

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия

Профиль: Электрооборудование и электротехнологии

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Электрификация зернотока с разработкой автоматизированного
электропривода сепаратора»

Шифр ВКР 35.03.06.109.20.00.00

Студент Б261-03 группы


подпись

Хайдаров А.А.
Ф.И.О.

Руководитель д.т.н., профессор
ученое звание


подпись

Шогенов Ю.Х.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №12 от 17.06.2020 г.)

Зав. кафедрой доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

Направление Агроинженерия

Профиль Электрооборудование и электротехнологии

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

/Халиуллин Д.Т./

«27»апреля 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Хайдарову А.А.

Тема ВКР «Электрификация зерноочистительного пункта с разработкой автоматизированного электропривода сепаратора»

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

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 17.06.2020

3. Исходные данные

1. Материалы преддипломной практики;

2. Научно-техническая и справочная литература

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1 Анализ технологий послеуборочной обработки зерна;

2. Анализ существующего оборудования;

3 Расчет основных электротехнологических параметров зернотока;

4 Разработка новой автоматической системы управления поточной

линии обработки семян;

5 Безопасность и экологичность проекта;

6 Технико-экономический анализ.

5. Перечень графических материалов

1. Анализ существующих конструкций сепараторов зерна и технологий послеуборочной обработки зерна.
2. План пункта сушки и очистки зерна с размещением осветителей приборов и проводки, силовых линий и проводок.
3. Принципиальная схема системы управления поточной линией.
4. Сборочный чертеж сепаратора.
5. Сборочный чертеж решетного стана.
6. Рабочие чертежи нестандартных изделий.

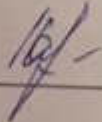
6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания 15.05.2020 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечания
1	1 раздел	20.05.2020	100%
2	2 раздел	30.05.2020	100%
3	3 раздел	15.06.2020	100%

Студент  /Хайдаров А.А./

Руководитель ВКР  /Шогенов Ю.Х./

АННОТАЦИЯ

Работа состоит из пояснительной записки на 68 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 14 рисунков, 4 таблицы. Список использованной литературы содержит 24 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы проекта.

В первом разделе проведен литературно-патентный обзор. Приведены требования к зерноочистительным пунктам, качеству очистки зерновой массы, проведен анализ существующих технологий и оборудования послеуборочной обработки зерна.

Во втором разделе разработана новая технология очистки. Произведен расчет освещения, нагрузок, выбор источников электроснабжения и расчет линии передач зернотока.

В третьем разделе приведено описание предлагаемой конструкции сепаратора зерна, разработана принципиальная электрическая схема управления поточной линии зернотока, произведен выбор технологического оборудования для сушки и очистки зерна, типа и мощности электродвигателей, расчет пускозащитной аппаратуры, а так же проведены технико-экономические расчеты предлагаемых мероприятий.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

The work consists of an explanatory note on __ sheets of typewritten text and a graphic part on __ sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes __ figures, __ tables. The list of references contains __ items.

The introduction substantiates the relevance of the project theme.

The first section contains a literature and patent review. The requirements for grain cleaning points, the quality of cleaning the grain mass, the analysis of existing technologies and equipment for post-harvest grain processing is given.

In the second section, a new cleaning technology is developed. The calculation of lighting, loads, the choice of power sources and the calculation of the transmission line of the grain flow were made.

The third section describes the proposed design of the grain separator, developed a circuit diagram for controlling the flow line of the grain flow, made the selection of technological equipment for drying and cleaning grain, type and power of electric motors, calculation of start-up equipment, and also carried out technical and economic calculations of the proposed measures.

The note concludes with conclusions and suggestions.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1. ЛИТЕРАТУРНО ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Общие требования к параметрам зерноочистительно-сушильных комплексов.....	
1.2. Требования к качеству очистки зерна.....	
1.3 Технологические процессы послеуборочной обработки зерна.	
1.4 Обзор и анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна.....	
1.5 Анализ существующих конструкций сепараторов.....	
2. ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Предлагаемая технология очистки и сортировки зерна на зерноточе.....	
2.2 Расчет освещения зернотока.....	
2.3 Расчет нагрузок, выбор источников электроснабжения и расчет линии передач.....	
2.4 Безопасность и экологичность при эксплуатации зернотока.....	
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	
3.1 Общее устройство и принцип действия сепаратора СЗК-25.....	
3.2 Описание конструктивной разработки.....	
3.3 Конструктивный расчет подвесок.....	
3.4 Разработка и описание принципиальной электрической схемы управления сепаратора зерна.....	
3.5. Расчет пускозащитной аппаратуры.....	
3.6 Физическая культура на производстве.....	
3.7 Расчет показателей экономической эффективности сепаратора.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

ВВЕДЕНИЕ

Увеличения урожайности зерновых культур на сегодняшний день является важнейшей народнохозяйственной задачей. Одним из важных этапов в процессе подготовки семян на хранение являются послеуборочная их обработка. С целью интенсификации производства, повышения эффективности обработки особую значимость приобретает перевод ее на индустриальную основу.

Качество зерна имеет огромное значение для хозяйств. Без качественных семян невозможно возделывание урожайных и устойчивых к внешним воздействиям растений. На сегодняшний день, обновление семенного материала в хозяйствах практически невозможно из-за нехватки денежных средств.

Перспективным направлением является организация поточной технологии и полная или частичная электрификация и автоматизация технологического процесса. При этом снижаются затраты труда, уменьшается время обработки семян, повышается качество семенного материала.

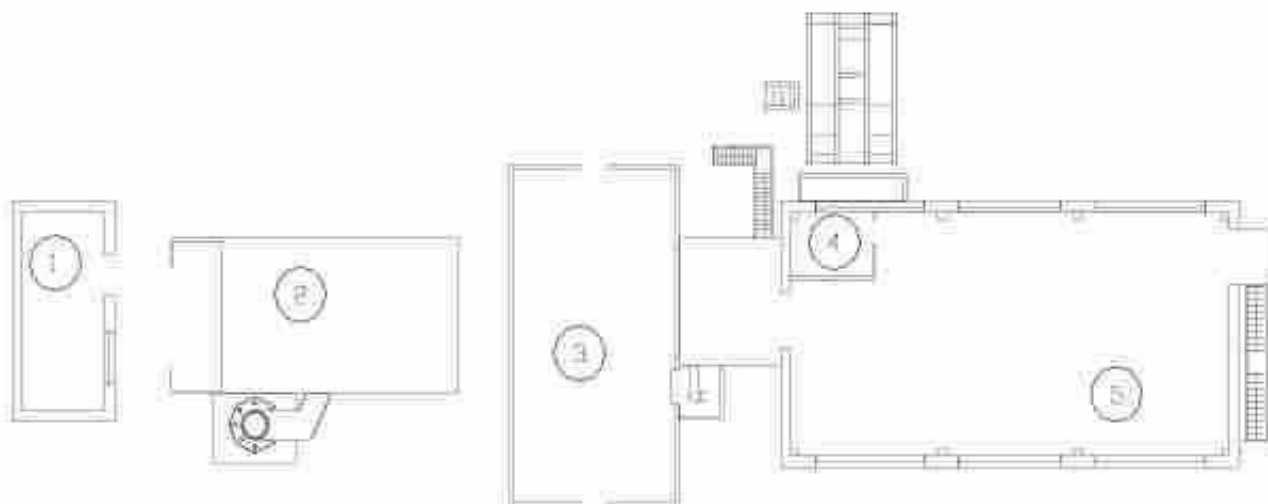
Необходимость в послеуборочной обработке зерна (очистке, сортировке, сушке) вызвана тем, что поступающей из-под комбайнов зерновой ворох наряду с зерном содержит до 20...30 % сорных и до 5 % соломистых примесей, а влажность зерна в зависимости от климатических условий значительно отличается от допустимой (14%) и достигает 30% и более.

Поэтому электрификация и автоматизация технологических процессов послеуборочной обработки зерновых культур, а так же использование высокопроизводительных машин и оборудования является актуальной проблемой отрасли растениеводства нашей страны.

1 ЛИТЕРАТУРНО ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общие требования к параметрам зерноочистительно-сушильных комплексов

Зерноочистительно-сушильные комплексы используются в увлажненных зонах, в которых влажность зерна при уборке превышает 18%. План зерноочистительно-сушильного комплекса представлен на рисунке 1.1.



1 – диспетчерская, 2 – топка, 3- колонна сушки, 4 – операторская, 5 – зерноочистительное отделение.

Рисунок 1.1 – План зерноочистительно-сушильного комплекса

Металлическая арматура сушильного зерноочистительного комплекса включает в себя колонны с подпятниками, фермы, фермы фонаря, связи ферм, стойки, раскосы. Масса этого комплекта 2 670 килограмм, габариты в собранном виде – высота 14 960 миллиметров. Основным несущим элементом арматуры служат колонны, на которые опирается все здание.

Характеристика помещений по условиям окружающей среды:

- диспетчерская - сухое;
- Топка – сухое;
- Зерноочистительное отделение – помещение пыльное;
- Колонна сушки – также помещение пыльное;
- Проход между отделением и колонной сушки – особо сырое
- Проход – особо сырое.

1.2 Требования к качеству очистки зерна

Чистота зерна – один из наиболее важных показателей его качества. Свежеубранные партии зерна включают не только зерна основной культуры, но и различные примеси. В обязательном порядке зерно после уборки проходит очистку на специальных машинах.

Виды примесей и цели очищения

Очистка зерна производится от примесей двух видов.

- **Зерновая примесь.** К ней относятся щуплые, проросшие, поврежденные, давленные, незрелые, подпорченные вредителями зерна.
- **Сорная примесь.** Ее представляют минеральные вещества (комочки земли, песок, шлак) и органические включения (частицы листьев и стеблей, волокна ости, солома), семена дикоросов, остатки вредителей.
- **Вредная примесь.** Представляет большую опасность для здоровья животных и человека. К ней относятся семена горчака, плевела, куколя и прочих ядовитых растений, склеротии спорыньи.

Существуют, кроме того, отделимые и трудноотделимые примеси. Отделимые удаляются с помощью потока воздуха, на решетках, т.е. традиционными способами. Для устранения трудноотделимых используется специальное оборудование.

Содержание каждого из вида примесей регламентируется госстандартом. Если количество превышает норму, то зерно использовать для переработки нельзя. При его продаже делаются скидки с массы, берется плата за очистку. Но очищать следует и зерно средней чистоты. Это увеличит срок хранения зерна, снизит в нем влажность и количество микроорганизмов, содержание которых, как правило, выше именно в примеси. Очистка повышает качество зерна, делая его более пригодным для пищевых, технических, семенных целей.

Удаление примесей из зерновой массы начинается еще в комбайне с ворохоочистительным устройством. Если зерноуборочная техника правильно отрегулирована, на чистых полях технологически возможно

максимально удалить из массы зерна легкие органические примеси (частицы соломы, полову) и свести к минимуму содержание битых и дробленых зерен. Если поля засорены, очистка зерна от сорняков проводится уже после уборки. Чтобы удалить все виды примесей, свежесобранное зерно обрабатывают в зерноочистительных машинах.

Должны быть удалены не только посторонние включения, но и определенная часть самой зерновой культуры, которая не проходит границу требований к качеству (т.е. относится к зерновой примеси). Удаляются испорченные плесенью или насекомыми, дробленые, раздавленные зерна. При этом в процессе очистки не обойтись без небольших потерь и полноценного зерна.

Очистка зерна подразумевает разделение исходной смеси на фракции

- крупное продовольственное либо семенное зерно (первого сорта);
- щуплое, мелкое фуражное зерно (второго сорта);
- крупные примеси;
- мелкие отходы.

Разделение зерновой смеси на такие фракции называют сепарированием. Соответственно, машины, на которых выполняется очистка зерна, носят название сепараторов.

При сепарировании зерновая смесь должна разрыхлиться и перемешиваться, чтобы постоянно менялся слой, граничащий с решетом, и была хорошо обработана вся масса урожая. Вторая стадия сепарирования – это отделение посторонних частиц, а затем их удаление из рабочей зоны. Например, через отверстия решета будут проваливаться мелкие щуплые зерна, а крупные останутся.

Технологически правильная очистка всегда приводит к тому, что одна из полученных фракций будет иметь лучшее качество, чем исходная смесь. Наглядный показатель эффективности очистки – процентное соотношение количества примесей из отходов к количеству отделяемых

примесей из массы неочищенного зерна. Минимальная норма технологически эффективной очистки зерна в ЗАВ – 60%. Иными словами, не меньше, чем 60% отделенных примесей должны после очистки перейти в отходы. При этом допустима потеря качественного зерна в 1,5%.

1.3 Технологические процессы послеуборочной обработки зерна

Процесс послеуборочной обработки зерна начинают с предварительной очистки. Ее проводят для свежесобранного влажного (влажность 18...40%) и засоренного (наличие примеси 4...20%) зернового вороха. При этом снижается исходная влажность, а следовательно, облегчаются последующие процессы, особенно сушки, сокращаются затраты энергии и повышается устойчивость зерна к самосогреванию и порче. В процессе очистки зерновой ворох разделяют на две фракции: очищенное зерно и отходы[2].

При сушке зерна наряду с предотвращением его порчи облегчается выделение примесей, выравниваются свойства, по которым разделяют зерно, улучшается транспортирование. Зерно сушат как в процессе послеуборочной обработки, так и при его хранении.

Первичную очистку зерна выполняют после предварительной очистки и сушки зернового вороха или активного вентилирования, если исходная влажность менее 18%, а засоренность не больше 8%. При этом из массы выделяют крупные и легкие примеси, мелкие отходы, а зерно сортируют на основную (продовольственное или семенное) и фуражную фракции.

Вторичную очистку проводят в основном для подготовки семян I и II класса посевного стандарта. Массу разделяют на семена, зерна II сорта, легкие, крупные и мелкие примеси.

Сортирование семян включает разделение на фракции по крупности (калибрование), удаление трудноотделимых примесей и выделение семян с наиболее ценными посевными свойствами.

Активному вентилированию подвергают свежесобранное зерно с целью его консервирования перед очисткой, высушенное – при закладке на хранение, сохраняемое для ликвидации его самосогревания и порче вредителями, семена при воздушно-тепловом обогреве для повышения их физиологической активности[9].

1.4 Обзор и анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна

Технологическая схема зерноочистительно-сушильного цеха предусматривает обработку зерна с доведением его до базисных кондиций продовольственного назначения.

Зерновой ворох поступает от комбайнов с влажностью 22 % и содержанием примесей до 20 % в том числе крупных до 5 %.

Оборудование цеха увязано между собой по производительности и образует единую поточную технологическую линию по приему и очистке зерна, обеспечивающую доведение его до базисных кондиций.

