

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 - Агроинженерия
Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Электроснабжение зернотока с разработкой установки для
инфракрасной сушки зерна

Шифр ВКР 35.03.06.165.18.ИСЗ.00.00.ПЗ

Студент 243 группы _____ Мифтахов А.А.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Лукманов Р.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 15 от «18» июня 2018 г.)

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

Казань – 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ЛИТЕРАТУРНО – ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Классификация зерносушилок.....	
1.2 Обзор существующих конструкций зерносушилок	
1.3 Обзор патентов сушилок зерна с инфракрасным подводом тепла	
1.4 Выводы по разделу.....	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Электроснабжение зернотока	
2.2 Светотехнический расчёт цеха зернотока	
2.3 Выводы по разделу.....	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Выбор и обоснование новой конструкции	
3.2 Конструкторские расчеты	
3.2.1 Расчет цепной передачи	
3.2.2 Расчет клиноременной передачи между электродвигателем и червячным редуктором.....	
3.3 Экономическое обоснование установки для инфракрасной сушки зерна.....	
3.4 Требования безопасности при работе с инфракрасной сушилкой зерна.....	
3.5 Мероприятия по охране труда	
3.6 Физическая культура на производстве	
3.7 Выводы по разделу.....	
ВЫВОДЫ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Энергосбережение является одним из ключевых факторов, определяющих прибыльность и успех любого предприятия. Очень большая часть затрат энергии идет на обработку и сушку зерна. Зерновые культуры имеют повышенную уборочную влажность и нуждаются в сушке. Только после удаления избыточной влаги можно рассчитывать на длительное хранение зерна.

Сушка - это процесс удаления влаги из продукта, или зерна. Поскольку зерно гигроскопичный материал, который сильно поглощает влагу даже из воздуха, его следует правильно хранить. Ведь при правильном хранении подавляется жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей зерна.

В основном сушка производится при помощи потока горячего воздуха. Воздух нагревают при сжигании топлива за пределами установки, который транспортируется с помощью конвекции, при этом увеличиваются потери. Таким образом, скорость сушки конкретного вида зерна зависит как от температуры воздуха, так и от скорости потока.

Целью данной ВКР является электроснабжение зернотока с разработкой установки для инфракрасной сушки семян.

1 ЛИТЕРАТУРНО – ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Классификация зерносушилок

Сушилки классифицируют по внешним и технологическим признакам. Чаще всего используют сушилки с конвективным теплообменом в которых применяется воздух, переносящий тепло от топки. Лишь небольшую группу занимают сушилки с другими принципами теплоподвода к примеру, с терморadiационным теплообменом.

По направлению движения воздуха (агента сушки) сушилки делят на прямоточные, противоточные и с поперечным током.

При прямоточном движении зерно и воздух движутся в одном направлении. В этом случае в начале сушки зерно обдувается воздухом с максимальной температурой и минимальной влажностью, затем воздух становится более влажным и холодным.

В противоточном движении зерно и воздух движутся в противоположных направлениях поэтому поступившее зерно оmyвается более прохладным и влажным воздухом, затем температура возрастает, а влажность уменьшается ближе к выходу.

При поперечном токе зерно на поверхности обдувается воздухом, имеющим максимальную температуру и минимальную влажность.

На три группы они разделяются по принципу работы - на периодического действия, непрерывно работающие и рециркуляционные.

К преимуществам сушилок периодического действия можно отнести простоту конструкции. Недостатков в этих сушилках больше, к примеру продолжительные простои во время погрузки и выгрузки и большие потери на нагрев после загрузки.

Преимущество непрерывных зерносушилок заключается в том, что в них без остановок загружают и выгружают зерно и полноценно используется сушильная камера. Поэтому образуются лучшие условия контроля и автоматизации. Кроме того, они не требуют постоянной остановки, за счет этого расход тепла снижается. Недостаток таких сушилок в том, что часто требуется проверять уровень влажности и если он повышен, то приходится повторять процесс многократно, что делает сушку дороже и происходит перерасход тепла.

В рециркуляционных зерносушилках данные недостатки устранены так как определенную часть просушенного и неохлажденного зерна постоянно поступает в сушильное отделение, там перемешивается с поступившем, и выступает в качестве промежуточного агента сушки вместе с воздухом. Это способствует просушке зерна с любым содержанием влаги до конечной за один раз.

Обычно зерносушилки бывают комбинированными, то есть в них включены устройства для нагрева зерна его сушке и охлаждения.

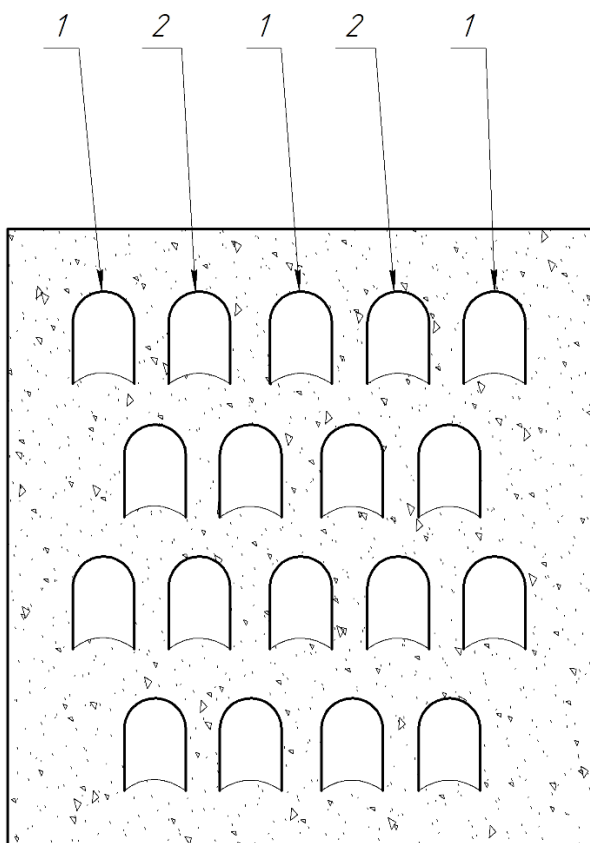
Топки классифицируют на топки прямого действия и непрямого (с теплообменником). В топках прямого действия отработанные газы и дым, смешанные с воздухом, образуют газовоздушную смесь - агент сушки (теплоноситель). Затем она нагнетается вентилятором в сушильную камеру. При этом топливо должно сгорать полностью. В топках непрямого действия теплоноситель нагревается в калорифере. Калориферы бывают трубчатые или пластинчатые. Топки почти всех сушилок предназначены для работы с жидким видом топлива, например, на керосине или моторном топливе. Принцип работы топки заключается в следующем. В начале топливо из бака через топливопровод и фильтр, насосом подается на форсунку. Свеча, которая необходима для воспламенения топлива, начинает работу при пуске двигателя топливного насоса и перестает работать после воспламенения.

Смесь, которая образовалась при смешивании отработанных газов с воздухом (теплоноситель), затем поступает в сушильную камеру.

Различают три типа сушилок шахтные рециркуляционные и барабанные.

1.2 Обзор существующих конструкций зерносушилок

В шахтной зерносушилке СЗШ-16 (рисунок 1.2) сушильная камера выполнена в виде шахты, которая имеет прямоугольное сечение. Внутри нее в шахматном порядке расположены короба. В горизонтальной плоскости подводящие и отводящие короба чередуются. Они имеют форму желоба развернутого открытой частью вниз и имеют окно, с одной стороны. Подводящие короба имеют окно со стороны топки, а отводящие со стороны вентилятора.



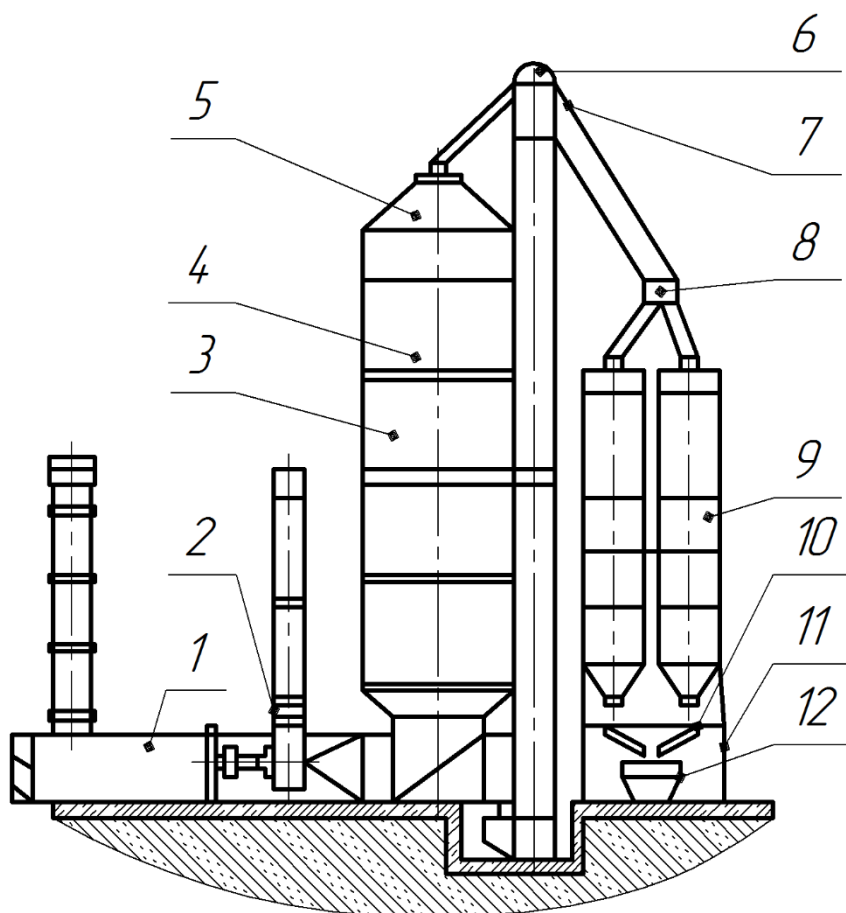
1 – подводящий короб, 2 – отводящий короб

Рисунок 1.1 – Принцип работы сушильной камеры шахтного типа

В шахтных сушилках в отличие от барабанных материал должен быть предварительно очищен.

Сушилки такого типа имеют топку, в которой сжигается топливо, камеры для сушки и две выносные охладительные колонки, также вентиляторы, заслонки, нории и воздуховоды.

Камеры для сушки выполнены из двух похожих частей, они размещаются одна над другой, где верхние части развернуты на 180 градусов относительно нижних, при помощи этого изменяется направление движения горячего воздуха, это способствует равномерной сушке зерна.



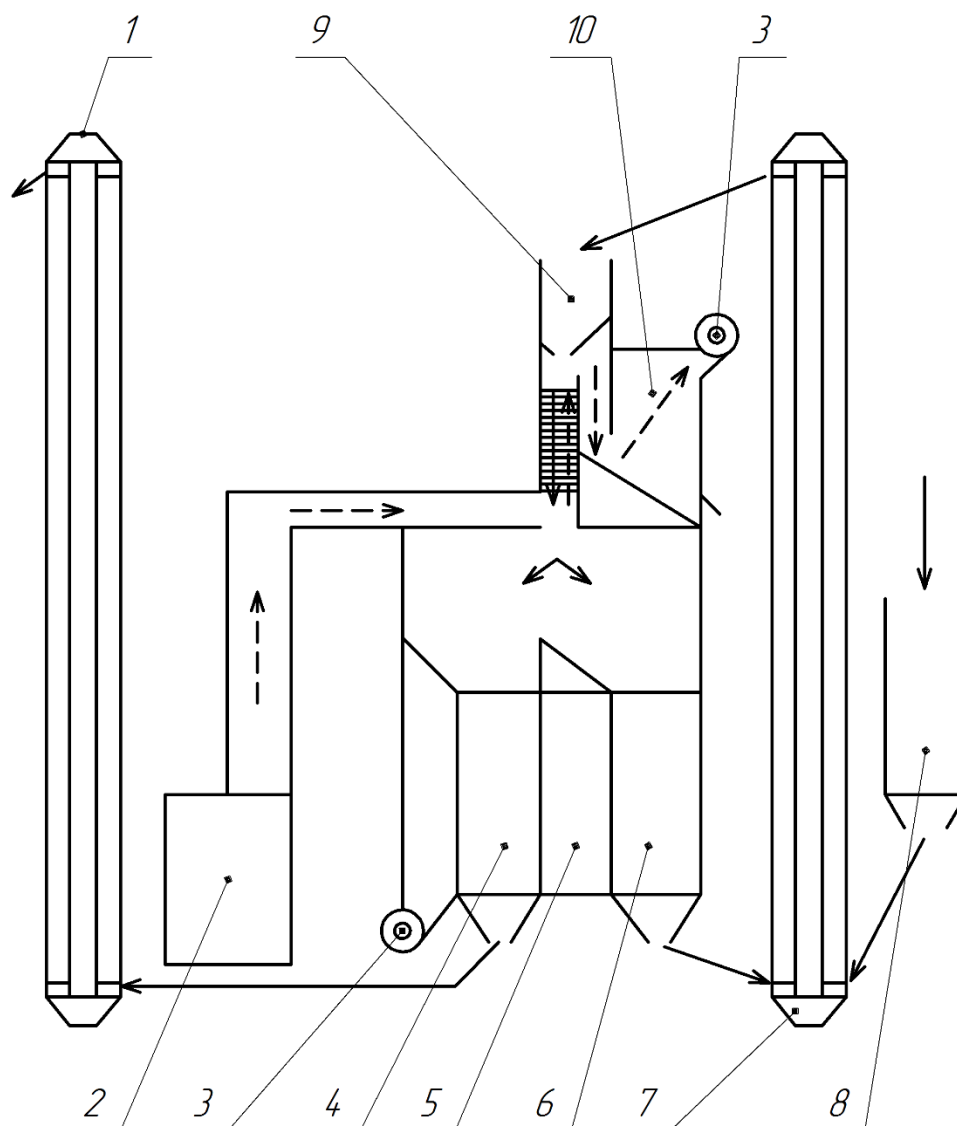
1 – топка, 2 – патрубок, 3,4 – диффузоры, 5 – камера для сушки, 6,7 – нории, 8 – влагомер, 9 – камеры для охлаждения, 10 –вибралотки, 11 – станина для охладительных колонок, 12 – люк бункера

Рисунок 1.2 – Схема сушилки СЗШ-16

Камера охлаждения состоит из цилиндра, где в нижней части имеется конус, там установлена заслонка для выпуска зерна. В этом цилиндре размещен цилиндр меньшего диаметра. В цилиндрах в средней и нижней части имеются прорези. Зёрна, которые попали между стенками наружного и внутреннего цилиндров охлаждаются холодным воздухом.

