - 2 \cdot 0,12 - 3 \cdot 1,296}{3 - 1} = 3,34 \text{ м}$$

8. Проверяем расположение светильников в ряду с учетом требований равномерности

$$0 \leq L_p \leq 1,5 \cdot l_b$$

$$0 \leq 3,34 \text{ м} \leq 3,51 \text{ м}$$

## 2.1.7. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Выбор напряжения и схемы питания электрической сети В общем случае выбор напряжения электрической сети осветительной установки

определяется степенью опасности поражения людей и животных электрическим током в рассматриваемом помещении. В помещениях без повышенной опасности напряжение 220 В допускают для всех светильников общего назначения независимо от высоты их установки. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при установке светильников с лампами накаливания на высоте более 2,5 м над полом или обслуживающей площадкой так же допускают напряжение 220 В. При высоте подвеса меньше 2,5 м должны применять светильники, конструкция которых исключает возможность доступа к лампе без специальных приспособлений, либо напряжение должно быть не выше 42 В. Разрешается установка светильников с люминесцентными лампами на высоте менее 2,5 при условии, что их контактные части будут недоступны для случайных прикосновений.

Принимаем схему питания трехфазного тока с глухозаземленной нейтралью напряжением 380/220. При этом источники света подключаются к сети между фазным и нулевым проводом.

Питающие линии обычно выполняют пятипроводными (трехфазными), а групповые – трехпроводными в зависимости от нагрузки и длины.

Питающие линии могут быть магистральными, радиальными или радиально-магистральными. Наиболее широкое распространение на сельскохозяйственных предприятиях нашли радиально-магистральные схемы, которые применены в курсовом проекте.

Схемы питания осветительной или облучательной установки выбирают по следующим условиям: надежность электроснабжения, экономичность (минимальные капитальные и эксплуатационные затраты), удобство в управлении и простота эксплуатации.

Для надежности электроснабжения принимаем радиальную схему питания, т.к. она по сравнению с магистральной имеет меньшую зону аварийного режима и меньшее сечение кабеля.

### 2.1.8. Определение количества и мест расположения групповых щитков, выбор их типа и компоновка трассы сети

Количество групповых щитков осветительной установки определяют, исходя из размеров здания и рекомендуемой протяженности групповых линий. Принимают длину четырехпроводных трехфазных групповых линий напряжением 380/220 В равной 80 м, напряжением - 220/127 В - 60 м и, соответственно, двухпроводных однофазных - равной 35 м и 25 м.

Однофазные групповые линии целесообразно применять в небольших конторах, а также в средних помещениях при установке в них светильников с лампами накаливания мощностью до 200 Вт и с люминесцентными лампами. Применение трехфазных групповых линий экономично в больших помещениях (птичниках, коровниках и т.д.), освещаемых как лампами накаливания, так и газоразрядными лампами.

Ориентировочное количество групповых щитков определяем по формуле:

$$n_{\text{ш}} = \frac{\sqrt{A^2 + B^2}}{2r}$$

где А, В-длина и ширина здания, м

r – рекомендуемая протяженность линии, м

$$n_{\text{ш}} = \frac{\sqrt{30^2 + 12^2}}{2 \cdot 35} = 0.48$$

Для уменьшения протяженности и сечения проводов групповой сети щитки устанавливают по возможности в центре электрической нагрузки, координаты которого

$$x_{\text{ц}} = \frac{\sum P_i \cdot x_i}{\sum P_i}$$

$$y_{\text{ц}} = \frac{\sum P_i \cdot y_i}{\sum P_i}$$

где  $x_{\text{ц}}$ ,  $y_{\text{ц}}$  - координаты центра электрических нагрузок в координатных осях x, y,

$P_i$  - мощность  $i$ -й электрической нагрузки, кВт,

$x_i, y_i$  - координаты  $i$ -й электрической нагрузки в координатных осях  $x,$

$y.$

При выборе мест установки групповых осветительных щитков учитывают также и то, что групповые щитки, предназначенные для управления источниками оптического излучения, устанавливают в местах, удобных для обслуживания: проходах, коридорах и на лестничных клетках. Щитки, имеющие отключающие аппараты, устанавливают на доступной для обслуживания высоте (1,8–2,0 м от пола).

При компоновке внутренних сетей светильники объединяют в группы так, чтобы на одну фазу группы приходилось не более 20 ламп накаливания, ДРЛ, ДРН, ДНаТ и розеток или 50 люминесцентных ламп.

Осветительные щитки выбирают в зависимости от количества групп, схемы соединения, аппаратов управления и защиты, а также по условиям среды, в которых они будут работать.

В зависимости от условий среды в помещениях применяют групповые щитки незащищенные, защищенные и защищенные с уплотнением. Щитки защищенные с уплотнением предназначены для установки в производственных помещениях с тяжелыми условиями среды. Большое значение имеет также выбор трассы сети, которая должна быть не только кратчайшей, но и наиболее удобной для монтажа и обслуживания.

Прокладка сети по геометрически кратчайшим трассам практически невозможна или нецелесообразна по причинам конструктивного и технологического характера. Трассу открытой проводки, как по конструктивным, так и по эстетическим соображениям намечают параллельно и перпендикулярно основным плоскостям помещений. Только при скрытой проводке на горизонтальных плоскостях можно применять прямолинейную трассировку между фиксированными точками сети.

Выбранные трассы питающих и групповых линий, места установки групповых щитков, светильников, выключателей и розеток наносят на план помещения согласно условным обозначениям, принятым в ГОСТ 21.608 - 84 и ГОСТ 2.754 - 72. В соответствии с результатами светотехнического расчета вычерчиваем план здания (формат А1). Наносим на него в виде условных обозначений светильники (ряды светильников). Принимаем щиток с однофазными группами. Рекомендуемая протяженность линий  $r = 35$  м.

