

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна с разработкой машины для предварительной очистки»

Шифр ВКР.35.03.06.098.18.УОЗ. 00.00.ПЗ

Студент	<u>241 группы</u>	_____	<u>Платонов А.Н.</u>
		подпись	Ф.И.О.

Руководитель	<u>к.т.н., доцент</u>	_____	<u>Нафиков И.Р.</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

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

Зав. кафедрой	<u>д.т.н., профессор</u>	_____	<u>Зиганшин Б.Г.</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

/ Зиганшин Б.Г. /

« _____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Платонову Алексею Николаевичу

Тема ВКР «Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна с разработкой машины для предварительной очистки»

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

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 20.06.2018

3. Исходные данные

1. Материалы преддипломной практики;
2. Научно-техническая и справочная литература
3. Патенты зерноочистителей.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

- 1 Литературно-патентный обзор;
2. Технологическая часть
- 3 Конструктивная часть;

5. Перечень графических материалов

1. Обзор существующих конструкций очистителей для зерна.
2. Технологическая схема очистки зерна
3. Схема расположения оборудования
4. Сборочные чертежи предлагаемой конструкции для очистки зерна.
5. Рабочие чертежи предлагаемой конструкции.

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	доц. Гаязиев И.И.

7. Дата выдачи задания 04.05.2018

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	1 Литературно-патентный обзор	21.05.18	100%
2	2 Технологическая часть	04.06.18	100%
3	3 Конструктивная часть	18.06.18	100%

Студент _____ / Платонов А.Н./

Руководитель ВКР _____ / Нафиков И.Р./

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Платонова А.Н. на тему:
«Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна с разработкой машины для предварительной очистки»

Работа состоит из пояснительной записки на листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

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

Во введении обоснована актуальность темы проекта.

В первом разделе выполнен литературно-патентный обзор. Рассмотрены машины для очистки зерна. Проведен анализ технических решений существующих конструкций зерноочистителей, выявлены недостатки конструкций. Поставлены цели и задачи проектирования.

Во втором разделе приведено описание работы линии очистки зерна и проведен расчет производительности и подбор оборудования линии. Разработана технологическая линия для очистки зерна.

В третьем разделе приведено описание предлагаемого конструктивного решения, проделаны необходимые технологические и конструктивные расчёты, и дано экономическое обоснование конструкции. Разработаны мероприятия безопасности труда при работе с конструкцией.

Записка завершается выводами и предложениями.

ANNOTATION

To graduation qualification work Platonova A.N. on the theme: "Perfection of post-harvest grain processing technology with the development of a pre-treatment machine"

The work consists of an explanatory note on typewritten text sheets and a graphic part on 5 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes ____ drawings, ____ tables. The list of used literature contains ____ titles.

In the introduction, the relevance of the topic of the project is substantiated.

In the first section, a literary-patent review is performed. Machines for cleaning grain are considered. The analysis of technical solutions of existing grain cleaner structures is carried out, defects of designs are revealed. The goals and objectives of the design are set.

The second section describes the operation of the grain cleaning line and calculates the productivity and selection of line equipment. A technological line for grain cleaning has been developed.

In the third section, a description of the proposed constructive solution is presented, the necessary technological and structural calculations are made, and the economic substantiation of the design is given. Work safety measures have been developed when working with a structure.

The note ends with conclusions and suggestions.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	8
1.1 Патентный поиск по устройствам очистки зерна	8
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1. Описание работы линии очистки зерна.....	17
2.2. Расчет производительности и подбор оборудования линии	21
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ	25
3.1 Обоснование конструкторской разработки.....	25
3.2 Расчет основных параметров зерноочистительного устройства.....	26
3.3 Расчет винтового механизма.....	28
3.4 Расчет вала	31
3.5 Подбор муфты	39
3.6 Техника безопасности при обслуживании линии очистки зерна.....	40
3.7 Техника безопасности при эксплуатации модернизированного зерноочистительного агрегата ЗАВ-40	42
3.8 Расчет защитного заземления проектируемого устройства.....	44
3.9 Физическая культура на производстве.....	46
3.10 Экономическое обоснование конструкции.....	47
ВЫВОДЫ.....	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	59
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	61
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

Производство зерна в сельском хозяйстве завершается послеуборочной обработкой, заключающейся в его очистке и сушке.

Послеуборочная обработка – один из наиболее трудоемких процессов производства зерна. Поэтому перед работниками сельского хозяйства поставлена задача так организовать поточную обработку зерновой части урожая, чтобы резко повысить производительность труда при выполнении этих работ [9].

Большее распространение получил поточный метод послеуборочной обработки зерна, осуществляемый на механизированных зерноочистительных и зерноочистительно-сушильных пунктах, агрегатах и комплексах.

Поточный метод послеуборочной обработки зерна определяет основное направление в конструировании зерноочистительных машин.

Устаревшая техническая база послеуборочной обработки зерна, ее недостаточность и несоответствие изменившимся условиям сельскохозяйственного производства обуславливает необходимость разработки систем ресурсо- и энергосберегающих технологий и технических средств высокого технического уровня, удовлетворяющих потребности хозяйств с различными формами собственности и объемами производства зерна, адаптированных к многообразию условий производства и обеспечивающих минимальные затраты.

В связи с тем, что для этого потребуется длительный период времени, решаются одновременно две задачи: ведется разработка и освоение производства новых машин и оборудования, а также восстановление и реконструкция существующих агрегатов и комплексов [5].

Целью дипломного проекта является совершенствование технологической линии послеуборочной обработки зерна с разработкой устройства для предварительной очистки зерна.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.

1.1. Патентный поиск по устройствам очистки зерна

Для проектирования конструкторской разработки был произведен патентный поиск по устройствам для послеуборочной обработки зерна.

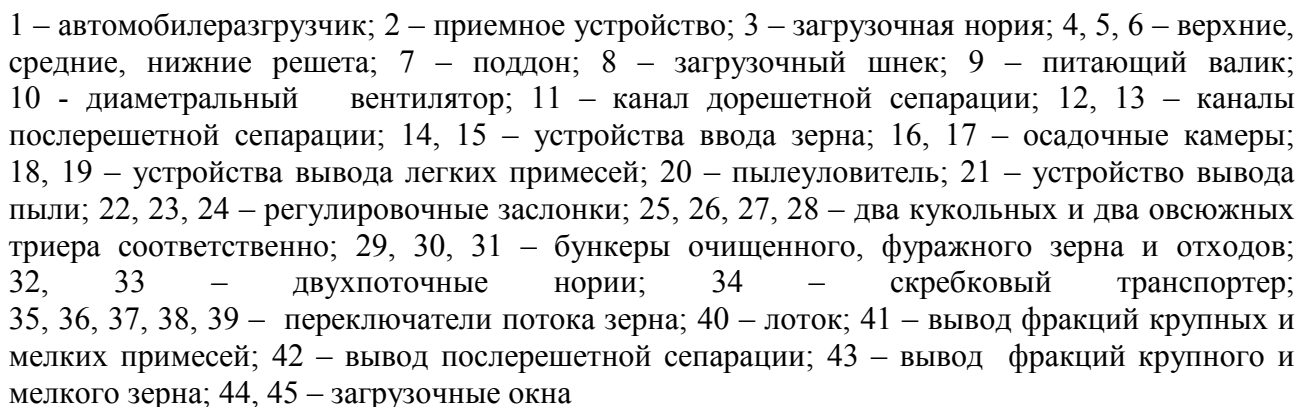
Рассмотрим описание изобретения к патенту РФ № 2195805 «Зерноочистительный агрегат» [11].

Зерноочистительный агрегат включает, согласно рисунку 1.1: автомобилеразгрузчик 1; приемное устройство 2; загрузочную норию 3; воздушно-решетную машину с решетным станом, содержащим три яруса решет – верхний 4, средний 5, нижний 6 и поддон 7, и воздушной системой, снабженной загрузочным шнеком 8, питающим валиком 9, диаметральный вентилятором 10, двумя каналами 12 и 13 послерешетной сепарации с устройствами 14, 15 ввода зерна, двумя осадочными камерами 16, 17 с устройствами 18, 19 вывода легких примесей; триерный блок, содержащий два кукольных 25, 26 и два овсюжных 27, 28 триера; бункеры 29, 30, 31 очищенного, фуражного зерна и отходов; двухпоточные нории 32, 33; скребковый транспортер 34; переключатели 35, 36, 37, 38, 39 потока зерна.

Зерноочистительный агрегат работает следующим образом. Исходный зерновой материал поступает в загрузочную норию 3 и подается в воздушно-решетную машину, где загрузочным шнеком 8 равномерно распределяется по ширине пневмосистемы. Далее зерновой материал питающим валиком 9 подается в канал 11 дорешетной сепарации, очищается от легких примесей и поступает на верхний ярус 4 решет. Легкие примеси уносятся в осадочную камеру 16, осаждаются в ней, устройством 18 выводятся из машины и по зернопроводу поступают в бункер 31 отходов.

На верхних решетках 4 материал делится на две фракции. Затем зерно проходит на средние решета 5. Среднее по размерам зерно перемещается по решетам среднего яруса 5, а мелкое зерно с мелкими и короткими примесями

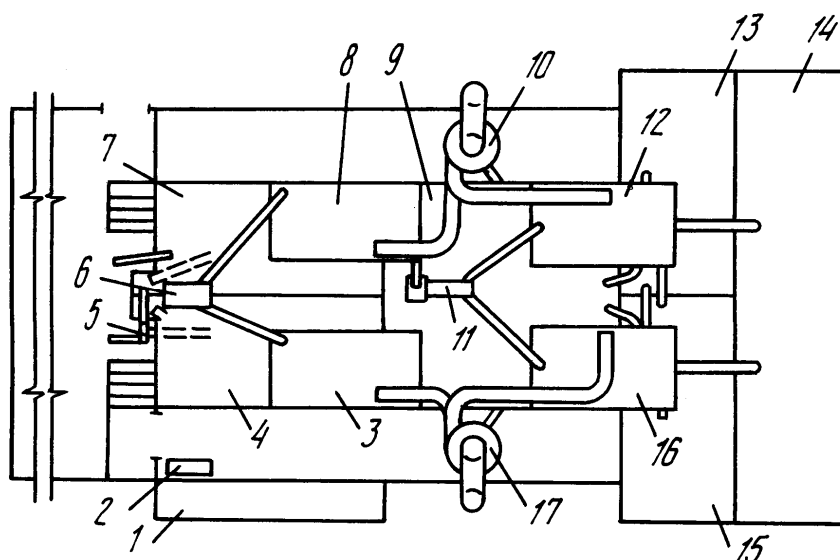
□ 3 8 22 16 10 18 17 23 24 20 32 25 44 26 45 37 33



Преимущество соотносительного способа заключается в эффективной

Рассмотрим описание изобретения к патенту РФ № 2106207 «Зерноочистительный агрегат» [12].