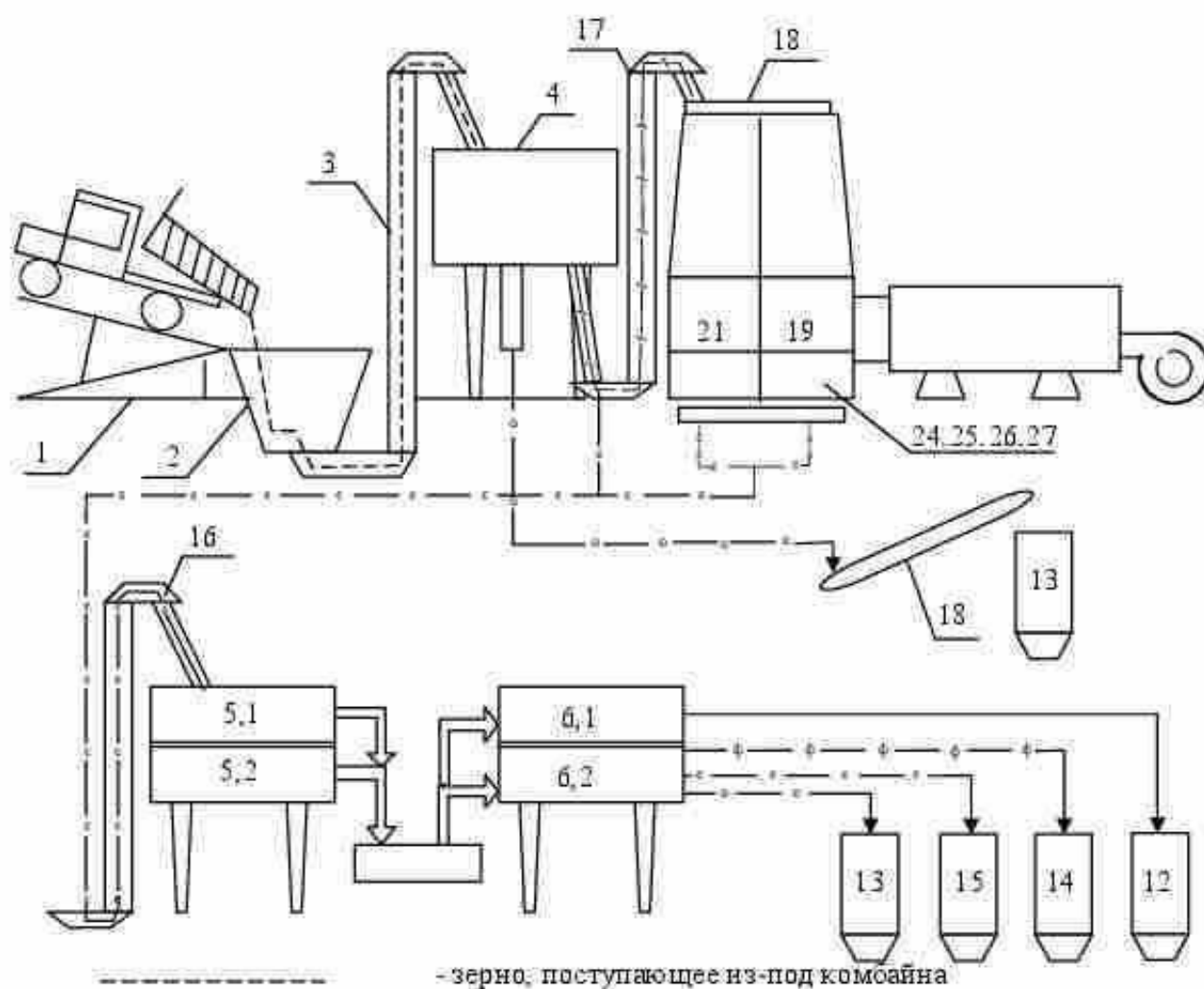
Все операции по приему вороха, обработке, сушке и транспортировке зерна, опуску готовой продукции и отходов механизированные.

Цех обработки зерна состоит из следующих отделений,

- отделение приема и предварительной очистки,
- очистительное отделение,
- сушильное отделение.

Последовательность обработки зерна следующая: на рисунке 1.2 дана технологическая схема. Зерно с поля доставляется автотранспортом и посредством автомобилем грузчика ГУАР-15Н (позиция 1) разгружается в приемный бункер (позиция 2). Далее норией «НПЗ-20 (позиция 3) зерно подается на машину предварительной очистки №Д-10.000 (позиция 4). После предварительной очистки, в зависимости от влажности поступающего зерна, оно направляется на сушку или дальнейшую очистку. Отходы после очистки предварительной поступают при помощи транспортера отходов (позиция 11)

в бункер отходов (позиция 13). Если зерно сырое, то после предварительной очистки самотеком по зернопроводу оно поступает на загрузочную норию зерносушилки М-819 (позиция 17), далее поднимается норией «П25 и засыпается в шахты (позиция 21,19). Для равномерной загрузки шахт предусмотрено устройство, грейзер (позиция 18). После загрузки шахт вентиляторы (позиция 24, 25, 26, 27) через системы воздухоотводов и коробов сушильных шахт просасывают сушильный агент подогретым воздухом, прямотоком через слой зерна в камерах суши. Аналогично холодным воздухом предусмотрено охлаждение зерна в камерах охлаждения. Всего установлено 2 вентилятора, отсасывающих отработанный воздух через систему фильтров в атмосферу. После сушки и охлаждения зерна выгребателями (позиция 20, 22) выгружается зерно из шахт и выгрузным пневком подается на норию НПЗ-20 (позиция 16).



○ — ○ — ○ —	- зерновые отходы
▬ — ▬ — ▬ — ▬ —	- чистое зерно
— * — * — *	- фуражное зерно
— * — * — *	- сухое зерно

Рисунок 1.2 – Технологическая схема зерноочистительного пункта

Нория НПЗ-20 связывает сушилку М-819 и КЗС-20. Она подает зерно на норию 2НПЗ-20 (позиция 2), а затем на зерноочистительную машину ЗАВ 10.30.000 (позиция 5-1 и 5-2). Если зерно сухое, то оно не проходит процесс сушки, а сразу идет на норию 2НПЗ-20 и после на зерноочистительную машину. После очистки зерно по передаточному транспортеру ЗАВ 10.50.000 В (позиция 9 и 10) подается на триерные блоки ЗАВ-90.000 (позиция 6-1 и 6-2). Очищенное зерно поступает в бункер чистого зерна (позиция 12), отходы в бункер отходов (позиция 13), фуражное зерно в бункер фуражного зерна (позиция 14), а сухого зерна в бункер сухого зерна (позиция 15). Для надлежащих санитарно-гигиенических условий предусматривается аспирация мест пылеобразования. Аспирационная сеть АС-1 предназначена для очистки запыленного воздуха удаляемого от машин ЗД.- 10.000. Сеть АС-2 аспирирует нории 2 НПЗ-20 и бункер. Воздух в сетях АС-1 и АС-2 перемещается центробежными целевыми вентиляторами ЦП-7-40-5-01 (позиции 30 и 32). Очистка запыленного воздуха запроектирована в батарейных установках циклонов и БЦШ (позиции 29 и 31).

Зерноочистительно-сушильный цех производительностью 20 т/ч на базе оборудования КЗС-20 и сушилки М819 предназначен для очистки и сушки зерна продовольственного и фуражного назначения, зерновых и зернобобовых, масличных и других культур с добавлением до базисных кондиций.

В состав комплекса входят отделения приема и предварительной очистки, очистительное и сушильное отделение.

В отделении приема и предварительной очистки, установлено следующие оборудования: автомобиле загрузчик ГУАР 15Н, приемный

бункер, нория 2НПЗ-20, машина предварительно очистки ЗД.10.000, комплект зернопроводов.

Сушильное отделение представляет собой сушилку М819, она включает в себя: диспетчерскую с пультом управления, топку, сушильное отделение. Оно в свою очередь состоит из и сушильных шахт и вентиляторов, воздухоотводов, нории 2Н25, разравнивающего устройства, двух выгребателей, выгрузного шнека и металлической арматуры.

В очистительном отделении установлено две зерноочистительные машины ЗАВ 10.30.000, два передающих транспортера ЗАВ-10.50.000А и ЗАВ-10.50.000В, два триерных блока ЗАВ-10.90.000, комплект зернопроводов, бункер чистого зерна, бункер фуражного зерна, бункер отходов, бункер сухого зерна.

Для создания надлежащих санитарно-гигиенических условий предусматривается аспирация мест пылеобразования. Аспирационная сеть АС-1 и АС-2 состоит из двух центробежных целевых вентиляторов ЦП-7-40-5-01 и двух батарейных циклонных установок 4БЦШ с бункерами пыли.

На технологической схеме (рисунок 1.3) даны следующие условные обозначения потоков:

Зерно, прошедшее предварительную очистку и в зависимости от влажности поступающего зерна, направляется на сушку или дальнейшую очистку.

На зерноочистительно-сушильном комплексе КЗС необходим также обслуживающий персонал, который состоит из двух бригад, одна бригада: это оператор и помощник оператора.

Технологическая схема послеуборочной обработки зерна представлена на рисунке 1.3.

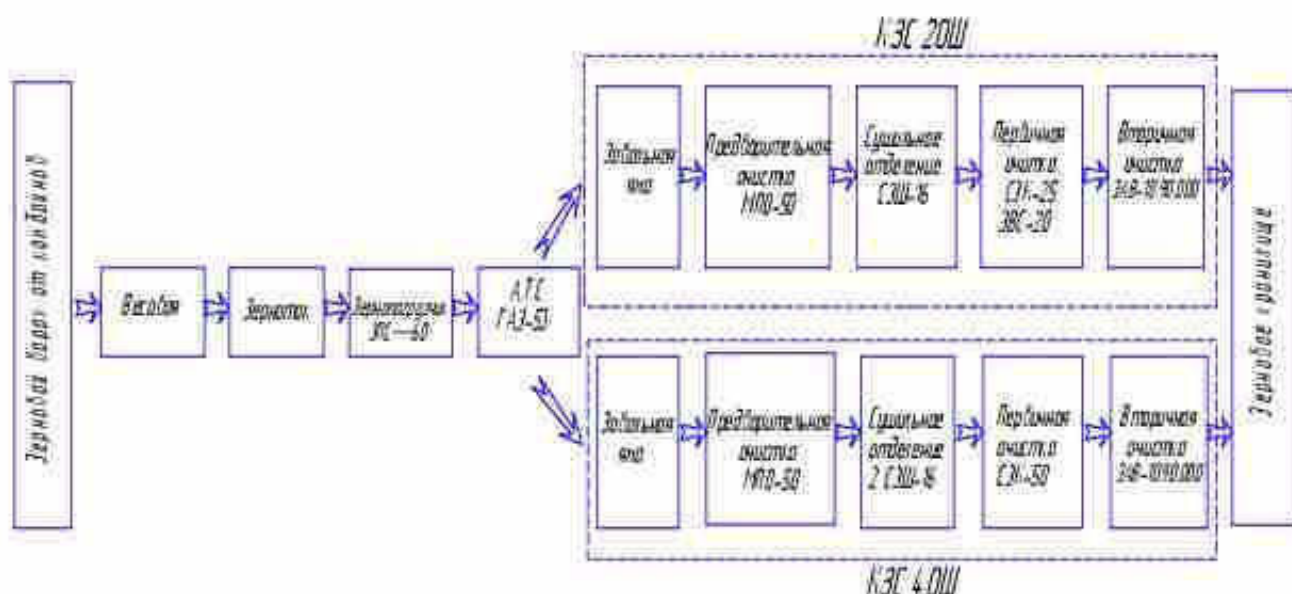


Рисунок 1.3 – Технологическая схема послеуборочной обработки зерна

Уборку зерновых в хозяйствах начинают с озимых во второй половине августа прямым или раздельным комбайнированием. С поля обмолоченное зерно из бункера поступает в кузова грузовых автомобилей, имеющих в хозяйстве. Автомобили везут зерно на весовую тока. Там машину взвешивают и весовщик заносит информацию в «Реестр приёма продукции весовщика» массу зерна, поступившую от каждой машины. Зерно высыпается в бурты на асфальтированные площадки на территории тока. Далее зерновой ворох поступает в завальные ямы, а затем на машины предварительной очистки МПО-50.

Агрономом определяется влажность зерна. Для этого он берёт пробные навески зерна, размельчает их на дробилке. Замеряет с помощью прибора сопротивление размола и по шкале на приборе находит влажность зерна в процентах. Руководствуясь полученным значением влажности зерна, в дальнейшем он определяет дальнейшую его обработку. Если зерно имеет влажность более 17%-18% , то его направляют на искусственную сушку. В большинстве случаев зерно сушат искусственно, на зерноочистительном комплексе КЗС-20Ш или КЗС-40Ш с шахтными сушилками СЗШ-16.

Зерно из буртов зернопогрузчиком ЗПС-60 грузится в кузов автомобиля ГАЗ-53. Автомобиль выгружает зерно в приёмный бункер

зерносушильного агрегата. По нории зерно подаётся на машину предварительной очистки. Машиной из зернового материала выделяются часть лёгких и крупных примесей, поступающих по транспортёру в бункер отходов. Очищенное зерно по нории загружается в шахты сушки и подвергается сушке. Если зерно будет в последствие использоваться на продовольственные цели, то теплоноситель нагревают до температуры 100-140⁰С, зерно до 48-50⁰С. Если зерно идёт на семена, то температура теплоносителя 60-80⁰С, зерна 45⁰С. Всё зерно сушится до влажности 14%. Влажность замеряется машинистом зерносушильного комплекса совместно с агрономом. Зерно по нории для сухого зерна поступает в выпрузной бункер, затем поступает на машину первичной очистки (ЗВС-20 или СЗК-25). Далее, при необходимости отделения длинных или коротких примесей, зерно направляется на блоки триерных цилиндров, а затем в хранилища хозяйства.

В хранилища закладывается зерно, идущее на фуражные цели отдельно от продовольственного и семенного зерна.

Фуражное зерно используется на корм скоту. Семенное зерно хранится до весны. В начале мая зерно приготавливают к посевным работам.

1.5 Анализ существующих конструкций сепараторов

Основой составления технологических схем зерноочистительных машин понимают значение всех признаков компонентов составляющих зерновую смесь подлежащей обработке и применение этих признаков при конструировании машин и их рабочих органов. Например, если необходимо очистить зерно от засоряющих его примесей то это нетрудно сделать на простых или сложных зерноочистительных машинах при условии, что каждый засоритель отличается от основной культуры по одному или нескольким признакам. Рабочие органы машины подбираются в каждом конкретном случае, основываясь на характерных особенностях обрабатываемого материала, в отдельных случаях используют комбинации признаков. При этом зерно, обрабатывается на нескольких рабочих органах или машинах.

В целях улучшения конструкций и повышения эффективности работы зерноочистительных машин, необходимо соблюдать следующие условия: возможность регулирования рабочего процесса в соответствии со свойствами перерабатываемого материала.

Рассмотрим конструкции воздушных сепараторов, применяемых для отделения от зерновой смеси примесей, отличающихся от нее аэродинамическими свойствами.

Воздушные сепараторы применяют главным образом на зернотоках, мукомольных, крупяных и комбикормовых заводах для очистки зерна от пыли и примесей, на крупозаводах для выделения лузги из продуктов шелушения пленчатых культур, а также для контроля круты.

В качестве признака разделения зерновой смеси применяют скорость выгания. Под этой скоростью понимают такую скорость вертикального воздушного потока, движущего снизу вверх, при котором введенная в него частица находится во взвешенном состоянии.

