

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 переработки зерна в крупу с разработкой устройства для гидротермической обработки»

Шифр 35.03.06.021.20

Студент группы Б261-04


подпись

Мадьяров А.Ф.
Ф.И.О.

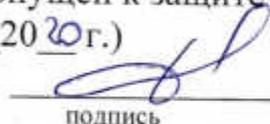
Руководитель к.т.н., доцент
ученое звание


подпись

Дмитриев А.В.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 12 от 17. 06 2020 г.)

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


подпись

Хамидуллин А.В.
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


« 07 » апреля 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Мадьярову Айрату Финарисовичу

Тема ВКР Совершенствование технологии переработки зерна в крупу с разработкой устройства для гидротермической обработки

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 зерна в крупу и разработка новой технологии с учетом недостатков существующих; анализ современных конструкций устройств для гидротермической обработки; разработка схемы и конструкции устройства для гидротермической обработки зерна с учетом недостатков существующих; технологические и конструктивные расчеты предложенных технологии и конструкции; разработка мероприятий по охране окружающей среды; разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности; технико-

экономическая оценка разработанного устройства для гидротермической обработки зерна.

5. Перечень графических материалов: Анализ существующих технологий переработки зерна в крупу с использованием гидротермической обработки (1 лист); предлагаемая технология переработки зерна с использованием гидротермической обработки (1 лист); существующие конструкции устройств для гидротермической обработки (1 лист); конструкторская часть (3 листа).

6. Консультанты по ВКР

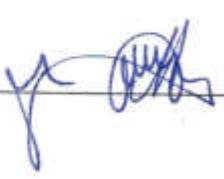
Раздел (подраздел)	Консультант

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  (А.Ф. Мадьяров)

Руководитель ВКР  (А.В. Дмитриев)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Мадьярова Айрата Финарисовича выполненную на тему «Совершенствование технологии переработки зерна в крупу с разработкой устройства для гидротермической обработки».

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 технологий переработки зерна в крупу и существующих устройств для гидротермической обработки зерна. 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 разрабатывается конструкция устройства для гидротермической обработки. Описана схема работы приспособления, выполнены конструктивные расчеты. Разработана инструкция по безопасной работе с устройством. Дано технико-экономическое обоснование целесообразности применения пропаривателя зерна крупяных культур.

Пояснительная записка завершается заключением и списком использованной литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	
1.1 Общие сведения.....	
1.2 Анализ существующих технологий гидротермической обработки зерна...	
1.2.1 Способ гидротермической обработки зерна крупяных культур с использованием побочных продуктов их переработки по патенту №2492697...	
1.2.2 Способ гидротермической обработки зерна крупяных культур по патенту № 2586898.....	
1.3 Анализ существующих конструкций для гидротермической обработки зерна.....	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Предлагаемая технологическая линия гидротермической обработки зерна.	
2.2 Технологические расчёты.....	
2.3 Разработка мероприятий по улучшению безопасности жизнедеятельности и условий труда при использовании предлагаемой технологии гидротермической обработки зерна.....	
2.4 Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при использовании предлагаемой технологии гидротермической обработки зерна.....	
2.5 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при использовании предлагаемой технологии гидротермической обработки зерна.....	
2.6 Физическая культура на производстве.....	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	
3.1 Конструкторская разработка.....	
3.2 Конструктивные расчеты.....	
3.2.1 Выбор редуктора.....	
3.2.2 Подбор муфты.....	

3.2.3	Расчет шпонки приводного вала.....	.....
3.2.4	Расчёт прокладки фланца.....	.....
3.3	Расчет болтового соединения.....	.....
3.4	Экономическое обоснование конструкции устройства для гидротермической обработки зерна.....	.....
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 устройства для гидротермической обработки зерна .....	.....
	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 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.

Цель выполнения выпускной квалификационной работы состоит в том, что на основании изученного материала работы, разработать конструкцию пропаривателя зерна гречихи. 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

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 [1].

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 [2].

Одним из таких наиболее эффективных направлений, который повышает эффективность переработки зерна, является гидротермическая обработка, его основной задачей является улучшение технологических показателей зерна [3...11].

Кроме того, такая обработка зерна придаёт активность ферментации зерна, в результате чего происходят различные биохимические реакции, что позволяет одновременно увлажнять и подогреть зерно. В результате такого биохимического процесса происходит укрепление или ослабление клейковины, уменьшение зольности и улучшение его хлебопекарных свойств.