В комплект технологического оборудования агрегата входят: приемный бункер 1, согласно рисунку 1.2, пульт управления 2, воздушно-решетная зерноочистительная машина предварительной очистки 3, секция 4 для сырого предварительно очищенного зерна, загрузочная двухпоточная нория 6, секция 7 для сухого зерна, воздушно-решетная зерноочистительная машина первичной очистки 8, бункер отходов 9, два циклона 10 и 17, комплект воздуховодов, промежуточная однопоточная нория 11, две воздушно-решетные зерноочистительные машины вторичной очистки 12 и 16, секция 13 для фуражного зерна, бункер 14 для чистого зерна крупной фракции, секция 15 для чистого зерна средней фракции, комплект зернопроводов.



1 – приемный бункер; 2 – пульт управления; 3 – воздушно-решетная зерноочистительная машина предварительной очистки; 4 – секция для сырого предварительно очищенного зерна; 5 – распределитель; 6 – загрузочная двухпоточная нория; 7 – секция для сухого зерна; 8 – воздушно-решетная зерноочистительная машина первичной очистки; 9 – бункер отходов; 10, 17 – циклоны; 11 – промежуточная однопоточная нория; 12, 16 – воздушно-решетная зерноочистительная машина вторичной очистки; 13 – секция для фуражного зерна; 14 – бункер для чистого зерна крупной фракции 15 – секция для чистого зерна средней фракции

Рисунок 1.2 – Зерноочистительный агрегат.

Зерновой ворох выгружают в приемный бункер 1, из него ворох поступает в правую секцию бункера загрузочной нории 6, которая подает его в воздушно-решетную машину предварительной очистки 3.

Предварительно очищенное зерно самотеком по скатной доске поступает в секцию 4, из которой самотеком по зернопроводу с распределителем 5 поступает в зависимости от его влагосодержания либо в сушильное отделение, либо в левую секцию бункера загрузочной норрии 6, которая подает его в воздушно-решетную машину первичной очистки 8. Машина 8 отделяет из обрабатываемого материала оставшиеся легкие, крупные и мелкие примеси. Очищенное зерно из машины 8 самотеком по зернопроводу поступает в бункер промежуточной норрии 11, которая подает его в две воздушно-решетные машины вторичной очистки 12 и 16, работающие параллельно. На этих машинах обрабатываемый материал очищается от оставшихся легких, крупных и мелких примесей и мелкого зерна, смешивающегося с мелкими примесями, и разделяется на две фракции – крупных и средних зерен с доведением последних до норм чистоты I и II классов посевного стандарта при обработке посевного материала.

Преимущества предлагаемого зерноочистительного агрегата по сравнению с ЗАВ-40: применение только воздушно-решетных зерноочистительных машин, причем конструктивно более простых, что является залогом для более производительной и более продолжительной их эксплуатации и более качественной обработки материала, уменьшение затрат труда, энергии и средств на единицу обработанной продукции.

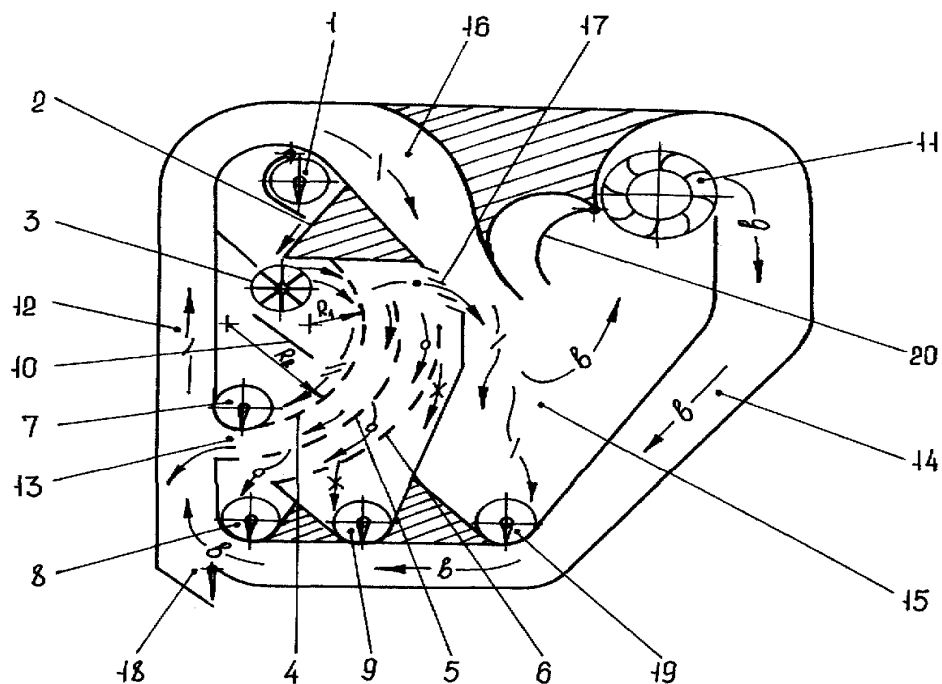
Рассмотрим описание изобретения к **патенту РФ № 2245746** «Зерноочистительная машина» [13].

Основными сборочными единицами машины являются приемная часть и замкнутая пневмосистема. Приемная часть состоит из питателя 1, согласно рисунку 1.3, с направляющим лотком 2, активатора 3, напротив которого расположены колосовое 4, сортировальное 5 и подсевное 6 решета, с выгрузными устройствами 7, 8 и 9 соответственно.

Замкнутая пневмосистема зерноочистительной машины содержит диаметральный вентилятор 11, пневмосепарирующий канал 12, воздухоподводящий канал 14 и осадочную камеру 15. Пневмосепарирующий

канал 12 имеет для вывода очищенного зерна отводное устройство 18, а осадочная камера 15 для вывода осажденных в ней легких сорных примесей снабжена выводным приспособлением 19.

Исходный очищаемый зерновой материал равномерно распределяется питателем 1 по ширине машины и поступает на активатор 3. При вращении



— — — — — очищаемый зерновой материал; —□— — очищенное зерно; —×— — мелкие примеси; —○— — дробленое, колотое, битое и щуплое зерно; —●— — пылевидные примеси; —л— — легкие сорные примеси; —в— — воздушный поток; —н— — соломистые и крупные примеси.

1 – питатель; 2 – направляющий лоток; 3 – активатор; 4, 5, 6 – колосовое, сортировальное и подсевное решета; 7, 8, 9 – выгрузные устройства; 11 – диаметральный вентилятор; 12 – пневмосепарирующий канал; 13 – входное отверстие; 14 – воздухоподводящий канал; 15 – осадочная камера; 16 – воздухоотводящий канал; 17 – жалюзийное окно; 18 – отводное устройство; 19 – выводное приспособление; 20 – регулировочная заслонка

Рисунок 1.3 – Технологическая схема зерноочистительной машины

активатор 3 выбрасывает зерновой материал на поверхность колосового решета 4, где проходят зерно и мелкие примеси поступают на сортировальное решето 5. Щуплые, дробленые, колотые и битые зерна (фуражная фракция) идут на подсевное решето 6, а остальные компоненты зернового материала сходом через входное отверстие 13 поступают в пневмосепарирующий канал 12.

Компоненты зернового материала подвергаются воздействию воздушного потока, создаваемого диаметральной вентилятором 11. В результате этого в канале 12 выделяются легкие сорные примеси, которые воздушным потоком по воздухоотводящему каналу 16 выносятся в осадочную камеру 15, а очищенное зерно выводится из машины через отводное устройство 18. Пылевидные примеси по каналу 16 из приемной части через жалюзийное окно 17 отсасываются в осадочную камеру 15. Осажденные примеси в осадочной камере 15 через выводное приспособление 19 поступают наружу, а очищенный воздух поступает к вентилятору 11.

Преимуществами предлагаемого изобретения в сравнении с прототипом являются: повышение качества очистки зернового материала, которое достигается выделением легких сорных примесей воздушным потоком, улучшение санитарно-гигиенических условий работы обслуживающего персонала. Предусмотренной конструкцией каскад расположенных решет не вызывает повышения габаритных размеров заявляемого устройства, появления динамических сил, а также повышения уровня шума.

Рассмотрим описание изобретения к **патенту РФ № 2175273** «Зерноочистительная машина» [14].

Зерноочистительная машина содержит асинхронный двигатель 1, согласно рисунку 1.4, преобразователь частоты 2, вогнутое в поперечном сечении решето 3, поддон для фракции прохода зерна 4, лоток для фракции схода зерна 5. На краях решета 3 закреплены козырьки 6, а поддон для фракции прохода 4 соединен с решетом 3 механизмом уравнивания сил инерции и преобразования амплитуды колебания, включающий в себя рычаги 7 и ось 8, которая неподвижно закреплена в раме.

Исходная зерновая смесь подается на решето 3, приводимое в колебательное движение от асинхронного двигателя 1. Затем зерновая смесь под действием колебаний перемещается поперек решета 3, а за счет наклона – вдоль решета 3. Часть зерна попадает сквозь отверстия решета 3 на поддон для фракции прохода зерна 4, а часть перемещается к сходовой кромке решета 3 и

2 **U, f₁**

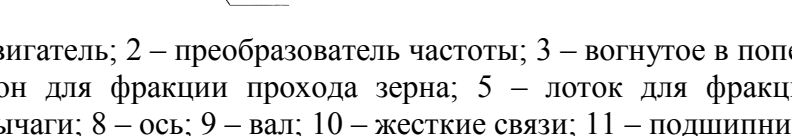


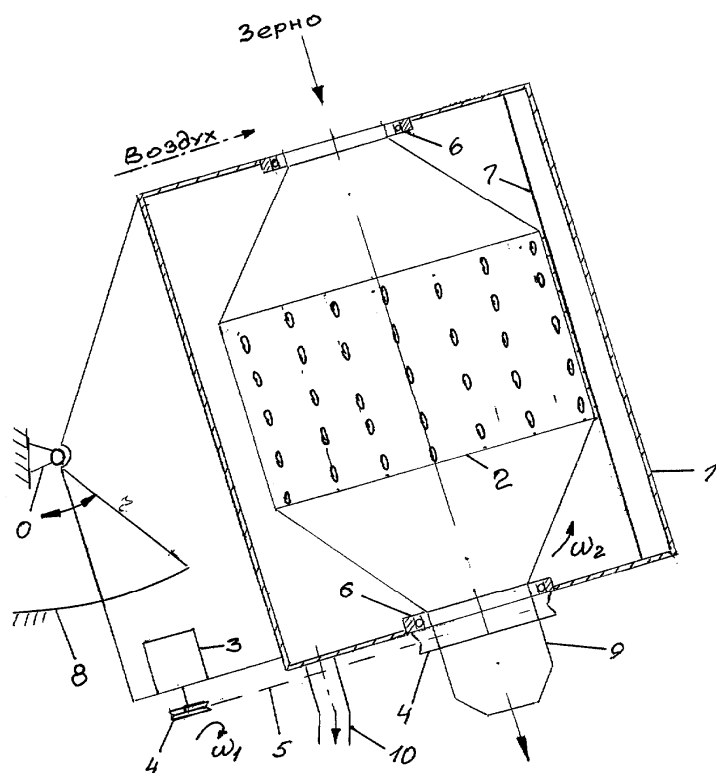
Рисунок 1.4 – Зерноочистительная машина

ошают колебательное движение относительно

При таком исполнении зерноочистительной машины возникают

Рассмотрим описание изобретения к патенту РФ № 2307499

Устройство для загрузки и предварительной очистки зерна состоит из следующих элементов, согласно рисунку 1.5: корпус бункера 1, цилиндрическое решето 2, электродвигатель 3, шкивы 4, гибкое звено 5, подшипники 6, щетки 7, регулятор наклона корпуса бункера 8, патрубок для схода неочищенной части зерна с примесями 9, патрубок для выхода очищенного зерна 10.



