

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

Тема: *Электроснабжение зерноочистительного пункта с разработкой машины для предпосевной подготовки семян*

Шифр: *ВКР.35.03.06.005.18.00.00.00.ПЗ*

Студент 243 группы

подпись

Ахметвалиев М.Г.

Ф.И.О.

Руководитель к.т.н., доцент

ученое звание

подпись

Халиуллин Д.Т.

Ф.И.О.

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

Зав. кафедрой к.т.н., доцент

ученое звание

подпись

Халиуллин Д.Т.

Ф.И.О.

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

_____/_____/

«_____» _____ 20____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студент Ахметвалиев Марсель Габдрахимович

Тема проекта: «Электроснабжение зерноочистительного пункта с разработкой машины для предпосевной подготовки семян»

утверждена приказом по вузу от «24» _____ мая _____ 2018 г. № 169

2. Срок сдачи студентом законченного проекта 18 июня 2018 г

3. Исходные данные к проекту:

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

4. Перечень подлежащих разработке вопросов:

1. Литературно-патентный анализ;
2. Электротехнологическая часть;
3. Конструкторская часть.

5. Перечень графических материалов:

1. Анализ диэлектрических сепараторов
2. План зернопункта
3. Схема проводок
4. Осветительная схема
5. Функциональная и электрическая схема
6. Сборочный чертеж и деталировка

6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И.Н.
Экологическая часть	Гаязиев И.Н.
Экономическая часть	
Норма контроль	

7. Дата выдачи задания 04 мая 2018 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный анализ	20.05.2018	
2	Технологическая часть	30.05.2018	
3	Конструкторская часть	15.06.2018	

Студент 243 группы _____ (Ахметвалиев М. Г.)

Руководитель к.т.н., доцент _____ (Халиуллин Д.Т.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Ахметвалиева Марселя Габдрахимовича на тему: Электроснабжение зерноочистительного пункта с разработкой машины для предпосевной подготовки семян.

Работа содержит пояснительную записку на 54 листах машинописного текста, включающую 6 таблиц, 5 рисунков, 54 формулы. Библиографический список содержит 25 наименований. Графическая часть проекта выполнена на 6 листах формата А1.

В первом разделе проведен обзор применяемых методов предпосевной подготовки семян, а также патентный поиск по диэлектрическим сепараторам для предпосевной подготовки семян.

Во втором разделе "Электротехнологическая часть" обоснована и разработана линия предпосевной подготовки семян. Выполнен расчет линии электрооборудования, освещения и трансформаторов. Разработаны мероприятия по компенсации реактивной мощности и безопасности при эксплуатации линии облучения семян.

В третьем разделе "Конструкторская часть" дана конструкторская разработка новой машины, ее эскизы и расчет, произведен расчет аппаратуры управления и защиты электроприводов. В соответствии с заданием выполнены разработки по охране труда и окружающей среды. Выполнены соответствующие расчеты технико-экономических показателей конструкции.

ABSTRACT

For final qualifying work Akhmetvalieva Marcel Abdrakymovich on the topic: the electrification of the cleaning item with automation control and protection of lines of pre-sowing treatment of seeds.

The work contains an explanatory note on 54 sheets of typewritten text, including 6 tables, 5 figures, 54 formulas. The bibliographic list contains 25 titles. The graphic part of the project is made on 6 sheets of A1 format.

In the first section, a review of the methods used for pre-sowing preparation of seeds, as well as patent search for dielectric separators for pre-sowing seed preparation.

In the second section "Electrotechnological part" the line of presowing preparation of seeds is proved and developed. The calculation of the line of electrical equipment, lighting and transformers. Measures for compensation of reactive power and safety in the operation of the line of irradiation of seeds have been developed.

In the third section "Design part" design development of the new machine, its sketches and calculation is given, calculation of the equipment of control and protection of electric drives is made. In accordance with the task, the development of health and environmental protection. The corresponding calculations of technical and economic parameters of the structure are made.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
ВВЕДЕНИЕ.....	7
 1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ.....	 8
1.1 Применяемые методы предпосевной подготовки семян.....	8
1.2 Патентный поиск по диэлектрическим сепараторам для предпосевной подготовки семян.....	15
1.3 Обоснование темы работы.....	20
2 ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	22
2.1 Описание предлагаемой линии предпосевной подготовки семян	22
2.2 Расчет линии и выбор электрооборудования	24
2.3 Расчет освещения.....	29
2.4 Расчет и выбор трансформатора	30
2.5 Меры безопасности при эксплуатации линии облучения семян.....	31
2.6 Физическая культура на производстве.....	33
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	35
3.1 Устройство и принцип работы установки.....	35
3.2 Расчёт конструктивных параметров.....	36
3.3 Расчет аппаратуры управления и защиты электроприводов.....	39
3.4 Техника безопасности при обработке семян.....	41
3.5 Экономическое обоснование конструкции.....	43
3.6 Охрана окружающей среды	49
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	52
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	53
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	54

ВВЕДЕНИЕ

Современная технология очистки, технология активного вентилирования и сушки зерна, научно обоснованные режимы хранения и консервация влажного зерна позволяют значительно повысить его качества, увеличить сроки его безопасного хранения.

За последние годы разработаны высокоэффективные электрофизические технологии отбора биологически ценных фракций семян, их обеззараживания без применения пестицидов, стимулирования всхожести, энергии прорастания и силы роста, экономически чистой консервации свежесобранного семенного зерна, его сушки и т. д.

Предпосевная обработка и стимуляция семян применяется несколько десятков лет, что дает увеличение энергии прорастания и всхожести, ускорение пробуждения, созревания урожая, повышения сопротивляемости неблагоприятной окружающей среде.

Перед руководителями стоит проблема в обеспечении хозяйства семенами, возникает необходимость в дополнительном их приобретении. Решить эту задачу можно, применив специальную технологию и комплекс машин для подготовки семенного материала в условиях хозяйства.

Поэтому, **целью** работы является электрификация зерноочистительного пункта и разработка линии предпосевной подготовки семян к посеву.

В соответствие с целью ставятся следующие основные **задачи**:

1. Обосновать целесообразность применения диэлектрического сепаратора в линии для предпосевной подготовки семян.
2. Произвести технологический расчет и обосновать требуемые технологические параметры линии.
3. Произвести подбор и расчет аппаратуры управления и защиты электродвигателей линии.
4. Разработать правила техники безопасности при эксплуатации линии.
5. Произвести технико-экономическое обоснование конструкции.

1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

1.1 Применяемые методы предпосевной подготовки семян

Одним из важных этапов в получении высокого урожая сельскохозяйственных культурных растений является производство качественного семенного материала. Формирование семенного материала производится из правильного севооборота, подготовки почвы, ухода за сельскохозяйственными растениями, обработки семян и их хранения [12, 19].

Традиционно подготовка семян складывается из предварительной и окончательной очисток, калибровки, просушивания до номинальной влажности 14-16%, протравливания. Последним этапом по улучшению посевных качеств являются различные виды стимуляции исходного материала.

В электромагнитных сепараторах использована способность шероховатых семян обволакиваться металлическим порошком. В этих устройствах смесь зерна с металлическим порошком падает на цилиндр. Часть этого цилиндра находится под действием магнитного поля, возбуждаемого катушкой. Шероховатые семена таких культур, как повилика, плевел, подорожник и другие, а также поврежденные семена с приставшим порошком удерживаются а большей дуге цилиндра, чем гладкие (клевер, лен) в другой лоток [20].

Разделение семенного материала по плотности массы и удельному весу ведется на различных устройствах. Здесь из здоровых семян гороха, выделяют зерна пораженные брuxусом, как имеющих меньшую плотность, чем здоровые семена. На внутренней поверхности барабана в шахматном порядке жестко закреплены иглы. Барабан, вращаясь, накалывает на иглы поврежденные зерна и поднимает их.

В верхней части располагается металлическая щетка, которая снимает с игл поврежденные зерна и сбрасывает их в лоток, а оттуда шнек выводит их наружу [12,15].

Пневматический сортировальный стол предназначен для сортирования семян зерновых культур по удельному весу. Такой отбор позволяет выделить семена с наиболее полной физиологической зрелостью, способствующей значительному повышению урожайности.

Принцип разделения сводится к следующему.

Зерновой материал поступает на решетную деку, который сообщает поперечные и продольные колебания. Дека снабжена рифами и установлена с наклоном как вдоль колебаний, так и поперек них. Слой зерновой массы, поступивший на деку, снизу продувается воздушной струей от вентилятора. Под действием колебаний и воздушного напора зерновой материал располагается слоями: тяжелые частицы снизу, легкие - сверху.

Тяжелые зерна могут двигаться под действием колебаний деки только вдоль риф, они сходят в один поток; легкие семена, «всплывающие» поверх слоя, вследствие наклона и колебаний деки, сыпаются в другой лоток. В третий лоток поступают зерна со средним удельным весом [12, 19].

Электрические методы разделения основаны на различии электропроводности, диэлектрических свойств, проницаемости и других электрических свойств компонентов разделяемых смесей. Используют электростатический, коронный и диэлектрический методы разделения.

Электростатический метод разделения заключается в следующем. Материал поступает из бункера на вращающийся барабан с положительным зарядом. Соприкасаясь с поверхностью барабана, частицы заряжаются, заряд зависит от её электропроводности. Далее на поток материала действует электростатическое поле, образованное барабаном и отрицательно заряженным электродом.

Неодинаково заряженные частицы по-разному ведут себя в электростатическом поле: частицы с большей электропроводностью поступают в первый приемный лоток, а с меньшей — в другой лоток. От притянутых частиц барабан очищается щеткой.

Разделение в поле коронного разряда протекает в такой последовательности. Между коронирующим и перфорированным электродами при высоком напряжении возникает электрический разряд, ионизирующий воздух. Частицы, поступающие в ионизированную среду, получают различный заряд и благодаря этому отклоняются на различный угол: частицы с меньшей электропроводностью поступают в первый приемный лоток, а с большей — в другой лоток.

Устройства, в которых используют электростатическое и коронные поля, сложнее сепараторов с бифилярной обмоткой, для их питания требуется более высокое (в 3.. 7 раз) напряжение (30. ..70 кВ).

