

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: Агроинженерия

Профиль: Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна с разработкой ситового сепаратора»

Шифр 35.03.06.380.18.00.00.00

Студент _____
подпись _____ Ф.И.О. _____

Руководитель _____
ученое звание _____ подпись _____ Ф.И.О. _____

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № _____ от _____ 20__ г.)

Зав. кафедрой _____
ученое звание _____ подпись _____ Ф.И.О. _____

Казань – 2018 г.

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Закирова А.Т. выполненную на тему «Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна с разработкой ситового сепаратора».

Данная работа состоит из пояснительной записки на __ листе печатного текста и графической части на __ листах формата А1, содержит __ рисунков, __ таблиц, список использованной литературы содержит __ наименований.

Текстовые документы работы содержат пояснительную записку, состоящую из введения, 3 разделов, заключения и списка использованной литературы; приложения и спецификацию.

В первом разделе проводится анализ существующих конструкций ситовых сепараторов. Приведены технические достоинства и недостатки существующих разработок.

Во втором разделе приводится разработка технологии послеуборочной обработки зерна. Приведены мероприятия по организации безопасной работы и улучшению труда, мероприятия по охране окружающей среды при работе по планируемой технологии.

В третьем разделе разрабатывается конструкция ситового сепаратора. Приведены требования к ситовому сепаратору. Описана работа приспособления, выполнены конструктивные расчеты. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения ситового сепаратора.

Пояснительная записка завершается заключением и списком использованной литературы.

ANNOTATION

At the final qualifying work Zakirova AT made on the theme "Perfection of post-harvest grain processing technology with the development of a screen separator".

This work consists of an explanatory note on the __ sheet of printed text and graphic part on __ sheets of A1 format, contains __ pictures, __ tables, list of used literature contains __ names.

The text documents of the work contain an explanatory note consisting of an introduction, 3 sections, conclusion and list of used literature; application and specification.

In the first section, the existing designs of screen separators are analyzed. The technical merits and shortcomings of the existing developments are given.

The second section describes the development of post-harvest grain processing technology. Measures are taken to organize safe work and improve work, measures for protecting the environment when working on the planned technology.

The third section develops the construction of a screen separator. The requirements for the screen separator are given. The work of the device is described, constructive calculations are performed. The instruction on safe work with the device is developed. The feasibility study of the expediency of using a screen separator is given.

Explanatory note concludes with the conclusion and a list of used literature.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Общие сведения.....	
1.2 Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна	
1.2.1 Технологическая линия послеуборочной обработки зерна по патенту РФ 2 364 449	
1.2.2 Технологическая схема послеуборочной обработки зерна по патенту РФ 2 369 081	
1.3 Анализ существующих конструкций ситовых сепараторов	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Предлагаемая технологическая линия послеуборочной обработки зерна	
2.2 Технологические расчёты	
2.3 Разработка мероприятий по улучшению безопасности жизнедеятельности и условий труда при послеуборочной обработке зерна	
2.4 Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при послеуборочной обработке зерна	
2.5 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при послеуборочной обработке зерна	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	
3.2 Конструктивные расчеты	
3.2.1 Расчет основных размеров решета и привода рабочих органов.	
3.2.2 Расчёт сварного соединения	
3.2.3 Расчёт болтовых соединений	
3.2.4 Расчёт шпонок.....	
3.4 Экономическое обоснование конструкции ситового сепаратора	
3.4.1 Расчёт массы и стоимости конструкции	
3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.....	

3.5 Техника безопасности при эксплуатации ситового сепаратора

ВЫВОДЫ.....

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....

СПЕЦИФИКАЦИЯ.....

ПРИЛОЖЕНИЯ.....

Введение

В развитии экономики нашей страны самую главную роль играет агропромышленный комплекс, от которого зависит всё: общее состояние страны, ее продовольственная безопасность и благополучие населения. Зерноперерабатывающая отрасль занимает ведущее место в агропромышленном комплексе России. Высокая питательность зерна, хорошая транспортабельность, и самое главное - возможность длительного хранения дают преимущества этого продукта по сравнению с любой другой сельскохозяйственной продукцией. Не случайно зерно играет самую значимую роль в обеспечении стабильности в стране, а хлебобродукты всегда - определяющую долю в структуре питания населения страны.

В производстве зерна одной из главных операций является послеуборочная обработка, она включает в себя операции сушки и очистки. Поэтому послеуборочная обработка зерна должна обеспечить полную и длительную сохранность собранного урожая, затратив при этом минимум труда и средств. В связи с этим все большую актуальность приобретает проблема совершенствования машин, участвующих в послеуборочной обработке, зерноочистительных линий и комплексов.

Для улучшения качества производимой продукции необходимо использовать новые технологии.

В связи с этим целью выполнения выпускной квалификационной работы является то, что на основании изученного материала работы, разработать конструкцию ситового сепаратора. Рассчитать ее конструктивные параметры, разработать мероприятия по технике безопасности и по охране труда, провести технико-экономическое обоснование разработанной конструкции.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общие сведения

В настоящее время в сельском хозяйстве применяются следующие способы ситового сепарирования зерновой смеси:

1. Разделение по размерам:

- по ширине на решетках с круглыми отверстиями и на роликовых решетках;
- по толщине на решетках с прямоугольными отверстиями;
- по длине, разделение проводят на триерах и на решетках с прямоугольными отверстиями.

2. Разделение по аэродинамическим свойствам:

- разделение, нагнетающим воздушным потоком;
- разделение всасывающим воздушным потоком.

3. Разделение по форме и состоянию поверхности:

- разделение на решетках с треугольными отверстиями;
- разделение на винтовых сепараторах;
- на горках с продольными и поперечными движением полотна;
- триерах с ворсистой поверхностью;
- электромагнитных сепараторах.

4. Разделение по плотности и удельному весу:

- игольчатых барабанах, триерах;
- пневматические сортировальные столы.

5. Электрические методы разделения:

- электростатический;
- разделение в поле короткого разряда;
- диэлектрический метод разделения.

6. Разделение материалов по цвету.

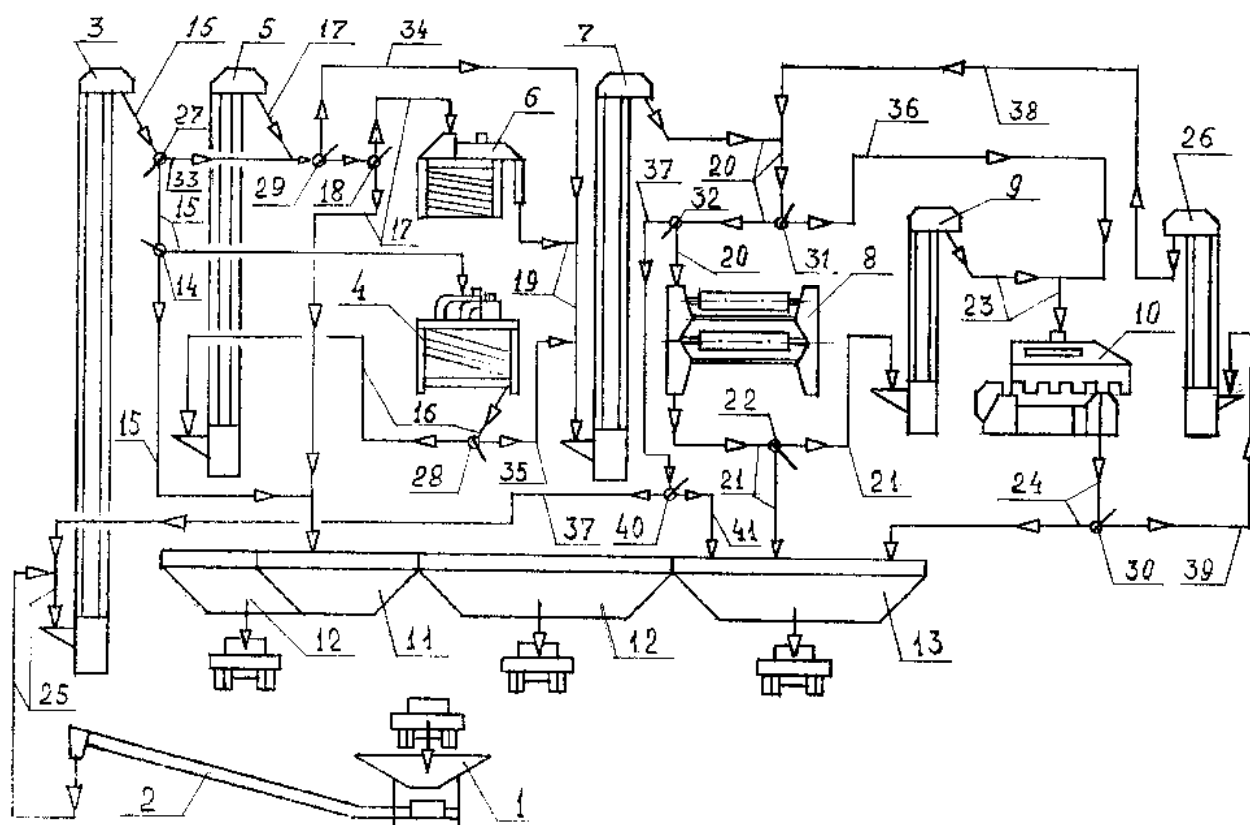
Основой составления технологических схем зерноочистительных машин понимают значение всех признаков компонентов составляющих зерновую смесь подлежащей обработке и применение этих признаков при конструировании машин и их рабочих органов. Например, если необходимо очистить зерно от засоряющих его примесей 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.

1.2 Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна

1.2.1 Технологическая линия послеуборочной обработки зерна по патенту РФ 2 364 449

Данная технологическая линия предназначена для послеуборочной обработки зерна сельскохозяйственных культур (рисунок 1.1). Она включает машину предварительной очистки, машину воздушно-решетной очистки и сортирования, триерный блок и пневмосортировальный стол. Линия также имеет приемный бункер, транспортер загрузочный, загрузочную, промежуточную, вторую промежуточную, заключительную и вторую заключительную нории [13].



1-приемный бункер, 2-транспортер загрузочный, 3-загрузочная нория, 4-машина предварительной очистки, 5-промежуточная нория, 6-машина воздушно-решетной очистки и сортирования, 7-вторая промежуточная нория, 8-триерный блок, 9-заключительная нория, 10-пневмосортировальный стол, 11-бункер резерва, 12-бункер отходов, 13-бункер чистого зерна или семян, 14,27-перекидные клапаны, 15,16,17-зернопроводы,18,29-перекидные клапаны,19-21,23-25,33-39,41-зернопроводы, 26-вторая заключительная нория, 22,27,30-32,40-перекидные клапаны.

Рисунок 1.1 – Технологическая линия послеуборочной обработки зерна по патенту РФ 2364449

В составе данной линии также входят бункеры резерва и отходов, чистого зерна или семян, имеются зернопроводы с перекидными клапанами. Эти зернопроводы соединяют между собой машины очистки с нориями и бункерами.

Целью данной технологии является обеспечение возможности выбора необходимой технологической схемы обработки зернового вороха при минимальном его травмировании.

Данная технологическая линия обеспечивает работу всех зерноочистительных машин в любой последовательности в зависимости от качества поступающего зернового материала его вида (зерновые, зернобобовые, масличные) и назначения конечного продукта (семенной материал).

Прием зернового вороха осуществляется в механизированный бункер типа ЗИ-10000, который оборудован скребковым транспортером, соединенный с загрузочной норией типа НПК-10 круглым зернопроводом диаметром 140 мм. В качестве машины предварительной очистки зернового вороха была использована машина МВР-5 (МОС-50С), а в качестве машины воздушно-решетной очистки сортирования была использована - МВР-6.

Подача семян для обработки в триерном блоке БТЦ - 700, на пневмосортировальном столе МОС - 9Н осуществлялась тихоходными цепными нориями типа НТХ 10. В зернопроводах были установлены двухсторонние перекидные клапаны типа КДР с ручками для управления.

Связь зернопроводов 25 с 37, 17 с 33, 19 с 34, 19 с 35, 20 с 38, 23 с 36 осуществлялась с помощью вводов симметричных СВС круглых с диаметром 140 мм. В зависимости от засоренности поступающего зернового вороха выбирается соответствующая технологическая схема его обработки.