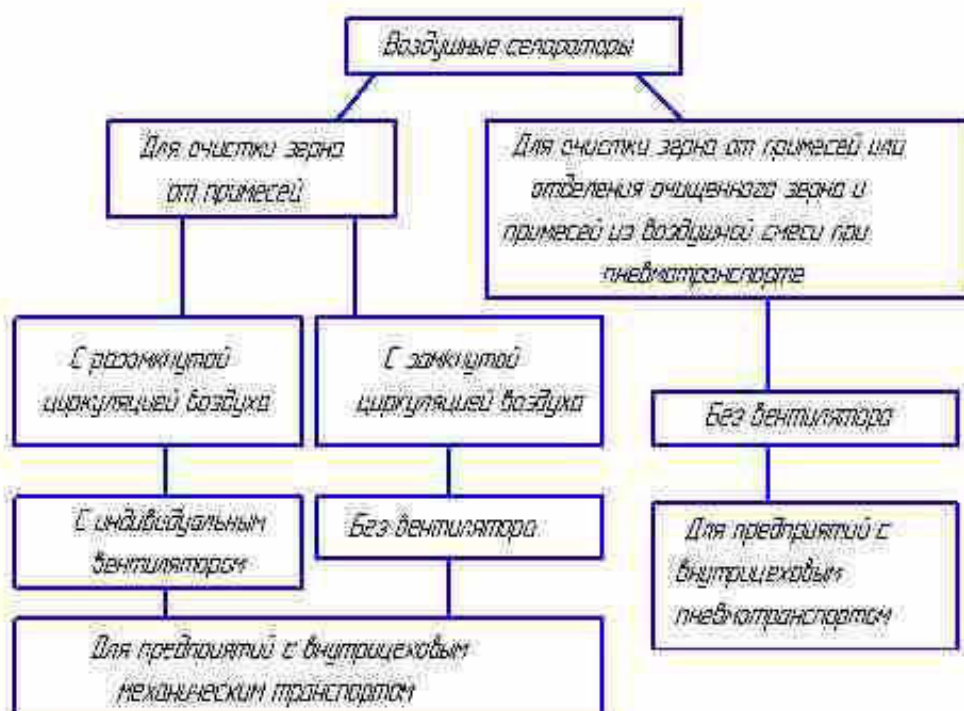


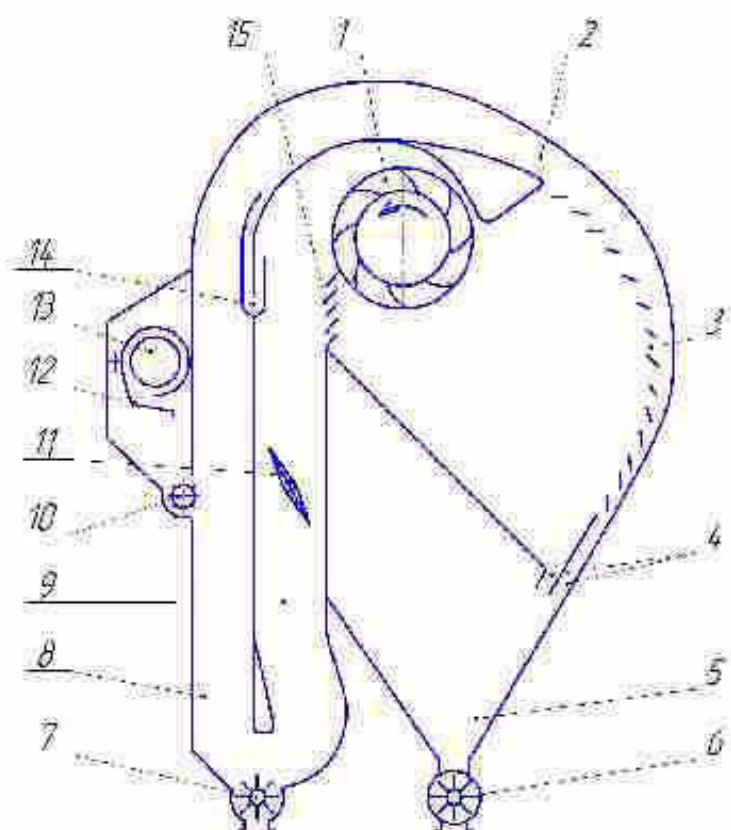
Рисунок 1.4 – Классификация воздушных сепараторов

Рассмотрим конструкцию воздушного сепаратора СП - 15 (рисунок 1.5). Данный воздушный сепаратор используется для отделения от крупяных

культур примесей. Данная конструкция построена с использованием всасываемого воздушного потока. Воздушный сепаратор работает следующим образом. Очищаемый материал подается в приемно-загрузочное устройство, где продукт разравнивается шнеком по ширине сепарирующего канала. Далее продукт проходит очистку в воздушном потоке, создаваемый диаметральный вентилятор, где из зерновой смеси выделяются дробленое зерно и другие примеси. Зерно по пневмосепарирующему каналу поступает в его нижнюю часть, где через шлюзовой затвор выводится из сепаратора. Выделенные примеси с воздушным потоком по воздухоотводящему каналу направляется инерционный пылеуловитель, где из воздуха отделяются примеси.

Очищенный в пылеуловителе воздух всасывается вентилятором, а содержащиеся в воздухе частицы пыли опускаются в осадочную камеру и через шлюзовой затвор выводится наружу. Воздушный сепаратор выделяет до 50% дробленого и щуплого зерна при потерях полноценного зерна до 3%.

К недостаткам конструкции данного воздушного сепаратора можно отнести: сложность изготовления конструкции и недостаточно эффективная очистка зерна. Сложность регулировки режимов работы сепаратора.

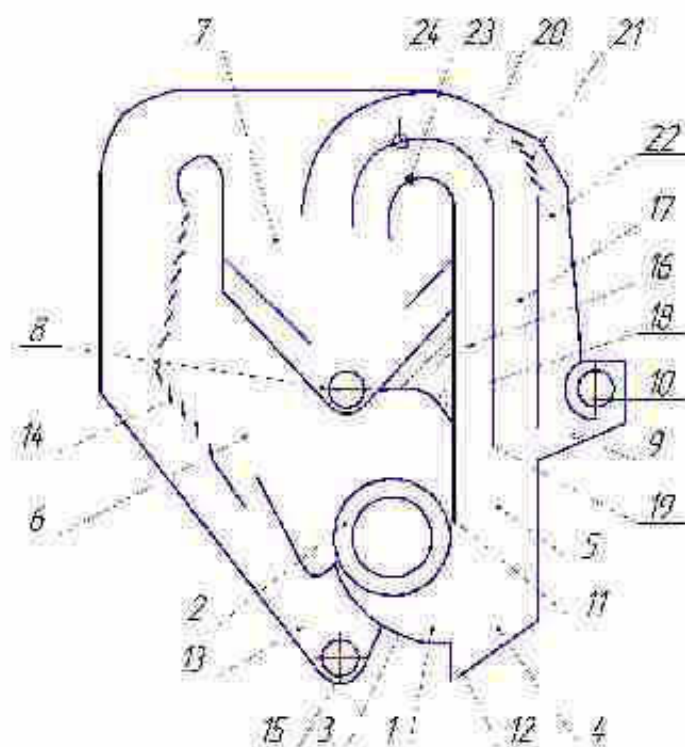


1 – диаметральный вентилятор, 2 – воздухоотводящий канал, 3 – жалюзийный отделитель, 4 – противоточный отделитель, 5 – осадочная камера, 6, 7 – шиловые затворы, 8 – пневмосепарирующий канал, 9 – воздухоподводящий канал, 10 – питающий валик, 11 – дроссельная заслонка, 12 – клапан, 13 – шнек, 14 – переточное окно, 15 – жалюзийная смежная стенка

Рисунок 1.5 – Технологическая схема воздушного сепаратора СП - 15

Рассмотрим замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей (патент № 2400053) предназначено для разделения сыпучих материалов с помощью воздушных потоков и может быть использовано в сельскохозяйственном производстве для очистки и сортировки зерна.

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей (рисунок 1.6) состоит из диаметрального вентилятора 1, имеющего лопаточное колесо 2, корпус 3 и нагнетательный патрубок 4, пневмосепарирующего 5 и воздухоподводящего 6 каналов, осадочной камеры 7 с приспособлением 8 вывода легких сорных примесей. На наружной стенке пневмосепарирующего канала 5 выполнено загрузочное окно 9, в котором установлено питающее устройство 10.



1 – вентилятор, 2 – лопаточное колесо, 3 – корпус, 4 – нагнетательный патрубок, 5 – пневмосепарирующий канал, 6 – воздухоподводящий канал, 7 – осадочная камера, 8 – приспособление вывода легких сорных примесей, 9 – загрузочное окно, 10 – питающее устройство, 11 – сетка, 12 – окно, 13 – пылеотделитель, 14 – жалюзийная стенка, 15 – выгрузное устройство, 16 – основной пневмосепарирующий канал, 17 – дополнительный пневмосепарирующий канал, 18 – стенка, 19 – распределительная заслонка, 20 – отвод дополнительного канала, 21 – жалюзийное окно, 22 – пылеотводящий канал, 23, 24 – регулировочные заслонки.

Рисунок 1.6 – Схема замкнутого пневматического сепаратора зерновых смесей (патент № 2400053)

Часть колеса 2 вентилятора 1 со стороны пневмосепарирующего канала 5 перекрыта сеткой 11. На наружной поверхности нагнетательного патрубка 4, являющегося продолжением корпуса 3 диаметального вентилятора 1, имеется окно 12, образующее устройство вывода очищенного зерна. Воздухоподводящий канал 6 сообщен с выходом осадочной камеры 7, через пылеотделитель 13, смежная с воздухоподводящим стенка 14 которого выполнена жалюзийной, а в нижней части пылеотделителя 13 расположено выгрузное устройство 15. Пневмосепарирующий канал 5 разделен на основной 16 и дополнительный 17 пневмосепарирующие каналы плоской

стенкой 18, имеющей на своей кромке, расположенной напротив загрузочного окна 9, шарнирно закрепленную распределительную заслонку 19. Отвод 20 дополнительного пневмосепарирующего канала 17 через жалюзийное окно 21 сообщен с загрузочным окном 9 посредством пылеотводящего канала 22. В отводах каналов 16 и 17 установлены регулировочные заслонки 23 и 24.

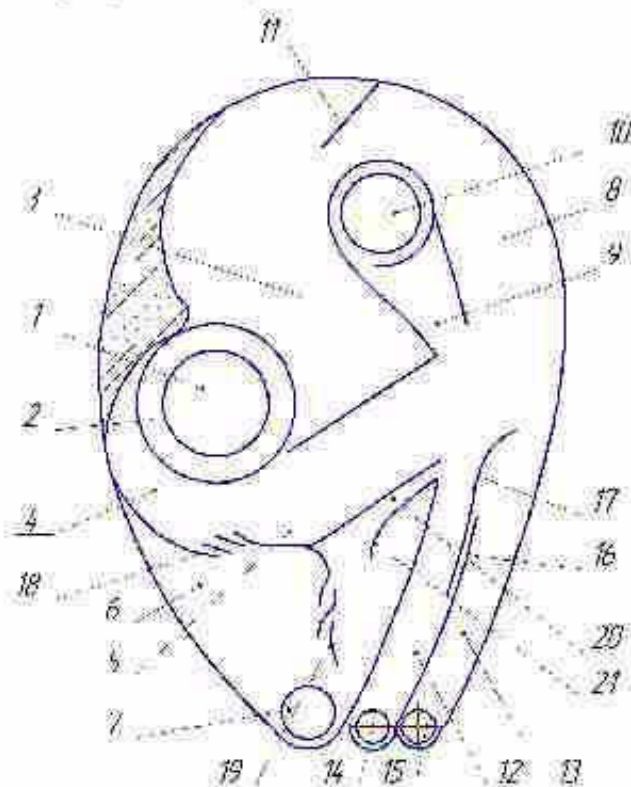
Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей работает следующим образом.

Воздух, забираемый из воздухоподводящего канала 6 колесом 2 диаметального вентилятора 1, из нагнетательного патрубка 4 поступает в пневмосепарирующий канал 5. Очищаемый зерновой материал через загрузочное окно 9 питающим устройством 10 вводится в пневмосепарирующий канал 5, из которого легкие примеси восходящим потоком воздуха по основному 16 и дополнительному 17 пневмосепарирующим каналам, а также запыленный воздух из загрузочного окна 9 по пылеотводящему каналу 22 через жалюзийное окно 21 и отвод 20 дополнительного канала 17 выносятся в осадочную камеру 7, осаждаются в ней и приспособлением 8 выводятся за пределы пневмосепаратора. Воздушный поток с пылью, выходящий из осадочной камеры 7, поступает в пылеотделитель 13, где очищенный от пыли воздух отсекается жалюзийной стенкой 14 и направляется в воздухоподводящий канал 6 для повторного технологического использования вентилятором 1, а осажденная пыль выгрузным устройством 15 выводится за пределы пневмосепаратора. Часть очищенного зерна сходит по сетке 11, которая предотвращает травмирование лопатками колеса 2 очищенного зерна, способствует дополнительному ожежению воздушным потоком зерна и выделению из него остаточных легких и пылевидных примесей. Очищенное зерно через окно 12 выводится наружу. Скорость воздуха в основном 16 и дополнительном 17 пневмосепарирующих каналах устанавливается регулировочными заслонками 23 и 24 таким образом, чтобы исключить вынос зерна в

осадочную камеру 7. Распределение соотношения количества зерна по плотности его струи, подлежащего очистке в основном 16 и дополнительном 17 пневмосепарирующих каналах и, следовательно, соотношение в них расхода воздуха устанавливается распределительной заслонкой 19.

Недостатком данного пневмосепаратора является выброс запыленного воздуха из осадочной камеры в окружающую атмосферу, что ухудшает санитарно – гигиеническую обстановку вокруг машины и создает тяжелые условия работы обслуживающему персоналу.

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей (патент № 2279933) используется для послеуборочной обработки зерна и для получения семенного материала (рисунок 1.7).



1 – вентилятор, 2 – колесо вентилятора, 3 – всасывающий патрубок, 4 – выпускной диффузор, 5 – воздухоподводящий канал, 6 – осадочная камера, 7 – приспособление вывода легких примесей, 8 – пневмосепарирующий канал, 9 – загрузочное окно, 10 – питающее устройство, 11 – регулирующее устройство, 12 – приемник фракции полновесного зерна, 13 – приемник фуражной фракции, 14, 15 – отводные устройства, 16 – стенка, 17 – верхняя часть стенки, 18 – жалюзийное окно, 19 – жалюзийная плоскость, 20 – перепускной канал, 21 – регулятор расхода воздуха

Рисунок 1.7 – Схема замкнутого пневматического сепаратора зерновых смесей (патент № 22 79933).

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей состоит из диаметрального вентилятора 1, имеющего колесо 2, всасывающий патрубок 3 и выхлопной диффузор 4, соединенный с воздухоподводящим каналом 5, осадочной камеры 6 с приспособлением 7 вывода легких примесей, наклонного пневмосепарирующего канала 8. Пневмосепарирующий канал 8 в верхней части непосредственно соединен с всасывающим патрубком 3 диаметрального вентилятора 1. На внутренней стенке пневмосепарирующего канала 8 выполнено загрузочное окно 9, в котором установлено питающее устройство 10. В верхней части пневмосепарирующий канал 8 имеет регулирующее устройство 11, а в нижней части – приспособление для вывода очищенного зерна, выполненное в виде приемников 12 и 13 фракции полновесного зерна и фуражной фракции соответственно. Приемники 12 и 13 имеют отводные устройства 14 и 15 и разделены стенкой 16, верхняя часть 17 которой выполнена раздвижной с выпуклой рабочей поверхностью, обращенной по направлению поступления обрабатываемых компонентов зерновой смеси. Осадочная камера 6 сообщается с выхлопным диффузором 4 вентилятора 1 через жалюзийное окно 18, расположенное в зоне его криволинейной стенки. Для более эффективного осаждения легких примесей в осадочной камере 6 установлена жалюзийная плоскость 19. Осадочная камера 6 через перепускной канал 20, имеющий регулятор расхода воздуха 21, соединяется с нижней частью пневмосепарирующего канала 8.

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей работает следующим образом.

Воздух, нагнетаемый диаметральным вентилятором 1, по воздухопроводящему каналу 5 поступает в пневмосепарирующий канал 8. Очищаемая зерновая смесь через загрузочное окно 9 питающим устройством 10 вводится в пневмосепарирующий канал 8, из которого легкие примеси восходящим потоком воздуха выносятся через патрубок 3 к вентилятору 1,

захватываются его лопатками и, проводя через его ротор, отбрасываются центробежными силами к периферии и, двигаясь по криволинейной стенке выхлопного диффузора 4 вентилятора 1, через входное жалюзийное окно 13 попадают в осадочную камеру 6 вместе с частью воздуха. Основной же поток воздуха, отделенный в выхлопном диффузоре 4 вентилятора 1 входным жалюзийным окном 18 от легких примесей, поступает снова в воздухоподводящий канал 5 для последующих стадий выполнения технологического процесса. В осадочной камере 6 легкие примеси за счет гравитационно-инерционных сил осаждаются и выводятся наружу приспособлением 7. Очищенный от легких примесей воздух из осадочной камеры 6 по перепускному каналу 20 поступает в нижнюю часть пневмосепарирующего канала 8. В пневмосепарирующем канале 8 очищенная от легких сорных примесей зерновая смесь под воздействием воздушного потока перераспределяется и делится на фракции. Полновесные зерна, которым присущи максимальная скорость витания и крутонисходящая траектория движения, выпадают в приемник 12, собираются в нем и отводным устройством 14 выводятся за пределы машины. Щуплые, дробленые и битые зерна, обладающие меньшей скоростью витания, имеют полого падающие траектории движения и выпадают в приемник 13. Часть же щуплого, дробленого и битого зерна, поступившего на выпуклую рабочую поверхность раздвижной части 17 стенки 16, под воздействием воздушного потока, выходящего из осадочной камеры 6 по перепускному каналу 20 в пневмосепарирующий канал 8, также выносятся в приемник 13, чем обеспечивается качество очистки фракции полновесного зерна. Из приемника 13 фуражная фракция аналогично выводится отводным устройством 15 за пределы машины.

