

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление **Агроинженерия**

Профиль **технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции**

Кафедра **машин и оборудования в агробизнесе**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна с разработкой пневмосепаратора»

Шифр 35.03.06.023.20

Студент группы Б261-04


подпись

Валитов Б.А.
Ф.И.О.

Руководитель К.Т.Н., доцент
ученое звание


подпись

Дмитриев А.В.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 12 от 17 июля 2020 г.)

Зав. кафедрой К.Т.Н., доцент
ученое звание


подпись

Калимуллин А.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Профиль: Технические системы в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой

«22» сентября 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Валитову Булату Айнуровичу

Тема ВКР Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна с разработкой пневмосепаратора

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

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 15.06.20 г.

3. Исходные данные: Результаты преддипломной практики, научно-техническая литература, каталоги оборудования, инструкции по эксплуатации.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна; анализ современных конструкций пневмосепараторов; разработка схемы и конструкции пневмосепаратора с учетом недостатков существующих; технологические и конструктивные расчеты предложенных технологии и конструкции; разработка мероприятий по охране окружающей среды; разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности, в том числе применение производственной гимнастики (физической культуры) на производстве; технико-экономическая оценка разработанной конструкции воздушного сепаратора.

5. Перечень графических материалов: Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна (1 лист); предлагаемая технологическая линия послеуборочной обработки зерна (1 лист); анализ существующих конструкций пневмосепараторов (1 лист); конструкторская часть (3 листа).

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант

7. Дата выдачи задания: 27.04.2020 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный обзор	май 2020 г.	
2	Технологическая часть	май 2020 г.	
3	Конструкторская часть	май-июнь 2020 г.	
4	Чертежи и плакаты	июнь 2020 г.	
5	Предварительная защита на кафедре	15 июня 2020 г.	

Студент  (Б.А. Валитов)

Руководитель ВКР  (А.В. Дмитриев)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Валитова Булата Айнуровича выполненную на тему «Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна с разработкой пневмосепаратора».

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 пневмосепараторов. 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 пневмосепаратора. Приведены требования к пневмосепаратору. Описана работа приспособления, выполнены конструктивные расчеты. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения пневмосепаратора.

Пояснительная записка завершается заключением и списком использованной литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	
1.1 Общие сведения.....	
1.2 Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна..... ..	
1.2.1 Способ очистки и сушки зерна и линия для его осуществления по патенту №2174658.....	
1.2.2 Способ разделения зерновых смесей по патенту № 2191639.....	
1.3 Анализ существующих конструкций пневмосепараторов.....	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Предлагаемая технологическая линия послеуборочной 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	
2.6 Физическая культура на производстве.....	
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 пневмосепаратора.....	
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 пневмосепаратора.....	
ВЫВОДЫ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

Введение

Пневмосепарирование зернового сырья необходима для отделения от неё минеральных и органических примесей в процессе работы. В процессе отделения от нее разных примесей применяют способ морфологий и физических показателей, т. е. учитывают его параметры: размер, плотность, шероховатость и др.

Современный анализ ученых в данной области показал, что исходные зерновые культуры, которые поступают на зерноочистительные пункты, не всегда соответствуют требуемым стандартам. Поступившее на переработку зерно представляет собой смесь компонентов, куда входят зерно и соответствующие сорные примеси. Засоренность исходного продукта главным образом зависит от культуры земледелия, времени и погодных условий проведения уборочных работ.

Важной задачей, которая подтверждает актуальность и правильность проведения предварительной очистки зерна, является предотвращение попадания крупных примесей в дальнейшую переработку. Как известно, своевременное выделение из перерабатываемого продукта пылевидных и солоmistых примесей в значительной мере снижает вероятность возникновения поломок в сушилках, на 40–60% повышает равномерность нагрева зернового материала и, как показывают исследования многих ученых, 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 пневмосепаратора. 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

Этап послеуборочной обработки зерна является одной из важнейших технических задач. Так как на этом этапе осуществляется одна из важнейших операций – сепарирование с последующим разделением от зернового материала легких примесей.

В современных зерноочистительных комплексах данную операцию проводят со следующей целью:

- очистка от перерабатываемого продукта легких, мелких и других примесей;
- фракционирование зерна по нескольким показателям

В процессе сепарирования можно разделить зерно по признакам и свойствам. Исходя из этого, существуют следующие способы пневмосепарирования (рисунок 1).



Рисунок 1.1 – Способы пневмосепарации зерновой массы

Исследования многих ученых в области переработки зерновых культур, позволяет говорить о том, что существующие технологии их переработка соответствует традиционным стандартам качества. При этом, используемые на практике технологические операции довольно сложны и энергоёмки, а оборудование выполняющее весь процесс гидротермической обработки обычно очень дорогое. В то же время выход готовой продукции и ее качество с точки зрения пищевой ценности не всегда соответствует стандартам качества, которые присуще зерну.

Поэтому использование новых технологических решений должно привести к снижению затрат на ее переработку, уменьшению себестоимости на единицу продукции, повышению качества получаемого продукта, эффективному использованию зерна и продуктов его переработки, разработке современных механизмов и машин, энергосберегающих технологий для переработки зерна, а также создания нового ассортимента продуктов питания с направленным изменением его химического состава.

С учетом этих свойств разработаны и используются в производстве способы очистки, сепарирования и сортирования зерна, а также машины, позволяющие их реализовывать (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Классификация способов и машин для сепарирования

Примеси	Способ удаления	Тип машины
Легкие	Аэродинамическое воздействие	Воздушные сепараторы
Крупные и мелкие (по ширине и толщине)	Ситовое сепарирование	Ситовые сепараторы
Укороченные и удлиненные	Ячеистое сепарирование	Триеры
Тяжелые (минеральные и зерновые)	Сепарирование по плотности	Камнеотделительные машины и концентраты
Металломагнитные	Магнитное сепарирование	Магнитные сепараторы

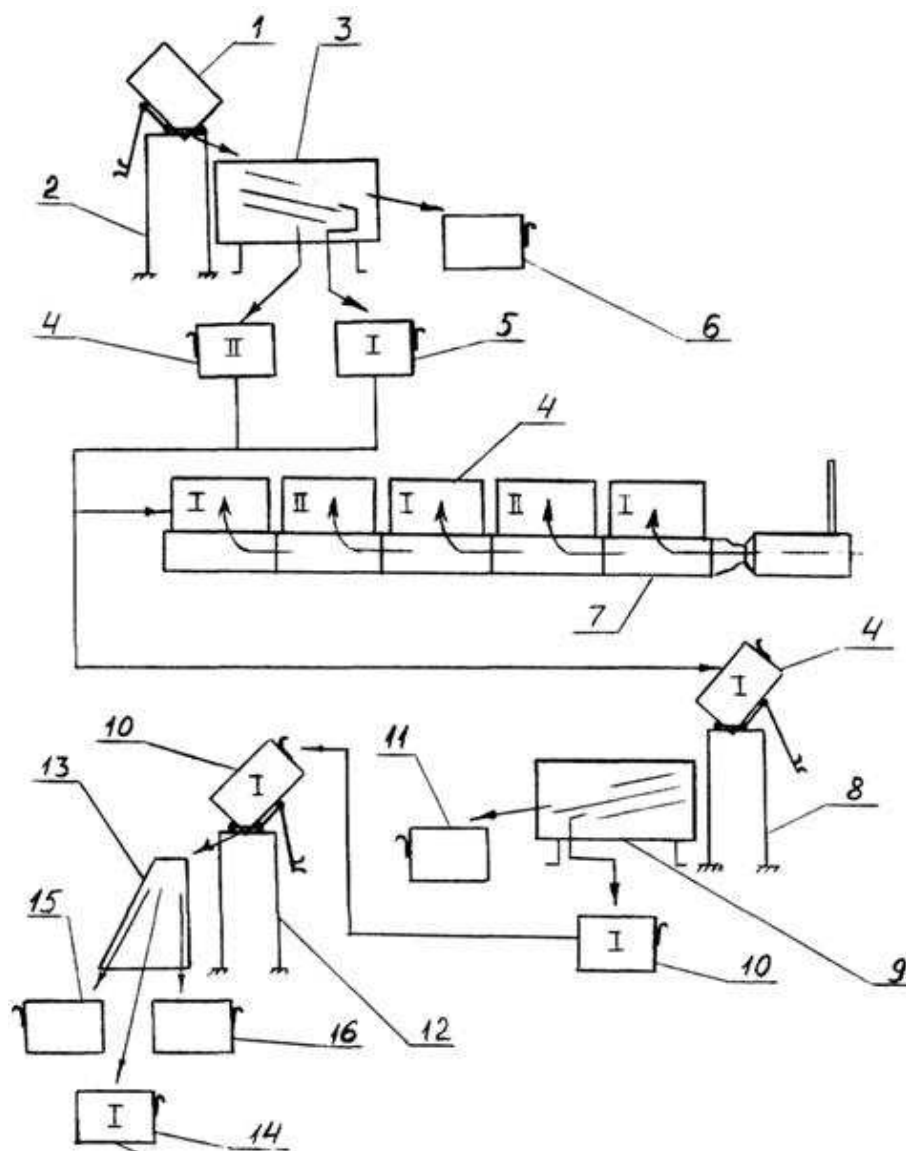
Процесс разделения зерна от легких примесей или пневмосепарирование основано на различии сопротивлений, которые

оказывают отдельные частицы исходного продукта потоку воздуха, которое обусловлено их аэродинамическими показателями.

1.2 Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна

1.2.1 Способ очистки и сушки зерна и линия для его осуществления по патенту №2174658

Линия для очистки и сушки зерна работает следующим образом. Транспортирующее устройство со специальным подъемником подает контейнер 1 с исходным ворохом на поворотную эстакаду 2 и дозированно подается на машину предварительной очистки 3, где происходит выделение грубых, крупных, щуплых, легковесных органических примесей и разделение очищенного зерна по крайней мере на две фракции. Примеси поступают в контейнер для отходов 6, а предварительно очищенные семена - в контейнеры 4 и 5. Если зерно непосредственно после предварительной очистки уже имеют кондиционную влажность, то каждая фракция отдельно подается поочередно на первичную очистку. Если же зерно имеет некондиционную влажность после предварительной очистки, то каждую фракцию в отдельных контейнерах 4,5 подают в сушилку 7 для сушки.



