

**ФГБОУ ВО «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 Агроинженерия

Профиль Электрооборудование и электротехнологии

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

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

**Тема: ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СУШИЛЬНО-ОЧИСТИТЕЛЬНОГО
ПУНКТА ЗЕРНА С РАЗРАБОТКОЙ ЗЕРНОСУШИЛКИ**

Шифр 35.03.06.008.18.00.00.ПЗ

Студент _____ 243 группы _____ Зол _____ Золин П.М.

Руководитель доцент _____ Луш _____ Лушнов М.А.

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

Зав. кафедрой к.т.н., доцент _____ Халиуллин _____ Халиуллин Д.Т.

Казань – 2018 г.

**ФГБОУ ВО «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт механизации и технического сервиса

Направление *35.03.06 Агроинженерия*

Профиль *Электрооборудование и электротехнологии*

Кафедра *машин и оборудования в агробизнесе*

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____/ *Халиуллин Д.Т.*/

« _____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту *Золину Петру Михайловичу*

Тема ВКР: **Электроснабжение сушильно-очистительного пункта зерна с разработкой зерносушилки**

утверждена приказом по вузу от «24» мая 2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченного проекта _____

3. Исходные данные к ВКР

Температура сушильного агента на входе в барабан $t_H = 300^\circ\text{C}$;

Температура материала на входе в барабан $t_{H\text{МАТЕР}} = 18^\circ\text{C}$;

Температура окружающего воздуха $t_0 = 18^\circ\text{C}$;

Топливо – природный газ;

Производительность по высушенному материалу $G_1 = 5,56\text{ кг/с}$;

Начальное влагосодержание материала $\omega_H = 12\%$;

Конечное влагосодержание материала $\omega_K = 0,5\%$;

Диаметр частиц в материале $d_q = 2,0 - 1,5\text{ мм}$ 25%, $1,5 - 1,0\text{ мм}$ 75%;

Относительная влажность воздуха $\varphi_0 = 72\%$;

Давление в сушилке атмосферное ($P_0 = 101325\text{ Па}$).

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Литературно-патентный обзор.

3. Электротехнологическая часть.

4. Конструктивная часть.

5. Перечень графических материалов

1. Обзор конструкций зерносушилок.

2. Генеральный план с картограммой нагрузок.

3. Электрическая схема управления барабанной сушилкой.

4. Технологическая линия.

5. Сборочные чертежи.

6. Консультанты по дипломному проекту с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
--------	-------------

7. Дата выдачи задания _____ 04.05.2018 г. _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный обзор		
2	Электротехнологические расчеты		
3	Конструктивные расчеты		

Студент-дипломник _____ Золин П.М.

Руководитель проекта _____ Лушнов М.А.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Золина П.М. на тему: Электроснабжение сушильно-очистительного пункта зерна с разработкой зерносушиллки.

Каждый из разделов - это детальная разработка автоматизации осветительных электроустановок и электроснабжения фермы. На основе анализа условий труда разработаны мероприятия по улучшению условий и безопасности труда энергетической службы.

Пояснительная записка к ВКР состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы.

Объектом проектирования является распылительная сушиллка. К исходным данным для проектирования следует также отнести наличие внешнего контура заземления. Имеется также система электроснабжения, включающая трансформаторную подстанцию и линию электропередачи 0,4 кВ.

В заключительном разделе выполнен анализ технико-экономических показателей проектных предложений и определена их экономическая эффективность.

Цель работы – электроснабжение сушильно-очистительного пункта зерна.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на ___ страницах печатного текста, включает в себя ____ таблиц, ____ рисунков и графической части на 6 листах формата А1, список использованной литературы включает __ наименований.

Abstract

To final qualification work of Zolin P.M. on a subject: Power supply of drying and cleaning point of grain with development of a zernosushilka.

Each of sections is a detailed development of automation of lighting electroinstallations and power supply of a farm. On the basis of the analysis of working conditions actions for improvement of conditions and safety of work of power service are developed.

The explanatory note to VKR consists of introduction, three sections, the conclusion, the list of references.

Subject to design is the raspylitelny dryer. For design it is necessary to refer existence of an external contour of grounding to basic data also. There is also a system of power supply including transformer substation and a power line of 0,4 kV.

In the final section the analysis of technical and economic indicators of design offers is made and their economic efficiency is defined.

The work purpose – power supply of drying and cleaning point of grain.

Final qualification work consists of the explanatory note on ____ pages of the printing text, includes ____ tables, ____ drawings and a graphic part on 6 sheets of the A1 format, the list of the used literature includes __ names.

Содержание

Введение.....	7
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	8
2 ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	16
2.1 Расчет осветительной установки методом коэффициента использования.....	19
2.2 Выбор защитной аппаратуры.....	20
2.3 Расчет электрических нагрузок сети.....	20
2.4 Выбор сечения проводников сети.....	21
2.5 Принципиальная автоматизированная схема барабанной сушки.....	23
2.6 Технология послеуборочной обработки.....	28
2.7 Сушка зерна.....	29
2.8 Технологические расчеты.....	32
3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	38
3.1 Описания конструкции и принципа действия барабанной сушки.....	38
3.2 Материальный баланс.....	41
3.3. Расход сушильного агента.....	41
3.4 Определение основных размеров сушильного барабана.....	42
3.5 Безопасность жизнедеятельности.....	47
3.5.1 Анализ условий труда.....	47
3.5.2 Анализ условий труда на зерноскладе.....	48
3.5.3 Мероприятия по обеспечению безопасности труда на зерноскладе.....	50
3.5.4 Расчет заземляющего устройства.....	52
3.5.5 Инструкция по технике безопасности.....	55
3.5.6 Физическая культура на производстве.....	55
3.6 Экономическая эффективность.....	57
3.6.1 Экономическая эффективность проектной разработки.....	57
3.6.2 Определение сметы затрат на эксплуатацию электрооборудования.....	59
Заключение.....	51
Библиографический список.....	62
Спецификации.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Продукты питания, вырабатываемые из зерна злаковых растений (печеный хлеб, крупа, макаронные и другие изделия из муки), являются составной частью пищи человека. Огромное значение в жизни человека имеют зерна и семена злаковых растений. Исследование мирового потребления продовольствия показывает, что около 50% белков, 70% углеводов и 15% жиров приходится на долю зерна и семян. Кроме того, они являются необходимым концентрированным кормовым средством и, в некоторой степени, техническим сырьем.

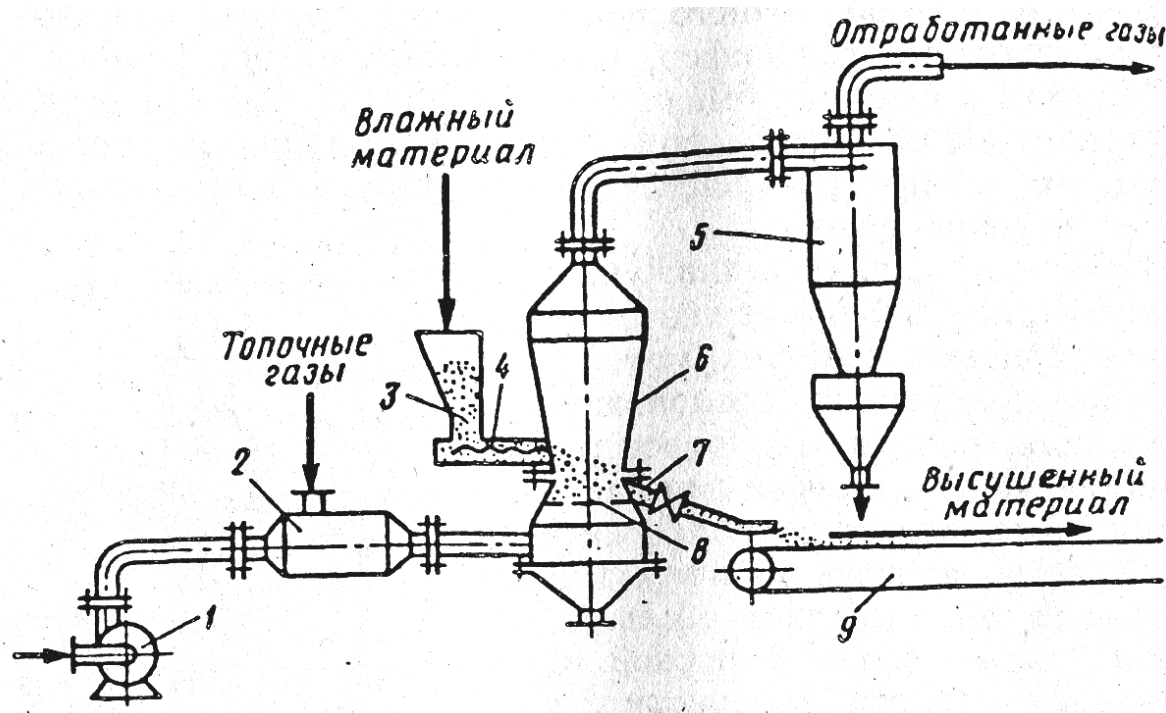
В связи с сезонностью зернового производства возникает необходимость хранения в нашей стране запасов зерна для их использования на различные нужды в течение года и более. Многовековой опыт показывает, что сохранение человеком зерновых запасов - большое и сложное дело. Несмотря на недостаток зерна и зерновых продуктов, еще значительная часть их в период хранения гибнет и не доходит до удовлетворения нужд человека.

Хранение, являющееся заключительным этапом производства зерна, - это наука, которая изучает особенности зерна и зерновых масс в целом как объектов хранения, а также влияние физических, химических и биологических факторов на состояние зерна. Хранение зерна и зерновых продуктов требует огромной материально-технической базы и кадров специалистов, владеющих основами знаний в этой области.

За период прошлых лет значительные изменения в технической базе хранения зерна произошли и в нашем хозяйстве. Значительно повысился удельный вес элеваторов и механизированных складов. Возросла степень механизации работ с зерном и зерновыми продуктами во всех звеньях народного хозяйства. Это позволило ввести в практику новые усовершенствованные технологические приемы, обеспечивающие сокращение потерь зерна и снижение издержек при его хранении.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

Сушилки с псевдоожиженным слоем являются аппаратами непрерывного действия и применяются для удаления поверхностной и связанной влаги из мелкозернистых и зерновых материалов. Сушилки с псевдоожиженным слоем изготавливаются вертикальными и горизонтальными с одной или несколькими секциями рисунке 1.1.



1 – вентилятор; 2 – калорифер; 3 – бункер; 4 – шнек; 5 – циклон; 6 – корпус;
7 – выгрузной патрубок; 8 – газораспределительная решетка; 9 – конвейер.

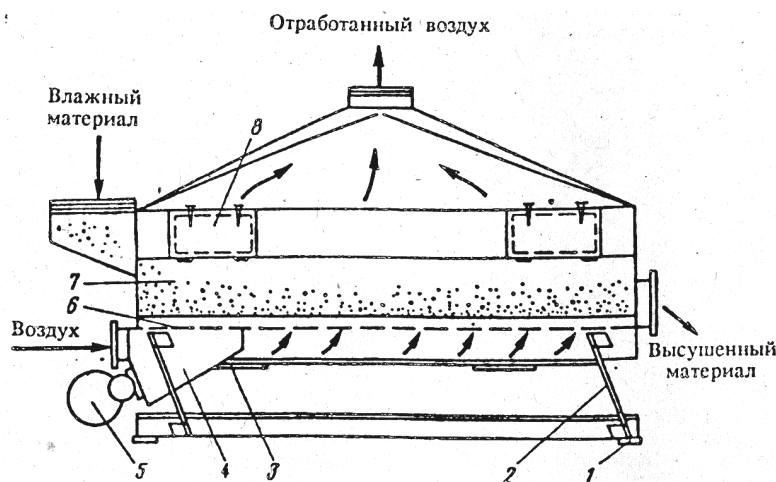
Рисунок 1.1 – Односекционная сушилка с псевдоожиженным слоем

Влажный материал непрерывно подается в сушилку. Теплоноситель, нагнетаемый вентилятором, нагревается в калорифере и поступает в сушилку под газораспределительную решетку. Сушка материала происходит в зоне, примыкающей к газораспределительной решетке. Высушенный материал удаляется из сушилки через патрубок. Отходящие из сушилки газы очищаются от пыли в циклоне и выбрасываются в атмосферу.

Недостатком односекционных сушилок является неравномерность сушки материала. Для повышения равномерности сушки применяют

многосекционные сушилки. Слой материала делится на ряд горизонтальных секций вертикальными перегородками или на вертикальные секции горизонтальными перфорированными перегородками.

Вибросушилки (рисунок 1.2), применяются для сушки плохоожижаемых материалов: влажных тонкодисперсных, полидисперсных, комкующихся и т. д., которых в промышленности большинство. Воздействие на слой дисперсного материала низкочастотных колебаний интенсифицирует в нем тепломассообменные процессы и открывает широкие возможности для создания высокоэффективных сушилок перекрестного тока, приближающихся по полю распределения температур и концентраций к аппаратам идеального вытеснения.