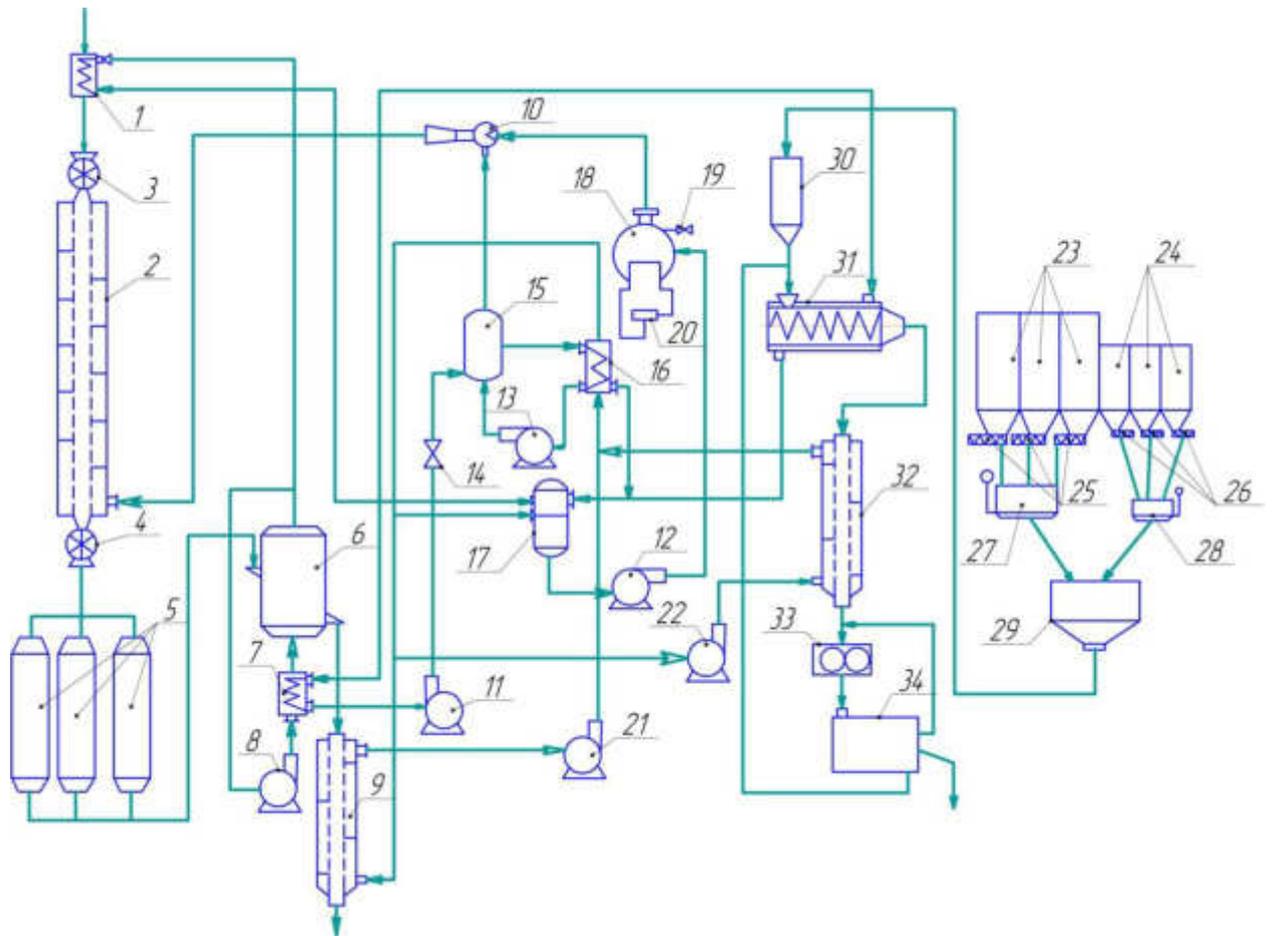
1.2 Анализ существующих технологий гидротермической обработки зерна

1.2.1 Способ гидротермической обработки 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 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.