Данный замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей имеет довольно длинную и сложную разветвленную сеть, что обуславливает увеличение суммарного сопротивления сети, а это, в свою очередь, повышает затраты энергии при генерировании воздушного потока вентилятором.

Наличие такой длинной воздушной системы увеличивает металлоемкость, усложняет конструкцию и эксплуатацию машины.

Сепаратор для предварительной очистки зернового вороха СПО-100. Сепаратор СПО-100 предназначен для предварительной очистки поступающего от комбайнов зернового вороха зерновых и зернобобовых, колосовых, крупяных культур и семян трав от крупных и легких сорных примесей, которые отделяются воздушным потоком и решетно-сетчатым транспортером, для лучшего сохранения зерна и семян, подготовки зерна к сушке или активному вентилированию и повышает эффективность последующей очистки зерна.

Сепаратор СПО-100 рассчитан для работы в стационарных поточных линиях во всех зонах нашей страны.

Основными рабочими органами сепаратора СПО-100 являются камера приемная и аспирационная система. Привод рабочих органов данного сепаратора осуществляется цепной и клиноременной передачами от электродвигателя.

Зерновой ворох по зернопроводам поступает в загрузочный шнек, который равномерно распределяет зерновой материал по ширине этого сепаратора и подает по скатному листу на сетчатый транспортер.

Зерно, мелкие и легкие примеси проходят через него, а крупные примеси, т.е. солома, колоски и прочие примеси, выводятся сетчатым транспортером из сепаратора СПО-100.

Для более эффективности просеивания зерновой фракции ведомая ветвь сетчатого транспортера встряхивается.

Зерновой материал, который прошел сквозь сетчатый транспортер сепаратора, сбрасывается битером во всасывающий канал аспирации.

В сепараторе СПО-100 замкнутый воздушный поток создается встроеным диаметральный вентилятор. А скорость воздушного потока регулируется дроссельной заслонкой, который расположен в нагнетательном канале сепаратора.

В сепараторе СПО-100 совмещена тонкая и грубая регулировки скорости воздушного потока дроссельной заслонкой.

Тонкая регулировка скорости воздушного потока осуществляется при затянутой гайке вращением винта. Легкие примеси выводятся из сепаратора шнеком 6, а очищенное зерно выводится самотеком.

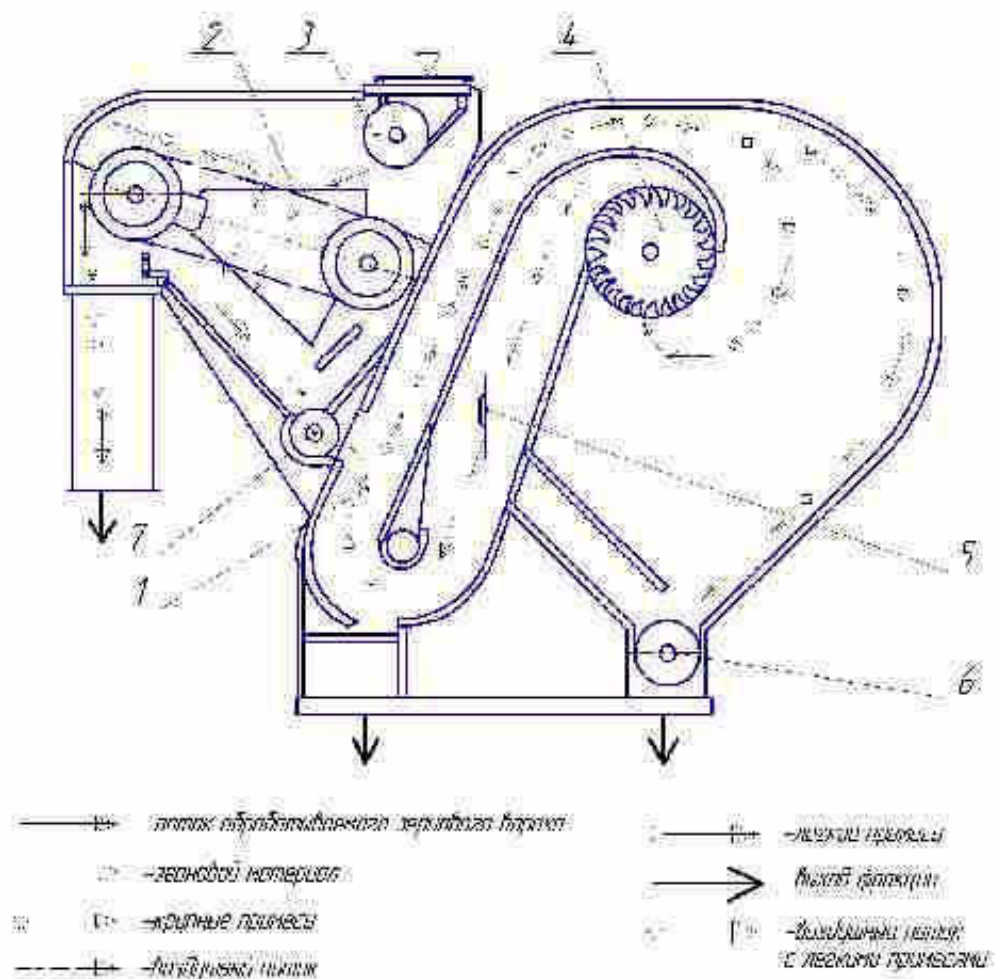


Рисунок 1.8 - Технологическая схема сепаратора СПО-100

После пуска сепаратора СПО-100 необходимо убедиться, что валов сепаратора вращается против часовой стрелки, а вбрасывающего бигера по часовой стрелки, когда смотреть со стороны привода ротора вентилятора и, что все рабочие органы работают правильно. После этого можно приступить к технологическим регулировкам данного сепаратора.

При помощи грузов на клапане загрузочного шнека необходимо регулировать равномерную подачу зернового вороха по всей ширине сетчатого транспортера - положение при котором давление на распределительный клапан загрузочного шнека минимально.

С помощью дроссельной заслонкой можно регулировать скорость воздушного потока в пневмоканале данного сепаратора.

О качестве работы сепаратора можно судить по выходе очищенного зерна, легких и крупных примесей. Работа сепаратора считается нормальной тогда, когда имеются в отходах единичные зерна семян основной культуры. А если в выходе из осаждающей камеры сепаратора много семян основной культуры, то необходимо уменьшить скорость воздушного потока.

Недостатки

1. Существенные затраты при эксплуатации данного сепаратора.
2. Высокая цена сепаратора.

Вышеприведенный анализ конструкций воздушных сепараторов и технологий послеуборочной обработки зернового материала выявлен ряд недостатков, которые увеличивают затраты и расходы, связанные с послеуборочной обработкой зерна:

- нерациональный подбор технологического оборудования
- высокие энергетические затраты
- нерациональное использование производственных площадей
- отсутствие научно-обоснованной технологии послеуборочной обработки зерна.

Отсюда видно, что все эти затраты оказывают большое влияние на себестоимость продукции. Следовательно, модернизировав технологическую линию послеуборочной обработки зерна, можно ликвидировать эти недостатки, это положительно скажется на себестоимости продукции. При этом необходимо адаптировать технологию послеуборочной обработки зерна под условия данного хозяйства, минимизировав количество оборудования, не

снижая качества получаемого продукта. Можно заметить, что послеуборочная обработка зерна является сложной операцией, нужно правильно использовать зерноочистительные машины, чтобы после очистки выход зерна был с минимальными механическими повреждениями. Поэтому необходимо разработать машину, позволяющую качественно выполнять эту операцию в условиях данного хозяйства.

2 ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предлагаемая технология очистки и сортировки зерна на зернотоке

Зерноток предприятий предназначается для сушки, очистки и сортировки зерна. Технологический процесс выглядит следующим образом: зерно, привезенное с полей, загружается на сушильные площадки через загрузочные ворота непосредственно из автотранспорта. После разгрузки зерно разравнивается на площадке слоем толщиной 0.8х1.5 м., в зависимости от влажности. Контроль влажности производится путем взятия проб зерна и последующим измерением прибором ПВЗ - 10 М.

Сушильная площадка представляет собой настил размерами 10х4.5 м из балок сечением 100х100 мм. Расстояние между балками 0.9 м. Поверх балок, перпендикулярно им, уложены бруски сечением 50х50 мм. Расстояние между брусками 50 мм. Сверху бруски закрыты мелкоячеистой металлической сеткой.

Между поверхностью площадки и землей находится воздушное пространство высотой 1м. В него через воздуховоды сечением 1х1 м. подается воздух от теплогенератора ВПТ - 600. Температура воздуха 55 °С. Продолжительность сушки составляет 4...5 часов в зависимости от первоначальной влажности. Во время сушки зерно периодически перемешивается и измеряется его влажность.

По окончании сушки зерно сгребается в нижний желоб транспортера площадки и подается им в машинный зал. Там зерно проходит очистку и сортировку в зерноочистителе «Петкус – гигант» К 531/1 и норией НЗС-10 подается в бункер сортового зерна. При наполнении бункера зерно разгружается в автотранспорт и вывозится на зерносклад.

Существующая технологическая схема имеет недостатки: не производится очистки вороха, что замедляет процесс сушки и сортировки зерна, ведется неточный учет массы сортового семенного зерна.

Предлагается следующая технологическая схема: привезенное с полей зерно разгружается из автотранспорта в приемную яму сырого зерна. Из ямы зерно самотеком поступает в приемный короб транспортера очистки вороха. Транспортером очистки вороха зерно подается в ворохоочиститель «Петкус – вибрант» К 532 и после очистки самотеком поступает в норию сырого зерна НПЗ-20. Норией зерно поднимается на верхнюю ветвь транспортера площадки. Из желоба верхней ветви транспортера посредством пяти шиберных заслонок зерно распределяется по длине площадки и окончательно разравнивается. Процесс сушки и контроля влажности полностью аналогичен существующему.

После достижения зерном требуемой влажности оно сгребается в нижний желоб транспортера площадки и подается им в машинный зал. В машинном зале зерно попадает в приемный короб промежуточного транспортера и перемещается им в приемный короб транспортера сортировки. Оттуда зерно забирает транспортер сортировки и перемещает его в сортировочную машину «Петкус – гигант» К 531/1. По окончании сортировки зерно самотеком поступает в норию сухого зерна НПЗ-10, которой подается в бункер, установленный на весы. При наполнении бункера и фиксации массы готового зерна, оно самотеком подается в разгрузочную норию НЗС-20, и ей транспортируется в бункер сортового зерна. Из бункера зерно грузится в автотранспорт и вывозится на семенной зерносклад.

Отходы после очистки и сортировки зерна, образующиеся в сортировальной машине, попадают в транспортер 2 сорта и им перемещаются в норию 2 сорта НПЗ-10, которая подает отходы в бункер 2 сорта. При заполнении бункера 2 сорта отходы выгружаются в автотранспорт и вывозятся на фуражный зерносклад.

2.2 Расчет освещения зернотока

2.2.1 Расчет осветительной установки машинного зала

Выбор метода расчета.

Данное помещение является основным, в нем нормируется общая освещенность, присутствуют большие затеняющие предметы (сортировочные машины, нории, транспортеры). Исходя из этого освещение этого помещения будем рассчитывать точечным методом. Метод позволяет определить световой поток светильников, необходимый для создания требуемой освещенности в рабочей точке, при условии, что отражение от стен, потолка и рабочей поверхности не играет существенной роли.

Выбор вида и системы освещения.

В данном помещении $E_{н}$ для ламп ДРЛ равна 20 лк. В таком случае принимаем общую равномерную систему освещения.

Освещение должно обеспечивать нормированную освещенность во всех точках рабочей поверхности и иметь соответствующее качество, также в помещении персоналом ведутся работы, поэтому выбираем рабочее освещение.

В качестве источника света выбираем лампы ДРЛ $E_{н}=20$ лк. Коэффициент запаса принимаем 1.15, его вводят для того, чтобы освещенность к концу срока службы лампы не снизилась ниже нормируемого значения на стадии проектирования.

Выбор светового прибора производим:

- а) по степени защиты: IP 52.
- б) по форме кривой силы света: М.
- в) по конструктивному исполнению.
- г) по экономическим показателям

В данном помещении выбираем светильник НСП 02, т.к. этот светильник имеет высокий КПД, имеет косинусное светораспределение, рекомендуемое для с/х помещений.

Размещение световых приборов.

Определяем расстояние между световыми приборами по формуле:

$$L=H_p \cdot \lambda_{ср}, \quad (2.1)$$

где H_p - расчетная высота осветительной установки, м

$$\lambda_{cp} = \frac{\lambda_c + \lambda_o}{2}$$

где λ_c - относительное светотехническое оптимальное расстояние между светильниками.

λ_o - относительное экономическое оптимальное расстояние между светильниками.

Для кривой силы света М:

$$\lambda_c = 1.8 - 2.6, \lambda_o = 2.6 - 3.4$$

Принимаем $\lambda_c = 2$, $\lambda_o = 3$,

$$\text{Отсюда: } \lambda_{cp} = (2+3)/2 \quad \lambda_{cp} = 2.5$$

Расчетная высота осветительной установки определяется:

$$H_p = H_o - h_{cv} - h_{pob}, \quad (2.2)$$

где H_o - высота помещения, м;

h_{cv} - высота свеса светильников, м;

h_{pob} - высота рабочей поверхности от пола, м.

Принимаем равной высоте прокладки троса для монтажа светильников т.е. $H_o = 3$ м, $h_{cv} = 0.5$ м т.к. рабочей поверхностью является пол, то $h_{pob} = 0$.

Находим по формуле H_p :

$$H_p = 3 - 0.5 - 0 = 2.5 \text{ м}$$

Находим по формуле (2.1.) L :

$$L = 2.5 \cdot 2.5 = 6.25 \text{ м}$$

Определяем расстояние от крайних светильников до стены: $l_{м} = 0.5 \cdot L$

$$l_{м} = 0.5 \cdot 6.25 = 3.125 \text{ м}$$

Найдем число светильников по длине помещения по следующей формуле:

$$Na = A/L,$$

$$Na = 35/6.25 = 4.6 - \text{принимаем } Na = 6 \text{ светильников}$$

Найдем число светильников по ширине помещения

$$Nb = B/L$$

$$Nb = 10/6.25 = 1.6 - \text{принимаем } Nb = 2 \text{ светильника}$$

Уточним расстояние между светильниками:

$$La = A / Na \quad La = 35 / 6 = 4.8 \text{ м}$$

$$Lb = B / Nb \quad Lb = 10 / 2 = 5 \text{ м}$$

Так как в правой части здания находятся бункеры сухого зерна 1-го и 2-го сорта, то убираем два крайних правых светильника. Расстояния между остальными светильниками остаются без изменения.

Найдем общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb$$

$$N = (6 \cdot 2) - 2 = 10 \text{ св.}$$

Определение мощности осветительной установки.

Разместим на плане выбранные светильники и обозначим контрольные точки, в которых предполагается минимальная освещенность.

Точки выберем в зоне расположения технологического оборудования.

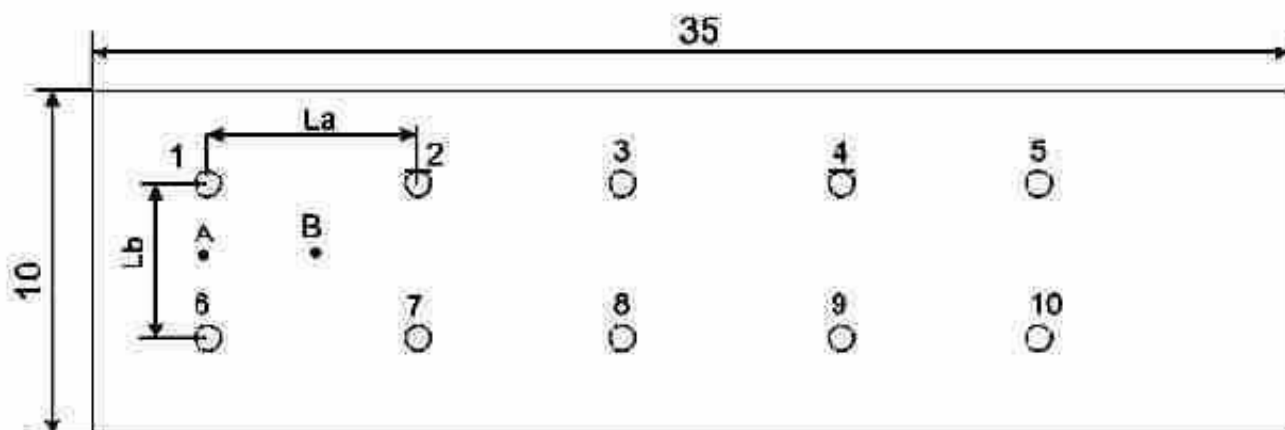


Рисунок 2.1 – Схема расположения светильников в помещении.