Так, например, при чистоте зернового вороха до 95,0% он прежде обрабатывается на машинах предварительной очистки и воздушно-решетной очистки. Потом если нет трудноотделимых примесей в зерновой массе и соответствуют семена требуемой чистоте, то они накапливаются в бункере чистого зерна. А при наличии в зерновом ворохе трудноотделимых примесей (овсюга, щуплых семян, семена с грибковыми заболеваниями, и т.п.) он обрабатывается на пневмосортировальном столе и затем поступает в бункер чистого зерна. Если в зерновой массе имеются битые семена, короткие примеси, то зерновой ворох после пневмосортировального стола обрабатывается на триерном блоке.

Анализ технологической линии нам позволяет сделать вывод, что данная зерно- и семяочистительная линия является универсальной и она позволяет выбрать необходимую технологическую схему обработки зернового вороха с любыми его исходными характеристиками для получения высококачественного зерна с высоким его выходом и использованием при этом минимального набора машин и оборудования.

1.2.2 Технологическая схема послеуборочной обработки зерна по патенту РФ 2 369 081

Зерно- и семяочистительный агрегат включает приемное устройство с норией, воздушно-решетную фракционную зерноочистительную машину, триеры и бункеры для сбора неиспользуемых отходов, очищенного и фуражного зерна. Под триерами расположен пневмосортировальный стол для довыделения неполноценных и дробленых зерновок, а также засорителей. Для хранения основной фракции, т.е. товарного зерна или семян, используются силосы или бункеры для активного вентилирования. После воздушно-решетной машины последовательно установлены направляющий клапан и делитель, обеспечивающие необходимое продолжение обработки зернового вороха. Агрегат обеспечивает снижение травмирования зерна.

Зерно- и семяочистительный агрегат состоит из приемного устройства 1, ленточных транспортеров 2, 14, 16, 22, 23, норий 3, 10, 11, 15, 18, воздушно-решетной фракционной зерноочистительной машины 5, промежуточного бункера 6, воздухоочистителя 7, шнека 4, направляющего клапана 8, делителя 9, триеров 12, пневмосортировального стола 13, бункеров активного вентилирования или силосов 17 и 19, разгрузочного бункера 20, участка протравливания и затаривания семян 21, бункеров очищенного 24 и фуражного 25 зерна, а также неиспользуемых отходов 26.

Зерно- и семяочистительный агрегат работает следующим образом. Исходный зерновой ворох из приемного устройства 1 ленточными

транспортерами 2 подается в приемник нории 3, которая поднимает его и подает в промежуточный бункер 6 и далее в воздушно-решетную фракционную зерноочистительную машину 5 с двумя аспирационными системами и двумя решетными станами.

Воздушно-решетная машина может работать в режимах предварительной, первичной и вторичной очистки.

В режиме предварительной очистки зерновой ворох за один пропуск доводится до требований, предъявляемых к качеству фуражного зерна. При этом из зернового вороха перед подачей на решета в первой аспирационной системе выделяются легковесные засорители, а затем на подсевных решетках решетных станов - мелкие и на колосовых - крупные засорители. Очищенный на решетках ворох подается во вторую аспирационную систему, где довыделяются легковесные засорители и поступают в бункер и по мере его заполнения их выгружают в транспортное средство и вывозят за пределы санитарной зоны предприятия.

Очищенная часть вороха подается на направляющий клапан 8, который можно установить в два положения (показаны пунктирной и сплошной линией). В первом положении зерновой ворох подают в бункер чистого зерна 24, а во втором в делитель 9, который устанавливают в крайнее положение, чтобы зерновой ворох поступал в норию 10.

Если зерно реализуют сразу или загружают в отдельно расположенный склад, то его подают в бункер очищенного зерна 24 и по мере его заполнения выгружают в транспортное средство и вывозят к местам назначения.

Если предполагается хотя бы временно хранить зерно на месте, то его подают в норию 10, которой оно подается на ленточный транспортер 14 и далее в бункер активного вентилирования 17.

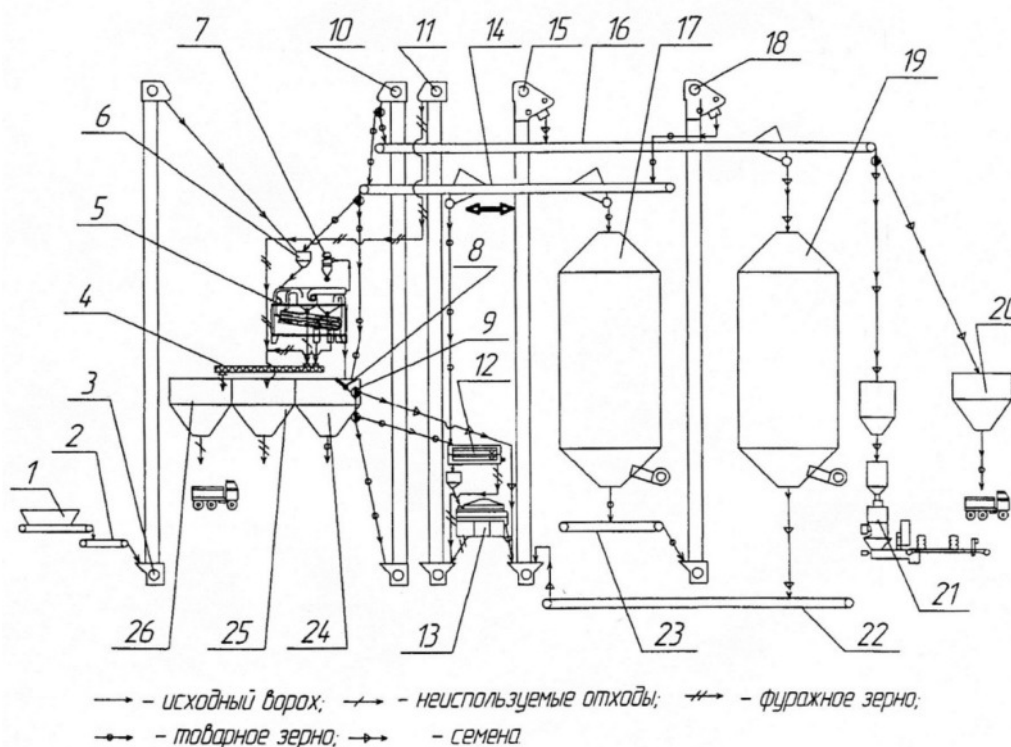
Если зерно не подлежит дальнейшей обработке, то по мере необходимости его подают из бункера 17 на ленточный транспортер 23 и далее в норию 18, которая поднимает зерно на ленточный транспортер 14, которым оно сбрасывается по самотеку в бункер очищенного зерна 24 и по

мере заполнения его выгружают в транспортное средство и вывозят к местам назначения.

Если же зерно подлежит дальнейшей обработке, то по мере необходимости его в нужном количестве подают из бункера активного вентилирования 17 на ленточный транспортер 23 и далее в норию 18, которая поднимает его и подает на ленточный транспортер 14. При дальнейшем использовании зерна для товарных целей его сбрасывают в промежуточный бункер 6 и далее подают в воздушно-решетную машину 5, где повторно очищают в режиме первичной очистки и подают в бункер очищенного зерна 24 или в норию 10, которая поднимает его на ленточный транспортер 14 и далее в свободный бункер активного вентилирования для хранения.

При дальнейшем использовании зерна для семенных целей его в нужном количестве подают в триер 12 и далее в пневмосортировальный стол 13, где завершают очистку семян. Очищенные семена подаются в норию 15 и далее ленточным транспортером 16 в бункер активного вентилирования 19, или в разгрузочный бункер 20, или на участок протравливания и затаривания 21.

По мере необходимости семена из бункера активного вентилирования 19 подают на ленточный транспортер 22 и далее норией 15 на ленточный транспортер 16, который перемещает их в разгрузочный бункер 20 или на участок протравливания и затаривания 21 (рисунок 1.2).



1-приемное устройство, 2, 14, 16, 22, 23-ленточные транспортеры, 3, 10, 11, 15, 18-нории, 4-шнек, 5-воздушно-решетная фракционная зерноочистительная машина, 6-промежуточный бункер, 7-воздухоочиститель, 8-направляющий клапан, 9-делитель, 12-триер, 13-пневмосортировальный стол, 17, 19-бункеры активного вентилирования, 20-разгрузочный бункер, 21-участок протравливания и затаривания семян, 24, 25-бункер очищенного и фуражного зерна, 26-бункер неиспользованных отходов.

Рисунок 1.2 – Технологическая схема послеуборочной обработки зерна по патенту РФ 2 369 081

Предварительную очистку зернового вороха и последующую повторную очистку следует проводить тогда, когда зерно- и семяочистительный агрегат не обеспечивает полную поточную обработку поступившего зернового вороха в режиме первичной очистки.

В процессе первичной очистки зерновой ворох за один пропуск через воздушно-решетную машину доводится до требований к качеству товарного зерна.

При этом из зернового вороха перед подачей на решета в первой аспирационной системе выделяются легкие, а затем на сортировальных решетках - фуражное зерно, на колосовых – крупные, а на подсевных - мелкие

примеси из фуражного зерна. Очищенный зерновой ворох подается во вторую аспирационную систему, здесь выделяются биологически неполноценные зерновки и оставшиеся легкие примеси.

Если товарное зерно сразу реализуют, то направляющий клапан устанавливают в таком положении, чтобы оно поступало в бункер очищенного зерна. После заполнения бункера зерно выгружают в транспортное средство и вывозят к местам назначения.

При обработке семенного зерна после воздушно-решетной машины его направляющим клапаном подают к делителю, где разделяют зерно на два потока. Один поток подают последовательно в триеры и на пневмосортировальный стол, где завершается подготовка семян, которые направляют в норию и далее с помощью ленточного транспортера в бункер активного вентилирования.

Второй поток подают в норию и затем ленточным транспортером в бункер активного вентилирования. После окончания обработки зернового вороха зерно из бункера ленточным транспортером подают в норию и далее ленточным транспортером в триеры и пневмосортировальный стол, здесь завершается очистка семян.

Отходы триеров и пневмосортировального стола подают в норию, затем в бункер фуражного зерна. После заполнения бункера фуражное зерно выгружают в транспортное средство и вывозят в склад комбикормового цеха.

В процессе вторичной очистки при отсутствии трудноотделимых примесей зерновой ворох за один пропуск через воздушно-решетную машину доводится до требований, предъявляемых к качеству семян. Из зернового вороха перед подачей на решета в первой аспирационной системе выделяются легкие примеси, а затем на сортировальных решетках - фуражное зерно, на колосовых - крупные примеси, на подсевных - мелкие примеси. Очищенные семена подают на ленточный транспортер, который транспортирует зерно в бункер активного вентилирования или в разгрузочный бункер.

Отходы поступают в бункер неиспользуемых отходов и после заполнения их выгружают в транспортное средство и вывозят за пределы санитарной зоны предприятия.

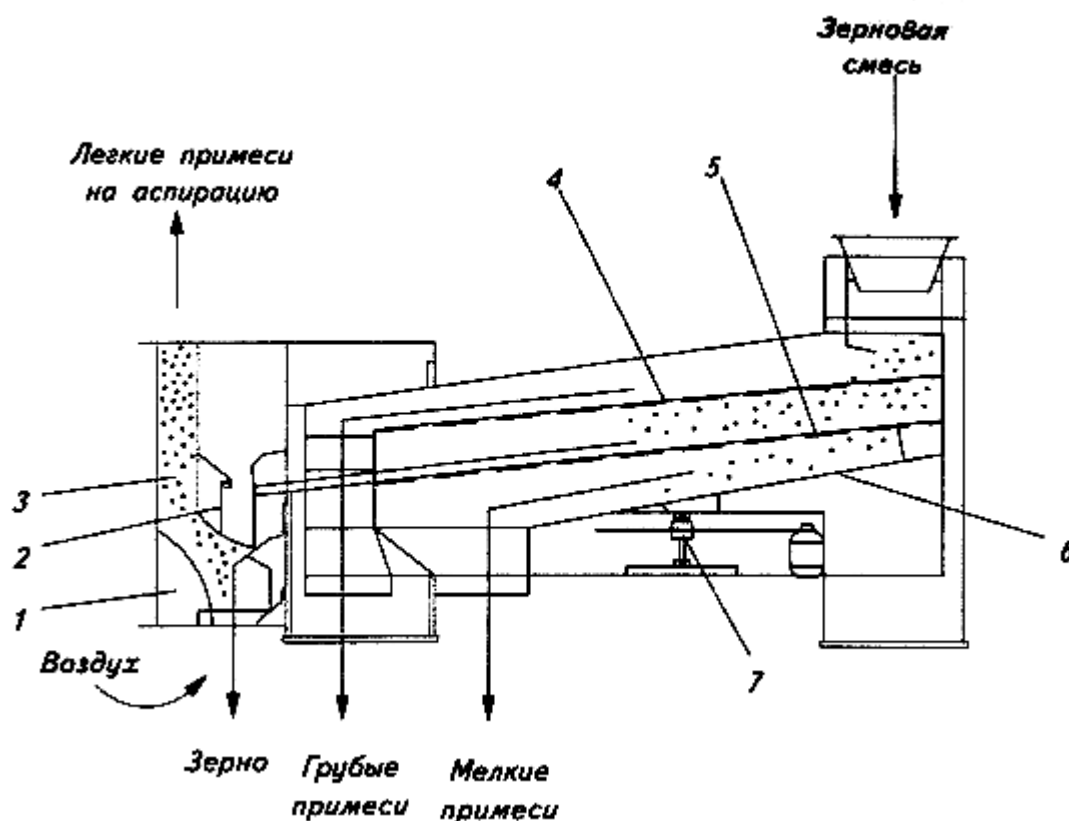
1.3 Анализ существующих конструкций ситовых сепараторов

В современном агропромышленном производстве зерновых одним из важнейших факторов, влияющих на урожайность, является качественная очистка и сортировка семян. В общем производственном процессе возделывания и послеуборочной обработки урожая зерновых и других культур основные затраты приходятся на послеуборочную обработку зерна и семян. Сегодня любой товаропроизводитель предъявляет следующие требования к зерноочистительной технике и технологиям очистки зерна: машины должны быть приспособлены для доведения зерна и семян различных культур до требуемых кондиций, установленных соответствующими стандартами; в процессе обработки повреждение зерна и семян рабочими органами машин должно быть минимальным (не более 0,5%); машины должны быть универсальными, удобными в эксплуатации, надежными и долговечными.