1-контейнер; 2-поворотная эстакада; 3-машина предварительной очистки; 4,5-контейнер; 6-контейнер; 7-сушилка; 8-поворотная эстакада; 9-машина первичной очистки; 10-контейнер; 11-контейнер; 12-поворотная эстакада; 13-пневмосортировальный стол; 14-контейнер для хранения; 15-контейнер для тяжелых примесей; 16-контейнер легких примесей.

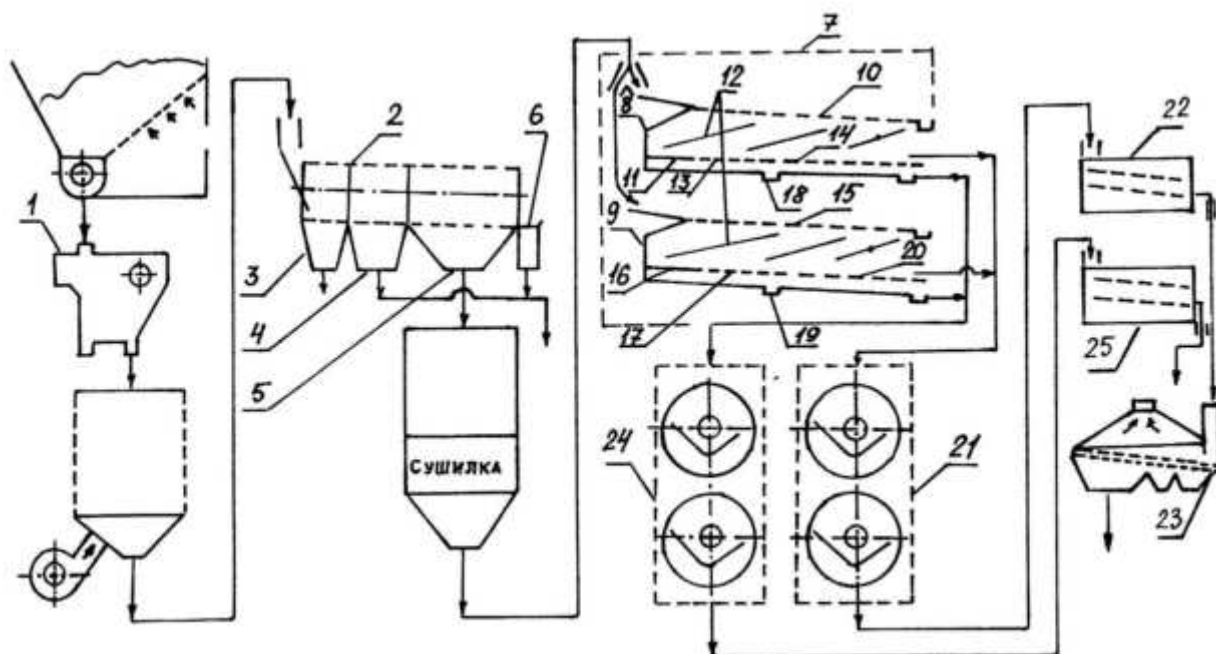
Рисунок 1.2 – Способ очистки и сушки зерна и линия для его осуществления по патенту №2174658

Высушенные до кондиционной влажности зерно каждой фракции отдельно в контейнере 4 (5) подают транспортирующим устройством со специальным подъемником на поворотную эстакаду 8, где оно дозированно поступает в машину первичной очистки 9, где происходит дальнейшее

выделение примесей, которые поступают в контейнер 11, а основной выход зерна отдельной фракции собирается в контейнер 10, который транспортирующим устройством со специальным подъемником подается на поворотную эстакаду 12, и зерно дозированно поступает на пневмосортировальный стол 13, где происходит разделение каждой фракции по плотности. Тяжелые примеси с пневмосортировального стола поступают в контейнер 15, легкие примеси - в контейнер 16, а чистая фракция поступает в контейнер 14 на хранение.

1.2.2 Способ разделения зерновых смесей по патенту № 2191639

Технологическая линия по патенту № 2191639 работает следующим образом. Линия работает следующим образом. Транспортирующее устройство со специальным подъемником подает контейнер 1 с исходным ворохом на поворотную эстакаду 2 и дозированно подается на машину предварительной очистки 3, где происходит выделение грубых, крупных, щуплых, легковесных органических примесей и разделение очищенного зерна по крайней мере на две фракции. Примеси поступают в контейнер для отходов 6, а предварительно очищенные семена - в контейнеры 4 и 5. Если зерно непосредственно после предварительной очистки уже имеют кондиционную влажность, то каждая фракция отдельно подается поочередно на первичную очистку. Если же зерно имеет некондиционную влажность после предварительной очистки, то каждую фракцию в отдельных контейнерах 4,5 подают в сушилку 7 для сушки.



1-воздушно-решетная машина; 2-воздушно-решетная машина; 3,4,5,6-приемник; 7-воздушно-решетная машина; 8,9-стан; 10,15-решето; 11,16-неперфорированная поверхность; 13,17-подсевное решето; 14,20-решето; 12-скатная доска; 18,19-лотки; 21-триерные цилиндры; 22-машина вторичной очистки; 23-вибропневмосепаратор; 24-триер; 25-машина вторичной очистки.

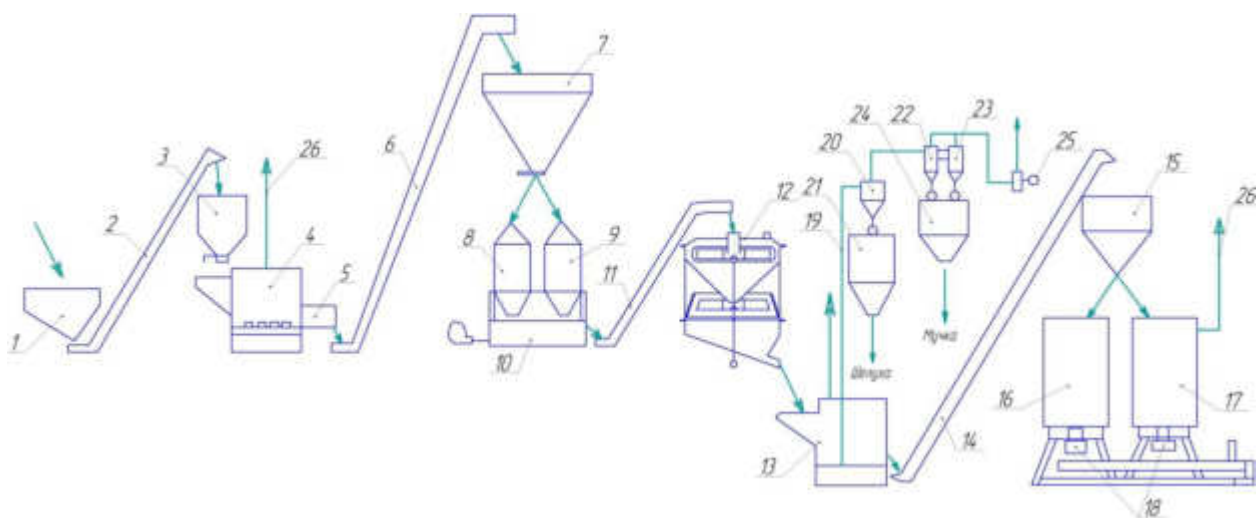
Рисунок 1.3 – Способ разделения зерновых смесей по патенту № 2191639

Высушенные до кондиционной влажности зерно каждой фракции отдельно в контейнере 4 (5) подают транспортирующим устройством со специальным подъемником на поворотную эстакаду 8, где оно дозированно поступает в машину первичной очистки 9, где происходит дальнейшее выделение примесей, которые поступают в контейнер 11, а основной выход зерна отдельной фракции собирается в контейнер 10, который транспортирующим устройством со специальным подъемником подается на поворотную эстакаду 12, и зерно дозированно поступает на пневмосортировальный стол 13, где происходит разделение каждой фракции по плотности. Тяжелые примеси с пневмосортировального стола поступают в контейнер 15, легкие примеси - в контейнер 16, а чистая фракция поступает в контейнер 14 на хранение.

1.2.3 Технологическая линия послеуборочной обработки зерна

Технология переработки послеуборочной обработки зерна работает по следующему принципу. Перерабатываемое зерно гречихи поступает в приёмный бункер 1 технологической линии и вертикально расположенной норией 2 загружается в бункер активного вентилирования 3. При работе линии часть зерна остается в бункере 3, а другая половина дозированно подаётся в семяочистительную машину 4, которая параллельно соединена с триером 5. На данном этапе происходит отделение от зерна пыли, земли, семян сорняков и камней. Прошедшее через семяочистительную машину зерно далее вертикальной норией 6 направляется в два бункера активного вентилирования 7, которые параллельно соединены с двумя пропаривателями 8 и 9. Обработка зерна происходит водой и образовавшимся паром, поэтому есть необходимость использования двух установок, что способствует экономии пара и проведения операции гидротермической обработки в два этапа. То есть, насыщенный пар из установки 8 после обработки в течении 3...5 минут перепускают в установку 9, используя оставшееся тепло на первичный разогрев зерна.

После этого зерно в установке 9 подвергается окончательно гидротермической обработке. Подверженное двухстадийной обработке зерно из установки 9 дозированно подается в отволаживающий агрегат 10. Процесс отволаживания заключается в доведении зерна до влажности 15...18%. Это говорит о том, что при влажности зерна более 18% большой выход недошелушенного зерна, в то же время при влажности зерна менее 15% наблюдается повышенный выход дробленого зерна и сечки.