1 – корпус бункера; 2 – цилиндрическое решето; 3 – электродвигатель; 4 – шкивы; 5 – гибкое звено; 6 – подшипники; 7 – щетки; 8 – регулятор наклона корпуса бункера; 9 – патрубок для схода неочищенной части зерна с примесями; 10 – патрубок для выхода очищенного зерна

Рисунок 1.5 – Устройство для загрузки и предварительной очистки зерна

Принцип работы заключается в следующем. Цилиндрическое решето 2 приводится во вращательное движение от электродвигателя 3 при помощи шкивов 4 и гибкого звена 5, вследствие этого масса зерна под действием инерционной нагрузки прижимается к его стенкам, просеивается, и очищенное зерно выходит через патрубок 10. Эта часть зерна обычно, как показали опыты, очищается достаточно хорошо и отвечает предъявляемым требованиям ОСТ, если зерно хорошего качества, если же зерновая масса сильно засорена, то повторно ее следует пропустить по второму ярусу решет зерноочистительной

машины или снова загрузить в данное устройство для загрузки и предварительной очистки зерна.

Преимущества данной машины: получение предварительно очищенного зерно высокого качества, значительная разгрузка зерноочистительных машин, создающая возможность улучшения качества очистки зерна и повышения производительности, снижение потери зерна в зерноочистительных машинах.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Описание работы линии очистки зерна

Чтобы получить кондиционное продовольственное и семенное зерно с минимальными затратами труда, выгруженное из бункера комбайна, зерновой материал обрабатывают на 2-х зерноочистительных агрегатах ЗАВ-20 и ЗАВ-40.

Рабочие машины и вспомогательные механизмы зерноочистительных агрегатов унифицированы, их число соответствует требуемой производительности установки [19].

Агрегаты оборудованы дистанционным управлением, системой блокировки и сигнализацией, что позволяет при перебоях в работе одной из машин выключить предыдущую по технологическому процессу машину и устранить неисправность.

Зерноочистительный агрегат ЗАВ-40 состоит из следующих элементов, согласно рисунку 2.1: автомобилеподъемник 1, завальная яма 2, загрузочная нория 3, воздушно-решетные машины 4, аспирационная система 5, нория промежуточная 6, центробежно-пневматический сепаратор 7, триерный блок 8, шнек отходов 9, бункер резерва 10, секция отходов 11, секция фуража 12, бункер чистого зерна 13, пульт управления 14.

На зерноочистительном агрегате ЗАВ-40 технологическое оборудование и блокировка пульта управления 14 расставлены так, что позволяют работать по различным технологическим схемам [17].

I схема. Очистка на двух параллельных линиях: устройство для предварительной очистки зерна – воздушно-решетная очистка – триерная очистка – блок бункеров.

II схема. То же, что и по схеме I, только очистка на правой линии.

III схема. То же, что и по схеме I, только очистка на левой линии.

IV схема. То же, что и по схеме I, но без триерной очистки.

V схема. То же, что и по схеме II, но без триерной очистки.

VI схема. То же, что и по схеме III, но без триерной очистки [17].

Целесообразно применить работу зерноочистительного агрегата по схеме II или III.

При работе по этой схеме процесс очистки осуществляется следующим образом: из автомашин зерновой материал с помощью автомобилеподъемника 1 выгружается в завальную яму 2. Через окно в завальной яме материал поступает в нижнюю головку двухпоточной загрузочной норрии 4, оба потока которой работают параллельно.

Количество поступающего материала регулируется заслонками; загрузочной норрией материал поднимается вверх и по зернопроводам поступает в устройство для предварительной очистки зерна 3. Зерновой материал, перемещаясь по медленно вращающемуся цилиндрическому решету, находящемуся на заданном угле наклона, разделяется на предварительно очищенное зерно, которое просеивается через отверстия решета, и крупные примеси: солома, стебли зерна, которые самотеком попадают в выходной патрубок.

Далее предварительно очищенное зерно поступает в приемный бункер промежуточной норрии 7, которая загружает зерновой материал в воздушно-решетную машину. Система распределительных клапанов позволяет частично или полностью подавать материал в воздушно-решетные машины или направлять его в бункер резерва для создания технологического запаса зернового материала [17].

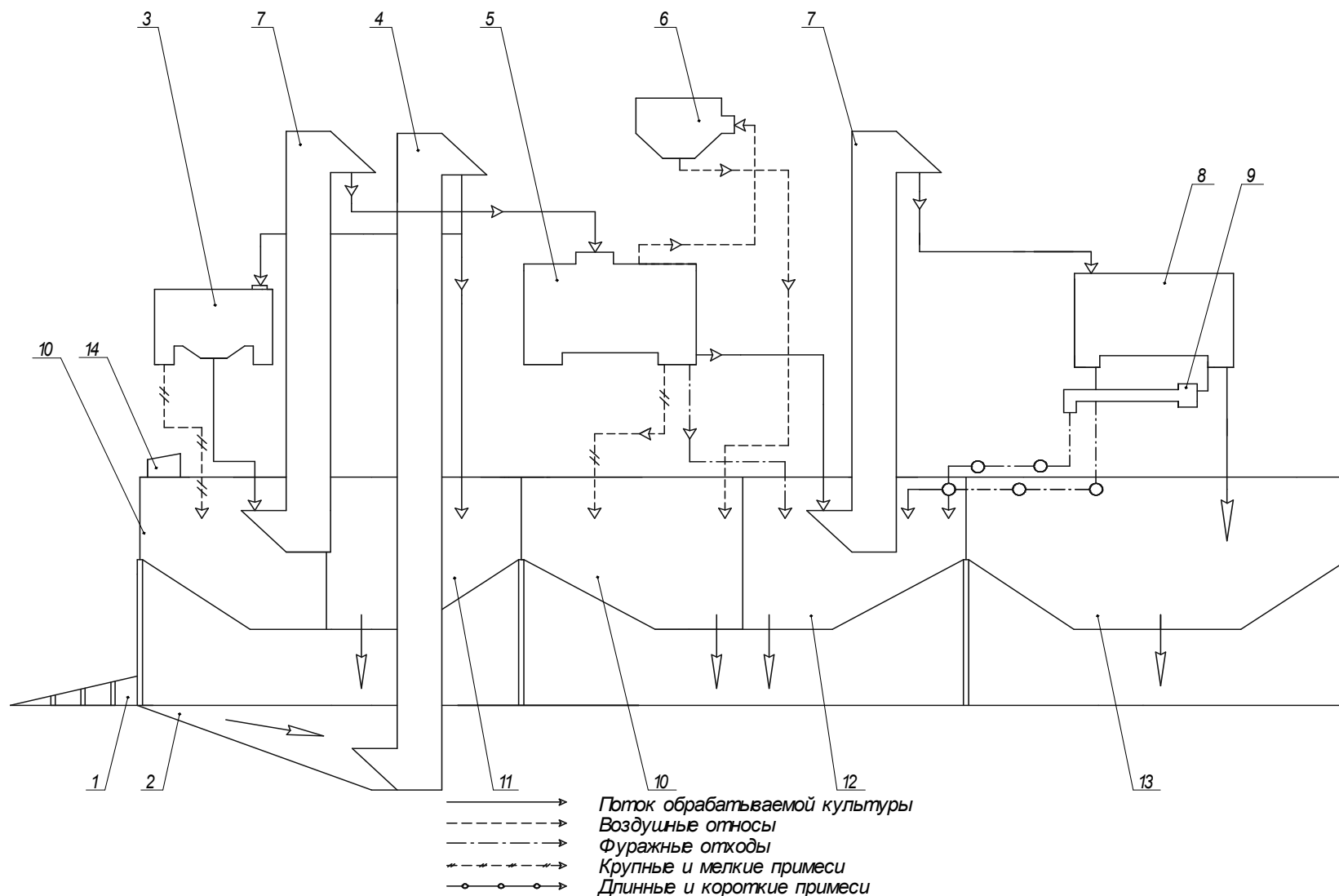
В воздушно-решетной машине зерно подается в воздушный канал. Здесь из общей массы выбираются легкие примеси, щуплые легкие семена основной культуры, которые поднимаются воздушным потоком в отстойную камеру, оседают и выводятся в секцию отходов 10.

Загрязненный воздух направляется в пылеотделители аспирационной системы 6, откуда окончательно очищенный выводится наружу, а пыль и наиболее легкие примеси через клапанное устройство – в секцию отходов.

Очищенный от легких примесей зерновой материал попадает на решетную очистку, где сменными решетками делится на четыре фракции – очищенное зерно, фуражное зерно, отходы и подсев, который вместе с отходами направляется в секцию 10.

Очищенное зерно шнековым транспортером подается в приемный бункер промежуточной нории 7 и из нее в триерный блок 8, который выделяет из нее длинные и короткие примеси. Очищенное зерно самотеком направляется в бункер 13, а длинные и короткие примеси шнеками – в секцию фуража [17].

В случае перебоя с подвозом зерна есть возможность использовать резервный запас, направляя зерно из резервного бункера в завальную яму.



3 — устройство для предварительной очистки; 4 — нория загрузочная; 5 — воздушно-решетная машина ЗВС-20; 6 — аспирационная система; 7 — нория промежуточная; 8 — триерный блок; 9 — шнек отходов; 10 — секция отходов; 11 — секция резерва; 12 — секция фуража; 13 — бункер чистого зерна; 14 — пульт управления

Рисунок 2.1 — Технологическая схема зерноочистительного агрегата ЗАВ-40: 1 — автомобилеподъемник; 2 — завальная яма;

2.2. Расчет производительности и подбор оборудования линии

Внедрение в линию машины для предварительной очистки зерна позволит получить предварительно очищенное зерно высокого качества, значительно разгрузить зерноочистительные машины, что создает возможность повысить производительность линии на 10...15%, улучшить качество очистки зерна, снизить потери зерна в зерноочистительных машинах [15].

В условиях хозяйства целесообразно применить однолинейную работу агрегата в связи с малым поступлением зернового материала. Подача материала на одну поточную линию осуществляется открытием соответствующей заслонки на входе в загрузочную норию.

Расчетная производительность линии составит:

$$Q_{\text{л}} = (1,1 \dots 1,15) \cdot Q_{\text{сл}}, \text{ т/ч}, \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{сл}}$ – производительность существующей линии, т/ч.

$$Q_{\text{л}} = 1,1 \cdot 20 = 22 \text{ т/ч}.$$

Произведем подбор оборудования для линии и выполним необходимые расчеты для качественной работы зерноочистительного агрегата в целом. В технологическую линию входят следующие машины и оборудование для послеуборочной обработки зерна.