Для определения места его установки рассчитываем координаты центра электрической нагрузки. Исходя из количества светильников и мощность ламп, в каждом помещении определяем установленную мощность по формуле

$$P_i = N_{ai} N_{bi} n_{ci} P_{li}$$

Приняв, что нагрузка каждого помещения сосредоточена в центре, и построив оси координат, определим координаты центров всех помещений,

№ по плану и наименование помещения	$P_{уст}$ , кВт	X, мм	Y, мм
Холодный склад	1,28	291	102
Сухой склад	1,28	99	124
Тепловой пункт	0,04	29	37
Кладовая	0,2	73	37
Коридор	0,04	118	37
Щитовая	0,08	169	37

считая левый нижний угол началом координат. Данные сводим в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение координат центра нагрузок

Определяем координаты центра электрических нагрузок всего здания по формуле 3.2 и 3.3.

$$x_{ц} = \frac{1,28 \cdot 291 + 1,28 \cdot 99 + 0,04 \cdot 29 + 0,2 \cdot 73 + 0,04 \cdot 118 + 0,08 \cdot 169}{1,28 + 1,28 + 0,04 + 0,2 + 0,04 + 0,04} = \frac{533,2}{2,92} = 182,6 \text{ м}$$

$$Y_{ц} = 103,6\text{м}$$

С учётом рассчитанного центра электрических нагрузок и с целью обеспечения удобства обслуживания и экономии проводникового материала размещаем групповой щиток на стене в электрощитовой. Показываем на чертеже центр электрических нагрузок с координатами  $x=182,6$ ,  $y=103,6$ . Для удобства управления освещением принимаем три групповые линии.

В каждом щитке освещения и 1 группу в ЩО1 для дежурного освещения. С учетом удобства монтажа и обслуживания, а также равномерного распределения нагрузки по фазам выбираем щит ЯБПВУ - МУЗ.

### **2.1.9. Выбор марки проводов (кабелей) и способов прокладки сети.**

Осветительную электропроводку, как правило, следует выполнять проводами и кабелями с алюминиевыми жилами. С медными жилами ее выполняют только во взрывоопасных помещениях классов В-1 и В-1а. Гибкие кабели с медной жилой и резиновой изоляцией марки КРПГ, КРПГ применяют для подключения переносных или передвижных источников оптического излучения.

При проектировании сельскохозяйственных объектов используют следующие способы прокладки электропроводок: на тропе, на лотках и в коробах, в пластмассовых и стальных трубах, металлических и гибких резинотехнических рукавах, в каналах строительных конструкций, проводом и кабелем по строительным основаниям и конструкциям (ОСТ 70 004.0013 - 81).

При выборе того или иного способа прокладки электропроводки необходимо учитывать условия среды помещения, его строительные особенности, архитектурно-художественные экономические требования.

В помещении № 3 способ прокладки кабеля - на тропе, во всех остальных помещениях - скрытая проводка. По категории помещения и условиям окружающей среды из табл. [4] выбираем кабель АВВГ.

Составляем расчётную схему сети, на которой указываем номера расчетных точек, длины участков и присоединенные мощности

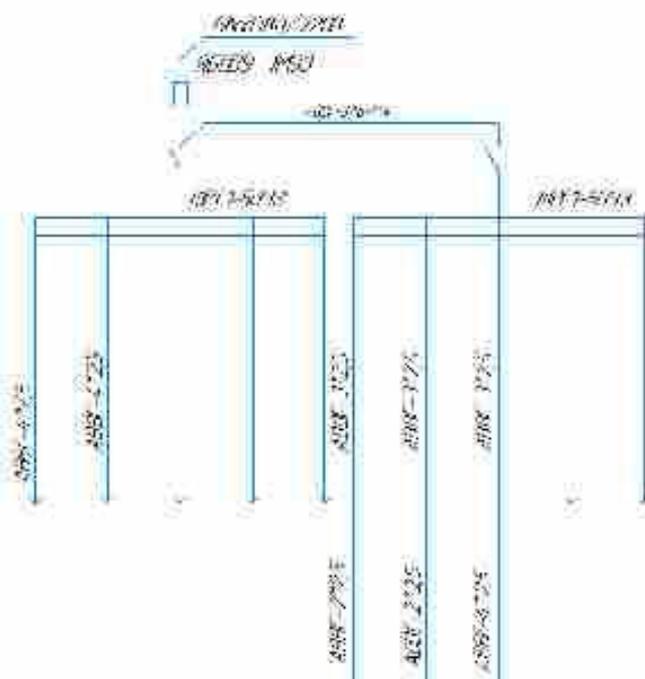


Рисунок 7 – Расчетная схема осветительной сети

### 2.1.9 Выбор марки проводов (кабелей) и способа прокладки сети

К аварийным режимам в осветительных сетях относят токи короткого замыкания, неполнофазный режим работы (для трехфазной линии), токи утечки. Для защиты от токов короткого замыкания служат автоматические выключатели ВА 14 – 26. Для защиты от токов утечки согласно ПУЭ принимаем УЗО с установкой 30 мкА.

### 2.2. Указания по энергосбережению и эксплуатации осветительной установки

При проектировании осветительной установки были использованы следующие светотехнические решения

1. для производственных помещений использованы наиболее экономные источники освещения, а именно газоразрядные лампы низкого давления,

2. стены помещения покрыты побелкой с целью увеличения коэффициента использования светового потока,

3. схема питания освещения - радиальная,

4. принято наибольшее разрешенное напряжение питания,

5. групповой щит установлен в центре электрических нагрузок,

6. лампы имеют диапазон рабочего напряжения равный напряжению питания, что позволяет избежать перерасхода электроэнергии и уменьшения срока службы.

Энергосберегающие мероприятия при эксплуатации осветительных установок:

- своевременная очистка светильников,
- своевременная замена ламп,
- окраска рабочих поверхностей в светлые тона,

### 3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

Предлагаемая конструкция зерносушилки предназначена для масленичных культур.

Тепловая сушка, или просто сушка, представляет собой процесс удаления влаги из твердых влажных материалов путем её испарения и отвода образующихся паров. Сушка является наиболее распространённым способом удаления влаги из твердых и пастообразных материалов.

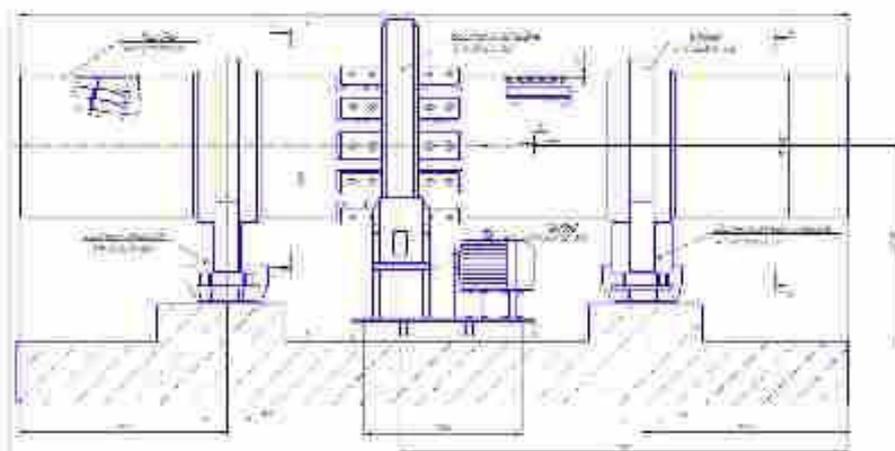


Рисунок 3.1 - Барабанная сушилка.