Затем при помощи вибротокков выполняется разгрузка зерна. Контроль работы колонок осуществляется за счет нижнего и верхнего стабилизаторов уровня материала. После чего сухое зерно поступает на дальнейшую обработку либо на хранение.

Преимущество рециркуляционных сушилок заключается в том, что в отличие от обычных зерносушилок где непросушенное зерно пропускают по несколько раз, эта сушилка возвращает часть зерна обратно в сушильную камеру. Тем самым уменьшая потери на нагрев.



1 – выгрузочная нория, 2 – топочная камера, 3 – вентилятор, 4 – колонка окончательного охлаждения, 5 – камера напорно распределительная, 6 – колонка промежуточного охлаждения, 7 – нория для рециркуляции, 8 – загрузочный бункер, 9 – бункер над камерой нагрева, 10 – осадочная камера

Рисунок 1.3 – Принцип работы рециркуляционной сушилки РД-2х25

Зерносушилка РД-2х25 (рисунок 1.3) имеет бункер который расположен над камерой нагрева, саму камеру, шахту охлаждения, воздухораспределющую камеру, топку, нории с пропускной способностью по 175 тонн в час каждая.

Топка, как и во всех сушилках располагается возле сушильной камеры и работает на жидком виде топлива. Из топки в сушильную камеру нагнетается горячая смесь газов с воздухом (теплоноситель).

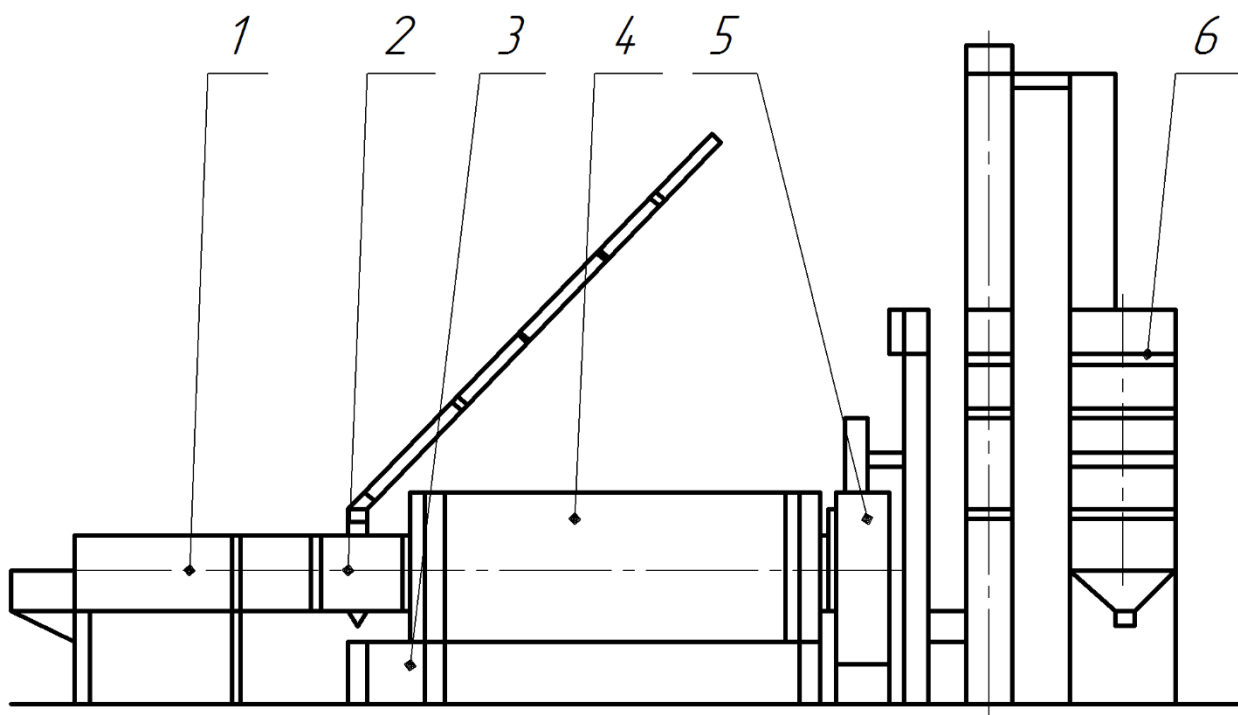
Бункер, который расположен над нагревающей камерой, служит для накопления смеси подаваемой норией. При наполнении бункера излишки зерна попадают в сушильную камеру через переливные патрубки.

Сушильная камера предназначена для нагрева смеси, которая состоит из циркулирующего и сырого зерна. Для уменьшения скорости падающего зерна предназначены трубки (стержни), расположенные в камере в шахматном порядке. Для уменьшения теплотерь, камера нагрева и сушки имеют теплоизоляторы.

Сушильная камера барабанной сушилki выполнена в виде цилиндра (барабана), который разделен перегородками на 4 или шесть частей. На внутренней стороне барабана расположены лопасти. Под действием вращения барабана зерно перемешивается, за счет этого увеличивается равномерность просушки.

Барабанная зерносушилка СЗСБ-8А (рисунок 1.5) –непрерывного действия. Такие сушилки нашли применение для сушки сыпучих продуктов отходов производства. Также ее применяют для сушки сахара и зерновых. При сушке зерна надо знать, что эта сушилка повреждает его и такое зерно нельзя использовать для посадки. Большое применение они нашли в хлебной промышленности, потому что там всхожесть зерна необязательна.

Барабан имеет небольшой наклон, при изменении угла наклона можно изменять скорость прохождения зерна. Скорость вращения барабана равна 8 об/мин. Температура нагрева внутри барабана от 90 до 250°C.



1 – топка, 2 – загрузочная камера, 3 – привод вращения барабана, 4 – барабан (сушильная камера), 5 – разгрузочная камера, 6 – колонка охлаждения зерна

Рисунок 1.5 – Сушилка барабанного действия СЗСБ-8А

В топке сжигается жидкое топливо, а также ее можно приспособить и под природный газ.

Сушилка работает по прямоточному способу движения воздуха и зерна.

В барабане имеются лопасти, за счет которых зерно равномерно просушивается. При попадании в сушилку, зерно, под действием наклона барабана, медленно продвигается к разгрузочному устройству. Затем перемещается в охлаждающую камеру, где, охлаждаясь, покидает сушилку.

1.3 Обзор патентов сушилок зерна с инфракрасным подводом тепла

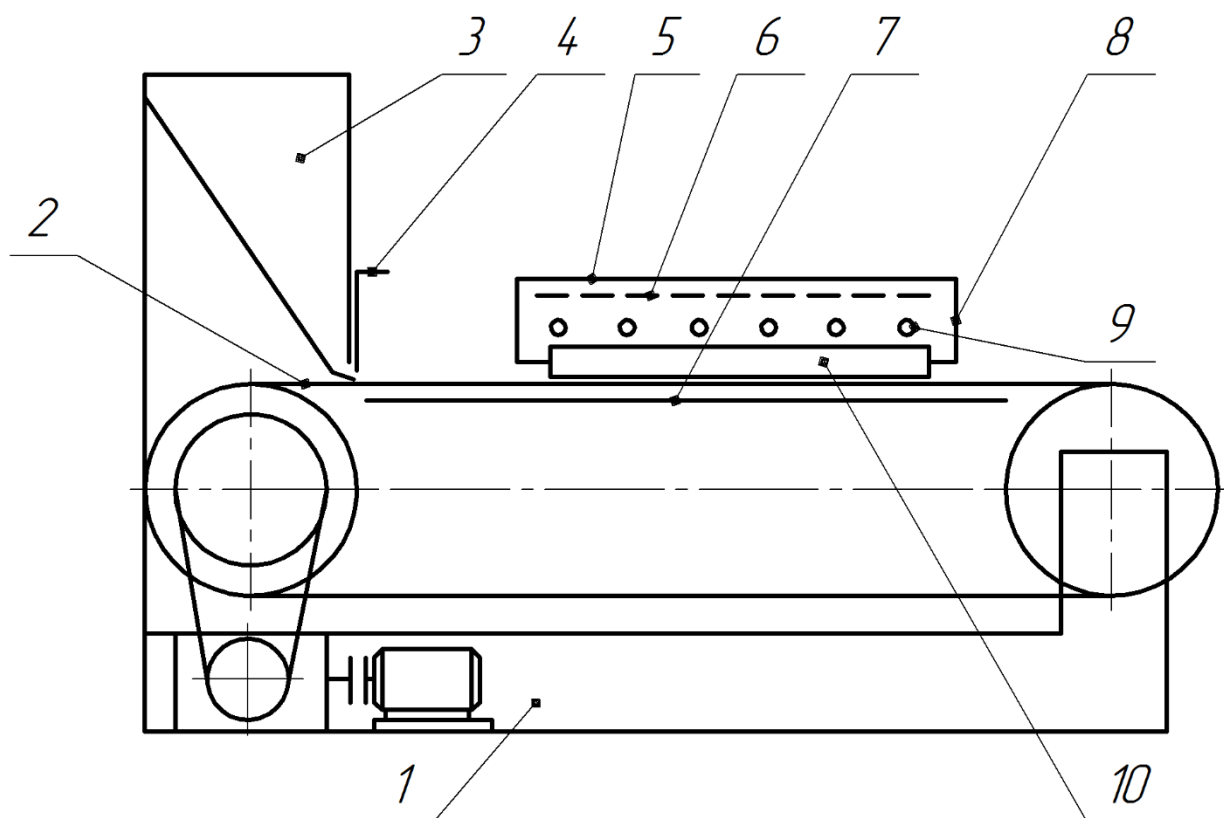
Новым и наиболее эффективным способом обработки зерна является ИК сушка, которая обеспечивает сохранность семян в течении продолжительного времени. В этом способе используется инфракрасное излучение, которое сразу поглощается зерном. Инфракрасное ИК излучение передает тепловую энергию в виде электромагнитных ЭМ волн и включает в себя ту часть ЭМ спектра, которое граничит с видимым светом. В последнее время, ИК излучение широко применяется для различных операций термической обработки в пищевой промышленности, такие как обезвоживание, жарка, и пастеризация.

Инфракрасный ИК нагрев обладает значительными преимуществами по сравнению с обычным нагревом. Это и увеличение равномерности нагрева также возможность создания компактного оборудования, значительная экономия энергии и уничтожение плесневых грибов.

К сожалению, такой способ сушки зерна на посадку не используется, а если и используется, то на экспериментальном оборудовании и стендах. Имеется множество работ и патентов по ИК сушке, и тепловой обработки зерен, но больше в пищевых целях, наверное, по той причине, что семена нельзя перегревать выше 40 градусов на поверхности, а при ИК сушки это и получается за несколько секунд.

Патент РФ № 2266678 (рисунок 1.6) относится к перерабатывающей промышленности и может быть использовано для термообработки сыпучих зернопродуктов в пищевой и комбикормовой отраслях. Установка содержит транспортирующий механизм, бункер-накопитель с дозирующим устройством, нагревающее устройство и боковые отражатели. Нагревающее устройство выполнено в виде размещенных по длине транспортера перпендикулярно направлению транспортирования линейных или плоских излучателей. В месте установки излучателей вдоль направления транспортирования расположены вертикальные отражатели с шагом, не

меньшим половины высоты излучателя над поверхностью транспортера. Использование изобретения позволит повысить качество готового продукта.



1 – рама, 2 – транспортирующий механизм, 3 – бункер питатель, 4 – дозирующее устройство, 5 – блок излучателей, 6 – верхний отражатель, 7 – поддон транспортера, 8 – боковые экраны, 9 – плоские излучатели, 10 – продольные отражатели

Рисунок 1.6 – ИК установка для термообработки сыпучего продукта патент РФ №2266678

Указанный технический результат достигается тем, что в установке для термообработки сыпучих продуктов содержащей транспортирующий механизм, содержащей бункер-накопитель с дозирующим устройством, нагревающее излучением устройство в виде размещенных по длине транспортера перпендикулярно направлению транспортирования линейных или плоских излучателей, и боковые отражатели введены в месте установки излучателей вдоль направления транспортирования вертикальные отражатели, разбивающие зону обработки в поперечном направлении на ряд самостоятельных зон. Это улучшает равномерность облучения

обрабатываемого продукта, что в свою очередь ведет к повышению качества готового продукта. Кроме того, применение отражающих экранов, обеспечивает снижение неравномерности облученности в зоне обработки, что также повышает качество готовой продукции.