Разрабатываемая машина для предварительной очистки зерна имеет производительность 22 т/ч на пшенице влажностью 10...15% и средней плотностью 770...850 кг/м³.

Время работы на предварительной очистке необходимого объема зерна составит:

$$t_1 = \frac{BП}{Q_m}, \text{ ч}, \quad (2.2)$$

где $BП$ – валовое производство зерновых, т;

Q_m – производительность машины, т/ч.

$$BП = \sum S_{\max} \cdot Y_{\max}, \text{ т}, \quad (2.3)$$

где $S_{\max}$ – площадь под с/х культуру, для зерновых $S_{\max} = 900$ га, для подсолнечника $S_{\max} = 950$ га;

$Y_{\max}$ – урожайность культур, для зерновых $Y_{\max} = 0,71$ т/га, для подсолнечника $Y_{\max} = 0,77$ т/га.

$$BП = 900 \cdot 0,71 + 950 \cdot 0,77 = 1370,5 \text{ т}.$$

$$t_1 = \frac{1370,5}{22} = 62,3 \text{ ч}.$$

Зерноочистительная воздушно-решетная машина ЗВС-20 производительностью 20 т/ч на продовольственной пшенице [17].

Время работы на первичной очистке необходимого объема зерна составит:

$$t_2 = \frac{BП_1}{Q_m}, \text{ ч}, \quad (2.4)$$

где $BП_1$ – масса зерна, прошедшая предварительную обработку, т.

$$B\Pi_1 = k_1 \cdot B\Pi, \text{ т}, \quad (2.5)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий массу зерна после предварительной обработки, $k_1 = 0,94$ [18].

$$B\Pi_1 = 0,94 \cdot 1370,5 = 1288,3 \text{ т.}$$

$$t_2 = \frac{1288,3}{20} = 64,4 \text{ ч.}$$

Таблица 2.1. Техническая характеристика ЗВС-20

Показатели	Значения
Аспирационная система – двигатель АИР100L4	N = 4 кВт n = 1440 об/мин
Решетная часть – двигатель АИР90L6	N = 1,5 кВт n = 955 об/мин
Количество пар решет	8
Угол наклона решет, град	6
Длина решетного полотна, мм	990
Ширина решетного полотна, мм	740
Габаритные размеры, мм Длина×ширина×высота	3000×2070×2700

Блок триерный производительностью при последовательной работе с выделением длинных и коротких примесей на пшенице до 7,5 т/ч [17].

Время работы триерного блока на вторичной очистке определяется по формуле:

$$t_3 = \frac{B\Pi_2}{Q_m}, \quad (2.6)$$

где $B\Pi_2$ – масса зерна, прошедшая первичную обработку, т.

$$B\Pi_2 = k_2 \cdot B\Pi_1, \text{ т}, \quad (2.7)$$

где k_2 – коэффициент, учитывающий массу зерна после первичной обработки,
 $k_2 = 0,97$ [18].

$$B\Pi_2 = 0,97 \cdot 1288,3 = 1250 \text{ т.}$$

$$t_3 = \frac{1250}{7,5} = 166,6 \text{ ч.}$$

Таблица 2.2. Техническая характеристика триерного блока

Показатели	Значения
Мощность двигателя АИР90L4, кВт	2,2
Число установленных триерных цилиндров	4
Внутренний диаметр цилиндров, мм	600
Длина цилиндров, мм	2250
Число оборотов цилиндров, об/мин	30, 35, 39, 45
Габаритные размеры, мм Длина×ширина×высота	3130×1400×2600

Оборудование технологической линии послеуборочной обработки зерна подобрано в соответствии с производительностью агрегата в целом для качественной и бесперебойной работы.

3.2 Расчет основных параметров зерноочистительного устройства

Цилиндрическое решето совершает вращательное движение вдоль оси вала машины, поэтому цикл движения решета будем рассматривать как равномерное вращение.

Исходя из конструкторской разработки, примем основные параметры для расчета устройства предварительной очистки:

оптимальная частота вращения цилиндрического решета, $n = 45$ об/мин;

угловая скорость цилиндрического решета, $\omega = 0,75 \text{ с}^{-1}$;

радиус решета, $r = 0,4$ м.

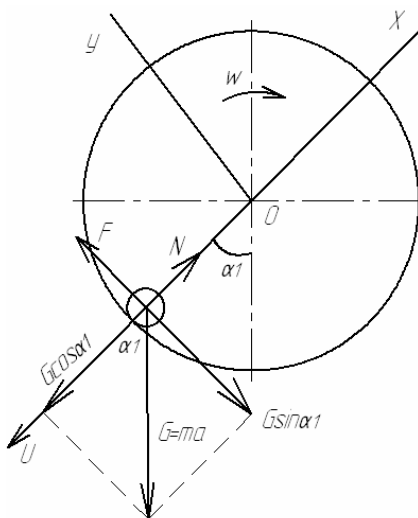


Рисунок 3.2 – Силы, действующие на зерно во вращающемся цилиндре

При вращении цилиндра на зерно действуют силы [18]:

1. Вес зерна $G = mg$;
2. Сила инерции $u = m\omega^2 r$;
3. Сила трения F ;
4. Реакция стенки N ;

Условие скольжения зерна по цилиндрическому решету имеет вид:

$$G \sin \alpha_1 > F, \quad (3.1)$$

где α_1 – угол затаскивания семян, град.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Рисунок 3.2 – Силы, действующие на зерно во вращающемся цилиндре

При вращении цилиндра на зерно действуют силы [18]:

1. Вес зерна $G = mg$;
2. Сила инерции $u = m\omega^2 r$;
3. Сила трения F ;
4. Реакция стенки N ;

Условие скольжения зерна по цилиндрическому решету имеет вид:

$$G \sin \alpha_1 > F, \tag{3.1}$$

где α_1 – угол затаскивания семян, град.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0

Лист

Произведя преобразования:

$$\sin(\alpha_1 - \varphi) / \sin \varphi > r \omega^2 / g = k, \quad (3.2)$$

где φ – угол трения семян, $\varphi = 20^\circ$ [18];

ω – угловая скорость, с^{-1} ;

r – радиус решета, м;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

k – значение показателя кинематического режима:

$$k = \frac{0,4 \cdot 0,75^2}{9,81} = 0,023.$$

Так как максимальное значение $\sin(\alpha - \varphi) = 1$, то условие скольжения примет вид:

$$1 / \sin \varphi > k. \quad (3.3)$$

$$1 / \sin 20 > 0,023.$$

$$3,23 > 0,023.$$

Условие скольжения выполняется, значит примеси будут скользить вниз по решету, а зерна будут проходить сквозь отверстия.

Определим длину решета, исходя из формулы:

$$Q = kqF, \text{ кг/с}, \quad (3.4)$$

где Q – производительность устройства, $Q = 6,1 \text{ кг/с}$;

Инв. № подл.	Подпись и дата				
	Взам. инв. № дубл.				
Инв. № подл.	Подпись и дата				
	Взам. инв. № подл.				
Инв. № подл.	Подпись и дата				
	Взам. инв. № подл.				
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УОЗ.00.0 Лист

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

k – коэффициент, зависящий от вида обрабатываемой продукции,
 $k = 1$ [18];
 q – подача пшеницы на решето, $q = 4,5$ кг/(м²с);
 F – площадь решета, м²:

$$F = 2\pi \cdot r^2 \cdot l, \text{ м}^2, \tag{3.5}$$

где l – длина решета, м.
 Преобразуя уравнения (3.8) и (3.9), получим:

$$l = \frac{Q}{2kq\pi \cdot r^2}, \text{ м.} \tag{3.6}$$

$$l = \frac{6,1}{2 \cdot 1 \cdot 4,5 \cdot 3,14 \cdot 0,4^2} \approx 1,3 \text{ м.}$$

Таблица 3.1. Техническая характеристика проектируемого устройства

Показатели	Значения
Мощность электродвигателя, кВт	1,1
Длина решетного цилиндра, мм	1300
Диаметр решетного цилиндра, мм	800
Габаритные размеры, мм Длина×ширина×высота	1900×900×1400

3.3 Расчет винтового механизма

С целью изменения угла наклона корпуса бункера проектируемой машины необходимо применить винтовой механизм. Принимаем для изготовления винтовой тяги и стяжки сталь 45: $[\sigma_B] = 600$ МПа, $\sigma_T = 300$ МПа [3].

Определим средний диаметр резьбы трапецеидального профиля:

$$d_2 = \sqrt{\frac{F_a}{\pi \cdot \psi_n \cdot [p]}}, \text{ мм}, \quad (3.7)$$

где F_a – вертикальная нагрузка на винтовой механизм, кН;

ψ_n – коэффициент угла подъема винтовой линии резьбы, $\psi_n = 1$ [8];

$[p]$ – допустимое давление в резьбе, $[p] = 2$ МПа [3].

$$d_2 = \sqrt{\frac{14 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 1 \cdot 2}} = 47,2 \text{ мм}.$$

Принимаем наружный диаметр резьбы винта $d_2 = 48$ мм, шаг резьбы $P = 5$ мм. Тогда средний диаметр резьбы равен:

$$d_2 = d - 0,5P, \text{ мм}. \quad (3.8)$$

$$d_2 = 48 - 0,5 \cdot 5 = 45,5 \text{ мм}.$$

Тогда внутренний диаметр резьбы:

$$d_1 = d - 2h, \text{ мм}, \quad (3.9)$$

где h – рабочая высота профиля, $h = 2,5$ мм [3].

$$d_1 = 48 - 2 \cdot 2,5 = 43 \text{ мм}.$$

Выполним проверочный расчет винтовой передачи на прочность по эквивалентному напряжению [8]:

Инв. № подл.	Подпись и дата																
	Взам. инв. № дубл.																
	Взам. инв. № подл.																
Инв. № подл.	Подпись и дата																
	Взам. инв. № дубл.																
	Взам. инв. № подл.																
<table border="1"> <tr> <td>Изм</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подпись</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <i>ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0</i> <table border="1"> <tr> <td>Лист</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						Лист	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата													
Лист																	

$$\sigma_{ЭKB} = \sqrt{\sigma_p + 3\tau_k^2} = \sqrt{\left(\frac{4F_a}{\pi \cdot d_1^2}\right)^2 + \left(\frac{16T}{\pi \cdot d_1^3}\right)^2} \leq [\sigma], \text{ МПа}, \quad (3.10)$$

где σ_p – напряжение растяжения, МПа;

τ_k – напряжение кручения, МПа;

d_1 – внутренний диаметр резьбы, мм;

$[\sigma]$ – допустимое напряжение сжатия, МПа;

T – момент трения в резьбе, Н·мм:

$$T = 0,5F_a \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho), \quad \text{Н·мм}, \quad (3.11)$$

где ρ – угол трения, $\rho = 7^\circ 25'$ [3];

ψ – угол подъема винтовой линии резьбы, град:

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{P}{\pi \cdot d_2}, \text{ град}. \quad (3.12)$$

$$\psi = \operatorname{arctg} \frac{5}{3,14 \cdot 45,5} = 2,22 \text{ град.}$$

$$T = 0,5 \cdot 14 \cdot 10^3 \cdot 45,5 \cdot \operatorname{tg}(2,22 + 7,25) = 4773 \text{ Н·м.}$$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{S}, \text{ МПа}, \quad (3.13)$$

где σ_T – предел текучести материала винта, $\sigma_T = 300$ МПа;

S – коэффициент запаса прочности, $S = 3$ [3].