1.3.1 Сепаратор типа SMA германской фирмы «Schmidt-Seeger AG»

Рассмотрим особенности конструкций воздушно-ситовых сепараторов на примере сепаратора типа SMA германской фирмы «Schmidt-Seeger AG», которая применяет подвижные механизмы, которые совершают возвратно-поступательные колебания. Этот воздушно-ситовый сепаратор используется в основном для переработки примесей и предварительной или первичной обработки зерна, но при установке оборудования с высокой производительностью их можно применять для основной переработки зерновых культур [15].

Технологический процесс работы данной машины происходит следующим образом. Перерабатываемый материал загружают на переработку через верхний загрузочный механизм на приемное подвижное ситовое устройство, сходом с него отделяются механические грубые продукты, а проход с сита движется на рабочее подвижное ситовое устройство. Мелкие механические примеси при движении падают через маленькие отверстия сита и по наклонному устройству удаляются из агрегата, а зерно сходит с подвижного механизма через его край и на выходе подвергается воздушному сепарированию (для этого требуется внешний диаметральный вентилятор) - поток засасываемого воздуха удаляет легкие механические примеси и движется с ними на обработку в аспирационную колонну.



1 - корпус; 2 - заслонка регулирующая; 3 - аспирационный канал; 4 - сито приемное; 5 - сито рабочее; 6 - лоток наклонный; 7 – привод.

Рисунок 1.3- Сепаратора типа SMA германской фирмы «Schmidt-Seeger AG»

Преимущества: На сходе материала со второго рабочего устройства обеспечивают сепарацию воздушным потоком для материала с помощью внешнего диаметрального вентилятора, для этого в корпусе устройства установлена аспирационная система (3), в результате его использования увеличивается качество переработки и эффективность обработки материала. Для равномерного распределения подаваемого материала при сепарации его воздухом предназначена регулировочная шибер-заслонка (2), которая позволит равномерно распределить перерабатываемый материал.

Недостатки: низкая производительность по сравнению с другими машинами; высокая металлоёмкость и энергоёмкость.

1.3.2 Зерноочистительный сепаратор ЗСМ

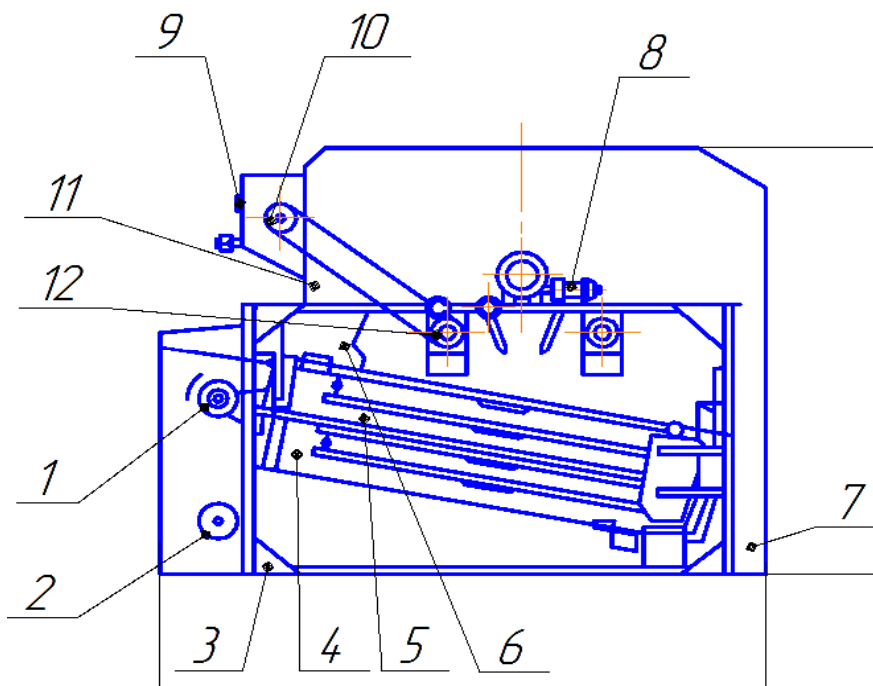
Зерноочистительный сепаратор ЗСМ имеет сварную станину, аспирационную и приемную камеры, нижний и верхний решетчатые кузова, вентиляторы с приводом, пневмосепарирующий канал с магнитной защитой и электродвигатель.

Вентиляторы зерноочистительных сепараторов ЗСМ-10 и ЗСМ-20 оборудованы индивидуальными электродвигателями, а вентиляторы в ЗСМ-5 приводятся в движение от одного электродвигателя. Решетчатые кузова сепараторов ЗСМ-5 и ЗСМ-10 имеют 3 ряда выдвижных решетчатых рамок, а сепаратор ЗСМ-20 — 4 ряда. Каждый решетчатый кузов подвешен к станине на четырех вертикальных пружинных подвесках. Решета первого ряда — сортировочные, второго — разгрузочные, третьего и четвертого — подсевные.

Степень прижатия очистителя к решетку регулируют подъемом плоской пружины. Решета очищаются инерционными очистительными механизмами. Решетчатые кузова приводятся в движение эксцентриковым колебателем от электродвигателя через клиноременную передачу.

Для уравнивания сил инерции колеблющихся масс эксцентриковый колебатель снабжен двумя шкивами с противовесами. Приемная камера смонтирована на верхнем кузове, которая имеет раму с приемным решетом. Для равномерного распределения зерна по всей ширине камеры в приемной камере установлен распределительный шнек.

Аспирационная камера с двумя вентиляторами установлена на станине, которые входными отверстиями присоединены к всасывающим воздуховодам аспирационной камеры, а выходными — к фильтру [15].



1 – эксцентриковый колебатель, 2 – механизм привода, 3- станина, 4 – нижний решетный кузов, 5 – верхний решетный кузов, 6 – приемная коробка, 7 – пневмосепарирующий канал, 8 – электродвигатель, 9 – приемная камера, 10 – распределительный шнек, 11 – аспирационная камера, 12 – шнек для удаления легких примесей.

Рисунок 1.4 - Зерноочистительный сепаратор ЗСМ

А внутри аспирационной камеры есть канал первой продувки и две осадочные камеры. В задней части станины имеется пневмосепарирующий канал, в котором осуществляется вторая продувка. Приемная, аспирационная камеры и пневмосепарирующий канал, имеют люки для обслуживания и шнеки для удаления легких примесей.

Технология самой очистки зерна в сепараторе происходит следующим образом. Зерно, поступающее из бункера регулируемым потоком, с помощью наклонных скатов распределяется по всей ширине приемной камеры. Преодолевая сопротивление клапана, зерно равномерным слоем поступает в аспирационный канал первой продувки. Здесь происходит выделение из зерна легких примесей, которые затем уносятся воздушным потоком в первую осадочную камеру, потом через лепестковые клапаны поступают в лоток и выводятся из сепаратора.

Режим в аспирационной камере регулируется клапаном. Освобожденный от легких примесей воздух из первой осадочной камеры по воздуховоду поступает в вентилятор первой продувки, а из него - в фильтр. Из канала первой продувки зерно через приемную коробку поступает на приемное решето, сходом с которого идет крупный сор, удаляемый из сепаратора лотком, а проходом зерно направляется на сортировочное решето. Сходом с сортировочного решета идут примеси крупнее зерна, а проходом зерно поступает на разгрузочное решето, которое по длине состоит из двух частей: одна - с отверстиями диаметром 5мм, другая - с отверстиями диаметром 4мм, что обеспечивает более эффективное отделение мелких примесей.

Сходом с разгрузочного решета идет зерно, не содержащее мелких примесей, которое затем поступает в аспирационный канал второй продувки, а проходом зерно и мелкие примеси поступают на подсевное решето. Подсевные решета отделяют от полноценного зерна битое, мелкое зерно, минеральные примеси и сорняки, которые собираются на поддонах кузова и по лотку выводятся из него. Распределение зерна по подсевным решетам осуществляется делителем щелевого типа.

Освобожденное от мелких примесей зерно, идущее сходом с подсевного решета, также поступает в аспирационный канал второй продувки. При этом легкие примеси по каналу уносятся во вторую осадочную камеру и через лепестковые клапаны по лотку выводятся из сепаратора, а воздух из камеры по всасывающему воздуховоду поступает в вентилятор второй продувки и

далее в циклон. Поток зерна из канала второй продувки проходит через магнитный аппарат, освобождается от металломагнитных примесей, и очищенное зерно выводится из сепаратора.

Преимущества:

1. Данный сепаратор удовлетворяет всем современным требованиям, предъявляемым к установкам для обработки семенного материала по:

- производительности
- удобству обслуживания
- технике безопасности
- внешнему оформлению.

2. Высокоэффективная очистка решетной поверхности.

3. Заметно уменьшена длины решет по сравнению с традиционными очистителями.

Недостатки:

1. Большие затраты при использовании зерноочистительного сепаратора.

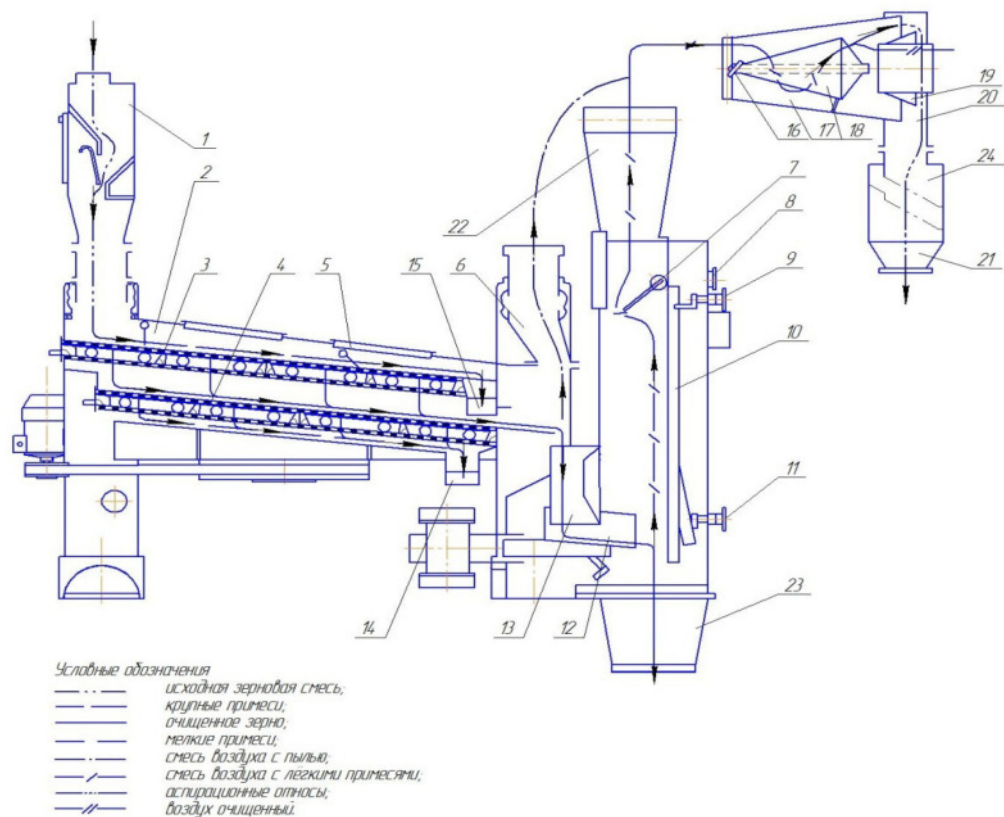
1.3.3 Воздушно-решетный сепаратор

Зерноочистительный воздушно-решетный сепаратор предназначен для отделения от зерна примесей, отличающихся от него толщиной, шириной и аэродинамическими свойствами. Принцип действия данного сепаратора основан на различии аэродинамических свойств компонентов зерновой смеси. Сепаратор может эксплуатироваться в зерно подготовительных отделениях .