Наиболее широко в промышленности строительных изделий и материалов применяются барабанные сушилки. Они просты в обращении, экономичны и надежны в эксплуатации.

Корпус сушилки выполнен в виде сварного стального цилиндра с двумя бандажками, каждый из которых опирается на пару роликов. Наклон барабана  $1/6^\circ$ , частота вращения его вокруг оси  $1/8$  об/мин. Барабан приводится в движение электродвигателем через редуктор, подвенцовую шестерней и венцовым зубчатым колесом, которое насажено на корпус барабана.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат			
Разраб.	Ганиев Р.Р				Лит	Лист	Листов
Провер.	Лукин М.А					1	9
Реценз.					Казанский ГАУ		
Н. Контр.					Каф. МОА группа Б261-03		
Утверд.	Халиуллин Д.Т.						

Технологический расчет



Если материал не допускает большой температуры нагрева, или недопустимо загрязнение его сажой, то применяют нагретый воздух. Скорость газа в барабане не более 3 м/с, иначе будет большой унос твердых частиц. Если материал сильно пылит, то скорость газа должна быть еще меньше.

### 3.1 Определение размеров сушильного барабана

Количество удаляемой влаги при сушке определяем по формуле:

$$W = G_1 \cdot \frac{U_H - U_K}{100 - U_K} = 8000 \cdot \frac{20 - 5}{100 - 5} = 1263,1 \text{ кг/ч} \quad (3.1)$$

Принимаем напряженность барабана по влаге  $A = 50 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{ч}$ , тогда необходимый внутренний объем барабана будет равен

$$V_B = \frac{W}{A} = \frac{1263,1}{50} = 25,26 \text{ м}^3 \quad (3.2)$$

Подбираем барабан СБ 2 – 8. Его диаметр равен 2м, длина 8м, а объем составляет  $25,1 \text{ м}^3$ . Проверим объем барабана по формуле

$$V_B = K_B \cdot \frac{Q}{\alpha_V \Delta t_{CP}} \quad (3.3)$$

где  $K_B$  – коэффициент, учитывающий объем барабана, занятого насадкой ( $K_B = 1,1 - 1,2$ ),

$Q$  – количество тепла, которое передается от газов к материалу и расходуется на испарение влаги и нагрев материала;

$W$  – количество испаряемой влаги, кг/ч;

$\Delta t_{CP}$  – средняя логарифмическая разность температур между газами и материалом в начале и в конце сушки;

$\alpha_V$  – объемный коэффициент теплоотдачи, Вт/м<sup>3</sup>·град (принимаем объемный коэффициент теплоотдачи  $\alpha_V = 200 \text{ Вт/м}^3 \cdot \text{град}$ ).

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.018.20.КР.00.00.ПЗ				

Определяем тепло на нагрев материала по формуле

$$Q_M = G_2 \cdot C_M \cdot (t_{2M} - t_{1M}), \quad (3.4)$$

где  $t_{2M}$  и  $t_{1M}$  - температура материала на входе и выходе из сушилки

$$G_2 = G_1 - W = 8000 - 1263,1 = 6736,9 \text{ т/ч} \quad (3.5)$$

Теплоемкость высушенного материала при конечной влажности

$U_K = 5\%$ :

$$C_M = C_{\text{т.с.}} \cdot \frac{100 - U_K}{100} + \frac{4,2 \cdot U_K}{100} \quad (3.6)$$

Находим  $C_C$  для сухого зерна

$$C_C = 0,921 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град}$$

$$C_M = 0,921 \cdot \frac{100 - 5}{100} + \frac{4,2 \cdot 5}{100} = 1,08 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град}$$

Принимаем температуру зерна на входе в сушилку  $t_{1M} = 5^\circ\text{C}$  [1], а на выходе  $80^\circ\text{C}$ , а также температуру газов на выходе из сушилки  $t_{2Г} = 110^\circ\text{C}$ .

Тогда:

$$Q_M = 6736,9 \cdot 1,08 \cdot (80 - 5) = 548190 \text{ кДж/ч}$$

Определяем полезный расход тепла на сушку по формуле:

$$Q = (2493 + 1,97 \cdot t_{2Г} - 4,2 \cdot t_{1M}) \cdot 0,278 \cdot W + 0,278 \cdot Q_M \quad (3.7)$$

$$Q = (2493 + 1,97 \cdot 110 - 4,2 \cdot 5) \cdot 0,278 \cdot 1263,1 + 0,278 \cdot 548190 = 1096512 \text{ Вт}$$

Среднюю логарифмическую разность температур находим по формуле:

$$\Delta t_{\text{СР}} = \frac{(t_{1Г} - t_{1M}) - (t_{2Г} - t_{2M})}{2,3 \cdot \lg \frac{t_{1Г} - t_{1M}}{t_{2Г} - t_{2M}}} = \frac{(600 - 5) - (110 - 80)}{2,3 \cdot \lg \frac{600 - 5}{110 - 80}} = 189,3^\circ\text{C} \quad (3.8)$$

Определяем объем барабана

$$V_B = 1,08 \cdot \frac{1096512}{200 \cdot 189,3} = 31,28 \text{ м}^3$$

Следовательно, выбранный барабан не подходит. Принимаем барабан СБ 2-10, с  $V = 31,4 \text{ м}^3$ ,  $D_B = 2 \text{ м}$ ,  $l_B = 10 \text{ м}$

Следовательно, реальная напряженность барабана по влаге составит

$$A = \frac{W}{V_B} = \frac{1263,1}{31,4} = 40,22 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{ч}$$

Производительность по абсолютно сухой крупинке зерна составит :

$$G_C = G_2 \cdot \frac{100 - U_H}{100} = 6736,9 \cdot \frac{100 - 5}{100} = 6400 \text{ кг/ч} \quad (3.9)$$