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0				
					Лист				

$$[\sigma] = \frac{300}{3} = 100 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 14 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 43^2}\right)^2 + \left(\frac{16 \cdot 4773 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 43^3}\right)^2} = 30,6 \text{ МПа.}$$

3.4 Расчет вала

Исходя из конструктивных соображений, принимаем длины участков вала: $l_1 = 40 \text{ мм}$, $l_2 = 80 \text{ мм}$, $l_3 = 1300 \text{ мм}$, $l_4 = 160 \text{ мм}$, $T_{KP} = 224 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Определим силы, действующие на опоры:

$$F_1 = F_2 = \frac{F_{\text{тяж}}}{2}, \text{ Н,} \quad (3.14)$$

где $F_{\text{тяж}}$ – сила тяжести зерноочистительного узла, Н:

$$F_{\text{тяж}} = g(m + m_3), \text{ Н,} \quad (3.15)$$

где g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

m – масса зерноочистительного узла, $m = 47 \text{ кг}$;

m_3 – масса зерна, $m_3 = 23 \text{ кг}$.

$$F_{\text{тяж}} = 9,81 \cdot (47 + 23) = 686,7 \text{ Н.}$$

$$F_1 = F_2 = \frac{686,7}{2} = 343,3 \text{ Н.}$$

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0	Лист
Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата		

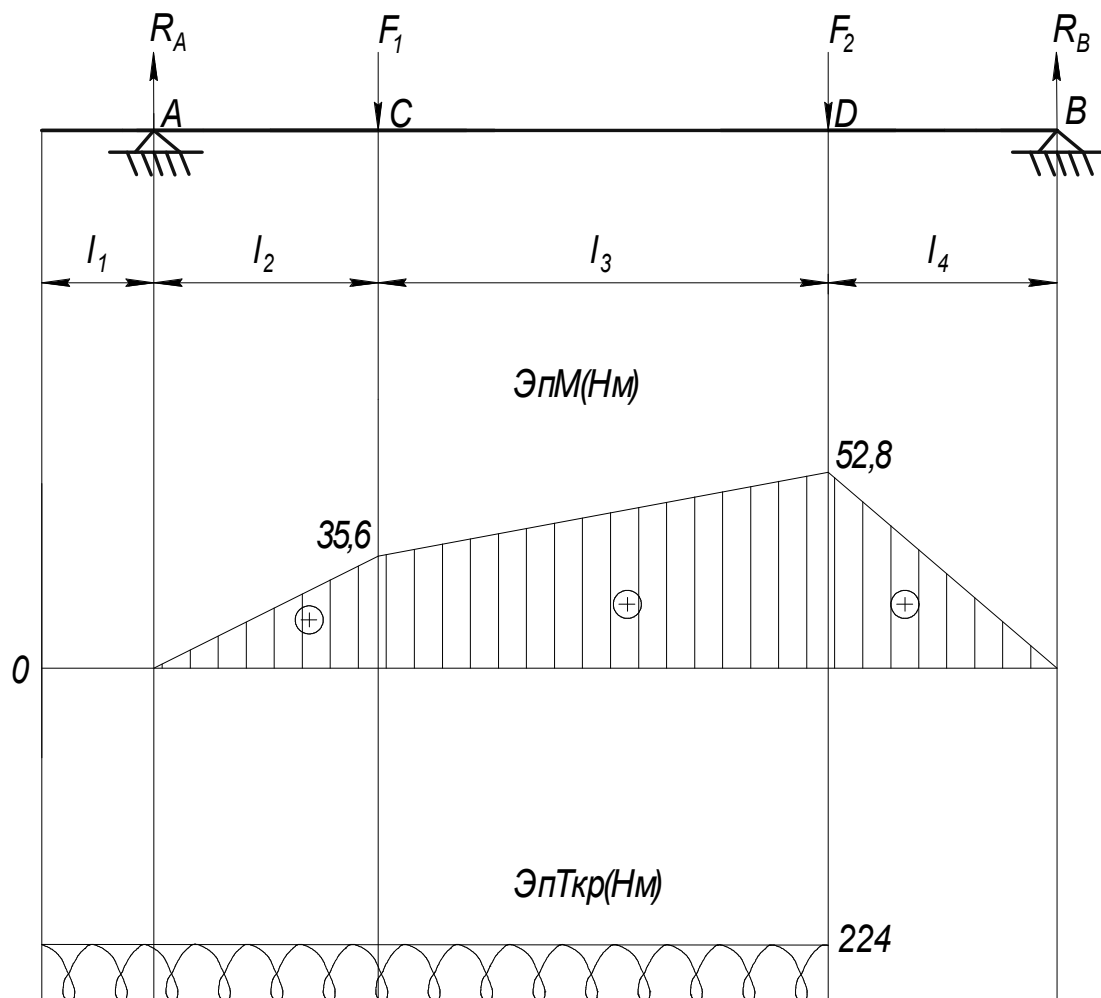


Рисунок 3.3 – Схема сил нагружения вала

Составим уравнения суммы моментов относительно опор А и В:

$$\sum M_A = -F_1 l_2 - F_2 (l_2 + l_3) + R_B (l_2 + l_3 + l_4) = 0 \quad \text{Н} \cdot \text{м.} \quad (3.16)$$

Отсюда находим R_B :

$$R_B = \frac{F_1 l_2 + F_2 (l_2 + l_3)}{(l_2 + l_3 + l_4)}, \text{ Н.} \quad (3.17)$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подпись
Дата			

$$R_B = \frac{343,3 \cdot 0,1 + 343,3(0,1 + 1,3)}{(0,1 + 1,3 + 0,16)} = 330,1 \text{ Н.}$$

$$\sum M_B = F_1(l_3 + l_4) + F_2 l_4 - R_A(l_2 + l_3 + l_4) = 0 \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (3.18)$$

Из уравнения (3.22) находим R_A :

$$R_A = \frac{F_1(l_3 + l_4) + F_2 l_4}{(l_2 + l_3 + l_4)}, \text{ Н.} \quad (3.19)$$

$$R_A = \frac{343,3(1,3 + 0,16) + 343,3 \cdot 0,16}{(0,1 + 1,3 + 0,16)} = 356,5 \text{ Н.}$$

Проверка:

$$\sum F = R_A + R_B - F_1 - F_2 = 0 \text{ Н.} \quad (3.20)$$

$$\sum F = 356,5 + 330,1 - 343,3 - 343,3 = 0 \text{ Н.}$$

Определение изгибающих моментов:

Участок 1:

$$0 \leq Z_1 \leq l_2.$$

$$M_{Z1} = R_A \cdot Z_1, \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (3.21)$$

$$M_{Z1=0} = 0; \quad M_{Z1=l_2} = 356,5 \cdot 0,1 = 35,6 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Участок 2:

$$0 \leq Z_2 \leq l_3.$$

$$M_{Z2} = R_A(l_2 + Z_2) - F_1 Z_2, \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (3.22)$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0				
					Лист				

$$M_{Z2=0} = 356,5(0,1 + 0) - 343,3 \cdot 0 = 35,6 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$M_{Z2=l_3} = 356,5(0,1 + 1,3) - 343,3 \cdot 1,3 = 52,8 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Участок 3:

$$0 \leq Z_3 \leq l_4.$$

$$M_{Z3} = R_B \cdot Z_3, \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.23)$$

$$M_{Z3=0} = 0; \quad M_{Z3=l_4} = 330,1 \cdot 0,16 = 52,8 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Диаметр вала находим из выражения:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T_{KP}}{0,1 \cdot [\tau]}}, \text{ мм}, \quad (3.24)$$

где T_{KP} – крутящий момент, Н·м;

$[\tau]$ – допустимое напряжение кручения, $[\tau] = 15 \dots 25 \text{ МПа}$ [3].

$$d = \sqrt[3]{\frac{224 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 20}} = 48,2 \text{ мм}.$$

Полученный результат округляем по ГОСТ 6636-69: $d = 50 \text{ мм}$.

По ГОСТ 8338-75 выбираем подшипник № 110: $d \times D \times B = 50 \times 80 \times 16 \text{ мм}$.

Тогда диаметр вала равен:

$$d_1 = d + 5, \text{ мм}. \quad (3.25)$$

$$d_1 = 50 + 5 = 55 \text{ мм}.$$

Инв. № подл.						Подпись и дата				
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0					Лист

Диаметр вала находим из выражения:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T_{кр}}{0,1 \cdot [\tau]}} \text{, мм,} \tag{3.24}$$

где $T_{кр}$ – крутящий момент, Н·м;
 $[\tau]$ – допустимое напряжение кручения, $[\tau] = 15 \dots 25$ МПа [3].

$$d = \sqrt[3]{\frac{224 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 20}} = 48,2 \text{ мм.}$$

Полученный результат округляем по ГОСТ 6636-69: $d = 50$ мм.
По ГОСТ 8338-75 выбираем подшипник № 110: $d \times D \times B = 50 \times 80 \times 16$ мм.
Тогда диаметр вала равен:

$$d_1 = d + 5 \text{, мм.} \tag{3.25}$$
$$d_1 = 50 + 5 = 55 \text{ мм.}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

$$\sigma = \frac{230,1}{1,6 \cdot 10^{-6}} = 143 \text{ МПа.}$$

Условие статической прочности выполняется.

Рассчитаем вал на усталостную прочность из условия:

$$S = \frac{S_\sigma S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} \geq [S], \quad (3.30)$$

где $[S]$ – коэффициент допустимого запаса прочности, $[S] = 1,5 \dots 2,5$;

S_σ – коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям:

S_τ – коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям:

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma \sigma_a}{k_d k_v} + \Psi_\sigma \sigma_n}; \quad S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau \tau_a}{k_d k_v} + \Psi_\tau \tau_n}, \quad (3.31)$$

где σ_{-1}, τ_{-1} – предел выносливости материала вала соответственно на изгиб и кручение, МПа;

k_σ, k_τ – общие эффективные коэффициенты концентрации напряжений, зависящие от формы и от состояния поверхности;

σ_a, σ_n – напряжения при изгибе и кручении, МПа;

k_d, k_v – коэффициенты влияния абсолютных размеров поперечного сечения и абсолютного упрочнения соответственно;

Ψ_σ, Ψ_τ – коэффициенты чувствительности к асимметрии цикла напряжений.