Этот воздушно-решетный сепаратор состоит из закрытого решетного кузова, подвешенного к станине на упругих подвесках и блока из двух пневмосепарирующих каналов.

Решетный кузов состоит из двух параллельно работающих секций. В каждой из которых в два яруса установленыдвигающиеся решетные рамки. Каждый ярус состоит из двухрешетных рамок, соединяющихся при их

установке в кузов с помощью зацепных устройств, состоящих из уголков и планок. На передней связи станины установлены патрубки и смотровые патрубки [17].



1 – распределитель, 2 – клапан распределительный, 3 – решето сортировочное, 4 – решето подсевное, 5 – фартук, 6 – патрубок аспирационный, 7 – клапан дроссельный, 8,9,11 – рукоятки, 10 – стенка подвижная, 12 – вибралоток, 13 – коробка приемная, 14 – лоток мелких примесей, 15 – лоток крупных примесей, 16 – лопасти, 17 – конический корпус, 18 – рассекаватель, 19 – отражатель, 20 – сборник отходов, 21 – выпускной конус, 22-переходник, 23 – патрубок, 24 – противоподсосный клапан.

Рисунок 1.5 - Воздушно-решетный сепаратор

Решетные рамки поперечными и продольными брусками разделены на ячейки, в каждой ячейке имеется по два резиновых шарика диаметром 35мм, предназначенных для очистки решет от застрявших частиц. В зоне выхода из решетного кузова очищенного зерна установлены аспирационные патрубки.

Лотки служат для вывода мелких и крупных примесей. Пневмосепарирующие каналы предназначены для выделения из зерна легких примесей.

Процесс очистки зерна в этом сепараторе осуществляется следующим образом. Очищаемое зерно из самотеков двумя параллельными потоками поступает в две секции решетного кузова. Оба потока зерна с помощью двух распределителей, входящих в комплект поставки сепаратора, устанавливаемых на приемные патрубки, разделяются на два потока. Следовательно, в сепаратор направляются четыре потока зерна. Дальнейшее описание технологического процесса работы сепаратора приводится для одной секции кузова и одного пневмосепарирующего канала.

Фартук уменьшает возможность попадания зерна в отходы. Из приемного патрубка зерновая смесь поступает на сортировочное решето, на котором с помощью клапана распределяется равномерным слоем по всей его ширине сортировочного решета. Сход с сортировочных решет (крупные примеси) выводятся из сепаратора лотком, смесь зерна с мелкими примесями проходит через сортировочное решето поступает на подсевное решето. Проход подсевного решета (мелкие примеси) по днищу кузова направляются в лоток, далее выводятся из сепаратора. Высота уровня зерна в питающей коробке может регулироваться с помощью пружин. Очищенное на решетках от крупных и мелких примесей зерно поступает в питающую коробку пневмосепарирующего канала и на виброток. Наличие подпора зерна в питающей коробке способствует более равномерному распределению зерна по ширине пневмосепарирующего канала и предотвращает подсос воздуха в этой зоне. Под действием массы зерна образуется щель между вибротком и стенкой питающей коробки, через которую зерно поступает в зону воздействия воздушного потока.

В основном под вибротком осуществляется поступление воздуха в зону пневмосепарирования. Часть воздуха, предотвращая при этом оседание пыли внутри канала, поступает в канал через жалюзийные решетки в задней

стенке. Легкие примеси, при проходе воздуха через поток зерна, выделяются из зерновой массы и выносятся воздухом через канал в осадочное устройство. Устройство этого сепаратора очистки зерна позволяет регулировать расход воздуха при помощи поворота дроссельного клапана ручкой. Регулирование четкости сепарирования в пневмосепарирующем канале осуществляется установкой положения подвижной стенки с помощью ручек.

Из пневмосепарирующего канала через отверстие в полу помещения очищенное зерно по самотекам поступает на дальнейшую обработку. Для уменьшения выделения пыли в помещение, на решетном кузове, в зоне выхода зерна установлены патрубки, которые можно присоединить к системе аспирации помещения.

Преимущества:

1. Сепаратор обладает хорошими технологическими, энергетическими и прочностными характеристиками.
2. Более упрощенная конструкция сепаратора.
3. Простота в обслуживании сепаратора.

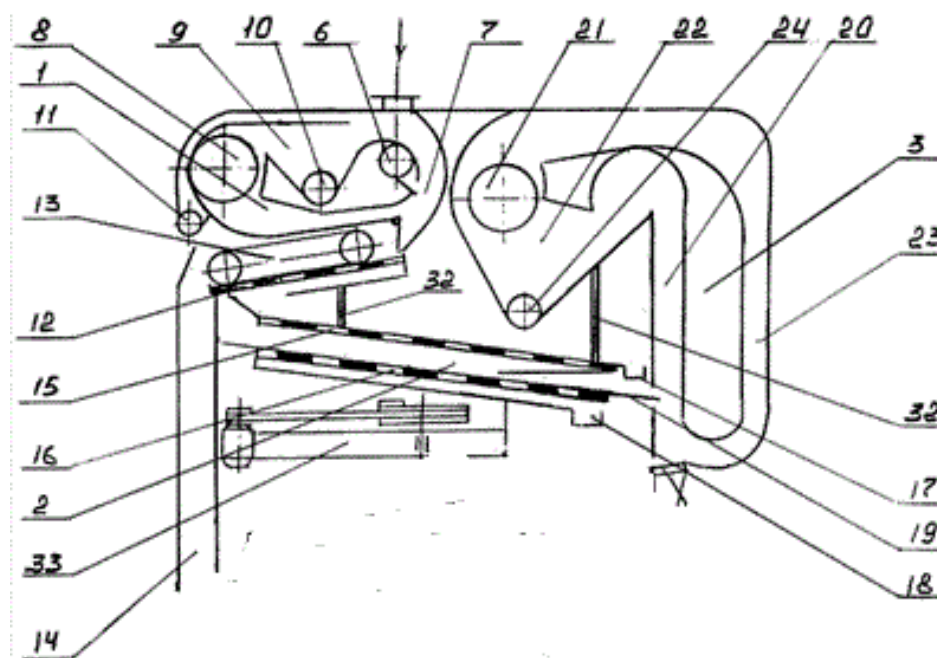
Недостатки:

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

1.3.4 Воздушно-ситовый сепаратор

Принцип работы: перерабатываемый продукт по патрубку подаётся в приёмное отделение 6 модуля для очищения вороха 1, которое разделяет его равномерным слоем по всей ширине камеры и подаёт в воздушную систему 7, где в основном от зерна отделяется лёгкие примеси и пыль, и далее оседают в осадочном блоке 9. Далее перерабатываемый продукт движется к проходному решету 12, которое удаляет крупные механические остатки, и с

помощью щёточного механизма 13 удаляются в узел 14 и выгружаются из неё. После очистки модулем для очищения вороха 1 перерабатываемый продукт двигается на модуль решётного типа 2, где на проходном 15 и подсевном 16 ситах происходит отделение из него крупноватых и мелковатых элементов, и выгружаются из машины соответствующими выгрузными устройствами 17 и 18. После этого перерабатываемый продукт сходит с подсевного механизма 16 по выгрузному устройству 19 и подаётся в пневмосепарирующую систему 20 модуля пневмосепарации 3, где создаётся воздушный поток с помощью диаметрального вентилятора 21, далее из него удаляются лёгкие механические элементы, которые оседают в осадочных бункерах 22 и выгружаются из машины через отверстие 24 [18].



1-модуль-ворохоочиститель; 2- решётный модуль; 3-модуль пневмосепарирующий;
6-приёмное приспособление; 7-воздушный канал; 8-диаметральный вентилятор;
9-осадочная камера; 10,11-патрубка; 12-проходное решето; 13-щёточный механизм;
14-канал; 15-проходное решето; 16-подсевное решето; 17,18,19-лотки;
20-пневмосепарирующий канал; 21-диаметральный вентилятор; 22-осадочная камера;
23-воздухоподводящий канал; 24-патрубок; 33-приводной механизм.

Рисунок 1.6- Воздушно-ситовый сепаратор.

Преимущества: данная машина позволяет за один проход через воздушно-ситовый сепаратор получать из перерабатываемого продукта материал 2-3 класса и отделять из него фракцию продовольственного назначения. Кроме того, за счёт кругового движения воздушного потока в модуле для очистки вороха и в модуле сепарации по замкнутому пространству сокращаются затраты электроэнергии на процесс обработки до 25-27%.

Недостатки: низкая производительность; высокая энергоёмкость и металлоёмкость.

Вышеприведённый анализ конструкций ситовых 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 Технологическая часть

2.1 Предлагаемая технологическая линия послеуборочной обработки зерна

Одной из главных проблем в производстве зерна остается его послеуборочная обработка. Во многих зонах нашей страны затраты труда достигают 50% и выше от всех общих затрат, а в структуре себестоимости зерна до 40% приходится на послеуборочную обработку зерна.

Послеуборочная обработка считается одним из трудоёмких процессов переработки зерна. Поэтому работникам поставлена задача так организовать поточную обработку зернового вороха, чтобы резко повысить производительность труда в хозяйствах. Высокая эффективность послеуборочной обработки зерна может быть достигнута только при правильном применении машин, составляющих данную технологию.

Производство зерна завершается послеуборочной обработкой, которая заключается в очистке и сушке зерна.

Послеуборочная обработка зерна имеет большое значение для дальнейшей сохранности без существенных потерь семян и зерна длительное время. Включает комплекс последовательных технологических операций, в результате улучшаются качественные показатели зерна и семян.

Можно с уверенностью сказать, что послеуборочная обработка зерна позволяет снизить потери зерновой массы и увеличить экономический эффект от производства данной продукции.

Свежеубранная зерновая масса называется зерновым ворохом, так как она очень разнообразна по своему составу. Эта масса имеет высокую влажность, различную микрофлору, засоренность, физиологически очень активна и в таком виде её нельзя хранить.

По поставленным задачам видно, что организация сохранности зерна весьма многогранна. Наличие в хозяйствах хороших зернохранилищ должно

сопровождаться современной техникой и технологией, которая обеспечивает соответствующую подготовку зерна перед закладкой на хранение [21].

Технология послеуборочной обработки зерна включают в себя следующие технологические операции: прием зернового вороха; взвешивание на автовесах; отбор проб на анализ в соответствии с правилами ГОСТа, результаты заносятся в журнал лаборантом; разгрузка и временное хранение зернового вороха; предварительная очистка вороха; первичная очистка и вторичная очистка зерна, хранение зерна до сушки, сушка зерна в сушильных установках и его охлаждение, очистка зерна до нужной кондиции, сбор и хранение побочного и основного продукта.

На основе рассмотренных технологических линий послеуборочной обработки зерна, мы предлагаем усовершенствованную технологию послеуборочной обработки зернового вороха.

Зерновой ворох сначала взвешивается на автовесах, после выгружают на завальную яму. Зерновая масса с помощью нории НПЗ-50 на сепаратор ворохоочиститель, где проходит предварительную очистку.

Процесс послеуборочной обработки зернового вороха начинают с предварительной очистки. Ее проводят для свежееубранного зернового вороха с влажностью 18...40% и засоренностью 4...20%. При этом снижается его влажность, в результате облегчаются последующие процессы обработки, особенно процессы сушки, повышается устойчивость зерна к порче и самосогреванию, сокращаются энергетические затраты. Предварительная очистка зернового вороха проводится с целью увеличения стойкости зерна и обеспечения высокой эффективности последующей обработки. Она должна осуществляться незамедлительно при задержки с очисткой на 3-4 часа семена увлажняются на 1-2%.

