

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 производства гречневой крупы с
разработкой пневмомеханического шелушителя»**

Шифр 35.03.06.019.20

Студент группы Б261-04


подпись

Шагиев Р.Р.
Ф.И.О.

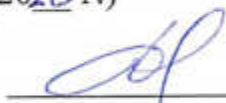
Руководитель к.т.н., доцент
ученое звание


подпись

Дмитриев А.В.
Ф.И.О.

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

Зав. кафедрой к.т.н. Процент
ученое звание


подпись

Хасмудинов Р.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: Технологическое оборудование для хранения и
переработки сельскохозяйственной продукции

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой


« 24 » апреля 20 20 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Шагиеву Риназу Радисовичу

Тема ВКР Совершенствование технологии производства гречневой крупы с разработкой пневмомеханического шелушителя

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 переработки гречихи и разработка новой технологии с учетом недостатков существующих; анализ современных конструкций шелушителей; разработка схемы и конструкции шелушителя с учетом недостатков существующих; технологические и конструктивные расчеты предложенных технологии и конструкции; разработка мероприятий по охране окружающей среды; разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности;

5. Перечень графических материалов: Анализ существующих технологий получения гречневой крупы (1 лист); предлагаемая технологическая линия получения гречневой крупы (1 лист); анализ существующих конструкций шелушителей (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  (Р.Р. Шагиев)

Руководитель ВКР  (А.В. Дмитриев)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Шагиева Риназа Радисовича выполненную на тему «Совершенствование технологии производства гречневой крупы с разработкой пневмомеханического шелушителя».

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 спецификации.

В первом разделе проводится анализ существующих технологий переработки зерна в крупу и существующих конструкций пневмомеханических шелушителей. Приведены технические достоинства и недостатки существующих разработок.

Во втором разделе приводится разработка технологии переработки зерна в крупу. Приведены технологические расчёты и мероприятия по организации безопасной работы и улучшению труда, мероприятия по охране окружающей среды при работе по планируемой технологии.

В третьем разделе приведена разрабатываемая конструкция пневмомеханического шелушителя. Описана схема работы приспособления, выполнены конструктивные расчеты. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения пневмомеханического шелушителя.

Пояснительная записка завершается заключением и списком использованной литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Общие сведения.....	
1.2 Анализ существующих технологий получения гречневой крупы	
1.2.1 Способ переработки зерна гречихи по патенту № 2115475.....	
1.2.2 Машинно-аппаратурная схема линии переработки гречневой крупы.....	
1.3 Анализ существующих конструкций шелушителей.....	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Предлагаемая технологическая линия получения гречневой крупы.....	
2.2 Технологические расчёты.....	
2.3 Разработка мероприятий по улучшению безопасности жизнедеятельности и условий труда при использовании предлагаемой технологии получения гречневой крупы.....	
2.4 Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при использовании предлагаемой технологии получения гречневой крупы.....	
2.5 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при использовании предлагаемой технологии получения гречневой крупы.....	
2.6 Физическая культура на производстве.....	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	
3.1 Конструкторская разработка.....	
3.2 Расчет конструктивных параметров разрабатываемой машины.....	
3.3 Расчет болтового соединения.....	
3.4 Экономическое обоснование конструкции.....	
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 шелушителя	
ВЫВОДЫ.....	

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	

Введение

Основой создания продовольственного фонда страны является зерно, поэтому повышение его производства и развитие последующей переработки в продукты питания являются весьма актуальными. Исследования многих ученых в области переработки зерновых культур в крупу, 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 присущи 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.

Цель выполнения выпускной квалификационной работы состоит в том, что на основании изучения материала работы, разработать конструкцию шелушителя с реверсивной декой. Рассчитать его 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

Исследования многих ученых в области переработки зерновых культур в крупу, 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.

Одним из таких наиболее эффективных направлений, который повышает эффективность переработки зерна, является шелушение, его основной задачей является отделение от ядра пленочной части.

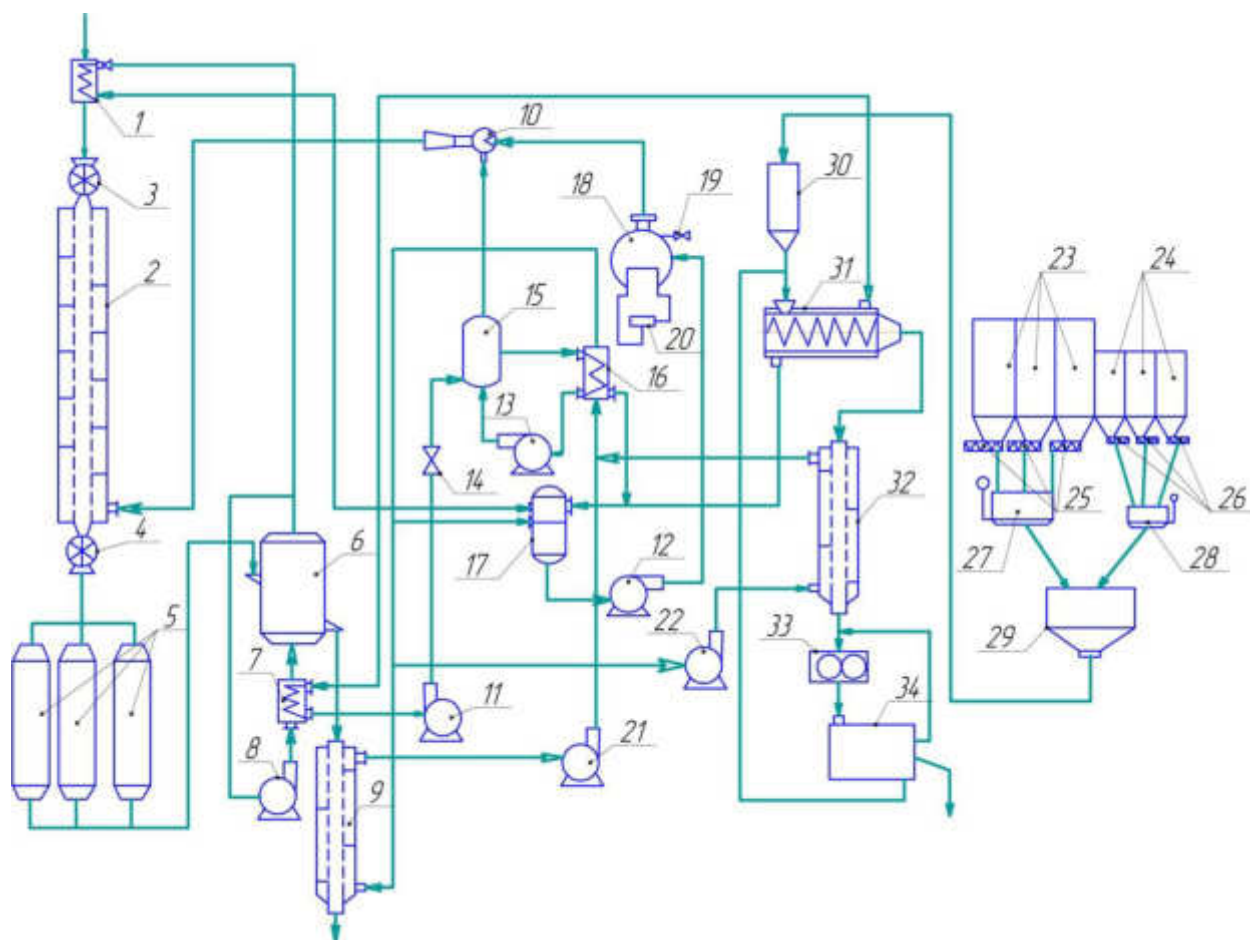
1.2 Анализ существующих технологий получения гречневой крупы

1.2.1 Способ переработки зерна крупяных культур с использованием побочных продуктов их переработки по патенту №2492697

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 1.1 - Способ переработки 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.

1.2.2 Способ переработки зерна крупяных культур по патенту № 2586898

Способ переработки 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.

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

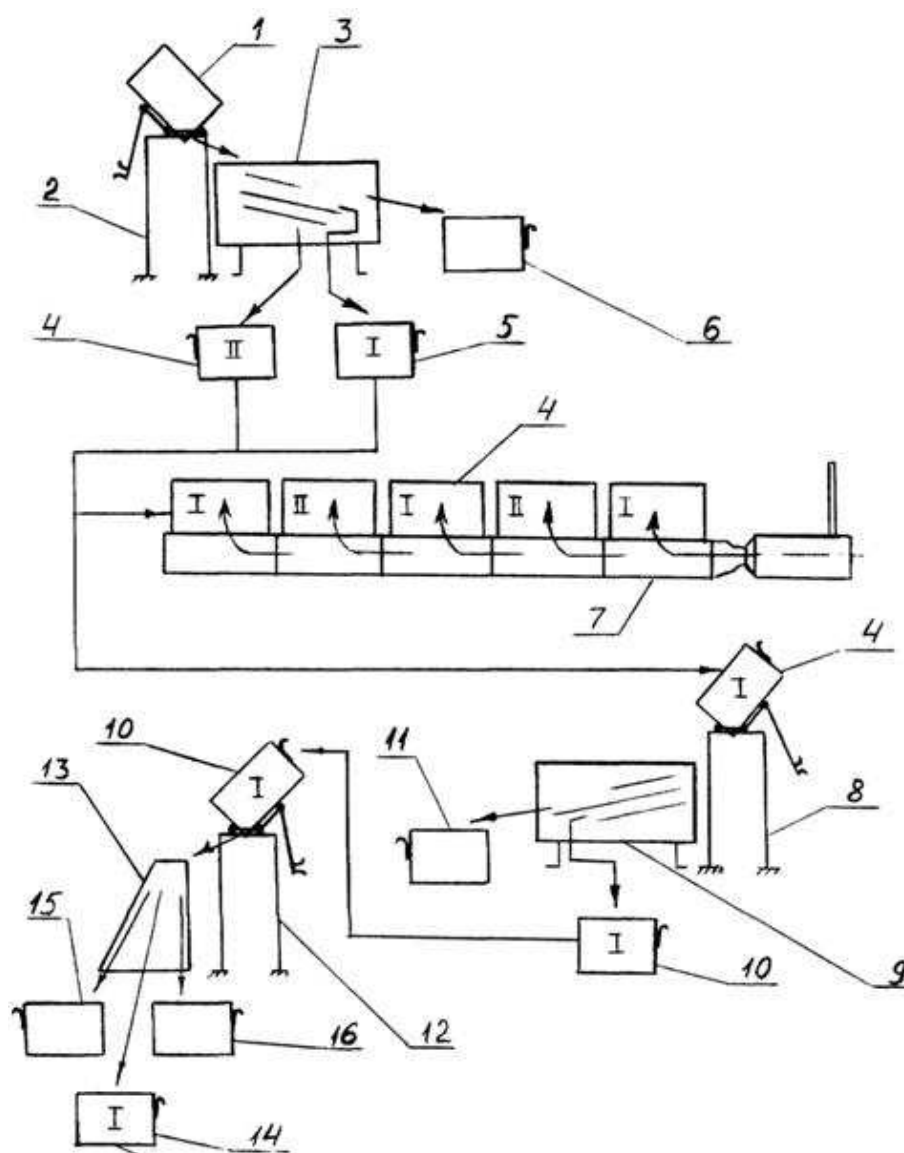
насыщенный пар вместе с отработанным паром из сушилки 8 подают соответственно в пропариватель 1.

