

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 воздушного сепаратора»

Шифр 35.03.06.394.18.00.00.00

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 Салмин С.А. выполненную на тему «Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна с разработкой воздушного 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 воздушных 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 воздушного сепаратора. Приведены требования к воздушному сепаратору. Описана работа приспособления, выполнены конструктивные расчеты. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения воздушного сепаратора.

Пояснительная записка завершается заключением и списком использованной литературы.

ANNOTATION

At the final qualifying work Salmin S.A. made on the theme "Improvement of post-harvest grain processing technology with the development of an air separator".

This work consists of an explanatory note on __ a sheet of printed text and a graphic part on __ sheets of A1 format, contains __ drawings, __ tables, a list of references 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 air 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.

In the third section, the design of the air separator is being developed. The requirements for an air 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 use of an air 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 Схема технологического процесса послеуборочной обработки семян зерновых, продовольственного и фуражного зерна	
1.2.2 Технологическая схема механизированного пункта очистки и сушки зерна производительностью 1,7 т/ч	
1.3 Анализ существующих конструкций воздушных сепараторов.....	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Предлагаемая технологическая линия очистки 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.....	
3.1 Конструкторская разработка.....	
3.2 Кинематический расчет	
3.2.1 Расчёт сварного соединения	
3.3 Конструктивные расчеты	
3.3.1 Расчёт сварного соединения	
3.3.2 Расчёт болтовых соединений	
3.3.3 Расчёт шпонок	
3.3.4 Расчет вентилятора	

3.4 Экономическое обоснование конструкции воздушного 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 воздушного сепаратора.....	
ВЫВОДЫ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

Введение

Сухая очистка зернового и зернобобового сырья применяется для отделения примесей органического и минерального происхождения: комочков земли, камней, частиц стеблей, листьев, стержней колосьев, пелевы, пленок, насекомых, щуплых и битых зерен. Исходное зерновое и зернобобовое сырьё отделяют от примесей с учетом его морфологических и физических свойств: размерам, плотности, шероховатости, аэродинамическим свойствам.

Как показывает многолетний опыт возделывания зерновых культур, зерно, поступающее на зерноочистительно-сушильные комплексы, как правило, не соответствует кондиционным требованиям, предъявляемым к его чистоте и влажности, и требует значительной доработки. Зерновой ворох представляет собой механическую смесь различных компонентов, в число которых входят основная культура (зерно), солома, полова, семена и соцветия сорных трав и культурных растений, минеральные включения и т.д. Засоренность зернового вороха зависит главным образом от культуры земледелия, времени и погодных условий проведения уборки.

Важным аргументом, подтверждающим актуальность проведения предварительной очистки, является предотвращение попадания крупных примесей в зерносушилку. Выделение из состава зернового вороха пылевидных и солоmistых примесей значительно снижает вероятность возникновения завалов и возгораний в сушилках, на 40–60% повышает равномерность нагрева зерна и, как показывают исследования, на 3–5% уменьшает затраты тепла на его сушку.

В связи с этим целью выполнения выпускной квалификационной работы является то, что на основании изученного материала работы, разработать конструкцию воздушного 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

Для очистки зерна применяют сепараторы и просеивающие машины. Режим их работы обеспечивает отделение от зерна сорной примеси, при этом в отделяемых на сепараторах отходах количество зерна не должно превышать 2%. От металломагнитных примесей зерновое сырье очищают в электромагнитных сепараторах и магнитных колонках со статическими магнитами. После очистки в каждом виде очищенного зерна и побочных продуктов его первичной обработки, направляемых на измельчение, содержание посторонних примесей:

- металломагнитных - следы;
- крупных (остаток на сите с отверстиями диаметром 10... 16 мм) - не допускается;
- минеральных во всех видах зерна - не более 0,25 %. При этом для побочных продуктов от первичной обработки зерна содержание минеральных примесей допускается не более 1,5 %.

Технологическая линия включает следующие основные операции:

- прием сырья;
- очистка от примесей;
- сепарирование сырья;
- хранение перед переработкой.

В зависимости от наличия источника гидравлической энергии воздушные сепараторы могут быть с воздуходувной машиной (вентилятором) и без неё. В последнем случае используется внешний источник гидравлической энергии.

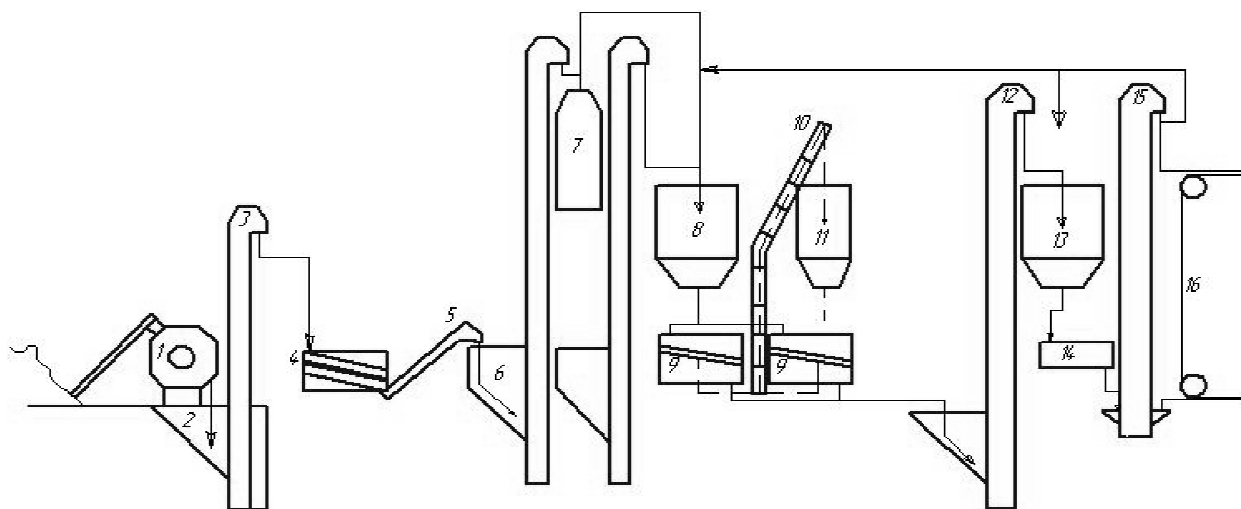
В зависимости от направления движения воздушного потока в пневмоканале различают воздушные сепараторы с вертикальным, горизонтальным и наклонными пневмоканалами.

1.2 Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна

1.2.1 Схема технологического процесса послеуборочной обработки семян зерновых, продовольственного и фуражного зерна

Поступающее на обработку зерно загружают в барабанную сушилку 1, установленную над завальной ямой 2. Зерновой ворох, прошедший подсушку, ссыпают в завальную яму 2, откуда норией 3 его подают на первичную очистку в ветро-решетную машину 4 (ОВП-20). Очищенное зерно скребковым элеватором 5 подают в бункер-накопитель 6, который позволяет равномерно загружать шахты зерносушилки 7 (СЗС-8). В случае обработки зерна, не требующего сушки, загрузочные нории могут подавать материал в бункер сухого зерна 8.

Для окончательной очистки на пункте установлено две зерноочистительные машины 9 (ОС-4,5). Зерно в приемные камеры машин подают из бункера сухого зерна через зернопроводы [5].



1- зерносушилка СЗПБ-2; 2- завальная яма; 3, 12, 15 – нории; 4- зерноочистительная машина ОВП-20; 5- транспортер; 6- промежуточная емкость; 7- зерносушилка СЗС-8; 8- бункер сухого зерна; 9- зерноочистительная машина ОС-4,5; 10- цепочно-скребковый транспортер; 11- бункер фуражных отходов; 13- оперативная емкость; 14- весы; 16- цепочно-скребковый транспортер склада.

Рисунок 1.1 – Схема технологического процесса послеуборочной обработки семян зерновых, продовольственного и фуражного зерна

Отходы от машин ОС-4,5 цепочно-скребковым элеватором 10 отводят в бункер 11, откуда их по мере наполнения бункера выгружают в транспортные средства и отвозят по назначению.

Очищенное зерно на машинах ОС-4,5 поступает в приемную яму норий 12. Промежуточная емкость 13 предназначена для равномерной загрузки порционных весов 14. После взвешивания на весах зерно норией 15 подают на верхнюю ветвь цепочно-скребкового транспортера 16, который распределяет зерно по закромам зернохранилища емкостью 500 т. Таким образом, на пункте весь процесс обработки зерна от приема до складирования полностью механизирован.

Особенность технологической схемы пункта – использование барабанной сушилки СЗПБ-2 для подсушки зерна перед первичной очисткой. В условиях повышенного увлажнения, когда на обработку поступает зерно влажностью 25 – 30% и засоренностью до 15%, зерновой ворох имеет малую сыпучесть, что снижает эффективность работы ветро-решетных машин. Кроме того, такое зерно не может даже короткое время храниться в приемной яме. Поэтому для данных условий целесообразно использовать барабанную сушилку на приеме зерна для подсушки зернового вороха.