Рассмотрим термический способ обеззараживания на примере установки КТС-0,5 Украинского НИИ [21].

Комплект оборудования КТС-0,5 разработан и включен в «Систему машин» для непрерывного термического однофазного обеззараживания семян и сушки их до кондиционной влажности, производительностью 0,4-0,5 т/ч. Обслуживают установку три человека. Управление производится с пульта. Технологический процесс обеззараживания складывается из следующих последовательно выполняемых операций: загрузка в емкости, 2...4 — часовая обработка в горячей воде при 45°C...47°C (заданная температура поддерживается автоматически), выгрузка на платформенные сушилки, сушка до кондиционной влажности и транспортировка на склад готовой продукции. Комплект состоит из трех одинаковых секций, при обработке можно использовать одну, две и все три. Системы загрузки и выгрузки семян, подача свежей и отработанной воды у всех трех секций общие.

Влажная термическая обработка требует больших затрат, вызывает

набухание семян, разрушение оболочки, также значительно снижается всхожесть семян.

Установки довольно сложны, требуют больших затрат и электрической энергии [20, 21].

При использовании СВЧ излучения семена предварительно увлажняют, а затем обрабатывают в поле СВЧ. При этом происходит полное уничтожение поверхностной инфекции, а также повышение посевных качеств семян.

Предварительное увлажнение семян необходимо для того, чтобы споры поглощали влагу и увеличили тангенс потерь. Практика показывает, что при частоте электрического поля 10^8 Гц зерно ведет себя как прозрачная среда, не поглощая энергии электрического поля. Тангенс потерь для воды примерно в 800 раз больше, чем у сухого зерна. Таким образом, энергия электрического поля при обработке предварительно увлажненных семян, поглощается спорами. Через 0,5-3 мин вследствие высокой локальной температуры поверхности и высокого давления внутри спор, вызванного испарением влаги, споры инфекции погибают. Семена за этот промежуток времени не успевают поглотить влагу и остаются сухими.

К недостаткам этого вида обеззараживания можно отнести: сложность оборудования, большие затраты на приобретение и обслуживание оборудования, отсутствие защиты от повторного заражения. Но главным недостатком этого способа является то, что действие СВЧ поля на зерно до конца не изучено, но уже замечено, что вследствие такой обработки у зерна проявляются генные мутации, что само по себе опасно и нежелательно. Вот почему СВЧ обработка не получила широкого распространения и, вероятно, в будущем не будет применяться в сельском хозяйстве.

Диэлектрический метод разделения применяют для зерновых смесей. Вращающийся барабан представляет собой изолятор, на который намотаны в один слой перпендикулярно его оси вращения два

изолированных проводника с чередующейся полярностью (бифилярная обмотка). Между этими проводниками и образуется электрическое поле, поляризующее находящиеся между ними частицы. Поляризованные частицы, взаимодействуя с внешним полем, притягиваются к барабану. Сила взаимодействия зависит от диэлектрической проницаемости частиц. При меньшей проницаемости частица раньше отрывается от поверхности барабана, а при большей позже. Первые поступают в один лоток, вторые — в другой [11,12,15].

Разработана теория диэлектрической сепарации семян и сыпучих материалов при их движении по скатным доскам, горкам с продольным, поперечным и поперечно-продольным наклонами полотна, коническим и цилиндрическим поверхностям вращения, вращающемуся диску и винтовой поверхности.

Она является развитием классической теории движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. Так, дифференциальные уравнения движения семян по различным поверхностям, формирующим неоднородные поля, могут быть сведены к классическим уравнениям земледельческой механики [12].

Диэлектрические сепараторы работают автономно или в традиционных технологических линиях. По технико-экономическим показателям и функциональным возможностям превосходят лучшие отечественные и зарубежные установки аналогичного назначения. Так, при использовании сепаратора СДЛ-1 вместо сепаратора К-239 "Петкус" затраты труда снижаются в среднем на 55,7%, прямые эксплуатационные издержки — на 56,9, удельная металлоемкость — на 67, удельная энергоемкость — на 78,2%. Производительность выше в 1,6 раза. Замена пневматического сортировального стола ПСС-0,2 сепаратором СД-1 приводит к уменьшению затрат труда в 4,3 раза, прямых эксплуатационных расходов — в 5-6 раз, металлоемкости — на 39...77%.

Производительность его в зависимости от вида сепарируемой культуры выше в 4,2-11,0 раз. Значительно улучшаются условия труда вследствие снижения запыленности и уровня шума. На диэлектрических сепараторах можно сортировать мелкие и крупные семена с плохой сыпучестью, различными формами, свойствами поверхности, массой и плотностью, влажностью 5...25% и выше. Отбор биологически ценных семян сопровождается рядом положительных явлений: снижается микробное загрязнение поверхности, усиливается ферментальная активность в период прорастания, что способствует повышению урожайности [16,19,20].

ДС не требуют специальных выпрямительных устройств и высоковольтных источников питания. Для их изготовления используют недефицитные материалы, серийно выпускаемое оборудование и пуско-регулирующую аппаратуру.

Широкий диапазон производительности — от 10 до 5000 кг/ч — позволяет применять их не только в государственных, коллективных, кооперативных; акционерных, фермерских и личных подсобных хозяйствах, но и в селекционных центрах, контрольно-семенных лабораториях, научно-исследовательских институтах, на сортоиспытательных станциях [16,19].

Их использование открывает новые возможности для глубокого изучения разнокачественности семян с сокращением на это времени и средств. При этом получают выровненные семена не только по физическим показателям, но и по химическому составу и физиологическим свойствам, плотности и др.

Диэлектрический метод сепарации можно широко использовать как профилактический прием повышения стойкости семян при длительном хранении. Это достигается благодаря разделению их по массе, плотности, очистке поверхности от микроорганизмов, а также выделению травмированных и поврежденных. Этот метод можно включить в комплекс эффективных мер по защите растений [16,20].

Выращенные из отсепарированных семян они имеют более развитые корневую систему и ассимиляционный аппарат, обладают большой устойчивостью к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды.

Диэлектрические сепараторы эффективно заменяют решетные машины на сортировке и калибровке мелкосемянных культур, особенно капусты, пневмостолы на сортировании небольших партий семян, устройства для сортировки в солевых растворах (семян редиса и огурца для защищенного грунта), пневматические зерноочистительные колонки. Эффективно используются они и для очистки других сыпучих материалов и продуктов: картофельной муки от остатков кожицы, глазков, песка и неизмельченных частиц, ягод кишмиша — от гребней и плодоножек, порошкообразных пищевых отходов — от стеклянных включений, а также для разделения травяной резки и муки на листовую и стеблевую фракции и др.

Министерством сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации в 1994 году утвержден Отраслевой стандарт на технологию отбора биологически ценных семян диэлектрическим методом [15,19,20].

Таким образом, на основе обзора литературы по вопросам электрификации зернопункта и предпосевной подготовки семян, можно сделать вывод, что диэлектрическое сепарирование является наиболее эффективным методом при подготовке семенного материала к посеву:

- отбор биологически ценных по совокупности их свойств (с большими значениями энергии прорастания, всхожести, силы роста, плотности, массы и более развитым зародышем);
- очистка от трудноотделимых семян карантинных сорных растений;
- калибровка по размерам с учетом их физиологических свойств, определяющих урожайность.

1.2 Патентный поиск по диэлектрическим сепараторам для предпосевной подготовки семян

Диэлектрическую сепарацию семян используют для выделения из общей зерновой массы наиболее жизнеспособных, здоровых и однородных семян.

Она обеспечивает выровненность семян не только по физикомеханическим, но и биохимическим, посевным и физиологическим свойствам.

Это обеспечивает дружность всходов, одинаковую динамику развития растений, одновременность формирования и созревания урожая.

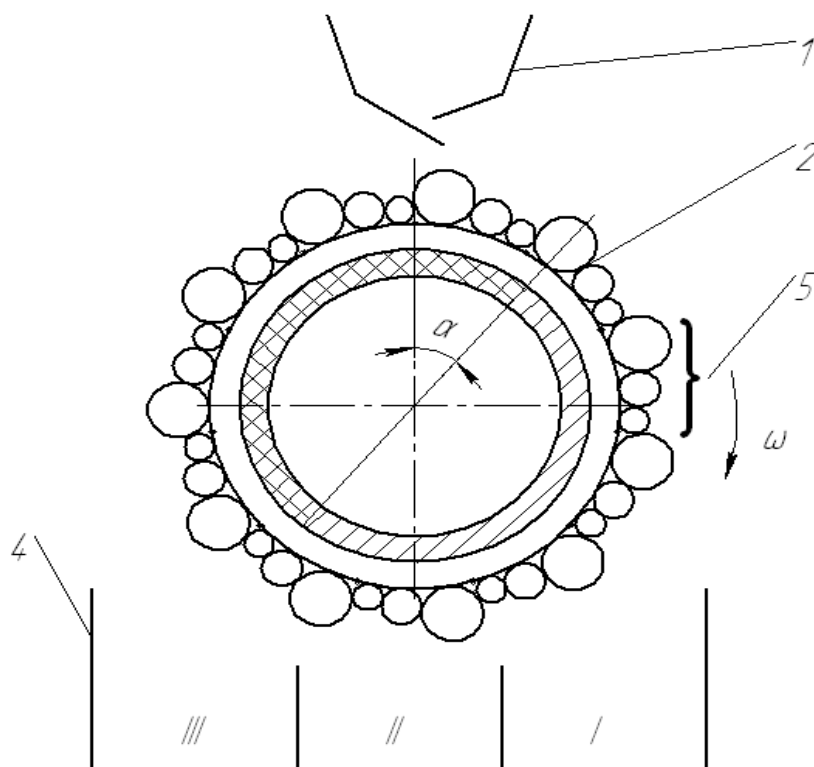
Созданный и освоенный комплекс диэлектрических сепараторов производительностью от 50 до 5000 кг/ч разделяет семена на заданные фракции, отделяет травмированные и поврежденные вредителями, очищает от трудноотделимых и карантинных семян сорняков, что позволяет снизить норму высева на 20...50%.