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.

1.2.3 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.

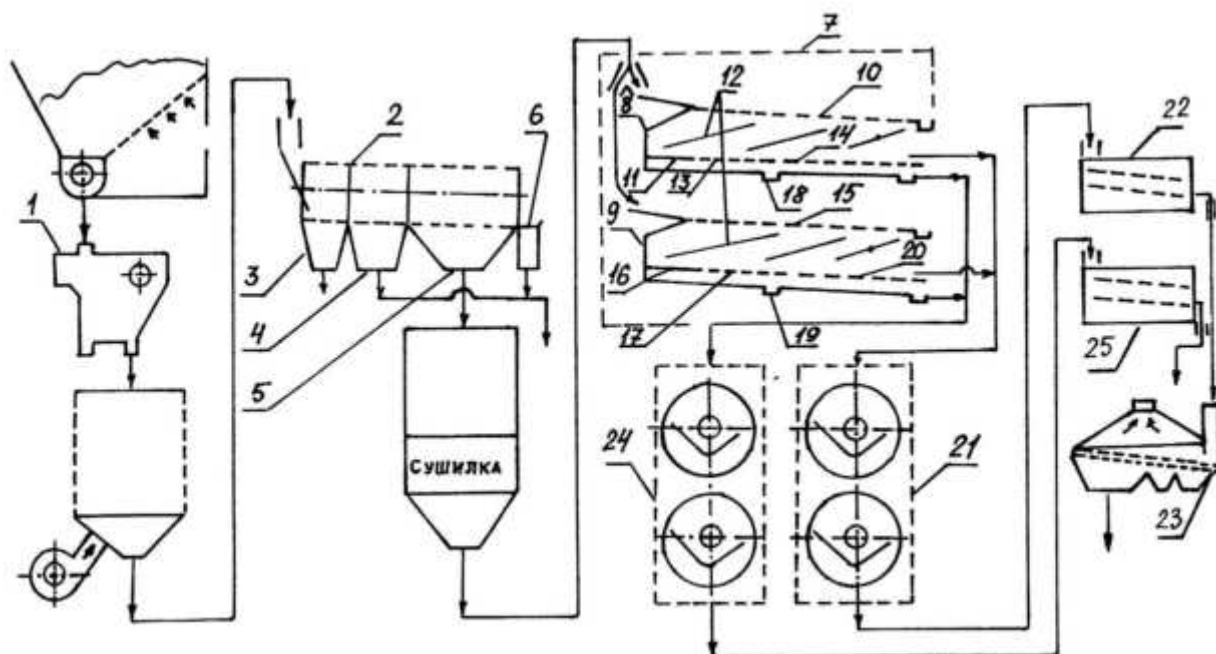
Рисунок 1.2 – Способ очистки и сушки зерна и линия для его осуществления по патенту №2174658

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.

1.2.4 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.



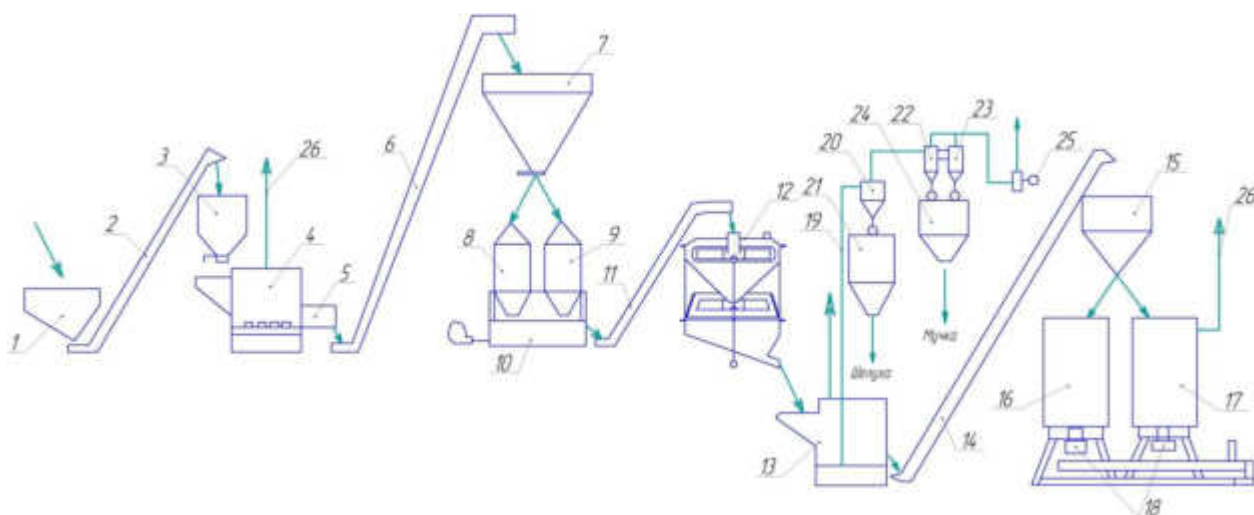
1-воздушно-решетная машина; 2-воздушно-решетная машина; 3,4,5,6-приемник; 7-воздушно-решетная машина; 8,9-стан; 10,15-решето; 11,16-неперфорированная поверхность; 13,17-подсевное решето; 14,20-решето; 12-скатная доска; 18,19-лотки; 21-триерные цилиндры; 22-машина вторичной очистки; 23-вибропневмосепаратор;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

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 крупы.

1.3 Анализ существующих конструкций шелушителей

Шелушение зерна крупяных культур - это наиболее важный этап в процессе переработки зерна, который существенно влияние на все показатели перерабатываемого продукта и заключается в отделение наружной плёнки (оболочки) от ядра. Эффективность шелушения во многом зависит от подготовки зерна к этому процессу, и в ещё большей степени от машин, которые непосредственно проводят шелушение [3..5].

Существует большой спектр машин для шелушения зерна, которые разделяются по видам, типам и способам шелушения. Наиболее подходящий способ шелушения для гречихосеющих хозяйств – это пневмомеханический способ, где на зерно находящееся в потоке воздуха, оказывают комплексное воздействие рабочие органы шелушителя [6...10].

Проведенные исследования многих ученых позволили выявить следующие методы и способы шелушения зерна:

- сжатие и сдвиг;
- многократный или однократный удар;
- трением зерна об абразивную поверхность;
- аэродинамическое шелушение;
- пневмомеханическое шелушение;
- пневмогидродинамическое шелушение.

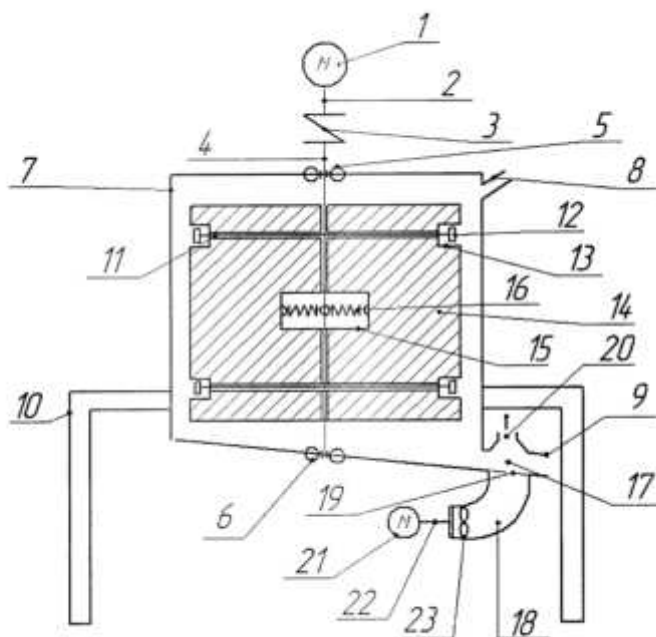
Способ сжатия и сдвига в основном применяется на вальцедековых станках. В таких конструкциях происходит воздействие на перерабатываемый продукт двумя рабочими элементами, абразивными кругами, которые расположены на расстоянии меньше размера самого зерна. Способ сжатия и сдвига в основном применяют если оболочка зерна не срослась с ядром.