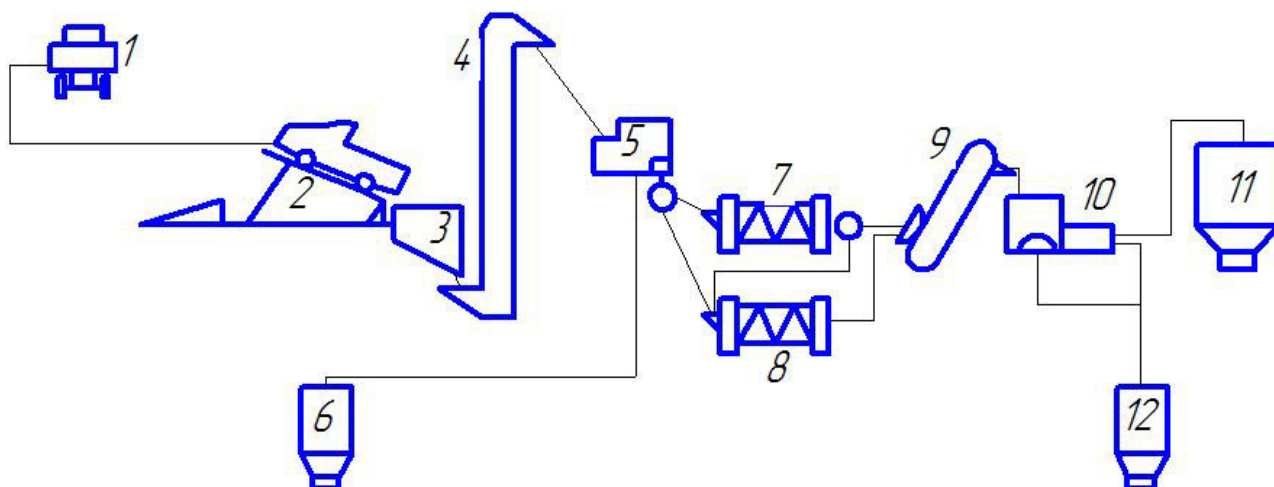
В учебном хозяйстве Ленинградского сельскохозяйственного института технологической схемой пункта предусматривается подсушка зерна в барабанных сушилках перед загрузкой его в бункера активного вентилирования. В этом случае предварительная подсушка зерна улучшает эксплуатационные показатели бункеров.

1.2.2 Технологическая схема механизированного пункта очистки и сушки зерна производительностью 1,7 т/ч

Технологией предусматривается обработка семян зерновых культур и семян трав. В состав сушильного оборудования включены барабанные зерносушилки, которые работают как параллельно, так и последовательно.

Производительность агрегата по сушке и вторичной очистке семян составляет 1,7 т/ч [7].

Технологическая схема обработки зерна показана на рисунке 1.2.



1- автомобильные весы АП-10; 2- автомобилеподъемник ГАП-2Ц; 3- завальная яма; 4- нория; 5- «Петкус-Вибрант» К-521; 6, 12- бункера отходов; 7, 8- барабанные зерносушилки СЗПБ-2; 9- транспортер шнековый ПШП4-А; 10- «Петкус-Гигант» К-531; 11- бункер-накопитель.

Рисунок 1.2 – Технологическая схема механизированного пункта очистки и сушки зерна производительностью 1,7 т/ч.

Зерно взвешивают на автомобильных весах 1 (АП-10) и разгружают автомобилеподъемником 2 (ГАП-2Ц) в завальную яму 3. Из завальной ямы его норией 4 направляют на первичную очистку в машину «Петкус-Вибрант» К-521.

Отходы, полученные при обработке зерна на машине первичной очистки, отводят в бункер отходов 6.

После первичной очистки семена самотеком поступают в барабанные зерносушилки 7 и 8 (СЗПБ-2). Высушенное зерно шнековым транспортером 9 (ПШП4-А) подают на вторичную очистку в машину «Петкус-Гигант» К-531. Отходы от машины вторичной очистки направляют в бункер фуражных отходов 12, а чистые семена поступают в бункер-накопитель 11, откуда их выгружают в транспортные средства.

За рубежом механизации послеуборочной обработки и хранения семян уделяют большое внимание. В связи с небольшими размерами хозяйств один зерноочистительно-сушильный пункт или завод обеспечивает, как правило, потребность в семенах многих хозяйств или ферм.

1.3 Анализ существующих конструкций воздушных сепараторов

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

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

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

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

В качестве признака разделения зерновой смеси применяют скорость витания. Под этой скоростью понимают такую скорость вертикального воздушного потока, движущего снизу вверх, при котором введенная в него частица находится во взвешенном состоянии [6].

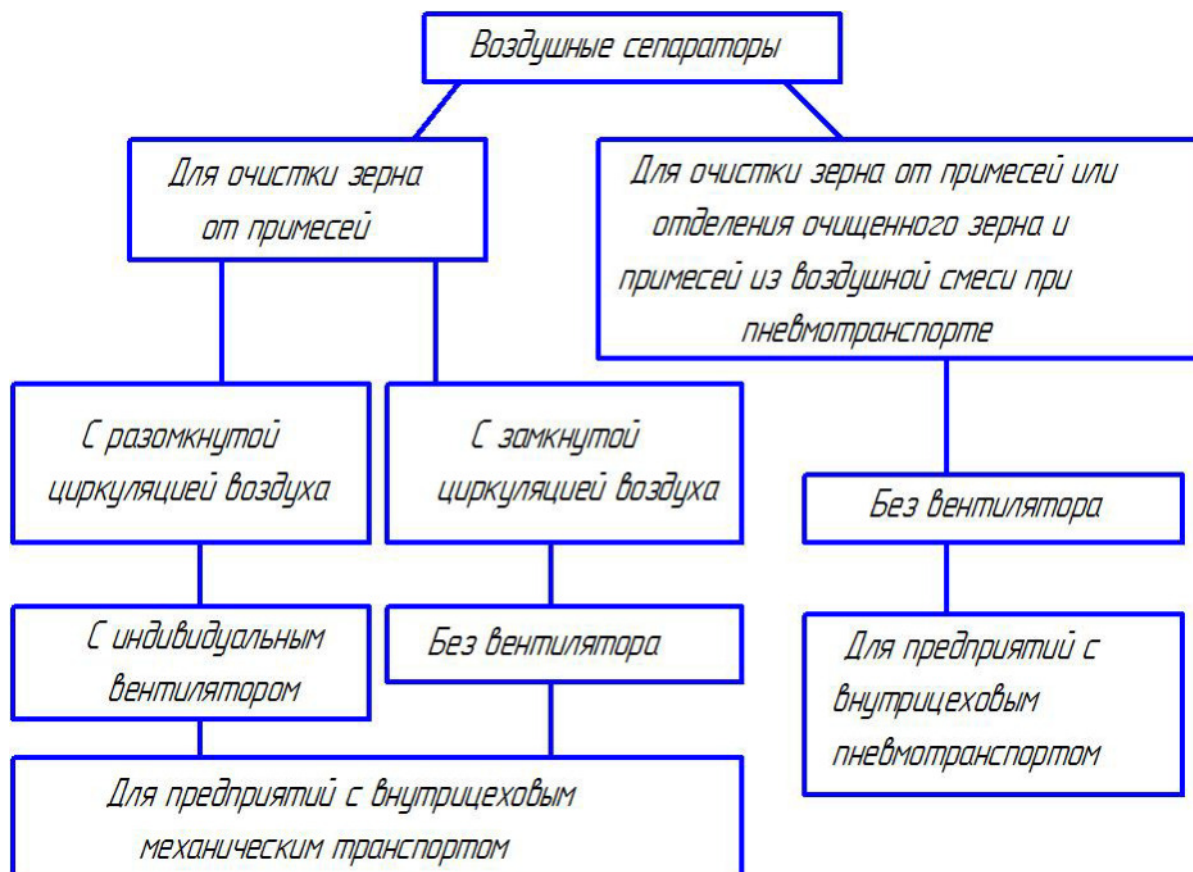
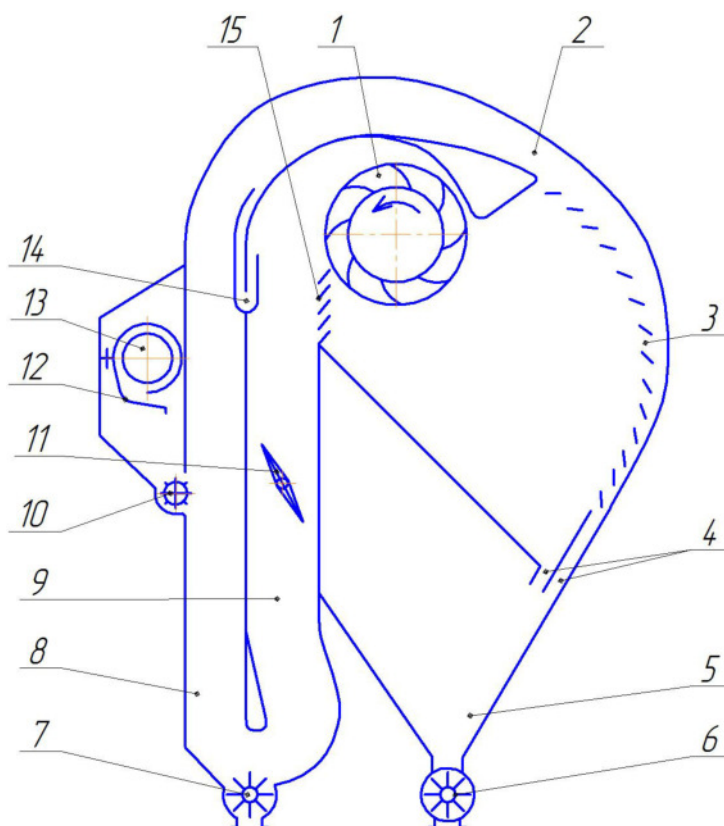


Рисунок 1.3 – Классификация воздушных сепараторов

Рассмотрим конструкцию воздушного сепаратора СП – 15 (рисунок 1.4). Данный воздушный сепаратор используется для отделения от крупных культур примесей. Данная конструкция построена с использованием всасываемого воздушного потока. Воздушный сепаратор работает следующим образом. Очищаемый материал подается в приемно-загрузочное устройство, где продукт разравнивается шнеком по ширине сепарирующего канала. Далее продукт проходит очистку в воздушном потоке, создаваемый диаметральный вентилятор, где из зерновой смеси выделяются дробленое зерно и другие примеси. Зерно по пневмосепарирующему каналу поступает в его нижнюю часть, где через шлюзовой затвор выводится из сепаратора.

Выделенные примеси с воздушным потоком по воздухоотводящему каналу направляется инерционный пылеуловитель, где из воздуха отделяются примеси [6].