Настройка сепараторов на работу с семенами различных культур производится без смены рабочего органа, а лишь изменением напряжения. Для них характерны небольшие энергозатраты, которые не превышают 0,3 кВт ч/т.

Подключается непосредственно к сети переменного напряжения без специальных источников питания.

Использование таких сепараторов при вторичной очистке, сортирования и калибровке семян на всех этапах селекционно-семеноводческого цикла первичного и промышленного семеноводства позволит ежегодно сберегать 4 млн. т. зерна в стране, повысить урожайность на 15...20%.

Диэлектрический сепаратор по АС СССР № 1146093, Кл В03С 7/02 1980 представлен на рисунке 1.1.

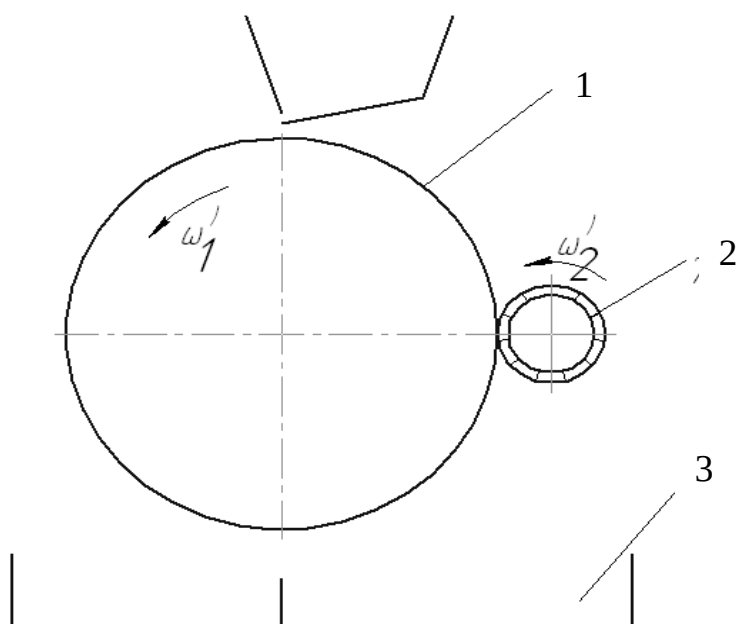


1 – загрузочный бункер; 2 – барабан; 3 – электроды; 4 – приемники продуктов разделения; 5 – чередующиеся группы электродов; 6 – коллектор.

Рисунок 1.1 - Диэлектрический сепаратор (АС СССР № 1146093)

Диэлектрический сепаратор, включающий загрузочный бункер, установленный под ним с возможностью вращения рабочий орган, выполненный в виде барабана, электроды чередующейся полярности из изолированных проводов, подключенных к источнику высокого напряжения, уложенных вплотную друг к другу вдоль образующей барабана и приемники продуктов разделения, отличающихся тем, что с целью повышения эффективности разделения семян, электроды чередующейся полярности выполнены из последовательно размещенных друг за другом групп проводов разного диаметра, причем в пределах каждой группы провода выполнены с уменьшением диаметра в направлении вращения барабана и имеют общую касательную.

Диэлектрический сепаратор по АС СССР № 912284, Кл. В03С 7/02 1980 представлен на рисунке 1.2.



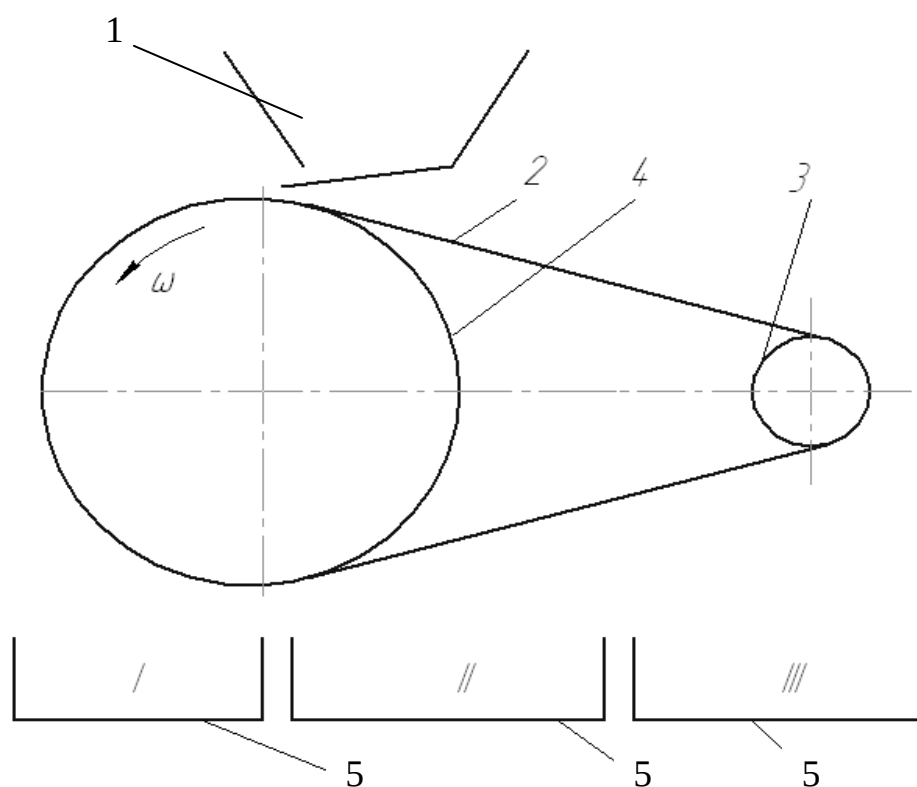
1 – цилиндрический рабочий орган; 2 – сжищающее устройство; 3 – приемники продуктов разделения

Рисунок 1.2 - Диэлектрический сепаратор (АС СССР № 912284)

Диэлектрический сепаратор включающий цилиндрический рабочий орган с электродами большого сечения, подключенными к одному полюсу источника высокого напряжения, и размещенными между ними электродами меньшего сечения, подключенными к другому полюсу источника высокого напряжения.

Загрузочное приспособление и приемники продуктов разделения, отличающейся тем, что, с целью повышения эффективности процесса сепарации, сепаратор снабжен диэлектрической прокладкой, размещенной на поверхности рабочего органа между электродами большого сечения, а электрод меньшего сечения размещен на указанной прокладке, при этом электроды большого меньшего сечения размещены с образованием зазоров между ними.

Диэлектрический сепаратор по АС СССР № 1297913, Кл. В03С 7/02 1984 показан на рисунке 1.3.



1 – лоток; 2 – лента; 3 – натяжной барабан; 4 – рабочий барабан; 5 – приемники продуктов разделения

Рисунок 1.3 - Диэлектрический сепаратор

Диэлектрический сепаратор, включающий расположенный под загрузочным приспособлением рабочий орган в виде бесконечной ленты, установленной на ведомом и ведущем валиках, систему электродов чередующейся полярности, размещенных на ведущем валике, приемники продуктов разделения и источник высокого напряжения для подключения к электродам, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности процесса разделения, бесконечная лента выполнена с перфорацией, а электроды одной из полярностей выполнены в виде игольчатой гребенки, иглы которой установлены с возможностью взаимодействия с бесконечной лентой через перфорацию, при этом длина игл гребенки превышает толщину бесконечной ленты.

Диэлектрический сепаратор по АС СССР № 1450867, Кл. В03С 7/02 1986 представлен на рисунке 1.4.

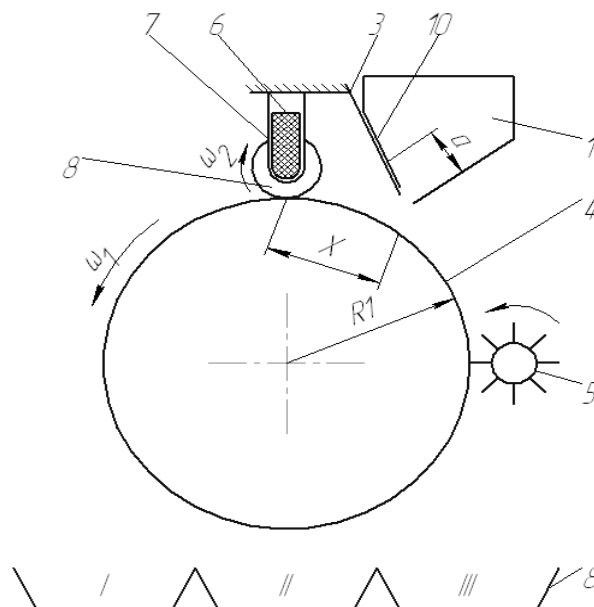


Рисунок 1.4 - Диэлектрический сепаратор (АС СССР № 1450867)

Диэлектрический сепаратор включающий питатель с лотком и заслонкой, расположенной под ним с возможностью вращения рабочий орган роторного типа с системой электродов чередующейся полярности, подключенных к источнику высокого напряжения, очищающую щетку, приспособление для ограничения потока части на поверхность рабочего органа, установленное над поверхностью рабочего органа в зоне подачи разделяемой смеси за питателем по ходу вращения рабочего органа. Выполненное подпружиненным и контактирующим с поверхностью рабочего органа и приемники продуктов разделения, расположенные под рабочим органом, отличающийся тем что с целью повышения производительности сепаратора за счет исключения эффекта «кипящего слоя» в зоне подачи разделяемой смеси, приспособление для ограничения потока частиц на поверхность рабочего органа выполнена в виде цилиндрического валика установленного вдоль образующей поверхности

рабочего органа на расстоянии от линии его контакта с поверхностью рабочего органа до линии схода разделяемой смеси с лотка питателя не более величины полного открытия заслонки питателя, причем радиус валика составляет не менее данного расстояния.

Опираясь на данные диэлектрические сепараторы, в данной работе будет произведён расчёт новой конструкции лазерной облучающей установки - однобарабанного диэлектрического сепаратора СД-1-2 с модульными приставками биостимуляции и обеззараживания семян.