Для сталей предел выносливости определяется по формуле:

$$\sigma_{-1} = 0,35\sigma_B + 120, \text{ МПа.} \quad (3.32)$$

Инв. № подл.	Подпись и дата				
	Взам. инв. № дубл.				
	Взам. инв. № подл.				
Инв. № подл.	Подпись и дата				
	Взам. инв. № дубл.				
	Взам. инв. № подл.				
Изм Лист № докум. Подпись Дата ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0 Лист					

$$\tau_{-1} = 0,25\sigma_B, \text{ МПа.} \quad (3.33)$$

$$\sigma_{-1} = 0,35 \cdot 570 + 120 = 319,5 \text{ МПа.}$$

$$\tau_{-1} = 0,25 \cdot 570 = 142,5 \text{ МПа.}$$

Найдем общие эффективные коэффициенты концентрации напряжений, зависящие от формы и от состояния поверхности:

$$k_{\sigma} = k_{\sigma\phi} + k_{\sigma m} - 1. \quad (3.34)$$

$$k_{\tau} = k_{\tau\phi} + k_{\tau m} - 1. \quad (3.35)$$

При $\sigma_B = 570 \text{ МПа}$, $r/d = 3,5/55 = 0,063$ выбираем k_{σ}, k_{τ} [3]:

$$k_{\sigma\phi} = 2; \quad k_{\sigma m} = 1,1.$$

$$k_{\tau\phi} = 1,53; \quad k_{\tau m} = 1,1.$$

$$k_{\sigma} = 2 + 1,1 - 1 = 2,1.$$

$$k_{\tau} = 1,53 + 1,1 - 1 = 1,63.$$

При $d = 55 \text{ мм}$ найдем коэффициент k_d [3]: $k_d = 0,85$, $k_v = 0,73$.

При $\sigma_b = 570 \text{ МПа}$ определим Ψ_{σ} и Ψ_{τ} : $\Psi_{\sigma} = 0,1$; $\Psi_{\tau} = 0,05$.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0	Лист

Находим напряжения при изгибе и кручении:

$$\sigma_a = \sigma_n = \frac{M_{\text{сум}}}{W_{\text{нетто}}}, \text{ МПа}, \quad (3.36)$$

где $M_{\text{сум}}$ – суммарный изгибающий момент, Н·м;

$W_{\text{нетто}}$ – момент сопротивления сечения вала изгибу, мм³:

$$W_{\text{нетто}} = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \text{ мм}^3. \quad (3.37)$$

$$W_{\text{нетто}} = \frac{3,14 \cdot 55^3}{32} = 16325 \text{ см}^3. \quad (3.38)$$

$$\sigma_a = \sigma_n = \frac{52,8 \cdot 10^3}{16325} = 3,2 \text{ МПа}.$$

$$\tau_a = \tau_n = \frac{T_{\text{кр}}}{W_{\text{кнетто}}}, \text{ МПа}, \quad (3.39)$$

где $T_{\text{кр}}$ – крутящий момент, Н·м;

$W_{\text{кнетто}}$ – момент сопротивления сечения вала кручению, мм³:

$$W_{\text{кнетто}} = \frac{3,14 \cdot 55^3}{16} = 32651 \text{ см}^3. \quad (3.40)$$

$$\tau_a = \tau_n = \frac{224 \cdot 10^3}{32651} = 6,8 \text{ МПа}.$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Лист ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0					
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Все подставляем:

$$S_{\sigma} = \frac{319,5}{\frac{2,1 \cdot 3,2}{0,85 \cdot 0,73} + 0,1 \cdot 3,2} = 28,6.$$

$$S_{\tau} = \frac{142,5}{\frac{1,6 \cdot 6,8}{0,85 \cdot 0,73} + 0,05 \cdot 6,8} = 7,8.$$

$$S = \frac{28,6 \cdot 7,8}{\sqrt{28,6^2 + 7,8^2}} = 7,52.$$

Условие усталостной прочности выполняется.

3.5 Подбор муфты

Выбираем муфту по рассчитанному диаметру вала и максимальному крутящему моменту, который определяется по формуле:

$$T_{KP} = k \cdot T_n, \text{ Н}\cdot\text{м}, \tag{3.41}$$

где k – коэффициент, учитывающий динамические нагрузки в условиях эксплуатации; $k = 1,5$ [3];

T_n – номинальный крутящий момент, Н·м.

$$T = 1,5 \cdot 224 = 336 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Зубчатую муфту выбираем по ГОСТ 5006-83.

Инв. № подл.	Подпись и дата					
	Взам. инв. № дубл.					
	Взам. инв. № подл.					
Изм	Подпись и дата					
	Лист					
	№ докум.					
Подпись					Лист	
Дата						
ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0						

Таблица 3.2. Геометрические параметры зубчатой муфты

Номинальный вращающий момент, Н·м	d , мм	D , мм	D_1 , мм	D_2 , мм	L , не более, мм	l , мм	c , не более, мм	B , мм	Частота вращения, мин^{-1} , не более
500	55	185	135	85	180	105	10	16	75

Выполним эскиз зубчатой муфты.

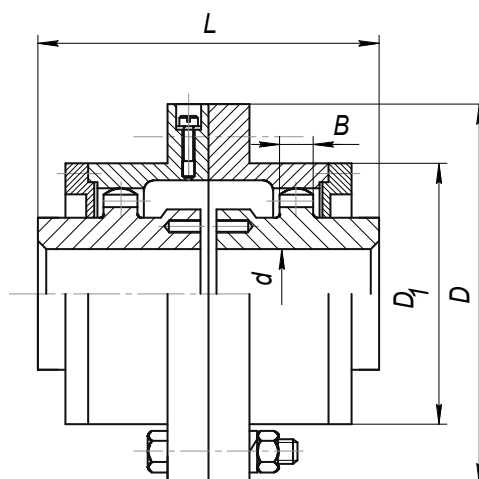


Рисунок 3.4 – Эскиз зубчатой муфты

3.6 Техника безопасности при обслуживании линии очистки зерна

Целью работы является совершенствование поточной линии очистки зерна с разработкой зерноочистительного устройства.

Для обеспечения безопасного обслуживания зерноочистительного агрегата ЗАВ-40 необходимо соблюдать следующие правила [17]:

1. Перед техническим обслуживанием агрегат очистить от посторонних предметов и мусора;
2. К обслуживанию агрегата допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие инструктаж по технике безопасности и изучившие устройство и правила эксплуатации агрегата;

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Интв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0

Лист

3. Исправлять повреждения, очищать агрегат от зернового материала, смазывать, регулировать только при выключенных механизмах. При этом обязательно вывешивать на пульте управления табличку: «Внимание! Работают люди»;

4. Для предупреждения несчастных случаев при обслуживании подъемника руководствоваться действующими правилами техники безопасности при проведении погрузочно-разгрузочных работ;

5. Технический уход верхней головки нории (смазка, натяжение ремня, цепи, установка ограждения) должен производиться со специальной площадки, предусмотренной проектом [17];

6. В случае завала нории выгрузка зерна из нижней головки рукой не допускается;

7. Для обслуживания верхней части оборудования, находящегося в здании (воздуховодов и зернопроводов), пользоваться раздвижной лестницей, надежно установленной на полу;

8. Установка электродвигателей в электросеть должна соответствовать правилам установки электрических сооружений;

9. Все повреждения электроприводов, пульта управления силовой и осветительной сети должны устраняться только электромонтером;

10. При монтаже обратить особое внимание на устройство заземления или зануления пульта. При отсутствии зануления или заземления работать запрещается. Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом.

Строгое соблюдение сроков технического обслуживания агрегата позволит добиться высокой производительности труда при очистке зерна.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УОЗ.00.0				
					Лист				

3.7 Техника безопасности при эксплуатации модернизированного зерноочистительного агрегата ЗАВ-40

Для обеспечения безопасной работы на зерноочистительном агрегате необходимо соблюдать следующие правила:

1. Перед пуском агрегат очистить от посторонних предметов и мусора;
2. Перед пуском оборудования в работу, разгрузкой автомашин подавать звуковой сигнал;
3. Запрещается работа на агрегате без ограждений вращающихся частей машин;
4. Запуск и выключение агрегата, а также устранение неисправностей и регулировку разрешается производить только механику агрегата;
5. Въезд автомобилей на платформу подъемника со скоростью свыше 15 км/час запрещается;
6. Не допускается удар колеса автомобиля по опорной раме подъемника, нахождение людей в кузове и кабине автомобиля при подъеме платформы;
7. Шоферы автомобилей при работе с подъемником обязаны:
 - а) тормозить колеса перед подъемом автомобиля для разгрузки, не отключая сцепления с коробкой передач;
 - б) медленно съезжать с подъемника после разгрузки автомобиля по установленной трассе;
8. Разрешается работать на подъемнике только при условии, если он исправен, а корпус на электродвигателе заземлен;
9. Пусковая аппаратура подъемника должна быть тщательно закрыта, а присоединение проводов соответствующим образом изолировано;
10. Запрещается [17]:
 - а) открывать заслонки, если под бункерами есть люди;
 - б) находиться людям внутри бункеров во время работы агрегата;
 - в) работать с открытыми смотровыми люками норий;
11. При въезде автомобилей под бункер в кузове не должно быть людей;

Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	4. Запуск и выключение агрегата, а также устранение неисправностей и регулировку разрешается производить только механику агрегата;	
								5. Въезд автомобилей на платформу подъемника со скоростью свыше 15 км/час запрещается;	
								6. Не допускается удар колеса автомобиля по опорной раме подъемника, нахождение людей в кузове и кабине автомобиля при подъеме платформы;	
Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	7. Шоферы автомобилей при работе с подъемником обязаны:	
								а) тормозить колеса перед подъемом автомобиля для разгрузки, не отключая сцепления с коробкой передач;	
								б) медленно съезжать с подъемника после разгрузки автомобиля по установленной трассе;	
Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	8. Разрешается работать на подъемнике только при условии, если он исправен, а корпус на электродвигателе заземлен;	
								9. Пусковая аппаратура подъемника должна быть тщательно закрыта, а присоединение проводов соответствующим образом изолировано;	
								10. Запрещается [17]:	
Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	а) открывать заслонки, если под бункерами есть люди;	
								б) находиться людям внутри бункеров во время работы агрегата;	
								в) работать с открытыми смотровыми люками норий;	
Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	11. При въезде автомобилей под бункер в кузове не должно быть людей;	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0				Лист

21. Посторонним лицам находиться в помещении во время работы агрегата категорически запрещается;

22. Рабочие обязаны немедленно сообщать своим непосредственным руководителям обо всех замеченных недостатках, представляющих опасность для людей.

Соблюдение правил техники безопасности и производственной санитарии позволит добиться высокой производительности труда при очистки зерна.

3.8 Расчет защитного заземления проектируемого устройства

В виду внедрения устройства для предварительной очистки зерна в технологическую линию зерноочистительного агрегата произведем расчет защитного заземления. Меры, обеспечивающие безопасность обслуживающего персонала от поражения электрическим током [6]:

1. Изоляция или установка токоведущих частей на недоступной высоте, установка ограждений и предупреждающих плакатов «Не влезай!», «Не подходи!».

2. Применение индивидуальных средств защиты.

3. Защитное заземление и зануление, согласно рисунку 6.1.