Устройство содержит раму 1, транспортирующий механизм 2, бункер-питатель 3 с дозирующим устройством 4, блок излучателей 5, расположенный над транспортером, содержащий камеру, образованную верхним отражателем 6, поддоном транспортера 7 и боковыми экранами 8. Внутри блока излучателей расположены линейчатые или плоские излучатели 9, установленные в горизонтальном положении над транспортером по его длине поперек направления транспортирования.

Устройство работает следующим образом. Включают привод транспортирующего механизма 2 и излучатели блока 5. Обрабатываемое зерно подается в бункер-питатель 3, откуда дозирующим устройством 4 равномерно распределяется монослоем на транспортере 2. В потоке ИК-излучения, создаваемого излучателями 9, зерно подвергается тепловой и световой обработке. Вертикальные продольные отражатели 10 разбивают зону обработки в поперечном направлении на ряд самостоятельных зон. В результате температура в зоне обработки выравнивается и повышается качество готовой продукции.

Однако по мере уменьшения шага экранов (увеличения количества секций) из-за поглощения излучения самими экранами, количество которых, соответственно, в зоне обработки увеличивается, облученность в центре секций будет падать, поскольку все большая часть энергии излучения будет поглощаться самими экранами, а не попадать на продукт.

Установка для термообработки сыпучих продуктов, включающая транспортирующий механизм, бункер-накопитель с дозирующим устройством, нагревающее излучением устройство в виде размещенных по длине транспортера перпендикулярно направлению транспортирования

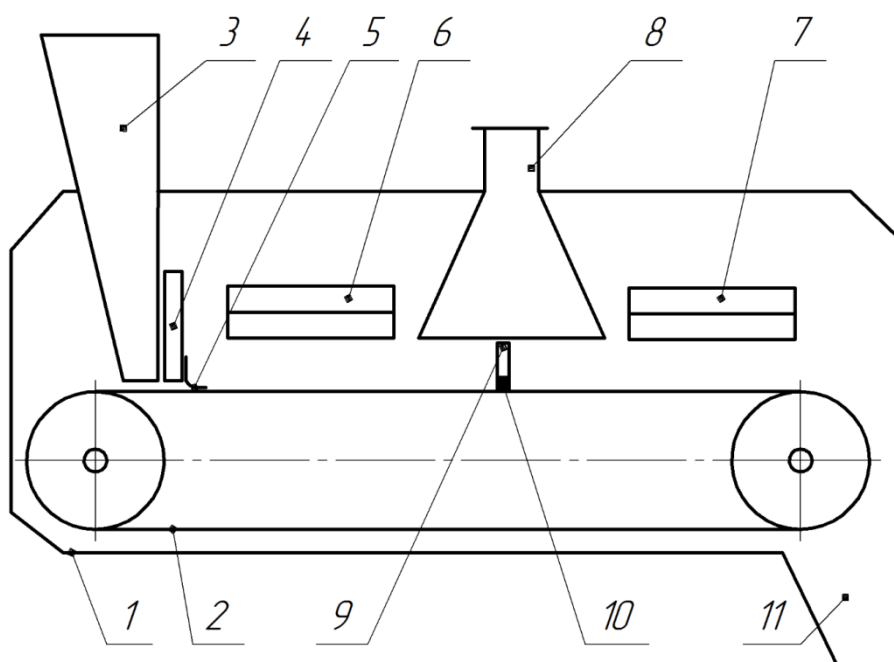
линейных или плоских излучателей и боковые отражатели, отличающаяся тем, что в месте установки линейных или плоских излучателей вдоль направления транспортирования расположены вертикальные отражатели с шагом, не меньшим половины высоты излучателя над поверхностью транспортера.

Недостатком установки является неравномерность облученности поверхности зерна, расположенного на поверхности ленты по той причине, что зерновой материал находится в неподвижном положении и всегда повернут к излучателю одной стороной. Это приводит к обугливанию зерна и снижению качества готового продукта. Таким образом, известная установка не обеспечивает одинаковый тепловой режим термообработки сыпучего продукта в поперечном направлении транспортера и получения качественного продукта.

Патент РФ №72385 (рисунок 1.7) направлен на обеспечение равномерного распределения семян на транспортерной сетке в один слой и обновление обогреваемой поверхности. Указанный технический результат достигается тем, что в ИК-установке для термообработки семян, состоящей из корпуса, с установленными в нем бесконечной сетчатой лентой и блоками ИК-ламп с отражателями, устройствами загрузки, выгрузки материала и привода, загрузочное устройство снабжено подвижной вертикальной заслонкой, нижняя часть которой выполнена из эластичного материала, а между блоками ИК-ламп над сетчатой лентой установлен ворошитель, представляющий собой вертикальную планку с эластичным ворсом.

ИК-установка для термообработки семян, состоящая из корпуса с установленными в нем бесконечной сетчатой лентой и блоками ИК-излучателей с отражателями, устройствами загрузки, выгрузки материала и привода, отличающаяся тем, что в загрузочном устройстве нижняя кромка вертикальной заслонки снабжена по длине полоской эластичного материала,

а между блоками ИК-ламп смонтирован ворошитель, представляющий собой вертикальную планку с эластичным ворсом.



1 – корпус, 2 – лента, 3 – бункер, 4 – шиберная заслонка, 5 – эластичная лента шиберной заслонки, 6, 7 – блоки ИК ламп, 8 – аспирационная система, 9 – ворошитель, 10 – эластичный ворс ворошителя, 11 – выгрузной патрубок

Рисунок 1.7 – ИК установка для термообработки семян патент РФ №72385

Техническим результатом полезной модели является обеспечение распределения семян на транспортной сетке в один слой перед первой зоной облучения и последующее обновление облучаемой поверхности каждой семечки перед второй зоной облучения, за счет проворачивания семян вокруг своей оси таким образом, что нижняя поверхность, соприкасавшаяся с поверхностью транспортной ленты и не подвергавшаяся обработке, оказывается обращенной вверх.

Технический результат достигается тем, что в ИК-установке для термообработки семян, состоящей из корпуса, с установленными в нем бесконечной сетчатой лентой и блоками ИК-ламп с отражателями, устройствами загрузки, выгрузки материала и привода, загрузочное

устройство снабжено подвижной вертикальной заслонкой, нижняя часть которой выполнена из эластичного материала, а между блоками ИК-ламп, над сетчатой лентой, смонтирован ворошитель, представляющий собой вертикальную планку с эластичным ворсом.

Подвижная вертикальная распределительная заслонка, нижняя часть которой выполнена из эластичного материала, обеспечивает распределение семян на транспортной сетке в один слой. Ворошитель обеспечивает разворот каждой семянки, что позволяет изменить ее обогреваемую поверхность за счет проворачивания вокруг своей оси таким образом, что нижняя поверхность, соприкасавшаяся с поверхностью транспортной ленты и не подвергавшаяся обработке, оказывается обращенной вверх.

На рисунке 1.7 представлен общий вид продольного разреза ИК-установки для термообработки семян. ИК-установка состоит из корпуса 1, внутри которого установлена бесконечная сетчатая лента 2. Для загрузки исходного материала в корпусе 1 установлен бункер 3 с вертикальной шиберной заслонкой 4, нижняя часть 5 которой выполнена из эластичного материала, обеспечивающей регулировку слоя материала толщиной в один слой на ленте 2. Блоки ИК-ламп 6 и 7 предназначены соответственно для первого и второго облучения. Между блоками ИК-ламп 6 и 7 над сетчатой лентой 2 установлена аспирационная система 8, под ней смонтирован ворошитель 9, представляющий собой вертикальную планку с эластичным ворсом 10. Выгрузка готовой продукции осуществляется через патрубок 11.

ИК-установка для термообработки семян работает следующим образом. Семена загружаются в бункер 3 и поступают на непрерывно движущуюся ленту 2. С помощью вертикальной заслонки 4 и нижней эластичной вставки 5 регулируют толщину слоя в один ряд. Далее семена, находящиеся на транспортной ленте, перемещаются в зону первого облучения под блок ИК-ламп 6, где подвергаются интенсивной термообработке. Затем семена поступают под аспирационную систему 9, с

помощью которой удаляется испарившаяся с их поверхности влага. Материал контактирует с эластичным ворсом 10 неподвижного ворошителя 9, что приводит к проворачиванию семян вокруг своей оси. Таким образом, нижняя поверхность, соприкасавшаяся с поверхностью транспортной ленты и не подвергавшаяся обработке, оказывается обращенной вверх. Во вторую зону облучения поступают семена, обращенные к блоку ИК-ламп 7 необработанной поверхностью. Готовые семена, прошедшие обработку по всей площади своей поверхности, выгружаются через патрубок 11. Таким образом, совокупность существенных признаков, изложенных в формуле полезной модели, позволяет достичь желаемый технический результат.

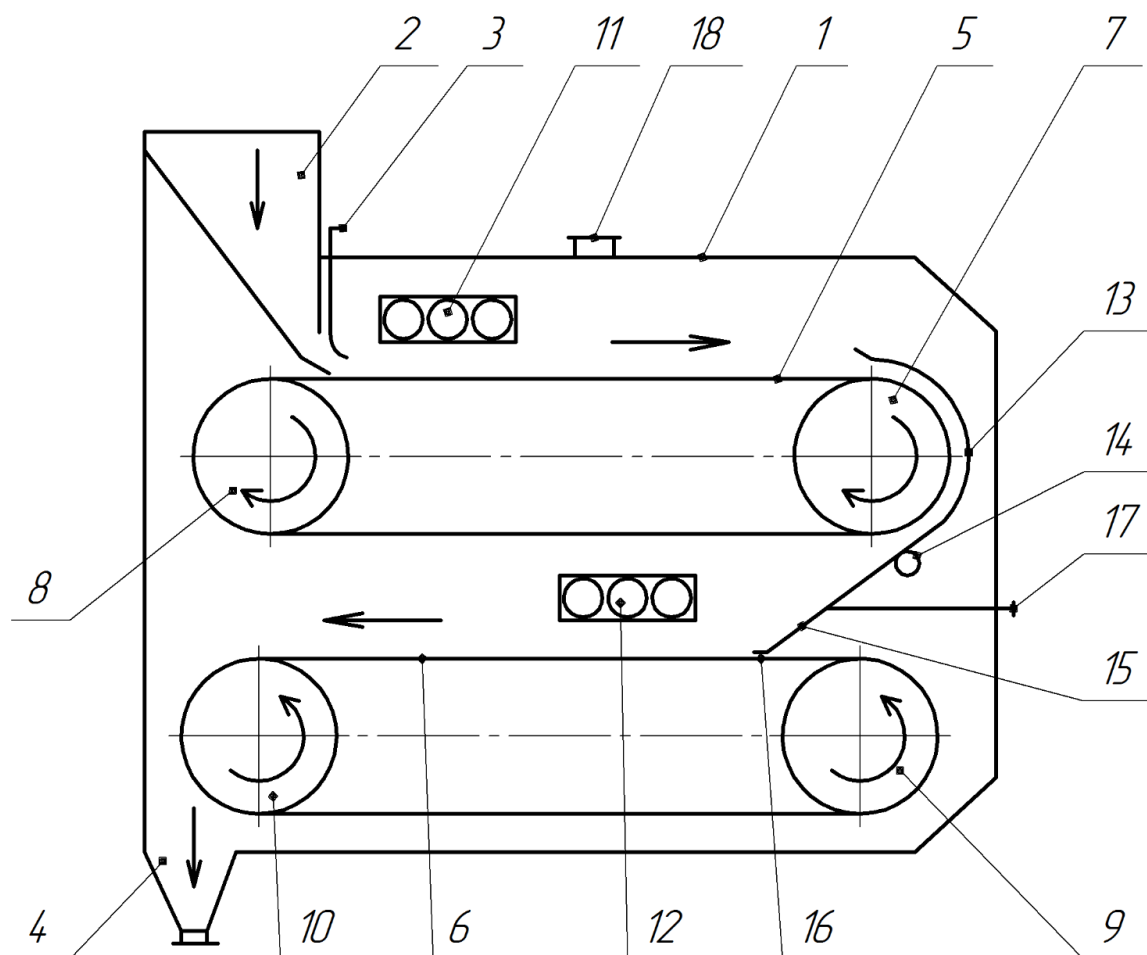
Основным недостатком данной конструкции ИК-установки является то, что при ИК-обработке семян бахчевых культур, имеющих плоскую форму, облучению подвергается только верхняя часть поверхности семянки, т.е. та поверхность, над которой находятся ИК-лампы. Плоские семена, находящиеся на движущейся транспортной ленте, при контакте с эластичным ворсом ворошителя не переворачиваются, т.к. это устройство предназначено для переворачивания семян, имеющих шарообразную или эллипсоидную форму. Таким образом, не происходит всестороннего ИК-облучения семянок, имеющих плоскую форму, что требует увеличения продолжительности процесса термообработки, приводит к неравномерному прогреву и к обугливанию облучаемой поверхности семян.

Установка для ИК-термообработки семян бахчевых культур Патент №2542527 относится к пищевой промышленности, а именно к установкам для ИК-термообработки семян бахчевых культур и других семян, имеющих плоскую форму, и может быть использовано на предприятиях агропромышленного комплекса. Установка представлена на рисунке 1.8.