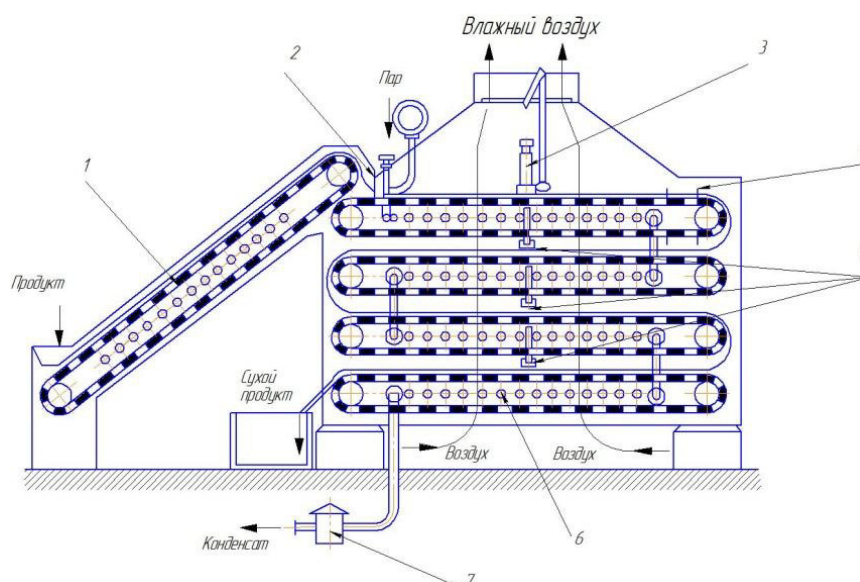


1 — амортизатор; 2 — пружина; 3 — выгрузной люк; 4 — вибратор; 5 — двигатель;
6 — газораспределительная решетка; 7 — желоб; 8 — смотровое окно

Рисунок 1.2 - Вибросушилка

Виброаэропсевдоожиженный (виброкипящий) слой может быть создан в аппаратах разнообразных конструкций: вертикальных, горизонтальных и лотковых.

На рисунке 1.3 изображена ленточная сушилка.



1 — питающий транспортер; 2 — шибер для разравнивания продукта;
 3 — психрометр; 4 — скребки для очистки ленты; 5 — термометры;
 6 — секции калорифера; 7 — конденсатоотводчик

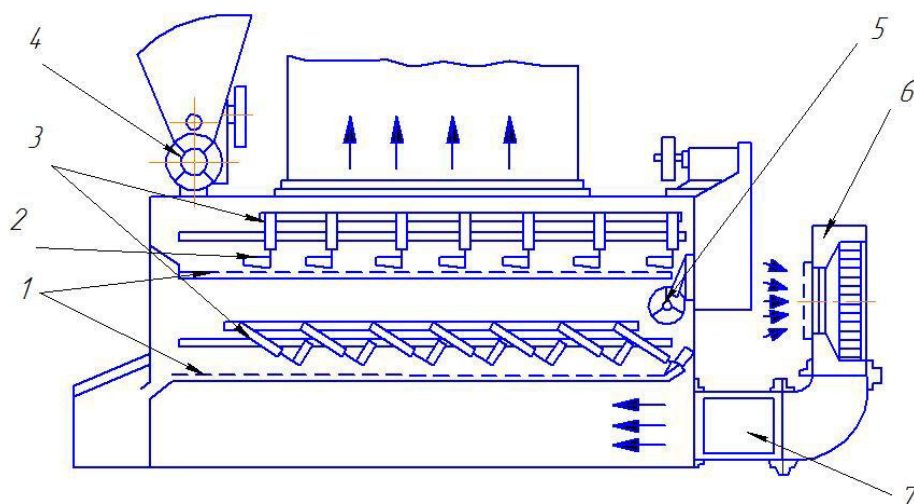
Рисунок 1.3 - Схема ленточной сушилки

Продукт загружается в установку по питающему транспортеру 1, который расположен наклонно. С помощью шибера 2 слой продукта выравнивается, и он распределяется на сетчатых лентах тонким слоем. Скребок 4 предназначен для очистки с ленты остатков продукта.

Внутри камеры сушилки имеется калорифер 6. Он предназначен для нагрева воздуха, который является сушильным агентом. По мере перемещения продукта с одной ленты на другую он высыхает благодаря обдуву нагретым воздухом. Верхние ленты движутся с большей скоростью, чем нижние. Их скорость движения регулируется вариатором. От скорости движения лент зависит продолжительность нахождения продукта в сушилке. Это время может составлять 1,5-5,5 ч.

На рисунке 1.4 изображена скребковая сушилка выполненная в виде прямоугольника.

Снаружи ее каркас закрывается щитами из металла. На боковых сторонах имеется по три смотровых окна. Полки 1 сушилки представляют собой съемные рамы, на которые натянута металлическая сетка.



1 — сушильные полки; 2 — скребки; 3 — жесткие рамы;
 4 — измельчитель; 5 — дополнительное дробильное устройство;
 6 — вентилятор; 7 — паровой калорифер; 8 — бункер [шнека](#)

Рисунок 1.4 - Схема скребковой сушилки

Перемешивание зерна и его перемещение вдоль полок осуществляется скребками 2, которые установлены в рамы 3.

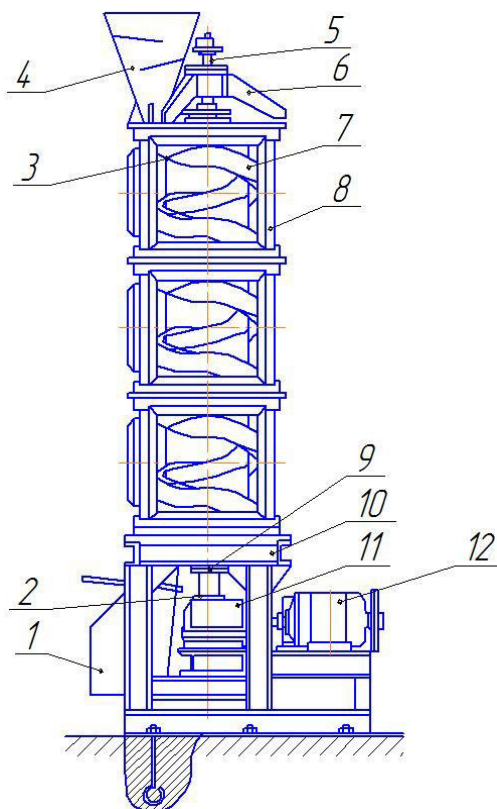
Движение рамы со скребками осуществляется по этапам. Верхняя рама движется горизонтально слева направо. Скребки в этот момент перемешивают казеин и продвигают его. После этого рама поднимается вверх и перемещается в исходное положение, не касаясь продукта. Когда она доходит до конца, то процесс повторяется заново. Нижняя рама движется в противоположном верхней раме направлении. Электроэнергия к рамам подводится от электродвигателя через редуктор и цепную либо ременную передачу.

Продукт поступает на верхнюю полку сушилки, пройдя измельчитель 4. Толщина слоя продукта, который распределяется на полке, составляет 3 мм. Верхняя полка недостает до правого торца установки. Этот зазор позволяет продукту перемещаться с верхней полки на нижнюю. В этом месте расположено дробильное устройство 5.

После того как казеин пройдет вдоль всей нижней полки, он попадает в бункер 8. Из него он шнеком отправляется на фасовку. Некоторая незначительная часть продукта просыпается и собирается на поддоне.

Калорифер 7 нагревает воздух (90-95°C) с помощью которого сушится казеин. Отработавший воздух удаляется из центрального отверстия сушилки. Чтобы регулировать процесс сушки в автоматическом режиме, рядом с калорифером установлен электроконтактный термометр. Он связан с [электромагнитным клапаном](#), который предназначен для регулирования подачи пара в калорифер.

На рисунке 1.5 изображена вибрационная сушилка.



- 1 — сборник сухого продукта; 2 — нижняя цапфа; 3 — верхняя цапфа;
 4 — загрузочное устройство; 5 — пружинный амортизатор; 6 — верхнее опорное устройство; 7 — спиральный желоб; 8 — цапфа корпуса сушилки;
 9 — нижнее опорное устройство; 10 — станина; 11 — эксцентриковый механизм;
 12 — привод

Рисунок 1.5 - Схема вибрационной сушилки

Камера ее вертикальная и имеет цилиндрическую форму. Вверху и внизу установлены опорные устройства, которые имеют подшипники скольжения. Внутри камеры имеется желоб 7, который выполнен в виде спирали, шаг витков которой различен. Подвешивается это желоб на амортизаторе 5 и через эксцентриковый механизм 11 (также можно

использовать электромагнитный вибратор) ему сообщается возвратно-поступательное движение. Этот механизм смонтирован на станине 10. На ней же находится и приводной механизм, который включает в себя электродвигатель, вариатор и ременные передачи.

Зерно подается в загрузочное устройство 4. Из него он попадает в желоб 7. Из-за того что желоб вибрирует, частицы молочного сахара практически все время находятся во взвешенном состоянии. Зерно опускается вниз, а навстречу ему подается нагретый до 100°C воздух. [Сушильная камера](#) непрерывного действия имеет три секции. Нагретый воздух поступает в каждую из них от одного калорифера. Отвод отработавшего воздуха осуществляется одним вентилятором. Но перед тем как попасть в атмосферу, он проходит через циклон. В нем улавливаются частички сахара.

Сухое зерно попадает в сборник 1. В нем есть несколько сит. Длительность сушки составляет 4-6 мин.

К группе атмосферных установок для сушки относятся туннельные [сушилки](#); они имеют еще и второе название – коридорные. Данное наименование напрямую связано с основным элементом конструкции – длинным каналом (туннелем), вдоль которого на транспортирующем устройстве (вагонетках) по рельсам перемещается влажный материал.

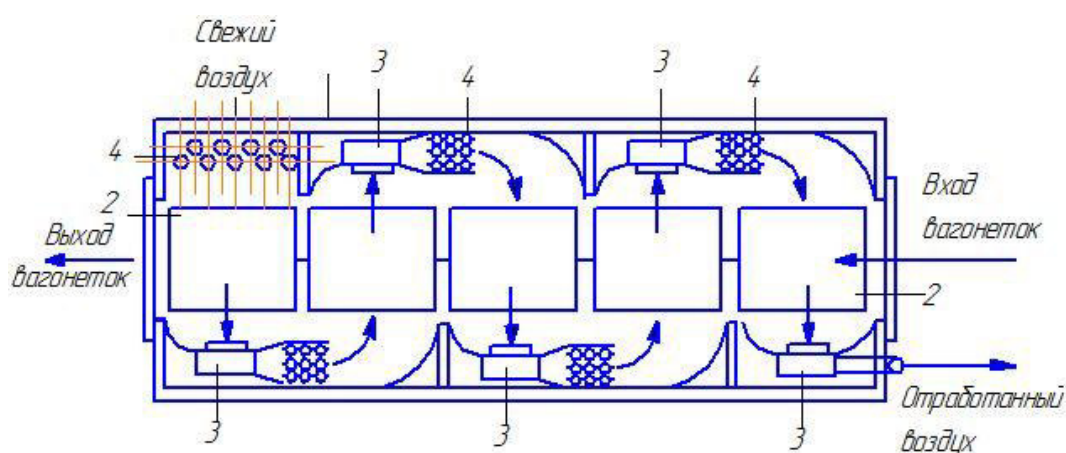
В роли сушильного агента здесь выступает воздух или же топочные (дымовые) газы. В целях ускорения процесса сушки используют циркуляцию одного и того же количества теплоносителя, пропуская его через канал по несколько раз.

Подобный прием позволяет увеличить скорость, влажность и среднюю температуру горячего воздуха, что положительно отражается на продолжительности сушки и ее равномерности.

Применение туннельных сушилок в пищевой промышленности достаточно широко распространено. Туннельные сушильные установки особенно привлекательны в том случае, когда требуется сохранить исходную форму материала во избежание его перелопачивания.

Установки коридорного типа классифицируют на одноходовые и многоходовые. Первые предполагают параллельное движение высушиваемых изделий, вторые – последовательное их перемещение. Там, где это возможно, туннельную одноходовую сушилку, отличающуюся значительной длиной, гораздо целесообразней сделать многоходовой. В этом случае снизятся тепловые потери через внешние ограждения за счет уменьшения протяженности последних.

На рисунке 1.6 приведена схема коридорной (туннельной) сушильной установки с вагонетками, предназначенными для перемещения материала.



1 – канал (коридор); 2 – транспортирующие устройства (вагонетки);
3 – вентилятор; 4 – [калорифер](#)

Рисунок 1.6 – Туннельная сушилка

Коридорная сушилка представляет собой камеру с одним или несколькими параллельно расположенными закрытыми каналами 1, вдоль которых в вагонетках 2 медленно перемещается высушиваемый материал. Влажная продукция укладывается на специальные стеллажи, установленные на вагонетках. А чтобы материал лучше омывался горячим теплоносителем, полки делают ситчатыми.

Через определенные промежутки времени вагонетки с высушенным продуктом выводятся с одного конца канала, а с противоположной стороны туннеля поступает эквивалентное количество вагонеток со свежим влажным материалом. При помощи вентиляторов 3 вдоль канала непрерывно

просасывается сушильный агент. Для его подогрева применяются калориферы 4.

Важное значение для всех [сушильных установок](#) подобной конструкции имеет [циркуляция воздуха](#). Наиболее рациональная работа соответствует принципу противотока с оптимальной скоростью пропускания теплоносителя не меньше 2-3 м/с. Что же касается количества, проходящего вдоль коридора сушильного агента, то оно зависит от производительности сушилки. В целях повышения равномерности сушки, которая «страдает» за счет неподвижности материала, каналы делают большой длины – вплоть до 40 м. При этом протяженность туннеля в 50 м считается критичной в связи с резким возрастанием сопротивления системы.

По сравнению с коридорными сушилками с частичным возвратом отработанного теплоносителя, гораздо лучшей эффективностью отличаются установки подобной конструкции, но с промежуточным подогревом воздуха. Четыре отдельные зоны, предназначенные для нагревания сушильного агента, позволяют значительно улучшить показатели процесса пищевой сушки. Здесь можно выделить следующие преимущества:

- снижение перепада температур на входе/выходе воздуха;
- увеличение скорости теплоносителя как в продольном, так и в поперечном направлениях;
- высокая экономичность процесса за счет хорошей равномерности и скорости сушки при сравнительно низких температурах.

2 ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задачей расчета осветительной установки является определение числа и мощности источника света или определение фактической освещенности, создаваемой спроектированной установкой.

Расчёт электрических осветительных сетей включает и определение сечений проводов и кабелей, при которых рабочий ток не создает перегрева проводов, обеспечиваются требуемые уровни напряжения у ламп и достаточная механическая прочность.

Питание осветительной сети осуществляется от трансформатора 10/0,4 кВ с соединением обмоток «звезда – звезда с заземленной нейтралью». Осветительный щит получает питание от силового распределительного щита.