1-приёмный бункер; 2-нория; 3-бункер; 4-семяочистительная машина; 5-триер; 6-нория; 7-бункер; 8-пропариватель; 9-пропариватель; 10-отволаживатель; 11-нория; 12-пневмомеханический шелушитель; 13-семяочистительная машина; 14-нория; 15-бункер крупы; 16,17-вертикальный сушильный аппарат; 18-фасовочная машина; 19-трубопровод; 20-циклон; 21-бункер; 22,23-батарейный циклон; 24-бункер; 25-вентилятор; 26-трубопровод.

Рисунок 1.3 –Технологическая линия послеуборочной обработки зерна

Доведенное до оптимальной влажности зерно далее направляется в пневмомеханический шелушитель 12, где зерно в результате удара разрушается и разделяется на ядрицу, оболочку и пыль. Применение разработанного нами пневмомеханического шелушителя позволит шелушить зерно крупяных культур без фракционирования. Отшелушённое зерно после этапа разделения оболочки от ядра направляется в семяочистительную машину 13, где происходит окончательное выделение крупы. Полученная крупа норией 14 выгружается в бункер для крупы 15 и дозировано подают в вертикальные сушильные аппараты 16 и 17. Подсушенную крупу доведенную до кондиционного состояния фасуют фасовочной машиной 18.

Отходы от семяочистительной машины 13 по трубопроводу 19 поступают в циклон 20, где происходит отделение шелухи, которая поступает через бункер 21. В батарейном циклоне 22 происходит отделение мучки, которая поступает через бункер 24, причем полученные отходы после

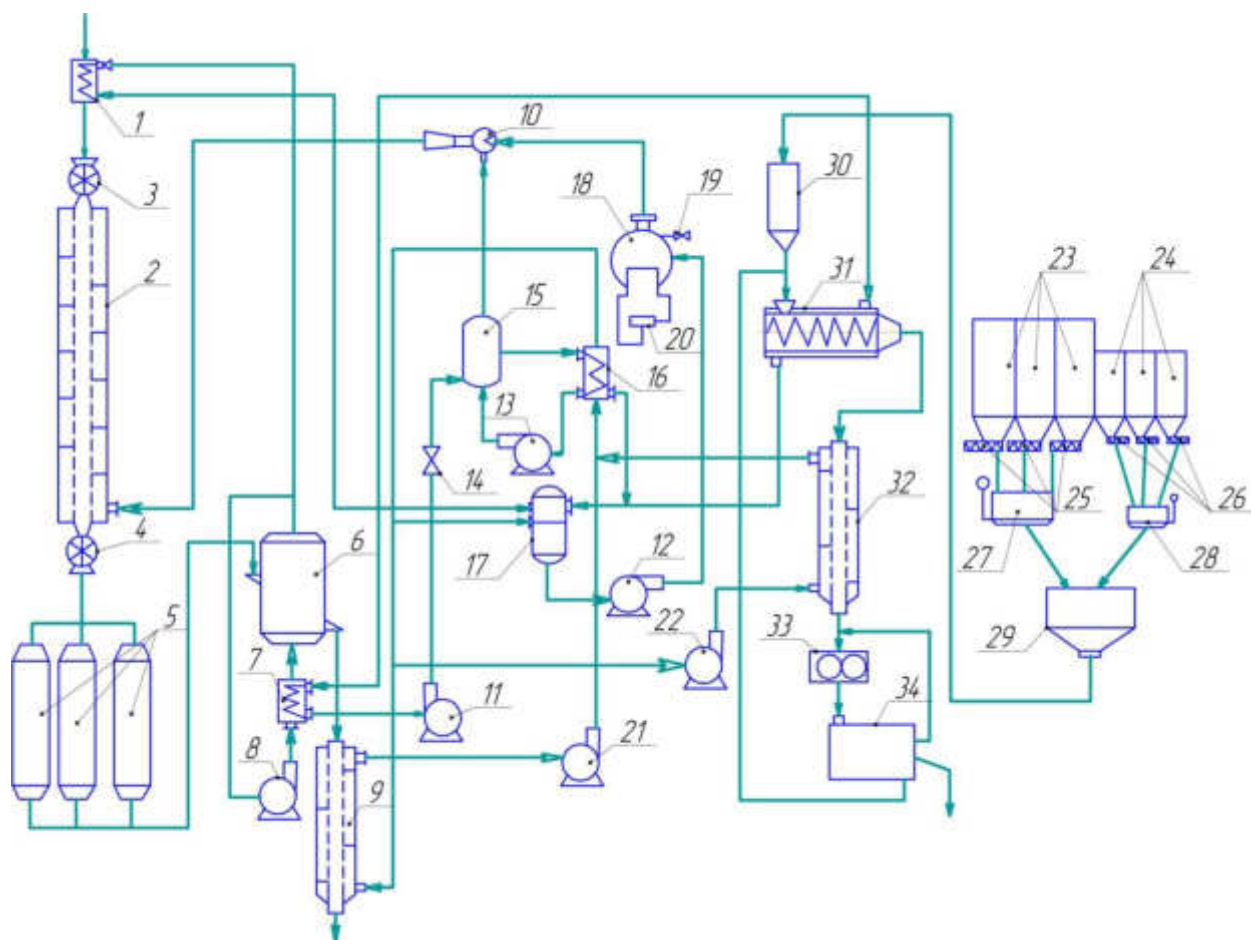
семяочистительной машины не подвергаются сушке, что уменьшает расходы энергии на производство крупы.

Основное преимущество предлагаемой технологической линии для получения гречневой, пшенной и рисовой крупы состоит в том, что зерно гречихи и других культур обеспечивается высокой эффективностью шелушения без деления исходного зерна на фракции и в сочетании с дополнительным современными оборудованиями позволяют получить высококачественную крупу.

Зерно, очищенное от сорных и зерновых примесей на зерновом сепараторе и триере, и пропущенное для улавливания ферропримесей через магниты, направляют на предварительный подогрев в подогреватель зерна 1, а затем подают в пропариватель 2 с помощью питателя 3 и подвергают обработке паром. После пропаривателя зерно с влажностью 16...18% посредством питателя 4 по линиям направляют в бункеры для термовлаговывравнивания 5, где в течение 30 минут выдерживают для усиления преобразования структурно-механических и технологических свойств.

Выдержанное в бункерах 5 зерно подают в сушилку 6, где осуществляют его доведение до кондиционной влажности до 15 % с помощью пара, температура которого более 100⁰С

Отходы и недошелушенные семена, которые образуются после шелушения, из бункеров 24 шнековыми питателями подают в весовой дозатор, откуда затем дозируют в необходимом количестве в смеситель периодического действия 29. Одновременно в смеситель 29 из бункеров 23 с помощью шнековых питателей 25 и весового дозатора 27 дозируют остальные компоненты. После смесителя полученную смесь вначале направляют в оперативный бункер 30, который позволяет далее обеспечить непрерывную подачу смеси в экструдер 31, оснащенный греющей рубашкой.



1-подогреватель; 2-пропариватель; 3,4-питатели; 5-бункер; 6-сушилка; 7-конденсатор-рекуператор; 8-вентилятор для пара; 9-камера охлаждения; 10-эжектор; 11,12,13-насосы; 14-терморегулирующий вентиль; 15-испаритель; 16-холодоприёмник; 17-сборник конденсата; 18-парогенератор; 19-предохранительный клапан; 20-электронагревательный элемент; 21,22-вентиляторы для воздуха; 23,24-бункеры для сырья; 25,26-шнековые питатели; 27,28-весовые дозаторы; 29-смеситель периодического действия; 30-бункер; 31-экструдер; 32-камера охлаждения; 33-измельчитель; 34-просеивающая машина.

Рисунок 1.4 - Способ гидротермической обработки зерна крупяных культур с использованием побочных продуктов их переработки по патенту №2492697

Экструдат охлаждают в камере охлаждения 32, а затем подают на измельчение в измельчитель 33 и далее на фракционирование в просеивающую машину 34. Выделенную в машине 34 крупную фракцию

возвращают на доизмельчение в измельчитель 33, мелкую возвращают в экструдер 31, а среднюю фракцию выводят из машины.

В данной линии также используют парожекторную холодильную машину, включающую парогенератор 18, снабженный предохранительным клапаном 19, эжектор 10, испаритель 15, конденсатор-рекуператор 7, терморегулирующий вентиль 14, холодоприемник 16, который работает по замкнутому циклу.

Полученное тепло из парогенератора 18, с давлением до 1 МПа движется по технологической линии в патрубок эжекторного механизма 10.

Получение насыщенного пара производят в парогенераторе 21, где в качестве нагревательного элемента используют вторую секцию конденсатора 2-й ступени 20 теплового насоса. Полученный в парогенераторе 21 насыщенный пар вместе с отработанным паром из сушилки 8 подают соответственно в пропариватель 1

Подпитку парогенератора 21 осуществляют конденсатом, образовавшимся в испарителе 2-й ступени 16 теплового насоса, который вначале отводят в сборник конденсата 28, а затем через вторую секцию конденсатора 1-й ступени 18 направляют насосом 27 в парогенератор 21.

Охлаждение высушенного зерна осуществляют воздухом, охлажденным в испарителе 2-й ступени 15 теплового насоса за счет рекуперативного теплообмена при испарении хладагента, дросселируемого в испаритель 15.