1.3 Обоснование темы работы

Диэлектрические сепараторы эффективно заменяют решетные машины на сортировке и калибровке мелкосемянных культур, особенно капусты, пневмостолы на сортировании небольших партий семян, устройства для сортировки в солевых растворах (семян редиса и огурца для защищенного грунта), пневматические зерноочистительные колонки. Эффективно используются они и для очистки других сыпучих материалов и продуктов: картофельной муки от остатков кожицы, глазков, песка и неизмельченных частиц, ягод кишмиша — от гребней и плодоножек, порошкообразных пищевых отходов — от стеклянных включений, а также для разделения травяной резки и муки на листовую и стеблевую фракции и др.

Министерством сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации в 1994 году утвержден Отраслевой стандарт на технологию отбора биологически ценных семян диэлектрическим методом [15,19,20].

Таким образом, на основе обзора литературы по вопросам электрификации зернопункта и предпосевной подготовки семян, можно сделать вывод, что диэлектрическое сепарирование является наиболее эффективным методом при подготовке семенного материала к посеву:

- отбор биологически ценных по совокупности их свойств (с большими значениями энергии прорастания, всхожести, силы роста, плотности, массы и более развитым зародышем);
- очистка от трудноотделимых семян карантинных сорных растений;
- калибровка по размерам с учетом их физиологических свойств, определяющих урожайность.

2 ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание предлагаемой линии предпосевной подготовки семян

В настоящее время хозяйства оснащены достаточным количеством машин для послеуборочной обработки зерна и предпосевной подготовки семян.

Процесс послеуборочной обработки хлебной массы начинается с немедленной предварительной очистки, где зерно отделяется от основной сорной механической и других примесей.

Для сушки влажного зерна в хозяйствах применяются различные типы сушилок как стационарные, так и передвижные. Чаще используются СЗПБ- 2,0.

Для очистки продовольственного зерна применяются ветрорешетные машины ОВП-20, ЗВС-10Б, а для очистки и сортирования семян – зерноочистительные установки типа ОС – 4,5А.

Таблица 2.1 – Машины и агрегаты для послеуборочной обработки зерна

Вид работы	Марки машин	Плановая производительность
Предварительная очистка вороха	ОВП-20А	500 т/сутки
Первичная очистка	ЗВС-20А	400 т/сутки
Вторичная очистка и сортирование	СВУ-5	100 т/сутки
Сушка	К-878	32,5 т/сутки

Для подработки семенного материала применяют установки с активной вентиляцией, где полностью исключается опасность порчи семян в процессе сушки.

Для семенного зерна применяют также вентилируемые бункера ВБ-25.

Таблица 2.2 – Машины и агрегаты для предпосевной подготовки семян

Вид работы	Марки машин	Плановая производительность, т/ч
Ковшовый элеватор	ЛМ-60	2,1
Сепаратор	ДС-1	1
Загрузочный транспортер		2,1
Облучатель инфракрасный	ОИК-0,5	0,5
Выгрузной транспортер		1,2

Предлагаемая линия предпосевной подготовки семян позволит получать качественный семенной материал.

Линия работает следующим образом:

- из бункера вентилирования зерно подается в накопительный бункер;
- ковшовым элеватором зерно подается из накопительного бункера в приемную камеру сепаратора;
- после сортировки на сепараторе, зерно шнековым загрузным транспортером подается в приемный бункер инфракрасного облучателя;
- после инфракрасного облучения зерно насыпается в мешки и складывается на складе или вывозится автомашинами.

По сравнению с химическим способом обеззараживания семян особенностью данной установки является применение экологически чистой технологии обработки семенного материала.

Линию обслуживают два человека: оператор и помощник, осуществляющие управление и контроль над режимами работы.

Настройка облучателей на работу с семенами различных культур

производится без смены рабочего органа, а лишь изменением напряжения. Для них характерны небольшие энергозатраты, которые не превышают 0,3 кВт ч/т.

Подключается непосредственно к сети переменного тока без специальных источников питания.

2.2 Расчет линии и выбор электрооборудования

Определим объем обрабатываемого материала

$$G = H_v \cdot S, \quad (2.1)$$

где H_v – норма высева, кг/га;

S – площадь посева, га. Принимаем 1500 га.

$$G = 220 \cdot 1500 = 330000 \text{ кг или } 330 \text{ т.}$$

Ориентировочно обработка должна длиться с начала и до конца марта, то есть 1 месяц.

При работе в две смены при пятидневной рабочей неделе это составит 22 дня или 352 часа.

Определяем часовую производительность линии

$$G_{\text{час}} = K_{\text{см}} \frac{G}{T}, \quad (2.2)$$

где $K_{\text{см}}$ – коэффициент использования времени смены, $K_{\text{см}} = 0,94$;

G – количество семенного материала, кг;

T – время, необходимое для обработки семян, $T = 352$ часа.

$$G_{\text{час}} = 0,94 \frac{330000}{352} = 881 \text{ кг/ч.}$$

Принимаем часовую производительность линии $G_{\text{час}} = 1000$ кг/ч.

Для загрузки линии выбираем ковшовый элеватор ЛМ-60.

Техническая характеристика ЛМ-60:

Производительность, т/ч.....2,1;

Мощность электродвигателя, кВт.....1,5.

Ковшовый элеватор подает необработанные семена в зерноочиститель.

Находим массу зерна, идущую после сепарации на облучение по формуле

$$m = \frac{G_{\text{час}} \cdot T_{\text{выд}}}{3,6 \cdot 10^3}, \quad (2.3)$$

где $T_{\text{выд}}$ - время, необходимое для выдержки зерна, $T_{\text{выд}} = 480$ сек.

$$m = \frac{1000 \cdot 480}{3,6 \cdot 10^3} = 133 \text{ кг.}$$

Принимаем $m = 150$ кг.

Объем, занимаемый данной массой зерна равен:

$$V_{\text{б}} = \frac{m}{\rho}, \quad (2.4)$$

где $V_{\text{б}}$ – объем бункера, м^3 ;

m – масса зерна находящегося в бункере, $m = 150$ кг;

ρ - плотность зерновой массы, $\rho \approx 700 \text{ кг/м}^3$.

$$V_{\text{б}} = \frac{150}{700} = 0,21 \text{ м}^3.$$

Загрузка установки для облучения после диэлектрического сепаратора и выгрузка обработанных семян осуществляется шнековыми транспортерами.

Техническая характеристика загрузочного транспортера:

Производительность, т/ч.....2,1;

Мощность электродвигателя, кВт.....3.

Техническая характеристика выгрузного транспортера:

Производительность, т/ч.....1,2;

Мощность электродвигателя, кВт.....0,75.

Расчет мощности теплоизлучателя проведем на основе формулы

лучистого теплообмена, исходя из количества тепла, необходимого для нагрева данной массы зерна до температуры $t_k = 47^\circ\text{C}$.

Предварительно рассчитаем массу зерна, находящуюся на склоне под излучателями.

Рабочая длина склона определяется по формуле

$$L_p = L_k \cdot n, \quad (2.5)$$

где L_k – длина склона, $L_k = 1,2$ м;

n – количество склонов, $n = 3$.

$$L_p = 1,2 \cdot 3 = 3,6 \text{ м.}$$

Найдем объем зернового слоя, находящегося на ленте конвейера V_z , м^3

$$V_z = L_p \cdot B \cdot h, \quad (2.6)$$

где L_p – рабочая длина склонов, $L_p = 3,6$ м;

B – ширина склона, $B = 0,5$ м;

h – высота слоя зерна, $h = 0,015$ м.

$$V_z = 3,6 \cdot 0,5 \cdot 0,015 = 0,027 \text{ м}^3.$$

Определим массу зернового слоя по формуле

$$m_z = V_z \cdot \rho, \quad (2.7)$$

где m_z – масса зернового слоя, кг;

V_z – объем зерна, $V = 0,027 \text{ м}^3$;

ρ – плотность зерна, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$.

$$m_z = 0,027 \cdot 700 = 18,9 \text{ кг.}$$

Проверяем полученные данные массы зернового слоя по другой формуле, в которой учитывается часовая производительность установки и время облучения семян

$$m_{z1} = \frac{G_{\text{час}} \cdot T_{\text{обл}}}{3,6 \cdot 10^3}, \quad (2.8)$$

где $T_{\text{обл}}$ – время облучения зерна, $T_{\text{обл}} = 120$ сек.

$$m_{31} = \frac{550 \cdot 100}{3,6 \cdot 10^3} \text{ кг} = 18,3 \text{ кг} \approx m_3.$$

Равенство масс зернового слоя, расчет которых выполнен по разным методикам, позволяет сделать вывод о том, что расчет установки произведен верно.

Количество теплоты, кДж/час, расходуемое на нагрев зерна рассчитывается по формуле

$$Q_n = C_3 \cdot m_3 (t_k - t_n), \text{ кДж/час}, \quad (2.9)$$

где C_3 – теплоемкость зерна при влажности 14 %, $C_3 = 1,72$ кДж/кг·град;

t_k – конечная температура зерна, $t_k = 47$ °С;

t_n – начальная температура зерна, для марта характерна $t_n = 0$ °С.

$$Q_n = 1,72 \cdot 18,3 \cdot 47 = 1479 \text{ кДж}.$$

Расчетное количество тепла $Q_{расч}$, кДж/кг с учетом потерь тепла равна 20 % и определяется по формуле

$$Q_{расч} = 1,2 \cdot Q_n, \text{ кДж/кг}, \quad (2.10)$$

$$Q_{расч} = 1,2 \cdot 1479 = 1775 \text{ кДж}.$$

Рассчитываем необходимую мощность излучателей, кВт

$$P = \frac{Q_{расч}}{T_{обл}}, \text{ кВт}, \quad (2.11)$$

$$P = \frac{1775}{200} \text{ кВт} = 8,87 \text{ кВт}.$$

Количество ламп-термоизлучателей определяем, исходя из найденного значения P и величины удельной установленной мощности излучателей $P_{уд}$

$$N_l = \frac{P}{P_{уд}}, \text{ шт}, \quad (2.12)$$

$$N_l = \frac{12,5}{0,5} \text{ шт} = 17,75 \text{ шт}.$$

Исходя из того, что лампы размещаются в два ряда, округляем N до 18 штук.

Высоту подвеса ламп находим по номограмме для выбора высоты подвеса облучателей с лампами ЗС-3 по температуре нагрева: $H_{\text{подв}} = 0,2$ м.