Определим относительную условную освещенность в каждой контрольной точке.

Точка А:

Определяем относительную условную освещенность от светильников 1,6.

Определим в контрольной точке условную освещенность $e = \sum_{i=1}^n e_i$,

где e_i - условная освещенность контрольной точки от i -го светильника со световым потоком 1000 лм.

$$E_i = \frac{I_{ai}^{1000} \cdot \cos^3 \alpha_i}{H_p^2}, \quad (2.3)$$

где α_i - угол между вертикалью и направлением силы света i -го светильника в расчетную точку.

I_{ai}^{1000} - сила света i -го светильника с условной лампой ($\Phi=1000$ лм) в направлении расчетной точки.

$$H_p=2,5 \text{ м} \quad \alpha_{1,6} = \arctg \frac{d}{H_p} = \arctg \frac{2,5}{2,5} = 45^\circ \text{ С} \quad \cos^3 \alpha = 0,353$$

Численные значения I_{ai}^{1000} определяем по силе света типовых КСС $I_{ai}^{1000}=159,2$.

По формуле найдем

$$e_{1,6} = \frac{159,2 \cdot 0,353}{6,25} = 9$$

Определяем относительную условную освещенность от светильников

2.7

$$H_p=2,5 \text{ м} \quad \alpha_{1,6} = \arctg \frac{d}{H_p} = \arctg \frac{6,3}{2,5} = 68,35^\circ \text{ С} \quad \cos^3 \alpha = 0,05$$

Численные значения I_{ai}^{1000} определяем по силе света типовых КСС

$$I_{ai}^{1000}=159,2,$$

По формуле найдем

$$e_{2,7} = \frac{159,2 \cdot 0,05}{6,25} = 1,27$$

Определяем относительную условную освещенность от светильников

3.8

$$H_p = 2,5 \text{ м} \quad \alpha_{3,8} = \arctg \frac{d}{H_p} = \arctg \frac{11,8}{2,5} = 78,1^\circ \text{ С} \quad \cos^3 \alpha = 0,05$$

Численные значения I_{α}^{1000} определяем по силе света типовых КСС

$$I_{\alpha}^{1000} = 159,2,$$

По формуле найдем

$$E_{3,8} = \frac{159,2 \cdot 0,008}{6,25} = 0,233$$

Дальнейший расчет не ведем, т.к. условная освещенность от светильников 3,8 менее 0,1 условной освещенности светильников 1,6.

Для точки В условную освещенность находим аналогично.

Данные заносим в таблицу 2.8

Таблица 2.1 – Расчет условной освещенности

№ точки	№ св.	d, м.	$\alpha, \text{град.}$	$\cos^3 \alpha$	I_{α}^{1000}	e, i	$\Sigma e, i$
A	1,6	2,5	45	0,353	159,2	9	18
	2,7	6,3	68,35	0,05	159,5	1,27	2,54
Итого:							20,54
B	1,2,6,3	3,82	56,8	0,164	159,2	4,17	16,68
	3,8	9,05	74,5	0,019	159,2	0,48	1,92
Итого:							18,6

Дальнейший расчет ведем по точке В, т.к. в ней суммарная освещенность меньше.

Световой поток определяется по формуле,

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot E_n \cdot \kappa_i}{\mu \cdot \Sigma \varepsilon_i} \quad (2.4)$$

где $\mu=1.1$ - коэффициент, учитывающий дополнительно освещенность от удаленных светильников и отражения от ограждающих конструкций.

1000-световой поток условной лампы, лм

$$\Phi = \frac{1000 \cdot 20 \cdot 1.15 \cdot 1.1}{18.6} = 1124.14 \text{ лм}$$

По вычисленному значению светового потока выбираем тип и мощность лампы

Выбираем лампу БК 215-225-75 $P_{\lambda}=75 \text{ Вт}$ $\Phi_{\lambda}=1020 \text{ лм}$

Рассчитываем отклонение табличного потока от расчетного:

$$\Delta \Phi = \frac{\Phi_{\lambda} - \Phi}{\Phi}$$
$$\Delta \Phi = \frac{1020 - 1124.14}{1124.14} \cdot 100\% = -9.2\%$$

Т.к. $-10\% < -9.2 < 20\%$ - значит тип лампы выбран правильно.

Рассчитаем удельную мощность осветительной установки:

$$P_{уд} = \frac{P_{св} \cdot N \cdot n}{A}, \quad (2.5)$$

где N - количество светильников в ряду,

n - число рядов,

A - площадь помещения, м^2

$N=10$ светильников $n=2$ $A=350 \text{ м}^2$ $P_{св}=75 \text{ Вт}$

По формуле находим $P_{уд}$

$$P_{уд} = \frac{75 \cdot 5 \cdot 2}{350} = 2.14 \text{ Вт/м}^2$$

2.3 Расчет нагрузок, выбор источников электроснабжения и расчет линии передач

Расчет нагрузок на вводах потребителей

Расчетную мощность на вводе в здания определим путем анализа технологического процесса с учетом последовательности операций и организации работ на данном объекте. При этом следует учитывать только

те электроприемники, которые участвуют в формировании максимума нагрузок [10]

Расчетную нагрузку в таком случае определяют по формуле,

$$P_{pac} = \sum_1^n \frac{P_n \cdot k_z}{\eta} + 2 \sum_1^m \frac{P'_n \cdot k_z \cdot t'}{\eta}, \quad (2.6)$$

где P_n – номинальная мощность каждого из n приемников, участвующих в максимуме нагрузок в течении времени более 0.5 ч, кВт,

k_z – коэффициент загрузки электроприемника,

η – КПД электроприемника,

n – число электроприемников, участвующих в максимуме нагрузок с продолжительностью 0.5 ч и более,

P'_n – номинальная мощность каждого из электроприемников участвующих в максимуме нагрузок менее 0.5 ч,

t' – длительность непрерывной работы каждого из электроприемников при $t < 0.5$ ч,

m – число электроприемников, участвующих в максимуме нагрузок менее 0.5 ч.

Расчетную мощность определяют по формуле

$$S_{pac} = \frac{P_{pac}}{\cos \varphi}, \quad (2.7)$$

где $\cos \varphi$ – коэффициент мощности на вводе данного потребителя при максимальной нагрузке

Коэффициент мощности на вводах в здание можно определить в зависимости от отношения суммы номинальных мощностей всех установленных двигателей $P_{д\sum}$ к суммарной установленной мощности всех электроприемников $\sum P$, [10]

Если установленная мощность тепловых электрoприемников более 60% общей установленной мощности, то коэффициент мощности определяют в зависимости от отношения $P_e / \sum P$, [10]

Пример расчета покажем на примере зерноочистительного пункта

Определяем расчетную мощность зерноочистительного пункта

$$P_{\text{рас}} = \frac{0.75 \cdot 0.6}{0.73} + \frac{4 \cdot 0.6}{0.85} + \frac{22 \cdot 0.6}{0.81} + \frac{3 \cdot 0.8}{0.82} + \frac{15 \cdot 0.7}{0.78} + \frac{0.75 \cdot 0.7}{0.78} + \frac{4 \cdot 0.7}{0.85} + \frac{3 \cdot 0.7}{0.82} + \frac{15 \cdot 0.7}{0.78} + 3 \cdot \frac{15 \cdot 0.7}{0.78} + \frac{22 \cdot 0.8}{0.86} = 42.13 \text{ кВт}$$

Значение коэффициента мощности определяем из соотношения $P_{\text{дз}} / \sum P$:

$$P_{\text{дз}} / \sum P = \frac{52.4}{55.125} = 0.95,$$

$$\cos \varphi = 0.74$$

Определяем полную расчетную мощность на вводе в здание:

$$S_{\text{рас}} = \frac{42.13}{0.74} = 56.9 \text{ кВт} \cdot \text{А}$$

Остальные помещения рассчитываем аналогично.

Таблица 2.2 – Расчетные мощности на вводах потребителей

Наименование помещения	Расчетная мощность, кВт	$\cos \varphi$	$S_{\text{рас}}$, кВт · А
Зерноочистительный пункт	42.13	0.74	56.9
Склад инвентаря	1.6	1	1.6
Склад семенного зерна на 500 т	13.5	0.83	21.1
КЗС	146.5	0.75	194.3

Склад фуражного зерна на 1000 т	19.7	0.84	23.5
Овощехранилище на 180 т	3.8	0.81	9.6

Расчет сечений проводов ВЛ 0,4 кВ

Для воздушных линий напряжением 0,38 кВ экономические сечения выбираем методом экономических интервалов по таблицам, [11]

Провода выбираем по расчетной мощности. Толщина стенки гололеда $b = 10$ мм, [11], линия будет выполнена на железобетонных опорах

При выбранных сечениях провода выполняем расчет сети на потерю напряжения при условии, что передается мощность расчетного года. Потерю напряжения на участках ВЛ в процентах от номинального напряжения определяем по формуле:

$$\Delta U = \Delta U_{уд} \cdot S_{расч} \cdot l, \quad (2.11)$$

где $\Delta U_{уд}$ – удельная потеря напряжения, %/(кВ · А · км), [11],

$S_{расч}$ – расчетная мощность на участке без учета коэффициента динамики роста нагрузок,

L – длина участка, км

Производим расчет сечений проводов линии №1.

$S_{4.5} = 23.5$ кВ · А, Принимаем провод марки ППВ

$S_{2.4} = 213.2$ кВ · А, Принимаем провод 3 ППВ 95+А95

$S_{ТП-2} = 214.3$ кВ · А, Принимаем провод 3 ППВ 95+А94

Производим расчет сечений проводов линии №2

$S_{3.6} = 9.6$ кВ · А, Принимаем провод 3 ППВ 25 + А24

$S_{1.3} = 26.1$ кВ · А, Принимаем провод 3 ППВ 25 + А24

$S_{ТП-1} = 70.1$ кВ · А, Принимаем провод 3 ППВ 50 + А50

Потери напряжения на каждом участке:

$$\Delta U_{ТП-2} = \Delta U_{удТП-2} \cdot S_{расчТП-2} \cdot l_{ТП-2} = 0.3 \cdot 214.3 \cdot 0.015 = 0.96\%$$

$$\Delta U_{2.4} = \Delta U_{уд2.4} \cdot S_{расч2.4} \cdot l_{2.4} = 0.3 \cdot 213.2 \cdot 0.03 = 1.91\%$$

$$\Delta U_{4,5} = \Delta U_{уд4,5} \cdot S_{расч4,5} \cdot l_{4,5} = 0,8 \cdot 23,5 \cdot 0,05 = 0,94 \%$$

$$\Delta U_{ТП,1} = \Delta U_{удТП,1} \cdot S_{расчТП,1} \cdot l_{ТП,1} = 0,45 \cdot 70,1 \cdot 0,022 = 0,69\%$$

$$\Delta U_{1,3} = \Delta U_{уд1,3} \cdot S_{расч1,3} \cdot l_{1,3} = 0,8 \cdot 26,1 \cdot 0,056 = 1,17 \%$$

$$\Delta U_{3,6} = \Delta U_{уд3,6} \cdot S_{расч3,6} \cdot l_{3,6} = 0,77 \cdot 9,6 \cdot 0,053 = 0,4 \%$$

Потеря напряжения в линиях

1 линия

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{ТП,2} + \Delta U_{2,4} + \Delta U_{4,5} = 0,96 + 1,91 + 0,94 = 3,81 \%$$

2 линия

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{ТП,1} + \Delta U_{1,3} + \Delta U_{3,6} = 0,69 + 1,17 + 0,4 = 2,26 \%$$

2.4 Безопасность и экологичность при эксплуатации зернотока

Потеря напряжения в линиях не превышает 5 %, следовательно сечения проводов выбраны верно.

На зерноочистительных комплексах вредным фактором для организма человека является пыль. Под влиянием длительного воздействия пыли различных видов снижается фильтрующая способность носовой полости, на других участках дыхательных путей развиваются хронические воспалительные процессы, в том числе силикоз легких, который нередко осложняется туберкулезом. Для предотвращения попадания пыли в рабочую зону устраивают местную вентиляцию, также применяют средства индивидуальной защиты: спецодежду, очки, респираторы. Под влиянием шума появляются головные боли, ухудшается иммунитет человека к болезням. Для предотвращения предусмотрены наушники. На зерноочистительных комплексах имеются также много вращающихся машин и деталей механизмов, которые необходимо оборудовать ограждением.

Расчет молниезащиты комплекса

Молниезащита - это комплекс защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности зданий и сооружений, оборудования, материалов от воздействия взрывов, загораний и разрушений, возникающих при воздействии молнии.

Основные элементы молниезащиты: молниеприемник, токоотвод, заземлитель. Молниеприемники изготавливают из стального стержня длиной 1,0–1,5 м, сечением не менее 100 мм^2 , закрепленного на трубчатых железобетонных или деревянных опорах. Токоотводы и заземлители изготавливают из стальных стержней диаметром не менее 6 мм (в земле 10 мм) угловой стали и прямоугольной с толщиной полок не менее 4 мм. Все соединения выполняют сваркой.

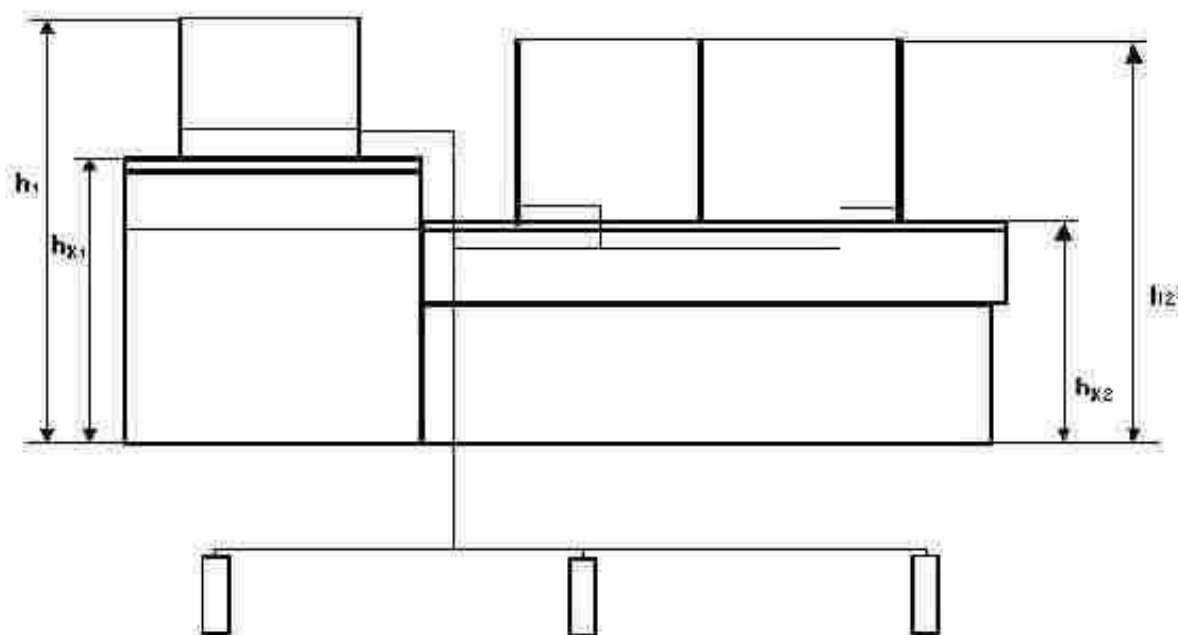


Рисунок 2.2 – Молниезащита зернотока

Защиту у отдельных объектов выполняют с помощью стержневых молниеотводов. Зона защиты одиночного молниеотвода имеет вид тела вращения.