В процессе предварительной очистки зерновой ворох разделяют на 2 фракции: очищенное зерно и отходы. В процессе предварительной очистки зернового вороха должно быть выделено не менее 5% сорных примесей и вся

солома, а содержание полноценного зерна в отходах не должно превышать 0,05%.

После предварительной очистки на модернизированном СПО зерно направляется с норией НПЗ-50 в бункер накопительный, а примеси, выделенные в процессе предварительной обработки зернового вороха, отбрасываются в бункер отходов. После чего зерно с помощью нории НЗ-20 направляется в зерносушилку непрерывного действия Petkus WU, где проводится сушка зерна до требуемой влажности. Данная зерносушилка имеет производительностью, к примеру, по пшенице от 5 до 60 т/ч. Особенностью данной зерносушилки является использование принципа рециркуляции воздуха. При этом холодный воздух и не в полном объеме насыщенный теплый воздух, из нижних секций сушилки, выше зоны охлаждения всасывается через вентилятор и смешивается с теплым воздухом через дополнительный канал. Таким образом достигается снижение расхода электроэнергии, что не мало важно для любого хозяйства.

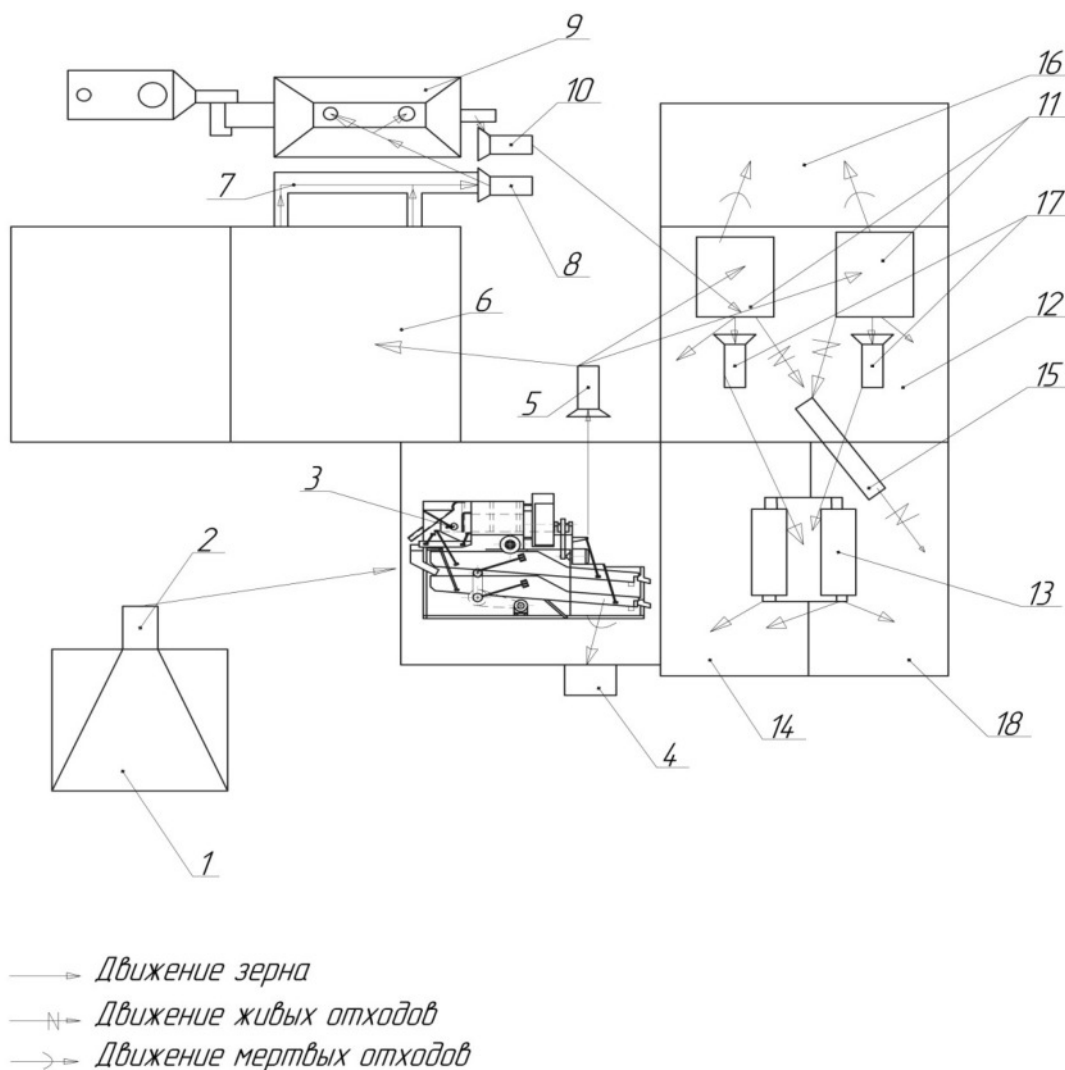
Сушка является обязательным процессом послеуборочной обработки зерна. Основной задачей сушки зерна является испарение избыточной влаги и доведение зерна до сухого состояния.

При сушке зерна предотвращается процесс порчи, выравниваются свойства, по которым разделяют зерно, улучшается транспортирование зерна. Зерно сушат и в процессе послеуборочной обработки, и при его хранении.

После сушки зерно с норией НЗ-20 направляется в машину первичной очистки МЗС-25, где зерно проходит первичную очистку. Данная машина первичной очистки предназначена для очистки семян и зерна любых культур с доведением их до продовольственных кондиций.

Первичную очистку зерна выполняют с влажностью менее 18%, а засоренностью зерновой массы не больше 8%. Машина МЗС-25 легко устанавливается. Они прекрасно вписываются в состав технологических линий перерабатывающих производств, мельниц, хлебоприемных пунктов и

элеваторов. МЗС-25 выгодно отличается от других машин первичной очистки качеством изготовления и высокой надежностью, хорошо отработанной технологической схемой работы, простотой в эксплуатации. Двойное аспирирование зернового материала, хорошо развитая решетчатая часть обеспечивают хорошие технические характеристики данной машины (рисунок 2.1).



1-завальная яма, 2-нория НПЗ-50, 3-предлагаемый ситовый сепаратор, 4-бункер отходов, 5-нория НПЗ-50, 6- бункер накопительный, 7- шнек-дозатор, 8- нория НЗ-20, 9-зерносушилка непрерывного действия Petkus WU, 10-нория НЗ-20, 11-машина первичной очистки зерна – МЗС-25, 12-бункер зерновой, 13- триерный блок БТМ-25-8А, 14- бункер семенного зерна, 15- транспортер шнековый ТШ-30, 16- бункер мертвых отходов, 17- нория НЗ-20, 18- бункер живых отходов.

Рисунок 2.1 – Предлагаемая технология послеуборочной обработки зерна

После очистки зерно направляется в зерновой бункер, а выделенные примеси, отходы накапливаются в бункерах для отходов. Для максимальной очистки от всех примесей зерно в триерном блоке БТМ-25-8А проходит очистку, после чего направляется в бункер семенного зерна. Примеси и отходы накапливаются в бункерах для отходов, после их заполнения выводятся на грузовых автомобилях из санитарной зоны нашего хозяйства.

В бункере зерно проходит временное хранение. Временное хранение зерна может осуществляться в завальных ямах, бункерах. Зерно можно хранить 1-2 часа. Если зерносушилка занята, то надо провести интенсивное продувание неподвижной насыпи зерна подогретым и холодным воздухом нагнетаемым вентилятором. Этот прием не является обязательным, его применяют в зависимости от влажности поступающего зернового материала. После этого часть зерна на машинах отправляется для реализации по назначенном направлении, а часть зерна остается для дальнейшего хранения и использования в амбарах хозяйства.

Таким образом, работает предлагаемая наша технология послеуборочной обработки зернового вороха. Данная технология отвечает современным требованиям, так как она оборудована новыми машинами и оборудованиями. Например, зерносушилка непрерывного действия Petkus WU обеспечивает качественную сушку зерна, которая необходима для дальнейшей очистки зерна и важна для эффективного хранения зерна. От эффективной работы данной зерносушилки достигается снижение расхода электроэнергии, это тоже важный показатель для хозяйства. Сепараторы для предварительной и первичной, вторичной очистки обеспечивают быструю и качественную очистку зерна, которая так же важна для эффективной реализации зерна в хозяйстве. Поэтому мы считаем, что предложенная наша технология послеуборочной обработки зернового вороха является лучше, чем уже существующая в хозяйстве технология послеуборочной обработки зернового вороха.

2.2 Технологические расчеты

Для качественного проведения послеуборочной обработки зерна в данном хозяйстве, расчет оборудования необходимо начать с максимально среднесуточного поступления зерна, которое лежит в основе всех расчетов потребности зернотока в технологическом оборудовании, а также определении площадей крытого тока или профилированной площадки [2,3].

Определим валовый сбор зерна по следующей формуле:

$$Q_{nl} = \sum_1^n q_i \cdot S_i \quad (2.1)$$

где Q_{nl} - валовый плановый сбор зерна, т;

q_i - плановая урожайность культуры, т/га;

S_i - посевная площадь культуры, га;

n - число культур.

Производительность зерноочистительных машин во многом зависит от того, какие культуры очищаются.

Количество обрабатываемого зерна на зерновом агрегате определяем, учитывая физико-механические свойства зерна и обрабатываемую культуру:

$$Q_{po} = \sum Q_{nli} \cdot \frac{(100 - W_{oi})}{(100 - W_i)} \cdot \frac{\varphi_{oi}}{\varphi_i} \cdot K_0 [1 - 0,05(W_i - 16)] \cdot [1 - 0,02(90 - \varphi_i)] \quad (2.2)$$

где Q_{po} - расчётная сезонная нагрузка на очистительный пункт, т;

Q_{nli} - плановый валовой сбор зерна культуры;

W_{oi} , φ_{oi} - базисная влажность и чистота зерна культуры;

W_i , φ_i - средняя фактическая влажность и чистота зерна культуры, %;

K_0 – эквивалентный коэффициент, пшеница $K_0 = 1$; для ячмень $K_0 = 0,8$; овес $K_0 = 0,7$.

Среднее поступление зерна в день определяем по формуле:

$$Q_{\partial} = \frac{Q_{po}}{\tau} \quad (2.3)$$

где Q_{∂} - среднее поступление зерна в день, т/день;

τ - продолжительность уборки, дней.

Максимальное поступление зерна в сутки находим по формуле:

$$Q_{\partial \max} = 2,6 \cdot Q_{\partial} \quad (2.4)$$

Определим расчётную часовую производительность линии:

$$P_p \geq \frac{Q_{\partial \max}}{T \cdot K_{cm}} \quad (2.5)$$

где P_p - расчётная производительность, т/ч;

T -продолжительность работы линии за сутки, ч;

K_{cm} - коэффициент использования времени смены;

Примем для расчета $T = 18ч$; $K_{cm} = 0,85$.

Проведем расчеты для перерабатывающего предприятия по формулам, перечисленным выше.

В 2017 году в предприятии запланировало возделывать, например:

- яровая пшеница площадью 1000га,
- ячмень - 600га,
- овес - 400га.

Средняя влажность пшеницы около 17-18%, ячмень 19-20%, овес около 20-21%. Бункерное зерно пшеницы чистотой - 90%, ячмень - 88%, овес - 86%. Уборка составляет 27-28 дней. Все культуры должны быть с базисной влажностью около 14%. Чистота пшеницы составляет 97-98%, ячмень 95-96%, овес 95-96%. Полученный урожай поступает для продовольственных целей. В установке для предварительной очистки зерновой материал очищается на 4%.