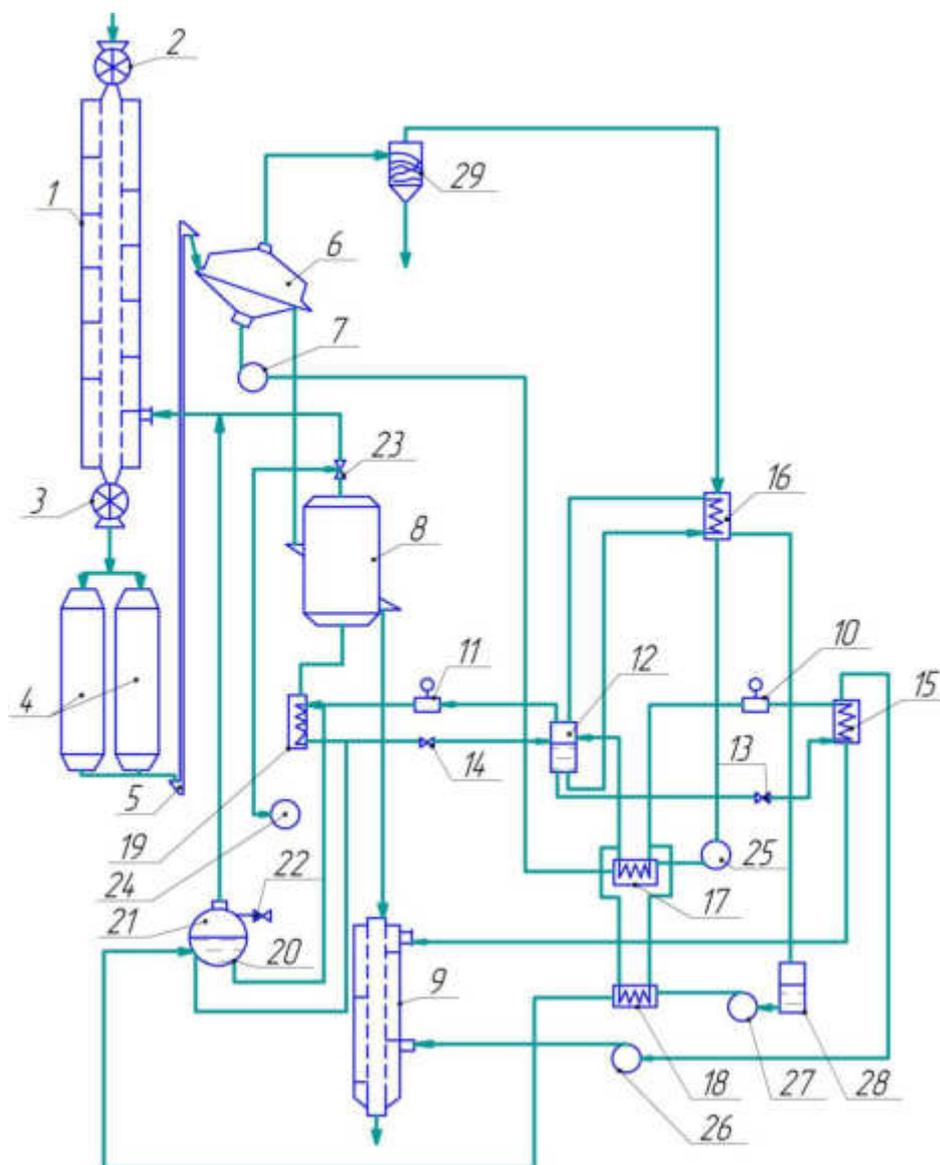
1.2.2 Способ гидротермической обработки зерна крупяных культур по патенту № 2586898

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 вентиль; 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 1.2 - 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.