Определяем момент сопротивления сепаратора по формуле:

$$M_c = \frac{M_{\text{PM}}}{i \cdot \eta}, \quad (2.13)$$

где M_{PM} – момент рабочей машины;

i – передаточное число редуктора $i=50$;

η – КПД редуктора $\eta=0,64$ для Ч-63.

$$M_{\text{PM}} = m \cdot \omega, \quad (2.14)$$

где m – масса равная 20 кг;

ω – угловая скорость, с^{-1} ,

тогда,

$$M_{\text{PM}} = 20 \cdot 3,14 = 63 \text{ Нм.}$$

$$M_c = \frac{63}{50 \cdot 0,64} = 2 \text{ Нм,}$$

Определяем угловую скорость по формуле:

$$\omega_{\text{ос}} = \frac{n}{9,55}, \quad (2.15)$$

где n – частота вращения, мин^{-1}

$$\omega_{\text{ос}} = \frac{1500}{9,55} = 157 \text{ с}^{-1}.$$

Определяем мощность двигателя по формуле:

$$P = M \cdot \omega, \text{ Вт,} \quad (2.16)$$

где P – мощность двигателя, Вт;

M – момент инерции на валу двигателя, Нм.

Момент инерции на валу двигателя определяется по формуле:

$$M = M_c + 1. \quad (2.17)$$

$$P = 3 \cdot 157 = 471 \text{ Вт.}$$

По каталогу в приложении выбираем двигатель RA80A4 мощностью

$P_H=0,55$ кВт.

2.3 Расчет освещения

Мощность осветительных установок для освещения помещения определяют по формуле:

$$P_{уст.} = P_{уд.} \cdot S, \quad (2.18)$$

где $P_{уд.}$ – удельная мощность, Вт/м²; $P_{уд.}=2$ Вт/м²;

S – площадь помещения, м².

$$S=a \cdot b, \quad (2.19)$$

где a – длина зерносклада, м;

b – ширина зерносклада, м.

$$S=14 \cdot 4=490 \text{ м}^2;$$

$$P_{уст}=3 \cdot 490=980 \text{ Вт}.$$

Далее в зависимости от вида помещения выбираем тип светильника. Для нашего зернопункта мы выбираем лампы типа ПВ 220-225-100. Мощность 100 Вт; Напряжение – 220...235В; Световой поток – 1000 лм; Срок службы – 2500 ч. Необходимое количество светильников N рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{P_{уст.}}{P_{л}}, \quad (2.20)$$

Необходимое количество светильников $N=10$. Принимаем 12 штук, 4 ряда по 3 в каждом.

2.4 Расчет и выбор трансформатора

Для выбора мощности трансформатора потребительской подстанции, необходимо знать расчетную электрическую нагрузку всей линии.

Для определения суммарной нагрузки построим суммарный график электрических нагрузок всей линии (рисунок 2.1).

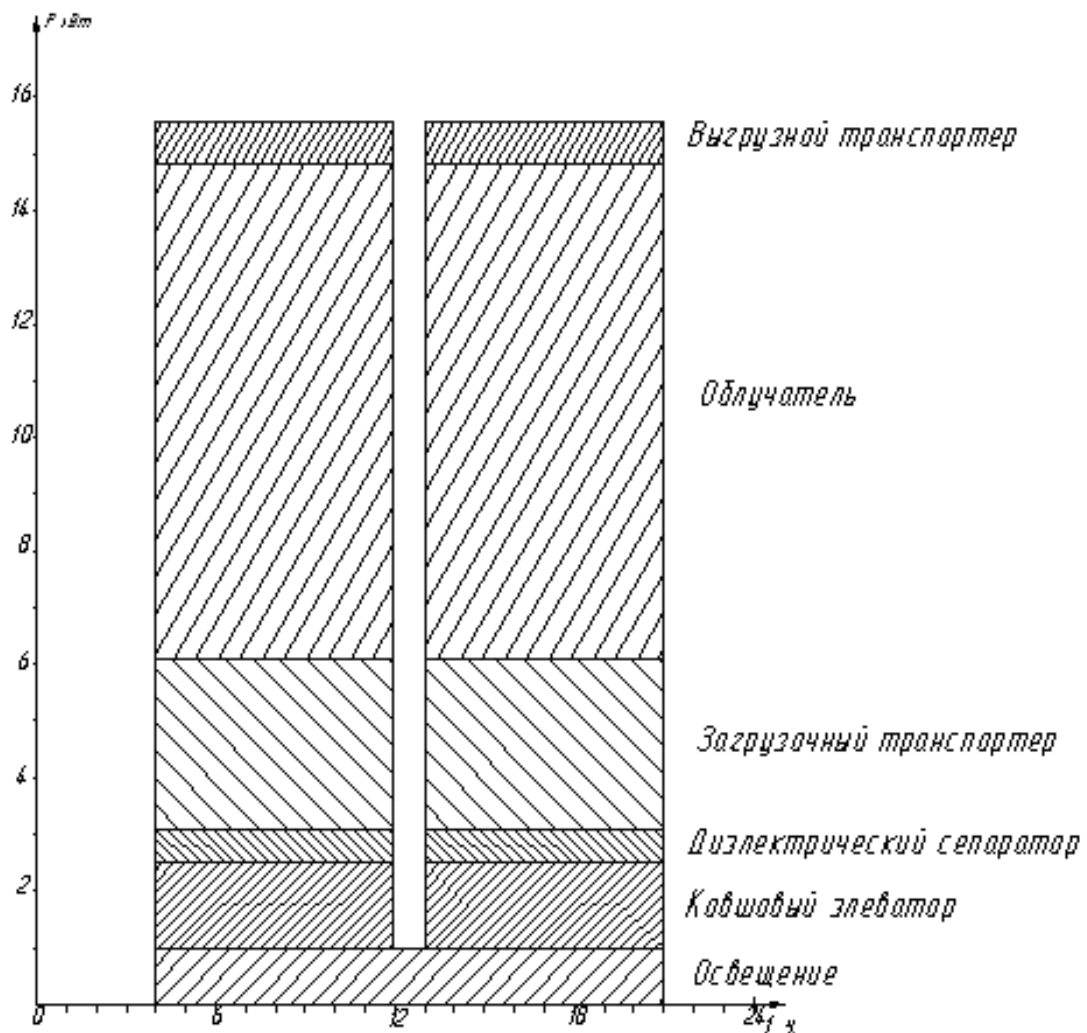


Рисунок 2.1 – Суммарный график электрических нагрузок всей линии

При построении графика электрических нагрузок нужно знать

мощность и продолжительность работы каждого электроприемника.

Сложив все расходы электроэнергии, получим:

$$Р_{общ} = 1,5 + 0,55 + 3,0 + 0,75 + 8,87 + 0,98 = 15,65 \text{ кВт}.$$

В виду того, что в паспорте силового трансформатора указывается полная мощность (кВА), то расчетную нагрузку (кВт), полученную из графика, нужно разделить на ожидаемый коэффициент мощности в период максимума, который принимают равным 0,75...0,8. На основании полученной полной мощности выбирают ближайший равный или больший по мощности силовой трансформатор – ТМ – 25/10 мощностью 25кВА [12].

2.5 Меры безопасности при эксплуатации линии облучения семян

Предпосевную обработку зерна проводят в специально оборудованном помещении, обеспечивающим безопасность обслуживания машин.

При проведении предпосевной обработки зерна рабочих необходимо обеспечить средствами индивидуальной защиты и санитарно- бытовыми помещениями. В случае использования для обработки зерна временных открытых площадок или навесов оборудование их устанавливают таким образом, чтобы ветер относил в сторону от обслуживающего персонала отходы перерабатываемого продукта.

При эксплуатации зерноочистительных, сортировальных пунктов зерна и сушильных комплексов необходимы:

- удобный подъезд для транспортных средств;
- наличие электрического освещения, ограждение для приемных бункеров, бункеров накопителей, всех вращающихся и подвижных частей машин и оборудования;

- установка стационарных лестниц шириной не менее 200 из дерева или листового рифленого железа;
- оборудование бункеров предохранительной решеткой или крышкой, запираемой на замок. для оборудования, требующего постоянно наблюдения и обслуживания на высоте, должны быть предусмотрены стационарные площадки и лестницы.

Площадки расположенные на высоте 0,5 м и выше над уровнем пола. А также лестницы и переходные мостики выполняют с перилами высотой не менее 1 м, настил должен иметь сплошную обшивку не менее 0,15 м. Кроме перил на высоте 0,5...0,6 м от настила площадки размещают дополнительные продольные ограждения и вертикальные стойки с шагом не менее 1,2 м. Ширина свободного прохода 6.2 площадки должна быть не менее 0,8 м. Не допускается применение лестниц сбитых гвоздями.

При размещении в помещениях двигателей внутреннего сгорания, сушилок и других машин с топками на любом виде топлива должны быть обеспечены пожарная безопасность и вывод отработавших азотов из помещения.

При организации послеуборочной обработки зерна лицо, ответственное за безопасность выполнения таких работ, обязано: вывесить инструкцию по охране труда для работающих, правила эксплуатации пункта и пожарной безопасности в помещении зерноочистительного пункта на видном месте и др.

Запрещается:

- находится рабочим в бункерах активного вентилирования;
- отдыхать рабочим на ленте транспортера или насыпи зерна;
- укладывать шланговый кабель или провод на пути движения транспортных средств;
- использовать на току открытые электролампы без герметичной арматуры;

- заправлять на току тракторы и машины топливосмазочными материалами;
- хранить на току пожаро и взрывоопасные материалы;
- находится рабочим в дверном проеме склада при подаче транспортных средств под погрузку или разгрузку [13].

2.6 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 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Устройство и принцип работы установки

Установка лазерного облучения состоит из бункера 1, барабана 2, которые приводятся в действие посредством двигателя и редуктора 8. Бункер снабжен разравнивающим шнеком 4.