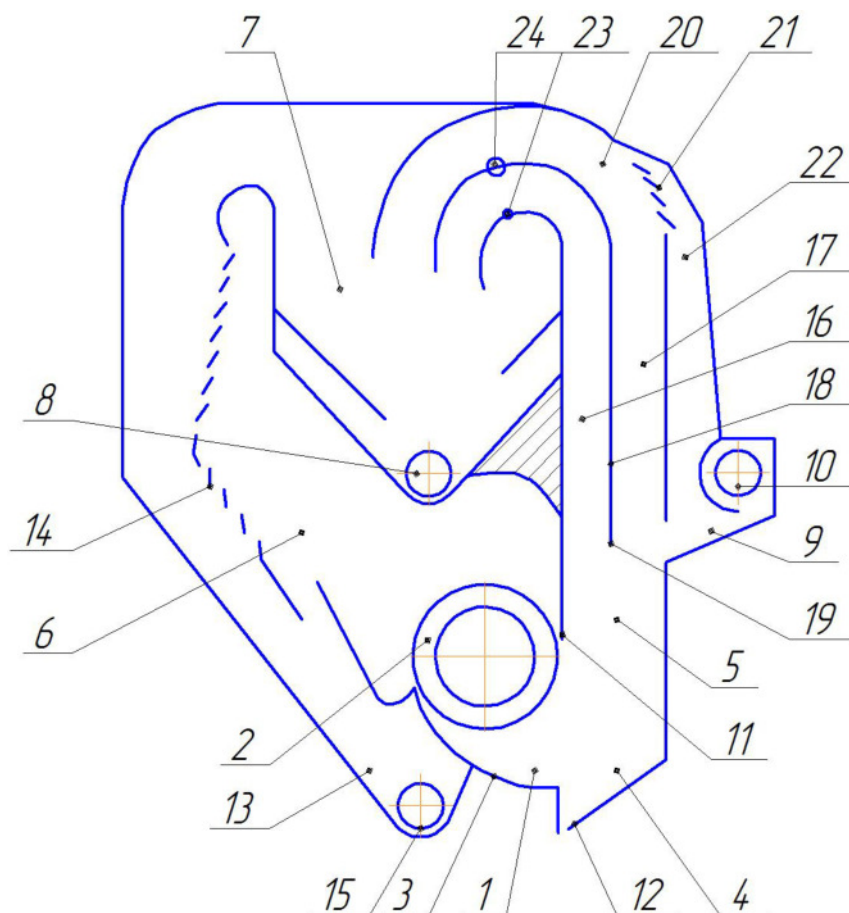
1 – диаметральный вентилятор; 2 – воздухоотводящий канал; 3 – жалюзийный отделитель; 4 – противоточный отделитель; 5 – осадочная камера; 6, 7 – шлюзовые затворы; 8 – пневмосепарирующий канал; 9 – воздухоподводящий канал; 10 – питающий валик; 11 – дроссельная заслонка; 12 – клапан; 13 – шнек; 14 – переточное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

Рисунок 1.4 – Технологическая схема воздушного сепаратора СП - 15

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

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

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



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

Рисунок 1.5 – Схема замкнутого пневматического сепаратора зерновых смесей (патент № 2400053).

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей состоит из диаметрального вентилятора 1, имеющего лопаточное колесо 2, корпус 3 и

нагнетательный патрубок 4, пневмосепарирующего 5 и воздухоподводящего 6 каналов, осадочной камеры 7 с приспособлением 8 вывода легких сорных примесей. На наружной стенке пневмосепарирующего канала 5 выполнено загрузочное окно 9, в котором установлено питающее устройство 10. Часть колеса 2 вентилятора 1 со стороны пневмосепарирующего канала 5 перекрыта сеткой 11. На наружной поверхности нагнетательного патрубка 4, являющегося продолжением корпуса 3 диаметрального вентилятора 1, имеется окно 12, образующее устройство вывода очищенного зерна. Воздухоподводящий канал 6 сообщен с выходом осадочной камеры 7, через пылеотделитель 13, смежная с воздухоподводящим стенка 14 которого выполнена жалюзийной, а в нижней части пылеотделителя 13 расположено выгрузное устройство 15. Пневмосепарирующий канал 5 разделен на основной 16 и дополнительный 17 пневмосепарирующие каналы плоской стенкой 18, имеющей на своей кромке, расположенной напротив загрузочного окна 9, шарнирно закрепленную распределительную заслонку 19. Отвод 20 дополнительного пневмосепарирующего канала 17 через жалюзийное окно 21 сообщен с загрузочным окном 9 посредством пылеотводящего канала 22. В отводах каналов 16 и 17 установлены регулировочные заслонки 23 и 24.

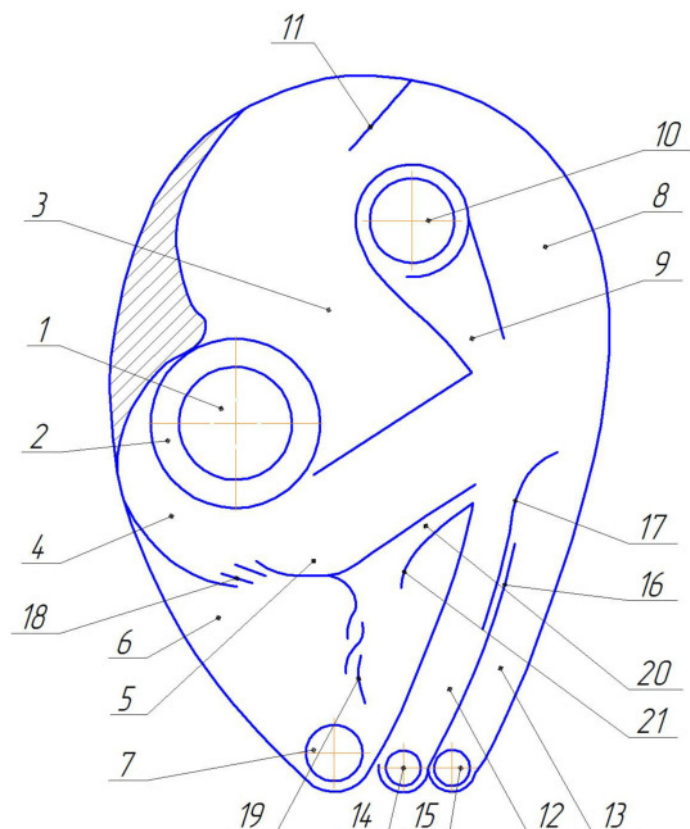
Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей работает следующим образом.

Воздух, забираемый из воздухоподводящего канала 6 колесом 2 диаметрального вентилятора 1, из нагнетательного патрубка 4 поступает в пневмосепарирующий канал 5. Очищаемый зерновой материал через загрузочное окно 9 питающим устройством 10 вводится в пневмосепарирующий канал 5, из которого легкие примеси восходящим потоком воздуха по основному 16 и дополнительному 17 пневмосепарирующим каналам, а также запыленный воздух из загрузочного окна 9 по пылеотводящему каналу 22 через жалюзийное окно 21 и отвод 20 дополнительного канала 17 выносятся в осадочную камеру 7, осаждаются в

ней и приспособлением 8 выводятся за пределы пневмосепаратора. Воздушный поток с пылью, выходящий из осадочной камеры 7, поступает в пылеотделитель 13, где очищенный от пыли воздух отсекается жалюзийной стенкой 14 и направляется в воздухоподводящий канал 6 для повторного технологического использования вентилятором 1, а осажденная пыль выгрузным устройством 15 выводится за пределы пневмосепаратора. Часть очищенного зерна сходит по сетке 11, которая предотвращает травмирование лопатками колеса 2 очищенного зерна, способствует дополнительному ожижению воздушным потоком зерна и выделению из него остаточных легких и пылевидных примесей. Очищенное зерно через окно 12 выводится наружу. Скорость воздуха в основном 16 и дополнительном 17 пневмосепарирующих каналах устанавливается регулировочными заслонками 23 и 24 таким образом, чтобы исключить вынос зерна в осадочную камеру 7. Распределение соотношения количества зерна по плотности его струи, подлежащего очистке в основном 16 и дополнительном 17 пневмосепарирующих каналах и, следовательно, соотношение в них расхода воздуха устанавливается распределительной заслонкой 19.

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

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



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

Рисунок 1.6 – Схема замкнутого пневматического сепаратора зерновых смесей (патент № 2279933).

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей состоит из диаметрального вентилятора 1, имеющего колесо 2, всасывающий патрубок 3 и выхлопной диффузор 4, соединенный с воздухоподводящим каналом 5, осадочной камеры 6 с приспособлением 7 вывода легких примесей, наклонного пневмосепарирующего канала 8. Пневмосепарирующий канал 8 в верхней части непосредственно соединен с всасывающим патрубком 3 диаметрального вентилятора 1. На внутренней стенке пневмосепарирующего канала 8 выполнено загрузочное окно 9, в котором установлено питающее

устройство 10. В верхней части пневмосепарирующий канал 8 имеет регулирующее устройство 11, а в нижней части – приспособление для вывода очищенного зерна, выполненное в виде приемников 12 и 13 фракции полновесного зерна и фуражной фракции соответственно. Приемники 12 и 13 имеют отводные устройства 14 и 15 и разделены стенкой 16, верхняя часть 17 которой выполнена раздвижной с выпуклой рабочей поверхностью, обращенной по направлению поступления обрабатываемых компонентов зерновой смеси. Осадочная камера 6 сообщается с выхлопным диффузором 4 вентилятора 1 через жалюзийное окно 18, расположенное в зоне его криволинейной стенки. Для более эффективного осаждения легких примесей в осадочной камере 6 установлена жалюзийная плоскость 19. Осадочная камера 6 через перепускной канал 20, имеющий регулятор расхода воздуха 21, соединяется с нижней частью пневмосепарирующего канала 8.

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей работает следующим образом.