Разбиваем все светильники на три группы.

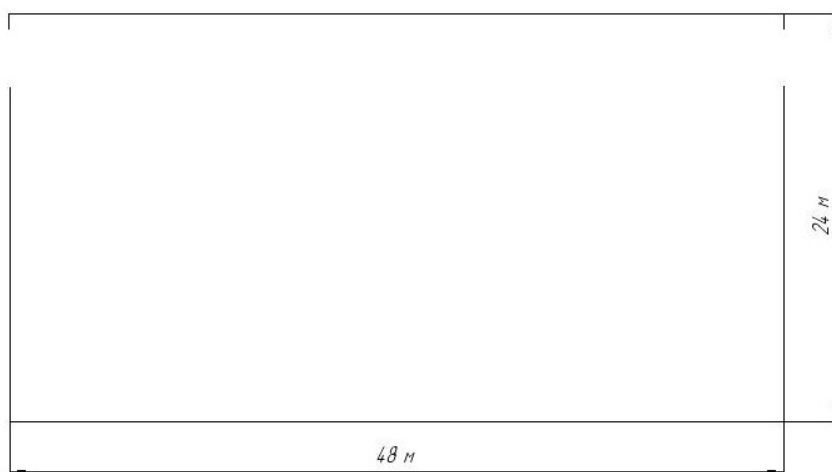


Рисунок 2.1 – Размеры зерносклада

Компоновка осветительной сети представлена на рисунке 2.2.

Силовой и осветительный щит располагаем в сухом помещении и соединяем между собой четырехжильным кабелем АНРГ.

Остальную осветительную сеть проводим проводом АПВ.

Для остальных помещений провода прокладываем по несгораемым конструкциям, кроме помещений с агрессивной химической средой, в которых электропроводку необходимо прокладывать в трубах.

Сечения проводов и кабелей выбирают исходя из механической прочности, тока нагрузки и потери напряжения.

В процессе монтажа и эксплуатации электрические провода и кабели испытывают механические нагрузки, которые могут привести к обрыву токоведущих жил.

Для исключения механического повреждения, ПУЭ ограничивает минимальное сечение проводов в зависимости от способов прокладки и материала, токоведущих жил.

Выбираем лампы типа ДРЛ.

Выбираем светильники типа РСП05×400/ГОЗ [1. табл. 3-7].

Расчетная высота светильников над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_c - h_p, \text{ м}, \quad (2.1)$$

где $H = 7 \text{ м}$ - полная высота цеха;

$h_c = 0,4 \text{ м}$ - высота свеса светильника;

$h_p = 0,8 \text{ м}$ - высота рабочей поверхности.

$$h = 7 - 0,4 - 0,8 = 5,8 \text{ м}$$

Для принятого светильника, имеющего глубокую кривую силы света, находим значение $\lambda_s = 1$ [1. табл. 4-16].

Расстояние между светильниками:

$$L_a = \lambda \cdot h, \text{ м} \quad (2.2)$$

$$L_a = 1 \cdot 5,8 = 5,8 \text{ м}$$

Расстояние от крайнего светильника (ряда) до стены:

$$l_a = 0,45 \cdot L_a, \text{ м} \quad (2.3)$$

$$l_a = 0,45 \cdot 5,8 = 2,61 \text{ м}$$

Количество светильников в одном ряду:

$$N_1 = \frac{A - 2 \cdot l_a}{L_a} + 1, \text{ шт}, \quad (2.4)$$

где $A = 48 \text{ м}$ - длина зерносклада.

$$N_1 = \frac{48 - 2 \cdot 2,61}{5,8} + 1 = 8 \text{ шт}$$

Количество рядов:

$$N_2 = \frac{B - 2 \cdot l_a}{L_a} + 1, \text{ шт}, \quad (2.5)$$

где $B = 24 \text{ м}$ - ширина цеха.

$$N_2 = \frac{24 - 2 \cdot 2,61}{5,8} + 1 = 4 \text{ шт}$$

Количество светильников:

$$N = N_1 \cdot N_2, \text{ шт} \quad (2.6)$$

$$N = 8 \cdot 4 = 32 \text{ шт}$$

2.1 Расчет осветительной установки методом коэффициента использования

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}. \quad (2.7)$$

$$i = \frac{48 \cdot 24}{5,8 \cdot (48 + 24)} = 2,8$$

Световой поток ламп в каждом светильнике, необходимый для создания заданной минимальной освещенности:

$$\Phi_{рас} = \frac{E_{\min} \cdot Z \cdot k_z \cdot A \cdot B}{\eta \cdot N}, \text{ лм} \quad (2.8)$$

где $E_{\min} = 300 \text{ лм}$ - минимальная освещенность;

$Z = 1,15$ - коэффициент минимальной освещенности для ламп накаливания и ДРЛ [1. табл. 17-4];

$k_z = 1,3 \div 2$ - коэффициент запаса;

$\eta = 74\%$ - коэффициент использования светового потока источника света

[1. табл. 5-9] для $\rho_{пол} = 50\%$, $\rho_{ст} = 30\%$, $\rho_n = 10\%$ [1. табл. 5-1].

$$\Phi_{рас} = \frac{300 \cdot 1,3 \cdot 48 \cdot 24 \cdot 1,15}{32 \cdot 0,74} = 21819 \text{ лм}$$

Подбираем лампу типа ДРЛ мощностью 400Вт со световым потоком $\Phi_{ном} = 19000 \text{ лм}$ ($\Phi_{ном}$ отличается от $\Phi_{рас}$ на 15%, что допустимо).

Расчетный уровень освещенности:

$$E_{рас} = \frac{\Phi_{ном} \cdot N \cdot \eta}{k_3 \cdot A \cdot B \cdot Z}, \text{ лк} \quad (2.9)$$

$$E_{рас} = \frac{19000 \cdot 32 \cdot 0,74}{1,3 \cdot 48 \cdot 24 \cdot 1,15} = 261 \text{ лк}$$

2.2 Выбор защитной аппаратуры

Согласно ПУЭ все осветительные сети подлежат защите от токов короткого замыкания. Осветительные сети защищают воздушными автоматическими выключателями или предохранителями. Для защиты от токов короткого замыкания выбираем воздушные автоматические выключатели.

Таблица 1.1 – Результаты выбора автоматических выключателей

Участок	IP, А	Тип	ГУСТ, А	ИН.АВТ, А
Группа 1	3,25	АЕ 2046	10	16
Группа 2	11,66	АЕ 2046	20	25
Группа 3	7,73	АЕ 2046	12,5	20

В качестве осветительного щита выбираем щит ЩО 41-51-02.

2.3 Расчет электрических нагрузок сети

Расчетная нагрузка питающей осветительной сети:

$$P_{рас} = P_{уст} \cdot k_c \cdot k_{пра}, \text{ кВт}, \quad (2.10)$$

где $P_{уст}$, $кВт$ - установленная мощность светильников:

$$P_{уст} = N \cdot P_{лсв}, \quad кВт, \quad (2.11)$$

где $P_{лсв} = 0,4$ $кВт$ - мощность одного светильника,

$$P_{уст} = 32 \cdot 0,4 = 12,8 \quad кВт;$$

$k_c = 1$ - коэффициент спроса для мелких производственных зданий [1.];

$k_{пра} = 1,1$ - коэффициент, учитывающий потери в пускорегулирующей аппаратуре, для ламп типов ДРЛ и ДРИ [1.].

$$P_{рас} = 12,8 \cdot 1 \cdot 1,1 = 14,08 \quad кВт$$

2.4 Выбор сечения проводников сети

Расчетный ток для трехфазной сети с нулевым проводом:

$$I_{рас} = \frac{P_{рас}}{\sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot \cos \varphi}, \quad А \quad (2.12)$$

$$I_{рас} = \frac{14,08 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9} = 23,8 \quad А$$

Допустимая потеря напряжения $\Delta U_{дон} = 5,2\%$ [1. табл. 12-6].

Момент нагрузки питающей линии:

$$M = l \cdot N \cdot P_{лсв} \cdot k_{пра}, \quad кВт \cdot м \quad (2.13)$$

$$M = 20 \cdot 32 \cdot 0,4 \cdot 1,1 = 282 \quad кВт \cdot м$$

Моменты нагрузок ответвлений:

$$m_i = (l_i + \frac{L_i}{2}) \cdot N_1 \cdot P_{лсв} \cdot k_{пра}, \quad кВт \cdot м, \quad (2.14)$$

где l_i , $м$ - расстояние от щитка до первого светильника в ряду:

$$l_1 = 9 \quad м; \quad l_2 = 14,4 \quad м; \quad l_3 = 21,3 \quad м; \quad l_4 = 28,2 \quad м;$$

$$L_i = 42,78 \quad м - \text{длина ряда.}$$

$$m_1 = (9 + \frac{42,78}{2}) \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot 1,1 = 107 \quad кВт \cdot м$$

$$m_2 = (14,4 + \frac{42,78}{2}) \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot 1,1 = 126 \quad кВт \cdot м$$

$$m_3 = (21,3 + \frac{42,78}{2}) \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot 1,1 = 150 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

$$m_4 = (28,2 + \frac{42,78}{2}) \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot 1,1 = 175 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Предварительное сечение питающей линии:

$$S = \frac{M + \sum \alpha \cdot m_i}{K_c \cdot \Delta U_{don}}, \text{ мм}^2, \quad (2.15)$$

где $\alpha = 1,85$ - коэффициент приведения моментов для трехфазной линии с нулем при однофазных ответвлениях [1. табл. 12-10].

$K_c = 44$ - коэффициент, зависящий от схемы питания, для трехфазной сети с нулем – проводники алюминиевые [1. табл. 12-9].

$$S = \frac{282 + 1,85 \cdot 558}{44 \cdot 5,2} = 5,74 \text{ мм}^2$$

Выбираем кабель марки АВВГ-1(3×6+1×4) [2. табл. 1.3.7].

$$I_{don} = 29 \text{ А} > I_{pac} = 23,8 \text{ А}$$

Потеря напряжения на ответвлениях сети:

$$\Delta U' = \frac{M}{K_c \cdot S}, \text{ \%} \quad (2.16)$$

$$\Delta U' = \frac{282}{44 \cdot 6} = 1,07 \text{ \%}$$

Потеря напряжения с учетом потерь в ответвлениях сети:

$$\Delta U = \Delta U_{don} - \Delta U', \text{ \%} \quad (2.17)$$

$$\Delta U = 5,2 - 1,07 = 4,13 \text{ \%}$$

Расчетный ток для однофазной сети:

$$I_{pac}' = \frac{P_{lcs} \cdot N_1 \cdot k_{npa}}{U_\phi \cdot \cos \varphi}, \text{ А} \quad (2.18)$$

$$I_{pac}' = \frac{400 \cdot 8 \cdot 1,1}{220 \cdot 0,9} = 17,8 \text{ А}$$

Сечения на ответвлениях сети:

$$s_i = \frac{m_i}{K_c \cdot \Delta U}, \quad (2.19)$$

где $K_c = 7,4$ - коэффициент, зависящий от схемы питания, для однофазной сети – проводники алюминиевые [1. табл. 12-9].

$$s_1 = \frac{107}{7,4 \cdot 4,13} = 3,5 \text{ мм}^2$$

Выбираю кабель марки АПВ-3(1×4) [2. табл. 1.3.5].

$$I_{доп} = 23 \text{ А} > I_{рас}' = 17,8 \text{ А}$$

$$s_2 = \frac{126}{7,4 \cdot 4,13} = 4,12 \text{ мм}^2$$

Выбираю кабель марки АПВ-3(1×5) [2. табл. 1.3.5].

$$I_{доп} = 27 \text{ А} > I_{рас}' = 17,8 \text{ А}$$

$$s_3 = \frac{150}{7,4 \cdot 4,13} = 4,91 \text{ мм}^2$$

Выбираю кабель марки АПВ-3(1×5) [2. табл. 1.3.5].

$$I_{доп} = 27 \text{ А} > I_{рас}' = 17,8 \text{ А}$$

$$s_4 = \frac{175}{7,4 \cdot 4,13} = 5,73 \text{ мм}^2$$

Выбираю кабель марки АПВ-3(1×6) [2. табл. 1.3.5].

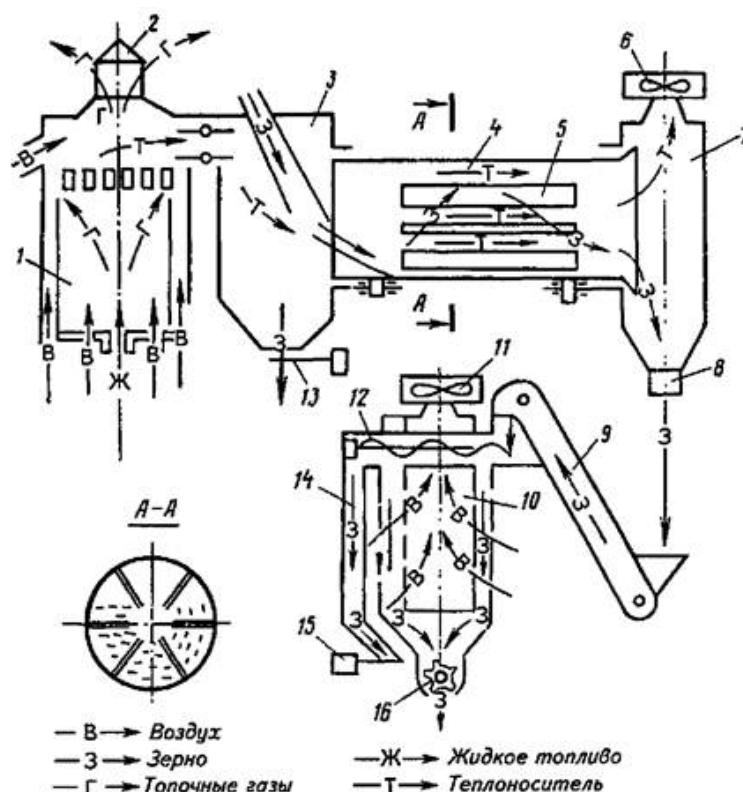
$$I_{доп} = 30 \text{ А} > I_{рас}' = 17,8 \text{ А}$$

Во избежание стробоскопического эффекта применяем чередование фаз А,В,С.