Находим плановый валовый сбор по формуле (2.1)

$$Q_{пл} = 1000 \cdot 2,4 + 400 \cdot 2,8 + 600 \cdot 2,6 = 10420 \text{ т}$$

Найдем расчетную сезонную нагрузку на зерноочистительный пункт по формуле (2.2):

Пшеница:

$$Q_{про} = 1000 \cdot 2,4 \cdot \frac{100-14}{100-18} \cdot \frac{90}{98} \cdot 1 \cdot (1-0,05 \cdot (18-16)) \cdot (1-0,02 \cdot (90-90)) = 6241 \text{ тонн}$$

Ячмень:

$$Q_{про} = 600 \cdot 2,6 \cdot \frac{100-14}{100-20} \cdot \frac{88}{96} \cdot 0,8 \cdot (1-0,05 \cdot (20-16)) \cdot (1-0,02 \cdot (90-88)) = 1109 \text{ тонн}$$

Овес:

$$Q_{про} = 400 \cdot 2,8 \cdot \frac{100-14}{100-20} \cdot \frac{86}{96} \cdot 0,7 \cdot (1-0,05 \cdot (20-14)) \cdot (1-0,02 \cdot (90-86)) = 607 \text{ тонн}$$

Всего

$$Q_{ро} = 6241 + 1109 + 607 = 7957 \text{ тонн}$$

Находим среднее поступление зерна в день по формуле (2.3):

$$Q_o = \frac{7957}{28} = 284,2 \text{ тонны}$$

Максимальное поступление зерна в сутки определяется по формуле (2.4):

$$Q_{o \max} = 2,6 \cdot 284,1 = 738,9 \text{ тонн}$$

Расчетная часовая производительность определяется по формуле (2.5) :

$$П_p = \frac{738,9}{18 \times 0,85} = 48,3 \text{ тонн}$$

Рассчитаем скорость воздуха в пневмосепарирующем канале. Ее обычно выбирают исходя из характеристик распределения скоростей компонентов зерновой смеси. В каналах, где выделяются легкие примеси, скорость воздуха берем равной $0,7 - 0,9 \cdot V_{кр}$, от основной культуры [1].

Тогда определяем:

$$V = 0,9 \cdot 11,5 = 10,4 \text{ м/с}$$

Расход воздуха в пневмосепарирующем канале находим по формуле:

$$Q_k = B \cdot h \cdot V \quad (2.6)$$

где Q_k - расход воздуха в пневмосепарирующем канале, м³/с;

B - ширина пневмосепарирующего канала, мм;

h - глубина вертикального пневмосепарирующего канала, мм;

V - скорость воздуха, м/с.

$$Q_k = 0,5 \cdot 0,18 \cdot 10,4 = 0,94 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Найдем производительность предлагаемого сепаратора.

Пропускная способность решета определяется:

$$Q_p = K_p \cdot F_p \cdot g_p \cdot 3,6 \cdot \tau_{см} \quad (2.7)$$

где: K_p -коэффициент зависящий от основной культуры $K_p=1$.

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

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

F_p -площадь решета.

Изменение размеров решета ведет к изменению площади, так как размеры мы увеличили, то соответственно площадь решета также стала больше.

Определяем площадь решета находим по формуле:

$$F_p = a \cdot b \quad (2.8)$$

где a - длина решета, мм;

b - ширина решета, мм.

Площадь исходного решета:

$$F_p = 910 \cdot 400 = 0,364 \text{ м}^2$$

Площадь предлагаемого решета определяем по формуле (2.7):

$$F_p = 910 \cdot 720 = 0,6655 \text{ м}^2$$

Пропускная способность первичного решета определяется по формуле(2.7):

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

Пропускная способность нового решета также находится по формуле (2.7);

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

Найдем суточную пропускную способность сепаратора:

$$Q_{\text{сут}} = Q_p \cdot 24$$

$$Q_{\text{сут}} = 3,585 \cdot 24 = 86 \text{ т / сут}$$

Определяем пропускную способность установки в год:

$$Q_{\text{год}} = 86 \cdot 160 = 86 \text{ т / год}$$

Мощность N , кВт, необходимая для работы решётного стана, находится по формуле:

$$N = \frac{G \cdot j_0^2}{1600 \cdot n} \quad (2.9)$$

$$N = \frac{120 \cdot 27^2}{1600 \cdot 9,36} = 5,8 \text{ кВт}$$

Выбираем двигатель общего назначения марки АИР132М8, его мощность 5,5 кВт, число оборотов составляет 750 об/мин.

Произошло увеличение пропускной способности решета на 80%. Это позволяет увеличить подачу зерна на сепаратор, причем качество очистки на первом решете останется прежним. К тому же, сход примесей на второе решето уменьшится.

2.3 Разработка мероприятий по улучшению безопасности жизнедеятельности и условий труда при послеуборочной обработке зерна

В процессе послеуборочной переработки зернового материала возможно воздействие следующих опасных и вредных производственных факторов.

Самым главным элементом влияющим на безопасность является человек, который нарушает трудовую дисциплину, находится на рабочем месте в нетрезвом состоянии, нарушающий правила безопасности жизнедеятельности на ЗОСП, к которым относятся: курение в помещении где находится установки и местах хранения зернового материала, ремонт работающего оборудования, использование неэффективных механизмов без защитных ограждений.

Недостаток естественного и искусственного освещения (менее 150 лк). Содержание в помещении пыли выше установленной предельно-допустимой концентрации – более 6 мг/м^3 . При сушке влажного зерна нагретый и влажный воздух выходит непосредственно в помещение ЗОСП, следствием чего является повышенная влажность (более 75%) и температура окружающего воздуха (более 27°). Работа большинства оборудования ЗОСП связана с постоянным повышенным шумом (более 70Дб), а также проявлением общей и локальной вибраций от работы сеяноочистительных и сортировальных машин.

Основные мероприятия, которые нужно провести при послеуборочной обработке зерна, для улучшения условий труда и безопасности жизнедеятельности [7-8]:

- Организация мероприятий по безопасности жизнедеятельности на производстве с рабочими и ответственными лицами;
- Проводить инструктаж по подразделениям и группам работников с анализом несчастных случаев по годам;

- Снабжать работников специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты;
- Изготовить приспособления и инструменты для очистки рабочих органов машин для послеуборочной обработки зерна;
- Создать нормальные санитарные, бытовые условия, установить душ, умывальник;
- Регулярно контролировать планомерное проведение инструктажа по технике безопасности с рабочими;
- Произвести проверку трансформаторов и электрическую сеть на нагрузочную мощность;
- Инструменты, применяемые при обслуживании электрооборудования, должны иметь изолированы.

2.4 Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при послеуборочной обработке зерна

При проектировании мероприятий пожарной безопасности зданий и сооружений следует учитывать СНиП 21-01-97 [9].

- Все помещения должны быть обеспечены исправными средствами пожаротушения - огнетушителями;
- Пожарное оборудование и инвентарь должны располагаться на видном месте и иметь свободный доступ;
- Металлические части любых электроустановок должны быть заземлены и изолированы по специальной схеме;
- При размещении оборудования на площадке, следует обеспечивать: удобство, безопасность и возможность экстренной эвакуации людей в случае аварии. Интервалы между оборудованием должны быть не менее 1м;

2.5 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при послеуборочной обработке зерна

Экологические факторы наряду с социально-экономическими факторами определяют развитие сельскохозяйственного производства.

Ресурсы и условия сельскохозяйственного производства могут во многих случаях создавать затруднения и даже ограничивать развитие сельского хозяйства.

Взаимодействие природы и общества в рамках сельского хозяйства коренным образом изменило круговорот веществ и энергии. В результате естественные биogeоценозы вытесняются трансформированными экосистемами – агробиogeоценозами. Агробиogeоценозы живут не изолированно от общей природной среды. Оставаясь элементарными частицами биосферы, они испытывают влияние компонентов, естественных биogeоценозов – живых организмов и неорганической среды Земли. По некоторым видам взаимодействия с окружающей средой сельскохозяйственное производство даже стало превосходить промышленность (перераспределение воды, нарушение естественного почвенного покрова и др.)

С позиции охраны окружающей среды выход из создавшегося положения состоит в том, чтобы свести до минимума отрицательные воздействия используемых технологических процессов.

Создание безотходных производств относится к весьма сложному и длительному процессу, промежуточным этапом которого является малоотходное производство. При этом по техническим, экономическим, организационным причинам часть используемого сырья и материалов может переходить в отходы и направляться на длительное хранение или захоронение.

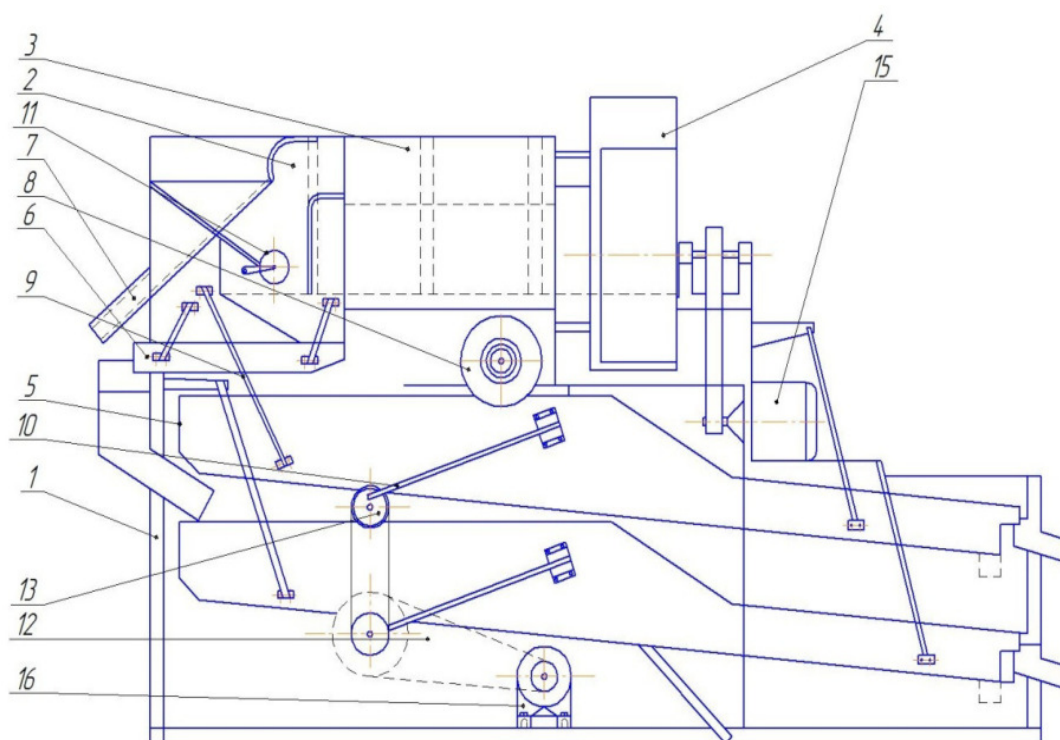
Основные мероприятия, которые необходимо провести по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха при послеуборочной обработке зерна [20]:

- Увеличить естественное и искусственное освещения;
- Устранить разлив топлива при заправкиЕ установок путем использования специализированных передвижных средств заправки;
- Производить контроль над общественным семенным материалом с целью недопущения примесей семян – засорителей.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Конструкторская разработка

На основе анализа существующих конструкций машин предварительной очистки зернового вороха, мы предлагаем более усовершенствованную конструкцию ситового сепаратора. Данный сепаратор можно установить в технологических линиях послеуборочной очистки зерна перед зерносушилками для выделения из сырого вороха мелких, легких и крупных примесей (рисунок 3.1).



1-рама, 2-сепарирующий канал, 3-осадочная камера, 4-вентилятор, 5-решетный стан, 6-распределитель, 7-зернослив, 8-шнек отходов, 9-подвески, 10-шатун, 11-питающий валик, 12,13-валы, 14-клапан, 15,16-электродвигатели.

Рисунок 3.1- Предлагаемая конструкция сепаратора предварительной очистки зернового вороха

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Ситовый сепаратор		
Разраб.	Закиров А.Т.						
Пров.	Дмитриев А.В.						
Н. контр	Халиллин Д.Т.						
Утв.	Халиллин Д.Т.						
					Лит.	Лист	Листов
					Казанский ГАУ каф. МОА гр 2411 с		

По агротехническим требованиям из зернового вороха должно быть удалено в предварительной очистке не менее 50% грубых примесей, а количество оставшихся солоmistых частиц в зерновом ворохе длиной 50мм не должно превышать 0,2%. Соответственно, потери основных культур с отходами не должно превышать 0,05%. После сепаратора зерновой ворох становится более сыпучим, а влажность зернового вороха несколько снижается.

Воздушно-очистительная система этого сепаратора состоит из двух вертикально расположенных сепарирующих каналов, вентилятора и осадочной камеры. В осадочной камере сепаратора, внизу расположен шнек, с помощью выгружается наружу выделяемый из зерна и осаждающихся в камере примесей. Количество воздуха, отсасываемого вентилятором можно регулировать клапаном, который расположен в выходном патрубке вентилятора. Этот клапан поворачивают при помощи винта.

Подлежащий предварительной очистке зерновой ворох в сепарирующий клапан попадает с питающим валиком, расположенным в приемной камере. Подачу зернового вороха регулируют изменением зазора между шарнирным дном и питающим валиком, поворачивая питающий валик шарнира винтовой парой. Под питающим валиком находится шарнирное дно, которое опирается на пружины. Приемный ковш сепаратора снабжен зерносливом, через который излишек зерновой массы ссыпается обратно в загрузочный бункер.