Воздух, нагнетаемый диаметральный вентилятором 1, по воздухопроводящему каналу 5 поступает в пневмосепарирующий канал 8. Очищаемая зерновая смесь через загрузочное окно 9 питающим устройством 10 вводится в пневмосепарирующий канал 8, из которого легкие примеси восходящим потоком воздуха выносятся через патрубок 3 к вентилятору 1, захватываются его лопатками и, проводя через его ротор, отбрасываются центробежными силами к периферии и, двигаясь по криволинейной стенке выхлопного диффузора 4 вентилятора 1, через входное жалюзийное окно 13 попадают в осадочную камеру 6 вместе с частью воздуха. Основной же поток воздуха, отделенный в выхлопном диффузоре 4 вентилятора 1 входным жалюзийным окном 18 от легких примесей, поступает снова в воздухоподводящий канал 5 для последующих стадий выполнения технологического процесса. В осадочной камере 6 легкие примеси за счет гравитационно-инерционных сил осаждаются и выводятся наружу приспособлением 7. Очищенный от легких примесей воздух из осадочной

камеры 6 по перепускному каналу 20 поступает в нижнюю часть пневмосепарирующего канала 8. В пневмосепарирующем канале 8 очищенная от легких сорных примесей зерновая смесь под воздействием воздушного потока перераспределяется и делится на фракции. Полновесные зерна, которым присущи максимальная скорость витания и крутонисходящая траектория движения, выпадают в приемник 12, собираются в нем и отводным устройством 14 выводятся за пределы машины. Щуплые, дробленые и битые зерна, обладающие меньшей скоростью витания, имеют полого падающие траектории движения и выпадают в приемник 13. Часть же щуплого, дробленого и битого зерна, поступившего на выпуклую рабочую поверхность раздвижной части 17 стенки 16, под воздействием воздушного потока, выходящего из осадочной камеры 6 по перепускному каналу 20 в пневмосепарирующий канал 8, также выносится в приемник 13, чем обеспечивается качество очистки фракции полновесного зерна. Из приемника 13 фуражная фракция аналогично выводится отводным устройством 15 за пределы машины.

Данный замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей имеет довольно длинную и сложную разветвленную сеть, что обуславливает увеличение суммарного сопротивления сети, а это, в свою очередь, повышает затраты энергии при генерировании воздушного потока вентилятором. Наличие такой длинной воздушной системы увеличивает металлоемкость, усложняет конструкцию и эксплуатацию машины.

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

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

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

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

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

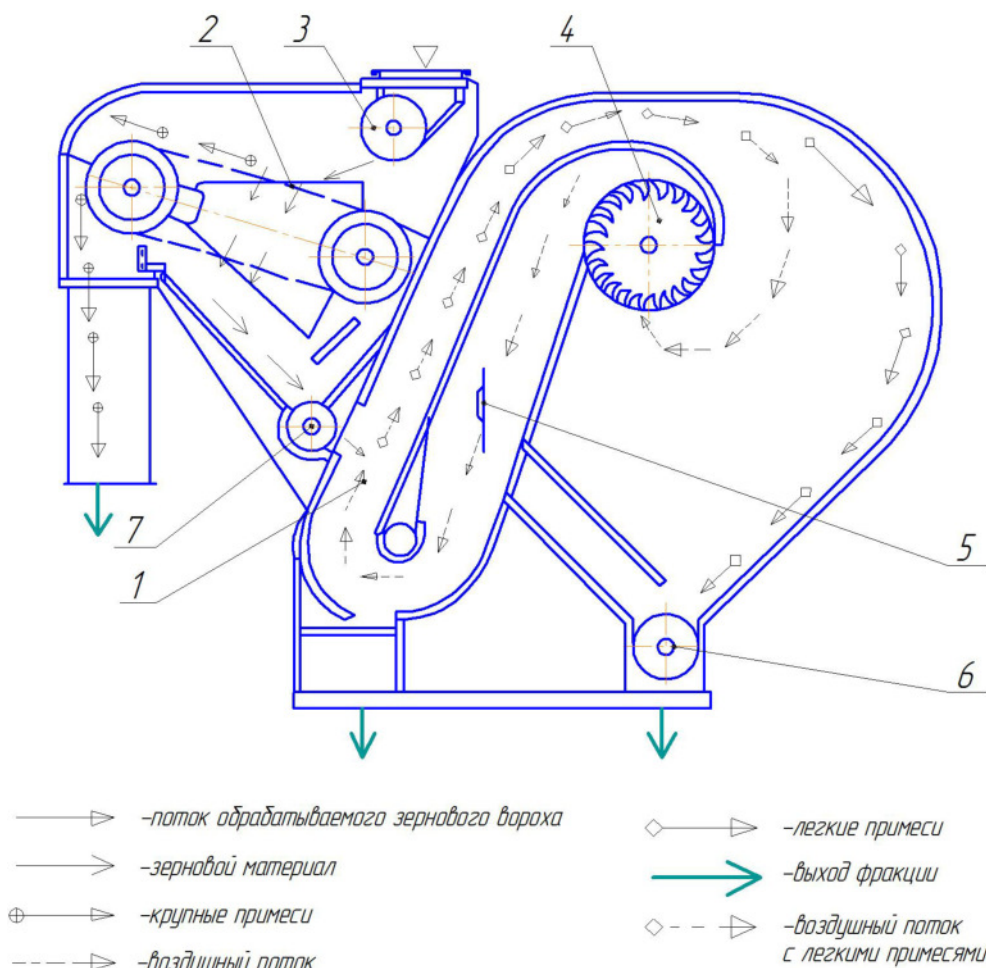
Для более эффективности просеивания зерновой фракции ведомая ветвь сетчатого транспортера встряхивается.

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

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

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

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



1-канал аспирации, 2-сетчатый транспортер, 3-загрузочный шнек, 4-вентилятор, 5-дроссельная заслонка, 6-шнек, 7-битер.

Рисунок 1.7 - Схема сепаратора СПО-100

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

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

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

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

Недостатки:

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

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

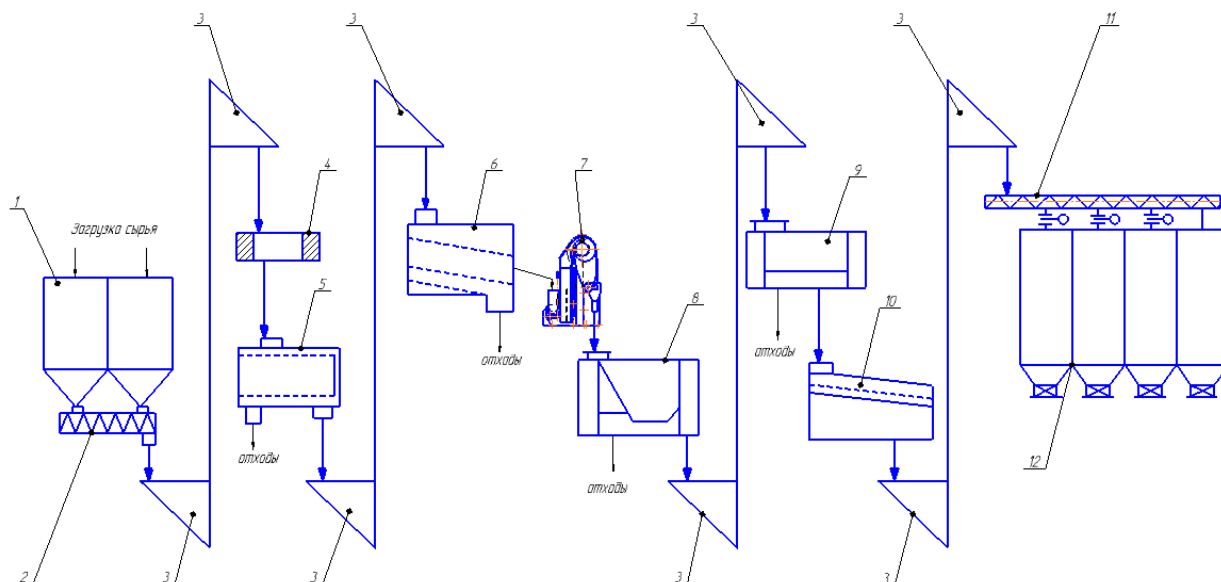
- нецелесообразный выбор научно-технического оборудования
- большие энергозатраты
- нерациональное применение производственных площадей
- недостаток научно-аргументированной технологии послеуборочной обработки перерабатываемого продукта.

Отсюда видно, что все эти затраты оказывают огромное воздействие на первоначальную стоимость продукции. Таким образом, модернизировав технологию послеуборочной обработки зерна, можно устранить все эти недостатки, что благоприятно отразится на себестоимости продукции. При этом необходимо адаптировать разрабатываемую технологию под условия конкретного хозяйства, минимизировав количество технологического оборудования, не снижая эффективности производства. Можно отметить, что послеуборочная обработка зерна является энергоёмкой операцией, необходимо грамотно использовать зерноочистительные машины, чтобы после очистки выход зернового материала был с минимальными механическими повреждениями. Поэтому необходимо разработать машину, позволяющую высококачественно осуществлять эту операцию в условиях конкретного хозяйства.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предлагаемая технологическая линия очистки зерна

Зерновое сырье поступает из автотранспортных устройств в приемный бункер 1 с питателем 2, которым подается в норию 3. Далее оно проходит через магнитный сепаратор 4, очищается от металлических примесей и направляется в скальператор 5. После этого сырье проходит через ситовой сепаратор 6, поступает в воздушный сепаратор с рекуперацией MVSO 7 для очистки от сорной примеси и затем в триер-куколеотборник 8. Последний этап отчистки состоит из триера-овсюгоотборника 9 и пневмосортировочного стола 10. Очищенное зерно поступает в норию 3 и в распределительное устройство 11 для подачи в бункера или силосы 12 через системы впуска, которые чаще всего выполняются в виде задвижек. В бункерах 12 зерно хранится и затем выгружается с помощью системы выпуска на транспортеры для подачи в перерабатывающие машины завода [2].



1 – приемный бункер; 2 – питатель; 3 – нория; 4 – магнитный сепаратор; 5 – скальператор; 6 – ситовый сепаратор; 7 – воздушный сепаратор; 8 – триер-куколеотборник; 9 – триер-овсюгоотборник; 10 – пневмосортировочный стол; 11 – распределительное устройство; 12 – силос

Рисунок 2.1 – Предлагаемая технологическая линия очистки зерна

Преимуществом предложенной линии является использование современных и более производительных машин. Так же не маловажным отличием от существующей технологии является использование предлагаемого нами воздушного сепаратора зернового материала, что позволяет улучшить качество очистки зернового материала от крупных и легких примесей, позволяя повысить производительность и качество очистки стационарной машины для очистки зерна, повышает его пропускную способность и снижает нагрузку на него.