2.5 Принципиальная автоматизированная схема барабанной сушки

Стационарные барабанные зерносушилки типа СЗСБ производимостью от 2 до 8 т/ч используют для сушки продовольственного зерна, семян трав, а также для приготовления белково-витаминной травяной муки. Эти зерносушилки включают также в состав комплексов типа КЗС для послеуборочной обработки зерна.

Технологическая схема зерносушилок (рисунок 2.2) состоит из топки 1, загрузочной камеры 8, сушильного барабана 4 с подъемными лопатками 5, разгрузочной камеры 7, элеватора 9, охлаждающей колонки 10 со шнеком 12. Механизм сушильного барабана включается в работу электродвигателем мощностью 7,5 кВт через двухступенчатый редуктор и приводные ремни. Зерно в сушильный барабан должно поступать равномерным и непрерывным потоком. Оно подается в барабан по винтовым дорожкам, избыточное зерно направляется через клапан 13 в приемный бункер.



1 - топка; 2 - выпускная труба; 3, 7, 8 - камеры; 4 - сушильный барабан; 5 - лопатки; 6, 11 - вентиляторы; 9 - элеватор; 10 - охлаждающая колонка; 12 - шнек; 13, 15 - клапаны; 14 - зернослив; 16 - затвор

Рисунок 2.2 - Технологическая схема зерносушилок

Под воздействием теплоносителя и лопаток 5 зерно перемещается вдоль барабана и высыпается в разгрузочную камеру 7. Из камеры 7 зерно через шлюзовой затвор 8 направляется элеватором 9 в охлаждающую колонку 10. В охлаждающей колонке зерно перемещается сверху вниз и при помощи вентилятора 11 продувается наружным воздухом и охлаждается. В верхней части колонки расположен горизонтальный шнек 12 для подачи и

разравнивания зерна. Излишнее зерно при загрузке колонки попадает в зернослив 14, на конце которого закреплен клапан 15 с контактным датчиком. От контактного датчика и датчика верхнего уровня зерна включается шлюзовой затвор 16, который выпускает порцию зерна. Выпуск зерна прекращается в момент срабатывания датчика минимального уровня, установленного в верхней части охлаждающей колонки.

Теплоноситель готовят в топке 1, сжигая жидкое топливо (керосин или смесь 75 % керосина и 25 % моторного топлива) и нагревая топочными газами воздух, подаваемый в топку. Побочные газы удаляются через трубу 2, отработанный теплоноситель выбрасывается в атмосферу вентилятором 6.

Принципиальная электрическая схема управления барабанной зерносушилки, входящими в комплекс КЗС-20Б, показана на рисунке 2.3.

Она состоит из цепей дистанционного пуска и останова агрегатов, управления топкой, световой и звуковой сигнализации. Автоматами QF1 и QF2 и переключателем SA1 выбирают заданный вариант работы оборудования: работа только первой или второй зерносушилки или их совместная работа (положение переключателя SA1 будет соответственно в 1, 2 или 3). Перед пуском зерносушилки включают автоматы SA1 и SA2, подающие напряжение в схему управления, и кнопкой SB2 включают магнитный пускатель КМ 16. Блок-контакты КМ 16:3 через реле KV3 включают предупредительный звуковой сигнал НА, который после пуска агрегатов отключают кнопкой SB21 через реле KV1...KV3.

Рассмотрим работу технологической (см. рисунок 2.2) и электрической (рисунок 2.3) схем при пуске первой зерносушилки. Кнопками SB4 и SB6 включаются электродвигатели М1 (мощность 10 кВт) вентилятора 6 сушильного барабана 4 и М2 (4 кВт) топки 1. От блок-контактов КМ2:3 срабатывает реле выдержки времени КТ1, которое через 150 с своим контактом КТ1:1 включает трансформатор зажигания TV1 и электромагнитный клапан УА1 подачи топлива. При появлении пламени в топке срабатывает фотореле KV5, которое контактами KV5 включает реле

KV4. Последнее становится на самоподпитку через свой контакт KV4 и отключает реле KT1.

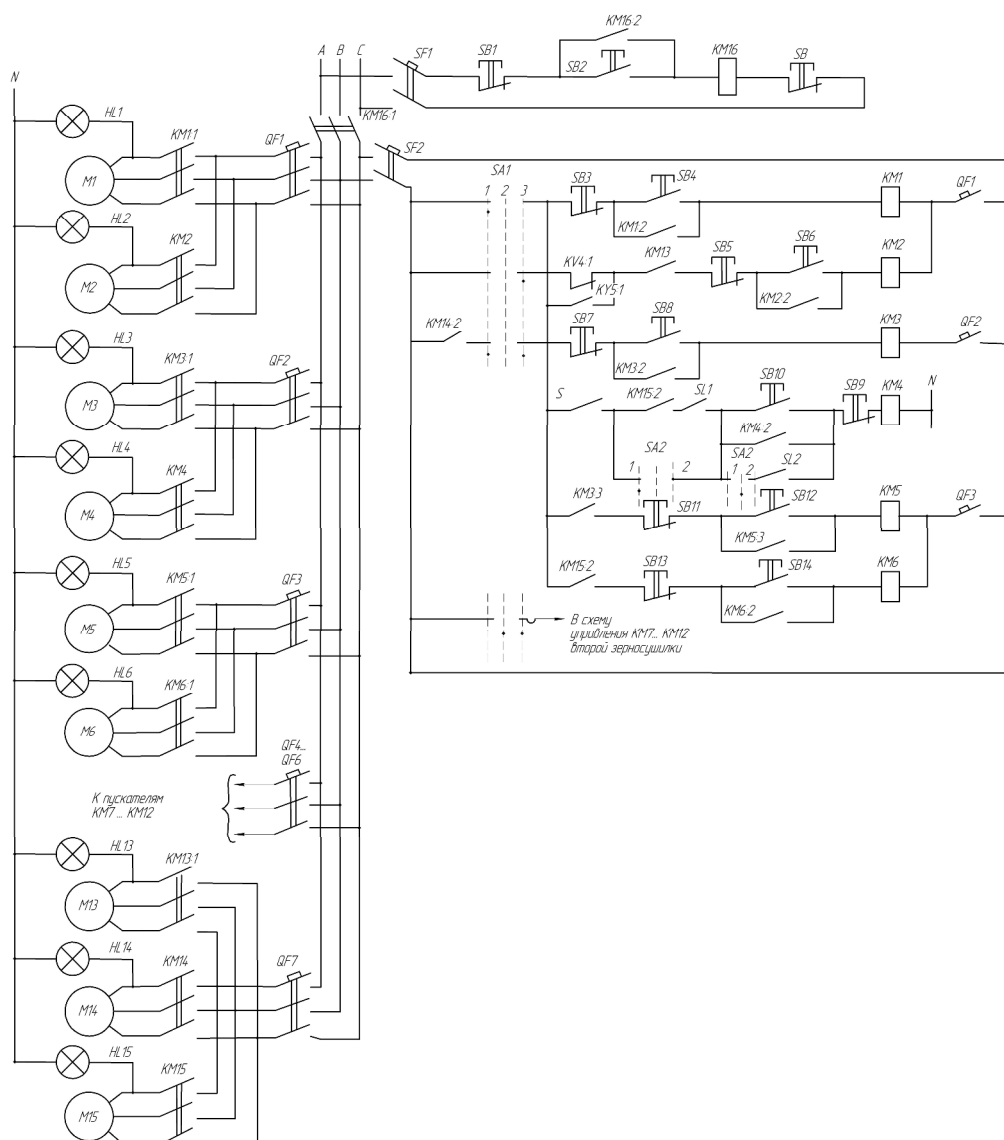


Рисунок 2.3 - Принципиальная электрическая схема управления барабанной зерносушилкой

Если в течение 15 с в топке пламя при пуске не возникает, то реле KT1 через 165 с после пуска шунтирует цепь R и этим вызывает срабатывание реле KV5, а затем реле KV4. Реле KV4 одним контактом отключает реле времени KT1, а вторым контактом разрывает одну из двух цепей питания магнитного пускателя KM2. Реле KT1, расшунтируя цепь R, отключает фотореле KV5, а последнее разрывает цепь питания сначала KV4, а затем KM2, и вентилятор топки выключается. Блок-контакты KM2:3 снимают напряжение с автомата контроля пламени и включают через контакты реле

KV1:2 звуковой сигнал НА. Аналогичным образом действует схема при погасании пламени в топке по любым причинам. Повторный пуск оператором возможен только после устранения причин погасания пламени.

При успешном пуске топки кнопками SB12 и SB14 включают магнитные пускатели KM5 и KM6 электродвигателей M5 (7,5 кВт) сушильного барабана 4 и M6 (5,5 кВт) вентилятора 11 охлаждающей колонки 10.

Магнитные пускатели KM13...KM15 с помощью кнопок SB16...SB20 включают соответственно электроприводы двухпоточных норий: M13 - охлаждающих колонок, M14 - разгрузки сушилок и M15 - промежуточных норий. Мощность каждого электродвигателя нории равна 2,2 кВт. Только после включения разгрузочной нории сушилок можно кнопкой SB8 включить электропривод M3 разгрузочного устройства 8 сушилки.

Аналогичным образом включаются и отключаются электродвигатели M7...M12 второй зерносушилки. Электроприводом M4 разгрузочного устройства 16 охлаждающей колонки 10 можно управлять вручную при помощи кнопок SB9 и SB 10 или автоматически при помощи датчиков уровня зерна SL2 (переключатель SA2 во втором случае ставят в положение 2). Нижний и верхний уровни зерна в охлаждающей колонке контролируются датчиками уровня SL1 и SL2. Если уровень зерна достигнет предельного нижнего значения, то размыкаются контакты SL1 и разгрузка охлаждающей колонки прекращается. Когда зерно достигает предельного верхнего уровня, то замыкаются контакты вначале SL1, а затем SL 2 и начинается разгрузка колонки.

Зерносушилку останавливает оператор, поочередно отключая оборудование в последовательности, обратной пуску, при помощи кнопок «Стоп» SB19...SB1. В экстренных случаях одновременно все машины останавливают кнопкой SB или SB1.

2.6 Технология послеуборочной обработки

Послеуборочная обработка является обязательным звеном процесса производства зерна и решает две взаимосвязанные основные задачи — его очистку и сушку. Если в зонах повышенного увлажнения в структуре себестоимости зерна до 40% приходится на послеуборочную обработку, а затраты труда достигают 50% от общих затрат, то в зонах с засушливым климатом этот показатель достигает, соответственно, 10-15 и 15-20%.

Зерновой ворох, поступающий на послеуборочную обработку, представляет собой смесь полноценного, щуплого и поврежденного зерна основной культуры, семян различных культурных и сорных растений, а также примесей частиц растений, соломы, колосьев, половы, песка, комочков земли и др. При этом содержание семян основной культуры в ворохе составляет 85-98%, а влажность зерна озимых культур может достигать 25-30%, яровых культур - 30-40%, органических примесей - 40-70%.

Технологические операции по очистке зерна и семян по своему целевому назначению и применяемым техническим средствам подразделяются на следующие основные этапы: предварительная очистка, первичная очистка, вторичная очистка и сортирование.

Предварительная очистка зернового вороха — выделение легких, мелких и крупных примесей с целью обеспечения благоприятных условий при выполнении последующих технологических операций послеуборочной обработки зерна, главным образом его сушки.

Первичная очистка зерна и семян — выделение крупных, мелких и легких примесей и сортирование на основную (продовольственную и семенную) и фуражную фракции при минимальных потерях основного зерна. При этом основная фракция должна соответствовать по чистоте нормам заготовительных базисных кондиций. При невысокой засоренности и влажности зерна послеуборочную обработку можно начинать с первичной очистки.

Вторичная очистка применяется в основном для обработки зерна семенного назначения, прошедшего первичную очистку, с доведением до норм 1 и 2 классов посевного стандарта.

Сортирование — разделение семян основной культуры на фракции по какому-нибудь признаку (размерам, плотности витания и т.д.). К сортированию можно отнести и калибрование — разделение семян по размерам.

Таким образом, обработка зерна представляет собой комплекс взаимосвязанных и дополняющих друг друга технологических операций, в результате выполнения которых повышается качество зерна до такого уровня, когда оно может быть применено на пищевые, фуражные или семенные цели.

Все зерноочистительные машины в зависимости от способа установки делятся на стационарные — для использования на стационаре в агрегате с другими машинами, погрузочно-разгрузочными и транспортными средствами и самопередвижные, предназначенные для обработки зерна в насыпи на площадках, под навесами и в хранилищах.