Однократный или многократный удар зерна о рабочую поверхность машины применяется в основном, когда ядро и пленка не срослись. Однако бывают исключения, когда его применяют также для зерна, у которого ядро и пленка срослись. В первом случае используют однократный метод, во втором многократный.

Трение зерна об абразивную поверхность в основном применяют лишь для зерна, у которого оболочка и ядро срослись очень плотно между собой.

Рассмотрим некоторые из машин, в которых применяются данные способы.

Устройство для шелушения зерна (рисунок 1.3) по патенту на изобретение №2701802 содержит корпус, внутренняя поверхность которого выполнена из футерованного эластичного материала, загрузочную горловину, вертикально расположенный вал с радиально установленными абразивными рабочими органами и выгрузное отверстие.



1-электродвигатель; 2-вал; 3-муфта; 4-вал; 5-подшипник; 6-подшипник; 7-корпус; 8-загрузочная горловина; 9-выгрузное отверстие; 10-опорная рама; 11-стойка; 12-ограничитель; 13-стакан; 14-полусфера; 15-стакан; 16-пружина; 17-камера очистки; 18-патрубок; 19-решето; 20-выходное отверстие; 21-вал; 22-электродвигатель; 23-вентилятор.

Рисунок 1.3 – Устройство для шелушения зерна по патенту на изобретение №2701802

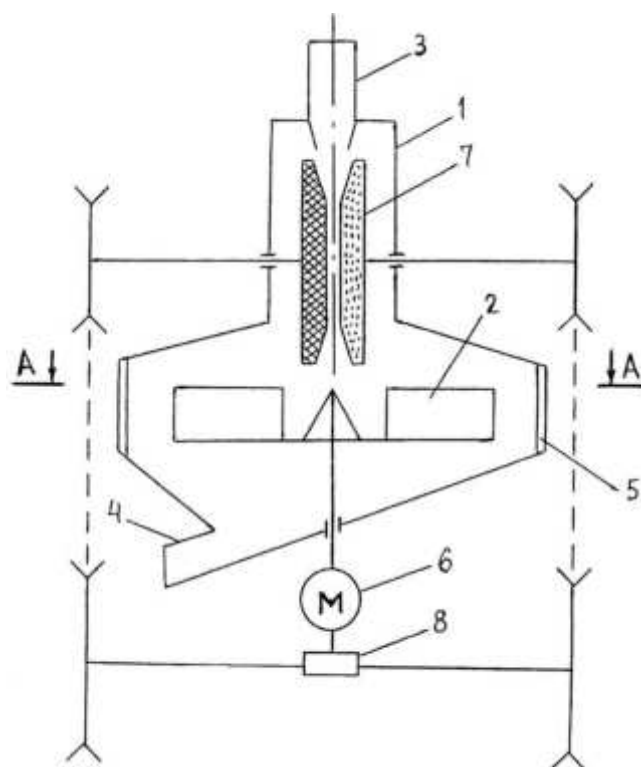
Рабочий орган размещен в корпусе и выполнен в виде двух подвижных шелушильных полусфер, наружная поверхность которых покрыта футерованным эластичным материалом. Причем подвижные шелушильные полусферы установлены на направляющих стойках, имеющих ограничители, и соединены пружинами, размещенными в стаканах с валом [11].

Недостатком можно считать довольно быстрый износ рабочих элементов вследствие высокой абразивной способности цветковых пленок крупяных культур.

Далее рассмотрим машину для шелушения зерна по патенту на изобретение №2511754 (рисунок 1.4). Полученный насыщенный пар производят в парогенераторе, где в качестве нагревательного элемента используют вторую секцию конденсатора 2-й ступени теплового насоса. Полученный в парогенераторе насыщенный пар вместе с отработанным паром из сушилки 8 подают соответственно в пропариватель.

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

Охлаждение высушенного зерна осуществляют воздухом, охлажденным в испарителе 2-й ступени теплового насоса за счет рекуперативного теплообмена при испарении хладагента, дросселируемого в испаритель [12].

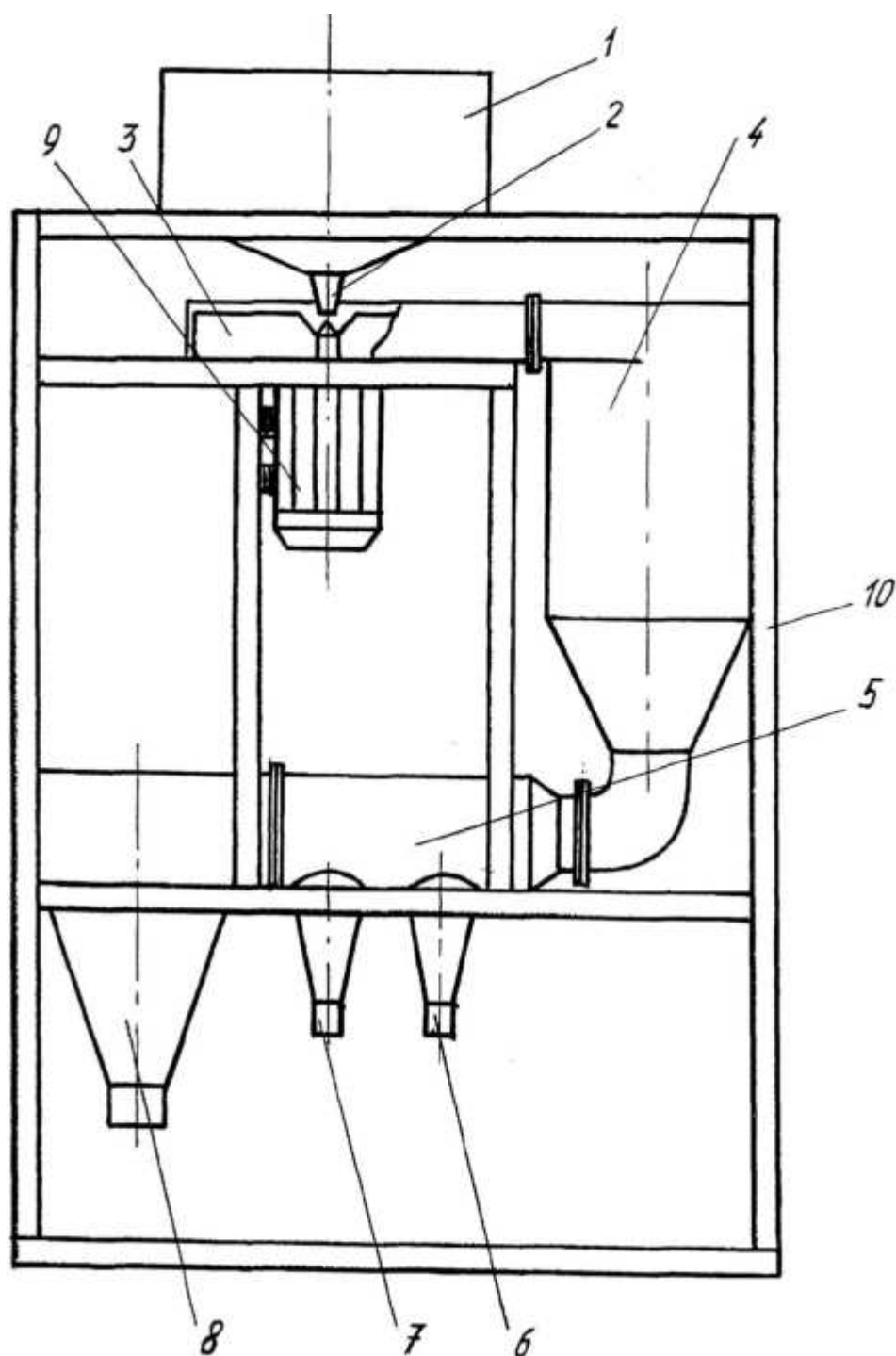


1-корпус; 2-ротор; 3-загрузочный патрубок; 4-разгрузочный патрубок; 5-дека; 6-привод; 7-диск; 8-вариатор.

Рисунок 1.4 – Машина для шелушения зерна по патенту на изобретение №2511754

Недостатком этого устройства является отсутствие возможности регулирования степени шелушения непосредственно в ходе работы.

Устройство для шелушения зерна крупяных культур по патенту на изобретение № 2312706 (рисунок 1.5), содержит корпус, внутренняя поверхность которого выполнена из футерованного эластичного материала, загрузочную горловину, вертикально расположенный вал с радиально установленными абразивными рабочими органами и выгрузное отверстие. Рабочий орган размещен в корпусе и выполнен в виде двух подвижных шелушительных полусфер, наружная поверхность которых покрыта футерованным эластичным материалом. Причем подвижные шелушительные полусферы установлены на направляющих стойках, имеющих ограничители, и соединены пружинами, размещенными в стаканах с валом.



1-питающий бункер; 2-загрузочный патрубок; 3-вентилятор; 4-вертикальная шелушительная камера; 5-пневмосепаратор; 6,7-отводы; 8-осадитель; 9-электродвигатель; 10-станок.