Молниезащиту здания рассчитываем по частям.

Машинный зал: $h_{x1} = 5 \text{ м}$, $h_{x2} = 3 \text{ м}$, $L = 15 \text{ м}$.

Определяем минимальную высоту молниеотвода:

$$h_c = h_{x1} = 5 \text{ м}$$

$$h = 0,89 \cdot h_c + 0,124 \cdot L = 0,89 \cdot 5 + 0,124 \cdot 15 = 6,31 \text{ м}$$

Определяем радиус защищаемой зоны:

$r_0 = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 6,31 = 9,465 \text{ м}$, что больше половины ширины крыши.

Определяем радиус защиты на высоте h_{x2} :

$$r_{x2}=r_0 \cdot (1-(h_{x1}/h_{x2}))=9.465 \cdot (1-3/5)=3.768\text{м},$$

что меньше ширины помещения. Принимаем высоту молниеотвода $h=7.5\text{м}$.

$$r_0=1.5 \cdot 2=10.5\text{м} \quad h_c=1.13 \cdot h-0.14 \cdot L=1.13 \cdot 7-0.14 \cdot 15=5.81\text{м}$$

Проверяем, защищен ли торец конька:

$$r_{x1}=1.5 \cdot (h-h_{x1}/0.92)=1.5(7-5/0.92)=3.09,$$

что больше 2.5м.

Принимаем 3 молниеотвода высотой $h=7.5\text{м}$.

Остальные части здания рассчитываем аналогично.

Принимаем:

- сушильные площадки – 2 молниеотвода $h=7\text{м}$
- приемная яма – 2 молниеотвода $h=8.7\text{м}$

Сопротивление полосового заземлителя определяем из выражения [15]:

$$R_z = 2,0 \cdot \rho/l = 2,0 \cdot 100/25 = 8 \text{ Ом},$$

что меньше допустимого сопротивления 100 Ом.

Возможные пути электроснабжения зерноочистительного пункта в экстремальных условиях

Экстремальные условия – это такие условия, которые вызывают катастрофические ситуации, также как землетрясение, извержение вулканов, обвалы, сели, оползни, наводнения, ураганы, снежные и пыльные бури, лесные пожары, засухи и другие стихийные бедствия, сопровождающиеся гибелью людей, разрушением городов, деревень. К ним также могут относиться производственные аварии, в результате которых нарушается технологический процесс.

Такие аварии могут произойти и на зерноочистительном пункте (разрыв топки, короткое замыкание на ЛЭП).

На случай экстремальной ситуации на комплексе необходимо предусмотреть автономное питание электроэнергией тех агрегатов, которые необходимы только для сушки зерна, чтобы зерно не испортилось при длительном отсутствии электроэнергии от государственных систем.

К таким агрегатам относятся: автомобилеподъемник, нория, двигатель вентилятора топки, вентилятор шахты и загрузочная нория. Для обеспечения этих электроприемников питанием устанавливаем дизельную электростанцию типа ДГА-3-72М.

Во время экстремальной ситуации для поддержания нормальной работы данного типа электростанции необходимо иметь специально обученного дизелиста и дежурного электрика, которые производят пуск и контроль за работой электростанции.

Пожарная безопасность

За пожарную безопасность в хозяйстве в первую очередь несет ответственность директор. Также возлагается ответственность на инженера по ТБ, заведующих фермами, бригадиров, руководителей различных отделений.

Система предотвращения пожара - это комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность пожара. На комплексе в целях пожарной безопасности около бочки с топливом стоят ящики с песком и имеется противопожарный щит, оборудованный орудиями пожаротушения: ломом, лопатой, ведром, углекислотным огнетушителем. В машинном зале имеются огнетушители типа ОУ. Также ящик с песком установлен и в теплогенераторной. Для предотвращения загорания от молнии предусмотрена молниезащита.

Организационно-правовые меры по безопасности и экологичность проекта

Меры по организации и выполнению норм и правил безопасности труда в первую очередь ложатся на директора и инженера по ТБ. Руководитель должен правильно организовать работу по улучшению службы охраны труда. Проследить, чтобы каждый из работников обеспечивался чем нужно, необходимыми индивидуальными средствами работы и санитарной защиты. Добиться, чтобы до каждого работника были доведены правила по ТБ. На лиц, виновных в нарушении охраны труда, руководитель может

наложить дисциплинарное взыскание: лишить их премии, объявить выговор, сделать замечание, кроме того за нарушение правил ТБ, работник может быть освобожден от занимаемой должности или предупрежден об исключении из членов товарищества.

За соблюдением администрацией предприятия трудового законодательства, а также норм и правил и инструкций по технике безопасности, ведется контроль вышестоящими ведомственными органами и специальными государственными инспекциями.

На комплексе также предусмотрены меры по минимальному загрязнению окружающей Среды. В частности для предотвращения попадания пыли в воздух используются специальные пылеуловители, циклоны, в которых пыль оседает на стенках и собирается в целлофановые мешки, затем вывозится и утилизируется в отведенных местах. Каждую весну на комплексе ведется борьба с грызунами.

Бочку с топливом оцепляют канавой. Для борьбы с шумом комплекс должен быть удален на расстояние 1,5 - 2 км от жилых зданий и построек. В осенне-весенний период ведется 1 раз протрава крыс. Приемники норий перед зимним периодом закрываются щитами. На зимний период комплекс должен быть законсервирован.

Предложенные мероприятия позволяют соблюсти экологические нормы и правила проекта.

3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Общее устройство и принцип действия сепаратора СЗК-25

Предлагаемая конструкция сепаратора для очистки зерна СЗК-25 состоит из решетного сепаратора и пневмосепарирующего канала, к которому присоединено вспомогательное оборудование: магнитно - аспирационная камера, переходник и сборник зерна.

Сепаратор состоит из следующих узлов: станины, кузова с решетными рамками, привода, траверсы с балансирными механизмами.

Кузов подвешивается к станине на гибких подвесках, изготовленных из стеклопластика однонаправленного ССО-ВП диаметром 12 мм согласно ТУ 6 11-585-84.

Решетные рамки вставляются в кузов по направляющим, закрепленным на боковинах кузова, и фиксируются неподвижно с помощью прижимов.

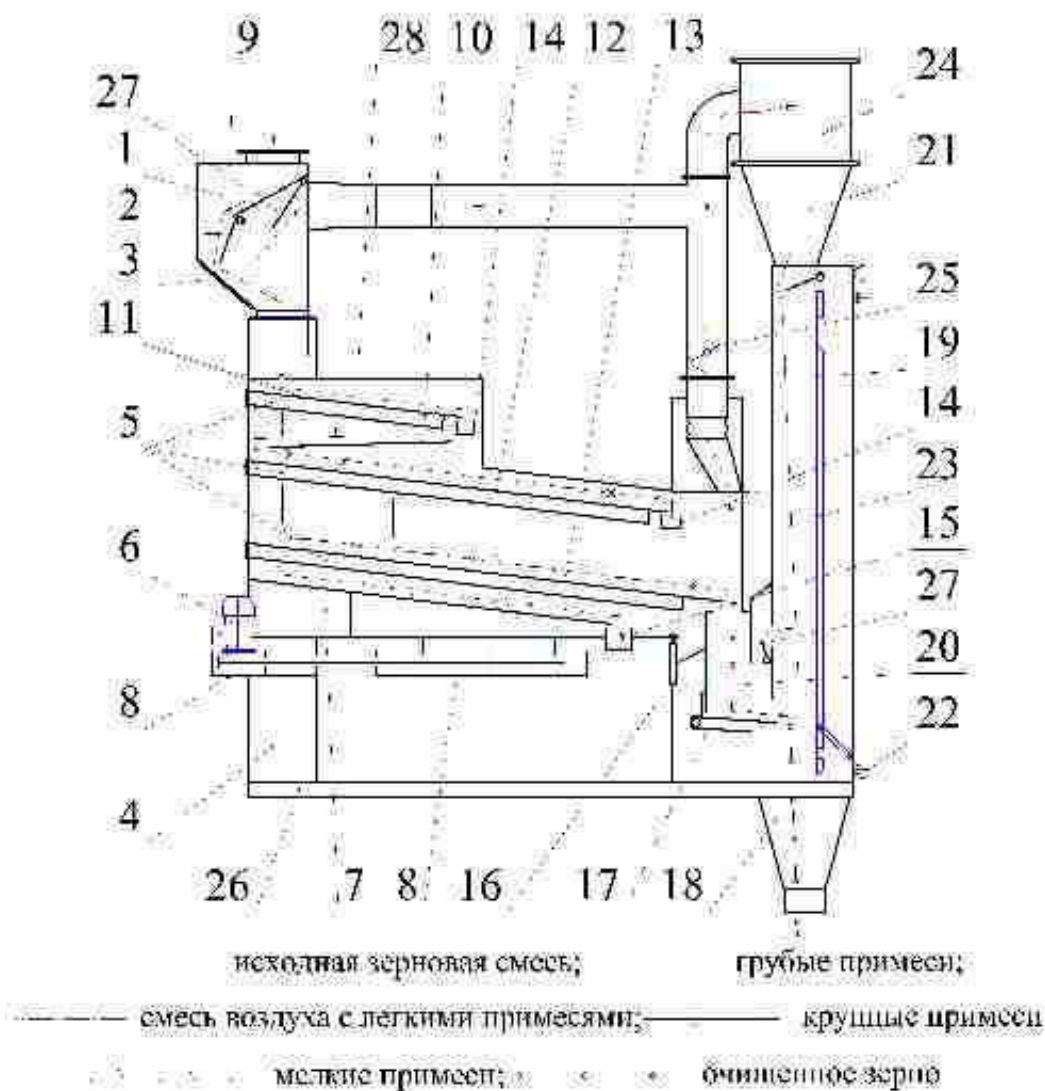
Решетные рамки разделены продольными и поперечными перегородками на ячейки, в которых размещаются резиновые шарики, предназначенные для очистки решет.

На передней стенке решетного кузова установлен приводной двигатель, который через клиноременную передачу приводит во вращение шкив с закрепленным на нем дисбалансным грузом, обеспечивающий круговое движение решетного стана.

Сверху в передней части кузова расположена магнитно-аспирационная камера 9 со смотровыми окнами, для подачи в кузов сортируемого продукта очищенного от металлических примесей и подвергнутого предварительной аспирации. На входе продукта в кузов расположен распределительный лоток 10, способствующий равномерному распределению продукта по ширине решет. Станина сепаратора состоит из передней и задней стоек, соединенных между собой боковинами и связями. На задней стенке станины крепится

					ВКР 35.03.06.04.2.20.00.00 ПЗ		
Изм.	Лист	Не док.	Подп.	Дата			
Разраб.	Халиллов			06.2	Сепаратор зерна		
Пров.	Шигенов И.Х.			06.2			
Н. контр.	Шигенов И.Х.			06.2			
Зав. каф.	Халиллов			06.2			
					Литер.	Лист	Листов
					у	1	20
					КазГАУ каф.МОА Б261-03 группа		

патрубок для подсоединения к аспирационной сети с целью предотвращения возможных ударов кузова о станину при пуске и остановке машины на нижней задней связи станины закреплен ограничитель 16 с резиновым амортизатором. Для этой цели служат и два резиновых ограничителя, которые закреплены на передней стойке станины.



1 - отбойник, 2 - заслонка, 3 - магниты, 4 - станина, 5 - решетчатые рамки, 7 - траверса, 8 - ограждение, 9 - магнитно-аспираторная камера, 10 - распределительный лоток, 11 - решетчатое приемное, 12 - решетчатое сортировочное, 13 - решетчатое подсевное, 14 - лоток крупных примесей, 15 - лоток мелких примесей, 16 - ограничитель, 17 - лоток, 18 - сборник, 19 - канал пневмосепарирующий, 20 - коробка приемная, 21 - переходник, 22 - рукоятки регулировки, 23 - подвижный экран, 24 - тройник аспирации, 25 - дроссель, 26 - рама,

27 - клапан аспирации

Рисунок 3.1 - Устройство и технологическая схема работы СЗК-25

ИЗ	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ВКР 35.03.06.04.2.20.00.00 ПЗ

Лист

2

Принцип работы сепаратора заключается в следующем. Очищаемый продукт через приемный патрубок поступает в магнитно-аспирационную камеру, затем разделяется по всей ширине сепаратора и направляется в секцию кузова.

Кузов сепаратора совершает круговые движения, под воздействием которых продукт перемещается по решетке и сортируется.

В средней части кузова установлен фартук для предотвращения возможности попадания зерна в отходы.

Крупные примеси выводятся из сепаратора через лотки 14, а смесь зерна с мелкими примесями проходит через сортировочное решето и поступает на нижнюю решетчатую рамку.

Мелкие примеси, просыпавшись через подсевное решето, попадают на днище сепаратора, а затем через лоток 17 выводятся из машины.

Очищенное на решетках от крупных и мелких примесей зерно поступает в приемник пневмосепарирующего канала, откуда с помощью лотка равномерным потоком подается в пневмосепарирующий канал, где продукт интенсивно продувается воздушным потоком.

3.2 Описание конструктивной разработки

Особенностью послеуборочной обработки зерна в настоящее время состоит в том, что зерноочистительные машины работают в поточных линиях – агрегатах и комплексах. Поэтому надежность машин в условиях индустриальной техники должна быть достаточно высокой, так как технические неисправности одной из машин приводят к нарушению работоспособности всей линии, а искажения кинематических и технологических параметров отдельных рабочих органов сказываются на качественных показателях работы всей линии.

Сепаратор СЗК-25 является одной из лучших машин в своем классе. При наличии небольших размеров он имеет высокий процент очистки от сорных примесей как в предварительной очистке, так и в окончательной. Но так как в нашем случае производственных мощностей СЗК-25 не хватает для

полной обработки зерна, мы предлагаем модернизировать машину. Так как конструкция рамы машины позволяет без значительных конструктивных изменений, увеличить габаритные размеры решетного стана до 910x720 мм мы можем установить решета с более мелкими отверстиями. Это приведет к уменьшению нагрузки на второе решето и позволит безболезненно увеличить подачу на первое решето, сохранив при этом эффективность очистки.

Определим пропускную способность решета из выражения

$$Q_p = K_p \cdot F_p \cdot g_p \cdot 3,6 \cdot \tau_{см} \quad (3.1)$$

где K_p – коэффициент зависящий от основной культуры, $K_p = 1$.

g_p – удельная нагрузка рекомендуемая на решето, принимаем $g_p = 1,9$.

$\tau_{см}$ – коэффициент учитывающий использование машины в смене, $\tau_{см} = 0,8$.

F_p – площадь решета, m^2 .

Увеличение размеров решета естественно привело к увеличению площади.

Площадь решета находим по формуле

$$F_p = a \cdot b \quad (3.2)$$

где a – длина решета, мм,

b – ширина решета, мм.

Для первичного решета, находим площадь

$$F_p = 910 \cdot 400 = 0,364 m^2$$

Площадь нового решета находим по формуле (3.2)

$$F_p = 910 \cdot 720 = 0,6552 m^2$$

Пропускную способность базисного решета находим по формуле (3.1)

$$Q_p = 1 \cdot 0,364 \cdot 1,9 \cdot 3,6 \cdot 0,8 = 1,994 \text{ т/ч}$$

Пропускную способность нового решета находим по формуле (3.1)

$$Q_p = 1 \cdot 0,6552 \cdot 1,9 \cdot 3,6 \cdot 0,8 = 3,585 \text{ т/ч}$$

Пропускная способность первого решета возросла на 79,8 %. Вследствие этого возможно увеличение подачи на машину при том же качестве очистки на первом решете. А так же уменьшение схода примесей на

второе решето

Вторая часть конструктивной разработки заключается в установке скатной доски под сортировальное решето. Установка скатной доски позволит перенести загрузку материала со второго решета на начало третьего. Это в свою очередь приведет к увеличению времени пребывания зерна на решете, а следовательно повысить качество очистки.