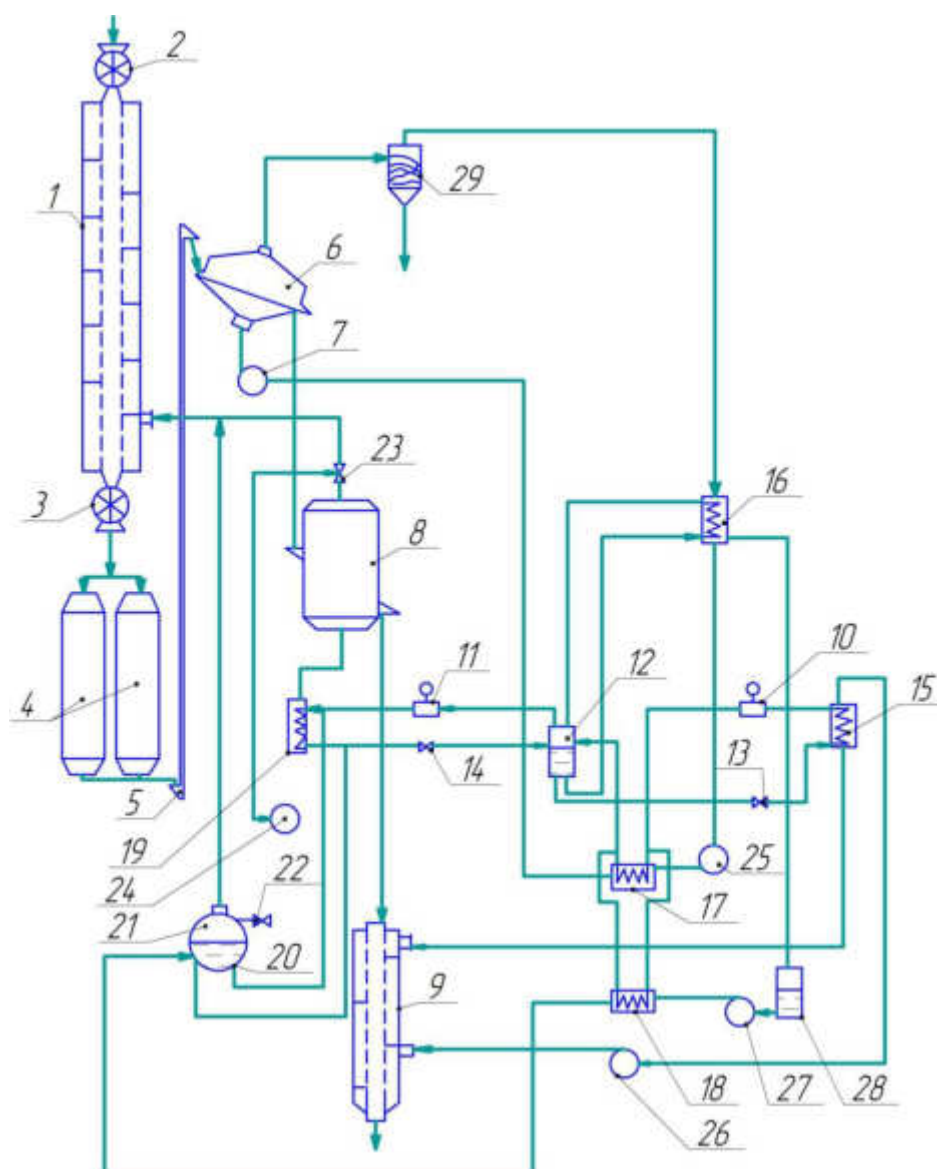
1.2.4 Способ гидротермической обработки зерна крупяных культур по патенту № 2586898

Способ влаготепловой обработки зерна крупяных культур осуществляют следующим образом. Зерно крупяных культур, очищенное от сорных и зерновых примесей на зерновом сепараторе и триере и пропущенное для улавливания ферропримесей через магниты, подают по

технологической линии в пропариватель 1 с помощью питателя 2 и подвергают обработке насыщенным паром, после чего питателем 3 направляют в бункеры для термовлаговывравнивания 4.

Выдержанное в бункерах 4 зерно крупяных культур посредством нории 5 подают в камеру предварительного нагрева 6, где осуществляют его нагрев в виброкипящем слое воздухом, подаваемым вентилятором 7. Далее зерно направляют в сушилку 8, где происходит его сушка перегретым паром в кипящем слое, а затем подают в камеру охлаждения 9.

Отработанный воздух после предварительного нагрева зерна крупяных культур направляют в циклон 29 для очистки от содержащихся в нем взвешенных твердых частиц, отводимых в отходы, а затем подают в испаритель 2-й ступени 16 двухступенчатого теплового насоса. В испарителе 16 температуру воздуха доводят до температуры «точки росы» за счет рекуперативного теплообмена при испарении хладагента, дросселируемого в испаритель 16 терморегулирующим вентилем 2-й ступени 14 и далее вентилятором 25 направляют для подогрева в первую секцию 1-й ступени 17 теплового насоса, после которого подают на предварительный подогрев зерна в камеру 6 в режиме замкнутого цикла. Подогрев воздуха в конденсаторе 17 происходит за счет теплоты конденсации хладагента.



1-пропариватель; 2-питатель; 3-питатель; 4-бункер; 5-нория; 6-камера предварительного нагрева; 7,24,25,26-вентилятор; 8-сушилка; 9-камера охлаждения; 10,11-компрессор; 12-промежуточный сосуд; 13,14-терморегулирующий клапан; 15,16-испаритель; 17,18-конденсатор; 19,20-конденсатор; 21-парогенератор; 22-предохранительный клапан; 23-распределитель потоков паров; 27-насос; 28-сборник конденсата, 29-циклон.

Рисунок 1.5 - Способ гидротермической обработки зерна крупяных культур по патенту № 2586898

Получение насыщенного пара производят в парогенераторе 21, где в качестве нагревательного элемента используют вторую секцию конденсатора 2-й ступени 20 теплового насоса. Полученный в парогенераторе 21 насыщенный пар вместе с отработанным паром из сушилки 8 подают соответственно в пропариватель 1.

Подпитку парогенератора 21 осуществляют конденсатом, образовавшимся в испарителе 2-й ступени 16 теплового насоса, который вначале отводят в сборник конденсата 28, а затем через вторую секцию конденсатора 1-й ступени 18 направляют насосом 27 в парогенератор 21.

Охлаждение высушенного зерна осуществляют воздухом, охлажденным в испарителе 2-й ступени 15 теплового насоса за счет рекуперативного теплообмена при испарении хладагента, дросселируемого в испаритель 15.

1.3 Анализ существующих конструкций пневмосепараторов

Процесс разделения поступающего на переработку зерна на начальном этапе послеуборочной обработки происходит с помощью различных сепарирующих машин, которые фракционируют продукт на однородные части. Главным фактором такого разделения является подготовка в соответствии с стандартами качества требуемого количества конечного продукта [1...4].

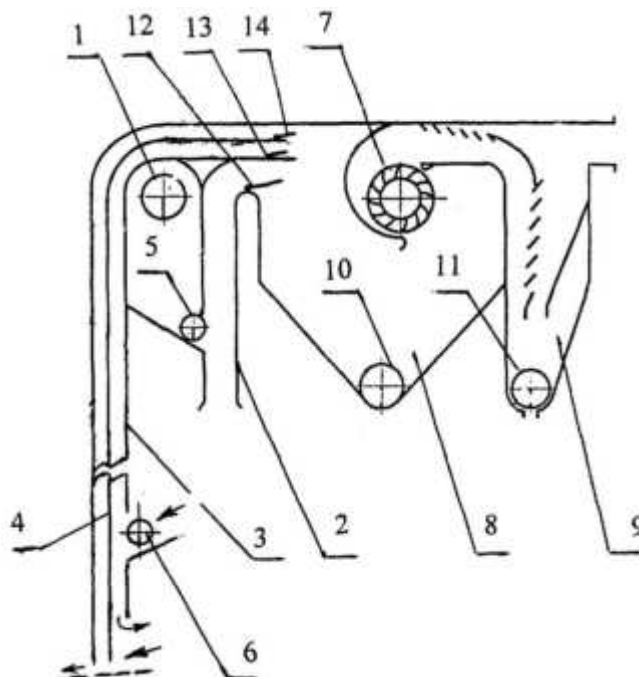
Основными задачами и операциями в процессе разделения продуктов переработки на фракции является:

- очистка зерновых смесей от примесей;
- сортирование различных смесей на фракции различного качества;
- калибрование зерен на фракции по размерам.

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций [7...9].

Рассмотрим на воздушно-решетную зерноочистительную машину по патенту на полезную модель №35737 (рисунок 1.3). Пневмосистема машины включает в себя загрузочное устройство 1, первый 2, второй 3 с

перегородкой 4 пневмосепарирующие каналы, питающий валик 5 первого канала, питающий валик 6 второго канала, вентилятор 7, расположенный за каналами, осадочная камера 8, пылеуловитель 9, выгрузные устройства 10 и 11, заслонки 12, 13, 14 [5].



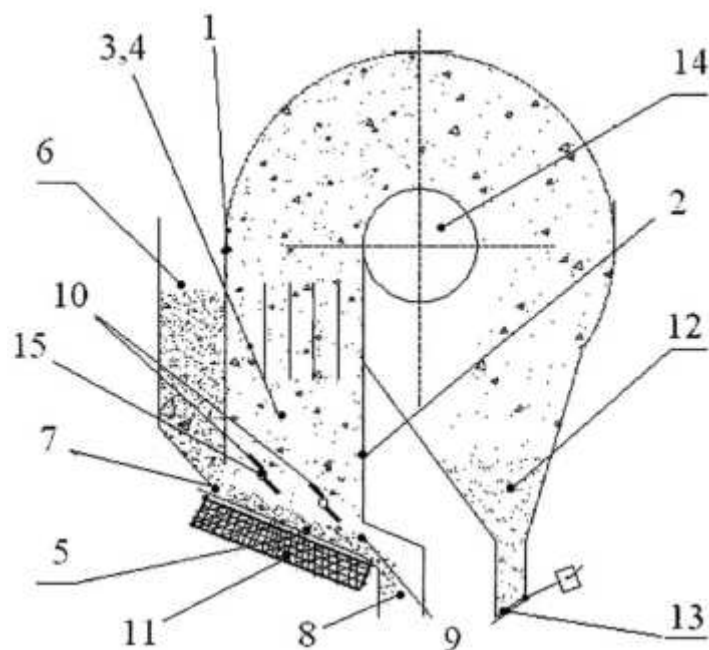
1-загрузочное устройство; 2-первый пневмосепарирующий канал; 3-второй пневмосепарирующий канал; 4-перегородка; 5-питающий валик; 6-питающий валик; 7-вентилятор; 8-осадочная камера; 9-пылеуловитель; 10, 11-выгрузное устройство; 12,13,14-заслонки.