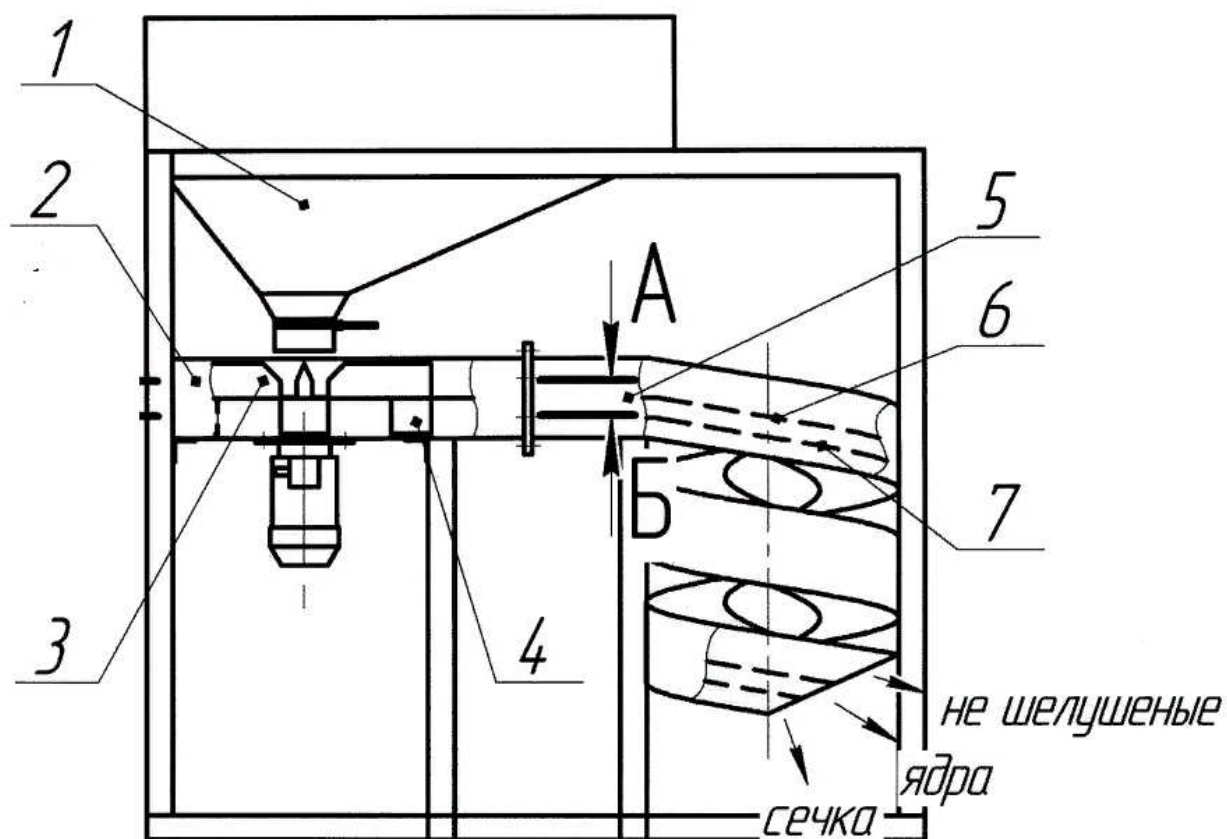
Рисунок 1.5 – Устройство для шелушения зерна крупяных культур по патенту на изобретение № 2312706

Высушенные до кондиционной влажности зерно каждой фракции отдельно в контейнере подают транспортирующим устройством со

специальным подъемником на поворотную эстакаду, где оно дозированно поступает в машину первичной очистки, где происходит дальнейшее выделение примесей, которые поступают в контейнер, а основной выход зерна отдельной фракции собирается в контейнер, который транспортирующим устройством со специальным подъемником подается на поворотную эстакаду, и зерно дозированно поступает на пневмосортировальный стол, где происходит разделение каждой фракции по плотности. Тяжелые примеси с пневмосортировального стола поступают в контейнер, легкие примеси - в контейнер, а чистая фракция поступает в контейнер на хранение [13].

Недостатком можно считать довольно быстрый износ рабочих элементов вследствие высокой абразивной способности цветковых пленок крупяных культур.

Пневмомеханическое устройство для шелушения зерна по патенту на изобретение № 2550903 (рисунок 1.6), содержит питательный бункер с загрузочным патрубком, вентилятор с верхними и нижними лопастями, рабочую камеру, выполненную в виде винтовой цилиндрической спирали прямоугольного сечения, верхнюю и нижнюю сетчатые продольные перегородки. Верхние лопасти вентилятора служат для подачи зерна в рабочую камеру и загнуты в сторону вращения вентилятора для придания максимального ускорения зерну, подаваемому в рабочую камеру.



1-питательный бункер; 2-вентилятор; 3-верхняя лопасть; 4-нижняя лопасть; 5-рабочая камера; 6,7-перегородки.

Рисунок 1.6 – Пневмомеханическое устройство для шелушения зерна по патенту на изобретение № 2550903

Нижние лопасти вентилятора создают воздушный поток для обеспечения движения зерна и продуктов шелушения в рабочей камере и загнуты в обратную сторону вращения вентилятора для создания равномерного воздушного потока.

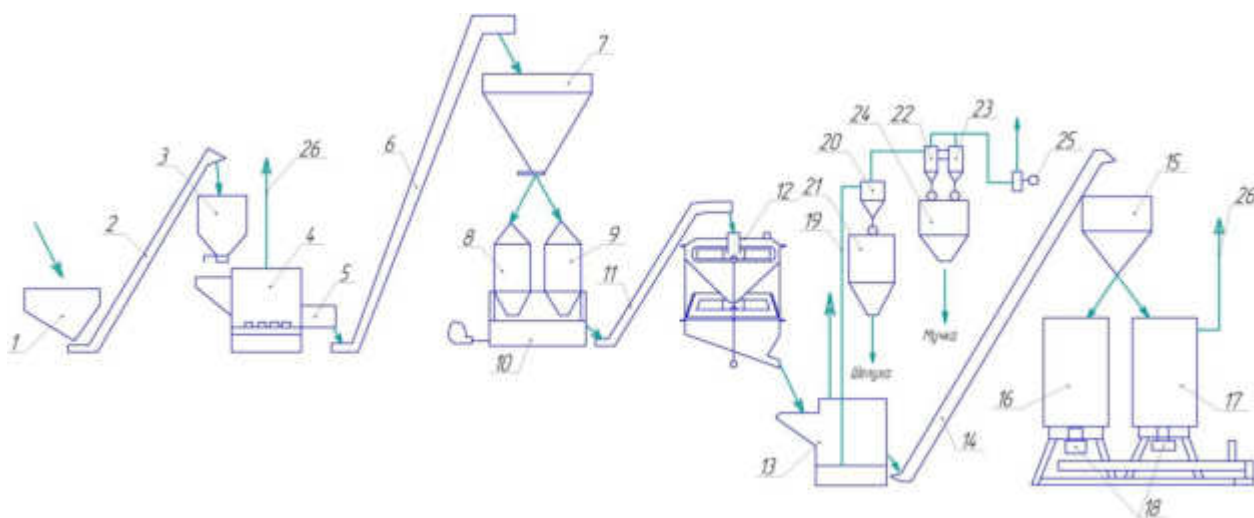
Пневмомеханическое устройство характеризуется повышенной эффективностью шелушения

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предлагаемая технологическая линия получения гречневой крупы

Предлагаемая нами технология переработки крупяных культур (рисунок 2.1) 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 2.1 – Предлагаемая технологическая линия получения гречневой крупы

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 крупы.

2.2 Технологические расчеты

Основой создания продовольственного фонда страны является зерно, поэтому повышение его производства и развитие последующей переработки в продукты питания являются весьма актуальными. Исследования многих ученых в области переработки зерновых культур в крупу, 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.

Определяем коэффициент шелушения по следующей формуле:

$$K_{ш} = \frac{K_1 - K_2}{K_1}; \quad (2.1)$$

где $K_{ш}$ – коэффициент шелушения;

K_1 – содержание нешелушенных семян до поступления, %;

K_2 – содержание нешелушенных семян после пропуска через шелушитель, %;

$$K_{ш} = \frac{86 - 30}{86} = 0,65$$

Определяем коэффициент извлечение цельного ядра по следующей формуле:

$$K_{ия} = \frac{K_{ця}}{K_{ця} + Д + М}; \quad (2.2)$$

где $K_{ия}$ – коэффициент извлечения цельного ядра;

$K_{ця}$ – содержание целых ядер, %;

Д – содержание дробленной части, %;

М – содержание мучки.

$$K_{ия} = \frac{86}{86 + 11 + 3} = 0,86$$

Технологическая эффективность процесса шелушения определяется по следующей формуле:

$$K_{\circ} = K_{и} \cdot K_{ия}; \quad (2.3)$$

$$K_{\circ} = 0,65 \cdot 0,86 = 0,56$$

Далее определяем производительность пневмомеханического шелушителя. Для определения производительности машины необходимо уточнить диаметр броскового вентилятора – 800 мм и его угловую скорость – 750 мин⁻¹.