Оптическая система включает в себя оптический квантовый генератор 6, в который входят эксцентриковый механизм, призма и привод призмы. Все узлы установки смонтированы в общем каркасе из угловой стали и обшиты железом 11

Принцип работы установки заключается в следующем: семена зерновых культур поступают в загрузочный бункер, выполненный из листового железа. Семена скатываясь по наклонной плоскости бункера, попадают на разравнивающие шнеки и питающие валики, после чего поступают на барабан. На барабане происходит одна кратная обработка семян. С барабана крупные и хорошие семена (I фракция) попадают на выгрузной транспортёр 7, где и происходит облучение. Прилипшие к барабанам семена (II фракция) сметаются щётками 5 попадают на наклонные плоскости 9, по которым стекают на сборочные транспортёры 10 и далее в мешки.

Вращение щёток происходит от привода барабанов. Вращение питающих валиков и разравнивающих шнеков от отдельного общего привода. Передача - цепная. Для привода транспортёров клиноременная.

					<i>ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-			
Разраб.		Ахметвалиев М.Г.			<i>Конструкторская часть</i>	Лит.	Лист
Руководит		Халиуллин Д.Т.					1
Рецензент.							17
Н. контр		Халиуллин Д.Т.				<i>Казанский ГАУ каф. МОА</i>	
Зав. каф.		Халиуллин Д.Т.					

3.2 Расчёт конструктивных параметров

3.2.1 Расчёт барабана

Зная производительность $Q=3\text{т/ч}$ и принятую длину барабана $L=1500\text{мм}$, нужно найти диаметр барабана. Определяем диаметр барабана из формулы производительности:

$$Q=3600 \cdot c \cdot L \cdot h \cdot v \cdot \gamma \quad (3.1)$$

где Q производительность, т/ч;

c - коэффициент, учитывающий снижение (из-за ссыпания груза) производительности;

γ - коэффициент, учитывающий использование грузоподъёмности;

v - скорость движения груза;

$$v=\omega r;$$

$$v=23;$$

h - толщина слоя, м.

Рекомендуется движение семян в один слой. Принимаем эти данные:
 $c=1$; $h=0,002$; $\gamma=0,9$.

$$Q=3600 \cdot c \cdot L \cdot h \cdot \gamma \cdot \omega \cdot r;$$

где $r=Q/3600 \cdot c \cdot L \cdot h \cdot \gamma \cdot \omega$,

$$r=3,0/3600 \cdot 1,4 \cdot 1,5 \cdot 0,002 \cdot 0,9 \cdot 2,4=0,15\text{м}.$$

$$\omega = 71 \cdot 23/30$$

$$\omega = 3,14 \cdot 23/30 = 2,4\text{с}^{-1}$$

Расчёт будем вести по производительности.

3.2.2 Расчёт мощности, подводимой к валу барабана

$$N_{\text{пр} \cdot \text{в}} = (N_6 + N_{\text{ш}} + N_{\text{В}}) / \eta, \quad (3.2)$$

					<i>ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		2

где N_b - мощность, расходуемая на вращение вала барабана, кВт;
 $N_{щ}$ - мощность, расходуемая на вращение щётки, кВт;
 N_B - мощность, расходуемая на вращение питающего валика,
 кВт;
 η - коэффициент полезного действия.

$$N_6 = PV/1000, \quad (3.3)$$

так как

$$P = mg, \quad (3.4)$$

$$P = 32,3 \cdot 9,8 = 316,5 \text{ Н}$$

$$V = \omega r = (\pi n r)/30, \quad (3.5)$$

$$V = (3,14 \cdot 23,0 \cdot 0,15)/30 = 0,36 \text{ м/с};$$

Для привода щётки:

$$N_{щ} = (P_{щ} \cdot V_{щ})/1000, \quad (3.6)$$

$$N_{щ} = 60 \cdot 1,5/1000 = 0,09 \text{ кВт};$$

Для привода питающего валика:

$$N_B = (P_B V_B)/1000; \quad (3.7)$$

$$N_B = 18 \cdot 1,5/1000 = 0,027 \text{ кВт};$$

Определяем мощность, подводимую к валу барабана:

$$N_6 = [(270 + 27)/0,97] + 340 = 646 \text{ Вт};$$

3.2.3 Ориентировочный расчёт валов

Определяем крутящий момент на валу барабана и шнека:

$$M_6 = (0,74 \cdot N_{тр} \cdot \eta)/n_6, \quad (3.8)$$

где M_6 - момент на валу барабана, кг·см;
 η - коэффициент полезного действия;
 n_6 - частота вращения барабана, мин⁻¹

					ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		3

$$\eta = \eta_2 \cdot \eta_3 = 0,9 \cdot 0,7 = 0,63$$

$$M_6 = (0,74 \cdot 0,646 \cdot 0,567) / 23 = 155 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Аналогично рассчитываем момент на шнеке:

$$M_{\text{шн}} = (0,74 \cdot 0,39 \cdot 0,567) / 30 = 71,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Определение выходного конца вала из расчёта на чистое кручение по пониженному допускаемому напряжению без учёта влияния изгиба.

$$d \geq (16 \cdot M_6) / (\pi \cdot [\tau]_k), \quad (3.9)$$

где $[\tau]_k$ - понижение допускаемое напряжение на кручение.

$$d_6 \geq (16 \cdot 155) / (3,14 \cdot 25 \cdot 10^6) = 3,16 \text{ см};$$

$$d_{\text{шн}} \geq (16 \cdot 71,7) / (3,14 \cdot 25 \cdot 10^6) = 2,4 \text{ см};$$

Принимаем $d_6 = 3 \text{ см}$; $d_{\text{шн}} = 2,6 \text{ см}$.

3.2.4 Расчёт шпонки

Проверим шпонку на валу барабана, которая соединяет шкив с валом $\Phi = 30 \text{ мм}$. Принимаем сечение шпонки $5 \times 5 \text{ мм}$. Материал ступицы СЧ 15-32 ГОСТ 1412-70. Выбранная шпонка выясняется на смятие:

$$\delta_{\text{см}} = (2 \cdot M) / (d_k \cdot l_p) \leq [\delta_{\text{см}}] \quad (3.10)$$

где M - передаваемый шпонкой момент;

d_k - диаметр вала, мм;

l_p - рабочая длина шпонки, мм;

$\delta_{\text{см}}$ - допускаемое напряжение на смятие, Н/мм².

$[\delta_{\text{см}}] = 600$ при ступице из материала СЧ 15-32 ГОСТ 1412-70.

$$\delta_{\text{см}} = (2 \cdot 30 \cdot 10^3) / (30 \cdot 10) = 200 \text{ Н/мм}^2 \leq [\delta_{\text{см}}]$$

$$200 \text{ Н/мм}^2 \leq 600 \text{ Н/мм}^2$$

Условие выполнено.

					ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		4

3.3 Расчет аппаратуры управления и защиты электроприводов

Таблица 3.1 – Техническая характеристика электродвигателей

Машина	Марка электродвигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹	cosφ	η
Ковшовый элеватор	RA90L4	1,5	1420	0,8	78,5
Сепаратор	RA80A4	0,55	1400	0,8	71
Загрузочный транспортёр	RA100B4	3,0	1420	0,81	81
Выгрузной транспортёр	RA80B4	0,75	14020	0,8	74

Определяем номинальный ток двигателя сепаратора по формуле:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, A, \quad (3.11)$$

$$I_H = \frac{550}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,71} = 1,5 A.$$

Выбираем магнитный пускатель по номинальному току контактов главной цепи и номинальному напряжению:

$$I_{н.м.п.} \geq I_H, A, \quad (3.12)$$

где $I_{н.м.п.}$ – номинальный ток контактов главной цепи, A;

$$10A > 1,5 A,$$

Выбираем магнитный пускатель ПМЕ-112. Тип исполнения магнитного пускателя – открытый для защиты от перегрузок асинхронного двигателя машины.

Номинальный ток теплового элемента реле выбирают исходя из условия:

$$I_{т.р.} = (1,01 \dots 1,05) \cdot I_H, A, \quad (3.13)$$

где $I_{т.р.}$ – номинальный ток теплового элемента, A;

I_H – номинальный ток электродвигателя, A

					ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

$$I_{т.р.}=1,01 \cdot 2,75=1,51 \text{ A},$$

Выбираем тепловое реле типа ТРН- 10. Номинальный ток теплового реле – 3,2 А Предел регулирования номинального тока 0,75....1,3 I_n , Максимальный ток продолжительного режима 1,25 I_n

Выбираем рубильник для замыкания и размыкания электрической цепи вручную, рубильник с боковой рукояткой, трехполосный. Тип аппарата РБ-31; Номинальный ток 100 А; Род привода – боковая рукоятка; Вид присоединения – переднее.

Выбираем автоматический выключатель (автомат) для защиты от токов короткого замыкания линии освещения. Определяем расчетный ток линии

$$I_{расч.} = \frac{\sum P}{U}, \text{ A}, \quad (3.14)$$

где $I_{расч.}$ — расчетный ток линии, А;

$\sum P$ — суммарная мощность освещения, Вт;

U — напряжение сети, В.

$$I_{расч.} = \frac{1000}{220} = 4,5 \text{ A}.$$

Для автоматических выключателей номинальный ток автомата должен быть не меньше расчетного тока цепи:

$$I_{н.авт.} \geq I_{расч.}, \text{ A}, \quad (3.15)$$

где $I_{н.авт.}$ номинальный ток автомата, А.

$$8 \text{ A} \geq 4,5 \text{ A}.$$

Ток установки электромагнитного расцепителя должен быть пропорционален току наибольшей кратковременной перегрузки, в нашем случае ток перегрузки равен расчетному току.

$$I_{уст.эл.маг.}=1,25 \cdot I_{расч.}, \text{ A}, \quad (3.16)$$

где $I_{уст.эл.маг.}$ — ток установки электромагнитного расцепителя, А;

$$I_{уст.эл.маг.} = 1,25 \cdot 4,5 = 5,63 \text{ A}.$$

Выбираем автоматический выключатель АЕ 1031 Номинальный ток — 8 А; Число полюсов — 1; Род расцепителя — электромагнитный; Номинальный ток расцепителя — 6 А [6].

Для ограничения импульсных перенапряжений принимает ограничитель ОПС-С 4Р. Номинальное напряжение — 400 В.