Техническим результатом изобретения является сокращение продолжительности процесса ИК-облучения за счет попеременного последовательного облучения верхней и нижней стороны семянки плоской

формы и тем самым исключение возможного их обугливания, что обеспечивает улучшение качества обжаренных семян.

Технический результат достигается тем, что установка для ИК-термообработки семян бахчевых культур, состоящая из корпуса, устройства для загрузки сырья с верхней заслонкой, нижняя кромка которой выполнена из эластичного материала, обеспечивая распределение семян в один слой, и



1 – корпус, 2 – устройство для загрузки семян, 3 – вертикальная заслонка, 4 – устройство для выгрузки обжаренных семян, 5, 6 – транспортирующая сетчатая лента, 7, 9 – ведущий барабан, 8, 10 – ведомый (натяжной) барабан, 11, 12 – блоки излучателей с отражателями, 13 – направляющая, 14 – шарнир, 15 – регулируемая плоскость, 16 – отбортованная нижняя кромка, 17 – штурвал, 18 – патрубок для отвода влаги

Рисунок 1.8 – Установка для ИК термообработки семян бахчевых культур
патент РФ №2542527

устройства для выгрузки обжаренных семян, внутри корпуса установлены два яруса транспортирующих сетчатых лент, расположенных на ведущих барабанах и ведомых барабанах, над рабочей поверхностью сетчатых лент расположены блоки ИК-излучателей с отражателями, ведущий барабан огибает направляющая полукруглой формы, нижняя часть которой соединена шарниром с регулируемой плоскостью, имеющей отбортованную нижнюю кромку, при этом направляющая и плоскость имеют п-образный профиль.

Направляющая полукруглой формы с внутренним п-образным профилем, огибающая ведущий барабан, образует зазор, при движении семян в котором обеспечивается их переворачивание с последующей перегрузкой на регулируемую плоскость с п-образным профилем.

Далее семечки самотеком перемещаются вниз и скатываются на отбортованную нижнюю кромку, где их движение замедляется, что и обеспечивает плавный переход на нижнюю движущуюся по ходу движения потока транспортирующую сетчатую ленту. Поэтому семечки плоской формы практически все переворачиваются кверху тыльной стороной при перемещении их на нижнюю транспортирующую сетчатую ленту. Затем ИК-термообработке подвергается тыльная сторона семечек плоской формы, что и позволяет сократить продолжительность термообработки и улучшить качество обжаренных семян. П-образный профиль направляющей полукруглой формы и регулируемой плоскости с отбортованной кромкой исключает рассыпание семечек при их перемещении. Таким образом, совокупность существенных признаков, изложенных в формуле изобретения, позволяет достичь желаемый технический результат.

Установка для ИК-термообработки семян бахчевых культур состоит из корпуса 1, устройства для загрузки сырья 2 с вертикальной заслонкой 3, нижняя кромка которого выполнена из эластичного материала, обеспечивая регулировку слоя толщиной в одну семечку, и устройства для выгрузки обжаренных семян 4. Внутри корпуса 1 установлены два яруса

транспортирующих сетчатых лент 5 и 6, расположенных соответственно на ведущем барабане 7 и ведомом барабане 8 (натяжном) и ведущем барабане 9 и ведомом барабане 10 (натяжном). Блоки ИК-излучателей с отражателями 11 и 12 расположены соответственно над рабочей поверхностью транспортирующих сетчатых лент 5 и 6. Внутри корпуса 1 установлена направляющая 13 полукруглой формы с внутренним п-образным профилем, огибающая ведущий барабан 7. Нижняя часть направляющей 13 полукруглой формы соединена шарниром 14 с регулируемой плоскостью 15 с п-образным профилем, которая имеет отбортованную нижнюю кромку 16. Штурвал 17 жестко соединен с регулируемой плоскостью 15 с п-образным профилем, с помощью которого ее устанавливают в рабочее положение в зависимости от линейных размеров семян бахчевых культур, подвергаемых обжарке. В корпусе 1 установлен патрубок 18 для отвода испарившейся влаги.

Установка для ИК-термообработки семян бахчевых культур работает следующим образом. Семена поступают в устройство для загрузки сырья 2, где с помощью вертикальной заслонки 3, нижняя кромка которой выполнена из эластичного материала, регулируют слой толщиной в одну семянку на непрерывно движущейся транспортирующей сетчатой ленте 5. Далее семена, находящиеся на транспортирующей сетчатой ленте 5, перемещаются в зону первого облучения под блок ИК-излучателей с отражателем 11, где подвергаются кратковременной, но интенсивной термообработке. Испарившаяся влага в процессе термообработки удаляется через патрубок 18. Затем поток семян плоской формы слоем в одну семянку поступает в зазор между движущейся транспортирующей сетчатой лентой 5, огибающей ведущий барабан 7, и направляющей 13 полукруглой формы с внутренним п-образным профилем, исключая их рассыпание. Таким образом, семянка переворачивается и поступает на регулируемую плоскость 15 с п-образным профилем, исключая рассыпание семян, по поверхности которой они движутся тыльной стороной вверх, т.е. поверхностью семянок, не

подвергнутой облучению. При поступлении на отбортованную нижнюю кромку 16 семянки замедляют движение и затем плавно пересыпаются на движущуюся транспортирующую сетчатую ленту 6, закрепленную на ведущем барабане 10 и ведомом барабане 9. Далее тыльная поверхность семян подвергается термообработке под блоком ИК-излучателей с отражателем 12 и таким образом обжаренные семена с двух сторон ссыпаются в устройство для выгрузки обжаренных семян 4. С помощью штурвала 17 и шарнира 14 устанавливают положение регулируемой плоскости 15 с п-образным профилем таким образом, чтобы семянки в зависимости от их линейных размеров плавно ссыпались с отбортованной нижней кромки 16 на транспортирующую сетчатую ленту 6.

Установка для ИК-термообработки семян бахчевых культур, состоящая из корпуса, устройства для загрузки сырья с вертикальной заслонкой, нижняя кромка которой выполнена из эластичного материала, обеспечивая распределение семян в один слой, и устройства для выгрузки обжаренных семян, отличающаяся тем, что внутри корпуса установлены два яруса транспортирующих сетчатых лент, расположенных на ведущих барабанах и ведомых барабанах, над рабочей поверхностью сетчатых лент расположены блоки ИК-излучателей с отражателями, ведущий барабан огибает направляющая полукруглой формы, нижняя часть которой соединена шарниром с регулируемой плоскостью, имеющей отбортованную нижнюю кромку, при этом направляющая и плоскость имеют п-образный профиль.

Первый недостаток данной установки для ИК-термообработки семян бахчевых культур заключается в том, что там нет системы вентиляции воздуха тем самым влагоудаление замедляется. Вторым недостатком установки является в том, что в ней нет плавной регулировки скорости движения транспортной ленты, в том числе нет регулировок интенсивности облучения. Это приводит к невозможности подстраиваться под обработку определенных культур.

1.4 Выводы по разделу

После рассмотрения различных конструкций существующих зерносушилок и патентов инфракрасных сушилок можно сделать следующий вывод, что наиболее энергосберегающие зерносушилки – это сушилки с подводом тепла при помощи инфракрасного излучения, чем зерносушилки с конвективным теплоподводом, так как в них поглощение тепла происходит напрямую без нагрева воздуха. По этой причине КПД таких зерносушилок выше. Поэтому с каждым годом инфракрасное излучение находит новое применение.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Электроснабжение зернотока

Определение категорий потребителей по бесперебойности питания и характеристики среды помещений:

Таблица 2.1 – Категории потребителей электроэнергии и характеристика среды

№ п/п	Наименование объекта	Категория надежности	Среда
1	Зерноочистительный цех	II - 100%	Нормальная
2	Цех протравливания и сортировки зерна	II - 100%	Нормальная
3	Мукомольный цех	II - 100%	Нормальная
4	Склад зерна	III - 100%	Нормальная
5	Склад готовой продукции	III - 100%	Нормальная
6	Устройство приема зерна	II - 100%	Пыльная
7	Устройство погрузки зерна	II - 100%	Нормальная
8	КПП	III - 100%	Нормальная
9	Весы	III - 100%	Нормальная
10	АБК	III - 100%	Нормальная
11	Гараж	III - 100%	Влажная
12	РМЦ	II - 100%	Нормальная
13	Столовая	III - 100%	Нормальная
14	Котельная	I - 100%	Влажная
15	Зернохранилище №1	III - 100%	Нормальная
16	Зернохранилище №2	III - 100%	Нормальная
17	Зернохранилище №3	III - 100%	Нормальная
18	Пожарный резервуар	III - 100%	Влажная
19	Лаборатория	II - 100%	Нормальная
20	Сушилка	I - 100%	Пожароопасная

Определение расчетной нагрузки по установленной мощности и коэффициенту спроса:

Методика определения расчетной нагрузки:

Определяют расчетную, а также активную и реактивную мощность цеха:

$$P_p = \kappa_c \cdot P_n, \quad P_p = 150 \cdot 0,3 = 45 \text{ кВт},$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad Q_p = 45 \cdot 1,17 = 52,65 \text{ кВар}.$$

где κ_c - коэффициент спроса данной характерной группы приемников;

Определяем номинальную мощность на освещение и расчетную осветительную нагрузку здания:

$$P_{н.о.} = P_{уд} \cdot F, \quad P_{н.о.} = 324 \cdot 0,012 = 3,888 \text{ кВт},$$

$$P_{р.о.} = P_{н.о.} \cdot K_{с.о.}, \quad P_{р.о.} = 3,888 \cdot 0,95 = 3,694 \text{ кВт}.$$

где $P_{уд}$ - удельная нагрузка площади пола цеха, кВт/м²;

F - площадь пола цеха, м² (определяется по генплану);

$K_{с.о.}$ - коэффициент спроса осветительной нагрузки.

Определяем полную расчетную мощность цеха:

$$P_{p\Sigma} = P_p + P_{р.о.}, \quad P_{p\Sigma} = 45 + 3,694 = 48,694 \text{ кВт},$$

$$Q_{p\Sigma} = Q_p,$$

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2}, \quad S_{p\Sigma} = \sqrt{48,694^2 + 39,6^2} = 62,764 \text{ кВар}.$$

Для других цехов вычисления схожи.

Определение расчетной нагрузки в целом, с учетом компенсирующих устройств и потерь мощности в трансформаторах:

Суммарные расчетные активные и реактивные нагрузки производственной базы по результатам вычислений:

$$\Sigma P_p = 1050,75 \text{ кВт}; \quad \Sigma P_{р.о.} = 49,487 \text{ кВт}; \quad \Sigma Q_p = 1249,285 \text{ кВар}.$$

Определение потерь мощности в трансформаторах ТП:

$$S_{P\Sigma} = \sqrt{(\Sigma P_p + \Sigma P_{р.о.})^2 + \Sigma Q_p^2} = \sqrt{(1050,75 + 49,487)^2 + 1249,285^2} = 1664,702 \text{ кВА}.$$

$$\Delta P_{ТП} = 0,02 \cdot S_{P\Sigma} = 0,02 \cdot 1664,702 = 33,294 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{ТП} = 0,1 \cdot S_{P\Sigma} = 0,1 \cdot 1664,702 = 166,470 \text{ кВар},$$

Определение расчетной нагрузки по всему предприятию:

$$P_p = \Sigma P_p + \Sigma P_{р.о.} + \Delta P_{ТП} = 1050,75 + 49,487 + 33,294 = 1133,531 \text{ кВт},$$

$$Q_p = \Sigma Q_p + \Delta Q_{ТП} + \Sigma Q = 452,41 + 45,21 + 106,06 = 603,68 \text{ кВар}.$$

Таблица 2.2 – Расчет нагрузки

			Силовая нагрузка					Осветительная нагрузка					Расчетная нагрузка		
№ п/ п	Наименование цеха	Рн.м	Kс	cos φ	Рр	Qр	F	Руд	Kс.о	cos φ	Рн.о	Рр.о	Рцех	Qцех	Sцех
		кВт			кВт	кВАр	м²				Вт/м2	кВт			
							Нагрузка до 1кВ								
1	Зерноочистительный цех	150	0,30	0,70	45	39,6	324	0,012	0,95	0,9	3,888	3,694	48,69	39,6	62,764
2	Цех сортировки зерна	220	0,30	0,70	66	193,6	324	0,007	0,95	0,85	2,268	2,155	68,15	193,6	205,246
3	Мукомольный цех	120	0,35	0,70	42	105,6	324	0,015	0,95	0,8	4,86	4,617	46,61	105,6	115,432
4	Склад зерна	40	0,40	0,80	16	12	324	0,003	0,6	0,9	0,972	0,583	16,58	12	20,469
5	Склад готовой продукции	30	0,30	0,80	9	18	648	0,003	0,6	0,9	1,944	1,166	10,16	18	20,672
6	Устройство приема	180	0,30	0,65	54	63,18	225	0,012	0,6	0,9	2,7	1,62	55,62	63,18	84,174
7	Устройство погрузки зерна	190	0,30	0,65	57	66,69	90	0,012	0,6	0,9	1,08	0,648	57,64	66,69	88,152
8	КПП	20	0,40	0,85	8	4,96	36	0,018	1	0,8	0,648	0,648	8,648	4,96	9,969
9	Весы	25	0,65	0,70	16,25	16,575	90	0,012	1	0,8	1,08	1,08	17,33	16,57	23,980
10	АБК	110	0,40	0,70	44	44,88	432	0,018	0,8	0,8	7,776	6,221	50,22	44,88	67,353
11	Гараж	80	0,25	0,70	20	20,4	540	0,011	0,95	0,9	5,94	5,643	25,64	20,4	32,767
12	РМЦ	360	0,20	0,70	72	13,44	540	0,012	0,8	0,95	6,48	5,184	77,18	13,44	78,345
13	Столовая	150	0,45	0,90	67,50	32,4	288	0,017	0,9	0,8	4,896	4,406	71,90	32,4	78,868
14	Котельная	380	0,55	0,80	209	156,75	432	0,001	0,8	0,9	0,648	0,518	209,5	156,7	261,665
15	Зернохранилище №1	45	0,30	0,65	13,50	15,795	1080	0,003	0,6	0,9	3,24	1,944	15,44	15,79	499,720
16	Зернохранилище №2	35	0,30	0,65	10,50	12,285	1080	0,003	0,6	0,9	3,24	1,944	12,44	12,28	17,486
17	Зернохранилище №3	55	0,30	0,65	16,50	19,305	1080	0,003	0,6	0,9	3,24	1,944	18,44	19,30	26,699
18	Пожарный резервуар	15	0,30	0,80	4,50	3,375	18	0,012	0,75	0,8	0,216	0,162	4,662	3,375	5,755
19	Лаборатория	50	0,50	0,75	25	22	108	0,004	1	0,8	0,475	0,475	25,47	22	33,660
20	Сушилка	170	0,70	0,80	119	89,25	64	0,012	0,6	0,9	0,768	0,461	119,4	89,25	149,115

Определение потребной мощности компенсирующих устройств:

Для выбора компенсирующего устройства нужно знать расчетную реактивную мощность компенсирующего устройства, тип компенсирующего устройства и его напряжение.