По исходным данным определяем необходимую угловую скорость броскового вентилятора по следующей формуле:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}; \quad (2.4)$$

где n – частота вращения ротора, мин⁻¹;

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 750}{30} = 78,5 \text{ с}^{-1}$$

Линейная скорость, которая необходима для семян определяется по следующей формуле:

$$\nu = \omega \cdot R; \quad (2.5)$$

где $R=0,800$ – радиус ротора, м.

$$v = 78,5 \cdot 0,8 = 62,8 \text{ м/с}$$

Фактическая скорость, которая придается семенам определяется по следующей формуле:

$$v_{\phi} = v \cdot \alpha \cdot \beta; \quad (2.6)$$

где α – коэффициент, учитывающий потери при трении о бросковый вентилятор ($\alpha=0,7$);

β – коэффициент, учитывающий потери при трении зерна между собой ($\beta=0,8$).

$$v_{\phi} = 62,8 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 35,16 \text{ м/с}$$

Исходя из этого, можно определить время, за которое одно семя преодолеет расстояние от центра броскового вентилятора до вращающейся деки по следующей формуле:

$$t = \frac{S_{np}}{v_{\phi}}; \quad (2.7)$$

$$t = \frac{0,45}{35,16} = 0,012 \text{ с}$$

Определим площадь броскового вентилятора по следующей формуле:

$$S_{\text{диска}} = \pi \cdot R^2; \quad (2.8)$$

$$S_{\text{диска}} = 3,14 \cdot 0,8^2 = 2 \text{ м}^2$$

Далее определим площадь, которую занимает одно семя:

$$S_{1\text{зерна}} = \pi \cdot R^2; \quad (2.9)$$

где R – средний радиус зерна, м

Из справочных данных [3] принимаем средний диаметр зерна 4 мм, следовательно $R=0,002 \text{ м}$.

$$S_{1\text{зерна}} = 3,14 \cdot 0,002^2 = 0,0000125 \text{ м}^2$$

Следовательно, количество семян, которые могут находиться одновременно на бросковом вентиляторе, можно определить по следующей формуле:

$$Z_{зерен} = \frac{S_{диска}}{S_{1зерна}} \cdot \gamma; \quad (2.10)$$

где, γ – коэффициент, учитывающий неравномерность подачи зернового материала ($\gamma = 0,7$);

$$Z_{зерен} = \frac{2}{0,0000125} \cdot 0,7 = 56000 шт$$

Для определения пропускной способности разрабатываемой конструкции пневмомеханического шелушителя воспользуемся следующей формулой:

$$Q = m_{1зерна} \cdot Z_{зерен}; \quad (2.11)$$

где $m_{1зерна}$ – масса 1 зерна гречихи, кг;

Массу одного зерна гречихи определим из следующей формулы:

$$m_{1зерна} = \frac{m_{1000зерен}}{1000}; \quad (2.12)$$

где $m_{1000зерен}$ – масса 1000 зерен, кг (из справочника [3] выбираем $m_{1000зерен}=0,021$ кг);

$$m_{1зерна} = \frac{0,021}{1000} = 0,000021 кг$$

Отсюда следует, что пропускная способность будет равна:

$$Q = 0,000021 \cdot 56000 = 1,176 кг/с = 4233 кг/ч$$

Данный технологический расчет показал, что разрабатываемый пневмомеханический шелушитель имеет весьма не плохую производительность ($Q=4233$ кг/ч), то есть не уступает другим известным аналогичным шелушительным машинам такого же типа.

Определим затраты на электроэнергию разрабатываемой машины.

Затраты на электроэнергию определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_3 = N \cdot t_{см}, \quad (2.13)$$

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

N – мощность электродвигателя, кВт ($N_1=6$ кВт/ч).

$$\mathcal{E}_3 = 6 \cdot 8 = 48 \text{ кВт см.}$$

Расчетная производительность всей технологической линии рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_p = k \cdot Q_z \text{ т/сут}, \quad (2.1)$$

где Q_p – расчетная производительность технологической линии, т/сут;

k – коэффициент запаса, при переработке гречихи $k = 1,2$;

Q_z – заданная производительность технологической линии, т/сут.

$$Q_p = 1,2 \cdot 25 = 30 \text{ т/сут.}$$

Расчет вместимости всех загрузочных бункеров

Объем бункера для неочищенного зерна рассчитывают по следующей формуле:

$$V = \frac{Q_p \cdot \tau \cdot 1000}{24 \cdot \gamma \cdot K_u} \text{ м}^3, \quad (2.2)$$

где V – объем бункера, м³

Q_p – расчетная производительность технологической линии, т/сут;

τ – длительность нахождения исходного материала в бункере, ч (на 24-30 ч работы цеха);

γ – объемная масса продукта, кг/м³ (гречиха крупяная 500кг/м³);

K_u – коэффициент использования бункера ($K_u = 0,6$ при отношении высоты к ширине, равном 1).

$$V = \frac{30 \cdot 26 \cdot 1000}{24 \cdot 500 \cdot 0,6} = 10,8 \text{ м}^3.$$

Машина предварительной очистки МПО-50

Паспортная производительность - 50 т/час = 50·8= 400 т/сут

Потребляемая мощность - 7,5 кВт

Годовая производительность машины предварительной очистки определяется по следующей формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.3)$$

где $Q_{\text{сут.}}$ – суточная производительность машины предварительной очистки, т/сутки;

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 400 \cdot 50 = 20000 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии машины предварительной очистки за одну смену находим по следующей формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.4)$$

где N – мощность машины предварительной очистки, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 7,5 \cdot 8 = 60 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии машины предварительной очистки определяется по следующей формуле:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{см}} \cdot t, \quad (2.5)$$

где $N_{\text{см}}$ – мощность машины предварительной очистки, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 7,5 \cdot 16 = 120 \text{ кВт} \cdot \text{сутки.}$$

Устройство для гидротермической обработки зерна – 8,6 т/ч

Производительность – 8,6 т/ч = 6,6·8=52,8 т/сут

Мощность – 9,5 кВт

Годовая производительность устройства для ГТО определяется по формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.17)$$

где $Q_{\text{сут.}}$ – суточная производительность устройства для гидротермической обработки, т/сутки;

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 52,8 \cdot 50 = 2640 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии устройства для гидротермической обработки за одну смену находим по формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.18)$$

где N – мощность устройства для гидротермической обработки, кВт;
 t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 9,5 \cdot 8 = 76 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии устройства для гидротермической обработки определяем следующим образом:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{ср}} \cdot t, \quad (2.19)$$

где $N_{\text{ср}}$ – мощность устройства для гидротермической обработки, кВт
 t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 9,5 \cdot 16 = 152 \text{ кВт} \cdot \text{сутки}.$$

Пневмомеханический шелушитель

Производительность – $4,233 \text{ т/ч} = 4,233 \cdot 8 = 33 \text{ т/сут}$

Мощность – 6 кВт

Годовая производительность пневмомеханического шелушителя определяется по следующей формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.24)$$

где $Q_{\text{сут.}}$ – суточная производительность пневмомеханического шелушителя, т/сутки;

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 33 \cdot 50 = 1650 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии пневмомеханического шелушителя за одну смену определяем по следующей формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.25)$$

где N – мощность шелушителя, кВт;
 t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 6 \cdot 8 = 48 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии пневмомеханического шелушителя определяем по следующей формуле:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{ср}} \cdot t, \quad (2.26)$$

где $N_{\text{ср}}$ – мощность пневмомеханического шелушителя, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 6 \cdot 16 = 92 \text{ кВт} \cdot \text{сутки}.$$

Семяочистительная машина СВР-30

Производительность – 30 т/ч $= 30 \cdot 8 = 240$ т/сут

Мощность – 9 кВт

Годовая производительность семяочистительной машины определяется по формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.21)$$

где $Q_{\text{сут.}}$ – суточная производительность семяочистительной машины, т/сутки;

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 240 \cdot 50 = 12000 \text{ т}.$$

Расход электроэнергии семяочистительной машины за одну смену определяем по следующей формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.22)$$

где N – мощность семяочистительной машины, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 9 \cdot 8 = 72 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии семяочистительной машины определяем по следующей формуле:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{ср}} \cdot t, \quad (2.23)$$

где $N_{\text{ср}}$ – мощность семяочистительной машины, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 9 \cdot 16 = 144 \text{ кВт} \cdot \text{сутки}.$$

Крупоотделительная машина А1-БКО

Производительность – 3 т/ч = 3·8 = 24 т/сут

Мощность – 1,1 кВт

Годовая производительность крупотделительной машины определяется по следующей формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.24)$$

где $Q_{\text{сут.}}$ – суточная производительность крупотделительной машины, т/сутки;

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 24 \cdot 50 = 1200 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии крупотделительной машины за одну смену определяем по следующей формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.25)$$

где N – мощность крупотделительной машины, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 1,1 \cdot 8 = 8,8 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии крупотделительной машины определяем по следующей формуле:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{ср}} \cdot t, \quad (2.26)$$

где $N_{\text{ср}}$ – мощность крупотделительной машины, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 1,1 \cdot 16 = 17,6 \text{ кВт} \cdot \text{сутки.}$$

Потребляемая мощность всей технологической линии:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{мпо}} + N_{\text{гто}} + N_{\text{шз}} + N_{\text{см}} + N_{\text{км}} \quad (2.30)$$

где $N_{\text{про}}$ – мощность машины предварительной очистки, кВт;

$N_{\text{гто}}$ – мощность машины предварительной очистки, кВт;

$N_{\text{шз}}$ – мощность барабанной сушилки, кВт;

$N_{\text{см}}$ – мощность машины первичной очистки, кВт;

$N_{\text{кр}}$ – мощность шелушителя, кВт.

$$N_{\text{сут}} = 7,5 + 9,5 + 6 + 9 + 1,1 = 33,1 \text{ кВт}$$

2.3 Разработка мероприятий по улучшению безопасности жизнедеятельности и условий труда при предлагаемой технологии получения гречневой крупы

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.

Основой создания продовольственного фонда страны является зерно, поэтому повышение его производства и развитие последующей переработки в продукты питания являются весьма актуальными. Исследования многих ученых в области переработки зерновых культур в крупу, 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.

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 предлагаемой технологии получения гречневой крупы

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.

Основой создания продовольственного фонда страны является зерно, поэтому повышение его производства и развитие последующей переработки в продукты питания являются весьма актуальными. Исследования многих ученых в области переработки зерновых культур в крупу, 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 присущи зерну.

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 предлагаемой технологии получения гречневой крупы

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 нагнетатели. В частности, это имеет большое значение в связи с тем, что в крупных населенных пунктах чаще всего строятся мельницы и зерновые.

Основой создания продовольственного фонда страны является зерно, поэтому повышение его производства и развитие последующей переработки в продукты питания являются весьма актуальными. Исследования многих ученых в области переработки зерновых культур в крупу, 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 присущи зерну.

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.

2.7 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.

Основой создания продовольственного фонда страны является зерно, поэтому повышение его производства и развитие последующей переработки в продукты питания являются весьма актуальными. Исследования многих ученых в области переработки зерновых культур в крупу, 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.