Количество остаточной влаги :

$$W_{\text{ост}} = G_T - G_C = 6736,9 - 6400 = 336,9 \text{ кг/ч} \quad (3.10)$$

Для определения количества воздуха, подаваемого в топку и на разбавление дымовых газов, а также необходимого количества дымовых газов, подаваемых в сушилку, произведем расчет горения топлива

В качестве топлива принят мазут марки М-20  $Q_H^P = 40400 \text{ кДж/кг}$

Состав горючей массы мазута приведен в таблице 4 в %

Таблица 4

$C^I$	$H^I$	$S^I$	$N^I$	$O^I$	$A^P$	$W^P$	$\Sigma$
87,2	11,7	0,5	0,4	0,2	0,1	2	100

Определим состав рабочего топлива:

$$C^P = C^I \cdot \frac{100 - (A^P + W^P)}{100} = 87,2 \cdot \frac{100 - (0,1 + 2)}{100} = 85,4\% \quad (3.12)$$

где  $C^P$  – составляющие рабочего топлива, % ,

$C^I$  – отдельная составляющая горючей массы топлива, % ;

$W^P$  – содержание влаги в топливе, % ,

$A^P$  – содержание золы, % .

$$H^P = 11,7 \cdot 0,979 = 11,4\% N^P = 0,4 \cdot 0,979 = 0,4\%$$

$$S^P = 0,5 \cdot 0,979 = 0,5\% O^P = 0,2 \cdot 0,979 = 0,2\%$$

Состав влажного рабочего топлива приведен в таблице 5, % :

Таблица 5

$C^P$	$H^P$	$S^P$	$N^P$	$O^P$	$A^P$	$W^P$	$\Sigma$
85,4	11,4	0,5	0,4	0,2	0,1	2	100

Теоретически необходимое для горения количество сухого воздуха  $L_o$  находим по формуле (3.13)

$$L_o = 0,0889 \cdot C^P + 0,265 \cdot H^P - 0,0333 \cdot (O^P - S^P), \text{ нм}^3/\text{кг}$$

$$L_o = 0,0889 \cdot 85,4 + 0,265 \cdot 11,4 - 0,0333 \cdot (0,2 - 0,5) = 10,61 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

Количество атмосферного воздуха  $L_o^l$  при его влагосодержании  $x = 0,01$  кг/кг равно

$$L_o^l = (1 + 1,6 \cdot x) \cdot L_o = (1 + 1,6 \cdot 0,01) \cdot 10,61 = 10,78 \text{ нм}^3/\text{кг} \quad (3.14)$$

Процесс горения производят при избытке воздуха. Так как нам для понижения температуры дымовых газов перед подачей в сушилку нужно их разбавлять холодным воздухом, то его мы будем подавать в топку с явным избытком, и коэффициент избытка воздуха принимаем  $\alpha = 1,8$ . Тогда действительное количество воздуха при  $\alpha = 1,8$ :

Сухого

$$L_a = 10,61 \cdot 1,8 = 19,1 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

Атмосферного

$$L_a^l = 10,78 \cdot 1,8 = 19,4 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

Количество и состав продуктов полного горения при  $\alpha = 1,8$

$$V_{CO_2} = 0,01855 \cdot C^P = 0,01855 \cdot 85,4 = 1,584 \text{ нм}^3/\text{кг} \quad (3.15)$$

$$V_{SO_2} = 0,007 \cdot S^P = 0,007 \cdot 0,5 = 0,0035 \text{ нм}^3/\text{кг} \quad (3.16)$$

$$V_{H_2O} = 0,112 \cdot H^P + 0,014 \cdot W^P + 1,6 \cdot x \cdot L_a, \quad (3.17)$$

$$V_{H_2O} = 0,112 \cdot 11,4 + 0,014 \cdot 2 + 1,6 \cdot 0,01 \cdot 19,1 = 1,61 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot L_a + 0,008 \cdot N^P \quad (3.18)$$

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot 19,1 + 0,008 \cdot 0,4 = 15,092 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

$$V_{O_2} = 0,21 \cdot (\alpha - 1) \cdot L_a = 0,21 \cdot (1,8 - 1) \cdot 10,61 = 1,782 \text{ нм}^3/\text{кг} \quad (3.19)$$

Общее количество продуктов горения  $V_n$  при  $\alpha = 1,8$ :

$$V_n = 1,584 + 0,0035 + 1,61 + 15,092 + 1,782 = 20,072 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

Процентный состав продуктов горения при  $\alpha = 1,8$ :

$$CO_2 = \frac{1,584 \cdot 100}{20,072} = 7,89\%, \quad SO_2 = \frac{0,0035 \cdot 100}{20,072} = 0,017\%$$

$$H_2O = \frac{1,61 \cdot 100}{20,072} = 8,02\%, \quad N_2 = \frac{15,092 \cdot 100}{20,072} = 75,19\%$$

$$O_2 = \frac{1,782 \cdot 100}{20,072} = 8,88\%$$

Для определения влагосодержания дымовых газов переведем  $\text{нм}^3$  в кг, для чего производим умножение на плотность  $\rho$  находим плотность каждого компонента дымовых газов.

$$G_{CO_2} = V_{CO_2} \cdot \rho_{CO_2} = 1,584 \cdot 1,977 = 3,131 \text{ кг/кг}, \quad G_{SO_2} = V_{SO_2} \cdot$$

$$\rho_{SO_2} = 0,0035 \cdot 2,852 = 0,01 \text{ кг/кг}, \quad G_{H_2O} = V_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O} = 1,61 \cdot 0,804 =$$

$$1,294 \text{ кг/кг}, \quad G_{N_2} = V_{N_2} \cdot \rho_{N_2} = 15,092 \cdot 1,251 = 18,88 \text{ кг/кг}, \quad G_{O_2} = V_{O_2} \cdot \rho_{O_2} =$$

$$1,782 \cdot 1,429 = 2,546 \text{ кг/кг}$$

Влагосодержание определяем по формуле (3.20).

$$x_{дг} = \frac{G_{H_2O}}{G_{CO_2} + G_{SO_2} + G_{N_2} + G_{O_2}}, \quad (3.21)$$

$$x_{дг} = \frac{1,294}{3,131 + 0,01 + 18,88 + 2,546} = 0,0527 \text{ кг/кг}$$

Определяем температуру дымовых газов:

$$t_p = \eta \cdot \frac{Q_H^p + C_T t_T + L_a C_B t_B + L_{H_2O} C_{H_2O} t_B}{V_a G_T}, \quad (3.22)$$

где  $Q_H^p$  - низшая теплотворная способность топлива, кДж/кг.