Расчетную реактивную мощность компенсирующего устройства можно рассчитать по формуле:

$$Q_{\text{кр}} = \alpha P_p (tg \varphi - tg \varphi_k),$$

где $Q_{\text{кр}}$ – расчетная реактивная мощность, кВар;

P_p – расчетная активная мощность, кВт;

α – коэффициент, учитывающий повышение $\cos \varphi$ естественным способом, равен $\alpha = 0,9$;

$tg \varphi, tg \varphi_k$ – коэффициенты реактивной мощности до и после компенсации.

Компенсацию реактивной мощности по опыту эксплуатации производят до получения коэффициента мощности $\cos \varphi_k = 0,92 \dots 0,95$ ($tg \varphi_k = 0,33 \dots 0,43$).

$$Q_{\text{кв}} = P_{\text{сг}} (tg \varphi_H - tg \varphi_3) = P_p \cdot \frac{T_{\text{МА}}}{T_{\text{Г}}} \cdot \left(\frac{Q_p}{P_p} - 0,33 \right),$$

где $T_{\text{МА}}$ – число часов использования максимальной нагрузки, которое равно 3500ч;

$T_{\text{Г}}$ – количество рабочих часов в году, для 1 смены – 5500ч.

$$Q_{\text{кв}} = 1133,531 \cdot \frac{3500}{5500} \left(\frac{1415,755}{1133,531} - 0,33 \right) = 662,910 \text{ кВар}.$$

Определение потерь мощности в компенсирующих устройствах:

$$Q_p = Q_p - Q_{KY} = 1415,755 - 662,910 = 752,845 \text{кВар},$$

$$\Delta P_{KY} = 0,002 \cdot Q_{KY} = 0,002 \cdot 662,910 = 1,326 \text{кВт}.$$

Определение расчетной мощности предприятия с учетом потерь:

$$P_p = P_p \cdot k_{PM} + \Delta P_{KY} = 1133,531 \cdot 0,9 + 1,326 = 1021,504 \text{кВт},$$

$$Q_p = Q_p \cdot k_{PM} - Q_{KY} = 1415,755 \cdot 0,9 - 662,910 = 611,269 \text{кВар},$$

где k_{PM} -коэффициент разновременности максимумов.

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2};$$

$$S_p = \sqrt{1021,504^2 + 611,269^2} = 1190,428 \text{кВар}$$

Построение картограммы электрических нагрузок:

Картограмма представляет собой размещенные на генеральном плане цеха с окружностями (круговыми диаграммами), площадь которых соответствует в выбранном масштабе расчетным нагрузкам.

По картограмме можно наблюдать за распределением нагрузок цехов по территории предприятия. Электрические нагрузки в цехах расположены равномерно, поэтому круговые диаграммы строятся из центра здания.

Радиус окружности рассчитывается по формуле:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{\Sigma i}}{m \cdot \pi}},$$

где r_i – радиус круга, м;

$P_{\Sigma i}$ – расчётная мощность цеха, равная сумме силовой и осветительной нагрузок;

m – масштабный коэффициент, кВт/м².

$$r_i = \sqrt{\frac{380,648}{3,14 \cdot 1,5}} = 9 \text{ м.}$$

Далее производится определение угла сектора ω , показывающего, какую долю в процентах занимает высоковольтная, осветительная или низковольтная нагрузка в составе общей нагрузки цеха.

$$\omega = \frac{360 \cdot P_j}{P_i};$$

где P_j – высоковольтная, осветительная или низковольтная нагрузка, кВт;

P_i – суммарная нагрузка цеха, кВт.

Результаты расчёта сводятся в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Данные для построения картограмм электрических нагрузок

№	Наименование цеха	$P_{ном}$	$P_{н.о}$	P_{Σ}	r_i	ω	ω
1	Зерноочистительный цех	150	3,888	153,888	5,7	9,095	350,905
2	Цех сортировки зерна	220	2,268	222,268	6,9	3,673	356,327
3	Мукомольный цех	120	4,86	124,86	5,1	14,012	345,988
4	Склад зерна	40	0,972	40,972	2,9	8,540	351,46
5	Склад готовой продукции	30	1,944	31,944	2,6	21,908	338,092
6	Устройство приема	180	2,7	182,7	6,2	5,320	354,68
7	Устройство погрузки	190	1,08	191,08	6,4	2,034	357,966
8	КПП	20	0,648	20,648	2,1	11,298	348,702
9	Весы	25	1,08	26,08	2,4	14,908	345,092
10	АБК	110	7,776	117,776	5	23,768	336,232
11	Гараж	80	5,94	85,94	4,3	24,882	335,118
12	РМЦ	360	6,48	366,48	8,8	6,365	353,635
13	Столовая	150	4,896	154,896	5,7	11,379	348,621
14	Котельная	380	0,648	380,648	9	0,613	359,387
15	Зернохранилище №1	45	3,24	48,24	3,2	24,179	335,821
16	Зернохранилище №2	35	3,24	38,24	2,8	30,502	329,498
17	Зернохранилище №3	55	3,24	58,24	3,5	20,027	339,973
18	Пожарный резервуар	15	0,216	15,216	1,8	5,110	354,89
19	Лаборатория	50	0,475	50,475	3,3	3,388	356,662
20	Сушилка	170	0,768	170,768	6	1,619	358,381

Расчёт производится по формулам

$$X_0 = \frac{\sum P_{Mi} \cdot x_i}{\sum P_{Mi}}, \quad Y_0 = \frac{\sum P_{Mi} \cdot y_i}{\sum P_{Mi}},$$

Все результаты вычислений записываются в таблицу 2.4.

Определение условного центра электрических нагрузок:

Таблица 2.4 – Определение месторасположения активного ЦЭН

№	Наименование цеха	P_{Σ} , кВт	X, м	Y, м	$P_{\Sigma} \times X$	$P_{\Sigma} \times Y$
1	Зерноочистительный цех	153,88	100,8	84,3	15511,1	12972,1
2	Цех протравливания и сортировки зерна	222,27	136,8	84,3	30406,3	18737,2
3	Мукомольный цех	124,86	136,8	102,3	17080,8	12773,2
4	Склад зерна	40,97	82,8	84,3	3392,5	3453,9
5	Склад готовой продукции	31,94	100,8	125,1	3219,9	3996,2
6	Устройство приема зерна	182,7	50,7	79,5	9262,9	14524,6
7	Устройство погрузки	191,08	136,8	68,3	26139,7	13050,8
8	КПП	20,65	3	72,3	61,9	1492,8
9	Весы	26,08	25,1	65,3	654,6	1703
10	АБК	117,78	9	95,6	1060	11259,8
11	Гараж	85,94	46,3	9	3979	773,5
12	РМЦ	366,48	9	15	3298,3	5497,2
13	Столовая	154,9	38,3	113	5932,7	17503,7
14	Котельная	380,65	165	122	62807,2	46439,3
15	Зернохранилище №1	48,24	82,7	30	3989,4	1447,2
16	Зернохранилище №2	38,24	109,7	30	4194,9	1147,2
17	Зернохранилище №3	58,24	136,8	30	7967,2	1747,2
18	Пожарный резервуар	15,22	158	66	2404,1	1004,2
19	Лаборатория	50,47	4,5	55	227,1	2775,8
20	Сушилка	170,77	65,3	79,5	11151,3	13576,2
Итого:		2826,22	88,570	76,054	250317,8	214946,8

$$X_0 = \frac{250317,8}{2826,22} = 88,570 \text{ м}, Y_0 = \frac{214946,8}{2826,22} = 76,054 \text{ м}.$$

Количество и мощность трансформаторов с учетом компенсирующих устройств:

Приблизительный выбор количества и мощности трансформаторных подстанций рассчитывается по следующей формуле:

$$\sigma = \frac{S_p}{F},$$

где S_p - расчетная нагрузка цеха, кВА;

F - площадь цеха, м².

Если плотность нагрузок $\sigma < 0,2$, то рекомендуется принимать трансформаторы до 1000 кВА.

Если $0,2 < \sigma < 0,3$ то трансформаторы должны быть 1600кВА.

Если $\sigma > 0,3$ кВА/м², то трансформаторы рекомендуется принимать 1600-2500 кВА.

Методика определение числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций:

1. Определяем активную и реактивную мощности трансформаторной подстанции путем суммирования расчетных активных и реактивных мощностей цеха, где установлена ТП, и всех цехов, питаемых этой ТП.

$$P_p = \sum_{i=1}^n P_{pi}, Q_p = \sum_{i=1}^n Q_{pi}.$$

2. Определяем расчетную мощность компенсирующих устройств:

$$Q_{KY} = P_P (tg\varphi_H - tg\varphi_3) = P_P \left(\frac{Q_P}{P_P} - tg\varphi_3 \right),$$

где $tg\varphi_3 = 0,33$, что соответствует $\cos\varphi = 0,95$.

3. По справочнику выбираем стандартное значение мощности КУ и определяют не скомпенсированную мощность:

$$Q_p' = Q_P - N_{ку} \cdot Q_{ку.ст},$$

где $N_{ку}$ – количество компенсирующих устройств.

4. Определяем полную мощность трансформаторной подстанции:

$$S_P = \sqrt{P_P^2 + Q_p'^2}.$$

5. Выбираем мощность трансформаторов и проверяем ее по коэффициентам загрузки в нормальном и аварийном режиме:

$$K_{3.н.} = \frac{S_P}{n \cdot S_{ном.тр}} \leq 0,7; \quad K_{3.в.} = \frac{S_P}{S_{авар.тр}} \leq 1,4.$$

Рассчитаем на примере двухтрансформаторной подстанции ТП-1, расположенной возле цеха № 3. Она питает цеха №1 - №7.

$$P_{\Sigma} = 48,694 + 140,374 + 46,617 + 10,166 + 209,518 = 455,369 \text{ кВт}.$$

$$Q_{\Sigma} = 39,6 + 299,2 + 105,6 + 18 + 156,75 = 619,15 \text{ кВар}.$$

$$Q_{KY} = 455,369 \cdot \left(\frac{619,15}{455,369} - 0,33 \right) = 468,878 \text{ кВар}.$$

$$Q_p' = 619,1 - 2 \cdot 60 = 379,1 \text{ кВар.}$$

$$S_p = \sqrt{455,4^2 + 379,1^2} = 592,54 \text{ кВА.}$$

Выберем трансформатор мощностью 400 кВ·А.

$$K_{з.н.} = \frac{592,54}{2 \cdot 600} = 0,494.$$

$$K_{з.н.} = \frac{592,54}{600} = 0,987.$$

Вывод: данный трансформатор проходит по коэффициентам загрузки в нормальном и аварийном режимах.

Для остальных трансформаторных подстанций производим аналогичный расчет. Полученные результаты записываем в таблицы 2.5 – 2.6.

Распределение нагрузки по пунктам питания:

Распределение потребления электроэнергии напряжением до и выше 1кВ между цеховыми трансформаторами подстанции показано в таблицах 2.2, 2.3, 2.4 на основании картограммы электрических нагрузок по принципу разукрупнения.