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;

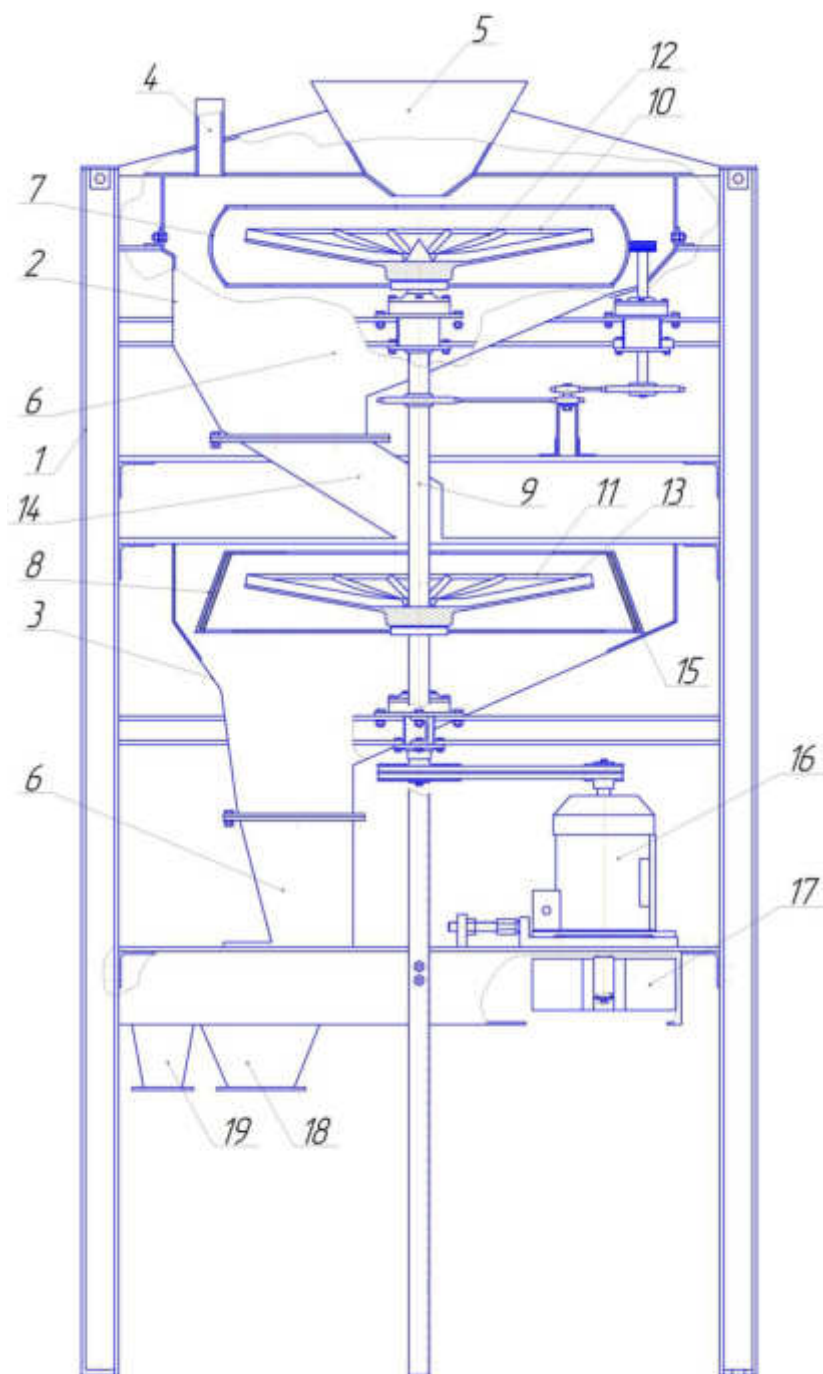
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Конструкторская разработка

Предлагаемая нами конструкция пневмомеханического шелушителя состоит из рамы 1, на которой установлен два сварных корпуса 2 и 3. Внутри сварного корпуса 3 в верхней части установлены аспирационный 4 и загрузочный патрубки 5. В нижней части корпуса смонтирована разгрузочная горловина 6. Рабочими механизмами пневмомеханического шелушителя являются деки 7 и 8, внутри которых вертикально установлен вал 9, на котором закреплены два вращающихся диска 10 и 11. Диски представляют собой бросковый вентилятор с лопастями 12 и 13. Соединительным элементом между верхним и нижним корпусом является воронка 14. Дека 7 представляет собой усечённую с двух сторон сферу. Дека 8 выполнена в виде усечённого конуса с большим основанием вниз. С боковых сторон на конической деке установлена резиновая поверхность 15. Вал с рабочими механизмами приводится в движение от электродвигателя 16. Отшелушённый продукт при помощи вентилятора 17, который закреплен на нижней стороне электродвигателя разделяется на ядрицу и оболочку в соответствующие бункера 18,19.

Основой создания продовольственного фонда страны является зерно, поэтому повышение его производства и развитие последующей переработки в продукты питания являются весьма актуальными. Исследования многих ученых в области переработки зерновых культур в крупу, 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.

На рисунке 3.1 изображена разработанная нами конструкция пневмомеханического шелушителя.



1–рама; 2–корпус; 3–корпус; 4–аспирационный патрубок; 5–загрузочный патрубок; 6–разгрузочная горловина; 7–сферическая дека; 8–коническая дека; 9–вал; 10–диск; 11–диск; 12–лопасти; 13–лопасти; 14–воронка; 15–резиновая поверхность; 16–электродвигатель; 17–вентилятор; 18–бункер; 19–бункер.

Рисунок 3.1 – Конструктивная схема пневмомеханического шелушителя

					ВКР 35.03.06.019.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Пневмомеханический шелушитель зерна крупяных культур работает по следующему принципу. Перерабатываемое зерно крупяных культур после гидротермической обработки поступает в загрузочный патрубок 5 корпуса 2 и направляется на первый рабочий диск 10 с лопастями 12. Попадая на первый рабочий диск 10, зерно под действием центробежных сил распределяется по всей его ширине и разгоняясь лопастями 12 срываясь ударяется о сферическую поверхность деки 7. Процесс разделения оболочки от ядра на первом этапе шелушения происходит в результате проскальзывания и трения продукта переработки по внутренней поверхности сферической деки. Далее отшелушенное зерно крупяных культур поступает на второй этап шелушения через воронку 14 на вращающийся второй рабочий диск 11 с лопастями 13.

На втором этапе шелушения зерно также разгоняется за счет центробежных сил и ударяется о резиновую поверхность конической деки 8. На данном этапе происходит окончательное мягкое шелушение продукта. Отшелушенное зерно выгружается через разгрузочную горловину 6 и попадает в полость действия вентилятора 17, который разделяет отшелушенный продукт на ядрицу, сечку и шелуху.

3.2 Расчет конструктивных параметров предлагаемой конструкции пневмомеханического шелушителя

Произведем подбор и расчет клиноременной передачи для электродвигателя со шкивами. Для подбора ремней необходимо определить их передаточное отношение. Передаточное отношение определяется исходя из частот вращения ведущего и ведомого шкивов. Исходя из технологических расчетов было определено, что частота вращения ведущего шкива 1450 об/мин, частота вращения ведомого шкива 750 об/мин.

					ВКР 35.03.06.019.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

По принятым параметрам передаточное отношение ременной передачи определяется по следующей формуле:

$$u = \frac{n_1}{n_2}; \quad (3.1)$$

где n_1 - частота вращения ведущего шкива, об/мин;

n_2 - частота вращения ведомого шкива, об/мин;

$$u = \frac{1450}{750} = 1,9$$

После определения передаточного отношения подбираем диаметр ведущего шкива D_1 по ГОСТу из стандартного ряда [8], $D_1=60$ мм.

Диаметр ведомого шкива D_2 определяется по следующей формуле:

$$D_2 = uD_1(1 - \lambda); \quad (3.2)$$

где λ - коэффициент скольжения ($\lambda=0,01$);

$$D_2 = 1,9 \cdot 60 \cdot (1 - 0,01) = 112 \text{ мм}$$

По ГОСТу из стандартного ряда [4] подбираем диаметр ведомого шкива $D_2=120$ мм.

Окружная скорость подобранного ремня можно определить по следующей формуле:

$$v = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60}; \quad (3.3)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,060 \cdot 1450}{60} = 4,55 \text{ м/с}$$

Минимальное межосевое расстояние определяется по следующей формуле [9]:

$$a_{\text{мин}} = 0,55 \cdot (D_1 + D_2) + h; \quad (3.4)$$

где h - высота , ($h=7$ мм);

D_1 - диаметр ведущего шкива мм;

D_2 - диаметр ведущего шкива, мм.

					ВКР 35.03.06.019.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

$$a_{\text{мин}} = 0,55 \cdot (60 + 120) + 7 = 106$$

По ГОСТу принимаем ближайшее стандартное значение $a_{\text{мин}} = 110$ мм.

Длина выбранного ремня определяется по следующей формуле [8]:

$$L_p = 2 \cdot a + \frac{\pi \cdot (D_1 + D_2)}{2} + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot a}; \quad (3.5)$$

$$L_p = 2 \cdot 106 + \frac{3,14 \cdot (60 + 120)}{2} + \frac{(120 - 60)^2}{4 \cdot 106} = 504 \text{ мм}$$

По ГОСТу подбираем наиболее ближайшее значение длины выбранного ремня [4], $L = 510$ мм.