2.2 Технологические расчеты

Расчет воздушных сепараторов производится по следующим зависимостям [3].

1. Производительность сепаратора по мелкому продукту:

$$P = Q_B \cdot \rho_c, \text{ кг/ч} \quad (2.1)$$

где Q_B – расход воздуха в воздушном сепараторе, $\text{м}^3/\text{ч}$;

ρ_c – объемная плотность (концентрация) среды, $\rho_c = 0,4 \text{ кг/м}^3$.

Расход воздуха в воздушном сепараторе определяют по формуле:

$$Q_B = B \cdot L \cdot V, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.2)$$

где B – ширина канала, м;

L – длина канала, м;

V – скорость воздушного потока, м/с.

Расчет скорости воздуха в воздушном сепараторе. Скорость воздуха в пневмосепарирующих каналах выбирают по характеристикам распределения скоростей компонентов зерновой смеси. В каналах для отделения легких примесей, скорость воздуха принимает равной $0,7 - 0,9 \cdot V_{кр}$, от основной культуры [3].

Следовательно:

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

Зная основные параметры воздушного сепаратора:

Ширина канала $B = 0,36 \text{ м}$; длина канала $L = 1,5 \text{ м}$:

$$Q_B = 0,36 \cdot 1,5 \cdot 10,4 = 5,61 \text{ м}^3/\text{с} = 20196 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Тогда расчетная производительность сепаратора будет равна:

$$\Pi = 20196 \cdot 0,4 = 8078 \text{ кг/ч}$$

Что приблизительно равно паспортной производительности в 5-8 т/ч.

Определение параметров сопротивления пневмосистемы. При расчёте основных параметров сопротивления пневмосистемы исходя из издержек постоянного давления в воздушных каналах и динамического давления на входе в канал или выходе из него по формуле [3]:

$$P_{\text{пн}} = P_{\text{к}} + P_{\text{дв}} + P_{\text{пу}}, \quad (2.3)$$

где - $P_{\text{пн}}$ – сопротивление пневмосистемы, Па;

$P_{\text{к}}$ – потери постоянного давления в воздушном канале, Па;

$P_{\text{дв}}$ – потери динамического давления на входе и выходе из канала, Па;

$P_{\text{пу}}$ – потери давления в пылеуловительной системе, Па.

При перемещении воздуха в каналах пневмосистемы давление используется на преодоление трения о стенки, местных сопротивлений, сопротивление зернового слоя, на перемещение и подъем удаляемых примесей.

Потери давления на трение в трубопроводах определяют по формуле [3]:

$$P_{\text{тр}} = \lambda \cdot l/d \cdot \rho V^2/2 \quad (2.4)$$

где $P_{\text{тр}}$ - потери давления на процесс трения, Па;

λ - коэффициент сопротивления трения;

l и d - длина и диаметр трубопровода, м;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

V - скорость воздуха, м/с.

Показатель сопротивления трения воздухопроводов с шероховатыми железными стенками с необходимой для практических целей точностью можно определить по упрощенной формуле Блесса [3]:

$$\lambda=0,0125+0,0011/d_{\text{ЭКВ}} \quad (2.5)$$

где $d_{\text{ЭКВ}}$ - эквивалентный диаметр, м.

В случае если воздухопровод содержит прямоугольный разрез, то при равенстве соответствующих скоростей в круглой и прямоугольной трубе равнозначный диаметр находится согласно формулировке [3]:

$$d_{\text{ЭКВ}}=2 \cdot a \cdot b / (a+b), \quad (2.6)$$

где a и b - глубина и ширина воздухопровода, м.

Зная, что $l=H_1+H_2=0,9+0,27=1,17$ м; $\rho=1,2$ кг/м³; $V=10,4$ м/с; $a=0,18$ м; $b=0,9$ м.

Получим, что:

$$d_{\text{ЭКВ}}=2 \cdot 0,18 \cdot 0,9 / (0,18+0,9)=0,3 \text{ м}$$

$$\lambda=0,0125+0,0011/0,3=0,0162$$

$$P_{\text{тр}}=0,0162 \cdot 1,17 / 0,3 \cdot 1,2 \cdot 9,81 \cdot 10,4^2 / 2 = 40,22 \text{ Па}$$

Потери давления на преодоление местных сопротивлений обуславливаются переменной значения и направления скорости потока в усложнённых воздухопроводах и рассчитываются по формуле [3]:

$$P_{\text{м.с}}=\zeta \cdot \rho \cdot V^2 / 2, \quad (2.7)$$

где $P_{\text{м.с}}$ - потери давления на преодоление местных сопротивлений, Па;

ζ - коэффициент местного сопротивления (при входе в трубу с острыми краями $\zeta=0,5$).

$$P_{\text{м.с}}=0,5 \cdot 1,2 \cdot 10,4^2 / 2 = 34,45 \text{ Па}$$

Потери давления на преодоление сопротивления зернового смеси у многих зерноочистительных агрегатов составляют $P_3=50 \dots 150$ Па. Огромные значения уделяют к высокопроизводительным машинам с большими удельными нагрузками. В нашем случае принимаем $P_3=150$ Па.

Влияние механических примесей в воздухе и транспортируемого зернового материала на повышение потерь давления, подсчитанных для чистого воздуха, можно определить согласно следующей формулы [3]:

$$P_{\text{см}}=P_{\text{в}} \cdot (1+K_0 \cdot \mu), \quad (2.8)$$

где $P_{см}$ - потери давления, Па;

P_v - потери давления воздуха, Па;

K_0 - коэффициент, зависящий от вида примесей, концентрации смеси, скорости и состояния потока, размеров воздухопровода и других факторов (по таблице 5.2 из [3], $K_0=0,75$);

μ_0 - коэффициент концентрации смеси, определяемый отношением массы перемещаемого материала к массе воздуха в единицу времени (по таблице 5.2 из [3], $\mu_0 \leq 0,3$).

Потери давления воздуха определяются по формуле [3]:

$$P_v = P_{тр} + P_{мс}, \quad (2.9)$$

где P_v - потери давления воздуха, Па;

$P_{тр}$ - потери давления на трение о стенки, Па;

$P_{мс}$ - потери давления на преодоление местных сопротивлений, Па.

Зная, что $P_{тр}=40,22$ Па; $P_{мс}=34,45$ Па; находим:

$$P_v = 40,22 + 34,45 = 74,67 \text{ Па}$$

$$P_{см} = 74,67 \cdot (1 + 0,75 \cdot 0,3) = 91,47 \text{ Па}$$

Потери давления на подъем мелких частиц в вертикальном и наклонном воздухопроводе определяют по формуле [3]:

$$P_{верт} = \rho \cdot \dot{g} \cdot l_n \cdot \sin \alpha \cdot \mu_0 \quad (2.10)$$

где - $P_{верт}$ - потери давления на подъем частиц в воздухопроводах, Па;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

$\dot{g}$ - ускорение свободного падения, м/с²;

l - длина воздухопровода, м;

α - угол наклона воздухопровода к горизонту, град.

$$P_{верт} = 1,2 \cdot 9,81 \cdot 1,17 \cdot \sin 12 \cdot 0,3 = 0,77 \text{ Па}$$

Общие потери статического давления в воздушном канале определяются по формуле [3]:

$$P_k = P_{см} + P_3 + P_{верт}, \quad (2.11)$$

где P_k - общие статические потери, Па.

$$P_k = 91,47 + 150 + 0,77 = 242,24 \text{ Па}$$

Потери динамического давления в рабочей зоне воздуховода определяют по формуле [3]:

$$P_{\text{дв}} = \rho \cdot V^2 / 2, \quad (2.12)$$

где $P_{\text{дв}}$ – потери динамического давления, Па.

$$P_{\text{дв}} = 1,2 \cdot 10,4^2 / 2 = 64,9 \text{ Па}$$

В используемых агрегатах потери давления на пылеуловителе в зерноочистительных машинах составляет 200...300 Па. Принимаем $P_{\text{пу}} = 300$ Па.

В результате получаем:

$$P_{\text{пн}} = 242,24 + 64,9 + 300 = 607,14 \text{ Па}$$

Исходя из этого, знание расхода воздуха и величин местных сопротивлений пневмосистемы, позволяют определить стандартные размеры соответствующего механизма.

Потребную мощность привода вентилятора N (кВт) определяем по формуле [3]:

$$N = \frac{Q_{\text{в}} \cdot P_{\text{к}}}{1000 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \quad (2.13)$$

где $P_{\text{к}}$ – суммарные потери давления в воздушном сепараторе, Па;

$\eta_{\text{в}}$ – КПД вентилятора (определяют по характеристике вентилятора);

$\eta_{\text{п}}$ – КПД привода.

Зная расход воздуха и выбираем КПД вентилятора (определяют по характеристике вентилятора) $\eta_{\text{в}} = 0,5$; КПД привода $\eta_{\text{п}} = 0,782$. Отсюда:

$$N = \frac{5,61 \cdot 242}{1000 \cdot 0,5 \cdot 0,782} = 3,47 \text{ кВт}$$

По справочнику принимаем электродвигатель с мощностью $N = 3,5$ кВт, частотой вращения выходного вала двигателя $n = 2840$ об/мин, марки 4АМ90Л2У3 ГОСТ 19523-89.

проведённый технологический расчет показал, что разрабатываемая машина для очистки зерна имеет весьма не плохую производительность ($Q = 8$

т/час), то есть не уступает другим известным аналогичным машинам такого же типа.

Определим затраты электроэнергии разрабатываемой машины.

Затраты на электроэнергию определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_3 = N \cdot t_{см}, \quad (2.14)$$

где $t_{см}$ – время работы машины за смену, ч ($t_{см}=8$ ч);

N – мощность электродвигателя, кВт ($N=3$ кВт).

$$\mathcal{E}_3 = 3,5 \cdot 8 = 28 \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Выполненный расчет позволяет сделать вывод, что разрабатываемая машина достаточно мало потребляет электроэнергии и может быть эффективна в работе, как отдельно, так и в комплексе с другими машинами в условиях постоянного роста цен на энергоносители.