2.7 Сушка зерна

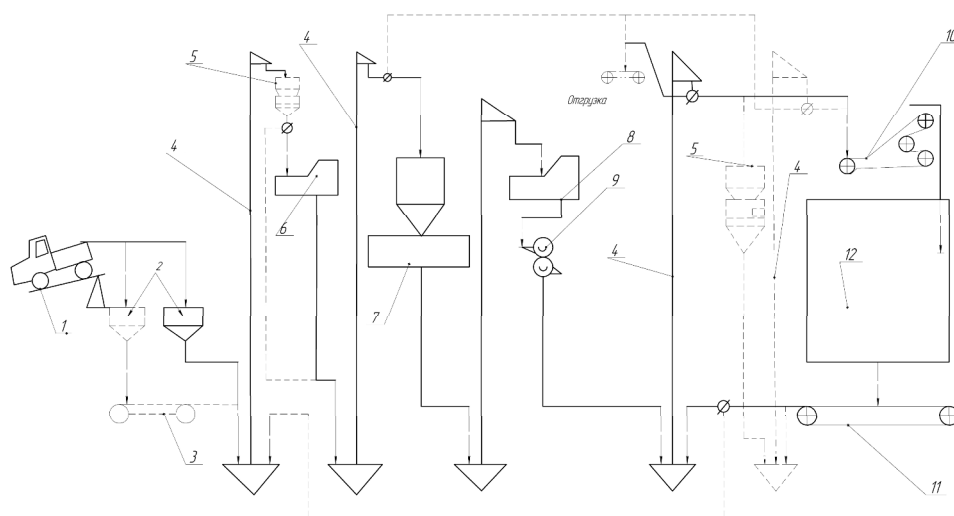
Почти все сушилки, использующие в качестве сушильного агента нагретый воздух и применяемые в настоящее время, являются сушилками конвективного типа, в которых воздух переносит тепло к зерну и удаляет испаряющуюся влагу. Устройства, где продукты сгорания топлива смешиваются с воздухом для сушки, сейчас применяются почти во всех сушилках работающих на газе. Продукты сгорания, поступающие из правильно отрегулированной газовой горелки, не оказывают вредного влияния при прохождении через зерно. Крупные сушилки работают либо на жидком топливе, либо на природном газе. Сушилки, работающие на жидком топливе, имеют теплообменник, который обеспечивает подачу чистого воздуха. Другие виды энергии, для подвода тепла в зерносушилку, еще не

могут конкурировать по экономическим показателям с жидким топливом или газом. Проводятся эксперименты по применению инфракрасного излучения для сушки зерна, однако в ближайшем будущем большинство сушилок для зерна будет конвективного типа с использованием нагретого воздуха. Выбор типа сушилки определяется, прежде всего, ее производительностью, стоимостью, безопасностью при работе, надежностью контроля температуры, стабильностью производительности и наличием соответствующего транспортного оборудования. Легкость очистки также играет важную роль, особенно при сушке разных партий семенного зерна. В процессе сушки возможно ухудшение качества зерна вследствие потери всхожести, подгорания, снижения хлебопекарных свойств муки, растрескивания.

Для проведения сушки зернового вороха используют следующие типы сушилок:

- шахтные;
- барабанные;
- камерные;
- рециркуляционные

На рисунке 2.4 приведена принципиальная схема сушильно-очистительной пункта зерна.



- 1 - автомобилеразгрузчик; 2 - приемный бункер; 3 - приемный конвейер; 4 - нория;
5 - автоматические весы; 6,8 - сепараторы первой и вторичной очистки; 7 - зерносушитель;
9 - триерная установка; 10,11 - верхний и нижний конвейеры; 12 - склад

Рисунок 2.4 - Принципиальная схема сушильно-очистительной поточной технологической линии

2.8 Технологические расчеты

Определяем продолжительность уборки ярового ячменя:

$$t_{yb} = S : (Ч_k \times П_p), \quad (2.20)$$

где t_{yb} — продолжительность уборки, сут;

S — убираемая площадь, га;

$Ч_k$ — число комбайнов, шт;

$П_p$ — суточная производительность одного комбайна, га/сут.

$$t_{yb} = 745 : (2 \times 80) = 5 \text{ сут}$$

Определяем суточное поступление зерна пшеницы на ток:

$$m_{ucx} = (Ч_k \times П_p) \times У_p, \quad (2.21)$$

где m_{ucx} — масса зернового вороха, поступающего на ток в течение 1 сут, т;

$Ч_k$ — число комбайнов, шт.;

$П_p$ — суточная производительность одного комбайна, га/сут;

$У_p$ — урожайность культуры, т/га

$$m_{ucx} = (2 \times 80) \times 2,7 = 432 \text{ т / сут}$$

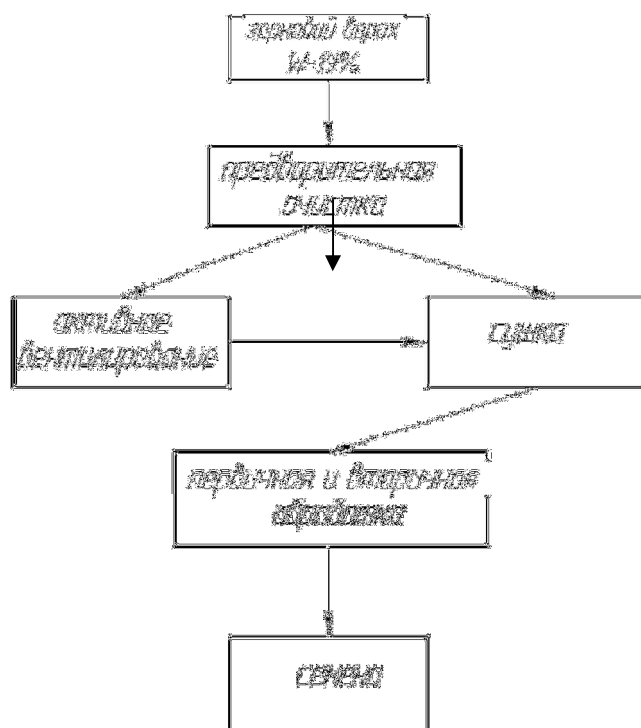


Рисунок 2.5 - Схема проведения послеуборочной обработки зерна ярового ячменя

Определяем суточную производительность тока. Следует рассчитать продолжительность каждой операции, изменение массы зернового вороха после ее проведения, выявить операцию, от которой зависит суточная производительность тока.

Определяем продолжительность предварительной очистки зернового вороха:

$$t_{ОВП} = (m_{исх} : Пэ) \times Kn, \quad (2.22)$$

где $t_{ОВП}$ - продолжительность предварительной очистки зернового вороха

$m_{исх}$ — масса зернового вороха, поступающего на ток в течение 1 сут, т;

$Пэ$ — эксплуатационная производительность машины, т/ч;

Kn — коэффициент использования рабочего времени, $Kn = 0,8$.

$$t_{ОВП} = (432 : 34,3) : 0,8 = 15,7ч$$

Эксплуатационную производительность определяем по формуле.

$$Пэ = П_{п} \cdot K_э \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.23)$$

где $П_{п}$ — паспортная производительность машины, т/сут, $П_{п} = 160 т / сут$;

$K_э$ — коэффициент эквивалентности, учитывающий особенности культуры, $K_э = 0,7$;

K_1, K_2 — коэффициенты, учитывающие влажность и засоренность вороха, $K_1 = 1$, $K_2 = 0,98$.

$$Пэ = 50 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,98 = 34,3 т / ч$$

Определяем массу зернового вороха после предварительной очистки, т:

$$M_{послеОВП} = m_{исх} - (m_{исх} \times Уб / 100), \quad (2.24)$$

Где $M_{послеОВП}$ — масса вороха после предварительной очистки, т;

$m_{исх}$ - вороха, поступившего на ток в течение 1 сут;

$Уб$ — убыль вороха, %

$$M_{послеОВП} = 432 - 432 \times 3,05 / 100 = 418,8 т$$

$$W_{послеОВП} = M_{вор} \times W_{вор} - M_{примеси} \times W_{примеси} / M_{послеОВП}, \quad (2.25)$$

где $M_{вор}$ — масса вороха, поступившего на ток в течение 1 сут;

$W_{вор}$ – влажность вороха, поступившего на ток в течении 1 сут;

$M_{примеси}$ – масса примеси в ворохе;

$W_{примеси}$ - влажность вороха ,%.

$M_{послеОВП}$ – масса вороха после предварительной очистки, т.

$$W_{послеОВП} = 432 \times 19 - 13,2 \times 40 / 418,8 = 18,3\%$$

Убыль вороха при очистке складывается из выделенных примесей и потерь полноценного зерна в отходы. При предварительной очистке эти величины должны составлять соответственно не менее 50% содержания сорной примеси и не более 0,05%. Соответственно убыль составит 3% от сорной примеси + 0,05 % потери полноценного зерна. Влажность сорной примеси 40%.

Определяем продолжительность сушки зернового вороха:

$$t_c = m_{нл} / Пн \times Кн, \quad (2.26)$$

где $m_{нл}$ — масса просушиваемого зерна в плановых тоннах, пл. т;

$Пн$ — паспортная производительность сушилки, т/ч;

$Кн = 0,8$ — коэффициент использования рабочего времени.

$$t_c = 837,6 / 4 \times 0,8 = 261,75ч$$

Массу просушенного зерна определяем по формуле:

$$m_{нл} = m_{ОВП} \times Kв \times Kк, \quad (2.27)$$

где $m_{ОВП}$ — масса вороха после предварительной очистки, т;

$Kв$ - коэффициент, учитывающий влажность вороха, $Kв = 1,00$

$Kк$ — коэффициент, учитывающий особенности культуры и целевое назначение зерна, $Kк = 2$

Влажность с 18,3% снижаем до 13,3%.

$$m_{нл} = 418,8 \times 1 \times 2 = 837,6т$$

В случае, если сушку зерна не удастся завершить в течение суток, следует рассчитать, какое его количество останется непросушенным и

должно быть законсервировано. Для этого определяем эксплуатационную производительность сушилки:

$$Пэ = m_{ОВП} / t_c, \quad (2.28)$$

где $m_{ОВП}$ — масса вороха после предварительной очистки, т;

t_c — продолжительность сушки, ч.

$$Пэ = 418,8 / 261,75 = 1,6 \text{ т / ч}$$

Зная эксплуатационную производительность сушки, рассчитываем массу вороха, просушиваемого за сутки :

$$m_{c1} = Пэ \times 20, \quad (2.29)$$

где $Пэ$ — эксплуатационная производительность сушилки, т/ч;

20 — средняя продолжительность работы установки в течение суток, ч.

$$m_{c1} = 1,6 \times 20 = 32 \text{ т / сут}$$

Массу зерна, подлежащего консервации, определяем по формуле:

$$m_{ав} = m_{ОВП} - m_{c1}, \quad (2.30)$$

где $m_{ав}$ - масса зерна, подлежащего консервации активным вентилированием, т;

$m_{ОВП}$ — масса вороха после предварительной очистки, т;

m_{c1} — масса зерна, просушиваемого за сутки, т.

$$m_{ав} = 418,8 - 32 = 386,8 \text{ т}$$

Определим массу зерна, полученного после сушки m_{c2} :

$$m_{c2} = m_{c1} \times (100 - W_1 / 100 - W_2), \quad (2.31)$$

где m_{c1} — масса влажного зерна, просушиваемого за сутки, т;

W_1 — влажность зерна до сушки, %;

W_2 — влажность зерна после сушки, %.

$$m_{c2} = 32 \times (100 - 18,3 / 100 - 13,3) = 30,2$$

Определяем продолжительность первичной и вторичной очистки просушенного зерна:

$$t_{но+го} = (m_{c2} / Пэ) / Kn, \quad (2.32)$$

где m_{c2} — масса зерна, просушенного за сутки, т;

$Пn$ — эксплуатационная производительность машины, т/ч.

$$Kn = 60 : 94 = 0,64$$

$$t_{no+eo} = (30,2 / 2,5) / 0,64 = 19ч$$

Эксплуатационную производительность машины определяем по формуле:

$$Пэ = Пn \times Kэ \times K_1 \times K_2, \quad (2.33)$$

где $Пn$ — паспортная производительность машины, т/ч; $Пэ = 4$ т/ч

$Kэ$ — коэффициент эквивалентности, учитывающий особенности культуры; $Kэ = 0,7$

K_1 — коэффициент, учитывающий влажность зерна; $K_1 = 1$

K_2 — коэффициент, учитывающий засоренность зерна на первичной (вторичной) очистке, $K_2 = 0,82$

$$Пэ = 4 \times 0,7 \times 1 \times 1 = 2,5 \text{ т / ч}$$

$$П_{cym1} = 4 \times 24 = 96 \text{ т / ч}$$

$$П_{cym2} = 2,5 \times 24 = 60 \text{ т / ч}$$

Определяем массу семян, полученных после проведения первичной и вторичной очистки, т:

$$M_{по+во} = m_{c2} - (m_{c2} \times Уб) \times 100, \quad (2.34)$$

где m_{c2} — масса зерна, просушенного за сутки, т;

$Уб$ — убыль массы при первичной (вторичной) очистке, %

$Уб$ складывается из: 3,0% сорной примеси, 16% зерновой примеси, 4,5% потери полноценного зерна при первичной и вторичной очистке, 25% удаленное мелкое и щуплое зерно. Всего $Уб$ составит 48,5%.

$$m_{по+во} = 30,2 - (30,2 \times 48,5) : 100 = 15,5 \text{ т / сум}$$

Убыль массы вороха происходит за счет выделения примесей, фракции фуражного (продовольственного) зерна, потерь полноценных семян в отходы.