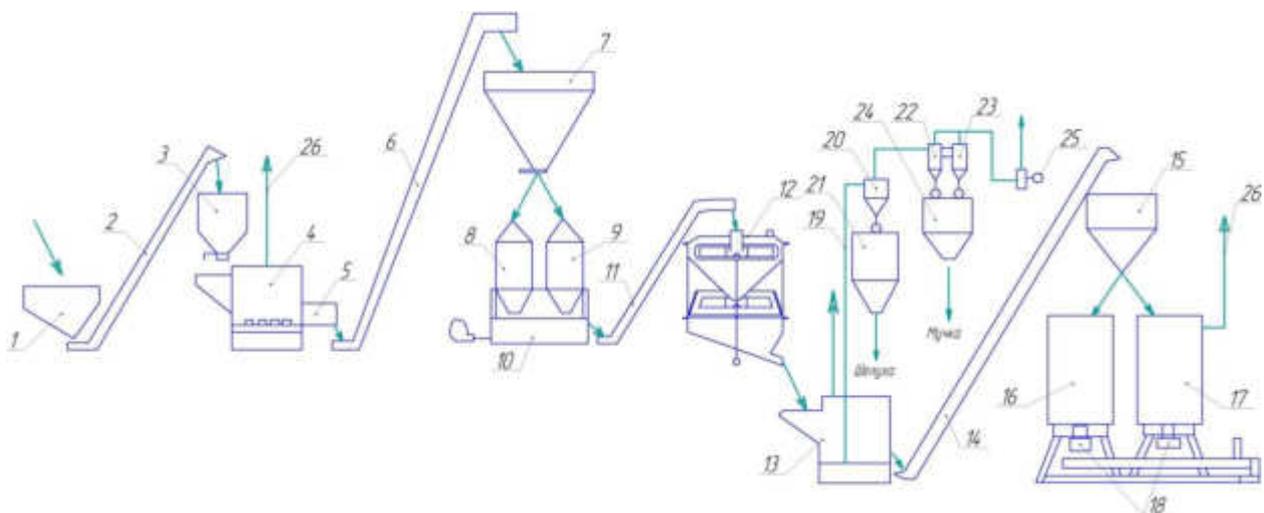
Охлаждение высушенного зерна осуществляют воздухом, охлажденным в испарителе 2-й ступени 15 теплового насоса за счет рекуперативного теплообмена при испарении хладагента, дросселируемого в испаритель 15.

1.2.3 Технологическая линия получения гречневой крупы

Технология переработки крупяных культур 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 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.

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.



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-батареиный циклон; 24-бункер; 25-вентилятор; 26-трубопровод.

Рисунок 1.3 –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 оборудованьями позволяют получить высококачественную крупу.

1.3 Анализ существующих конструкций для гидротермической обработки зерна

Одним из основных факторов, который придаёт зерну прочностные качества, является гидротермическая обработка. Как известно, такая обработка зерна позволяет влиять на ее технологические и физико-механические показатели, что в дальнейшем способствует более качественному шелушению и выходу готового продукта [1...3]. Исследования многих ученых в данной области позволяет сказать о том, что на сегодняшний день существует огромное количество конструкций и установок для тепловой обработки зерна, которые разделяются по следующим направлениям:

- кондиционирование зерна, которое делиться на холодное, горячее и скоростное;
- микронизация или обработка зерна инфракрасными лучами;
- ультрозвуковая обработка;

- обработка зерна одновременно влагой и теплом (влажно-тепловая обработка).

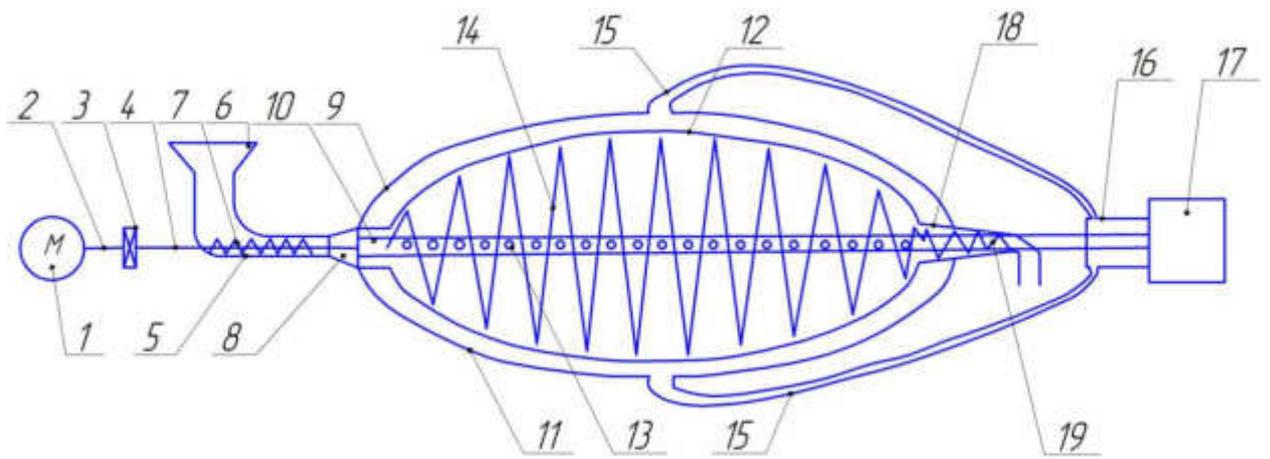
Обработка зерна холодным кондиционированием представляет собой безмашинную обработку зерна с увлажнением до оптимальной влажности и с последующим отволаживанием, что включает в себя пребывание зерна в закромах до проникновения влаги.