3.4 Техника безопасности при обработке семян

Мероприятия по технике безопасности при обработке семян разделяются на организационные или технические мероприятия. К организационным мероприятиям относятся:

При проведении предпосевной подготовки семян установку для облучения необходимо соединить с устройством, обеспечивающим зануление.

При замыкании фазы на зануленный корпус электроустановка автоматически отключается.

Одно из основных средств защиты людей от поражения электрическим током — хорошая изоляция токоведущих частей. Если по условиям работы, токоведущие части аппаратов, рубильники, предохранители изолировать невозможно, то их закрывают кожухами или ограждают. Расстояние между токоведущей частью и ограждением должно быть не менее 60 см.

Голые провода при выполнении проводок следует располагать на недоступной высоте. В помещениях с нормальной средой необходимо проверять сопротивление изоляции не реже одного раза в два года, в помещениях сырых, особо сырых — не реже одного раза в год.

Перед включением в сеть новой или отремонтированной электроустановки надо проверить ее изоляцию.

Человек может быть поражен током и в результате прикосновения к

					<i>ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		7

металлическим частям электроустановки, которые обычно не находятся под напряжением, но оказались под напряжением вследствие повреждения изоляции. Во избежание этого устраивают защитное заземление. Металлические части нетоковедущих частей электроустановок, не находящихся под напряжением, электрически соединяют с заземлителем - металлическим проводником, погруженным в землю.

Заземлению подлежат следующие части электроустановок: корпуса электродвигателей, трансформаторов, электротепловых приборов, светильников, приводы электрических аппаратов, металлические корпуса распределительных щитов и силовых шкафов, металлические кабельные муфты, оболочки силовых кабелей, стальные трубы электропроводки и т.д.

В сельских трехфазных четырехпроводных сетях напряжением 380/220 вольт с глухозаземленной нейтралью трансформаторов или генератора металлические части электроустановок, обычно не находящихся под напряжением, заземляют, присоединяя их к нулевому проводу. Это так называемая система «зануления».

Средства защиты перед использованием внимательно осматривают и очищают от пыли. Особое внимание обращают на клеймо, удостоверяющее их пригодность, а также на дату их испытания. Проверяют средства защиты в специальных лабораториях, результаты испытаний оформляют протоколом [9].

Опасность поражения электрическим током может быть снижена постановкой защитного заземления. В качестве защитных заземлений используются трубы диаметром 50 мм и длиной 2,5 метра.

Сопротивление расчетного тока одиночного трубчатого стержня находится по формуле:

$$R_{o.z.} = 0,366 \frac{\rho}{\ell} \left[\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4h+l}{4h-l} \right], \quad \text{Ом}, \quad (3.17)$$

где ρ - сопротивление почвы, равное $10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}$;

					<i>ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		8

- l - длина стержня, см;
 d - диаметр стержня, см;
 h - расстояние от поверхности земли до середины стержня, равное 150 см;

$$R_{o.з.} = 0,366 \frac{10^4}{250} \left[\left(\lg \frac{2 \cdot 250}{5} \right) + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 150 + 250}{4 \cdot 150 - 250} \right] = 30,8 \text{ Ом},$$

Находим потребное количество стержней для заземления.

$$П_{o.з.} = \frac{R_{o.з.} \cdot Z_c}{R_k \cdot Z_э}, \quad (3.18)$$

где R_k - общее сопротивление растеканию тока с контура, равное 10 Ом;

$Z_э$ - коэффициент экранирования, $Z_э = 0,75$;

Z_c - коэффициент сезонности, учитывающий особенности района, $Z_c = 1,6$.

$$П_{o.з.} = \frac{30,8 \cdot 1,6}{10 \cdot 0,75} = 7 \text{ штук}$$

Все заземления соединяются между собой.

3.5 Экономическое обоснование конструкции

В качестве базы для сравнения технико-экономических показателей выбирают, как правило, аналогичную серийную конструкцию. За базу для сравнения принимаем электрозернооблучающую машину СД-3-2.

Разрабатывается конструкция (с индексом 1).

Таблица 3.2 – Расчет массы сконструированных деталей

Наименование детали	Объем детали, см ³	Удельный вес, кг/см ³	Масса детали, кг	Количество деталей, шт	Общая масса, кг
Ротор	6,4	7,8	50	1	50
Выгрузной патрубок	3,2	7,8	25	1	25
Пневмосепаратор	4,5	7,8	35	1	35

					ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по формуле:

$$C_{60} = \frac{C_{61} \cdot G_1 \cdot \sigma}{G_0}, \quad (3.19)$$

где C_{60} - балансовая стоимость старой машины, руб;

G_1 - масса новой конструкции, кг;

G_0 - масса старой конструкции, кг;

σ – коэффициент удешевления конструкции $\sigma = 0,9 \dots 0,95$.

$$C_{60} = \frac{70000 \cdot 700 \cdot 0,95}{900} = 52000 \text{ руб.}$$

Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Для расчета технико-экономических показателей составляется таблица исходных данных (таблица 3.3)

Таблица 3.3 – Исходные данные для сравнения технико-экономических показателей

Показатели	Единица измерения	Предлагаемая конструкция	Базовая конструкция
Балансовая стоимость	руб.	52000	70000
Производительность	т/ч	0,3	0,2
Масса конструкции	кг	700	900
Установленная мощность	кВт	4	5,5
Годовой фонд времени	ч	925	925
Количество обслуживающего персонала	чел.	1	1
Тарифная ставка	руб./чел-ч	100	100
Нормы амортизации	%	10	10
Нормы РТО	%	16	16

Часовая производительность определяется по формуле:

$$W_u = \frac{60 \cdot \tau}{T_u}, \quad (3.20)$$

					ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		10

где τ - коэффициент использования рабочего времени смены (0,60...0,95);

$T_{ц}$ - время одного рабочего цикла, мин.

$$W_q^0 = \frac{60 \cdot 0,6}{180} = 0,2 \frac{m}{час};$$

$$W_q^1 = \frac{60 \cdot 0,6}{120} = 0,3 \frac{m}{час}.$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле, кг/т:

$$M_e = \frac{G}{W_q \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.21)$$

где W_q – часовая производительность;

$T_{год}$ – годовая загрузка;

$T_{сл}$ – срок службы машины ($T_{сл} = 10 лет$).

$$M_e^0 = \frac{900}{0,2 \cdot 925 \cdot 10} = 0,49 \text{ кг/т};$$

$$M_e^1 = \frac{700}{0,3 \cdot 925 \cdot 10} = 0,25 \text{ кг/т};$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле, руб./т:

$$F_e = \frac{C_б}{W_q \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} \quad (3.22)$$

$$F_e^0 = \frac{70000}{0,2 \cdot 925 \cdot 10} = 37,84 \text{ руб/т};$$

$$F_e^1 = \frac{52000}{0,3 \cdot 925 \cdot 10} = 18,74 \text{ руб/т};$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле, чел·ч/т:

$$T_e = \frac{n_p}{W_q} \quad (3.23)$$

где n_p – количество рабочих, обслуживающих машину, чел.

$$T_e^0 = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ чел. ч/т},$$

$$T_e^1 = \frac{1}{0,3} = 3,3 \text{ чел. ч/т};$$

					ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		11

Энергоемкость определяется по формуле, кВт ч/т:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_e}{W_q} \quad (3.24)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

$$\mathfrak{E}_e^0 = \frac{5,5}{0,2} = 27,5 \text{ кВт ч/т};$$

$$\mathfrak{E}_e^2 = \frac{4}{0,3} = 13,3 \text{ кВт ч/т};$$

Уровень прямых эксплуатационных затрат на единицу работы определяется по формуле:

$$S_{\text{ЭКСПЛ}} = C_{\text{ЗП}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{РТО}} + A \quad (3.25)$$

где $C_{\text{ЗП}}$ – заработная плата производственных рабочих, руб./т;

$C_{\text{Э}}$ – стоимость электроэнергии, руб.

A – амортизационные отчисления, руб.;

$C_{\text{РТО}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб.;

$$C_{\text{ЗП}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_e \quad (3.26)$$

где $Z_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка рабочих, руб.;

$$C_{\text{ЗП}}^0 = 100 \cdot 5 = 500 \text{ руб/т};$$

$$C_{\text{ЗП}}^1 = 100 \cdot 3,3 = 330 \text{ руб/т}.$$

$C_{\text{Э}}$ – затраты на электроэнергию, руб./т.

$$C_{\text{Э}} = \mathfrak{E}_e \cdot C_{\text{Э}}, \quad (3.27)$$

$$C_{\text{Э}}^0 = 27,5 \cdot 2,57 = 70,68 \text{ руб/т};$$

$$C_{\text{Э}}^1 = 13,3 \cdot 2,57 = 34,18 \text{ руб/т};$$

Амортизационные отчисления определяются по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_q \cdot T_{\text{год}}}; \quad (3.28)$$

где A – амортизационные отчисления, руб./ т.

a – коэффициент амортизационных отчислений за год,

$$A^0 = \frac{170000 \cdot 10}{100 \cdot 0,2 \cdot 925} = 37,84 \text{ руб/т};$$

$$A^1 = \frac{152000 \cdot 10}{100 \cdot 0,3 \cdot 925} = 18,74 \text{ руб./т};$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяются по формуле:

$$C_{PTO} = \frac{C_6 \cdot H_{PTO}}{100 \cdot W_q \cdot T_{год}}; \quad (3.29)$$

где C_{PTO} – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./ т.