Защитное заземление и зануление применяют для защиты от поражения электрическим током и обеспечения условий отключения при повреждении изоляции электроустановок.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УОЗ.00.0					Лист

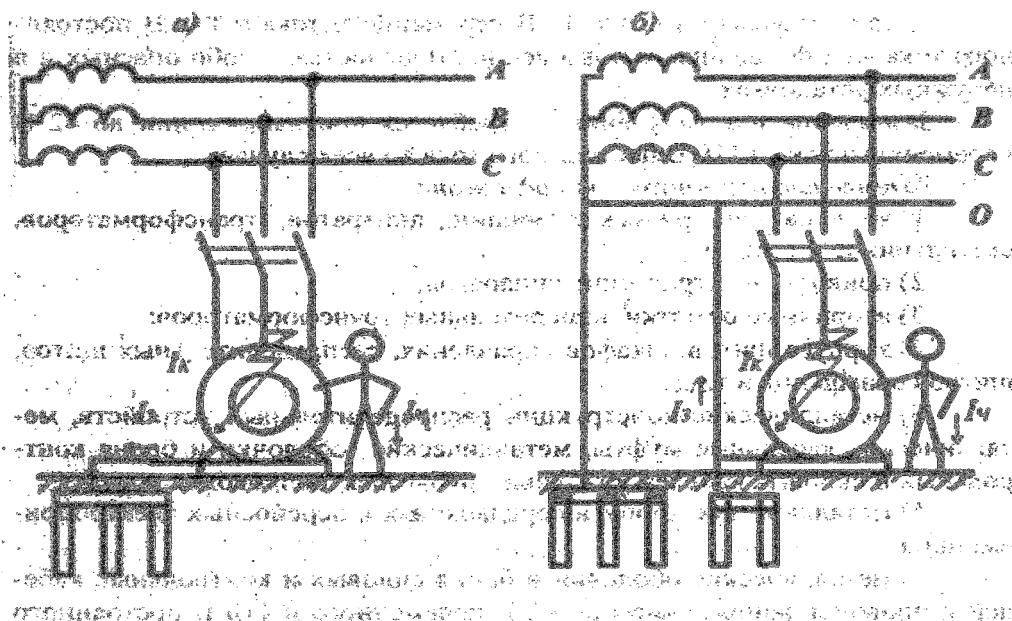


Рисунок 3.5 – Схемы заземлителей: а) заземление б) зануление

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей, согласно рисунку 3.5 а, или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением.

Рассчитаем сопротивление стержневого вертикально заглубленного заземлителя круглого сечения по формуле:

$$R_3 = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4h+1}{4h-1}, \text{ Ом}, \quad (3.42)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, для чернозема $\rho = 10 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ [1];

l – длина заземлителя, м;

d – диаметр заземлителя, м;

h – расстояние от поверхности земли до середины заземлителя, м.

$$R_3 = 0,366 \frac{10}{1,0} \lg \frac{2 \cdot 1,0}{0,2} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 2,5 + 1}{4 \cdot 2,5 - 1} = 3,7 \text{ Ом}.$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Рисунок 3.5 – Схемы заземлителей: а) заземление б) зануление
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей, согласно рисунку 3.5 а, или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением. Рассчитаем сопротивление стержневого вертикально заглубленного заземлителя круглого сечения по формуле: $R_3 = 0,366 \frac{\rho}{l} \lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4h+1}{4h-1}, \text{ Ом}, \tag{3.42}$ где ρ – удельное сопротивление грунта, для чернозема $\rho = 10 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ [1]; l – длина заземлителя, м; d – диаметр заземлителя, м; h – расстояние от поверхности земли до середины заземлителя, м. $R_3 = 0,366 \frac{10}{1,0} \lg \frac{2 \cdot 1,0}{0,2} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 2,5+1}{4 \cdot 2,5-1} = 3,7 \text{ Ом}.$
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0 Лист

Определим число стержней в контуре заземлителя:

$$n_3 = \frac{R_3 \cdot k_c}{R_{H.3.} \cdot n_9}, \quad (3.43)$$

где k_c – коэффициент сезонности, $k_c = 1,8$;

$R_{H.3.}$ – нормативное сопротивление заземлителя, Ом;

n_9 – коэффициент экранирования, зависящий от формы и длины заземлителя, $n_9 = 0,65$ [6].

$$n_9 = \frac{3,7 \cdot 1,8}{4 \cdot 0,65} = 2,5 \approx 2.$$

Выполнив расчет защитного заземления можно сделать вывод, что проектируемое устройство для предварительной очистки зерна удовлетворяет требованиям электробезопасности.

Зерноочистительный агрегат ЗАВ-40 является устройством повышенной опасности поражения электрическим током, защитное сопротивление которого необходимо измерять не реже 1 раза в год [6].

Для проектируемого зерноочистительного устройства были проведены следующие расчеты: определение общего времени работы, расчет электродвигателя, расчет винтового механизма, расчет вала, подбор муфты.

3.9 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков,

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Лист ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

3.10 Экономическое обоснование конструкции

В конструкторской разработке вращение цилиндрического решета устройства осуществляется с помощью электропривода, который включает в себя мотор-редуктор.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса. Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума. 3.10 Экономическое обоснование конструкции Целью конструкторской разработки является совершенствование технологической линии очистки зерна с проектированием и разработкой устройства для предварительной очистки. В конструкторской разработке вращение цилиндрического решета устройства осуществляется с помощью электропривода, который включает в себя мотор-редуктор.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Расчет стоимости конструкторской разработки

Стоимость конструкторской разработки определяется по формуле:

$$C_{к.р.} = Z_M + Z_{Г.Т} + Z_{Дос} + Z_{ПНО} + Z_{Эл} + H_P, \text{ руб.}, \quad (3.44)$$

где Z_M – затраты на покупку материалов, руб.;

$Z_{Г.Т.}$ – затраты на приобретение готовых деталей и узлов, руб.;

$Z_{Дос}$ – затраты на доставку материалов и готовых узлов, руб.;

$Z_{ПНО}$ – фонд оплаты труда работников, занятых на изготовлении разработанной конструкции, руб.;

$Z_{Эл}$ – затраты на оплату электроэнергии, руб.;

H_P – накладные расходы, руб.

Стоимость основных материалов, израсходованных на изготовление элементов деталей, определяется по выражению:

$$Z_M = \sum Q_M \cdot C_M, \text{ руб.}, \quad (3.45)$$

где Q_M – количество материалов, израсходованных на изготовление элементов деталей, кг;

C_M – цена единицы массы израсходованного материала, руб./кг.

Определим стоимость необходимых материалов и сведем это в таблицу 3.3.

Таблица 3.3. Стоимость материалов (с НДС)

Наименование материала	Вес, кг	Цена 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Круг 60	50	35,4	1770
Алюминий листовой 2	3	240,0	720
Сталь полосовая	7	33,0	231

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УОЗ.00.0	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$З_{ТР} = 11 \cdot 0,8 \cdot 140 = 1232 \text{ руб.}$$

Затраты на погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые вручную, составляют 123,2 руб.

$$З_{дос} = 1232 + 123,2 = 1355,2 \text{ руб.}$$

Определим размер заработной платы работников, занятых на изготовлении данной конструкторской разработки:

$$З_{пно} = З_{пн}^1 + З_{пн}^2 + З_{пн}^3, \text{ руб.} \quad (3.48)$$

$$З_{пн} = C_{осн} \cdot C_{доп.с} \cdot C_{доп.м} \cdot C_{есн} \cdot C_{отп}, \text{ руб.}, \quad (3.49)$$

где $З_{пн}$ – затраты на заработную плату по видам выполняемых работ, руб.;

$C_{осн}$ – тарифный фонд заработной платы данной категории работников, руб.;

$C_{доп.м}$ – доплата работнику за мастерство, %;

$C_{доп.с}$ – доплата за стаж, %;

$C_{есн}$ – отчисления на единый социальный налог, %;

$C_{отп}$ – начисления отпускных.

Тарифный фонд заработной платы определяется по формуле:

$$C_{осн} = \sum_{i=1}^n T_i \cdot C_{чи}, \quad (3.50)$$

где $C_{чи}$ – часовая тарифная ставка работника, руб.;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УОЗ.00.0					Лист

n – количество операций производства изделия.

Часовые тарифные ставки рассчитываются в зависимости от разряда работ, условий труда и вида оплаты труда на предприятии. Трудоемкость изготовления элементов изделия определяется на основе пооперационных расчетов.

Часовая тарифная ставка работников (исходя из заработной платы работников и количества часов, отработанных за месяц) составит:

для токарных работ:

$$C_{qi} = \frac{8000 \text{ py}\delta}{192 \text{ yaca}} = 41,6 \text{ py}\delta/\text{y}.$$

для сварочных работ:

$$C^2_{q_i} = \frac{12000 \text{ pyб}}{192 \text{ ч ас а}} = 62,5 \text{ pyб / ч}.$$

для слесарных работ:

$$C^3_{q_i} = \frac{7500 \text{ pyб}}{192 \text{ ч аса}} = 39,0 \text{ pyб / ч}.$$

Таблица 3.5. Расчет заработной платы и расхода электроэнергии

Наименование работ	Разряд	Время работы, ч	Тарифная часовая ставка руб.	Расход эл.энергии, кВт·ч
Сварочные	5	14	62,5	12,0
Слесарные	3	20	39,0	-
Токарные	4	19	41,6	15,0
Итого				27,0

$$C_{осн} = 62,5 \cdot 14,0 + 39 \cdot 20,0 + 41,6 \cdot 19,0 = 2445,4 \text{ руб.}$$

Доплату за стаж $C_{доп.с}$ и за классность $C_{доп.м}$ принимаем в размере 10%, отчисления на единый социальный налог $C_{есн}$ составляют 26,0%, начисление отпускных $C_{отп}$ – 8,5%.