Таблица 2.5 – Выбор количества и мощности трансформаторов с учетом компенсирующих устройств

№ п/п	№ ТП	Потребители э/энергии	Расчетная нагрузка		Q _{ку} , кВар	N _{ку}	Q _{ку.ст} , кВар	Полная нагрузка		N _{тран.}	S _{ном.тр} , кВА	K _{з.н}	K _{з.ав}
			P _р , кВт	Q _р , кВар				Q _р , кВар	S _р , кВА				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	ТП-1	1,2,4,6,15	455,4	619,1	468,878	2	120	379,1	592,54	2	600	0,494	0,987
2	ТП-2	7,9,10,11,12,13,14,20	332	217,8	108,24	2	60	97,8	346,105	2	400	0,433	0,865
3	ТП-3	3,5,8,16,17,18,19,21	312,8	412,3	309,076	2	80	252,3	401,869	2	400	0,502	1,005

Таблица 2.6 – Распределение нагрузок по пунктам питания

№ п/п	Наименование пункта питания	Потребители электроэнергии	Место расположения по генплану	Примечание
1	ТП-1	Цех № 1,2,4,6,15	Цех №1	2×ТМ-600-10/0,4
2	ТП-2	Цех № 7,9,10,11,12,13,14,20	Цех №6	2×ТМ-400-10/0,4
3	ТП-3	Цех № 3,5,8,16,17,18,19,21	Цех №1	2×ТМ-400-10/0,4

2.2 Светотехнический расчёт цеха зернотока

Выбор осветительных приборов:

Таблица 2.7 – Результаты выбора светильников

№ по плану и наименование помещения	Категория среды	Е, лк	К _з	Плоскость нормирования	Система освещения	Минимально допустимая степень защиты	Вид освещения	Принятый светильник		
								Наименование, серия, тип	Тип КСС	Степень защиты
Склад зерна	Сухое	100	1,3	Г _{пол}	Общая равномерная во всех помещениях	IP20	Рабочее	ЛСП18×2×40	Д-2	IP53
Подготовительный цех	Сухое	150	1,3	Пол		IP20	Рабочее	ЛСП22×2×65	Д-1	IP53
Зерноочистительный цех	Сухое	100	1,3	Пол		IP20	Рабочее	ЛСП22×2×65	Д-1	IP53
Цех сортировки зерна	Сухое	100	1,3	Г-0,5		IP20	Рабочее	ЛСП22×2×65	Д-1	IP53
Мукомольный цех	Сухое	75	1,3	Г-0,5		IP20	Рабочее	ЛСП18×2×58	Д-1	IP53
Коридор	Сырое	50	1,3	Пол		IP23	дежурное	ЛСП18×40	Д-2	IP53
Гардероб	Сухое	150	1,3	Пол		IP20	Рабочее	ЛСП18×40	Д-2	IP53
Душевая	Особо сырое	75	1,3	Пол		IP53	Рабочее	ЛСП18×40	Д-2	IP53
Санузел	Сырое	75	1,3	Пол		IP23	Рабочее	ЛСП18×40	Д-2	IP53
Электрощитовая	Сухое	150	1,3	Г-0,8		IP20	Рабочее	ЛСП18×40	Д-2	IP53
Вентиляционная	Сухое	75	1,3	Пол		IP23	Рабочее	ЛСП18×40	Д-2	IP53
Комната персонала	Сухое	150	1,3	Г0,8		IP20	Рабочее	ЛСП18×40	Д-2	IP53

Определяем категорию среды помещения №1 и минимально допустимую степень защиты светильника. Для склада зерна принимаем светильник ЛСП18-40 прямого светораспределения (П) с кривой силы света (Д) и степенью защиты 5`4. Тем же способом подбираем светильники для других помещений, а результаты подбора заносим в таблицу 2.1.

Расчёт мощности и определение количества светильников, устанавливаемых в помещении:

Помещение №3.

По табл. 2.7 в зависимости от размеров светильника выбирается высота свеса $h_{св}=0,20$ м. Светильник устанавливают на трос на высоте 4м.

Расчётная высота установки светильника:

$$H_p = H_0 - h_{св} - h_p = 4 - 0,20 - 0,5 = 3,30 \text{ м}$$

где H_0 – высота помещения, м;

h_c – высота свеса, м;

Для светильника ЛСП18×2×40, $\lambda_c = 1,2 \dots 1,6$ в таблице 2.7. $\lambda_c = 1,55$.

Расстояние между рядами светильников и между светильниками в ряду:

$$L'_B = \lambda_c \cdot H_p = 1,55 \cdot 3,3 = 5,115 \text{ м.}$$

Расстояние от стены до крайнего ряда:

$$l_B = (0,3 \dots 0,5) \cdot L'_B = 0,5 \cdot 5,115 = 2,56 \text{ м.}$$

$$l_A = 0,5 \cdot L_B = 0,5 \cdot 5,115 = 2,56 \text{ м}$$

Число рядов:

$$N_a = \frac{A - 2 \cdot l_a}{L_a} + 1 = \frac{18 - 2 \cdot 2,56}{5,115} + 1 = 3,51$$

где B – ширина помещения; Принимаем $N_B = 3$ ряда.

Число светильников в одном ряду:

$$N_b = \frac{B - 2 \cdot l_a}{L_a} + 1 = \frac{12 - 2 \cdot 2,56}{5,115} + 1 = 2,34$$

где A – длина помещения; Принимаем $N_a = 2$

Общее число светильников:

$$N_{\Sigma} = N_b + N_a = 3 \cdot 2 = 6$$

Расстояние от стены до крайнего ряда $l_B = 2,56$ м, $l_A = 2,56$ м

Действительное расстояние между рядами светильников:

$$L_a = \frac{A - 2 \cdot l_a}{N_a - 1} = \frac{18 - 2 \cdot 2,56}{3 - 1} = 6,44$$

$$L_b = \frac{B - 2 \cdot l_b}{N_b - 1} = \frac{12 - 2 \cdot 2,56}{2 - 1} = 6,88$$

Тем же способом размещаем светильники и в других помещениях, результаты записываем в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 – Параметры размещения светильников в помещениях

№ по плану и наименование помещения	Н _р , м	Количество, шт.		Расстояние, м				Крепление светильников
		N _a	N _b	L _A	L _B	l _A	l _B	
1 Склад зерна	3,8	3	3	6,06	6,06	2,9	2,9	К тросу
2 Подготовительный цех	3,3	3	2	6,44	6,88	2,56	2,56	К тросу
3 Зерноочистительный цех	3,3	3	2	6,44	6,88	2,56	2,56	К тросу
4 Цех сортировки зерна	3,8	3	3	5,89	5,89	2,9	2,9	К тросу
5 Мукомольный цех	3,8	3	3	1,2	5,89	2,9	2,9	К тросу
6 Коридор	2,85	7	1	2,74	-	1,78	1,78	К тросу
7 Гардероб	2,85	1	1	-	-	1,5	1,5	К потолку
8 Душевая	2,85	1	1	-	-	1,5	1,5	К потолку
9 Санузел	2,85	1	1	-	-	1,4	1,4	К потолку
10 Электрощитовая	2,85	2	1	3,16	-	1,42	1,42	К потолку
11 Вентиляционная	2,85	1	1	-	-	1,2	1,2	К потолку
12 Комната персонала	2,85	1	1	-	-	1,5	1,5	К потолку

Определение расположения групповых щитков, нахождение ЦЭН:

Для сокращения протяженности и сечения проводов щитки устанавливают по возможности ближе к центру электрической нагрузки.

$$x_{ц} = \frac{\sum P_i \cdot x_i}{\sum P_i}; \quad y_{ц} = \frac{\sum P_i \cdot y_i}{\sum P_i}$$

где $x_{ц}$, $y_{ц}$ - координаты центра электрических нагрузок;

P_i - мощность i -й электрической нагрузки, кВт;

x_i , y_i - координаты электрической нагрузки в координатных осях x , y ;

Определяем мощность в каждом помещении по формуле:

$$P_i = N_{ai} \cdot N_{bi} \cdot n_{ci} \cdot P_{ли}$$

$$P_1 = 9 \cdot 2 \cdot 0,04 = 0,72 \text{ кВт},$$

$$P_6 = 7 \cdot 2 \cdot 0,04 = 0,56 \text{ кВт},$$

$$P_2 = 6 \cdot 2 \cdot 0,065 = 0,78 \text{ кВт},$$

$$P_7 = 1 \cdot 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ кВт},$$

$$P_3 = 6 \cdot 2 \cdot 0,065 = 0,78 \text{ кВт},$$

$$P_8 = 1 \cdot 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ кВт},$$

$$P_4 = 9 \cdot 2 \cdot 0,065 = 1,17 \text{ кВт},$$

$$P_9 = 1 \cdot 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ кВт},$$

$$P_5 = 9 \cdot 2 \cdot 0,058 = 1,044 \text{ кВт},$$

$$P_{10} = 2 \cdot 2 \cdot 0,04 = 0,16 \text{ кВт},$$

$$P_{11}=1\cdot 2\cdot 0,04=0,08\text{кВт},$$

$$P_{12}=1\cdot 2\cdot 0,04=0,08\text{кВт}.$$

Находим координаты центров нагрузок каждого помещения, результаты записываем в таблицу 2.9:

Таблица 2.9 – определение координат центра нагрузок

№ по плану и наименование помещения	P _{уст} кВт	X, м	Y, м
1 Склад сырья	0,72	9	9
2 Подготовительный цех	0,78	27	6
3 Зерноочистительный цех	0,78	45	6
4 Цех протравливания и сортировки зерна	1,17	63	9
5 Мукомольный цех	1,044	63	27
6 Коридор	0,56	35	13
7 Гардероб	0,08	25	15
8 Душевая	0,08	28	15
9 Санузел	0,08	31	15
10 Электрощитовая	0,16	36	15
11 Вентиляционная	0,08	41	15
12 Комната персонала	0,08	45	15

Находим ЦЭН всего здания по формуле:

$$X_{ц} = \frac{\sum P_i \cdot x_i}{\sum P_i} = \frac{0,72 \cdot 9 + 0,78 \cdot 27 + 0,78 \cdot 45 + 1,17 \cdot 63 + 1,044 \cdot 63 + 0,56 \cdot 35 + 0,08 \cdot 25 + 0,08 \cdot 28 + 0,08 \cdot 31 + 0,16 \cdot 36 + 0,08 \cdot 41 + 0,08 \cdot 45}{0,72 + 0,78 + 0,78 + 1,17 + 1,044 + 0,56 + 0,08 + 0,08 + 0,08 + 0,16 + 0,08 + 0,08} = 42,9$$

$$Y_{ц} = \frac{\sum P_i \cdot y_i}{\sum P_i} = \frac{0,72 \cdot 9 + 0,78 \cdot 6 + 0,78 \cdot 6 + 1,17 \cdot 9 + 1,044 \cdot 27 + 0,56 \cdot 13 + 0,08 \cdot 15 + 0,08 \cdot 15 + 0,08 \cdot 15 + 0,16 \cdot 15 + 0,08 \cdot 15 + 0,08 \cdot 15}{0,72 + 0,78 + 0,78 + 1,17 + 1,044 + 0,56 + 0,08 + 0,08 + 0,08 + 0,16 + 0,08 + 0,08} = 12,5$$

Щиток устанавливаем ближе к центру электрической нагрузки, с координатами x=42,9 и y=12,5.

2.3 Выводы по разделу

В этом разделе был произведен расчет электроснабжения зернотока. Произведен светотехнический расчет здания. Были определены местонахождения центров электрических нагрузок, трансформаторных подстанций, распределительных пунктов, осветительных щитков и отмечены на плане.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Выбор и обоснование новой конструкции

Энергосбережение является одним из ключевых факторов, определяющих прибыльность и успех любого предприятия. Очень большая часть затрат энергии идет на обработку и сушку зерна. Зерновые культуры имеют повышенную уборочную влажность и нуждаются в сушке. Только после удаления избыточной влаги можно рассчитывать на длительное хранение зерна.

Сушка - это процесс удаления влаги из продукта, или зерна. Поскольку зерно гигроскопичный материал, который сильно поглощает влагу даже из воздуха, его следует правильно хранить. Ведь при правильном хранении подавляется жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей зерна.

В основном сушка производится при помощи потока горячего воздуха. Воздух нагревают при сжигании топлива за пределами установки, который транспортируется с помощью конвекции, при этом увеличиваются потери. Таким образом, скорость сушки конкретного вида зерна зависит как от температуры воздуха, так и от скорости потока.