Рисунок 1.3 - Воздушно-решетная зерноочистительная машина по патенту на полезную модель №35737

Предлагаемая воздушно-решетная машина позволяет повысить качество очистки зерна за счет дифференцированной обработки воздушным потоком каждой из фракций, полученных на комбинированных решетных станах.

Недостатком данной машины является низкое качество очистки семян вследствие невозможности раздельной обработки двух фракций, различных по составу компонентов, полученных на комбинированных решетных станах.

Далее рассмотрим пневмосепаратор с поворотными барьерами для разделения зерна и других сыпучих материалов восходящим воздушным потоком по патенту №2448783 (рисунок 1.4).



1-передняя стенка; 2-задняя стенка; 3,4-боковые стенки; 5-сетка; 6-загрузочный бункер; 7-окно; 8-выгрузной бункер; 9-окно; 10-поворотный барьер; 11-защитная сетка; 12-выгрузное устройство; 13-клапан; 14-вентилятор; 15-стержень.

Рисунок 1.4 - Пневмосепаратор с поворотными барьерами для разделения зерна и других сыпучих материалов восходящим воздушным потоком по патенту №2448783

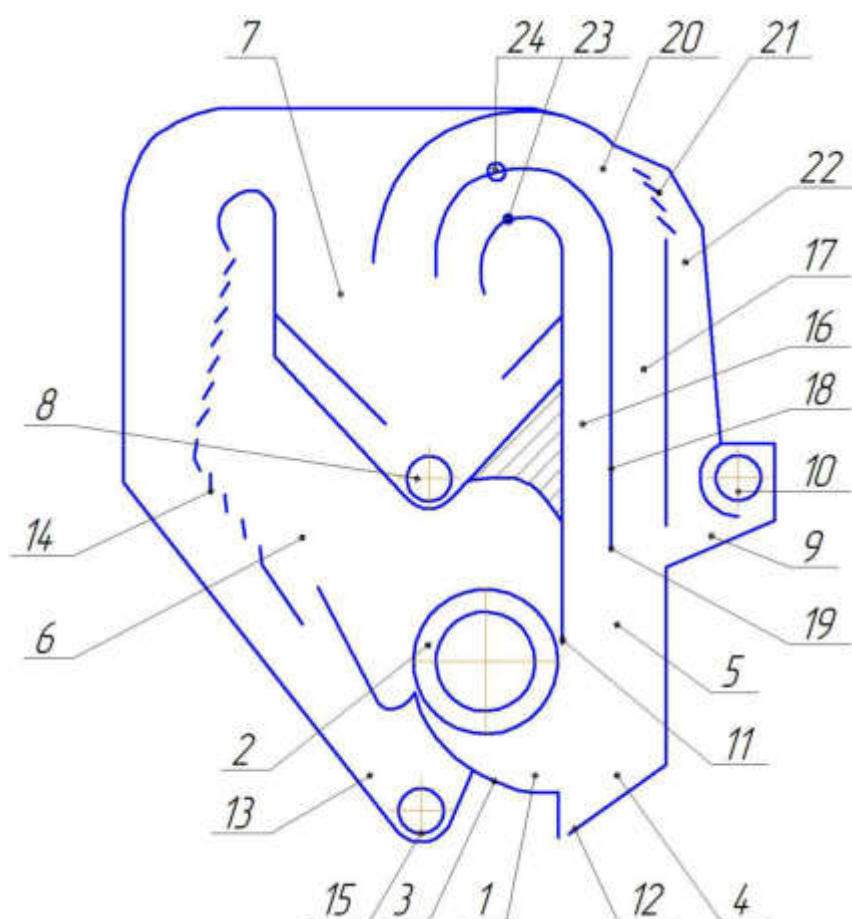
Изобретение относится к технике для разделения зерна и других сыпучих материалов воздушным потоком и может найти применение при очистке зерна и семян в сельском хозяйстве и продуктов переработки зерна в мукомольно-крупяной и комбикормовой промышленности, других отраслях. Пневмосепаратор содержит поворотные барьеры, канал для сепарации зерна с восходящим воздушным потоком, образованный передней, задней и боковыми стенками, и содержащий установленную с наклоном от передней стенки к задней поддерживающую сетку и окна для приема исходного и вывода обрабатываемого зернового материала. Поворотные барьеры установлены поперек боковых стенок над поддерживающей сеткой с изменяемым зазором [6].

Предлагаемое устройство позволяет уменьшить влияние внешних факторов (засорение поддерживающей сетки чужеродными частицами и чрезмерное засорение фильтр-элемента легкими примесями) на равномерность распределения скоростей витания компонентов зерновой смеси в восходящем воздушном потоке в течение длительного времени эксплуатации и повысить получение биологически ценных семян сельскохозяйственных культур.

Далее рассмотрим пневмосепаратор по патенту на изобретение №2400053, который применяется для отделения от зерновых культур воздушным потоком легких примесей [6].

Машина работает по следующему принципу. В процессе работы воздух засасывается в воздушный канал 6 вращением колеса 2 диаметрального вентилятора 1. Далее оно из нагнетательного патрубка 4 направляется в канал сепарации 5.

Параллельно с движением воздуха загружается исходный продукт переработки через загрузочную горловину 9 при помощи питающего валика 10 и также вводится в канал сепарации 5. Транспортирующее устройство со специальным подъемником подает контейнер 1 с исходным ворохом на поворотную эстакаду 2 и дозированно подается на машину предварительной очистки 3, где происходит выделение грубых, крупных, щуплых, легковесных органических примесей и разделение очищенного зерна по крайней мере на две фракции. Примеси поступают в контейнер для отходов 6, а предварительно очищенные семена - в контейнеры 4 и 5. Если зерно непосредственно после предварительной очистки уже имеют кондиционную влажность, то каждая фракция отдельно подается поочередно на первичную очистку. Если же зерно имеет некондиционную влажность после предварительной очистки, то каждую фракцию в отдельных контейнерах 4,5 подают в сушилку 7 для сушки.



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 – окло; 13 – пылеотделитель; 14 – жалюзийная стенка; 15 – выгрузное устройство; 16 – основной пневмасепарирующий 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 – Пневмосепаратор по патенту на изобретение № 2400053

Доведенное до оптимальной влажности зерно далее направляется в пневмомеханический шелушитель 12, где зерно в результате удара разрушается и разделяется на ядрицу, оболочку и пыль. Применение разработанного нами пневмомеханического шелушителя позволит шелушить зерно крупяных культур без фракционирования. Отшелушенное зерно после этапа разделения оболочки от ядра направляется в сеяночистительную машину 13, где происходит окончательное выделение крупы. Полученная

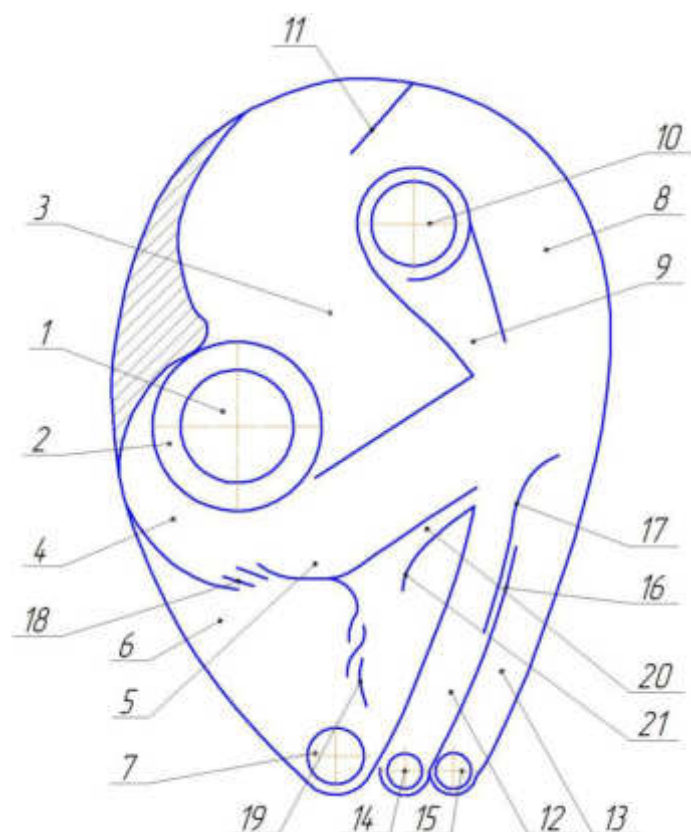
крупa норийей 14 выгружается в бункер для крупы 15 и дозировано подают в вертикальные сушильные аппараты 16 и 17. Подсушенную крупу доведенную до кондиционного состояния фасуют фасовочной машиной 18.

Недостатком данной машины является низкое качество очистки семян вследствие невозможности раздельной обработки двух фракций, различных по составу компонентов, полученных на комбинированных решетных станах.

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей (патент № 2279933) используется для послеуборочной обработки зерна и для получения семенного материала [7].

Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей работает следующим образом.

Перерабатываемое зерно гречихи поступает в приёмный бункер 1 технологической линии и вертикально расположенной норией 2 загружается в бункер активного вентилирования 3. При работе линии часть зерна остается в бункере 3, а другая половина дозировано подаётся в семяочистительную машину 4, которая параллельно соединена с триером 5. На данном этапе происходит отделение от зерна пыли, земли, семян сорняков и камней. Прошедшее через семяочистительную машину зерно далее вертикальной норией 6 направляется в два бункера активного вентилирования 7, которые параллельно соединены с двумя пропаривателями 8 и 9. Обработка зерна происходит водой и образовавшимся паром, поэтому есть необходимость использования двух установок, что способствует экономии пара и проведения операции гидротермической обработки в два этапа. То есть, насыщенный пар из установки 8 после обработки в течении 3...5 минут перепускают в установку 9, используя оставшееся тепло на первичный разогрев зерна.



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.