Исходя из полученных параметров находим окончательное межосевое расстояние между валами по следующей формуле:

$$a = 0,25 \cdot \left[(L - \omega) + \sqrt{(L - \omega)^2 - 8 \cdot y} \right]; \quad (3.6)$$

где

$$\omega = \frac{\pi \cdot (D_1 + D_2)}{2}; \quad (3.7)$$

$$y = \frac{(D_2 - D_1)^2}{4}; \quad (3.8)$$

Тогда:

$$\omega = \frac{3,14 \cdot (60 + 120)}{2} = 282 \text{ мм}$$

$$y = \frac{(120 - 60)^2}{4} = 900 \text{ мм}$$

По полученным данным находим окончательное межосевое расстояние:

$$a = 0,25 \cdot \left[(504 - 282) + \sqrt{(504 - 282)^2 - 8 \cdot 900} \right] = 276 \text{ мм.}$$

					ВКР 35.03.06.019.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

Угол обхвата ведомого шкива можно определить по следующей формуле [8]:

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} \cdot 57^\circ; \quad (3.9)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{120 - 60}{276} \cdot 57^\circ = 168^\circ;$$

$$\alpha_1 > [\alpha] = 90^\circ,$$

$$168 > [\alpha] = 90^\circ,$$

Число пробегов ремня по шкиву можно определить по следующим зависимостям:

$$\Pi = \frac{\vartheta}{L_p} \leq [\Pi]; \quad (3.10)$$

где ϑ - окружная скорость ременной передачи, м/с;

L_p - длина выбранного ремня, м;

$[\Pi]$ - число пробегов ремня по шкиву, об/с (для клиновых ремней $[\Pi] \leq 15$ об/с).

$$\Pi = \frac{4,55}{0,51} = 8,9 \text{ об/с}$$

$$\Pi \leq [\Pi];$$

$$8,9 \leq 15;$$

следовательно, условие выполняется.

Расчётная мощность, которая передается одним ремнём на вал, исходя из номинальных условий, что номинальная мощность для выбранного ремня $P_0=2,2$ кВт (берется из по ГОСТу из справочника [8]), а исходная номинальная длина 510 мм.

$$P_p = P_0 \frac{C_\alpha C_L}{C_p}; \quad (3.11)$$

					ВКР 35.03.06.019.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

где C_α – коэффициент угла обхвата ($C_\alpha = 0,90$);

C_L - коэффициент длины ремня ($C_L=0,86$);

C_p - коэффициент динамичности режима работы ($C_p=1,0$).

$$P_p = 2,2 \cdot \frac{0,90 \cdot 0,86}{1,0} = 1,7 \text{ кВт};$$

Необходимое количество ремней можно определить по следующей формуле [8]:

$$Z = \frac{P}{C_z \cdot P_p}; \quad (3.13)$$

где C_z - коэффициент, который учитывает количество ремней ($C_z=0,9$);

$$Z = \frac{2,2}{0,9 \cdot 1,7} = 1,5$$

Принимаем число ремней $z=2$.

Сила натяжения одного шкива ремнем определяется по следующей формуле:

$$F_o = \frac{0,85 \cdot P \cdot C_p \cdot C_z}{Z \cdot \vartheta \cdot C_a} + \vartheta \cdot \vartheta^2; \quad (3.14)$$

где ϑ - коэффициент, учитывающий влияние центробежных сил (для ремней сечения О $\vartheta=0,1$).

$$F_o = \frac{0,85 \cdot 2200 \cdot 1,0 \cdot 0,9}{2 \cdot 4,55 \cdot 0,90} + 0,1 \cdot 4,55^2 = 207 \text{ Н}$$

Исходя из силы натяжения, определяем нагрузки на валы и опоры по следующей формуле:

$$R = 2 \cdot F_o \cdot Z \cdot \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right); \quad (3.15)$$

$$R = 2 \cdot 207 \cdot 2 \cdot \sin\left(\frac{168}{2}\right) = 819 \text{ Н}$$

					ВКР 35.03.06.019.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

После определения параметров ремней и шкивов подбираем электродвигатель пневмомеханического шелушителя.

Для подбора электродвигателя в начале определяют частоту вращения приводного вала по следующей формуле:

$$n_{\text{эл.дв.}} = n_2 \cdot u; \quad (3.16)$$

где n_2 – частота вращения ведомого вала, об/мин,

u – передаточное отношение ременной передачи.

$$n_{\text{эл.дв.}} = 750 \cdot 1,9 = 1425 \text{ об/мин.}$$

По полученным данным по ГОСТу из справочника [10] выбираем электродвигатель марки АИС90L4 с мощностью $N_{\text{эл.дв.}}=6$ кВт и частотой вращения 1500 об/мин.

3.3 Расчет болтовых соединений корпуса и его соединительных узлов

Расчет будет производиться для болтов, которые будут использоваться для крепления узлов машины к корпусу и раме.

Для крепления узлов и деталей машины к корпусу и раме используется более 50 болтов. При этом на болты будет действовать сила $F=1 \dots 3$ кН. По исходным данным необходимо определить диаметр болтов.

Для болтовых соединений с неконтролируемой затяжкой, можно принять коэффициент запаса прочности до $[S_T=5 \dots 7]$, чтобы наружный диаметр резьбы находится в интервале 4...18 мм. Предел текучести подбираемого болта равен: $\sigma_T=200 \dots 300$ н/мм².

Допускаемое напряжение на растяжение болта можно определить по следующей формуле [6]:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S_T]}; \quad (3.17)$$

где $[\sigma_p]$ - допускаемое напряжение растяжения. Н/мм²;

					ВКР 35.03.06.019.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

σ_T – предел текучести, Н/мм²;

$[S_T]$ - коэффициент запаса прочности.

$$[\sigma_p] = \frac{250}{6} = 416 \text{ Н/мм}^2;$$

Далее по ГОСТу принимаем коэффициент запаса прочности на сдвиг $K=1,6$ и коэффициент трения $f=0,16$.

Силу необходимую для затяжки болтового соединения определяем по следующей формуле [6]:

$$F_0 = \frac{F \cdot K}{f \cdot i \cdot z}; \quad (3.18)$$

где K – коэффициент запаса по сдвигу деталей;

F_0 – внешняя сила, кН;

f – коэффициент трения;

i – число стыков;

z – число болтов.

$$F_0 = \frac{2 \cdot 1,6}{0,16 \cdot 10 \cdot 50} = 4 \text{ кН};$$

Расчетная сила для затягивания болтов определяется следующим образом [6]:

$$F_{\text{расч}} = 1,3 \cdot F_0; \quad (3.19)$$

$$F_{\text{расч}} = 1,3 \cdot 4 = 5,2 \text{ кН}$$

Предварительный диаметр резьбы можно определить следующим образом [6]:

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{расч}}}{\pi \cdot [\sigma]_p}}; \quad (3.20)$$

где d_p – расчетный диаметр резьбы, мм;

$F_{\text{расч}}$ – расчетная сила затяжки болтов, кН;

$[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение растяжения, Н/мм².

					ВКР 35.03.06.019.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 5,2 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 41}} = 12,7 \text{ мм};$$

Принимаем болт с резьбой М 12 с шагом Р=1,75 мм.

Проверим правильность выбора болта по следующей зависимости:

$$d_p = d - 0,94 \cdot P > 10,1; \quad (3.21)$$

					ВКР 35.03.06.019.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.		№ докум.	Подпись	Дат		

3.4 Экономическое обоснование конструкции пневмомеханического шелушителя

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_r – 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	Крышка корпуса	20	1	20
2	Загрузочная горловина	5	1	5
3	Разбрасывающие диски	12	2	24
4	Рама	30	1	30
5	Опора	20	2	40
6	Опора	15	3	45
7	Верхняя дека	12	1	12
8	Нижняя дека	10	1	10
9	Выгрузные бункера	12	2	24
7	Опора для шестерни	5	1	5
8	Корпус	33	1	35
Итого:				250

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 М17	18	0,027	0,486	55	990
2	Болты М14	14	0,025	0,35	52	728
3	Болты М10	12	0,02	0,24	50	600
4	Болты М12	16	0,02	0,32	50	800
5	Болты М8	1	0,015	0,015	32	32
6	Болты М10	3	0,018	0,054	40	120
7	Болты М14	1	0,025	0,025	55	55
8	Болты М8	4	0,015	0,060	32	128
9	Болты М12	4	0,02	0,08	50	200
10	Болты М10	4	0,018	0,072	40	160
11	Болты М10	4	0,018	0,072	40	160
12	Болты М10	1	0,018	0,018	40	40
13	Гайка М17	18	0,01	0,18	20	360
14	Гайка М14	14	0,01	0,14	20	280
15	Гайка М12	16	0,01	0,16	20	320
16	Гайка М14	1	0,01	0,01	20	20
17	Гайка М8	4	0,01	0,04	20	80
18	Гайка М12	4	0,01	0,04	20	80
19	Гайка М10	4	0,01	0,04	20	80
20	Гайка М10	4	0,01	0,04	20	80
21	Штифт	2	0,05	0,1	100	200
22	Звёздочка ведомая	2	3	6	200	400
23	Звёздочка ведущая	2	4	8	250	500
24	Шкив ведущий	1	3,5	3,5	1500	1500
25	Шкив ведомый	1	5	5	1600	1600
26	Шайбы	81	0,005	0,405	15	1215
27	Гровер	1	0,01	0,01	50	50
28	Шпонка	3	0,018	0,054	30	90
29	Шпонка	4	0,015	0,060	30	120
30	Электродвигатель	1	20	20	15000	15000
31	Крышка подшипника	4	1	4	1200	4800
32	Крышка подшипника	6	1	6	1100	6600
33	Подшипник шариковый	4	0,3	1,2	600	2400
34	Подшипник конический	6	0,25	1,5	300	1800

Продолжение таблицы 3.4.2

35	Манжета	6	0,005	0,03	50	300
36	Манжета	12	0,005	0,06	50	600
37	Ремень	2	0,2	0,4	200	400
38	Цепь	2	0,6	1,2	500	1000
39	Ролик	1	1	1	500	500
40	Вал	1	10	1	600	600
41	Винт	8	0,02	0,16	70	560
42	Винт	12	0,02	0,24	70	840
43	Вентилятор	1	5	5	1000	1000
Итого:			82		46938	

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

$$G = (250 + 82) \cdot 1,05 = 348 \text{ кг}$$

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. ($C_{\text{м}} = 0,68 \dots 0,95$);

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

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

$$C_{\text{в}} = [250 \cdot (0,15 \cdot 1,5 + 0,8) + 46938] \cdot 1,25 = 58992 \text{ руб}$$

3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные.