При внедрении реконструкций масса сепаратора СЗК-25 изменилась в сторону увеличения, а следовательно необходимо провести расчет некоторых деталей машины на которые непосредственно может отразиться изменение массы.

3.3. Разработка и описание принципиальной электрической схемы управления сепаратора зерна

Принципиальная электрическая схема управления поточной линией представлена на рисунке 3.1.

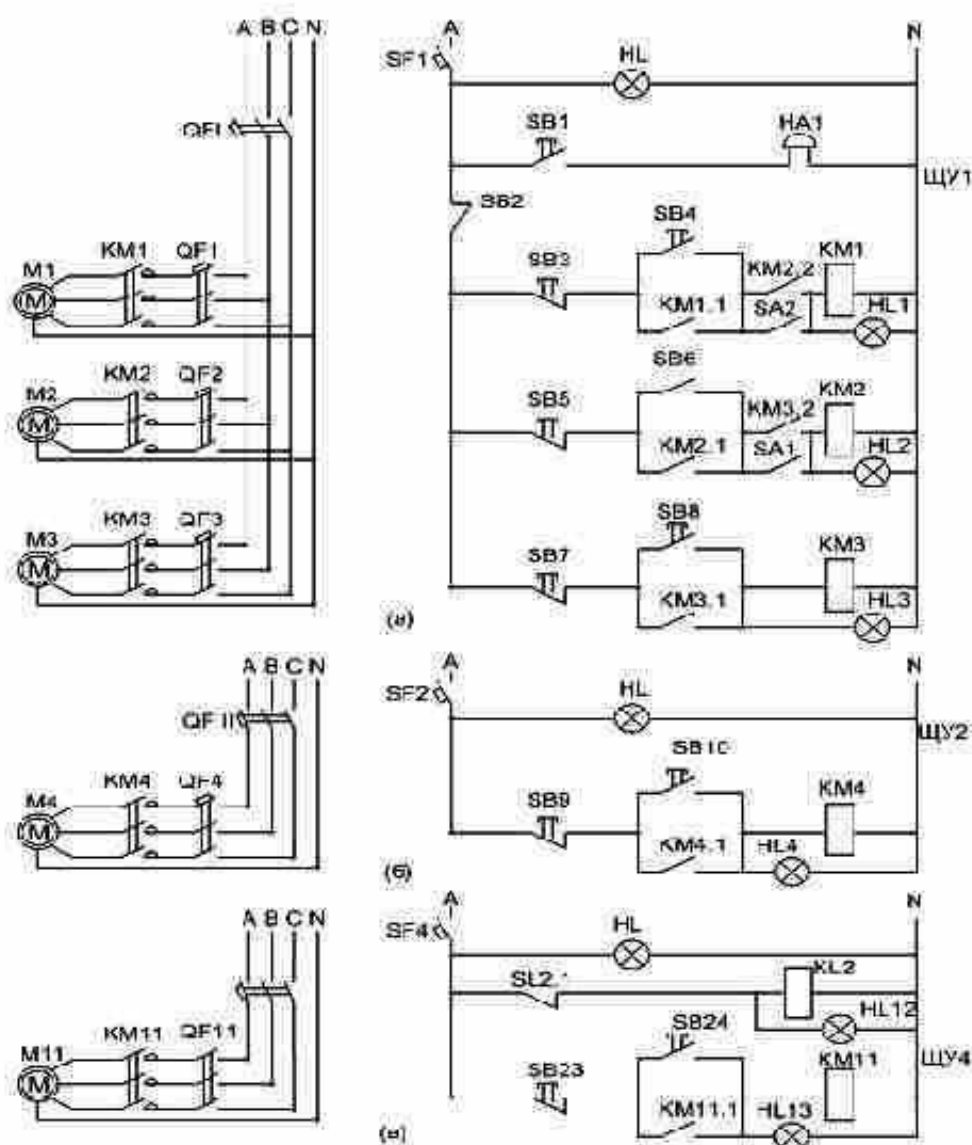
Схема содержит силовую цепь и цепь управления. Питание на силовые цепи подается вводными трехполюсными автоматическими выключателями QF1-QFIV, напряжение на каждый отдельный токоприемник M1-M11 подается через соответствующие трехполюсные автоматические выключатели QF1-QF11.

Пуск токоприемников в работу осуществляется с помощью магнитных пускателей KM1-KM11.

Питание на цепи управления подается автоматическими выключателями SF1-SF4. При этом зажигаются сигнальные лампы HL "Сеть". Нажатием кнопок SB1 и SB9 осуществляется предпусковая сигнализация процессов очистки вороха и сортировки зерна.

В схеме предусмотрена обратная последовательность пуска механизмов. Это сделано для предотвращения завалов зерна при пуске линии.

Обратный пуск осуществляется с помощью блок-контактов KM1.2, KM3.2 - в цепи управления загрузкой площадок и блок-контактов KM6.2, KM10.2 в цепи управления сортировкой зерна.



а - технологическая цепочка очистки вороха, б - управление транспортом площадок, в - управление разгрузкой бункера

Рисунок 3.1 - Принципиальная электрическая схема управления сепаратора зерна

Для включения наладочного режима предусмотрены переключатели SA1-SA7. В наладочном режиме возможен пуск и останов транспортеров и рабочих машин в любой последовательности.

Двигатель транспортера площадки не блокируется, так как он задействован в операциях загрузки и разгрузки площадок, и должен работать независимо. Пуск и останов технологического оборудования производится с помощью постов управления SB3-SB24. О запуске технологического оборудования свидетельствует загорание сигнальных ламп HL1-HL10 и HL13.

ВКР 3503.06.04.2200000 ПЗ					Лист
№	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	6

В схеме предусмотрено автоматическое отключение поточной линии сортировки при наполнении бункера и автоматическое отключение A4 разгрузочной норрии при окончании разгрузки весового бункера. Автоматикой отключения поточной линии управляет датчик уровня SL1.

При наполнении бункера замыкается контакт SL1.1 и подается питание на катушку промежуточного реле KL1, которое размыкает свой контакт KL1.1 в цепи управления пускателем KM10 и отключает его. Отключение линии происходит при помощи системы блокировок обратного пуска. При срабатывании реле KL1 загорается сигнальная лампа HL11 «Бункер полон».

Повторный запуск поточной линии невозможен без разгрузки весового бункера.

Автоматикой разгрузки управляет датчик уровня SL3.

По окончании разгрузки бункера замыкается контакт SL3.1 и получает питание катушки реле KL2, который размыкает свой контакт в цепи пускателя KM11 и отключает его. При срабатывании реле KL2 загорается сигнальная лампа HL12 «Бункер пуст» (рисунок 3.1, в).

Для управлениями транспортерами, норриями и сортировальными машинами выбираем посты управления ПКЕ 622-2У3 (SB3-SB8 и SB11-SB24) (рисунок 3.1, б). Для управления звуковой сигнализацией и аварийного останова оборудования выбираем посты управления ПКЕ 112-1АУ2 (SB1,SB2,SB9,SB10). Для звуковой сигнализации выбираем звонок типа ЗВП-220-15.

Для реализации световой сигнализации выбираем сигнальную арматуру типа АСД 11 УЗ.

Подробный перечень средств автоматизации приведен на листе 5 графической части.

Выбор щитов управления производим с учетом того, что он должен быть установлен в производственном помещении в непосредственной близости от технологического оборудования. При этом аппаратура и внутрищитовая проводка должна быть защищена от пыли, влаги и механических повреждений, а персонал - от прикосновения к токоведущим

					ВКР 35.03.06.042.20.00.00 ПЗ	Лист
Из	Лист	Абз. докум.	Посл.	Дата	С учетом этих и других требований принимаем щиты по ГОСТ 3244-7	7
					Формат А4	

68:

щит ЩУ-1 - ЩЩ-ПЗД 600×600×300 мм,

щит ЩУ-2 - ЩЩ-ПЗД 300×200×200 мм,

щит ЩУ-3 - ЩЩ-ПЗД 800×800×300 мм,

щит ЩУ-4 - ЩЩ-ПЗД 300×200×200 мм

3.4 Расчет пускозащитной аппаратуры

Каждая технологическая цепочка имеет свой щит управления. В соответствии с расчетной схемой (рисунок 3.3) и данным таблиц выбираем силовой щит на 7 групп.

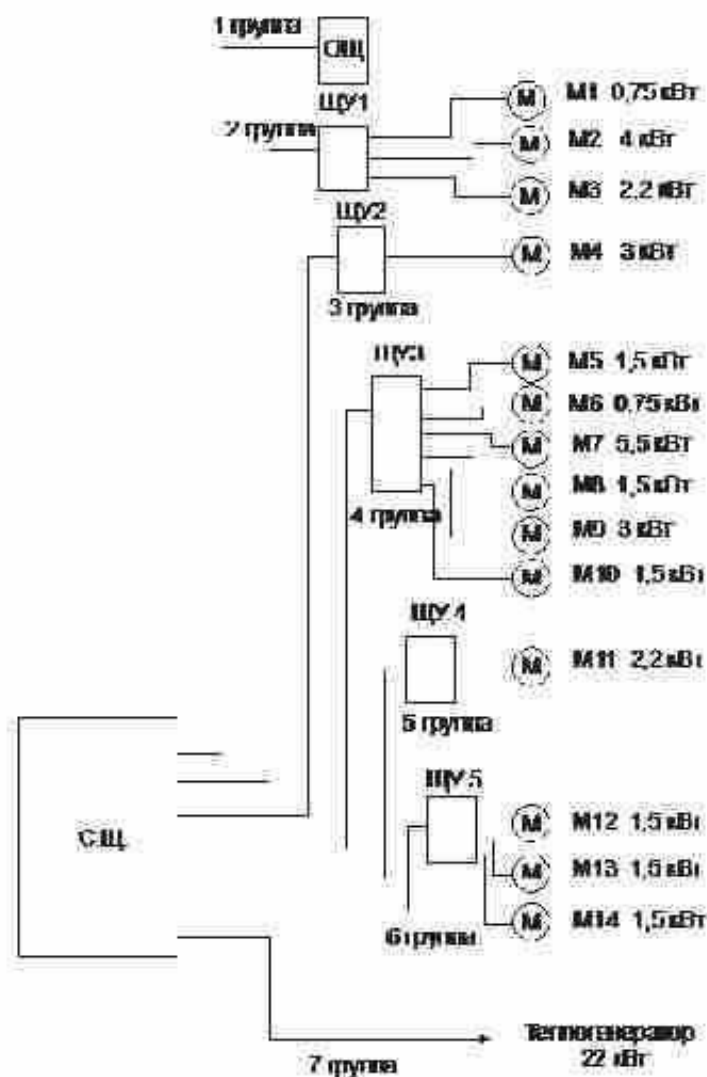


Рисунок 3.3 – Расчетная схема силовой сети

На вводе в силовой щит устанавливаем рубильник, группы защищаем предохранителями.

Выбираем пускозащитную аппаратуру и кабели для 6 группы: участок ЦУ5-М12. Данные двигателя: $P_H=1,5$ кВт, $I_H=3,5$ А, $K_T=5,5$. Автоматический выключатель выбираем из условия:

$$U_{HA} \geq U_{HY} \quad (3.10)$$

$$I_A \geq I_{HY} \quad (3.11)$$

где U_{HA} , U_{HY} – номинальные напряжения автомата и электроустановки

I_A, I_{HY} – номинальные токи автомата и электроустановки

Определяем ток теплового расцепителя автомата

$$I_{HP} = K_{HT} \cdot I_{P \text{ MAX}}$$

где K_{HT} – коэффициент надежности, (1,1 - 1,3) $K_{HT}=1,1$ [12]

$I_{P \text{ MAX}}$ – максимальный рабочий ток двигателя

$$I_{HP} = 1,1 \cdot 3,5 = 3,85 \text{ A}$$

Принимаем автомат АЕ2036, $I_H=25 \text{ A}$, $I_{HP}=4$

Устанавливаем ток расцепителя

$$I_{YP} = 0,9 \cdot 5 = 4,5 \text{ A}$$

Ток срабатывания электромагнитного расцепителя выбираем по условию

$$I_{H3} \geq K_{H3} \cdot I_P$$

$$(3.12)$$

где K_{H3} – коэффициент надежности, учитывающий разброс по току электромагнитных расцепителей

Для автоматов АЕ2000 $K_{H3}=1,25$ [12]

$$I_P = K_1 \cdot I_H = 3,5 \cdot 5,5 = 19,25 \text{ A}$$

$$I_{H3} \geq 1,25 \cdot 19,25 = 24,06 \text{ A}$$

Принимаем $I_{H3} = 12 \cdot I_{HP} = 12 \cdot 5 = 60 \text{ A}$

Для участков ЩУ-М13 и ЩУ-М14 принимаем такие же

автоматические выключатели, т.к. мощности двигателей равны, т.е. /лист

Ис. Для минимизации автоматических выключателей АЕ 2036

9

Аналогично выбираем автомат для остальных групп. Результаты расчетов заносим в таблицу 3.7

Выбор магнитных пускателей

Электромагнитные пускатели выбирают из условий:

$$U_{HP} \geq U_{HD}$$

$$(3.13)$$

$$I_{HP} \geq I_{HD}$$

Формат А4

(3.14)

где $U_{нп}$, $I_{нп}$ - номинальное напряжение и номинальный ток пускателя.

Кроме того, для обеспечения нормальной коммутации номинальный ток пускателя должен быть больше шестой части пускового тока двигателя.

$$I_{нп} \geq \frac{I_{п.д.}}{6}; \quad (3.15)$$

Для двигателя МЗ выбираем пускатель ПМЛ 11300; $I_{нп}=10$ А.

Проверяем, выполняются ли условия по формулам (3.12) и (3.13)

$$10 > 3,5 \text{ А}$$

$$10 > \frac{19,25}{6} = 3,2 \text{ А};$$

Условия выполняются, следовательно, пускатель выбран верно.

Т.к. мощность двигателей М12, М13 и М14 равны, то для двигателей М13 и М14 выбираем тот же пускатель.

Для остальных токоприемников выбор магнитных пускателей производим аналогично. Результаты расчетов заносим в таблицу 3.7.

3.5 Конструктивный расчет подвесок

Подвески изготавливают из стеклопластика однонаправленного. Их прикрепляют жестко одним концом к раме машин, а другим к кузову. При колебании кузова подвеска подвергается изгибу. Изогнутую подвеску можно рассчитать как две балки, закрепленные одним концом и нагруженные каждой силой P на расстоянии $\frac{1}{2}$ от закрепленного конца (рисунок 3.2) [12].

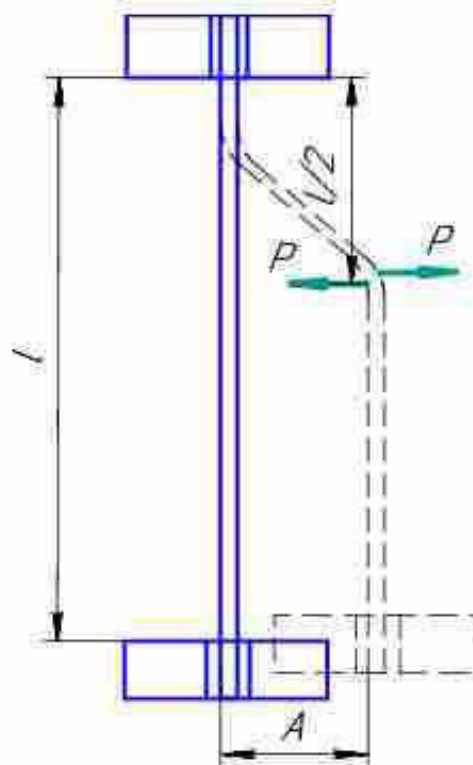


Рисунок 3.2 – Расчетная схема подвески кузова

Стрела прогиба балки равна половине амплитуды A колебаний кузова

Уравнение для стрелы прогиба такой балки имеет вид:

$$\frac{A}{2} = \frac{P(l/2)^2}{3EI} \quad \text{или} \quad A = \frac{Pl^2}{12EI}$$

где: A – амплитуда колебаний, м,

P – сила изгиба подвески, Н,

l – длина подвески между креплениями, м,

E – модуль упругости, равный для стеклопластика
однонаправленного

I – момент инерции сечения подвески, $I = b\Delta^3/12$ м⁴,

b – ширина подвески, м,

Δ – толщина подвески, м

Условие прочности подвески на изгиб выражается из формулы:

$$Pl = 2W\sigma_{из} \quad (3.3)$$

где $W = b\Delta^2/6$ – момент сопротивления сечения подвески, м³,

$\sigma_{из}$ – допустимое напряжение изгиба в Па

Из приведенных уравнений находим

					РКАБЭ 35.03.06.042.20.00.00 ПЗ (3 4)	Лист
ИЗ	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	$\sigma_{из} = \frac{3AE}{l^2} \Delta$	11

Кроме изгиба подвески подвергаются растяжению от действия ^{Формат А4} составляющей веса решетного стана, а стойки сжатию.