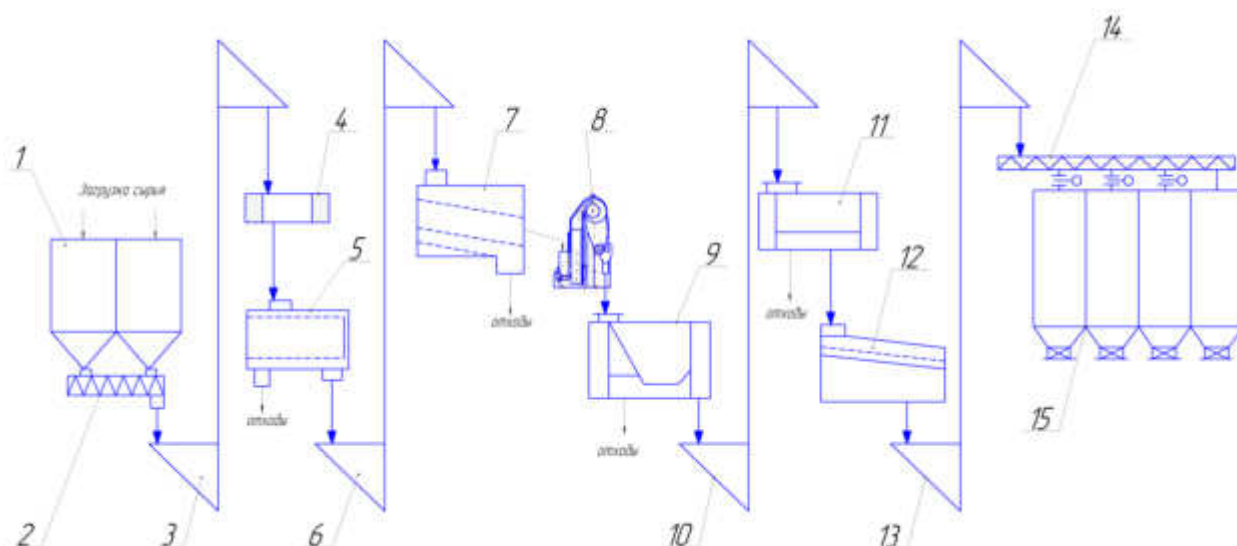
Рисунок 1.6 – Схема замкнутого пневматического сепаратора зерновых смесей (патент № 2279933).

После этого зерно в установке 9 подвергается окончательно гидротермической обработке. Подверженное двухстадийной обработке зерно из установки 9 дозировано подается в отволаживающий агрегат 10. Процесс отволаживания заключается в доведении зерна до влажности 15...18%. Это говорит о том, что при влажности зерна более 18% большой выход недошелушенного зерна, в то же время при влажности зерна менее 15% наблюдается повышенный выход дробленого зерна и сечки.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предлагаемая технологическая линия послеуборочной очистки зерна

Перерабатываемое зерно в линию послеуборочной очистки попадает из автотранспорта, который выгружает его в завальную яму. Из завальной ямы зерно поступает в два накопительных бункера 1. Далее накопленное зерно дозировано подается на шнековый питатель 2, который соединен с вертикальной норией 3. Через вертикальную норию зерно разгружается в магнитный сепаратор 4, где происходит отделение металлических примесей. Отделенное от металлических примесей зерно далее направляется на скальператор 5. После очистки на скальператоре повышается сыпучесть продукта, он будет лучше подготовлен для дальнейшей переработки. Из зерна удаляются легковесные и крупные примеси, а также очаги инфекции: земля, остатки растений, минералы. Отделенное от разных примесей зерно норией 6 поступает на ситовый сепаратор 7, где происходит его разделение на фракции. Готовое к дальнейшей переработке зерно поступает на пневмосепаратор 8, где происходит выделение легких примесей. Прошедшее воздушную очистку зерно норией 89 направляется на триер-куколеотборник 10. После триера-куколеотборника зерно норией 11 разгружается в пневмосортировальный стол 12. После пневмосортировального стола переработанное зерно норией 13 поступает на транспортер 14, который дозировано распределяет его в силосы 15.



1–накопительный бункер; 2–питатель; 3–нория; 4–магнитный сепаратор; 5–скальператор; 6–нория; 7–ситовый сепаратор; 8–пневмосепаратор; 9–триер-куколеотборник; 10–нория; 11–триер-овсюгоотборник; 12–пневмосортировочный стол; 13–нория; 14–транспортёр; 15 – силос.

Рисунок 2.1 – Предлагаемая технологическая линия послеуборочной очистки зерна

Предлагаемая нами технологическая линия позволяет более качественно проводить послеуборочную очистку зерна с использованием более современных машин с высокими техническими показателями.

2.2 Технологические расчеты

Определяем производительность разрабатываемого пневмосепаратора по следующей формуле:

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

где Q_B – общее количество израсходованного воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

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

Общий расход воздуха в разрабатываемом пневмосепараторе можно определить по формуле:

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

где B – ширина сепарирующего канала, м;

L – длина сепарирующего канала, м;

V – скорость воздушного потока, м/с.

Определяем скорость воздушного потока в разрабатываемом пневмосепараторе. Для определения скорости воздушного потока подбираем характеристики распределения и скорости витания зерновых компонентов. Исследования многих ученых в данной области показало, что для отделения от зернового материала легких примесей подбирают скорость равной $0,7 - 0,9 \cdot V_{кр}$, от основной культуры [3].

Исходя из этого, определяем:

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

По исходным данным: ширина канала сепарации – 0,36 м, длина канала сепарации – 1,5 м, определяем общее количество израсходованного воздуха:

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

По полученным данным определяем примерную производительность разрабатываемого пневмосепаратора:

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

Сопротивление основных узлов пневмосепарирующей системы необходимо для определения потерь статического давления в воздушных каналах и динамического давления на входе в канал или выходе из него по следующей формуле [3]:

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

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

P_k – потери статического давления в воздушных каналах, Па;

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

$P_{пу}$ – потери давления в пылеуловителе, Па.

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций.

При расчете трубопровода применяют потери давления на трение о стенки камеры по следующей формуле [3]:

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

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

λ - коэффициент сопротивления трения;

l и d - длина и диаметр трубопровода, м;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

V - скорость воздуха, м/с.

По формуле Блесса определяют коэффициент сопротивления трения воздухопроводов [3]:

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

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

Эквивалентный диаметр воздухопровода можно определить по следующей формуле [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 при вертикальном движении можно определить по следующей формуле [3]:

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

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

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

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

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций.

Потери давления для чистого воздуха определяют по упрощенной формуле [3]:

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

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 определяют по следующей зависимости [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 и опускание зернового материала трубопроводе можно определить по следующей формуле [3]:

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

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

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

l - длина воздухопровода, м;

α - угол наклона воздухопровода к горизонту, град.

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

Суммарные потери давления определяют по следующей формуле [3]:

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

где P_k – общие статические потери, Па.

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

Общие потери динамического давления в рабочей камере можно определить по следующей формуле [3]:

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

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

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

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций.

Общие потери составляют:

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

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций.

Потребная мощность привода вентилятора определяется по следующей формуле[3]:

$$N = \frac{Q_B \cdot P_k}{1000 \cdot \eta_B \cdot \eta_{\Pi}}, \quad (2.13)$$

где P_k – суммарные потери давления в воздушном сепараторе, Па;

η_B – КПД вентилятора (определяют по характеристике вентилятора);

η_{Π} – КПД привода.

Зная расход воздуха и выбираем КПД вентилятора (определяют по характеристике вентилятора) $\eta_B = 0,5$; КПД привода $\eta_{\Pi} = 0,782$. 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 4АМ90L2У3 ГОСТ 19523-89.

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций.

Определим затраты электроэнергии разрабатываемой машины.

Затраты на электроэнергию определяется по следующей формуле:

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

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

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

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

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций.

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

Условия труда - это совокупность элементов рабочей среды, которые влияют на здоровье и производительность человека, удовлетворенность работой и, следовательно, представление.

Можно выделить общие и особые условия труда. К общим условиям труда относятся: обеспечение информацией персонала, медицинских учреждений, баз и залов отдыха, клубов, питание, спецодежда. Иногда общие экономические условия компании включают экономическое положение компании, наличие производственных мощностей, офисных и вспомогательных помещений и чистоту в них, оборудование и состояние безопасности.

Конкретные условия труда делятся на четыре группы: работник, осуществляя свою профессиональную деятельность на предприятии, подвергается целому комплексу различных производственных воздействий и проявлений внешней среды. Оценка величины влияния производственных явлений на физическое состояние работника происходит посредством специальной оценки условий труда конкретных штатных единиц.

Исходя из степени воздействия факторов труда на специалиста, все условия труда можно отнести к: оптимальным; приемлемо; вредные (состоят из 4 подклассов вредоносности); опасно.

Соответственно, среди факторов, влияющих на работающего гражданина, можно выделить негативные атмосферные явления - такие факторы, комплексное воздействие которых на специалиста может привести к временному или постоянному ухудшению здоровья или профессиональному заболеванию.

В соответствии с ГОСТом[8] проводится специальная оценка для определения вредности условий труда конкретных работников.

Сертификация проводится экспертами, учитывая совокупность всех якобы негативных производственных явлений и уровень превышения ими допустимых норм на конкретном месте работы [6].

Руководители организации обязаны проводить такую оценку условий труда работников каждые 5 лет. Оценка наличия вредных и опасных факторов в рабочей среде и их влияния на работника должна проводиться в соответствии с установленными требованиями [8].

Опасные производственные факторы так же делятся на физические, химические, биологические и психофизиологические, но их воздействие уже может привести к травме сотрудника или к его смерти.

Так, например, к опасным физическим факторам относятся:

- движущиеся машины и механизмы;
- различные подъемно-транспортные устройства и движущиеся грузы;
- незащищенные подвижные элементы производственного оборудования (приводные и трансмиссионные механизмы, режущие инструменты, вращающиеся и движущиеся устройства и т. д.);
- летящие частицы обрабатываемого материала и инструмента, электрический ток, повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов и т. д.