Определяем массу вороха исходного качества, обрабатываемого на току по полной схеме в течение суток:

$$m_{исх}^1 = (m_{исх} \times m_{с1}) / m_{ОВП}, \quad (2.35)$$

где $m_{исх}^1$ — масса исходного вороха, проходящего полную обработку на току в течение суток, т;

$m_{исх}$ — масса зернового вороха, поступающего на ток в течение суток, т;

$m_{с1}$ — масса вороха после предварительной очистки, проходящего полную обработку на току в течение суток, т;

$m_{ОВП}$ — масса вороха после предварительной очистки, т.

$$m_{исх}^1 = (432 \times 32) / 418,8 = 28,7 \text{ т}$$

Определяем продолжительность обработки ярового ячменя на току:

$$t_{общ} = (S \times Up) / m_{исх}^1, \quad (2.36)$$

где $t_{общ}$ — продолжительность обработки ярового ячменя на току, сут;

S — убираемая площадь, га;

Up — урожайность, т/га;

$m_{исх}^1$ — масса исходного вороха, проходящего полную обработку на току в течение суток, т.

$$t_{общ} = (745 \times 2,7) / 28,7 = 70 \text{ сут}$$

Определяем массу партии семян ярового ячменя, полученной в результате обработки всего урожая:

$$m_{сем} = m_{ПО+ВО} \times t_{общ}, \quad (2.37)$$

где $m_{сем}$ — масса семян, полученная в результате обработки всего урожая ярового ячменя, т;

$m_{ПО+ВО}$ — масса семян, полученная в течение суток, т;

$t_{общ}$ — общая продолжительность обработки пшеницы на току, сут.

$$m_{сем} = 15,5 \times 70 = 1085 \text{ т}$$

Определяем прогнозируемый выход готовых семян, Cn , %:

$$Cn = (m_{сем} / (S \times Up)) \times 100, \quad (2.38)$$

где m_{cem} — масса семян, полученная в результате обработки всего урожая ярового ячменя, т;

S — убираемая площадь, га;

Up — урожайность, т/га.

$$Cn = 1085 / (745 \times 2,7) \times 100 = 54\%$$

Рассчитаем максимальное накопление непросушенного зерна на току:

$$m_k = m_{ав} \times t_e, \quad (2.39)$$

где m_k — максимальная масса непросушенного зерна, накапливающаяся на току, т;

$m_{ав}$ — масса непросушенного зерна, накапливающегося на току в течение суток, т;

t_d — продолжительность уборки, сут.

$$m_k = 386,8 \times 5 = 1934 \text{ т}$$

Определяем ожидаемое количество фуражного (продовольственного) зерна при обработке зернового вороха:

$$m_\phi = (m_{c2} \times \Phi) / 100 \times t_{общ}, \quad (2.40)$$

где m_ϕ — масса фуражного зерна, т;

m_{c2} — масса зерна, поступившего на обработку, т;

Φ — ожидаемое выделение фуражного (продовольственного) зерна из поступившего на обработку вороха, %; $\Phi = 24\%$

$t_{общ}$ — продолжительность обработки зерна на току, сут, $t_{общ} = 70 \text{ сут}$.

$$m_\phi = (30,2 \times 24) / 100 \times 70 = 567,36 \text{ т}$$

Вывод: сроки проведения послеуборочной обработки 2011,5 т зернового вороха ярового ячменя составляют 70 суток. Для усовершенствования выбранной схемы, для повышения производительности послеуборочной обработки ячменя и сокращения сроков обработки следует:

- повысить производительность сушиллки;
- увеличить конечную влажность до 14%;

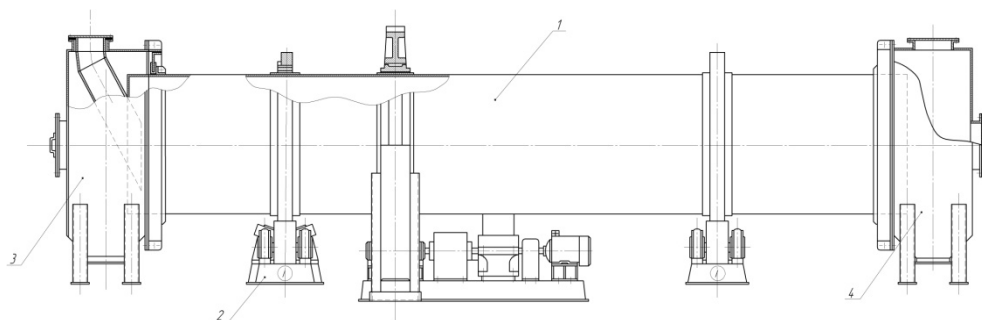
3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описания конструкции и принципа действия барабанной сушилки

Так, при сушке материалов с органическими растворителями используют герметичные аппараты и сушку обычно проводят под вакуумом; при сушке окисляющихся материалов применяют продувку инертными газами; при сушке жидких суспензий используют распыливание материала. Конструкции сушилок весьма разнообразны и выбор их определяется технологическими особенностями производства.

Наиболее широкое распространение получили барабанные сушилки. Эти сушилки отличаются высокой производительностью и относятся к конвективным сушилкам. В качестве сушильного агента в них используют воздух и дымовые газы. В этих аппаратах сушке подвергают соли, топливо, пасты; их используют в производствах соды, удобрений, ядохимикатов. Применяются для сушки кусковых, зернистых и сыпучих материалов. И малосыпучих материалов (колчедан, уголь, фосфориты, минеральные соли, руда, удобрения, песок, различные химические продукты и т.д.). Высокая приспособляемость позволила им найти применение во многих отраслях промышленности и в сельском хозяйстве при индустриальном производстве кормов.

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ			
					Барабанная сушилка			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Золин П.М.						
Провер.		Лцшнов М.А.						
Т. Контр.								
Реценз.								
Н. Контр.		Лцшнов М.А.						
Утверд.		Халицелин Д.Т.						



1 – барабан; 2 – бандаж; 3 и 4 – ролики

Рисунок 3.3 - Барабанная сушилка

Барабанная сушилка имеет цилиндрический барабан 1, и опирающийся с помощью бандажей 2 на ролики 3. Барабан приводится во вращение электродвигателем через зубчатую передачу 4 и редуктор. Число оборотов барабана обычно не превышает 5—8 мин⁻¹; положение его в осевом направлении фиксируется упорными роликами 5. Материал подается в барабан питателем, предварительно подсушивается, перемешиваясь лопастями приемно-винтовой насадки, а затем поступает на внутреннюю насадку, расположенную вдоль почти всей длины барабана. Насадка обеспечивает равномерное распределение и хорошее перемешивание материала по сечению барабана, а также его тесное соприкосновение при пересыпании с сушильным агентом - топочными газами. Газы и материал особенно часто движутся прямококом, что помогает избежать перегрева материала. Чтобы избежать усиленного уноса пыли с газами последние просасываются через барабан вентилятором со средней скоростью, не превышающей 2—3 м/сек.

У разгрузочного конца барабана имеется подпорное устройство в виде сплошного кольца или кольца, образованного кольцеобразно расположенными поворотными лопатками (в виде жалюзи). Назначение этого кольца — поддерживать определенную степень заполнения барабана материалом; как правило, степень заполнения не превышает 20%. Высушенный материал удаляется из камеры 1 через разгрузочное устройство с помощью которого герметизируется камера 1 и предотвращается поступление в нее воздуха извне.

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Устройство внутренней насадки барабана зависит от размера кусков и свойств высушиваемого материала. Подъемно-лопастная насадка используется для сушки крупнокусковых и склонных к налипанию материалов, а секторная насадка – для малосыпучих и крупнокусковых материалов с большой плотностью.

Для мелкокусковых, сильно сыпучих материалов широко применяются распределительные насадки. Сушка тонкоизмельченных, пылящих материалов производится в барабанах, имеющих перевалочную насадку с закрытыми ячейками. Иногда используют комбинированные насадки, например подъемно-лопастную (в передней части аппарата) и распределительную.

Газы поступают из топки, примыкающей к барабану со стороны входа материала и снабженной смесительной камерой для охлаждения газов до

Корпус барабана представляет собой сварную конструкцию, выполненную из отдельных обечаек. Внутри корпуса для активизации передачи тепла в зависимости от модификации барабана устанавливаются различные типы насадок.

Опорой корпуса являются два стальных бандаж. Один из бандажей имеет скосы под упорные ролики, которые препятствуют продольному смещению барабана.

Бандажами корпус опирается на ролики опорные и опорно-упорные. На корпусе барабана при помощи траверс крепится венец зубчатый, посредством которого барабан приводится во вращение от привода.

Привод состоит из шестерни приводной, редуктора и электродвигателя, соединенных между собой муфтами и установленных на одной раме.

Режимы сушки для различных материалов меняются в зависимости от влажности сырья на входе в барабан и требуемой влажности готового материала на выходе из барабана, фракционного состава материала подлежащего сушке, свойств материала.

Преимуществами этих сушилок являются:

- интенсивность и равномерность сушки вследствие тесного контакта материала и сушильного агента;

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

- относительная простота и компактность устройства;
- большая производительность;
- большое напряжение барабана по влаге, достигает 100 кг/м³ и более;
- большая экономичность, по сравнению с шахтными.

К недостаткам относятся:

- громоздкость при значительных затратах металла и необходимость сооружения специального помещения.

3.2 Материальный баланс

Исходя из материального баланса количества жидкости по абсолютно сухому веществу в высушиваемом материале:

$$W = G_1 \cdot \frac{\omega_H - \omega_K}{100 - \omega_K}, \quad (3.1)$$

Начальное и конечное влагосодержание материала смотрим по исходным данным

$$\omega_K = 0,5 \%, \omega_H = 12 \%:$$

$$W = 5,56 \frac{(12 - 0,5)}{(100 - 12)} = 0,643 \text{ кг} / \text{с}.$$

Количества влажного материала поступающего на сушку:

$$G_2 = G_1 + W \text{ кг} / \text{с} \quad (3.2)$$

$$G_2 = 5,56 + 0,726 = 6,203 \text{ кг} / \text{с}.$$

Количества абсолютно сухого материала:

$$G_{\text{АБС.СУХ}} = G_2 \frac{100 - \omega_H}{100} \text{ кг} / \text{с}, \quad (3.3)$$

$$G_{\text{АБС.СУХ}} = 6,203 \frac{100 - 12}{100} = 5,46 \text{ кг} / \text{с}.$$

3.3 Расход сушильного агента

Расход топочных газов:

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$L_{T.G.} = \frac{W}{x_2 - x_1}, \quad (3.4)$$

$$L_{T.G.} = \frac{0,643}{0,125 - 0,027} = 6,56 \text{ кг/с};$$

Расход тепла на сушку:

$$Q_C = L_{T.G.} \cdot (I_1 - I_o), \quad (3.5)$$

$$Q_C = 6,56 \cdot (397,72 - 45,96) = 2307,55 \text{ кДж/с} \text{ или кВт}$$

Расход топлива на сушку:

$$G_T = \frac{Q_C + Q_C / (1 - \eta)}{Q}, \quad (3.6)$$

$$G_T = \frac{2307,55 + 2307,55 / (1 - 0,83)}{51945} = 0,305 \text{ кг/с};$$

Расход сухого воздуха:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} \quad (3.7)$$

$$L = \frac{0,643}{0,125 - 0,0111} = 5,64 \text{ кг/с}$$

3.4 Определение основных размеров сушильного барабана

Объём сушильного пространства V складывается из объёма V_n , необходимого для прогрева влажного материала до температуры, при которой начинается интенсивное испарение влаги (до температуры мокрого термометра сушильного агента) и объёма V_c , требуемого для проведения процесса испарения влаги.

Объём сушильного пространства барабана вычисляем по модифицированному уравнению массопередачи:

$$V_c = \frac{W}{(K_v \Delta x_{cp})}, \quad (3.8)$$

где Δx_{cp} - средняя движущая сила массопередачи, кг влаги/м³;

K_v - объёмный коэффициент массопередачи, 1/с.

$K_v = \beta_v$ (при параллельном движении материала и сушильного агента).

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для барабанной сушилки коэффициент массопередачи β_v , вычисляем по эмпирическому уравнению:

$$\beta_v = 1,62 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{(\omega \rho_{cp})^{0,9} \cdot n^{0,7} \cdot \beta^{0,54} \cdot p_0}{[c \rho_{cp} \cdot (p_0 - p)]}, \quad (3.9)$$

где ρ_{cp} – средняя плотность сушильного агента, $\text{кг}/\text{м}^3$;

c – теплоёмкость сушильного агента при средней температуре в барабане, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot \text{К}$;

β – относительное заполнение барабана высушиваемым материалом, %;

P_0 – давление, при котором осуществляется сушка, Па ;

P – среднее парциальное давление водяных паров в сушильном барабане, Па ;

Для материалов с частицами от 0,2 до 5 мм и насыпной плотностью $\rho_{\text{нас}} = 800\text{--}1200 \text{ кг}/\text{м}^3$ обычно принимают скорость газов в интервале 2 – 5 м/с. В данном случае размер частиц высушиваемого материала от 1 до 2 мм, и насыпную плотность $1200 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Принимаем скорость газов в барабане $\omega = 2,4 \text{ м}/\text{с}$.

Средняя температура в барабане:

$$t_{cp} = \frac{(t_H + t_K)}{2} \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (3.10)$$

$$t_{cp} = \frac{(300 + 100)}{2} = 200^\circ\text{C},$$

Плотность сушильного агента ρ_{cp} при средней температуре, практически соответствует плотности воздуха при этой температуре:

$$\rho_{cp} = \frac{29}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + t_{cp}}, \quad (3.11)$$

$$\rho_{cp} = \frac{29}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 200} = 0,74 \text{ кг}/\text{м}^3,$$

Принимаем частоту вращения барабана $n = 5 \text{ об}/\text{мин}$.

Расход тепла равен :

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$Q_{II} = G_I \cdot c_M \cdot (t_{MT_{BX}} - t_{H_{МАТЕРИАЛА}}) + W \cdot c_{Ж} \cdot (t_{MT_{BX}} - t_{H_{МАТЕРИАЛА}}) \quad (3.12)$$

$$Q_{II} = 5,56 \cdot 0,8 \cdot 10^3 \cdot (59,78 - 18) + 0,643 \cdot 4,19 \cdot 10^3 \cdot (59,78 - 18) = 298,4 \text{ кВт};$$

Объёмный коэффициент теплопередачи определим по эмпирическому уравнению:

$$k_v = 16 \cdot (\omega \cdot \rho_{cp.})^{0,9} \cdot n^{0,7} \cdot \beta^{0,54}, \quad (3.13)$$

$$k_v = 16 \cdot (1,77)^{0,9} \cdot 5^{0,7} \cdot 12^{0,54} = 0,3157 \text{ кВт};$$

Для вычисления Δt_{cp} , необходимо найти температуру сушильного агента t_x , до которой он охладится от t_H до $t_{MT_{ВЫХ}}$, отдавая тепло на нагрев высушиваемого материала до $t_{MT_{ВХ}}$.