Таблица 3.4.3 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	348	300
Балансовая стоимость, руб.	58992	65000
Потребная мощность, кВт	6	7,5
Часовая производительность, кг/ч	1814	1500
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	80	80
Норма амортизации, %	12,5	12,5
Норма затрат на ремонт ТО, %	10	10
Годовая загрузка конструкции, ч	1000	1000

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

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

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

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

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; кг/ч.

Подставив значения в формулу (3.4.3) получим:

$$\mathfrak{E}_e^0 = \frac{7,5}{1,5} = 5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ч}$$

$$\mathfrak{E}_e^1 = \frac{6}{1,8} = 3,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ч}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

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

где G – масса конструкции, кг;

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

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

$$M_e^0 = \frac{300}{1,5 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,02 \text{ кг/т}$$

$$M_e^1 = \frac{348}{1,8 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,019 \text{ кг/т}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

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

где $C_б$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_e^0 = \frac{65000}{1,5 \cdot 1000} = 43 \text{ руб./кг}$$

$$F_e^1 = \frac{58992}{1,8 \cdot 1000} = 32 \text{ руб./кг}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

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

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_e^1 = \frac{1}{1,8} = 0,55 \text{ чел} \cdot \text{час/кг}$$

$$T_e^0 = \frac{1}{1,5} = 0,66 \text{ чел} \cdot \text{час/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

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

где $C_{зн}$ – затраты на оплату труда, руб/кг;

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

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

A – амортизационные отчисления, руб/кг.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

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

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{зн}^1 = 100 \cdot 0,55 = 55 \text{ руб/кг}$$

$$C_{зн}^0 = 100 \cdot 0,66 = 66 \text{ руб./кг}$$

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.

$$C_э^1 = 2,8 \cdot 3,3 = 9,24 \text{ руб./кг}$$

$$C_э^0 = 2,8 \cdot 5 = 14 \text{ руб./кг}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{рто} = \frac{C_{\delta} \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.4.10)$$

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

Полученные значения подставим в формулу 3.4.10:

$$C_{рто}^1 = \frac{58992 \cdot 10}{100 \cdot 1,8 \cdot 1000} = 3,27 \text{ руб./кг}$$

$$C_{рто}^0 = \frac{65000 \cdot 10}{100 \cdot 1,5 \cdot 1000} = 4,33 \text{ руб./кг}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_{\delta} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.4.11)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A^1 = \frac{58992 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,8 \cdot 1000} = 4,09 \text{ руб./кг}$$

$$A^0 = \frac{65000 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,5 \cdot 1000} = 5,41 \text{ руб./кг}$$

Полученные значения подставим в формулу 3.4.7:

$$S_{\text{экс}}^1 = 55 + 9,24 + 3,27 + 4,09 = 71,6 \text{ руб./кг}$$

$$S_{\text{экс}}^0 = 66 + 14 + 4,33 + 5,41 = 89,74 \text{ руб./кг}$$

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.

$$C_{\text{прив}}^1 = 71,6 + 0,1 \cdot 32 = 74,8 \text{ руб./кг}$$

$$C_{\text{прив}}^0 = 89,74 + 0,1 \cdot 43 = 94,04 \text{ руб./кг}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (89,74 - 71,6) \cdot 1,8 \cdot 1000 = 32652 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

$$E_{\text{год}} = (94,04 - 74,8) \cdot 1,8 \cdot 1000 = 34632 \text{ руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.4.15)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{58992}{32652} = 1,8 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

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

$$E_{эф} = \frac{32652}{58992} = 0,55$$

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	1,5	1,8	120
2	Фондоёмкость процесса, руб./кг	43	32	74
3	Энергоёмкость процесса, кВт./кг	5	3,3	66
4	Металлоёмкость процесса, кг/т	0,020	0,019	95
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/кг.	0,66	0,55	83
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./кг	89,74	71,6	75
7	Уровень приведённых затрат, руб./кг.	94,04	74,8	78
8	Годовая экономия, руб.	32652		
9	Годовой экономический эффект, руб.	34632		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,8		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,55		

Как видно из таблицы 3.4.4 спроектированная конструкция пневмомеханического шелушителя является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 2 годам и коэффициент эффективности равен: 0,55.

3.5 Техника безопасности при эксплуатации пневмомеханического шелушителя

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

Эффективность технологических процессов производства крупы определяется уровнем использования зерна и электроэнергии, а также качеством вырабатываемой крупы. На эффективность переработки зерна в крупу оказывают влияние технические конструкции и технологические свойства перерабатываемого зерна, структура и режимы работы.

В процессе разработки технологии и конструкции установки, были использованы все необходимые агротехнические требования к качеству получения гречневой крупы.

Внедрение предлагаемой технологии может дать большой экономический эффект и может быть применено на любом перерабатывающем предприятии.

Предлагаемая установка, имеющая простоту конструкции и малую себестоимость 34632 руб. и в тоже время достаточно высокую производительность – 1,8 т/ч, меньшие затраты электроэнергии, по сравнению с другими аналогичными машинами, может быть приобретена и использоваться практически любым хозяйством.

По технико-экономическим расчетам срок окупаемости данной установки 1,8 года, соответственно коэффициент эффективности капитальных вложений равен 0,55, что показывает экономическую целесообразность ее приобретения и применения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгариев Г.Г., М. «Анализ хозяйственной деятельности»: учебник / Г. Булгариев – М.: В.Ш., 2010.
2. Мерко, И.Т. Технология мукомольного и крупяного производства, И.Т. Мерко – М: Агропромиздат, 1985.-288с.
3. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 559 с., ил.
4. Ерохин, М. Проект и расчет ПТМ с/х назначения / М. Ерохин – М Колос, 1999.
5. Чернавский, С.А. Проектирование механических передач. / С.А, Чернавский, Г.А. Снесарев, Б.С. Козинцов – М, Машиностроение, 1984.-560с.
6. Бутковский, В.А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства / В.А Бутковский, Е.М Мельников – М.: Агропромиздат, 1989.-463с.
7. Оборудование для производства муки и крупы: Справочное пособие А.Б. Демский. – М.: Агропромиздат, 1990.-349с.
8. Демский, А.Б. Справочник по оборудованию зерноперерабатывающих предприятий / А.Б. Демский, М.А. Борискин, Е.В. Гомаров и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980.-383 с.
9. Холодидин А.Н.. 1804905 СССР, Шелушитель зерна / Дегтяренко Г.Н., Вертяков Ф.Н., Дегтяренко А.П., Михалев В.Н – опубл. 30.03.93. Бюл. №12.
10. Холодидин А.Н. 1648551 СССР, Шелушитель / Вертяков Ф.Н., Михалев В.Н., Ефанов А.М., Васильев А.П., Кобыляцкий В.И., Худяков В.Ю. – опубл. 15.05.91. Бюл. №18.
11. Давлетшин Н.Г. 2068734 Россия, Устройство для шелушения зерна / Фасхиев Х.А., Павленко П.Д. – опубл. 10.11.96. Бюл. №31.

12. Тишанинов Н.П. 1768275 СССР, Устройство для шелушения зерна / Цебоев Э.А. – опубл. 15.10.92. Бюл. №38.
13. Козьмина Е.П. Технологические свойства сортов крупяных и зернобобовых культур – М.: Колос, 1981.-176 с.
14. Гринберг Е.Н. Производство крупы / Е.Н. Гринберг – М.: Агропромиздат, 1986.-174 с.
15. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ «Школа», 2004. – 144с.
16. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. – 14-е изд., перераб. и доп. / Под ред. Г.Н.Поповой. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 416с., ил.
17. Акылбеков А. 1323120 СССР, Устройство для шелушения зерна / Алимпиев Л.Н., Джиенкулов С.А., Суюнчалиев Р.С. – опубл. 15.07.87. Бюл. №26.
18. Нуруллин, Э.Г. Способы шелушения крупяных культур./ Информационный листок № 97-99. Татарский центр научно-технической информации. /Э.Г. Нуруллин, А.В. Дмитриев. - Казань.- 1999 г.
19. Нуруллин, Э.Г. Основные направления развития машин для шелушения крупяных культур и их классификация. // Труды Казанской государственной академии (раздел: технические науки), Том 70. /Э.Г. Нуруллин, А.В. Дмитриев.- Центр оперативной печати, Казань.- 2002. с. 140-144.
20. Краснощекова, Г.А. Экономика, организация и планирование производства на предприятиях хранения и переработки зерна. - 2-е изд., перераб. и доп. /Г.А. Краснощекова, Т.В. Редькина. - М.: Агропромиздат, 1991. 305 с.
21. Гросул Л.И. А.С. 1412803 СССР, Устройство для шелушения, шлифования и полирования зерна. / Л.И. Гросул, В.Ф., И.Р. Дударев и др. –опубл. 30.07.88. Бюл. №28.

22. Мельников Е.М. А.С. 1321463 СССР, Устройство для шелушения зерна / Е.М. Мельников, А..П. Берестов – опубл. 07.07.87. Бюл. №25.
23. Оборудование для производства муки и крупы: Справочное пособие А.Б. Демский. – М.: Агропромиздат, 1990.-349с.
24. Галицкий Р.Р. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий. - 3-е изд., доп. и перераб. /Р.Р. Галицкий. - М.: Агропромиздат, 1990. - 270 с.