2.4 Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при послеуборочной обработке зерна

Электрические установки, которые включают почти все компьютерное оборудование, представляют большую потенциальную опасность для человека, поскольку во время работы или проведения профилактического обслуживания человек может касаться деталей, находящихся под напряжением.

Общие средства защиты человека от воздействия электрического тока включают защитные барьеры; заземление корпусов электрооборудования,

которые могут быть под напряжением, предупреждающие знаки, автоматические выключатели.

В помещении для испытаний состояние изоляции проводов находится в хорошем состоянии. Электрооборудование соответствует требованиям безопасности.

2.5 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при послеуборочной обработке зерна

Предприятия по переработке зерна могут воздействовать на окружающую среду, загрязняя атмосферу частицами пыли, загрязняя окружающую среду отходами и пылью, сливая неочищенную воду, используемую для мытья зерна, и создавая повышенный уровень шума при работе машин, в первую очередь роликовых машин, вентиляторов и магнетеров. В частности, это имеет большое значение в связи с тем, что в крупных населенных пунктах чаще всего строятся мельницы и зерновые.

Пыль образуется при очистке зерна, сухой обработке его поверхности, при измельчении зерна и при транспортировке его обработанных продуктов и отходов.

Чтобы предотвратить попадание пыли в атмосферу и загрязнение окружающей среды, все оборудование отсасывается, а воздух очищается с помощью системы пылеудаления (фильтры, циклоны и т. Д.).

Отходы категорий I и II хранятся в специально отведенном помещении и используются в качестве одного из компонентов при производстве кормов для животных. Категории отходов III подлежат уничтожению.

Вода, проходящая через стиральные машины, содержит значительное количество взвешенных частиц, а также микроорганизмов, расположенных на поверхности зерна. Эта вода опускается в канализацию только после очистки и дезинфекции. Большое значение имеет разработка такого метода очистки воды, который позволил бы повторно использовать его для

технологических нужд. В последние годы были разработаны установки для влажной очистки зерна, которые потребляют в 8-10 раз меньше воды, чем стиральные машины.

Уровень шума снижается за счет установки машин на звукопоглощающих основаниях, их изоляции в отдельных помещениях, установки специальных глушителей в аспирационных и пневматических транспортных сетях.

2.6 Физическая культура на производстве

В рабочее время ПФК реализуется посредством производственной гимнастики. Это название довольно условно, поскольку производственная гимнастика может в некоторых случаях включать не только гимнастические упражнения, но и другие средства физического воспитания.

В особых случаях для некоторых специалистов даже в рабочее время могут быть организованы занятия по профессионально-прикладной физической культуре для обеспечения эффективного выполнения определенных профессиональных видов работы.

Индустриальная гимнастика представляет собой комплекс специальных упражнений, используемых в течение рабочего дня для повышения общей и профессиональной работоспособности, а также с целью профилактики и восстановления.

Виды (формы) промышленной гимнастики: начальная гимнастика, физический отдых, физические упражнения, микропауза активного отдыха.

При строительстве тренировочных комплексов необходимо учитывать:

1) рабочее положение (стоя или сидя), положение тела (согнутое или прямое, свободное или напряженное);

2) рабочие движения (быстрые или медленные, амплитуда движения, их симметрия или асимметрия, равномерность или разнообразие, степень напряжения движений);

3) характер работы (нагрузка на органы чувств, психическая и нервно-мышечная нагрузка, сложность и интенсивность мыслительных процессов, эмоциональный стресс, необходимая точность и повторяемость движений, однообразие труда);

4) степень и характер усталости по субъективным показателям (отвлеченное внимание, головная боль, ощущение мышечной боли, раздражительность);

5) возможные отклонения в состоянии здоровья, требующие индивидуального подхода при подготовке комплексов промышленной гимнастики;

6) санитарно-гигиеническое состояние места работы (обычно комплексы выполняются на рабочих местах).

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Конструкторская разработка

Разрабатываемый нами пневмомеханический сепаратор необходим для разделения от исходного продукта сорной примеси (лузги, мучки и легких примесей). Разработанная конструкция сепаратора может применяться на любых перерабатывающих предприятиях.

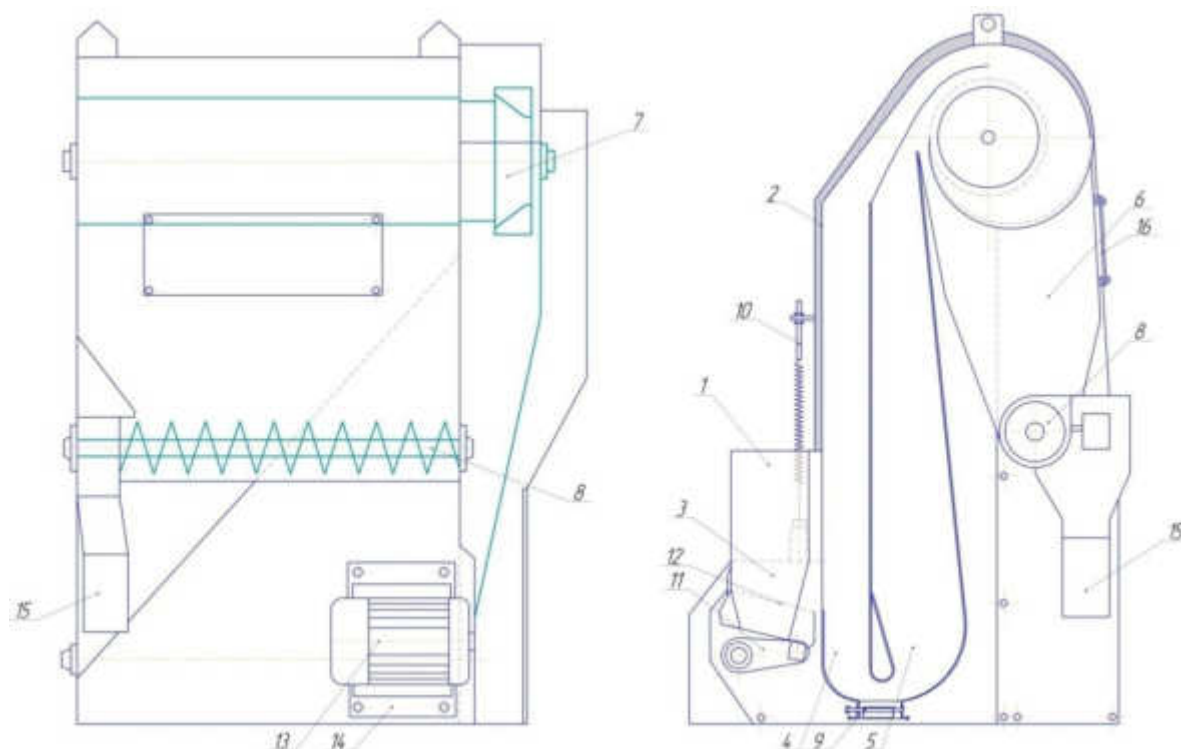
Конструкция пневмомеханического сепаратора включает в себя приемный бункер 1, где происходит накопление перерабатываемого продукта и сварного корпуса 2, внутри которой смонтирована приёмная горловина 3, вертикально расположенный канал сепарирования 4, осадочная камера 5 с рециркуляционной системой 6. Внутри осадочной камеры смонтирован всасывающий вентилятор 7 с шнеком 8, который выводит осаждённые примеси из сепаратора.

В нижней части между рециркуляционной системой и каналом сепарирования вварена выпускная горловина 9, через которую выводится очищенные зерна из сепаратора.

В приёмном бункере сбоку смонтирована регулировочная пружина 10, которая позволяет регулировать подачу продукта в делитель потока зерна 11, положение которого может меняться относительно приемного бункера в зависимости от направления движения перерабатываемого продукта, что позволяет лучше распределить зерно по всей длине приемной камеры и пневмосепарирующего канала.

В канал сепарирования зерновой материал распределяется по направляющей скат 12, которая в результате этого образует горизонтальную поверхность для эффективного ввода зерна в зону сепарирования.

					ВКР 35.03.06.023.20.00.00.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Валитов				Воздушный сепаратор		
Пров.	Дмитриев						
Н. контр	Дмитриев						
Утв.	Халиуллин						
					Лит.	Лист	Листов
					Казанский ГАУ каф. МОА гр.		



1-приёмный бункер; 2-сварной корпус; 3-приёмная горловина; 4-канал сепарирования; 5-осадочная камера; 6-рециркуляционная система; 7-всасывающий вентилятор; 8-шнек; 9-выпускная горловина; 10-регулирующая пружина; 11-делитель потока; 12-направляющий скат; 13-электродвигатель; 14-рама электродвигателя; 15-окно для вывода отбросов; 16-смотровое окно

Рисунок 3.1 – Предлагаемая конструкция воздушного сепаратора

В нижней части осадочной камеры от всасывающей стороны вентилятора 7 закреплены жалюзи в виде трёх поворотных планок для регулирования скорости воздушного потока.

Шнек 8 и всасывающий вентилятор 7 приводятся в движение от одного электродвигателя 13, который закреплен болтами на раме 14.

Вал шнека зафиксирован с двух сторон двумя шариковыми однорядными сферическими подшипниками. С противоположной стороны привода всасывающего вентилятора имеется окно для вывода отбросов 15 из шнека.

Для визуального наблюдения за процессами поступления продукта в машину и сепарирования в пневмосистеме с торца сепаратора предусмотрено смотровое окно 16.

					ВКР 35.03.06.023.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Разработанная конструкция пневмомеханического сепаратора работает по следующему принципу.

Перерабатываемый материал через приёмный бункер 1 распределяется в делитель потока 11. Делитель потока далее по направляющему скату 12 выгружает зерно канал сепарирования 4. Как только продукт попадает в канал сепарирования, он продувается потоком воздуха, который нагнетается вентилятором. Нагнетаемый воздух захватывает легкие примеси и выгружает их в осадочную камеру.