Пирометрический коэффициент для топок, устроенных в агрегаты, принимаем равным  $\eta = 0,85$ . Температуру топлива и воздуха принимаем  $t_T = t_B = 20^\circ\text{C}$ . Теплоёмкость сухого воздуха и паров воды при  $t_B = 20^\circ\text{C}$  находим из табл. № 1 а теплоту горения мазута – из табл. № 2.

Теплоёмкость дымовых газов находим по теплоёмкости каждого компонента из табл. № 1. Так как теплоёмкость зависит от температуры, а мы её хотим определить, то при расчёте теплоёмкости зададимся температурой дымовых газов  $1100^\circ\text{C}$ . Если расчётная величина температуры получится близкой, то решение выполнено верно, если расхождение заданной и расчётной температуры получилось более  $100^\circ\text{C}$ , то расчёт повторяется при новых заданных значениях температуры и теплоёмкости.

$$C_{дг} = \frac{C_{CO_2} \cdot x_{CO_2} + C_{SO_2} \cdot x_{SO_2} + C_{H_2O} \cdot x_{H_2O} + C_{N_2} \cdot x_{N_2} + C_{O_2} \cdot x_{O_2}}{x_{CO_2} + x_{SO_2} + x_{H_2O} + x_{N_2} + x_{O_2}} \quad (3.23)$$

$$C_{дг} = \frac{2,235 \cdot 7,89 + 2,261 \cdot 0,017 + 1,75 \cdot 8,02 + 1,4 \cdot 75,19 + 1,49 \cdot 8,88}{100} = 1,502 \text{ кДж/м}^3$$

Температура дымовых газов

$$t_p = 0,85 \cdot \frac{40400 + 20 \cdot 1,95 + 12,1 \cdot 1,297 \cdot 20 + 0,31 \cdot 1,4943 \cdot 20}{20,072 \cdot 1,502} = 1154,4^\circ\text{C}$$

Расхождение между заданной и расчетной составляет  $54,4^\circ\text{C}$ , что вполне приемлемо, и пересчет  $t_p$  производить не следует.

### 3.2. Расчет процесса сушки

Закончив расчет горения топлива и получив все необходимые параметры дымовых газов, переходим к расчету процесса сушки с целью определения количества дымовых газов, поступающих в сушилку, и расход топлива.

Так как температура дымовых газов в топке  $t_p = 1154,4^\circ\text{C}$ , а в сушилку, согласно условию задачи, газы должны поступать с температурой  $600^\circ\text{C}$ , то их необходимо разбавить холодным воздухом.

Для определения влагосодержания и энтальпии разбавленных дымовых газов воспользуемся диаграммой "I - x". Точка А на диаграмме характеризует состояние воздуха, поступающего в топку на горение и на разбавление дымовых газов. Ее мы находим по следующим параметрам  $t_B = 20^\circ\text{C}$ ,  $x_B = 0,01$  кг/кг сухого воздуха.

Точка В характеризует состояние дымовых газов в топке и находится по следующим параметрам  $t_{дг.} = 1154,4^\circ\text{C}$ ,  $x_B = 0,0527$  кг/кг сухих газов. Энтальпия дымовых газов в точке В равна  $I_{дг.} = 1520$  кДж/кг. Соединяем прямой линией точку А с В и, опускаясь по этой линии вниз из точки В до пересечения с изотермой  $t = 600^\circ\text{C}$ , находим точку В<sup>1</sup>, характеризующую состояние разбавленных воздухом дымовых газов до температуры  $600^\circ\text{C}$ .

					ВКР 35.03.06.018.20.КР.00.00.13	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Для точки В<sup>1</sup> находим : влагосодержание равно  $x_{см} = 0,035$  кг/кг сухих газов , энтальпия  $I_{см} = 820$  кДж/кг .

Зная параметры смеси дымовых газов и воздуха ( $x_{см} , I_{см} , t_{см}$ ) , можем составить уравнение баланса тепла и определить количество воздуха, подаваемого на с  $I_{дг} = 1520$  кДж/кг смешение :

$$I_{дг} \cdot V_{дг} \cdot \rho_{дг} + I_{воз.} \cdot L_{воз.р.} \cdot \rho_{воз.} = I_{см} \cdot (V_{дг} \cdot \rho_{дг} + L_{воз.р.} \cdot \rho_{воз.}) \quad (3.24)$$

$$L_{воз.р.} = \frac{V_{дг} \cdot \rho_{дг} \cdot (I_{дг} - I_{см})}{\rho_{воз.} \cdot (I_{см} - I_{воз.})} \quad (3.25)$$

$$I_{воз.} = C_{воз.} \cdot t = 1,01 \cdot 20 = 20,2 \text{ кДж/кг} \quad (3.26)$$

Значение  $C_{воз.}$  взято из табл 1 приложения [1]

$$\rho_{дг.} = \frac{\rho_{CO_2} \cdot x_{CO_2} + \rho_{SO_2} \cdot x_{SO_2} + \rho_{H_2O} \cdot x_{H_2O} + \rho_{N_2} \cdot x_{N_2} + \rho_{O_2} \cdot x_{O_2}}{x_{CO_2} + x_{SO_2} + x_{H_2O} + x_{N_2} + x_{O_2}} \quad (3.27)$$

$\rho_{дг.}$

$$= \frac{1,977 \cdot 7,89 + 2,852 \cdot 0,017 + 0,804 \cdot 8,02 + 1,251 \cdot 75,19 + 1,429 \cdot 8,88}{100}$$

$$= 1,288 \text{ кг/м}^3$$

Значения  $\rho$  для каждого компонента взяты из таблицы 9 приложения [1]

$$L_{воз.р.} = \frac{20,072 \cdot 1,288 \cdot (1520 - 820)}{1,29 \cdot (820 - 20,2)} = 17,54 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Общее количество воздуха, идущее для горения и разбавления дымовых газов :

$$L_{\alpha}^{||} = L_o^I + L_{воз.р.} = 10,78 + 17,54 = 28,32 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (3.28)$$

Общий коэффициент избытка воздуха :

$$\alpha = \frac{L_{\alpha}^{||}}{L_o^I} = \frac{28,32}{10,78} = 2,62 \quad (3.29)$$