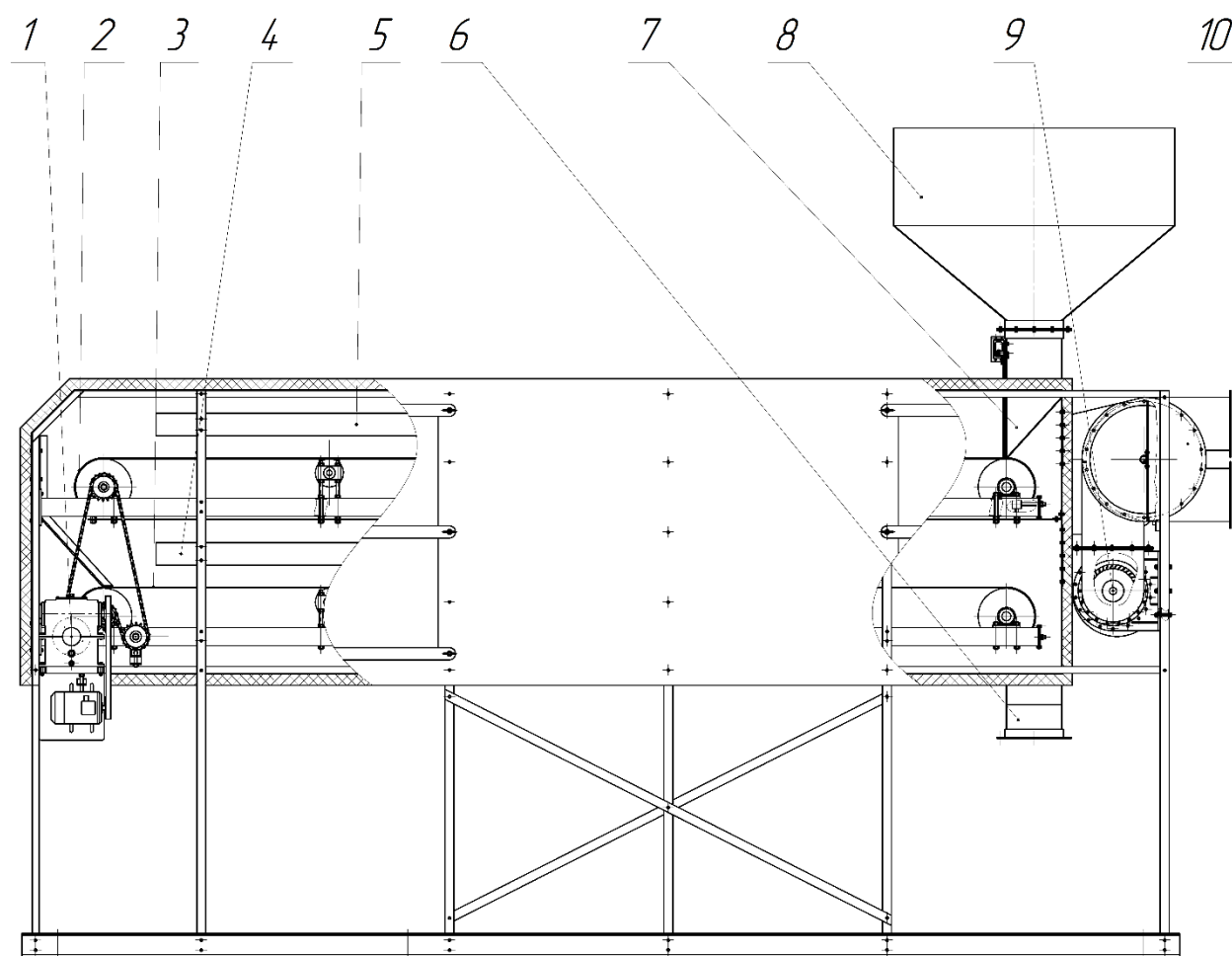
В первом разделе был произведен анализ всех существующих типов зерносушилок, изучил патенты. И с учетом недостатков придумал свою схему работы зерносушилки.

Все существующие сушилки нельзя назвать энергосберегающими так как в них отработанный теплоноситель, который имеет большую температуру, выбрасывается в окружающую среду.

Вместо этого можно придумать способ чтобы удерживать тепло внутри сушилки и выбрасывать отработанный теплоноситель с температурой

максимально равной температуре окружающей среды. Вместе с этим можно многократно использовать воздух, частично пропуская его через сушильные камеры. Нельзя забывать, что зерно при выходе тоже имеет высокую температуру, его нужно охладить предварительно, подогрев тем самым, вновь поступившее зерно.

На (рисунке 3.1) изображена схема и принцип действия инфракрасной сушилки, которая должна экономить энергию за счет возврата тепла от выходящего зерна рециркуляции воздуха внутри сушильной камеры.



1 – червячный редуктор привода транспортера, 2 – верхний транспортер, 3 – нижний транспортер, 4 – нижний инфракрасный облучатель, 5 – верхний инфракрасный облучатель, 6 – выгрузное устройство, 7 – вибrolоток, 8 – загрузочный бункер, 9 – центробежный вентилятор, 10 – заслонка воздушная

Рисунок 3.1 – Установка для инфракрасной сушки семян

Принцип ее работы заключается следующем. Зерно подается в загрузочную камеру, с низу которой имеется заслонка для равномерного распределения зерна в один слой. Затем зерно проходя через заслонку, равномерно, в один слой выравнивается на транспортной ленте, где, не доходя до инфракрасных подогревателей начинает подогреваться горячим воздухом, который принял такую температуру от охлаждающегося зерна, которое выходит из сушиллки холодным.

Затем подогретое зерно подходит до инфракрасных излучателей. Под действием излучения, зерна начинают нагреваться до еще большей температуры.

Нагревшись, они доходят до края транспортной ленты, где падают и переворачиваются на другую сторону и нагрев продолжается нижним излучателем.

При прохождении дальше по ленте, на зерна перестает действовать облучение. Зерна постепенно охлаждаются за счет, воздуха, который уже остыл при прохождении через вновь поступившие зерна.

Внутри сушиллки постоянно циркулирует воздух, который то нагревается в нижней половине сушильной камеры то охлаждается с верху.

Температуру и влажность воздуха можно регулировать при помощи заслонок, которые расположены с правой стороны от сушильной камеры. Заслонки имеют привод от электродвигателя и редуктора, в котором установлены датчики положения заслонок. В сушильной камере установлены измерительные приборы температуры и влажности воздуха, а также зерна. Заслонки, датчики и измерительные приборы контролируют температуру и влажность воздуха в сушильной камере, тем самым обеспечивается равномерная просушка зерна и экономия энергии.

3.2 Конструкторские расчеты

3.2.1 Расчет цепной передачи

С выходного вала червячного редуктора звездочкой передается мощность которая равна $P = 0,95 кВт$, ведомая звездочка вращается с частотой $n_2 = 1 мин^{-1}$ до $n_2 = 10 мин^{-1}$. Цепная передача работает непрерывно с небольшими рывками и изменением скорости. Цепная передача работает в вертикальном положении. Цепь можно натягивать дополнительной натяжной звездочкой. Смазка цепи производится периодически.

Для данной цепной передачи выбираем роликовую приводную нормальную цепь ПР по ГОСТ-13568 75.

Передаточное число вычисляется по формуле:

$$i = \frac{n_1}{n_2}, \quad (3.1)$$

$$i = \frac{10}{10} = 1.$$

Количество зубьев ведущей звездочки равно: $z_1 = 18$, количество зубьев ведомой звездочки вычисляем по формуле:

$$z_2 = z_1 \cdot i, \quad (3.2)$$

$$z_2 = 18 \cdot 1 = 18$$

Вычисляем передаточное отношение по вычисленному количеству зубьев звездочек:

$$U' = \frac{z_2}{z_1}, \quad (3.3)$$

$$U' = \frac{z_2}{z_1} = \frac{18}{18} = 1.$$

Шаг цепи выбираем: $t = 19 мм$.

Скорость движения цепи вычисляем по формуле:

$$V = \frac{n_1 \cdot z_1 \cdot t}{60 \cdot 1000}, \quad (3.4)$$

$$V = \frac{10 \cdot 18 \cdot 25,4}{60 \cdot 1000} = 0,076 \text{ м/с}.$$

Окружная сила в зацеплении передачи вычисляется по формуле:

$$F_t = \frac{P_1}{2V}, \quad (3.5)$$

$$F_t = \frac{950}{2 \cdot 0,076} = 6333 \text{ Н}.$$

Расстояние между осями передачи приблизительно принимаем:

$$a_o = 40 \cdot t, \quad (3.6)$$

$$a_o = 40 \cdot 19 = 760 \text{ мм}.$$

Коэффициент эксплуатации можно вычислить по формуле:

$$k_{\text{э}} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5, \quad (3.7)$$

где $k_1 \dots k_5$ определяем по таблице.

k_1 – коэффициент динамичности $k_1 = 1,0$ – для спокойной нагрузки;

k_2 – коэффициент способа смазки $k_2 = 1,5$ – для периодической смазки;

k_3 – коэффициент наклона цепной передачи $k_3 = 1$ – $< 60^\circ$;

k_4 – коэффициент режима работы $k_4 = 1,25$ – для двухсменной работы;

k_5 – коэффициент регулирования натяжения цепи $k_5 = 1,1$ – при
оттяжных звездочках:

$$k_{\text{э}} = 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,1 = 2,06.$$

Шаг цепи вычисляем по формуле:

$$t' = 60 \cdot \sqrt[3]{\frac{k_{\text{э}} \cdot N_1 \cdot 1000}{z_1 \cdot n_1 \cdot P' \cdot j}}, \quad (3.8)$$

$$t' = 60 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,06 \cdot 11 \cdot 1000}{18 \cdot 1500 \cdot 14,7 \cdot 1}} = 23,1 \text{ мм}.$$

где j – количество рядов приводной цепи, для нашего вычисления принимаем равным $j = 1$;

P' –допускаемое давление приводной цепи которое действует на ролики, МПа.

Шаг для нашей цепи находим по таблице изГОСТ 13568-75 $t \geq t'$,
 $t = 25,4$ мм.

Выбираем приводную однорядную цепь: ПР-25,4 – 60.

$t = 25,4$; $b_{вн} = 15,88$; $D = 15,88$; $d = 7,95$; $h = 24,13$; $B = 22,61$; $b = 38,5$;
 $P_H = 60$ кН.

Диаметры звездочек вычисляются по формуле:

$$d_i = \frac{t}{\sin \frac{\pi}{z_i}}, \quad (3.9)$$

$$d_1 = \frac{25,4}{\sin \frac{3,14}{18}} = 150,29 \text{ мм},$$

$$d_2 = \frac{25,4}{\sin \frac{3,14}{18}} = 150,29 \text{ мм}.$$

3.2.2 Расчет клиноременной передачи между электродвигателем и червячным редуктором

Для хорошей работы клиноременной передачи без пробуксовок выбираем ремень ГОСТ 1284-68 – сечения А.

Диаметр ведущего шкива на выходном валу электродвигателя замеряем на чертеже и принимаем равным $d_1 = 100$ мм.

Диаметр ведомого шкива вычисляем по формуле:

$$d_2 = I_{рем} \cdot d_1 \cdot (1 - \xi), \quad (3.10)$$

где ξ – коэффициент скольжения ремня, $\xi = 0,02$.

$$d_2 = 2 \cdot 100 \cdot (1 - 0,02) = 196 \text{ мм.}$$

После округления до ближайшего стандартного значения диаметра d_2 принимаем равным $d_2 = 200 \text{ мм.}$

Расстояние между осями шкивов замеряем на сборочном чертеже и берем приблизительно $a_o = 400 \text{ мм.}$

Приблизительную длину ремня вычисляем по формуле:

$$l = 2 \cdot a_o + 1,57 \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a_o}, \quad (3.11)$$

$$l = 2 \cdot 400 + 1,57 \cdot (100 + 200) + \frac{(200 - 100)^2}{4 \cdot 400} = 1277,22 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 1284 - 1.2 - 89 выбираем ремень сечением А с внутренней длиной 1280 мм.

Расчетная длина ремня находится по формуле:

$$l = l_g + 33, \quad (3.12)$$

$$l = 1280 + 33 = 1313 \text{ мм.}$$

Условная длина ремня равна 1320 мм.

Расстояние между осями шкивов, исходя из стандартных длин ремней, найдем по следующей формуле:

$$a = \frac{2 \cdot l - \pi \cdot (d_2 + d_1) + \sqrt{(2 \cdot l - \pi \cdot (d_2 + d_1))^2 - 8 \cdot (d_2 - d_1)^2}}{8} \quad (3.13)$$

$$a = \frac{2 \cdot 1320 - 3,14 \cdot (200 + 100) + \sqrt{(2 \cdot 1320 - 3,14 \cdot (200 + 100))^2 - 8 \cdot (200 - 100)^2}}{8} = 421,5 \text{ мм.}$$

Угол обхвата ведущего шкива рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \pi - \frac{(d_2 - d_1)}{a}, \quad (3.14)$$

$$\alpha = 3,14 - \frac{(200 - 100)}{421,5} = 2,903 \text{ рад} = 166^{\circ} 32',$$

Этот угол обхвата соответствует.

Угловая скорость ремня вычисляется по формуле:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30}, \quad (3.15)$$
$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 2840}{30} = 297,4 \text{ c}^{-1}.$$

Скорость ремня вычисляется по формуле:

$$V = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2 \cdot 1000}, \quad (3.16)$$

где ω_1 угловая скорость вращения ведущего шкива.

$$V = \frac{297,4 \cdot 100}{2 \cdot 1000} = 14,87 \text{ м/с}.$$

Количество ремней определяется из способности ремня передавать мощность по тяговой способности. Способность ремня передать мощность при $\alpha = \pi = 180^\circ$, скорости $V = 14,87 \text{ м/с}$ и нагрузки - $P_l = 1 \text{ кВт}$.

Количество ремней можно рассчитать по формуле:

$$z = \frac{P_1 \cdot k_\phi}{P_o \cdot k_\alpha \cdot k_l \cdot k_z}, \quad (3.17)$$

где k_α - коэффициент, учитывает влияние угла, $k_\alpha = 0,95$;

k_ϕ - коэффициент динамической нагрузки, $k_\phi = 1,1$;

k_l - коэффициент, учитывает длину ремня, $k_l = 0,91$;

k_z - коэффициент, учитывает неравномерность распределения нагрузки по ремням, $k_z = 0,95$.

$$z = \frac{1 \cdot 1,1}{1,87 \cdot 0,95 \cdot 0,91 \cdot 0,95} = 0,72.$$

Берем 1 ремень.

Проверяем ремни на долговечность по частоте пробегов за 1 секунду:

$$n_n = \frac{V}{l} \quad (3.18)$$

$$n_n = \frac{14,87}{1,3} = 11,43 \text{ с}^{-1},$$

это значение допустимо.

3.3 Экономическое обоснование установки для инфракрасной сушки зерна

Масса конструкции рассчитывается по формуле:

$$G = (G_K + G_\Gamma)k, \quad (3.19)$$

где G – масса конструкции, кг;

G_K – масса сконструированных деталей, кг;

G_Γ – масса стандартных деталей, кг, $G_\Gamma = 32 \text{ кг}$;

K – коэффициент, который учитывает массу материалов, израсходованных на изготовление конструкции.