Эту температуру можно определить из уравнения теплового баланса:

$$Q_{II} = L_{T.G.} \cdot (1 + x_1) \cdot c_{Г.} \cdot (t_H - t_x), \quad (3.14)$$

$$t_x = t_H - \frac{Q_{II}}{L_{T.G.} \cdot (1 + 0,027) \cdot c_{Г.}} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_x = 300 - \frac{298,4 \cdot 10^3}{6,56 \cdot 1,027 \cdot 1,05} = 257,79 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Средняя разность температур равна :

$$\Delta t_{cp} = \frac{[(t_H - t_{H_{МАТЕРИАЛА}}) + (t_x - t_{MT_{ВХ}})]}{2}, \quad (3.15)$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{[(300 - 18) + (257,79 - 59,78)]}{2} = 240,00 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$V_{II} = \frac{298,4 \cdot 10^3}{0,3157 \cdot 240,00} = 3,9 \text{ м}^3.$$

Находим общий объём сушильного барабана.

$$V_{об} = V_C + V_{II}, \quad (3.16)$$

$$V_{об} = 78 + 3,9 = 81,92 \text{ м}^3.$$

При отсутствии расчётных зависимостей для определения коэффициентов массо- и теплопередачи объём сушильного барабана может быть ориентировочно определён с помощью объёмного напряжения $A_v, \text{ кг} / \text{ м}^3 \cdot \text{ ч}.$

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При использовании данной величины объём сушильного барабана рассчитывается по уравнению:

$$V = \frac{3600 \cdot W}{A_v}, \text{ м}^3 \quad (3.17)$$

По рассчитанным данным объёма сушильного барабана, выбираем диаметр барабана. Отношение $L_{\phi} / d_{\phi} = 3,5 \div 7$.

Длину барабана находим по следующей формуле:

$$L_{\phi} = \frac{V_{\phi}}{0,785 \cdot d^2}, \text{ м}^2 \quad (3.18)$$

$$L_{\phi} = \frac{81,92}{0,785 \cdot 2,8^2} = 13,31 \text{ м}^2.$$

Действительная скорость газов в барабане:

$$\omega_{\phi} = \frac{v_r}{0,785 \cdot d^2}. \quad (3.19)$$

где d - диаметр барабана, м.

Действительная скорость газов отличается от принимаемой в расчёте менее чем на 15%.

Среднее время пребывания материала в сушилке:

$$\tau = \frac{G_M}{\left(G_1 + \frac{W}{2}\right)} \quad (3.20)$$

Количество находящегося в сушилке материала равно:

$$G_M = V \cdot \beta \cdot \rho_M, \quad (3.21)$$

$$G_M = 81,92 \cdot 0,12 \cdot 1500 = 14745,6 \text{ кг},$$

$$\tau = \frac{14745,6}{5,88} = 2507,76 \text{ с}$$

Зная время пребывания, рассчитываем угол наклона барабана:

$$\alpha' = \left(\frac{30 \cdot l}{d \cdot n \cdot \tau} + 0,007 \cdot \omega_{\phi} \right) \cdot \left(\frac{180}{\pi} \right), \quad (3.22)$$

где l - длина барабана, м.

$$\alpha = \left(\frac{30 \cdot 13,31}{2,8 \cdot 5 \cdot 2507,76} + 0,007 \cdot 8,73 \right) \cdot 57,33 = 4,19^{\circ}$$

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Далее проверяем допустимую скорость газов, исходя из условия, что частицы высушиваемого материала наименьшего диаметра не должны уноситься потоком сушильного агента из барабана.

Скорость уноса, равную скорости свободного витания $\omega_{с.в.}$ определим по уравнению:

$$\omega_{с.в.} = \frac{\mu_{ср}}{d \cdot \rho_{ср}} \cdot \left(\frac{Ar}{18 + 0,575\sqrt{Ar}} \right), \quad (3.23)$$

где $\mu_{ср}$ и $\rho_{ср}$ - вязкость и плотность сушильного агента при средней температуре.

d_q - диаметр частиц материала,

Ar - критерий Архимеда.

ρ_q - плотность частиц высушенного материала, $\frac{кг}{м^3}$.

Средняя плотность сушильного агента равна:

$$\rho_{ср} = [29 \cdot (P_o - p) + 18 \cdot p] \cdot \frac{273}{22,4 \cdot p_o \cdot (273 + t_{ср})}, \quad (3.24)$$

$$\rho_{ср} = [29 \cdot (101330 - 10771,82) + 18 \cdot 10771,82] \cdot \frac{273}{22,4 \cdot 101330 \cdot (273 + 214,3)} = 0,6961 \frac{кг}{м^3}.$$

Тогда скорость уноса:

$$\omega_{с.в.} = \frac{\mu_{ср}}{d \cdot \rho_{ср}} \cdot \left(\frac{Ar}{18 + 0,575\sqrt{Ar}} \right), \quad (3.25)$$

$$\omega_{с.в.} = \frac{26 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6961} \cdot \left[\frac{15,15 \cdot 10^3}{18 + 0,575 \cdot \sqrt{15,15 \cdot 10^3}} \right] = 6,37 м/с.$$

Рабочая скорость сушильного агента должна быть меньше (15%) скорости уноса частиц наименьшего размера. Если нет, то выбираем другой сушильный барабан и повторяем расчет. Принимаемая скорость газов 2,4 м/с, скорость действительная – 1,60 м/с. Скорость уноса 6,37 м/с больше действительной в 4 раза.

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

3.5 Безопасность жизнедеятельности

3.5.1 Анализ условий труда

В процессе труда на человека воздействует множество разнообразных факторов производственной среды, которые в совокупности определяют состояние условий труда и разделяются по группам: технические, эргономические, санитарно-гигиенические, организационные, психофизиологические, социальные, природно-климатические, экономические [19].

Технические факторы характеризуют уровень автоматизации и механизации производственных процессов, применение электронно-вычислительной и управляющей техники, наличие и исправность средств защиты, защищенность опасных зон и др.

Эргономические факторы характеризуют соответствие элементов машин, оборудования, антропометрическим, физиологическим психологическим возможностям человека-оператора. К ним относят скоростные параметры техники, объема поступающей от рабочих органов информации, удобства расположения органов управления и индикации, конструкции сиденья оператора, обзорности рабочей зоны и т.п. К эргономическим факторам относят также эстетическое состояние производственных помещений, цехов, участков, оборудования и др.

Санитарно-гигиенические факторы отражают состояние производственной санитарии на рабочих местах.

Организационные факторы характеризуют принятый на предприятии режим труда и отдыха, дисциплину и форму организации труда, обеспеченность рабочих спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты;

состояние технического и санитарного контроля трудового процесса и, в частности, охраны труда.

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Психофизиологические факторы отражают степень напряженности труда, морально-психологический климат в коллективе, взаимоотношения работников друг с другом.

Социально-бытовые факторы включают общую культуру производства, порядок и чистоту на рабочих местах, озеленение территории, обеспечение санитарно-бытовыми помещениями, столовыми, медпунктами, поликлиниками; состояние дорог, подъездных путей, удобство сообщения между производственными участками.

Природно-климатические факторы – это географические и метеорологические особенности местности.

Экономические факторы включают в себя систему оплаты и стимулирования труда.

Условия труда влияют на производительность и результаты труда, на состояние здоровья работников. Благоприятные условия улучшают общее самочувствие, настроение человека, создают предпосылки для высокой производительности, и, наоборот, плохие условия снижают интенсивность и качество труда, способствуют возникновению производственного травматизма и заболеваний.

3.5.2 Анализ условий труда на зерноскладе

Анализ условий труда сельскохозяйственных рабочих, проведенный на ферме, выявил следующие негативные факторы. Разрушение благоприятных социально-бытовых условий, происшедшее в предыдущие годы, неблагоприятно сказались на производственном климате. За период 2010 - 2015 г.г. пришли в негодность душевые и комнаты отдыха, которые функционировали на ферме, износилась и практически пришла в негодность система вентиляции. До недавнего времени практически отсутствовали на ферме технические средства защиты электрооборудования от аварийных режимов работы, а также средства защиты от поражения электрическим

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

током. Из-за тяжелого финансового положения хозяйства рабочие не достаточно обеспечиваются спецодеждой и средствами индивидуальной защиты. В особенно тяжелых условиях находятся рабочие, раздающие корма, и рабочие в телятниках. Низка трудовая и исполнительская дисциплина, вследствие невысокой оплаты труда.

В соответствии с нормами по охране труда и производственной санитарии факторы, отрицательно влияющие на здоровье работников, подразделяют на опасные и вредные [11].

Таблица 3.1 – Опасные и вредные факторы при работе на зерноскладе

№ n/n	Наименование и категория фактора	Место действия	Норма ПДУ и нормативный документ	Возможные последствия
1	Высокое напряжение цепи, при замыкании может пройти ток через тело человека, опасный	Щиты силовые, осветительные 0,38 кВ	ГОСТ 12.1.038-82 при длительности воздействия более 1 секунды	Электротравма
2	Электрическая дуга, опасный	Щит 0,4 кВ	ГОСТ 12.2.072-75	Ожоги
3	Подвижные части оборудования, опасный	Электроприводы	ГОСТ 12.3.007.3-75	Механическая травма
4	Пониженная температура, влажность, подвижность воздуха, вредный	Помещения фермы	ГОСТ 12.1.005-76	Переохлаждение организма
5	Недостаточная освещённость рабочей зоны, вредный	Помещения фермы	СНиП 11-4-79	Утомляемость, опасность травматизма
6	Твёрдые сгораемые материалы, пыль, опасный	Кормоцех	ОНТП 24-86 ПУЭ гл. 7.4	Пожар

Имея информацию о наличии опасных и вредных факторах, разработаем перечень мероприятий, необходимых для обеспечения безопасности при выполнении работ по обслуживанию электрооборудования и технологических линий.

Опасные факторы, способные привести к гибели или инвалидности работника, следует совершенно исключить или обеспечить совершенную защиту от них. К таким факторам относят взрывчатые и агрессивные

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

химические вещества, электрическое напряжение, опасное для жизни, вращающиеся детали машин, неисправный инструмент и т. д.

Вредные факторы, приводящие к сравнительно медленному ухудшению здоровья работников, исключить не удастся, не меняя технологического принципа трудового процесса. Такими факторами могут быть шум, вибрация, загазованность и запыленность, электромагнитное излучение и др. Уменьшить негативное влияние вредных факторов следует разумной организацией труда и отдыха, применением индивидуальных и коллективных средств защиты, повышением квалификации работников.

3.5.3 Мероприятия по повышению безопасности труда на зерноскладе

Проектом предусматривается улучшение условий труда рабочих зерносклада целым рядом мероприятий. Улучшение системы вентиляции, замена изношенной электроаппаратуры, в частности, электропроводки, светильников, внедрение современных схем и средств электрической защиты от поражения током (устройств выравнивания потенциалов, устройств защитного отключения и т.п.) позволит существенно улучшить качество труда на складе и снизить травматизм.

Механизмы и оборудование следует размещать в соответствии с проектом и устанавливать на прочных фундаментах и основаниях. Фундаменты выкладывают из бетона, бутового камня и кирпича. Применение силикатного кирпича не допускается. Бункеры-питатели сыпучих кормов следует располагать снаружи помещения. Допускается их расположение в специальных изолированных тамбурах при условии, что имеется въезд с торца или сквозной проезд, перекрываемый воротами.

Приводные и натяжные устройства стационарного оборудования должны быть надежно ограждены.

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Нормальная и безопасная работа оборудования обеспечивается удобством подъездных путей и достаточной ширины склада. Подъезд передвижного загрузчика необходимо обозначить надписями ВЪЕЗД и ВЫЕЗД с дополнительными стрелками, указывающими маршрут движения.

В кормоцехе необходимо следить за исправностью системы вентиляции. Следует иметь в виду, что согласно [12] предельно допустимая концентрация мучной пыли равна 4 мг/м^3 .

Совершенно невозможно избежать аварий и производственного травматизма, если работники не владеют безопасными приемами труда. Поэтому и в соответствии с ГОСТ 12.0004 – 89, в хозяйствах необходимо систематически проводить профессиональное обучение кадров и технике безопасности на рабочем месте.

Современное сельскохозяйственное производство немыслимо без применения электрической энергии. Существенно облегчая труд рабочего, электрическая энергия в то же время представляет источник опасности для жизни человека. В отличие от других источников опасности электрический ток не ощущается дистанционно без применения специальных приборов. Наличие опасного для жизни напряжения обнаруживается чаще всего тогда, когда бывает уже слишком поздно, когда человек прикоснулся к токоведущим частям. Опасность усугубляется еще тем, что пострадавший не может самостоятельно оторваться от провода или корпуса.

В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) [13] безопасность электроустановок обеспечивается:

- надлежащей изоляцией (например, двойной – рабочей и защитной);
- недоступностью токоведущих частей;
- заземлением или занулением корпуса электроустановки;
- устройствами выравнивания потенциалов;
- устройствами защитного отключения (УЗО);
- понижением напряжения до безопасной величины (36 В и ниже);
- предупредительной сигнализацией, надписями и плакатами.

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Поскольку проектом предусмотрено внедрение электрооборудования, то необходимо выполнить расчет заземляющего устройства и схемы защитного зануления.

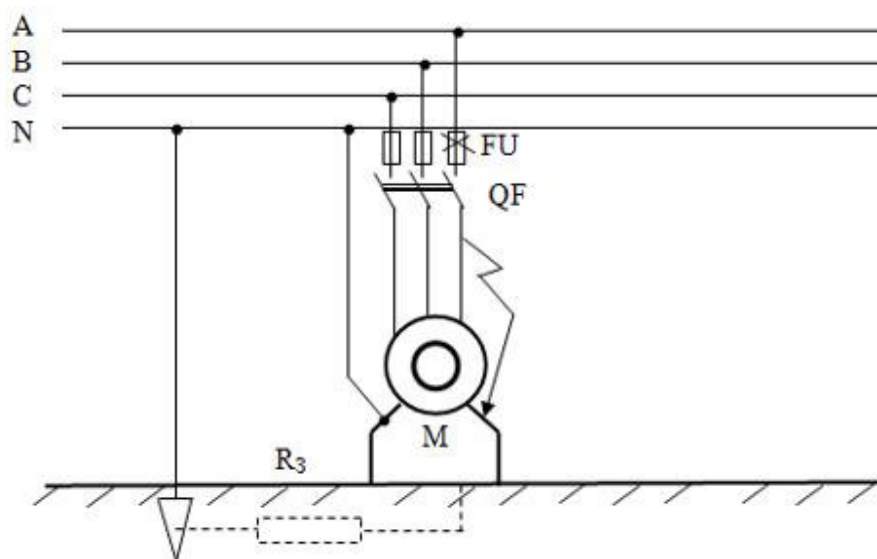


Рисунок 3.5 - Схема защитного зануления электропривода

Зануление электроустановки выполняет защиту электроустановки и частично защиту оператора, обслуживающего электроустановку, если сопротивление заземляющего устройства R_z не превышает $R_z = 4 \text{ Ом}$.