Теоретический процесс сушки на "I - x" диаграмме изображается линией В<sup>1</sup>С . Параметрами точки С являются постоянное теплосодержание  $I = 820$  кДж/кг и конечная температура газов , которую принимаем по практическим данным  $t_{зг} = 110^\circ\text{C}$  . По "I - x" диаграмме (рисунок 2.1)

находим для точки С  $x_2 = 0,317$  кг/кг. Расход сухих газов для теоретического процесса сушки:

$$G_{тг.} = \frac{1263,1}{0,2 - 0,035} = 7655 \text{ кг/ч}$$

Для того, чтобы рассчитать расход газов в реальной сушилке, необходимо рассчитать потери тепла в сушилке  $Q_{пот.}$ , которые будут состоять из потерь тепла на нагрев материала  $Q_M$  и потерь тепла в окружающую среду  $Q_{окр.}$  через стенку сушильного барабана:

$$Q_{пот.} = Q_M + Q_{окр.} \quad (3.30)$$

Потери на нагрев материала определены в начале расчета, и они составляют  $Q_M = 548190$  кДж/ч. Потери тепла через стенку барабана можно рассчитать по уравнениям теплопередачи, однако согласно результатам исследований и выполненным нами расчетам эти потери составляют около 5% от общего расхода тепла на сушку.

Расход тепла на сушку, согласно предыдущим расчетам, составляет  $Q = 1046512$  Вт или  $Q = 3764431,7$  кДж/кг. Тогда потери тепла через стенку барабана составят:

$$Q_{окр.} = \frac{3764431,7 \cdot 5}{100} = 188221,5 \text{ кДж/ч}$$

$$\text{Общие потери } Q_{пот.} = 548190 + 188221,5 = 736411,5 \text{ кДж/ч}$$

Потери теплосодержания газов будут равны:

$$I_{пот.} = \frac{Q_{пот.}}{G_{тг.}} = \frac{736411,5}{7655} = 96,2 \text{ кДж/кг} \quad (3.31)$$

Переходим к построению на диаграмме "Т – х" реального процесса сушки. Из точки С вниз (при  $x = \text{const}$ ) откладываем величину  $I_{пот.} = 96,2$  кДж/кг и получаем точку Д. Соединяем точку Д с точкой В<sup>1</sup> и получаем линию В<sup>1</sup>Д, по которой пойдет процесс реальной сушки.

Конечная температура сушки нами установлена ранее  $t_{т} = 110^\circ\text{C}$ . Точка Е пересечения линии В<sup>1</sup>Д действительной сушки с изотермой  $t =$

110°C характеризует состояние газов на выходе из реальной сушилки.  
Для этой точки  $x_k = 0,185$  кг/кг.

Действительный расход газов на сушку будет равен:

$$G_T = \frac{1263,1}{0,185 - 0,035} = 8420,6 \text{ кг/ч}$$

Расход тепла на сушку находим по формуле:

$$Q = G_T \cdot (I_H - I_{\text{воз.}}) - 4,2 \cdot W \cdot t_{1M} \quad (3.32)$$

$I_H = 680$  кДж/кг находим по диаграмме "I - x" для точки B<sup>II</sup>, как для воздуха при  $t_{\text{воз.}} = 600^\circ\text{C}$ .  $I_{\text{всв.}} = 20,2$  кДж/кг находим для точки A, в которой  $t = 20^\circ\text{C}$ .

$$Q = 8420,6 \cdot (680 - 20,2) - 4,2 \cdot 1263,1 \cdot 5 = 5529386,7 \text{ кДж/ч}$$

Расход тепла в топке:

$$Q_T = \frac{5529386,7}{0,85} = 6505160,9 \text{ кДж/кг}$$

Расход мазута:

$$B = \frac{6505160,9}{40400} = 161,01 \text{ кг/ч}$$

Удельный расход тепла на сушку, отнесенный к 1 кг испаряемой влаги, будет равен:

$$q_{\text{уд.}} = \frac{6505160,9}{1263,1} = 5150,1 \text{ кДж/кг}$$

Определим расход воздуха и объем отходящих газов. Количество воздуха, необходимое на горение:

$$V_{\text{воз.}}^I = L_a^I \cdot B = 19,4 \cdot 161,01 = 3123,59 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.33)$$

Количество воздуха, необходимое для разбавления дымовых газов в камере смешения:

$$V_{\text{воз.}}^{II} = L_p \cdot B = 10,78 \cdot 19,4 = 1735,68 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.34)$$

Определим объем отходящих газов при выходе из сушильного барабана:

$$V_{CM} = \frac{G_{CM}}{\rho_{CM}} \quad (3.35)$$

Количество влажных газов, выходящих из сушильного барабана, равно:

$$G_{CM} = (1 + x_{CM}) \cdot G_T + W = (1 + 0,035) \cdot 8420,6 + 1263,1 = 9978,4 \text{ кг/ч} \quad (3.36)$$

Плотность отходящих газов при  $t_K = 110^\circ\text{C}$

$$\rho_{CM} = \frac{353 - 0,0013 P_{II}}{273 + t_{2T}} \quad (3.36)$$

Парциальное давление  $P_{II}$  водяного пара в отходящих газах определим по "I-x" диаграмме.

При конечных параметрах  $t_{2T} = 110^\circ\text{C}$  и  $x_K = 0,185 \text{ кг/кг}$ ,  $P_{II} = 10\,000 \text{ Н/м}^2$ .

Тогда

$$\rho_{CM} = \frac{353 - 0,0013 \cdot 10000}{273 + 110} = 0,887 \text{ кг/м}^3$$

Действительный объем влажных газов, уходящих из сушильного барабана, будет равен

$$V_{CM} = \frac{9978,4}{0,887} = 11240,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Скорость газов при выходе из барабана

$$\omega_T = \frac{4 V_{CM}}{3600 \pi D_B^2 (1-\beta)} = \frac{4 \cdot 11240,3}{3600 \cdot 3,14 \cdot 2^2 \cdot (1-0,2)} = 1,24 \text{ м/с} \quad (3.37)$$

где  $\beta$  - коэффициент заполнения барабана материалом,

$D_B$  - диаметр барабана.

Сравнивая скорость газов  $\omega_T = 1,24 \text{ м/с}$  допустимой скоростью, убеждаемся, что реальная скорость ниже допустимой.