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

Во время послеуборочной обработке зернового материала допустимо влияние небезопасных и вредоносных производственных факторов.

Самым основным их источником считается человек, не соблюдающий трудовую дисциплину, находящийся на трудовом месте в пьяном состоянии, не соблюдающий принципы техники безопасности на ЗОСП, к которым принадлежат: табакокурение в помещении сушилки и в зонах хранения зерна, восстановление работающего механизма, применение небезопасных аппаратов без предохранительных ограждений.

Недостаток естественного и искусственного освещения (менее 150 лк). Содержание в помещении пыли больше определённой максимально-возможной концентрации – более 6 мг/м^3 . При сушке сырого зернового материала нагретый и влажный воздух выходит непрямоу в помещение ЗОСП, результатом этого считается повышенная влажность (более 75%) и температура окружающего воздуха (более 27°). Работа многих оборудования

ЗОСП сопряжена с непрерывным высоким шумом (более 70Дб), а кроме того проявлением общей и локальной пульсацией от работы соответствующих машин.

Основные мероприятия, которые нужно провести при послеуборочной обработке зерна, для улучшения условий труда и безопасности жизнедеятельности [18]:

- 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.

- Все без исключения здания обязаны являться гарантированно бесперебойными средствами пожаротушения - огнетушителями;

- Пожарное спецоборудование и специнвентарь должны размещаться на видном месте и иметь свободный доступ;
- Металлические части любых электрических установок должны быть заземлены и изолированы по защищённой схеме;
- При размещении оборудования на площадке, необходимо гарантировать: практичность, защищённость 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

Природоохранные факторы наравне с социально-экономическими факторами устанавливают формирование аграрной системы.

Ресурсы и условия аграрного рынка могут во многих случаях создавать затруднения и даже ограничивать развитие сельского хозяйства.

Взаимодействие природы и общества в рамках аграрной системы главным образом изменило круговорот веществ и энергии. В следствии этого, естественные биогеоценозы вытесняются трансформированными экосистемами – агробиогеоценозами. Агробиогеоценозы живут не изолированно от общей природной среды. Оставаясь простыми частицами биосферы, они ощущают воздействие компонентов, природных биогеоценозов – активных организмов и неорганической среды Земли. Согласно определённым видам взаимодействия с окружающей средой сельскохозяйственное производство даже стало превосходить промышленность (перераспределение воды, нарушение естественного почвенного покрова и др.)

С позиции защиты окружающей среды выход из создавшегося положения состоит в том, чтобы свести до минимального количества негативные воздействия применяемых технологических процессов.

Создание безотходных производств относится к крайне трудному и продолжительному процессу, переходным этапом которого является малоотходное производство. При этом по техническим, экономическим, организационным причинам доля применяемого материала 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:

- Увеличить естественное и искусственное освещения;
- Устранить разлив топлива при заправки 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

Воздушный сепаратор с рекуперацией воздуха предназначен для разделения продуктов шелушения крупяных культур (отбора лузги и мучки, контроля лузги, контроля готовой продукции) и для очистки зерна пшеницы от аэродинамических легких примесей. Сепаратор устанавливается в шелушильных отделениях крупозаводов и зерноочистительных отделениях мельничных предприятий.

В состав воздушного сепаратора (рисунок 3.1) входит приёмный патрубок 1 и корпус 2, который представляет собой сборно-сварной механизм, внутри которого соответствующими стенками образованы приёмная камера 3, вертикальный пневмосепарирующий 4 и рециркуляционный каналы 5, осадочная камера 6. При этом, в осадочную камеру по всей длине конструкции встроен диаметральный вентилятор (ротор) 7 и шнек 8 для вывода осаждённого отхода.

К нижнему корпусу пневмосепарирующей системы приварен выпускной патрубок 9 для вывода очищенного зерна из сепаратора. В верхней части приемной камеры установлены грузовые клапаны 10 для регулировки подачи продукта в делитель 11, положение которого может меняться относительно приемного патрубка в зависимости от направления потока продукта, что позволяет лучше распределить его по длине приемной камеры и пневмосепарирующего канала.

В пневмосепарирующий канал продукт поступает по направляющей 12, которая образует горизонтальный участок для лучшего распространения его в зоне сепарирования или по наклонной плоскости ската под углом 50° при использовании сепаратора на контроле лузги.

					<i>ВКР ВСЗ 00.00.00.ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Салмин С.А.</i>			<i>Воздушный сепаратор</i>			
Пров.		<i>Дмитриев А.В.</i>						
Н. контр								
Утв.		<i>Дмитриев А.В.</i>						
						Лит.	Лист	Листов
					<i>Казанский ГАУ каф. МОА</i>			

Воздушный сепаратор работает следующим образом.

Очищаемый зерновой ворох через приемный патрубок 1 самотеком поступает в делитель 11. В пневмосепарирующий канал 4 продукт поступает по направляющей 12, которая образует горизонтальный участок для лучшего распространения его в зоне сепарирования. После попадания продукта в пневмосепарирующий канал 4, он продувается восходящим потоком воздуха. Аэродинамические легкие примеси захватываются воздухом и поступают в осадочную камеру 6.

Очищенный продукт выводится из машины через патрубок 9. Относы, осаждаясь в осадочной камере, выводятся из машины шнеком 8. Воздух, освобожденный от примесей, вновь засасывается ротором вентилятора и через рециркуляционный канал 5 поступает в пневмосепарирующий канал. Таким образом, воздушный поток движется по замкнутому циклу.

Преимущество: распределение зерновой смеси по всей длине приёмного фронта пневмосепарирующего канала разрыхляет зерновую смесь, исключает накопление зерновой смеси в нижней части канала, увеличивает рабочую поверхность пневмосепарирующего канала и улучшает процесс пневмосепарации. Аэродинамические примеси, сходящие по направляющей, поступают в пневмосепарирующий канал и сразу захватываются воздухом, что так же улучшает процесс выноса легких примесей воздушным потоком и улучшает качество очистки исходного зернового материала.

					ВКР ВСЗ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

3.2 Кинематический расчет

Для расчета изобразим кинематическую схему предлагаемого воздушного сепаратора с рекуперацией воздуха:

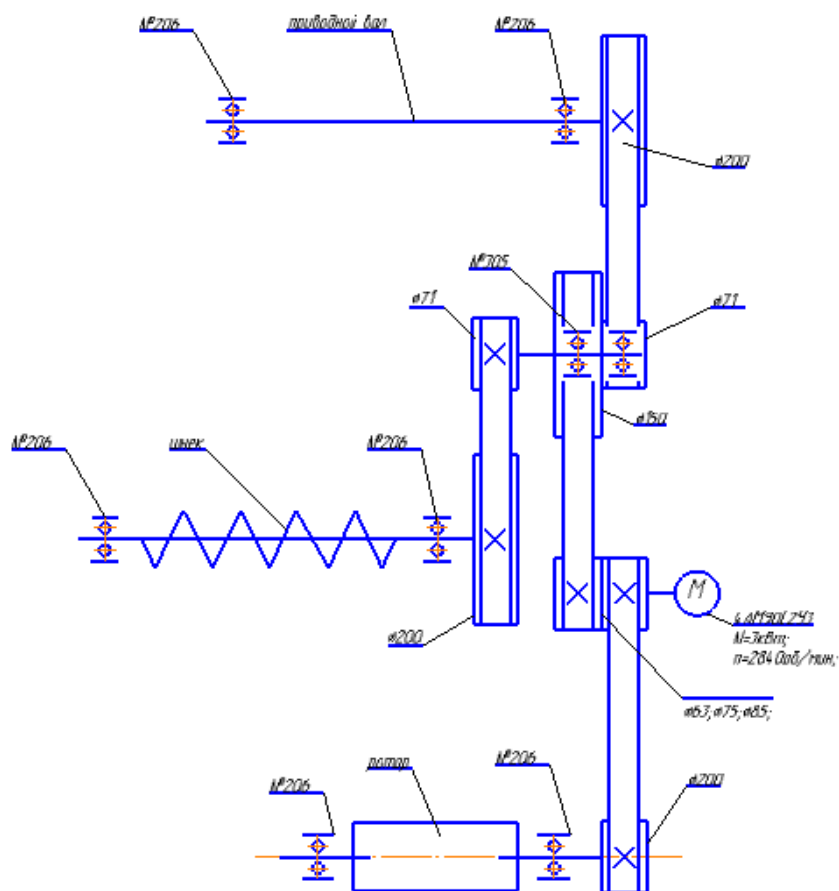


Рисунок 3.2 – Кинематическая схема предлагаемого воздушного сепаратора с рекуперацией воздуха.

Кинематическая схема сепаратора состоит из четырех клиноременных передач:

- 1) K1 - от двигателя к ротору;
- 2) K2 – от двигателя к промежуточному валу;
- 3) K3 – от промежуточного вала к шнеку;
- 4) K4 – от промежуточного вала к приводному валу.

Расчет будем вести согласно рекомендаций [4].

Тогда, исходя из кинематической схемы, найдем передаточные числа:

Передаточное отношение ременной передачи К1 определяются по формуле:

$$U_{\text{рем1}} = \frac{d_2}{0,98 \cdot d_1} = \frac{200}{0,98 \cdot 85} = 2,4 \quad (3.1)$$

Передаточное отношение ременной передачи К2 определяются по формуле:

$$U_{\text{рем2}} = \frac{d_2}{0,98 \cdot d_1} = \frac{150}{0,98 \cdot 75} = 2 \quad (3.2)$$

Передаточное отношение ременной передачи К3 определяются по формуле:

$$U_{\text{рем3}} = \frac{d_2}{0,98 \cdot d_1} = \frac{200}{0,98 \cdot 71} = 2,87 \quad (3.3)$$

Передаточное отношение ременной передачи К4 определяются по формуле:

$$U_{\text{рем4}} = \frac{d_2}{0,98 \cdot d_1} = \frac{200}{0,98 \cdot 71} = 2,87 \quad (3.4)$$

Найдем общий КПД привода:

$$\eta_0 = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,95^4 \cdot 0,99^4 = 0,782 \quad (3.5)$$

где - КПД ременной передачи: $\eta_1 = 0,95$.