H_{PTO} – норма затрат на ремонт техническое обслуживание.

$$C_{PTO0} = \frac{170000 \cdot 16}{100 \cdot 0,2 \cdot 925} = 60,54 \text{ руб.};$$

$$C_{PTO1} = \frac{152000 \cdot 16}{100 \cdot 0,3 \cdot 925} = 29,98 \text{ руб.};$$

$$S_{\text{экс}}^0 = 500 + 70,68 + 37,84 + 60,54 = 669,06 \text{ руб.},$$

$$S_{\text{экс}}^1 = 330 + 34,18 + 18,74 + 29,98 = 412,9 \text{ руб.}$$

Уровень приведенных затрат на работу конструкции определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S_{\text{экс}} + E \cdot k_{\text{уд}}; \quad (3.30)$$

где E - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E=0,10$);

$k_{\text{уд}}$ - удельные капитальные вложения, руб./т.

$$C_{\text{прив}}^0 = 669,06 + 0,1 \cdot 37,84 = 672,84 \text{ руб./т};$$

$$C_{\text{прив}}^1 = 412,9 + 0,1 \cdot 18,74 = 414,77 \text{ руб./т};$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_{\text{экс}}^0 - S_{\text{экс}}^1) \cdot W_{q1} \cdot T_{\text{год}}; \quad (3.31)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (669,06 - 412,9) \cdot 0,3 \cdot 925 = 71084,4 \text{ руб.};$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E \cdot F_e^1; \quad (3.32)$$

$$E_{\text{год}} = 71084,4 - 0,1 \cdot 18,74 = 71082,5 \text{ руб.}$$

					ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		13

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathfrak{A}_{год}}, \quad (3.33)$$

где $C_{б1}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции.

$$T_{ок} = \frac{52000}{71084,4} = 0,73 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле

$$E_{эф} = \frac{\mathfrak{A}_{год}}{C_{б1}}; \quad (3.34)$$

$$E_{эф} = \frac{71084,4}{52000} = 1,37;$$

Таблица 3.4 – Техничко-экономические показатели конструкции

Показатели	Единица измерения	Предлагаемая конструкция	Базовая конструкция	Проект к базовому, %
Металлоемкость	кг/т	0,49	0,25	51
Энергоемкость	кВт ч/т	27,5	13,3	48
Трудоемкость	чел ч/т	5	3,3	66
Фондоемкость	руб./т	37,84	18,74	49
Эксплуатационный затраты	руб./т	669,06	412,9	62
Приведенные затраты	руб./т	672,84	414,77	62
Годовой экономический эффект	руб.	х	71082,5	х
Годовая экономия	руб.	х	71084,4	х
Срок окупаемости	год	х	0,73	х
Коэффициент эффективности капиталовложений		х	1,37	х

Определенные технико-экономические показатели сведены в таблицу 3.4, из которой видно, что замена существующей конструкции на

предлагаемую, позволит существенно снизить затраты на производство продукции, с одновременным сокращением металлоемкости и энергоемкости процесса, что в конечном счете скажется на эффективности производства.

3.6 Охрана окружающей среды

Анализ состояния охраны природы

С каждым днем в атмосферу выбрасывается большое количество газов, воды загрязняются продуктами нефтепереработки, обедняется плодородный слой почвы, что приводит к снижению продолжительности существования плодородия земли.

На загрязненных почвах погибает растительность, микроорганизмы, то же самое происходит в реках и озерах. Промышленные загрязнения окружающей среды подразделяются на следующие виды:

- механические – запыление атмосферы, загрязнение почвы и воды различными твердыми предметами;
- химические – образование, выделение и скопление газообразных, жидких и твердых химических соединений, вступающих во взаимодействие с окружающей средой;
- биологические – поступление в окружающую среду различных вредных организмов, появляющихся в результате деятельности человека.

Сегодня в хозяйстве имеются следующие нарушения в плане охраны окружающей среды:

- Мойка машин не всегда соответствует санитарно-гигиеническим требованиям;
- Особое внимание нужно уделить выбросам, сопутствующим технологическим процессам мукомольного производства, вспомогательных цехов и производств (бондарный, столярный, ремонтно-механический и т.д.)

					<i>ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		15

- Не все вопросы в планах мероприятий выполняются в течение календарного года.

Мероприятия по улучшению состояния охраны природы

Для обеспечения защиты окружающей среды проводятся следующие мероприятия и работы:

1. Мойка автомашин и транспорта осуществляется на специальной площадке, где автотранспортное средство проходит мойку, дезинфекцию на эстакаде и с отбором загрязненной воды в специальные емкости.

2. Производственные стоки и отходы вывозятся на специальные площадки. Стоки по договору с хозяйствами, орошаются или сливаются на специальные фильтрующие участки.

А) орошение выделенных хозяйством участков, согласовано с СЭС.

Б) специальные отстойники – фильтры – куда стоки выводятся в отведенные и забуртованные площадки, согласованы с СЭС и местной администрацией.

В целях защиты окружающей среды необходимо совместно с районной санэпидстанцией тщательно обдумать и принять необходимые меры, если таковые необходимы, по вопросам нейтрализации или захоронения вредных отходов.

Вопросом окружающей среды на предприятии уделяется значительное внимание. Каждый год составляется план мероприятий по охране окружающей среды по соответствующим требованиям и применительно по времени проведения разработанных мероприятий.

Соблюдение мероприятий будет способствовать снижению отрицательного влияния человека на окружающую среду.

На предприятии разработан экологический паспорт. На основании этого паспорта точно определены вредные выбросы и стоки, их количество, методы утилизации.

					<i>ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		16

Необходимо дополнительно провести в условиях хозяйства:

1. Организовать день эколога.
2. Высаживать зеленые насаждения с преимуществом таких деревьев как береза, клен, тополь.
3. Приобрести оборудование для ремонта и регулировки системы питания тракторов и автомобилей.
4. Приобрести необходимое оборудование для определения выброса вредных примесей в атмосферу.
5. Мойку оборудования в цехе осуществлять циркуляционным способом.
6. Утилизацию использованных аккумуляторных батарей, автопокрышек, ветоши, специальной одежды на территории не осуществлять, а сдавать в специальные сборные пункты.

При выполнении данного раздела были использованы следующие нормативные документы:

1. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Норма качества Сан. Пин.2.1.4.559-96».
2. ГОСТ 17.1.3.06-82 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране вод».
3. ГОСТ Р 50554-93 «Промышленная чистота. Фильтры и фильтрующие элементы».

					<i>ВКР 35.03.06.005.18.00.00.000 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Да-		17

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В выпускной квалификационной работе предложена электрификация зерноочистительного пункта и линия предпосевной подготовки семян зерновых к посеву.

1. Актуальность данной темы и целесообразность ее разработки заключается в том, что качественная сепарация семян способствует снижению нормы высева.

2. В электротехнологической и конструкторской частях ВКР были подобраны оборудования для сепарации семян в диэлектрическом поле, произведен подбор и расчет аппаратуры управления и защиты электродвигателей линии.

3. В разделе безопасность жизнедеятельности приведены общие сведения об охране труда, разработаны правила техники безопасности при обслуживании линии электрофизической подготовки семян зерновых к посеву.

4. В результате расчетов по экономической эффективности внедрения конструкторской разработки получили, что в процессе изготовления и внедрения разработанного устройства необходимо затратить 52000 руб. прибыль от внедрения составит 71084,4 руб, что позволит окупить затраты за 0,73 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя в 3-х томах [Текст]. М.: Машиностроение, 1979 - 557с., ил.
2. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве / В. С. Шкрабак, А. В. Луковников, А. К. Тургиев. М.; КолосС, 2002.
3. Булгариев Г. Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС) Казань , 2009
4. Вяткин Г.П. Машиностроительное черчение [Текст] – М.: Машиностроение, 1977 - 304с., ил.
5. ГОСТ Р 53056-2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М.: Стандартиформ, 2009 - 20с.
6. ГОСТ 7.1 – 2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Введ. 2004 – 07 – 01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2004 – 54с.
7. Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев, П.Ф., Леликов, О.П.- М.: Высш. шк., 1987.- 447с.
8. Живописцев Е.Н., Косицин О.Л. Электротехнология и электрическое освещение [Текст]. – М.: Колос, 1980. – 272 с.
9. Красильников В.Н., Наметкин В.П. Лабораторно - практические занятия по сельскохозяйственным машинам [Текст]. - М.:Колос, 2002 г. – 45 с.
10. Кисаримов Р.А. Справочник электрика [Текст]. - М.: ИП Радиософт, 2001. - 512 с., ил.
11. Листов П.Н. Применение электрической энергии в сельскохозяйственном производстве [Текст]. – М.: Колос, 1974 г. - 487 с.
12. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства [Текст] / В.М. Баутин, В.Е. Бердышев, Д.С. Буклагин и др. – М: Колос, 2000. – 536 с.

13. Мартыненко И.И., Пащенко П.П. Курсовое и дипломное проектирование по комплексной электрификации и автоматизации [Текст]. - М.: Колос, 1978 г. - 287 с.
14. Перель Л.Я. Справочник подшипники качения [Текст]. - М.: Машиностроение, 1983 - 543с., ил.
15. Проектирование и расчет подъемно транспортирующих машин сельскохозяйственного назначения [Текст] / М.Н. Ерохян. А.В. Карп, Н.А. Вискребенцев и др. - М.: Колос. 1999. - 228 с.: ил.
16. Решетов Д.Н. Детали машин [Текст]. - М.: Машиностроение, 1989 -446с., с ил..
17. Тютюрев С.Л. Физические методы обработки семян зерновых [Текст] // Защита растений. – 1983. - №3. – С. 34-36.
18. Тарушкин В.И, Осипов В.К. Новые электросепараторы [Текст] // МЭСХ. – 1987. - №7. – С. 23-28.
19. Тиц З.Л. Машины для послеуборочной поточной обработки зерна [Текст]., - М.: Машиностроение, 1988г.- 127 с
20. Тарушкин В.И, Технологический комплекс диэлектрических сепарирующих устройств [Текст] // МЭСХ. – 1983. - №5. – С. 24-27.
21. Тарушкин В.И. Новые электросепараторы для семян [Текст].//МЭСХ.-№10. -1979. - С.28-31.
22. А.С. № 1146093.. СССР, МКИ С7/02. Диэлектрический сепаратор./ Семенов И.П. – опубл. 1980 Бюл. №13 – 4 с.
23. А.С. № 912284.. СССР, МКИ С7/02. Диэлектрический сепаратор./ Семенов И.П. – опубл. 1980 Бюл. №31 – 5 с.
24. А.С. № 1297913.. СССР, МКИ С7/02. Диэлектрический сепаратор./ Воробьев А.К. – опубл. 1984 Бюл. №18 – 3 с.
25. А.С. № 1450867.. СССР, МКИ С7/02. Диэлектрический сепаратор./ Шмадко Е.В. – опубл. 1986 Бюл. №27 – 4 с.