Отделенный от легких примесей продукт выгружается из пневмосепаратора через выпускную горловину 9, а отходы, осаждаемые в осадочной камере, выводятся из пневмосепаратора шнеком 8.

Далее освобожденный от легких примесей воздух вновь захватывается лопастями вентилятора 7 и через рециркуляционную систему 6 вновь попадает в канал сепарации. Цикл заново повторяется по замкнутой системе.

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций.

					ВКР 35.03.06.023.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

3.2 Кинематический расчет

Для кинематического расчета изобразим его схему.

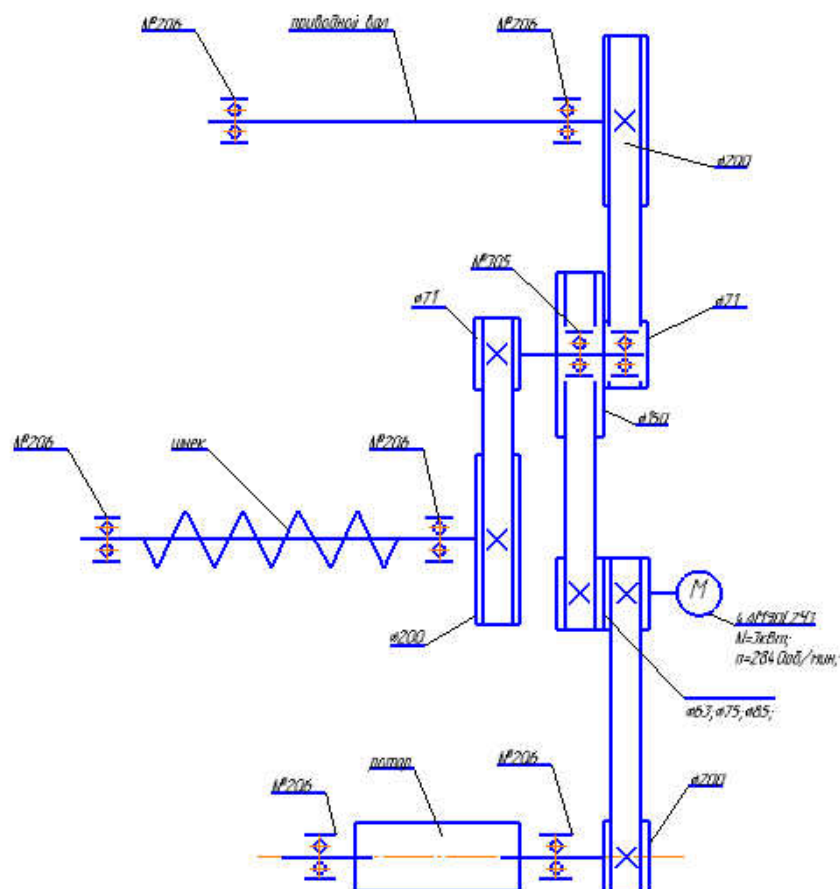


Рисунок 3.2 – Кинематическая схема предлагаемого воздушного сепаратора с рекуперацией воздуха.

Кинематическая схема пневмосепаратора состоит из четырех основных узлов:

- 1) К1 - от двигателя к ротору;
- 2) К2 – от двигателя к промежуточному валу;
- 3) К3 – от промежуточного вала к шнеку;
- 4) К4 – от промежуточного вала к приводному валу.

Тогда, исходя из кинематической схемы, найдем передаточные числа:

Передаточное отношение первой клиноременной передачи определяется по следующей 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 второй клиноременной передачи определяется по следующей формуле:

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

Передаточное отношение третьей клиноременной передачи определяется по следующей 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 четверной клиноременной передачи определяется по следующей формуле:

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

Общий КПД электродвигателя определяется следующим образом:

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

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

КПД подшипников: $\eta_2 = 0,99$.

Определение частоты вращения:

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 35.03.06.023.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Частота вращения шнека:

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

Частота вращения приводного вала:

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

Определение мощности:

Мощность электродвигателя:

$$P_1 = 2,839 \text{ кВт}$$

Мощность на роторе:

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

Мощность на промежуточном валу:

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

Мощность на шнеке:

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

Мощность на приводном валу:

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

Определение вращающего момента:

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 35.03.06.023.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Момент вращения на шнеке определяется по следующей формуле:

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

Момент вращения на приводном валу определяется по следующей формуле:

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

3.3 Конструктивные расчеты

3.3.1 Расчёт сварных узлов

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций.

Определяем усилие, которое необходимо для растяжения металла по следующей формуле:

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

где $[\tau_\phi]$ – необходимое допускаемое напряжение на шве при срезе, Н/м²;

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/см²;

$$[\sigma_p] = 1200 \text{ Н/см}^2.$$

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

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

Находим усилие необходимое для растяжения по следующей формуле:

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

где l – величина длины поперечного шва, м.

					ВКР 35.03.06.023.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

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

Итак, $P < [P]$ условие выполняется.

3.3.2 Расчёт и подбор болтов

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций.

Расчет болтов ведется по следующей формуле:

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

где: $P_{уст}$ - вес механизма, Н.

$$P_{уст} = 1000 \text{ Н}$$

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

Усилие на болты определяем по следующей формуле:

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

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

Момент изгиба болтового соединения определяется следующим образом:

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

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

Момент сопротивления в сечении болта, определяется по следующим параметрам:

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

					ВКР 35.03.06.023.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Усилие на один болт можно определить по следующей формуле:

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

Диаметр болтов определяется следующим образом:

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

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

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

Прочность при изгибе механизма можно определить по следующей формуле:

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

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

$$M_{\text{изг}} = 0,5 \cdot 464 \cdot 0,5 \cdot 0,019 = 2,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$W_{\text{изг}} = 0,019 \cdot (0,8 \cdot 0,019^2) / 6 = 914 \text{ мм}^2$$

$$\sigma_{\text{изг}} = 8 \cdot 10^3 / 914 = 8 \text{ Н/мм}^2 = 0,087 \text{ Па}$$

$$\sigma_{\text{изг}} < [\sigma]_{\text{изг}} \quad (3.27)$$

$$0,087 < 1,4$$

3.3.3 Расчёт шпоночных узлов

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций.

Условие прочности на смятие [13]:

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

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

					ВКР 35.03.06.023.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

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

Условия прочности сечения на срез[13]:

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

где b - ширина шпонки, мм;

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

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

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности.

3.3.4 Расчет вентилятора

Благодаря качественным показателям (с точностью $\pm 3\%$ по весу) данные машины могут очищать семена за один проход и в то же время отделять зерно по биологической ценности. То есть он может заменить два или три типа машин, соединенных в технологическую линию, разделив исходный материал на несколько фракций.

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	$\rho_{\text{с}}=1200 \dots 1300$
принимая	$\rho_{\text{с}}=1200$

Производительность вентилятора определяется по формуле [6]:

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

					ВКР 35.03.06.023.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

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

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/м³.

H – напор вентилятора, Па (напор среднего вентилятора $H = 1000 \dots 3000$ Па)

принимаем $H = 2000$ 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, $\rho_{\text{в}} = 1,22$ кг/м³

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

Исходя из плотности мощность равна:

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

					ВКР 35.03.06.023.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

3.4 Экономическое обоснование конструкции пневмосепаратора

3.4.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

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

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

G_g – 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_m – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг.
($C_m=0,68...0,95$);

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

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

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

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:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.4.5)$$

где C_6 – 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 $C_{зп}$ – 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:

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

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

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

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

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:

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

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

Полученные значения подставим в формулу 3.4.10:

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

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

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

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

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:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{с1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.4.15)$$

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

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

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

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

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 пневмосепаратора является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: менее 3 лет и коэффициент эффективности равен: 0,36.

3.5 Техника безопасности при эксплуатации пневмосепаратора

Условия труда - это совокупность элементов рабочей среды, которые влияют на здоровье и производительность человека, удовлетворенность работой и, следовательно, представление.

Можно выделить общие и особые условия труда. К общим условиям труда относятся: обеспечение информацией персонала, медицинских учреждений, баз и залов отдыха, клубов, питание, спецодежда. Иногда общие экономические условия компании включают экономическое положение компании, наличие производственных мощностей, офисных и вспомогательных помещений и чистоту в них, оборудование и состояние безопасности.

Конкретные условия труда делятся на четыре группы: работник, осуществляя свою профессиональную деятельность на предприятии, подвергается целому комплексу различных производственных воздействий и проявлений внешней среды. Оценка величины влияния производственных явлений на физическое состояние работника происходит посредством специальной оценки условий труда конкретных штатных единиц.

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. Патент РФ № 2400053. Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей / Саитов В.Е., Гатауллин Р.Г. и др. Заявл. 21.05.2009; опубл. 27.09.2010, бюл. № 9.
7. Патент РФ № 2279933. Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей / Саитов В.Е. Заявл. 11.01.2005; опубл. 20.07.2006, бюл. № 9.
8. 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>.
9. 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>.

10. Производственная компания «Машстрой Холдинг» /Сепаратор предварительной очистки зерна СПО-100 [Электронный ресурс]/ «Машстрой Холдинг».
11. Пурфилов В.А. / «Машины и аппараты пищевых производств» / В.Я. Груданов - Минск, 2007.
12. Расчеты деталей машин: Справочное пособие 3-е издание перераб. и доп. / А. В. Кузьмин и др. - Мн.: Выш. школа 1986.
13. Технологическое оборудование пищевых производств./ Ю. М. Азаров, Х. Аурих, С. Дичев и др.; Ред. Б. М. Азаров - М.: Агропромиздат, 1988. -463 с.
14. Технология и оборудование мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности/ Г. А. Егоров, Я. Ф. Мартыненко, Т. П. Петренко-М.: Изд. комплекс МГАПП, 1996. – 209 с.
15. Шейнблит А. Е. / Курсовое проектирование деталей машин / А. Е. Шейнблит – М.: Высшая школа, 1991 г. – 432с.
16. Чернавский С. А. / Курсовое проектирование деталей машин /. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 416 с.