КПД подшипников: $\eta_2 = 0,99$.

Частоты вращений, об/мин⁻¹:

Частота вращения электродвигателя:

$$n_1 = 2840 \text{ об / мин}$$

Частота вращения ротора:

$$n_2 = \frac{Nd}{U_{\text{рем1}}} = \frac{2840}{2,4} = 1183,3 \text{ об / мин} \quad (3.6)$$

Частота вращения промежуточного вала:

$$n_3 = \frac{Nd}{U_{\text{рем1}} \cdot U_{\text{рем2}}} = \frac{2840}{2,4 \cdot 2} = 591,7 \text{ об / мин} \quad (3.7)$$

					ВКР ВС3 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Частота вращения шнека:

$$n_4 = \frac{Nd}{U_{рем1} \cdot U_{рем2} \cdot U_{рем3}} = \frac{2840}{2,4 \cdot 2 \cdot 2,87} \approx 206,2 \text{ об / мин} \quad (3.8)$$

Частота вращения приводного вала:

$$n_5 = \frac{Nd}{U_{рем1} \cdot U_{рем2} \cdot U_{рем3} \cdot U_{рем4}} = \frac{2840}{2,4 \cdot 2 \cdot 2,87 \cdot 2,87} \approx 72 \text{ об / мин} \quad (3.9)$$

Мощности, кВт:

Мощность электродвигателя:

$$P_1 = 2,839 \text{ кВт}$$

Мощность на роторе:

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{рем} \cdot \eta_n = 2,839 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 2,67 \text{ кВт} \quad (3.10)$$

Мощность на промежуточном валу:

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{рем} \cdot \eta_n = 2,67 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 2,511 \text{ кВт} \quad (3.11)$$

Мощность на шнеке:

$$P_4 = P_3 \cdot \eta_{рем} \cdot \eta_n = 2,511 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 2,362 \text{ кВт} \quad (3.12)$$

Мощность на приводном валу:

$$P_5 = P_4 \cdot \eta_{рем} \cdot \eta_n = 2,511 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 2,221 \text{ кВт} \quad (3.13)$$

Вращающие моменты, Нм:

Вращающий момент электродвигателя:

$$T_1 = \frac{9550 \cdot P_1}{n_1} = \frac{9550 \cdot 2,839}{2840} = 9,55 \text{ Нм} \quad (3.14)$$

Вращающий момент на роторе:

$$T_2 = \frac{9550 \cdot P_2}{n_2} = \frac{9550 \cdot 2,67}{1183,3} = 21,5 \text{ Нм} \quad (3.18)$$

Вращающий момент на промежуточном валу:

$$T_3 = \frac{9550 \cdot P_3}{n_3} = \frac{9550 \cdot 2,511}{591,7} = 40,5 \text{ Нм} \quad (3.15)$$

					ВКР ВС3 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Вращающий момент на шнеке:

$$T_4 = \frac{9550 \cdot P_4}{n_4} = \frac{9550 \cdot 2,362}{206,2} = 109,4 \text{ Нм} \quad (3.16)$$

Вращающий момент на приводном валу:

$$T_5 = \frac{9550 \cdot P_5}{n_5} = \frac{9550 \cdot 2,221}{72} = 294,6 \text{ Нм} \quad (3.17)$$

3.3 Конструктивные расчеты

3.3.1 Расчёт сварного соединения

Детали, которые находятся под углом 90° , привариваются тавровым методом.

Определяем необходимое допускаемое усилие для растяжения материала:

$$[P] = [\tau_\phi] \cdot 0,7 \cdot k \cdot l, \quad (3.18)$$

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

k – катет таврового шва при срезе;

l – длина поперечного шва; $l = 200$ см.

$$[\tau_\phi] = 0,6 \cdot [\sigma_p], \quad (3.19)$$

где $[\sigma_p]$ – необходимое допускаемое напряжение при растяжении, Н/см^2 ;

$$[\sigma_p] = 1200 \text{ Н/см}^2.$$

$$[\tau_\phi] = 0,6 \cdot 1200 = 7200 \text{ Н} \cdot \text{см}^2$$

$$[P] = 7200 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 200 = 504000 \text{ Н}$$

Определяем необходимое усилие для растяжения:

$$P = \frac{2 \cdot M_k}{l}, \quad (3.20)$$

где l – величина длины поперечного шва, м.

$$P = 2 \cdot 60 \cdot 10^3 / 2,6 = 46153 \text{ Н}$$

Итак, $P < [P]$ условие выполняется.

					ВКР ВСЗ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

3.3.2 Расчёт болтовых соединений

Для проведения этого расчета применяют следующие параметры:

$P_{\text{б}}$ – внешняя необходимая нагрузка, которая приходится на один болт, Н.

$$P_{\text{б}} = \frac{P_{\text{уст}}}{6}, \quad (3.21)$$

где: $P_{\text{уст}}$ - вес механизма, Н.

$$P_{\text{уст}} = 1000 \text{ Н}$$

$$P_{\text{б}} = 1000/6 = 166 \text{ Н.}$$

Определяем расчетное усилие на механизм:

$$P_{\text{расч.}} = 2,8 \cdot P_{\text{б}} \quad (3.22)$$

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

Изгибающий момент на центр болта определяют по следующей формуле:

$$M_{\text{изг}} = 0,5 \cdot P_{\text{расч.}} \cdot 0,5 d, \quad (3.23)$$

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

Момент сопротивления в сечении болта, определяют по следующей формуле:

$$W_{\text{изг}} = \frac{d \cdot (0,8 \cdot d^2)}{6} \quad (3.24)$$

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

$$P_{\text{расч.}} = 2,8 \cdot 166 = 464 \text{ Н}$$

Определяем диаметр необходимого болта:

$$P_{\text{расч.}} = F[\sigma]_p = \frac{\pi d^2}{4} [\sigma]_p \quad (3.25)$$

					ВКР ВСЗ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

$$d = \sqrt{\frac{4P_{расч.}}{\pi[\sigma]_p}} = \sqrt{4 \cdot 464 / (3,14 \cdot 30 \cdot 10^7)} = 0,019 \text{ м}$$

где $[\sigma]_p$ - допустимое напряжение в центре болта; $[\sigma]_p = 30 \cdot 10^7$ Па.

Прочностной расчёт при изгибе механизма определяется по следующей формуле:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W_{изг}} < [\sigma]_{изг}, \quad (3.26)$$

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

$$\begin{aligned} M_{изг} &= 0,5 \cdot 464 \cdot 0,5 \cdot 0,019 = 2,2 \text{ Н} \cdot \text{м} \\ W_{изг} &= 0,019 \cdot (0,8 \cdot 0,019^2) / 6 = 914 \text{ мм}^2 \\ \sigma_{изг} &= 8 \cdot 10^3 / 914 = 8 \text{ Н/мм}^2 = 0,087 \text{ Па} \\ \sigma_{изг} &< [\sigma]_{изг} \\ 0,087 &< 1,4 \end{aligned} \quad (3.27)$$

Условие прочности выполняются.

3.3.3 Расчёт шпонок

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

Условие прочности на смятие [7]:

$$[T_{max}] = 0,5 \cdot d \cdot K \cdot l \cdot [\sigma_{см}] \quad (3.28)$$

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

d - диаметр вала, мм;

l - рабочая длина шпонки, мм;

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

$$[T_{max}] = 0,5 \cdot 30 \cdot 2,5 \cdot 18 \cdot 160 = 108 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Условия прочности сечения на срез [27]:

$$[T_{max}] = 0,5(d+K) \cdot b \cdot l \cdot [\tau_{ср}] \quad (3.29)$$

где b - ширина шпонки, мм;

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

					ВКР ВСЗ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

$$[T_{\max}] = 0,5 \cdot (30 + 2,5) \cdot 8 \cdot 18 \cdot 180 = 421 \text{ кН/м.}$$

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

3.3.4 Расчет вентилятора

Для расчета вентилятора необходимо чтобы поток воздуха создаваемый лопастями вентилятора был меньше максимального значения витания зерновки гречихи и больше значения витания плодовой оболочки. Таким образом под действием воздушного потока вентилятора плодовые оболочки будут отделяться от потока готового продукта.

Данные, необходимые для расчета:

Производительность установки, т/ч	$Q = 0,8$
частота вращения вентилятора, мин^{-1}	$n_{\text{в}} = 1450$
диаметр вентилятора, м	$D_{\text{в}} = 0,30$
диаметр основания вентилятора, м	$D_{\text{во}} = 0,25$
число лопастей вентилятора	$Z = 20$
коэффициент заполнения вентилятора семенами	$K_1 = 0,02$
плотность семян, кг/м^3	$\rho_c = 1200 \dots 1300$
принимаем	$\rho_c = 1200$

Производительность вентилятора определяется по формуле [6]:

$$Q_{\text{в}} = \frac{Q}{K_1 \cdot \rho_c}, \quad (3.30)$$

$$Q_{\text{в}} = \frac{0,8}{0,02 \cdot 1200} = 330 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Мощность потребная для привода вентилятора определяется по формуле [6]:

$$N_{\text{в}}^1 = \frac{\rho^1 \cdot Q_{\text{в}} \cdot H}{\rho_{\text{в}} \cdot 3600}, \quad (3.31)$$

где N^1 – мощность необходимая для привода вентилятора, Вт,

ρ^1 – плотность воздушно-семенной среды, кг/м^3 .

					ВКР ВСЗ 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Н – напор вентилятора, Па (напор среднего вентилятора Н = 1000... 3000 Па)

принимаем Н = 2000 Па.