Тогда затраты на заработную плату с начислениями и отчислениями составят:

$$З_{пно} = 2445,4 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,26 \cdot 1,085 = 4045,2 \text{ руб.}$$

Затраты на потребленную электроэнергию определим по формуле:

$$З_{э} = W \cdot Ц_{э}, \text{ руб.}, \quad (3.51)$$

где W – потребленная электроэнергия, кВт·ч;

$Ц_{э}$ – тариф на электроэнергию, руб./кВт·ч.

$$З_{э} = 27 \cdot 2,11 = 56,9 \text{ руб.}$$

Определим сумму накладных расходов:

$$H_p = З_{пно} \cdot (1,6...1,7\%), \text{ руб.} \quad (3.52)$$

$$H_p = 4045,2 \cdot 1,6 = 6472,3 \text{ руб.}$$

Определим затраты на изготовление конструкторской разработки:

$$З_{к.р.} = 7408,8 + 16360 + 1355,2 + 4045,2 + 56,9 + 6472,3 = 35698,4 \text{ руб.}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата			
	Взам. инв. № дубл.			
	Взам. инв. № подл.			
	Подпись и дата			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
	ВКР.35.03.06.098.18.УО3.00.0			
	Лист			

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

$$3_{TP} = \frac{3_{TP.C.}}{B\Pi}, \text{ руб.}, \quad (3.53)$$

ВП – валовая продукция, т.

$$T_p^C = 1370 / 20 = 68,5 \text{ ч.}$$
$$T_p^{\Pi} = 1370 / 22 = 62,2 \text{ ч.}$$
$$3_{TP}^C = 2 \cdot 68,5 / 1370 = 0,10 \text{ чел.-ч/т.}$$

$$3_{TP}^{\Pi} = 2 \cdot 62,2 / 1370 = 0,09 \text{ чел.-ч/т.}$$

Для определения заработной платы находим тарифный фонд зарплаты:

$$З_{н.н.} = C_{\text{ч}} \cdot T_p \cdot n \cdot C_{\text{доп.м.}} \cdot C_{\text{доп.с.}} \cdot C_{\text{есн}} \cdot C_{\text{отп}}, \quad (3.54)$$

где $C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка работника, руб.;

T_p – время работы, ч;

n – количество работников, чел;

$C_{\text{доп.м.}}$ – доплата работнику за мастерство, $C_{\text{доп.м.}} = 10\%$;

$C_{\text{доп.с.}}$ – доплата за стаж, $C_{\text{доп.с.}} = 10\%$;

$C_{\text{есн.}}$ – отчисления на единый социальный налог, $C_{\text{есн.}} = 26\%$;

$C_{\text{отп}}$ – начисление отпускных, $C_{\text{отп}} = 8,5\%$.

$$З_{н.н.}^C = 44,8 \cdot 68,5 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,26 \cdot 1,085 = 10152,7 \text{ руб.}$$

$$З_{н.н.}^П = 44,8 \cdot 62,2 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,26 \cdot 1,085 = 9219 \text{ руб.}$$

Затраты электроэнергии определим из формулы (3.51):

$$З_{эл}^C = 9,2 \cdot 68,5 \cdot 2,11 = 1329,7 \text{ руб.}$$

$$З_{эл}^П = 10,3 \cdot 62,2 \cdot 2,11 = 1351,8 \text{ руб.}$$

Рассчитаем амортизационные отчисления по используемому оборудованию:

$$A = B_C \cdot H_A, \text{ руб./т}, \quad (3.55)$$

где B_C – балансовая стоимость оборудования, руб.;

H_A – норматив отчисления на амортизацию.

По существующей технологии:

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УОЗ.00.0	Лист

$$A^C = 1285120 \cdot 0,11 = 141363,2 \text{ руб./т.}$$

По предлагаемой технологии (с учетом затрат на конструкторскую разработку):

$$A^П = 1320818,4 \cdot 0,11 = 145290 \text{ руб./т.}$$

Рассчитаем затраты на ремонт и техническое обслуживание согласно формуле (3.55), вместо нормы амортизационных отчислений берутся нормативы на ремонт и техническое обслуживание оборудования (14...16%):

$$P^C = 1285120 \cdot 0,16 = 205619,2 \text{ руб.}$$

$$P^П = 1320818,4 \cdot 0,16 = 211330,9 \text{ руб.}$$

Определим прямые эксплуатационные затраты на единицу продукции:

$$\mathcal{E}_{з.в.п} = \frac{\mathcal{E}_o}{ВП}, \text{ руб.}, \quad (3.56)$$

где $\mathcal{E}_o$ – прямые эксплуатационные затраты, руб:

$$\mathcal{E}_o = \mathcal{Z}_{н.н.} + \mathcal{Z}_{эл} + A + P, \text{ руб.} \quad (3.57)$$

$$\mathcal{E}_o^C = 10152,7 + 1329,7 + 141363,2 + 205619,2 = 358464,8 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_o^П = 9219 + 1351,8 + 145290 + 211330,9 = 367191,7 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{з.в.п}^C = \frac{358464,8}{1370} = 261,6 \text{ руб./т.}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата					
	Взам. инв. № дубл.					
	Взам. инв. № подл.					
Инв. № подл.	Подпись и дата					
	Взам. инв. № дубл.					
	Взам. инв. № подл.					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.098.18.УОЗ.00.0	Лист

$$\mathcal{E}_{3.B.II.}^{\Pi} = \frac{367191,7}{1370} = 268,0 \text{ руб./т.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения проектируемой разработки:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \mathcal{E}_o^C - \mathcal{E}_o^{\Pi} + \Delta\mathcal{E}, \text{ руб.}, \quad (3.58)$$

где $\Delta\mathcal{E}$ – дополнительный экономический эффект, руб.:

$$\Delta\mathcal{E} = (C_n^{\Pi} - C_n^C) \cdot B\Pi, \text{ руб.}, \quad (3.59)$$

где C_n^{Π} – стоимость продукции по проектируемой линии, руб./т;

C_n^C – стоимость продукции по существующей линии, руб./т.

$$\Delta\mathcal{E} = (4300 - 4230) \cdot 1370 = 95900 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 358464,8 - 367191,7 + 95900 = 87173,1 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости составит:

$$T_{OK} = \frac{3_{K.P.}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}. \quad (3.60)$$

$$T_{OK} = \frac{35698,4}{87173,1} = 0,4 \text{ года.}$$

Показатели экономической эффективности конструкторской разработки сведем в таблицу 3.6.

Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.				Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	где $C_n^П$ – стоимость продукции по проектируемой линии, руб./т; $C_n^С$ – стоимость продукции по существующей линии, руб./т.										
					$\Delta \vartheta = (4300 - 4230) \cdot 1370 = 95900 \text{ руб.}$ $\vartheta_{\text{зод}} = 358464,8 - 367191,7 + 95900 = 87173,1 \text{ руб.}$ Срок окупаемости составит: $T_{OK} = \frac{3_{К.Р.}}{\vartheta_{\text{зод}}} \tag{3.60}$ $T_{OK} = \frac{35698,4}{87173,1} = 0,4 \text{ года.}$ Показатели экономической эффективности конструкторской разработки сведем в таблицу 3.6.										
					ВКР.35.03.06.098.18.УОЗ.00.0										Лист

Таблица 3.6. Показатели экономической эффективности

Показатели	Технология	
	Существующая	Проектируемая
1. Годовой объем работ, т	1370	1370
2. Затраты труда на единицу продукции, чел.-ч/т	0,1	0,09
3. Годовая экономия затрат труда, чел.-ч	-	12,6
4. Прямые эксплуатационные затраты на единицу продукции, руб./т	261,6	268,0
5. Дополнительный экономический эффект, руб.	-	95900
6. Дополнительные инвестиции, руб.	-	35698,4
7. Годовой экономический эффект, руб.	-	87173,1
8. Срок окупаемости, лет	-	0,4

Таким образом, разработка устройства для предварительной очистки, несмотря на необходимость дополнительных вложений, позволяет снизить затраты труда на производство единицы продукции. За счет повышения качества очищенного зерна, происходит повышение цены реализации конечного продукта. Срок окупаемости 0,4 года или 4,8 месяца. Приведенные выше расчеты говорят об экономической эффективности и целесообразности внедрения данной разработки в производство.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	ВКР.35.03.06.098.18.УОЗ.00.0
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	ВКР.35.03.06.098.18.УОЗ.00.0

ВЫВОДЫ

В данной работе на основе обзора литературы приведен анализ существующих машин и агрегатов послеуборочной обработки зерна, отмечены их преимущества и недостатки.

Предлагаемое зерноочистительное устройство позволит получить предварительно очищенное зерно высокого качества, разгрузить зерноочистительные машины и сократить время очистки зерна.

Внедрение рекомендуемой проектом разработки повысит производительность труда, качество конечного продукта и будет способствовать снижению себестоимости продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев, И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию / И.И. Алиев. – 4-е изд., перераб. – Ростов н/Д : Феникс, 2003. – 480 с.
2. Бурков, А.И. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян / А.И. Бурков, В.Л. Андреев, О.П. Рошин // Агробизнес – Россия. – 2005. – № 1. – с. 57-59.
3. Детали машин и основы конструирования / под ред. М.Н. Ерохина. – М. : Колос, 2004. – 462 с.
4. Ермолаев, И.Я. Методические указания к выполнению раздела дипломного проекта «Безопасность жизнедеятельности» / И.Я. Ермолаев, М.А. Орлова. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2007. – 11 с.
5. Ермольев, Ю.И. Перспективные технологии и технические средства для очистки зерна / Ю.И. Ермольев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – № 6. – с. 28-29.
6. Зотов, Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве / Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов. – 2-е изд., перераб. – М. : Колос, 2003. – 432 с.
7. Кожуховский, И.Е. Зерноочистительные машины. Конструкции, расчет и проектирование / И.Е. Кожуховский. – 2-е изд., перераб. – М. : Машиностроение, 1974. – 200 с.
8. Красников, В.В. Подъемно-транспортные машины / В.В. Красников, В.Ф. Дубинин, В. Ф. Акимов [и др.]. – 4-е изд., перераб. – М. : Агропромиздат, 1987. – 272 с.
9. Кузнецов В. Очищать зерно в хозяйствах выгодно / В. Кузнецов, С. Лебедев // Сельский механизатор. – 2008. – № 3. – с. 20-21.
10. Нугманов, С.С. Справочник для выполнения дипломных, курсовых проектов и контрольных заданий по электротехническим дисциплинам / С. С. Нугманов, В.И. Кочетов. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2008. – 147 с.

11. Патент № 2195805. Российская Федерация. Зерноочистительный агрегат / А.И. Бурков, В.Л. Андреев, С.Л. Логинов [и др.]. – № 2001118111/13; заяв. 29.06.01 ; опуб. 10.01.03, Бюл. № 35. – 4 с. : ил.

12. Патент № 2106207. Российская Федерация. Зерноочистительный агрегат / А.З. Бодртдинов. – № 94001395/13 ; заяв. 11.01.94 ; опуб. 10.03.98, Бюл. № 30, 2002. – 6 с. : ил.

13. Патент № 2245746. Российская Федерация. Зерноочистительная машина / В.Е. Саитов, Р.Г. Гатауллин. – № 2003103803/03 ; заяв. 10.02.03 ; опуб. 10.02.05, Бюл. № 28. – 8 с. : ил.

14. Патент № 2175273. Российская Федерация. Зерноочистительная машина / Ф.А Мамедов, М.В. Туаев, В.И. Литвин [и др.]. – № 2000111754/13 ; заяв. 15.05.00 ; опуб. 27.10.01, Бюл. № 31, 2003. – 5 с. : ил.

15. Патент № 2307499. Российская Федерация. Устройство для загрузки и предварительной очистки зерна / Т.Т. Гаппоев, С.А. Бекузарова, К.Д. Кудзиев [и др.]. – № 2006115009/11 ; заяв. 02.05.06 ; опуб. 10.10.07, Бюл. № 27. – 4 с. : ил.

16. Реконструкция типовых зерноочистительно-сушильных комплексов (рекомендации) / НИИСХ Северо-Востока. – Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2000. – 72 с.

17. Руководство по устройству и эксплуатации зерноочистительного агрегата ЗАВ-40 / Воронежский ЦНТИ. – Воронеж : Коммуна, 1970. – 133 с.

18. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин : учебник для ВУЗов сельскохозяйственного машиностроения / Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов, Е.Г. Султан-Шах. – 2-е изд., перераб. – М. : Машиностроение, 1977. – 568 с.

19. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М. : Колос, 2003. – 624 с.

СПЕЦИФИКАЦИИ

ПРИЛОЖЕНИЯ