					ВКР 35.03.06.018.20.КР.00.00.ПЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

### **3.3 Физическая культура на производстве.**

Спортивная культура на работе. Физическое воспитание на работе является важным фактором повышения производительности труда.

Ввиду распространенности и тяжести психологического или ручного труда специалисты по механизации делятся на две группы: операторы самоходных машин и агрегатов (водители, трактористы) и специалисты по стационарной технике (механики, слесари, электрики). Поэтому работа некоторых людей связана с управлением транспортом, которое несет большую психологическую нагрузку, и его сложно координировать с движением других людей и работать в сложных условиях (на большой высоте, в ограниченном пространстве). Это требует выносливости, особой координации индивидуальной мышечной силы и физических упражнений. Физическое воспитание выпускников должно включать следующие виды спорта: тяжелая атлетика, армрестлинг, борьба, гимнастика, спортивные соревнования и другие виды спорта.

### **3.4 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции.**

Перед запуском сушилки необходимо проверить все элементы автоматической защиты и провести внешний осмотр привода и механизма, чтобы убедиться, что они не повреждены и не соответствуют правилам технической эксплуатации. Правила безопасности при использовании зерносушилок следующие:

- Обслуживающий персонал должен знать принцип работы оборудования и конструкции, а также назначение рычагов и кнопок управления, расположенных на нем,
- Вы должны сообщить присутствующему, что устройство активировано,

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.018.20.КР.00.00.ПЗ					

- Не может регулировать, смазывать, чистить компоненты и детали инструмента и его оборудования в процессе работы, общий выключатель необходимо отключить во время технического обслуживания,

- Все приводные и натяжные устройства защищены, чтобы обеспечить надежную защиту двигателя и сети электропитания,

- Поддерживать исправность системы светового, звукового и сигнального оповещения и при необходимости устанавливать знаки безопасности,

- Не выполняйте техническое обслуживание без полного отключения питания,

- Точное соблюдение всех технических регламентов,

- Все оборудование с источником питания должно быть заземлено,

- Все оборудование и устройства системы, используемые для отключения линии от напряжения питания, должны быть в исправном состоянии,

### 3.5. Расчет технико-экономических показателей.

3.4.1 Расчеты балансовой стоимости и массы проектируемой барабанной зерносушилки

Для сравнения выбираем барабанную зерносушилку

Балансовая стоимость конструкций определяется по формуле

$$C_{\delta} = (G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_M) + C_{ПД}) \cdot K_{НАЧ}, \quad (3.14)$$

где  $G_k$  – масса конструкции без покупных деталей и узлов,

$C_3$  – издержки производства приходящиеся на 1 кг массы конструкции, руб, ( $C_3 = 0,02 \dots 0,15$ ),

$E$  – коэффициент изменения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска, руб,

$C_M$  – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы машины,  
 $C_M = 80 \text{ руб/кг}$ , ,

$C_{ПД}$  – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб,

$K_{НАЧ}$  – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости,  $K_{НАЧ} = 1,15 \dots 1,4$ ,

Масса конструкции определяется по формуле

$$G = (G_K + G_T) \cdot K, \quad (3.15)$$

где  $G_K$  – масса конструкции без покупных деталей и узлов ,

$G_T$  – масса готовых деталей, узлов и агрегатов. Принимаем  $G_T \approx 220 \text{ кг}$ ,

$K$  – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов  $K = 1,05 \dots 1,15$ , [2]

Таблица 3.1 - Расчет массы сконструированных деталей

Наименование детали и материала	Объем детали, см <sup>3</sup>	Удельный вес, кг/см <sup>3</sup>	Масса детали, кг	Колич. деталей, шт	Общая масса
Корпус	25973	0,0093	400	1	400
Рама	23669	0,0093	250	1	250
Корпус подшипника	837	0,0093	8	6	48
Плита двигателя	1423	0,0093	10	1	10
Поставка	638	0,0093	7	3	21
Крышка подшипника	274	0,0093	4	6	24
					753

$$G = (753 + 220) \cdot 1,05 = 1021,6 \text{ кг}$$

Принимаем массу проектируемой конструкции  $G = 1020 \text{ кг}$

$$C_B = (600 \cdot (0,06 \cdot 1,5 + 80) + 285482) \cdot 1,4 = 460 \text{ 0000 руб}$$

В таблице 3.2. представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкций.

При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом  $X_0$ , а проектируемого  $X_1$ .

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

ВКР 35.03.06.018.20.КР.00.00.ПЗ

Лист

4

Таблица 3.2 -Технико-экономические показателей конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемой
Масса, кг	1800	1200
Балансовая, руб.	5000000	4600000
Потребляемая мощность, кВт	33	30
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел.ч.	130	130
Норма амортизации, %	15	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	10	10
Годовая загрузка, ч	1000	1000
Срок службы, лет	10	10
Производительность т./ч	10	8

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводим в такой последовательности:

Часовая производительность конструкции определяется по формуле,

$$W_{\text{ч}} = 60 \frac{t}{T_{\text{ц}}} \quad (3.16)$$

где  $t$  – коэффициент использования рабочего времени смены (0,6... 0,9)

$T_{\text{ц}}$  – время одного рабочего цикла, мин

$$W_{\text{ч1}} = 60 \frac{0,6}{12} = 3 \text{ т./час}$$

$$W_{\text{ч0}} = 60 \frac{0,6}{8} = 4,5 \text{ т./час}$$

Металлоемкость конструкции определяется по формуле

$$M_{\text{e1}} = \frac{G_1}{W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.17)$$

$$M_{\text{e0}} = \frac{G_0}{W_{\text{ч0}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}},$$

где  $M_{\text{e1}}$ ,  $M_{\text{e0}}$  – металлоемкость проектируемой и существующих конструкций, кг/шт.,

$G_1, G_0$ —масса проектируемой и существующей конструкции, кг,

$W_{ч1}, W_{ч0}$ —производительность,

$T_{год}$ — годовая загрузка, час,

$T_{сл}$ — срок службы, лет.