При появлении напряжения на этих частях установки в результате защитного заземления происходит срабатывание защиты и отключение фазы сети, замкнувшей на корпус, и, тем самым, уменьшается (но не устраняется!) опасность поражения людей и животных электрическим током [14]. Защитное заземление (зануление) обеспечивает снижение потенциала заземленного оборудования, уменьшает напряжение прикосновения и напряжения шага до безопасной величины.

3.5.4 Расчет заземляющего устройства

Расчет заземления проводим в соответствии с заданием, где указано на наличие возле фермы заземляющего устройства сопротивлением $R_{ez} = 4 \text{ Ом}$.

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В таком случае расчет выполняем для дополнительного заземлителя с целью надежности его защитного действия, так как в соответствии с ПУЭ его величина не должна превышать 4 Ом.

Сопротивление заземлителя с дополнением R_e к уже имеющемуся сопротивлению естественного заземлителя $R_{ez} = 4$ Ом:

$$R_3 = \frac{R_e \cdot R_{ez}}{R_e + R_{ez}} \quad (3.26)$$

Сопротивление R_e определяем [14] по формуле

$$R_e = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\ln \frac{2l}{d} + 0,5 \ln \frac{4h+l}{4h-l} \right), \quad (3.27)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта (принимая 100 Ом);

l и d – длина и толщина заземлителя (берем соответственно 3м и 0,05 м);

h – глубина залегания заземлителя (примем 4м).

Тогда
$$R_e = 0,366 \frac{100}{3} \left(\lg \frac{2 \cdot 3}{0,05} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 4 + 3}{4 \cdot 4 - 3} \right) = 20,3 \text{ Ом}$$

Число дополнительных заземлителей

$$n = \frac{R_e \cdot K_c}{R_{ez} \cdot \eta_{\text{э}}}, \quad (3.28)$$

где K_c – коэффициент сезонности (принимая 1,1);

$\eta_{\text{э}}$ – коэффициент использования заземлителей (берем 0,6).

Следовательно,

$$n = \frac{20,3 \cdot 1,1}{10 \cdot 0,6} = 4 \text{ стержня.}$$

Сопротивление заземлителя из 4 –х стержней

$$R_E = R_e / 4 = 20,3 / 4 = 5,075 \text{ Ом.}$$

Сопротивление модернизированного заземлителя

$$R_3 = \frac{R_E \cdot R_{ez}}{R_E + R_{ez}}; \quad (3.29)$$

$$R_3 = \frac{5,075 \cdot 4}{5,075 + 4} = 2,2 \text{ Ом.}$$

Соппротивление заземлителя оказалось меньше 4 Ом, что удовлетворяет требованиям ПУЭ.

3.5.5 Инструкция по технике безопасности

1. К работе на машинах или с механизмами допускаются лица, знающие устройство и принцип работы установок, изучившие Правила безопасной работы и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

2. К обслуживанию электроустановок допускаются рабочие, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже 2 – й и прошедшие инструктаж по электробезопасности на рабочем месте.

3. Перед включением электроустановки в работу следует убедиться в исправности заземляющих проводников и их надлежащем соединении с заземлителем.

4. Работы по ремонту и обслуживанию оборудования и механизмов должны проводиться только после полного отключения от электрической сети.

5. Работы по ремонту и обслуживанию электрооборудования проводятся группой из двух рабочих, один из которых имеет группу допуска по электробезопасности не ниже 3-й.

6. Работы на высоте более 2 м проводятся только по наряд – допуску.

3.5.6 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

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

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.

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

3.6 Экономическая эффективность

3.6.1 Экономическая эффективность проектной разработки

Экономическую эффективность совершенствования электроснабжения сушильно-очистительного пункта определим по приведенным затратам, которые рассчитаем по формуле:

$$З = E_n \cdot K + Э, \quad (3.30)$$

где $E_n = 0,15$ – отраслевой нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности;

$Э$ – эксплуатационные затраты по всем вариантам;

K – дополнительные капитальные вложения.

Ограничимся расчетом затрат только по освещению коровников. Для этого рассчитаем капитальные вложения и эксплуатационные затраты по вариантам с лампами накаливания типа БК и с лампами ДРВЛ.

Расчет капитальных вложений

При проведении модернизации в состав капитальных вложений включаются единовременные затраты на более совершенное оборудование:

$$K = K_p + K_c, \quad (3.31)$$

где K_p – прямые капитальные вложения;

K_c – сопутствующие капитальные вложения.

Прямые капитальные вложения включают совокупные затраты на приобретение нового оборудования. Сопутствующие капитальные вложения будем определять в размере $0,1 \dots 0,2$ от сметной стоимости нового внедряемого электрооборудования.

Смета реконструкции электроснабжения включается в план капитального строительства предприятия и является основой финансирования капитальных затрат на преобразование электроснабжения.

Смета составляется на основании спецификации с учетом стоимости электрооборудования, конструкций, материалов и с учетом затрат на монтажные и строительные работы.

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

К электрооборудованию относим монтажные комплектующие узлы и блоки, оборудованные аппаратами с соединительными проводами.

Таблица 3.2 – Расчет сметы на реконструкцию освещения лампами БК

№ п/п	Позиция УПС	Вид оборудования, элементы сети и работы	Единица измерения	Количество	Сметная стоимость, тыс. рублей				Всего
					единицы		общая		
					оборудования, материалов	монтажных работ	оборудования, материалов	монтажных работ	
1	табл. 4.19	Светильники НСПО	шт	99	0,52	0,3	51,5	29,7	81,2
2	табл. 4.68.	Лампы БК - 60...150	шт	99	0,01	0,01	0,99	0,99	1,98
3	табл. 4.7.	Провод АПВ	км	5	4,0	2,0	20,0	10,0	30,0
4	табл. 4.7.	Розетки	шт	2	0,05	0,1	0,1	0,2	0,3
ИТОГО:							72,59	40,89	113,48
Накладные расходы 18,1 %									20,54
ИТОГО:									134,02
Плановые накопления 8 %									10,72
Всего прямые капитальные вложения, Ксм, тыс. рублей									144,74

Определяем сопутствующие капитальные расходы

$$K_{с1} = 0,18 \cdot K_{см1} = 0,18 \cdot 144,74 = 26,05 \text{ тыс. рублей.}$$

Тогда суммарные капитальные вложения по 1 варианту равны

$$K_1 = 144,74 + 26,05 = 170,79 \text{ тыс. рублей.}$$

Сопутствующие капитальные расходы по 2 варианту

$$K_{с2} = 0,15 \cdot K_{см2} = 0,15 \cdot 93,24 = 14,0 \text{ тыс. рублей.}$$

Тогда суммарные капитальные вложения по 2 варианту равны

$$K_2 = 93,24 + 14,0 = 107,24 \text{ тыс. рублей.}$$

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.3 – Расчет сметы на реконструкцию освещения лампами ДРВЛ

№ п/п	Позиция УПС	Вид оборудования, элементы сети и работы	Единица измерения	Количество	Сметная стоимость, тыс. рублей				Всего
					единицы		общая		
					оборудования, материалов	монтажных работ	оборудования, материалов	монтажных работ	
1	табл. 4.19	Светильники НСПО	шт	52	0,52	0,3	27,04	15,6	42,64
2	табл. 4.68.	Лампы БК - 60...150	шт	8	0,01	0,01	0,08	0,08	0,16
3	табл. 4.7.	Провод АПВ	км	5	4,0	2,0	20,0	10,0	30,0
4	табл. 4.7.	Розетки	шт	2	0,05	0,1	0,1	0,2	0,3
5	табл. 4.68.	Лампы ДРВЛ	шт	44	0,1	0,01	4,4	0,44	4,84
ИТОГО:							47,22	25,88	73,1
Накладные расходы 18,1 %									13,23
ИТОГО:									86,33
Плановые накопления 8 %									6,91
Всего прямые капитальные вложения, Ксм, тыс. рублей									93,24

3.6.2 Определение сметы затрат на эксплуатацию электрооборудования

Смету составляем по статьям затрат:

- заработная плата рабочих и руководителя ЭТС;
- начисления на социальное страхование от заработной платы;
- стоимость материалов и запасных частей для технического обслуживания и текущего ремонта;
- амортизационные отчисления от стоимости основных фондов.

Начисления на социальное страхование принимаем в размере 39,6 % от основной и дополнительной заработной платы.

Стоимость материалов и запасных частей принимаем для технического обслуживания – 500 руб. на 100 чел·ч; для выполнения текущего ремонта –

					ВКР.35.03.06.008.18.БС.00.00.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

625 руб. на 100 чел·ч и капитального ремонта – 1875 руб. на 100 чел·ч трудозатрат. Тогда стоимость материалов и запчастей для технического обслуживания в сумме составит

$$0,01U_{TO} \times 500 = 0,01 \times (439 \times 18,6) \times 500 = 40827 \text{ руб.},$$

и, соответственно, для текущего ремонта электрооборудования

$$0,01U_{TP} \times 625 = 0,01 \times ((28,8 + 68,7) \times 18,6) \times 625 = 11334 \text{ руб.}$$

Затраты на материалы и запчасти по капитальному ремонту составят

$$0,01U_{KP} \times 1875 = 0,01 \times (36,3 \times 18,6) \times 1875 = 12659 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления рассчитываем по нормам амортизации и стоимости основных фондов, равной затратам на приобретение, монтаж и строительные работы элементов системы электроснабжения. Прочие расходы принимаем в размере 30 % от основной и дополнительной зарплаты рабочих, выполняющих ТО и ТР.

Таблица 3.4 - Расчёт амортизационных отчислений по вариантам

Основные фонды	Стоимость, тыс. руб.	Норма амортизации, %	Амортизационные отчисления, тыс. руб.
Вариант 1			
Электрооборудование	170,79	6,4	10,931
Вариант 2			
Электрооборудование	107,24	6,4	6,863

Полученные результаты используем для формирования смет годовых затрат на содержание электрооборудования по вариантам 1 и 2.

Таблица 3.5 - Смета годовых затрат на содержание электрооборудования (эксплуатационные расходы) по вариантам

Статьи затрат	Элементы затрат	Величина, тыс. руб.	
		1	2
Ст. 1	Заработная плата	68,6	68,6
Ст. 2	Начисления на соц. страхование	27,166	27,166
Ст. 3	Материалы и запасные части	170,79	107,24
Ст. 4	Амортизационные отчисления	10,931	6,863
Ст. 5	Прочие расходы	20,58	20,58
Всего эксплуатационные расходы, тыс. руб.		298,067	230,449

Заключение

Проведенный в ВКР анализ выявил предпосылки к этому, что должна быть целенаправленная работа по устранению негативных явлений в организации производства, модернизации и автоматизации имеющегося оборудования.

Предложенное в ВКР электроснабжение сушильно-очистительного пункта позволит повысить производительность, и, соответственно повысить качество продукции.

За счет внедрения газоразрядных ламп высокого давления и автоматизации управления освещением, как показывают расчеты можно существенно снизить затраты на электроэнергию, уменьшить тепловую нагрузку на окружающую среду.

Модернизация автоматизации управления, как показано выше, позволяет не только поднять качественные показатели сушки зерна, но и улучшить условия труда и, следовательно, повысить производительность труда.

Объем капитальных вложений по предлагаемым внедрениям незначителен. Монтаж предлагаемого к внедрению в производство оборудования технически не сложен и его возможно выполнить своими силами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора машиностроителя. / В.И. Анурьев 5-е изд. перераб. и доп.- М: Машиностроение 1979г. в 3-х томах.
2. Бабаханов Ю. М., Алекперов Г. Б. и Хегай В. В. Приточно – вытяжное вентиляционное устройство. А. с. № 821853, МКИ F 24 F 7/06, 1981.
3. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных работ квалификационных работ / Г.Г. Булгариев, Р.К Абдрахманов, А.Р. Валиев – Казань, 2009.
4. Дунаев П. Ф., Меликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин. – М.: Высшая школа, 1985. – 284 с.
5. Коструба С. И. Электробезопасность на фермах. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 169 с.
6. Мартыненко И. И. и др. Автоматизация управления температурно-влажностными режимами сельскохозяйственными объектами. – М.: Колос, 1984. – 152с.
7. Машины и оборудование для АПК, выпускаемое в регионах России. Кат. Том. III. – М.: Информагротех, 1999.
8. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоиздат, 2000. – 543 с.
9. Расчет генеральных планов животноводческих и птицеводческих ферм и комплексов. \ Методические указания для выполнения курсового и дипломного проектирования по механизации животноводства. Брянск, 1989. - 87 с.
10. Справочная книга по светотехнике. \Под ред. Ю. Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомизд, 1995. – 528 с.
11. Справочник инженера- электрика сельскохозяйственного производства. \ Учебное пособие. – М.: Информагротех, 1999. – 536 с.
12. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства. / Учебное пособие. – М.: Информагротех, 1995. – 552 с.

13. Сырых Н. Н. Эксплуатация сельских электроустановок. - М.: Агропромиздат, 1986. – 255 с.
14. Шустов В. А. Применение электронагрева в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1973. – 128 с.
15. Электротехнология / А.М.Басов и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.
16. Электротехнология в сельскохозяйственном производстве. Т. 73. (Научные труды ВИЭСХ). – М.: ВИЭСХ, 1989. – 125 с.
17. Электротехнические схемы машин и оборудования для сельскохозяйственного производства. Каталог. – М.: Информагротех, 1991. – 59 с.

Спецификации