Рассчитанную массу деталей и узлов, которые спроектировали запишем в таблицу 3.1.

Рассчитаем массу детали по формуле:

$$m = \rho \cdot V, \quad (3.20)$$

Для примера рассчитаем массу бункера загрузочного.

$$m = 3846 \cdot 7,8 = 29998,2 \approx 30 \text{ кг}.$$

Таблица 3.1 – Расчёт массы спроектированных деталей

Наименование детали, узла, агрегата	Количество шт	Объём детали, см ³	Плотность, г/см ³	Масса деталей, кг
Бункер загрузочный	1	3846	7,8	30
Вал транспортера ведущий	2	2371	7,8	37
Вал транспортера натяжной	2	2423	7,8	37,8
Корпус заслонки	1	1666	7,8	13

ИК-излучатель	2	1538	7,8	24
Корпус зерносушилки	1	102564	7,8	800
Люк задний	2	1153	7,8	18
Люк передний	2	1282	7,8	20
Натяжное устройство цепи	1	57	7,8	0,45
Поддерживающий каток	6	1923	7,8	90
Вал воздушной заслонки	1	82	7,8	0,64
Заслонка	1	115	7,8	0,9
Корпус подшипника	2	32	7,8	0,5
Крышка корпуса заслонки	2	70	7,8	1,1
Крышка подшипника глухая	1	19	7,8	0,15
Крышка подшипника сквозная	1	18	7,8	0,14
Муфта соединительная	1	11	7,8	0,09
			Итого:	1073,77

Масса деталей G_k составляет 1073,77кг.

Значения масс вычисляем по формуле:

$$G_k = \sum m \quad (3.21)$$

$$G_k = 30 + 37 + 37,8 + 13 + 24 + 800 + 18 + 20 + 0,45 + 90 + 0,64 + 0,9 + 0,5 + 1,1 + 0,15 + 0,14 + 0,09 = 1073,77 \text{ кг.}$$

$$G = (1073,77 + 32) \cdot 1,05 = 1161,05 \text{ кг.}$$

Балансовая стоимость новой конструкции по сопоставимости массы вычисляется по формуле:

$$C_{61} = \frac{C_{60} \cdot G_1 \cdot \delta}{G_0}, \quad (3.22)$$

где C_{60}, C_{61} – балансовая стоимость старой и новой конструкции, руб.;

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

δ – коэффициент удешевления конструкции.

Принимая значения как:

$$C_{60} = 1200000 \text{ руб.};$$

$$G_1 = 1161 \text{ кг.};$$

$$\delta = 0,9 \dots 0,95;$$

$$G_0 = 1580 \text{ кг}$$

получаем:

$$C_{\sigma 1} = \frac{1200000 \cdot 1161 \cdot 0,9}{1580} = 793594 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость равна 793594 руб.

Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкций и их сравнение.

Часовая производительность установок имеет следующие значения:

$$W_{q0} = 4,5 \text{ м / ч.}$$

$$W_{q1} = 5 \text{ м / ч.}$$

Энергоемкость процесса вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_q}, \quad (3.23)$$

где N_e – потребляемая мощность, кВт;

W_q – часовая производительность, т/ч.

Учитывая, что $N_e = 12$ кВт, вычисляем:

$$\mathcal{E}_0 = \frac{12}{4,5} = 2,66 \text{ кВт} \cdot \text{ч / т},$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{12}{5} = 2,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч / т}.$$

Металлоёмкость процесса вычисляется по формуле:

$$M = \frac{G}{W_r \cdot T_{\text{год}} \cdot T_c}, \quad (3.24)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка машины;

T_c – срок службы машин, лет.

Учитывая, что $G_1=1161$, $G_0=1580$, $W_1=5$, $W_0=4,5$, $T_{год}=500$, $T_c=10$, находим:

$$M_0 = \frac{1580}{4,5 \cdot 500 \cdot 10} = 0,07 \text{ кг} / \text{т},$$

$$M_1 = \frac{1161}{5 \cdot 500 \cdot 10} = 0,046 \text{ кг} / \text{т}.$$

Металлоемкость процесса для старого оборудования равна 0,07кг/т.

Металлоемкость процесса для нового оборудования равна 0,046кг/т.

Фондоёмкость процесса вычисляется по формуле:

$$F = \frac{C_6}{W_{ч} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.25)$$

где C_6 – балансовая совместимость конструкции, руб.;

Взяв из расчетов, что балансовая стоимость $C_{60}=1200000$ руб., $C_{61}=793594$ руб., рассчитываем:

$$F_0 = \frac{1200000}{4,5 \cdot 500 \cdot 10} = 50,3,$$

$$F_1 = \frac{793594}{5 \cdot 500 \cdot 10} = 31,7.$$

Трудоемкость вычисляется по формуле:

$$T_e = \frac{\Pi p}{W_r}, \quad (3.26)$$

$$T_{e0} = \frac{1}{4,5} = 0,22 \text{ ч} / \text{т},$$

$$T_{e1} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ ч} / \text{т}.$$

Вычисляем расходы на зарплату при производстве 1т зерна по формуле:

$$C_{з.н.} = z \cdot T_e \cdot K_{\partial} \cdot K_{см} \cdot K_{от} \cdot K_{сс}, \quad (3.27)$$

где T_e – трудоёмкость, чел/т,

z – часовая тарифная ставка, руб;

$$C_{з.н.0} = 200 \cdot 0,22 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 83,05 \text{ руб} / \text{т},$$

$$C_{з.н.1} = 200 \cdot 0,2 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 75,5 \text{ руб} / \text{т}.$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{э} = \Pi_{э} \cdot \mathcal{E}_c, \quad (3.28)$$

где $\Pi_{э}$ – реальная цена электроэнергии, руб./кВт·ч;

$\mathcal{E}_c$ – потребляемая мощность, кВт·ч.

$\Pi_{э}=3,43$ руб./кВт·ч;

$\mathcal{E}_{c0}=2,66$ кВт·ч/т;

$\mathcal{E}_{c1}=2,4$ кВт·ч/т, находим:

$$C_{э0} = 3,43 \cdot 2,66 = 9,12 \text{ руб} / \text{т},$$

$$C_{э1} = 3,43 \cdot 2,4 = 8,23 \text{ руб} / \text{т}.$$

Затраты на РТО конструкции вычисляются по формуле:

$$C_{пто} = \frac{C_{\delta} \cdot H_{пто}}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}}, \quad (3.29)$$

где $H_{пто}$ – суммарная норма затрат на РТО, %.

$$C_{пто0} = \frac{1200000 \cdot 19,8}{100 \cdot 4,5 \cdot 500} = 105,6 \text{ руб} / \text{т},$$

$$C_{пто1} = \frac{793594 \cdot 19,8}{100 \cdot 5 \cdot 500} = 62,8 \text{ руб} / \text{т}.$$

Амортизационные отчисления вычисляются по формуле:

$$A = \frac{C_{\bar{o}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{сод}}}, \quad (3.30)$$

где a – норма амортизации, %.

Взяв по нормативам, $a=18$, вычисляем:

$$A_0 = \frac{1200000 \cdot 18}{100 \cdot 4,5 \cdot 500} = 96 \text{ руб} / \text{т},$$

$$A_1 = \frac{793594 \cdot 18}{100 \cdot 5 \cdot 500} = 57,1 \text{ руб} / \text{т}.$$

Себестоимость исходной и проектируемой установки вычисляем:

$$S = C_{\text{з.п.}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, \quad (3.31)$$

где $C_{\text{з.п.}}$ – затраты на оплату труда, руб./т;

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб/т;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и ТО конструкции, руб;

A – амортизационный отчисления на продукцию, руб/т;

$$S_0 = 83,05 + 9,12 + 105,6 + 96 = 293,77 \text{ руб} / \text{т},$$

$$S_1 = 75,5 + 8,23 + 62,8 + 57,1 = 203,6 \text{ руб} / \text{т}.$$

Приведённые затраты на работу конструкции вычисляются по формуле:

$$C_{\text{np}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{т}}, \quad (3.32)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

F –фондоёмкость;

При $E_{\text{н}}=0,15$ находим:

$$C_{\text{np0}} = 293,77 + 0,15 \cdot 50,3 = 344,2 \text{ руб} / \text{т},$$

$$C_{\text{np1}} = 203,6 + 0,15 \cdot 31,7 = 235,4 \text{ руб} / \text{т}.$$

Годовая экономия рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_q \cdot T_{год}, \quad (3.33)$$

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

При $T_{год}=500$, вычисляем:

$$\mathcal{E}_{год} = (293,7 - 203,6) \cdot 5 \cdot 500 = 225250 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект вычисляется по формуле:

$$E_{год} = (C_{прив0} - C_{прив1}) \cdot W_q \cdot T_{год}, \quad (3.34)$$

$$E_{год} = (344,2 - 235,4) \cdot 5 \cdot 500 = 272000 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитала вложений вычисляется по формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.35)$$

$$T_{ок} = \frac{793594}{225250} = 3,52 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности капитала вложений вычисляется по формуле:

$$E_{эф} = \frac{1}{T_{ок}}, \quad (3.36)$$

$$E_{эф} = \frac{1}{3,52} = 0,28.$$

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	Проектируемой
Часовая производительность	т/ч	4,5	5
Фондоёмкость процесса	руб/т	50,3	31,7
Энергоёмкость процесса	кВт/т	2,66	2,4
Металлоёмкость процесса	кг/т	0,07	0,046
Трудоёмкость процесса	ч-ч/ т	0,22	0,2
Уровень приведённых затрат	руб/ т	344,2	235,4
Амортизационные отчисления	руб/т	96	57,1
Себестоимость оборудования	руб/т	293,77	203,6
Годовая экономия	руб	-	225250
Годовой экономический эффект	руб	-	272000
Срок окупаемости капитала вложений	лет	-	3,52
Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	-	0,28

Проведенный сравнительный анализ показывает, что спроектированная конструкция инфракрасной зерносушилки, по сравнению с барабанной зерносушилкой является экономически эффективным, так как срок окупаемости менее 7 лет, а коэффициент эффективности более 0,15.

3.4 Требования безопасности при работе с инфракрасной сушилкой зерна

К работе в качестве оператора зерносушилок допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие специальную подготовку по их обслуживанию, изучившие их устройство и руководство по безопасной эксплуатации, имеющие соответствующее удостоверение.

Опасные состояния:

– наличие в конструкции машин узлов и деталей, нагретых свыше 45° С;

- отсутствие защитных ограждений, экранов узлов и механизмов, имеющих высокую температуру, а также механических приводов, доступных для обслуживающего персонала;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- скользкое или захламленное состояние поверхностей рабочих площадок и проходов;
- части машин и оборудования, которые могут оказаться под напряжением;
- нарушение изоляции проводов или неисправность (отсутствие) заземления;
- засоренное горючими растительными остатками зерно, поступающее на сушку.

Опасные действия:

- устранение неисправностей, очистка и регулировка машин и оборудования при работающем двигателе, а также нагретых свыше 45° С;
- хранение в сушильном помещении взрывоопасных и горючих материалов, а также наличие отходов в непосредственной близости от зерносушилок;
- отдых и курение в неустановленных местах;
- включение в работу зерносушилок при неисправном состоянии приборов дистанционного контроля;
- использование случайных предметов в качестве опор и подставок при работе и устранении отказов;
- работа в одежде со свободно свисающими концами, а также в пропитанной горюче-смазочными материалами;
- допуск в сушильное отделение посторонних лиц или оставленное без наблюдения работающее оборудование.

При работе следует пользоваться костюмом хлопчатобумажным от повышенных температур (ГОСТ 12.4.045) и очками с темными стеклами (ГОСТ 12.4.013).

Не реже одного раза в смену проводите очистку оборудования и уборку помещения от солоmistых отходов, пыли и другого мусора.

В целях предупреждения очагов загорания зерна в сушилках:

следите за температурой теплоносителя и не допускайте работу сушилki без датчиков температуры;

3.5 Мероприятия по охране труда

Медицинские аптечки должны быть полностью укомплектованы. Просроченные огнетушители должны быть заменены.

Приведенные мероприятия должны уменьшить процент травматизма и профессиональных заболеваний.

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;
- 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.

3.7 Выводы по разделу

В третьей части работы был произведен расчет и подбор цепи привода транспортера, клиноременной передачи между электродвигателем и редуктором привода транспортерной ленты. Произведен экономический расчет установки. Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит 272000 руб.

ВЫВОДЫ

На основании выполненной работы на тему электроснабжение зернотока с разработкой установки для инфракрасной сушки зерна можно сделать следующие основные выводы:

1) Проведен анализ существующих конструкций и дано описание выбранной технологии и выбранной конструкции зерносушилki. Работа несет в себе изучение экономических показателей и технических решений.

2) Выполнен расчет электроснабжения зернотока. Выбрана трансформаторная подстанция. Произведен расчет осветительного оборудования.

3) Разработка новой инфракрасной зерносушилki позволяет уменьшить затраты на электроэнергию и улучшить качество готового продукта, что ведет к экономии финансовых средств, улучшению условий работы людей, а также снижению трудоемкости процесса.

4) Разработанные в проекте мероприятия по технике безопасности позволяют производить продукцию в соответствии с требованиями охраны труда и санитарно-гигиенических требований. Так же разработаны мероприятия по охране окружающей среды, которые позволяют производить экологически чистую, следовательно, конкурентоспособную продукцию.