Плотность воздушно-семенной среды определяется по формуле:

$$\rho^1 = \rho_{\text{в}} \cdot (1 - K_1) + \rho_{\text{с}} \cdot K_1, \quad (3.32)$$

где $\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха, $\rho_{\text{в}} = 1,22 \text{ кг/м}^3$

$$\rho^1 = 1,22 \cdot (1 - 0,01) + 1200 \cdot 0,01 = 13,2078 \text{ кг/м}^3$$

Отсюда мощность:

$$N_{\text{в}}^1 = \frac{13,2078 \cdot 330 \cdot 2000}{1,22 \cdot 3600} = 2002 \text{ Вт}.$$

3.4 Экономическое обоснование конструкции воздушного 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	Корпус	100	1	300
2	Приёмная часть с питателем	50	1	50
3	Пневмосепарирующий канал	40	1	100
4	Осадочная камера	35	1	100
5	Шнек	30	1	130
Итого:				600

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	25	0,02	0,5	60	1500
2	Гайки	9	0,01	0,09	30	270
3	Шайбы	25	0,005	0,125	20	500
4	Подшипники	8	0,2	1,6	2650	21200
5	Шпонка	2	0,015	0,03	35	70
6	Шкив ведомый	4	2	8	4700	18800
7	Шкив ведущий	4	3	12	5800	23200
8	Крышка подшипника	4	0,7	2,8	1400	5600
9	Крышка подшипника	4	0,6	2,4	1500	6000
10	Вентилятор	1	4	4	10800	10800
11	Электродвигатель	1	14	14	38000	38000
12	Манжета	16	0,02	0,32	150	2400
13	Вал	2	10	20	5000	10000
Итого:			65,865		138340	

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

$$G = (600 + 65,865) \cdot 1,05 = 700 \text{ кг}$$

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:

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

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

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

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

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

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

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

$$C_{\text{в}} = [600 \cdot (0,15 \cdot 1,5 + 0,8) + 138340] \cdot 1,25 = 173693 \text{ руб}$$

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	700	750
Балансовая стоимость, руб.	173693	250000
Потребная мощность, кВт	3,5	5
Часовая производительность, т/ч	8	7
Количество обслуживающего персонала, чел.	2	2
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	100	100
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:

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

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; кг/ч.

Подставив значения в формулу (3.4.3) получим:

$$\Xi_e^0 = \frac{5}{7} = 0,7 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ч}$$

$$\Xi_e^1 = \frac{3,5}{8} = 0,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ч}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

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

где G – масса конструкции, кг;

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

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

$$M_e^0 = \frac{750}{7 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,0107 \text{ кг/т}$$

$$M_e^1 = \frac{700}{8 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,00875 \text{ кг/т}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_{\delta}}{W_z \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.4.5)$$

где C_{δ} – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_e^0 = \frac{250000}{7 \cdot 1000} = 35 \text{ руб./ед}$$

$$F_e^1 = \frac{173693}{8 \cdot 1000} = 21 \text{ руб./кг}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

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

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_e^1 = \frac{2}{8} = 0,25 \text{ чел} \cdot \text{час/кг}$$

$$T_e^0 = \frac{2}{7} = 0,29 \text{ чел} \cdot \text{час/кг}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рмо}} + A \quad (3.4.7)$$

где $C_{\text{зн}}$ – затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{\text{рто}}$ – 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:

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

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{\text{зн}}^1 = 100 \cdot 0,25 = 25 \text{ руб./кг}$$

$$C_{\text{зн}}^0 = 100 \cdot 0,29 = 29 \text{ руб./кг}$$

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.

$$C_э^1 = 2,8 \cdot 0,4 = 1,12 \text{ руб./кг}$$

$$C_э^0 = 2,8 \cdot 0,7 = 1,96 \text{ руб./кг}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_б \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_q \cdot T_{\text{зод}}} \quad (3.4.10)$$

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

Полученные значения подставим в формулу 3.4.10:

$$C_{\text{рто}}^1 = \frac{173693 \cdot 10}{100 \cdot 8 \cdot 1000} = 2,17 \text{ руб./кг}$$

$$C_{\text{рто}}^0 = \frac{2500000 \cdot 10}{100 \cdot 7 \cdot 1000} = 3,5 \text{ руб./кг}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_q \cdot T_{\text{зод}}} \quad (3.4.11)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A^1 = \frac{173693 \cdot 12,5}{100 \cdot 8 \cdot 1000} = 2,71 \text{ руб./кг}$$

$$A^0 = \frac{250000 \cdot 12,5}{100 \cdot 7 \cdot 1000} = 4,46 \text{ руб./кг}$$

Полученные значения подставим в формулу 3.4.7:

$$S_{\text{экс}}^1 = 25 + 1,12 + 2,17 + 2,71 = 31 \text{ руб./кг}$$

$$S_{\text{экс}}^0 = 29 + 1,96 + 3,5 + 4,46 = 39 \text{ руб./кг}$$

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.

$$C_{\text{прив}}^1 = 31 + 0,1 \cdot 21 = 32,1 \text{ руб./кг}$$

$$C_{\text{прив}}^0 = 39 + 0,1 \cdot 35 = 42,5 \text{ руб./кг}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (39 - 31) \cdot 8 \cdot 1000 = 64000 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

$$E_{\text{год}} = (42,5 - 32,1) \cdot 8 \cdot 1000 = 83200 \text{ руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

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

$$T_{\text{ок}} = \frac{173693}{64000} = 2,7 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

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

$$E_{эф} = \frac{64000}{173693} = 0,36$$

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	7	8	160
2	Фондоёмкость процесса, руб./т	35	21	57
3	Энергоёмкость процесса, кВт./кг	0,7	0,4	36
4	Металлоёмкость процесса, кг/т	0,0107	0,00875	76
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/кг.	0,29	0,25	60
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./кг	39	31	56
7	Уровень приведённых затрат, руб./кг.	42,5	32,1	56
8	Годовая экономия, руб.	64000		
9	Годовой экономический эффект, руб.	83200		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	2,7		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,36		

Как видно из таблицы 3.4.4 спроектированная конструкция воздушного сепаратора является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: менее 3 лет и коэффициент эффективности равен: 0,36.

3.5 Техника безопасности при эксплуатации воздушного сепаратора

Для нормальной эксплуатации сепаратора необходимо выполнять ряд правил и учитывать некоторые особенности:

а) следить за равномерностью распределения продукта по ширине приёмной камеры; при нарушении равномерности большая часть воздуха будет проходить через оголённые места; регулирование равномерности загрузки осуществляют клапанным устройством и длиной подвесок;

б) не допускать излишних присосов; герметичность устройств, находящихся под разряжением, должна быть обеспечена;

в) угол направления и амплитуда колебаний регулируют соответственно передними, задними подвесками и массой грузов-дебалансов;

г) изменение расхода и скорости воздуха осуществляется дроссельной заслонкой, а в каждой секции - с помощью двух горизонтальных решёток, нижняя из которых имеет возможность двигаться;

Материалы, подвергаемые сепарированию очень разнообразны. Столь же разнообразно и оборудование, которое приспособлено для этих материалов. Несмотря на разнообразие типов, могут быть сформулированы некоторые общие требования, которым должен удовлетворять любой сепаратор:

а) нужно, чтобы конструкция машины обеспечивала возможность быстрой и легкой смены всех изнашивающихся частей;

б) пылеобразование при сепарировании сухих материалов допускается минимальным;

в) оборудование должно иметь, возможно, меньший вес;

г) машину нужно снабдить предохранительными частями, которые при их поломке или деформации предотвращали бы аварию всей конструкции.

ВЫВОДЫ

В процессе разработки технологии и конструкции установки для сепарирования, были использованы все необходимые агротехнические требования к качеству получения очищенного зерна.

Внедрение предлагаемой технологии может дать большой экономический эффект.

В настоящее время большую актуальность приобретает проблема совершенствования машин, участвующих в послеуборочной обработке, зерноочистительных линий и комплексов.

Предлагаемая установка, имеющая простоту конструкции и себестоимость 21 руб/т и производительность – 8 т/ч, меньшие затраты электроэнергии, по сравнению с другими аналогичными машинами, может быть приобретена и использоваться в различных хозяйствах.

По технико-экономическим расчетам срок окупаемости данной установки мене 3 лет, соответственно коэффициент эффективности капитальных вложений равен 0,36, что показывает экономическую целесообразность ее приобретения и применения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Процессы и аппараты пищевой технологии / Г. Д. Кавецкий, Б. В. Васильев - М.: Колос, 2001. – 208 с.
2. Машины и аппараты пищевых производств. В 3-х кн. : учебник для студ. вузов по спец. "Машины и аппараты пищ. произ-в". Кн. 1 / С. Т. Антипов [и др.]; Минсельхозпрод РБ, УО "БГАТУ"; под ред. В. А. Панфилова, В. Я. Груданова. - Минск: БГАТУ, 2007. – 420 с.
3. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций: учебник для вузов / С.Г. Силенок и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 416 с.
4. Основы конструирования деталей машин. / В.А. Агейчик – Мн. БГАТУ.
5. 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.
6. Производственная компания АгроМедиаХолдинг «Светич» / Предварительная очистка зернового вороха [Электронный ресурс] / АгроМедиаХолдинг «Светич» - Москва, 2014 – Добавлено: 22.05.2015. Сайт: <http://svetich.info/publikacii/zernovoe-oborudovanie/predvaritelnaja-ochistka-zernovogo-voroh.html>.
7. Производственная компания «Food mechanics» / Воздушно-ситовые сепараторы и просеиватели [Электронный ресурс]/ «Food mechanics» - Москва, 2012. - Добавлено: 10.04.2014. Сайт: <http://food-mechanics.ru/?p=363>.
- 8.
9. Технологическое оборудование пищевых производств./ Ю. М. Азаров, Х. Аурих, С. Дичев и др.; Ред. Б. М. Азаров - М.: Агропромиздат, 1988. -463 с.
10. Технология и оборудование мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности/ Г. А. Егоров, Я. Ф. Мартыненко, Т. П. Петренко-М.: Изд. комплекс МГАПП, 1996. – 209 с.

11. Курсовое проектирование деталей машин / С. А. Чернавский. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 416 с.
12. Курсовое проектирование деталей машин / А. Е. Шейнблит – М.: Высшая школа, 1991 г. – 432с.
13. Расчеты деталей машин: Справочное пособие 3-е издание перераб. и доп. / А. В. Кузьмин и др. - Мн.: Выш. школа 1986.
14. «Машины и аппараты пищевых производств» / В.А. Панфилов, В.Я. Груданов - Минск, 2007.