$$M_{e1} = 1200 / (3 \cdot 1000 \cdot 10) = 0,04 \text{ кг/т.},$$

$$M_{e0} = 1800 / (4,5 \cdot 1000 \cdot 10) = 0,046 \text{ кг/т.}$$

Фондоёмкость процесса определяется по формуле

$$F_{e1} = \frac{C_{e1}}{W_{ч1} \cdot T_{год}}, \quad (3.18)$$

$$F_{e0} = \frac{C_{e0}}{W_{ч0} \cdot T_{год}},$$

где  $C_{e1}, C_{e0}$  — балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкции, руб.,

$$F_{e1} = 4600000 / (3 \cdot 1000) = 1533,3 \text{ руб./т.},$$

$$F_{e0} = 500000 / (4,5 \cdot 1000) = 111,1 \text{ руб./т.}$$

Энергоёмкость определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{N_{e1}}{W_{ч1}}, \quad (3.19)$$

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{N_{e0}}{W_{ч0}},$$

где  $\mathcal{E}_{e1}, \mathcal{E}_{e0}$  — энергоёмкость проектируемой и существующей конструкции, кВт·ч/т.,

$N_{e1}, N_{e0}$  — мощность нагревателя, кВт,

$$\mathcal{E}_{e1} = 30 / 3 = 10 \text{ кВт·ч/т.},$$

$$\mathcal{E}_{e0} = 33 / 4,5 = 7,3 \text{ кВт·ч/т.}$$

Трудоёмкость процесса,

$$T_{et} = \frac{n_{pt}}{W_{ч1}}, \quad (3.20)$$

где  $n_p$  — количество обслуживающего персонала, чел.

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.018.20.КР.00.00.ПЗ				

$$T_{e1} = \frac{1}{3} = 0,3 \text{ чел}\cdot\text{ч/т}$$

$$T_{e0} = \frac{1}{4,5} = 0,2 \text{ чел}\cdot\text{ч/т}$$

Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте находят из выражения

$$S_1 = C_{m1} + C_{э1} + C_{pm01} + A_1, \quad (3.21)$$

$$S_0 = C_{m0} + C_{э0} + C_{pm00} + A_0$$

где  $C_{m1}, C_{m0}$  — затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./т.

$C_{э1}, C_{э0}$  — затраты на электроэнергию, руб./т.

$C_{pm01}, C_{pm00}$  — затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./т.

$A_1, A_0$  — амортизационные отчисления, руб./т.

Затраты на оплату труда определяются из выражения, [2]

$$C_{m1} = z_1 \cdot T_{e1}, \quad (3.22)$$

$$C_{m0} = z_0 \cdot T_{e0},$$

где  $z_1, z_0$  — часовая ставка рабочих, начисляемая по среднему разряду, руб./ч.

Согласно данным производства

$$z_1 = z_0 = 130 \text{ руб./ч.}$$

$$C_{m1} = 130 \cdot 0,3 = 39 \text{ руб./т.}$$

$$C_{m0} = 130 \cdot 0,2 = 26 \text{ руб./т.}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле

$$C_{э1} = Э_1 \cdot Ц_э, \quad (3.23)$$

$$C_{э0} = Э_0 \cdot Ц_э,$$

где  $Ц_э$  — цена электроэнергии,  $Ц_э = 5$  руб./кВ.

$$C_{э1} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ руб./т.}$$

$$C_{э0} = 7,3 \cdot 5 = 36,5 \text{ руб./т.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяют из выражения:

					ВКР 35.03.06.018.20.КР.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4



$$E_{\text{год}} = (417,5 - 300,6) \cdot 3 \cdot 1000 = 350\,700 \text{ руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{от}}}{E_{\text{год}}}, \quad (3.29)$$

$$T_{\text{ок}} = 4600000 / 350\,700 = 13 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле

$$E_{\text{эф}} = \frac{E_{\text{год}}}{C_{\text{от}}}, \quad (3.30)$$

$$E_{\text{эф}} = 350\,700 / 4600\,000 = 0,07$$

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Количество и качество сушки семян в основном зависит от качества работы инспекторов, а также от качества состава для сушки зерна и его компонентов. Поэтому в первой части этой статьи рассматриваются источники литературы и патентов, в которых указываются все преимущества и недостатки существующих конструкций.

Вторая часть рассчитывает электрическую нагрузку на ферму, мы рассчитываем источник потребления, размер ов проводов и т.д.

В третьей части было усовершенствовано барабанное оборудование для сушки зерна, в частности, для увеличения скорости обработки зерна и сокращения времени обработки.

Разработанная конструкция позволяет более эффективно проводить процесс сушки зерна. Конструкция имеет улучшенные технические характеристики, имеет простую конструкцию и увеличенный срок службы по сравнению с другими.

Реализация разработанных мероприятий и оборудования позволит снизить затраты на ремонт и техническое обслуживание, а также повысить качество и количество сушки посевов за счет улучшения формы листьев и разработки схем контроля.

### Список использованных источников

1. Левданский Э.И. Расчет промышленных установок для сушки сыпучих и кусковых материалов. Учебное пособие Мн. БГТУ, 1992 г.
2. Левданский Э.И. Процессы и оборудование предприятий строительных материалов и изделий. Методические указания по курсовому проектированию Мн. БГТУ, 1991 г.
3. Павлов К.Ф. и др. Примеры и задачи по курсу "Процессы и аппараты химической технологии". М. Издательство "Химия", 1976 г.
4. Дыгнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. М. Химия, 1991 - 493 с.
5. Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства. Часть 1 Растениеводство - М. Госагропромком, 2008.
6. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины - М. КолосС, 2003.
7. Манасян, С.К. Принципы конвективной сушки зерна / С.К. Манасян // Вестн КрасГАУ - 2008 - № 6 - С. 145-150.
8. Манасян, С.К. Камерная зерносушилка / С.К. Манасян // Вестн КрасГАУ - 2009 - № 2 - С. 162-166.
9. Цугленок, Н.В. Функциональное описание процесса сушки зерна / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.Н. Конусов // Вестн КрасГАУ - 2005. - № 8 - С. 217-221.
10. Манасян, С.К. Синтез сушильной камеры шахтной зерносушилки как объекта управления // Вестн КрасГАУ - 2004 - № 4 - С. 151-156.
11. Филиненко Г.К. и др. Сушка пищевых растительных материалов. Пищевая промышленность, 1971 патент SU 1696824 A1.
12. В.И. Атаназевич, А.Б. Демский, Н.С. Колесник, А.Е. Юкиш, В.Т. Свириденко, В.Н. Гальченко, Л.П. Бабий, С.В. Потемин. 1982, патент SU 1118838 A.

# СПЕЦИФИКАЦИЯ