Напряжение растяжения (сжатия)

$$\sigma_{p.c} = \frac{G \cos \beta}{i b \Delta} \quad (3.5)$$

где G – вес кузова с зерном в Н,

β – угол между направлением подвесок и вертикалью,

i – число подвесок,

Суммарное напряжение

$$\sigma = \sigma_{из} + \sigma_{p.c} \quad (3.6)$$

Из уравнений (3.4) и (3.5) следует, что с увеличением Δ (при постоянной ширине подвески b) $\sigma_{из}$ уменьшается, а $\sigma_{p.c}$ увеличивается. При этом изменяется и суммарное напряжение σ . Наименьшее σ получается при $\sigma_{из} = \sigma_{p.c}$ или

$$\frac{3AE}{l^2} \Delta = \frac{G \times \cos \beta}{i \times b \times \Delta}$$

Решив это уравнение относительно толщины подвески, получим

$$\Delta = l \sqrt{\frac{G \times \cos \beta}{3AibE}}$$

(3.7)

Ширину в подвеске принимают 0,04...0,06м

Определив Δ по уравнению (3.7) находим $\sigma_{из}$, $\sigma_{p.c}$ и σ по уравнениям (3.4), (3.5) и (3.6). Значение σ не должно превышать для деревянных подвесок – $80 \cdot 10^5$ Па, для стальных – $500 \cdot 10^5$ Па и стеклопластика – $450 \cdot 10^5$ Па [12]

Проведем расчет подвесок кузов для машины СЗК-25. Материал подвесок – стеклопластик. Крепление к раме и кузову – жесткое, без шарниров.

Толщину подвески определяем из уравнения (3,7). Принимаем

$$l=0,765\text{м},$$

$$l=4, A=0,009\text{ м}, b=0,04, E=596\text{ МПа}, \beta=0^0$$

Для расчетов требуется знать вес кузова без зерна

$$G=P_{pc}+P_z$$

где P_{pc} – вес кузова без зерна в Н, принимаем $P_{pc}=6800\text{Н}$

P_z – вес зерна, находящегося на решетном стане в Н

Средняя толщина зерен составляет 0,0025м [12], а плотность зерна 7900Н/м³ можно найти массу зерна находящейся на решетном стане

$$P_z=3 \cdot m \cdot k \cdot h \cdot \rho_z \quad (3.9)$$

где m – ширина решета стана, принимаем $m=0,720\text{м}$,

k – длина решетного стана, принимаем $k=0,910\text{м}$,

h – толщина зерна, $h=0,015\text{м}$,

ρ_z – плотность зерна, кг/м³,

Произведем расчеты по формулам (4.10), (4.11) и находим вес решетного стана

$$P_z=3 \cdot 0,72 \cdot 0,91 \cdot 0,015 \cdot 7900=72\text{кг}$$

$$G=6800+720=7520\text{Н}$$

Подставив эти значения получим

$$\Delta = 0,765 \sqrt{\frac{7520 \times 1}{3 \times 0,009 \times 4 \times 4 \times 596 \times 10^6}} = 0,0041\text{м}$$

Приняв $\Delta=0,0041$ м, по уравнениям (3.6), (3.7) и (3.8) находим суммарное напряжение

$$\sigma_{\text{ис}} = \frac{3 \times 0,0041 \times 0,009 \times 596 \times 10^6}{0,765^2} = 11,27 \times 10^5 \text{ Па}$$

$$\sigma_{pc} = \frac{7520}{4 \times 0,04 \times 0,0041} = 11,43 \times 10^5 \text{ Па}$$

$$\sigma = 1,127 \times 10^5 + 11,43 \times 10^5 = 115,43 \times 10^5 \text{ Па} < 450 \times 10^5 \text{ Па}$$

Лист

12

(3.8)
Формат А4

ВКР 35.03.06.04.2.20.00.00 ПЗ

Ис Лист № докум. Подп. Дата

Полученное значение σ ниже допускаемого ($450 \cdot 10^5 \text{ Па}$)
[12] Выбранные подвески полностью подходят.

3.6 Физическая культура на производстве

Каждому человеку нужно выполнять физическую культуру, оно

помогает поддерживать здоровье и увеличивает физические качества

	Благодаря выполнению	физической культуры происходит физическая	культура
Ис	Традициям	организма	на

нужна каждому в период переутомления и

длительной физической и умственной работе Физическая культура

способствует стимулированию и побуждению рабочего к производственной работе, восстанавливает рабочие силы.

По статистике доказано, что здоровый и физически подготовленный человек меньше подвергается профессиональным травмам на производстве. У него высокая устойчивость против заболеваний. Поэтому производством выделяется время для отдыха и проводятся спортивные занятия и производственная гимнастика.

Производственная гимнастика – это совокупность упражнений, направленное на физическое развитие организма. Гимнастика помогает улучшить двигательные способности и состояние здоровья организма. Основной задачей гимнастики является повышение устойчивости организма человека к воздействию неблагоприятных условий труда.

Производственная гимнастика

- способствует укреплению здоровья, улучшению физического развития рабочих, сохранению и совершенствованию физических качеств и способностей,

- повышает производительность труда, снижает утомляемость, поддерживает работоспособность,

- помогает привлечь рабочих к занятиям другими формами физической культуры и спорта.

Необходимо выполнять физические упражнения несколько раз в день. В начале рабочего дня выполняется вводная гимнастика, она представляет

собой комплекс несложных упражнений, для подготовки организма перед работой. Затем до или после обеденного перерыва проводится еще несколько физических упражнений. Эти физические упражнения снимают усталость и способствуют работоспособности рабочего.

Существуют 2 формы производственной гимнастики: вводная гимнастика и динамические паузы.

Вводная гимнастика включает в себя следующие упражнения:

- 1) ходьба,
- 2) упражнения, направленные на поддержку глубокого дыхания, 53
- 3) упражнения для мышц туловища и плечевого пояса (наклоны, повороты туловища,
- 4) упражнения на растягивание мышц ног (приседания, шпагаты, бег на месте, прыжки).

Динамические паузы состоят из следующих упражнений:

- 1) маховые упражнения для разных мышечных групп,
- 2) приседания, бег, переходящий на ходьбу, прыжки,
- 3) упражнения на координацию движений.

Также на производстве организуются спортивные мероприятия, которые направлены на поддержание здоровья рабочих.

3.7 Экономическое обоснование поточной линии обработки зерна с автоматизированной системой управления

Повышение урожайности и снижение издержек в процессе производства зерновых культур в должной мере зависит от качества посевного материала. Одним из факторов, влияющих на качество семян, является организация их последующей обработки. Применение обработки семян на автоматизированной поточной линии обеспечивает устойчивость к неблагоприятным условиям производства и т.п.

Применение проектируемой линии обеспечивает повышение всхожести семян на 5 %, и урожайности на 10 % по сравнению с существующей, [16] что оказывает существенное влияние.

Производительность зернотока $Q = 2500 \text{ кг/ч}$

Экономическое обоснование установки производится по следующим показателям

- увеличение валового сбора,

- капитальные вложения,

- эксплуатационные издержки,

- приведенные затраты,

- годовая экономия,

- годовой экономический эффект,

- дополнительные капитальные вложения,

- срок окупаемости.

Для реконструкции данного объекта устанавливается дополнительное оборудование, при чем существующее оборудование остается в работе.

Таблица 3.8- Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.

Показатели	Базовая	Проект
Масса, кг	940	430
Балансовая стоимость, руб	750000	550000
Потребная мощность, кВт	143	75
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работ	IV	IV
Тарифная ставка, руб/чел. ч	10	10
Норма амортизации, %	16,6	16,6
Годовая загрузка, ч	850,0	850,0
Производительность, т/ч	5	5...7,5

Стоимость базовой (сравниваемой) и разрабатываемой конструкции принимается одинаковой, так как не представляется возможным на данный период определить цену разрабатываемого устройства, вследствие меньшей

ВКР 35.03.06.042.20.00.00 ПЗ

Лист

15

Формат А4

металлоемкости, меньших габаритов, меньших затрат на ремонт и ТО и так далее)

Определяем энергоёмкость процесса определяется по формуле

$$\Xi_e = \frac{N_e}{W}, \quad (3.17)$$

где N_e - потребляемая мощность, кВт,

W - часовая производительность, т/ч.

$$\Xi_e = \frac{N_e}{W} = \frac{5.5}{7.5} = 0.85 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т},$$

$$\Xi_e = \frac{N_e}{W} = \frac{143}{2.5} = 28.6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т},$$

Формат А4

Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений

Металлоёмкость процесса определяем по формуле

$$G_e = \frac{G}{W \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.18)$$

где G - масса конструкции, кг,

$T_{год}$ - годовая загрузка, ч,

$T_{сл}$ - срок службы, лет.

$$G_e = \frac{430}{7.5 \cdot 850 \cdot 10} = 0.009 \text{ кг/т};$$

$$G_e = \frac{940}{5 \cdot 850 \cdot 8} = 0.027 \text{ кг/т};$$

Фондоёмкость находим по формуле

$$F_e = \frac{C_6}{W \cdot T_{год}}, \quad (3.19)$$

где C_6 - балансовая стоимость, руб.

$$F'_e = \frac{55000}{7,5850} = 11,76 \text{ руб/т},$$

$$F_e = \frac{75000}{5,850} = 17,64 \text{ руб/т},$$

Себестоимость определяем по формуле

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, \quad (3.20)$$

где $C_{\text{зп}}$ - затраты на заработную плату, руб/т,

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

$C_{\text{рто}}$ - затраты на ремонт, руб/т, ВКР-35.03.06.042.20.00.00 ПЗ

A - амортизационные отчисления, руб/т.

$$C_{\text{зп}} = \varpi \cdot T_e,$$

$$(3.21)$$

где ϖ - часовая тарифная ставка, руб/чел·ч

$$T_e = \frac{n_p}{W}$$

где n_p - количество рабочих, чел

$$T'_e = \frac{1}{5,5} = 0,18 \text{ чел·ч/т},$$

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

$$C'_{\text{зп}} = 0,18 \cdot 10 = 1,8 \text{ руб/т},$$

$$C_{\text{зп}} = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ руб/т},$$

$$C_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_e,$$

$$(3.22)$$

где $\Pi_{\text{э}}$ - цена электроэнергии отпускная $\Pi_{\text{э}} = 3,2 \text{ руб/кВт·ч}$

$$C_{\text{э}}^1 = 6,2 \cdot 1 = 6,2 \text{ руб/т},$$

$$C_{\text{э}} = 3,2 \cdot 2,86 = 9,4 \text{ руб/т},$$

$$C_{pmo} = \frac{C_6 \cdot H_{pmo}}{100 \cdot W \cdot T_{год}}, \quad (3.23)$$

где H_{pmo} - суммарная норма затрат на ремонт и ТО, $H=13\%$

$$C'_{pmo} = \frac{55000 \cdot 13}{100 \cdot 7,5 \cdot 850} = 1,52 \text{ руб/т,}$$

$$C_{pmo} = \frac{75000 \cdot 13}{100 \cdot 5 \cdot 850} = 2,29 \text{ руб/т,}$$

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W \cdot T_{год}}, \quad (3.24)$$

					ВКР 35.03.06.04.2.20.00.00 ПЗ	Лист
ИЗ	Лист	№ докум.	Подп	Дата		18

$$A' = \frac{55000 \cdot 16,6}{100 \cdot 5,5 \cdot 850} = 1,95 \text{ руб/т,}$$

Формат А4

$$A = \frac{75000 \cdot 16,6}{100 \cdot 5 \cdot 850} = 2,95 \text{ руб/т,}$$

Себестоимость определяется из выражения

$$S^1 = 1,8 + 0,82 + 1,52 + 1,95 = 6,09 \text{ руб/т,}$$

$$S = 2 + 2,34 + 2,29 + 2,95 = 9,58 \text{ руб/т,}$$

Приведенные затраты определяем по формуле

$$C_{прив} = S + E_n \cdot k = S + E_n \cdot F_e,$$

(3.25)

где E_n - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений $= 0,15$

$$C'_{прив} = 6,09 + 0,15 \cdot 11,76 = 7,854 \text{ руб/т,}$$

$$C_{прив} = 9,58 + 0,15 \cdot 17,64 = 12,226 \text{ руб/т,}$$

Годовая экономия находится по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = (S - S') \cdot W_1 \cdot T_{год},$$

(3.26)

$$\mathcal{E}_{год} = (9,58 - 6,09) \cdot 5,5 \cdot 850 = 16315 \text{ руб,}$$

Годовой экономический эффект определяем по формуле:

$$E_{год} = (C'_{прив} - C_{прив}) \cdot W_1 \cdot T_{год}, \quad (3.27)$$

$$E_{год} = (12,226 - 7,854) \cdot 5,5 \cdot 850 = 20439 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости конструкции определяем по формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_6}{E_{год}}, \quad (3.28)$$

$$T_{ок} = \frac{55000}{16315} = 3 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности капитальных вложений находим по

формуле

					$E_{эф} = \frac{BKR}{T_{ок}},$	Лист
13	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	$\frac{35.03.06.042.20.00.00}{3}$	19

Формат А4

$$E_{эф} = \frac{1}{3} = 0,3$$

Таким образом, применение новых конструкций с автоматизированной системой управления снизит металло- и энергоемкость процесса послеуборочной обработки семян.

Годовой экономический эффект от внедрения составит около 20439 тыс.руб.

Таблица 3.9 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	Проектируемой
1	Часовая производительность	т/ч	5	7,5
2	Фондоёмкость процесса	руб/т	17,64	11,76
3	Энергоемкость процесса	кВт/т	0,85	2,86
4	Металлоёмкость процесса	кг/т	0,027	0,009
5	Трудоёмкость процесса	ч-ч/т	0,2	0,18
6	Уровень эксплуатационных затрат	руб/т	0,2	0,18
7	Уровень приведенных затрат	руб/т	12,22	7,85

8.	Годовая экономия	руб	-	16315
9.	Годовой экономический эффект	руб	-	20439
10.	Срок окупаемости капитала вложений	лет	-	3
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-		0,3

					ВКР 35.03.06.04.2.20.00.00 ПЗ	Лист
ИЗ	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

Формат А4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы представлена комплексная электрификация и автоматизация зерноочистительного сушильного пункта с разработкой поточно-технологической линии для послеуборочной обработки семян.

Для увеличения рентабельности нами предложена модернизированная конструкция зерноочистительной машины СЗК-25, произведены проверочные расчеты, разработаны новая технология послеуборочной обработки зерна, план мероприятий по безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды.

Несомненным достоинством внедряемой системы автоматизации в поточную линию обработки семян является возможность измерения технологических параметров и коррекции алгоритмов работы системы без остановки оборудования, что крайне важно в условиях непрерывного технологического процесса.

Основной целью применения системы автоматизации в поточной линии обработки семян является сохранение урожая, энергосбережение и эффективное использование энергоресурсов за счет оптимального управления процессом сепарирования зерна. В то же время относительная простота и невысокая стоимость проектирования и установки, а также возможность поэтапного наращивания системы делают ее привлекательной и оптимальной для задач управления и реконструкции уже используемых зерноотделов в хозяйствах.

Технико-экономическое обоснование проекта показывает, что предложенная технология экономически эффективна.