Решетная часть состоит из двух решетных станов, которые работают параллельно. В каждый решетный стан в особых рамках-кассетах вставлен набор решет, который состоит из шести полотен. Из четырех решетных полотен составлено решето для отделения мелких примесей (полотна вставлены в две рамки) и из двух- составлено решето для отделения крупных примесей (полотна вставлены в одну рамку). Для облегчения установки и устранения заклинивания рамок с решетками верхние направляющие прикреплены к стенкам решетного стана шарнирно. После установки рамок

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

направляющие зажимают болтом. Станы приводятся в колебательное движение шатунами от эксцентриков, расположенных на двух валах. Станы подвешены к раме на деревянных пружинных подвесках. Подвески расположены под углом 15^0 к вертикали, благодаря чему колебания станов направлены под углом 15^0 к горизонтали. Уравновешивание инерционных сил решетных станов получается направлением колебаний в различные стороны. На оба решетных стана зерно направляется распределителем, который представляет колеблющуюся скатную доску, в котором с продольными перегородками сделаны отверстия, через которые часть зерна направляется на верхний решетный стан. Другая часть -сходит с распределителя и попадает на нижний решетный стан сепаратора.

Рабочие органы сепаратора приводятся в движение ремнями от двух электродвигателей. Один вращает вентилятор, а другой – все остальные рабочие органы сепаратора. Так осуществляется весь процесс предварительной очистки зернового вороха в данном сепараторе.

Основные регулировки ситового сепаратора.

Перед работой сепаратор устанавливают в горизонтальное положение. Горизонтальность установки проверяют при помощи уровня.

Прилагаемые к сепаратору ремни необходимо поставить на место, вытянув их с помощью грузов.

Проверить все места смазки и заполнить их смазочным материалом, солидолом. Винты, болты, гайки надо туго затянуть. Перед началом работы следует проверить исправность, проверить механизмы сепаратора на холостом ходу от руки, обнаруженные недостатки устранить. Проверить ременные и зубчатые передачи. Слабые ремни перешить, проверить натяжение ремней. Произвести обкатку сепаратора на холостом ходу. При обкатке проверить надежность болтовых соединений и действие механизмов. После обкатки устраняют обнаруженные дефекты, осматривают сепаратор.

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При установке в закрытом помещении необходимо изолировать и удалять выделяемую вентилятором пыль.

Приводной ремень при пуске электродвигателя должен быть на холостом шкиве. После пуска электродвигателя, когда наберет нормальное число оборотов, ремень переводят на рабочий шкив сепаратора. Затем регулируют подачу зерна и загружают сепаратор, чтобы производительность сепаратора была близка к рекомендуемой по руководству. При работе сепаратора число оборотов рабочих органов и приводного вала, должно быть таким, как указано в описании сепаратора. Число оборотов медленно вращающихся рабочих органов можно определить ручными часами. Число оборотов определяют с тахометром. Скорость воздушного потока можно отрегулировать изменяя число оборотов вентилятора при помощи ступенчатой передачи или вариатора. При помощи регулировочных клапанов, каналов и дросселей у воздушных камер регулируют силу воздушного потока. Скорость воздушного потока регулируют, чтобы мелкие и легкие примеси не остались в очищенном зерне, а с отходами не уносилось зерно.

Размеры и форму отверстий решет подбирают так, чтобы минимальное количество хорошего зерна попадало в отходы. Если вместе с семенами и легкими примесями отделяется много зерна, то скорость воздушного потока необходимо немного уменьшить, но так чтобы в очищенных семенах не оставалось легких примесей. Если же в очищенном зерне остаются мелкие и легкие примеси, семена, то скорость воздушного потока надо увеличить.

Решетный стан в сепараторе с переменным углом наклона устанавливают на оптимальный угол, который определяют опытным путем. Зерно при излишне большом наклоне не успевает пройти сквозь отверстие решет и идет сходом.

Решетные станы сепаратора, которые имеют устройства для регулирования частоты колебаний, настраиваются на самое оптимальное число оборотов эксцентрикового вала.

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Только после полного проведения соответствующих регулировок конструкции сепаратора и, убедившись, что этот сепаратор не имеет дефектов и поломок, можно приступать к предварительной очистке зернового вороха.

3.2 Конструктивные расчеты

3.2.1 Расчет основных размеров решета и привода рабочих органов.

Размеры решетных полотен принимаем: ширину 990мм, длину 790мм.

Загрузку решет полную Q в кг/ч и удельную q_s в кг/(ч·дм) принимаем: $Q=3000$ кг/ч; $q_b=1000$. Для подсевных решет принимаем угол наклона к горизонту $\alpha=5^\circ$, угол направления колебаний $\gamma=15^\circ$.

Угол наклона к горизонту решета колосового $\alpha=0^\circ$; эксцентриситет 7,5 мм.

Удельная производительность q_p подсевных решет находим по уравнению, приняв полноту разделения $\epsilon=0,7$.

$$q_p = \frac{\lg 0,7 \cdot 10^3}{3,45 + 0,0745 \cdot 15} = \frac{155}{4,57} = 34 \text{ кг/(дм} \cdot \text{ч)}.$$

Длину подсевных решет (в каждом стане) определяется по формуле

$$l = \frac{1000}{34} = 30 \text{ дм.}$$

Удельная производительность решет для отделения крупных примесей находим по формуле:

$$q_p = k_1 \cdot c \cdot k - k_2 \quad (3.1)$$

Длина этих решет в каждом стане $\frac{1000}{90} = 11 \text{ дм.}$

Число решетных полотен при длине одного полотна 7,9 дм принимаем следующие: колосовые в стане 2; подсевные в стане 4.

Для принятого числа решетных полотен удельная производительность будет:

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\text{Колосовых решет} \quad Q_F = \frac{Q}{9,9 \cdot 7,9 \cdot \text{числопол}} = 65 \text{ кг/дм} \cdot \text{ч}$$

$$\text{Подсевных решет} \quad Q_F = \frac{Q}{9,9 \cdot 7,9 \cdot \text{числопол}} = 35 \text{ кг/дм} \cdot \text{ч}$$

Эксцентриситет эксцентрика решетных станов принимаем $e=7,5 \text{ мм}$. Амплитуду колебаний решетных станов находим по формуле $A=e \cdot c$. Приняв коэффициент $c=1,3$ получим соответственно $A=10 \text{ мм}$.

Частоту колебаний n решетных станов определим по формуле:

$$A_n = 200q + 120 \cdot 10$$

Подставив в нее принятые значения A и q_b , найдем $n=520$ колеб/мин. Чтобы не создавать больших ускорений решетного стана, примем $n=500$ колеб/мин.

Ускорение решетных станов:

$$a = \frac{n^2 \cdot A \cdot 10^{-3}}{90} = 28 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Подвески решетных станов. Материал подвесок дуб или бук; крепление к раме решетного стана железное. Возьмем шатун сваренный из стальных полос. Длина шатуна 85 см.

Тело шатуна составлено из трех полос $6 \times 40 \text{ мм}$, соединенных сваркой. Суммарное сечение шатуна $18 \times 40 \text{ мм}$. Поверка на продольный изгиб показывает достаточность размеров его сечения; запас прочности $n=24$.

3.2.2 Расчёт сварного соединения

Детали, которые находятся под углом 90° , привариваются тавровым методом [5-6].

Определяем необходимое допускаемое усилие для растяжения материала:

$$[P] = [\tau_\phi] \cdot 0,7 \cdot k \cdot l, \quad (3.2)$$

где $[\tau_\phi]$ – необходимое допускаемое напряжение на шве при срезе, Н/м^2 ;

k – катет таврового шва при срезе;

l – длина поперечного шва; $l = 240 \text{ см}$.

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

$$[\tau_{\phi}] = 0,6 \cdot [\sigma_p], \quad (3.3)$$

где $[\sigma_p]$ – необходимое допускаемое напряжение при растяжении, Н/см²;

$$[\sigma_p] = 1300 \text{ Н/см}^2.$$

$$[\tau_{\phi}] = 0,6 \cdot 1400 = 7800 \text{ Н/см}^2$$

$$[P] = 7800 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 240 = 524160 \text{ Н}$$

Определяем необходимое усилие для растяжения:

$$P = \frac{2 \cdot M_{\kappa}}{l}, \quad (3.4)$$

где l - величина длины поперечного шва, м.

$$P = 2 \cdot 50 \cdot 10^3 / 2,4 = 41666 \text{ Н}$$

Итак, $P < [P]$ условие выполняется.

3.2.3 Расчёт болтовых соединений

Для проведения этого расчета применяют следующие параметры:

P_{ϕ} – внешняя необходимая нагрузка, которая приходится на один болт, Н.

$$P_{\phi} = \frac{P_{уст}}{6}, \quad (3.5)$$

где: $P_{уст}$ - вес механизма, Н.

$$P_{уст} = 800 \text{ Н}$$

$$P_{\phi} = 800 / 6 = 133 \text{ Н.}$$

Определяем расчетное усилие на механизм:

$$P_{расч.} = 2,8 \cdot P_{\phi} \quad (3.6)$$

где 2,8 - коэффициент, который учитывает предварительное растягивание.

Изгибающий момент на центр болта определяют по следующей формуле:

$$M_{изг} = 0,5 \cdot P_{расч.} \cdot 0,5 d, \quad (3.7)$$

где d - диаметр не нарезанной части болта; определяют расчетным способом, м.

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Момент сопротивления в сечении болта, определяют по следующей формуле:

$$W_{u32} = \frac{d \cdot (0.8 \cdot d^2)}{6} \quad (3.8)$$

Определяем расчетное усилие на механизм, который приходится на один болт:

$$P_{\text{расч}} = 2,8 \cdot 133 = 372 \text{ Н}$$

Определяем диаметр необходимого болта:

$$P_{расч.} = F[\sigma]_p = \frac{\pi d^2}{4} [\sigma]_p \quad (3.9)$$

$$d = \sqrt{\frac{4P_{pac4.}}{\pi[\sigma]_p}} = \sqrt{4 \cdot 372/3,14 \cdot 20 \cdot 10^7} = 0,09 \text{ м}$$

где $[\sigma]_p$ - допустимое напряжение в центре болта; $[\sigma]_p=20 \cdot 10^7$ Па.

Прочностной расчёт при изгибе механизма определяется по следующей формуле:

$$\sigma_{u3\ell} = \frac{M_{u3\ell}}{W_{u3\ell}} < [\sigma]_{u3\ell}, \quad (3.10)$$

где $\sigma_{\text{изг}}$ - напряжение на изгиб, Па

$$M_{изг} = 0,5 \cdot 372 \cdot 0,5 \cdot 0,09 = 8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$W_{изг} = 0,09 \cdot (0,8 \cdot 0,09^2) / 6 = 972 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{изг}=8 \cdot 10^3/972= 8 \text{ Н/мм}^2=0,08 \text{ Па}$$

$$\sigma_{\text{изГ}} \leq [\sigma]_{\text{изГ}} \quad (3.11)$$

$$0,08 < 1,4$$

Условие прочности выполняются.

3.2.4 Расчёт шпонок

Рабочие грани призматической шпонки проверяют на смятие, а сечение - на срез.

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Условие прочности на смятие:

$$[T_{\max}] = 0,5 \cdot d \cdot K \cdot l \cdot [\sigma_{\text{см}}] \quad (3.12)$$

где $[T_{\max}]$ - наибольший допускаемый вращающий момент, Н/м;

d - диаметр вала, мм;

l - рабочая длина шпонки, мм;

$[\sigma_{\text{см}}]$ - допускаемое напряжение смятия, МПа.

$$[T_{\max}] = 0,5 \cdot 20 \cdot 2,5 \cdot 16 \cdot 150 = 60 \text{ кН/м}$$

Условия прочности сечения на срез:

$$[T_{\max}] = 0,5(d+K) \cdot b \cdot l \cdot [\tau_{\text{ср}}] \quad (3.13)$$

где b - ширина шпонки, мм;

$[\tau_{\text{ср}}]$ - допускаемое напряжение среза, МПа.

$$[T_{\max}] = 0,5 \cdot (20+2,5) \cdot 6 \cdot 16 \cdot 150 = 162 \text{ кН/м.}$$

Исходя из полученных расчетов, подбираем шпонку на вал для нашей конструкции воздушного сепаратора.

					ВКР 35.03.06.380.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

3.4 Экономическое обоснование конструкции ситового сепаратора

3.4.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_z) \cdot K \quad (3.4.1)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_z – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05 \dots 1,15$).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 - Расчёт массы сконструированных деталей

№ пп	Наименование деталей.	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	2	5	6	7
1	Рама	480	1	480
2	Решётный стан	130	2	260
3	Пневмосепарирующий канал	40	1	40
4	Осадочная камера	25	1	25
5	Шнек отходов	30	1	30
6	Подвески	4	8	32
Итого:				867

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 3.4.2.

Таблица 3.4.2 - Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Болты	22	0,02	0,44	80	1760
2	Гайки	22	0,01	0,22	50	1100
3	Шайбы	22	0,005	0,11	30	660
4	Подшипники	8	0,2	1,6	850	6800
5	Шпонка	4	0,015	0,06	55	220
6	Шкив	2	2	4	1900	3800
7	Вентилятор	1	4	4	2800	2800
8	Электродвигатель	1	14	14	28000	28000
9	Электродвигатель	1	14	14	28000	28000
10	Вал	2	10	20	6000	12000
Итого:			58,43		85140	

Определим массу конструкции по формуле 3.4.1, подставив значения из таблицы 3.4.1:

$$G = (867 + 58,43) \cdot 1,05 = 971 \text{ кг}$$

Определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по расчетно-конструктивному способу с использованием среднеотраслевых нормативов затрат на 1 кг. массы:

$$C_{\text{б}} = [G_{\text{к}} \cdot (C_{\text{з}} \cdot E + C_{\text{м}}) + C_{\text{пд}}] \cdot K_{\text{нац}} \quad (3.4.2)$$

где $G_{\text{к}}$ – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

$C_{\text{з}}$ – издержки производства приходящиеся на 1 кг, массы конструкции, руб. ($C_{\text{з}}=0,02\dots0,15$);

E – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска (принимаем $E=1,5$);

$C_{\text{м}}$ – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг. ($C_{\text{м}}=0,68\dots0,95$);

$C_{\text{пд}}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

$K_{\text{нац}}$ – коэффициент, учитывающий отклонение преysкурантной цены от балансовой стоимости ($K_{\text{нац}} = 1,15 \dots 1,4$).

$$C_{\text{в}} = [867 \cdot (0,15 \cdot 1,5 + 0,8) + 85140] \cdot 1,25 = 107535 \text{ руб}$$

3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные (см. таблицу 3.4.3)

Таблица 3.4.3 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	971	867
Балансовая стоимость, руб.	107535	115000
Потребная мощность, кВт	5,5	7,5
Часовая производительность, т/ч	3	2,2
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	80	80
Норма амортизации, %	12,5	12,5
Норма затрат на ремонт ТО, %	10	10
Годовая загрузка конструкции, ч	1000	1000

С помощью этих данных рассчитываются технико-экономические показатели эффективности конструкции, и дается их сравнение.

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_e}{W_z} \quad (3.4.3)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; т/ч.

Подставив значения в формулу (3.4.3) получим:

$$\mathfrak{E}_e^0 = \frac{7,5}{2,2} = 3,4 \text{ кВт} \cdot \text{т/ч}$$

$$\Theta_e^1 = \frac{5,5}{3} = 1,8 \text{ кВт} \cdot \text{т/ч}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} \quad (3.4.4)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{сл}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_e^0 = \frac{867}{2,2 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,039 \text{ кг/т}$$

$$M_e^1 = \frac{971}{3 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,0324 \text{ кг/т}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_б}{W_z \cdot T_{год}} \quad (3.4.5)$$

где $C_б$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_e^0 = \frac{115000}{2,2 \cdot 1000} = 52 \text{ руб./ед}$$

$$F_e^1 = \frac{107535}{3 \cdot 1000} = 35 \text{ руб./кг}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z} \quad (3.4.6)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_e^1 = \frac{1}{3} = 0,33 \text{ чел} \cdot \text{час/кг}$$

$$T_e^0 = \frac{1}{2,2} = 0,45 \text{ чел} \cdot \text{час/кг}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{зп} + C_э + C_{рмо} + A \quad (3.4.7)$$

где $C_{зп}$ – затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{рто}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

$C_э$ – затраты на электроэнергию, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{зн} = Z \cdot T_e \quad (3.4.8)$$

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{зн}^1 = 100 \cdot 0,33 = 33 \text{ руб./кг}$$

$$C_{зн}^0 = 100 \cdot 0,45 = 45 \text{ руб./кг}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_c \quad (3.4.9)$$

где $Ц_э$ - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт.

$$C_э^1 = 2,8 \cdot 1,8 = 5,04 \text{ руб./кг}$$

$$C_э^0 = 2,8 \cdot 3,4 = 9,52 \text{ руб./кг}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{пто} = \frac{C_б \cdot H_{пто}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.4.10)$$

где $H_{пто}$ - суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

Полученные значения подставим в формулу 3.4.10:

$$C_{пто}^1 = \frac{107535 \cdot 10}{100 \cdot 3 \cdot 1000} = 3,58 \text{ руб./кг}$$

$$C_{пто}^0 = \frac{115000 \cdot 10}{100 \cdot 2,2 \cdot 1000} = 5,22 \text{ руб./кг}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.4.11)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A^1 = \frac{107535 \cdot 12,5}{100 \cdot 3 \cdot 1000} = 4,48 \text{ руб./кг}$$

$$A^0 = \frac{115000 \cdot 12,5}{100 \cdot 2,2 \cdot 1000} = 6,53 \text{ руб./кг}$$

Полученные значения подставим в формулу 3.4.7:

$$S_{\text{экс}}^1 = 33 + 5,04 + 3,58 + 4,48 = 46,1 \text{ руб./кг}$$

$$S_{\text{экс}}^0 = 45 + 9,52 + 5,22 + 6,53 = 66,27 \text{ руб./кг}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_n \cdot k \quad (3.4.12)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,1$);

F_n – фондоемкость процесса, руб./кг;

k – удельные капитальные вложения, руб./кг.

$$C_{\text{прив}}^1 = 46,1 + 0,1 \cdot 35 = 49,6 \text{ руб/кг}$$

$$C_{\text{прив}}^0 = 66,27 + 0,1 \cdot 52 = 71,47 \text{ руб/кг}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.4.13)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (66,27 - 46,1) \cdot 3 \cdot 1000 = 60510 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.4.14)$$

$$E_{\text{год}} = (71,47 - 49,6) \cdot 3 \cdot 1000 = 65610 \text{ руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{бл}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.4.15)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{107535}{60510} = 1,7 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{зод}}{C_{\sigma}} \quad (3.4.16)$$

$$E_{эф} = \frac{60510}{107535} = 0,56$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.4.4.

Таблица 3.4.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, кг/с	2,7	3	111
2	Фондоёмкость процесса, руб./кг	52	35	67
3	Энергоёмкость процесса, кВт./кг	3,4	1,8	53
4	Металлоёмкость процесса, кг/т	0,0339	0,0324	95
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/кг.	0,45	0,33	73
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./кг	66,27	46,1	69
7	Уровень приведённых затрат, руб./кг.	71,47	49,6	69
8	Годовая экономия, руб.	60510		
9	Годовой экономический эффект, руб.	65610		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,7		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,56		

Как видно из таблицы 3.4.4 спроектированная конструкция воздушного сепаратора является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: менее 1 года и коэффициент эффективности равен: 1,3.

3.5 Техника безопасности при эксплуатации ситового сепаратора

1.Вращающиеся части сепаратора должны быть встроены в конструкцию или защищены кожухами, ограждениями и не должны создавать опасности для обслуживающего персонала.

2.На видных местах должны быть таблички с четкими стойкими надписями на конструкции машины, содержащие указания по положению рычагов управления, специфические необходимые предупреждающие надписи по технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности.

3.Машина, работающая со сгораемым технологическим продуктом, должна иметь первичные средства пожаротушения. Узлы крепления первичных средств пожаротушения должны обеспечивать быстрое снятие этих средств без применения инструмента.

4.Органов управления должны исключать самопроизвольное изменение их положений, располагается в местах нахождения обслуживающего персонала (расстояние не более 1м), должны обеспечивать быстроту выключения и плавность его включения.

5.Оборудование должно быть оснащено предохранительными устройствами.

ВЫВОДЫ

В процессе разработки технологии и конструкции ситового сепаратора для предварительной очистки зернового вороха, были использованы все необходимые агротехнические требования к качеству получения хорошего очищенного зерна. Внедрение предлагаемой нами технологии может дать наибольший экономический эффект.

Актуальность приобретает проблема совершенствования машин и оборудования, которые участвуют в послеуборочной обработке зерна, а также зерноочистительных комплексов и линий.

Предлагаемый ситовый сепаратор имеющий простоту конструкции и производительность – 3т/ч, соответственно меньшие затраты электроэнергии, по сравнению с другими машинами предварительной очистки.

По технико-экономическим расчетам срок окупаемости данного сепаратора менее 2 лет, соответственно коэффициент эффективности капитальных вложений равен 0,56, что показывает экономическую целесообразность ее приобретения и применения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя/В. И. Анурьев. – 8-е изд. в 3-х тт. М.: Машиностроение, 2001.
2. Булгариев Г.Г., М. «Анализ хозяйственной деятельности»: учебник / Г. Булгариев – М.: В.Ш., 2010.
3. Гортинский В. В. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. – М: Изд-во Колос, 1980. – 304 с.
4. Демский А.Б. Справочник по оборудованию зерноперерабатывающих предприятий – М.:Колос, 1970. - 431 с.
5. Детали машин и основы конструирования/Под ред. М. Н. Ерохина. – М.: Колос, 2005. – 462с.: ил.
6. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Детали машин. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для машиностроит. спец. учреждений среднего профессионального образования. – 5-е изд., дополн. – М.: Машиностроение, 2004. – 560с., ил.
7. Ермаков Ф.Х. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности на производстве» и «Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях» в дипломных проектах факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства. Казань: Изд-во КГСХА, 2005. – 11с.
8. Конарёв, Ф.М. Охрана труда; Москва : Изд-во Агропромиздат, 2000.- 200с.
9. Кобевник В. Ф. Охрана труда. Киев.: Высшая школа., 1990. – 240с.
10. Методическое указание по оформлению дипломного проекта. Казань, КГСХА, 1999 г.
11. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по деталям машин и основам конструирования. Казань: Изд-во КГАУ, 2010. – 80 с.

12. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно справочное пособие. Казань: РИЦ «Школа», 2004. – 144 с.

13. Патент РФ № 2364449. Универсальная зерно – и семяочистительная линия/Сунцов Н.Е., Шафоростов В.Д., Домбровский С.Б., Перелюбский А. З., Турищев Н. Ф. Заявл. 18.12.2007; опубл. 20.09.2009, бюл. № 23.

14. Патент РФ № 2369081. Зерно – и семяочистительный агрегат/Тарасенко А.П., Оробинский В.И., Гиевский А.М. Заявл. 28.04.2008; опубл. 10.10.2009, бюл. № 24.

15. Производственная компания «Рос-Агро» / Сепаратор типа SMA германской фирмы «Schmidt-Seeger AG» [Электронный ресурс]/ «Рос-Агро». – Воронеж, 2010. – Добавлено: 21.08.2015. Сайт: <http://rosagro2010.ru/universalnyy-aspirator-tas>.

16. Производственная компания «Байтек машинери» / Зерноочистительный сепаратор ЗСМ [Электронный ресурс]/ «Baitek Machinery» - Ярославль, 2003. – Добавлено: 20.04.2010. Сайт: <http://www.baitekmachinery.ru/grainclean/contacts/>.

17. Производственная компания «Мельинвест» /Сепараторы марки БИС и БЛС [Электронный ресурс]/ «Мельинвест» - Нижний Новгород, 2010. – Добавлено: 21.06.2012. Сайт: <http://www.roselevator.com/assets/files/a1-bis.pdf>.

18. Производственная компания «Food mechanics» / Скальператоры и камнеотделительные машины [Электронный ресурс]/ «Food mechanics» - Москва, 2012. - Добавлено: 10.04.2014. Сайт: <http://food-mechanics.ru/?p=363>.

19. Соколов, А.Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна / А.Я.Соколов. - М.:Колос, 1975. - 496 с.

20. Шкрабак В.С., Луковников А.В., Тургиев А.К. Безопасность жизнедеятельности. М.: Колос, 2002.- 512 С.

21. Ямпиров, С.С. Технологическое и техническое обеспечение ресурсо-энергосберегающих процессов очистки и сортировки зерна и семян / С.С. Ямпиров. Улан-Удэ, 2003. – 262 с.