Кондиционирование зерна горячим паром представляет собой машинную обработку, в которой кроме процесса увлажнения и отволаживания применяется промежуточная тепловая обработка.

Кондиционирование зерна в скоростном режиме представляет собой обработку зерна паром с последующей мойкой в холодной воде.

Способ микронизации включает в себя обработку зерна при помощи инфракрасных волн. Особенность метода состоит в том, что зерно любой влажности по мере движения по конструкции устройства подвергается облучению инфракрасными волнами [5...9].

Рассмотрим устройство для пропаривания зерна по патенту №2699190 (рисунок 1.3) [12]. Устройство для пропаривания зерна содержит корпус с расположенным в нем парораспределителем. Корпус выполнен овальным в сечении, имеет внутреннюю парораспределительную рубашку с выходными отверстиями и перемешивающий шнек, установленный на полом валу, с выходными отверстиями для выхода пара. Витки у перемешивающего шнека выполнены разными по высоте и повторяющими форму овального корпуса. На входе в овальный корпус установлен запорный клапан. На выходе из овального корпуса конусный патрубок с конусным выгрузным шнеком выполняют функцию запорного клапана. Обеспечивается повышение качества пропаривания зерна за счет удаления застойных зон в рабочей области.



1 – электродвигатель; 2 – приводной вал; 3 – передаточная муфта; 4 – вал; 5 – загрузочный корпус; 6 – загрузочное отверстие; 7 – подающий шнек; 8 – запорный клапан; 9 – овалный корпус; 10 – полый вал; 11 – паровая рубашка; 12 – внутренне отверстие; 13 – отверстие для выхода пара; 14 – шнек; 15 – паропроводящий трубопровод; 16 – парораспределитель; 17 – парогенератор; 18 – выгрузной патрубок; 19 – конусный шнек.

Рисунок 1.3 – Устройство для пропаривания зерна по патенту №2699190

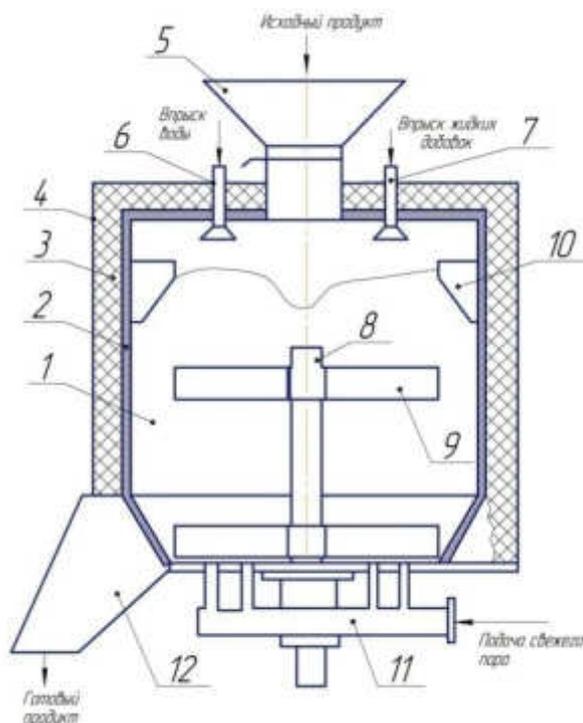
При этом, овалный корпус имеет паровую рубашку и внутренние отверстия для выхода пара, а по центру установлен пустотелый вал, имеющий отверстия для выхода пара, на пустотелом валу установлены шнековые навивки по высоте копирующие форму овалного корпуса позволяющие исключить образование застойных зон в рабочей области при перемешивании.

Устройство для пропаривания работает следующим образом. Электродвигатель 1 передает крутящий момент на приводной вал 2, через передаточную муфту 3 и валу 4, установленному в загрузочном корпусе 5. На валу 4 жестко закреплен подающий шнек 7. Зерно поступает через загрузочное отверстие 6 на подающий шнек 7 и перемещается к запорному клапану 8. При создании рабочего давления запорный клапан 8 открывается, и зерно поступает в овалный корпус 9 имеющий паровую рубашку 11 из которой пар через отверстия 12 подается внутрь овалного корпуса 9.

Выполнение овальным корпуса 9 и шнековых витков 14 по высоте, повторяющими форму овала корпуса 9, позволяет периодически изменять межзерновую плотность, что обеспечивает поступление пара к поверхности каждого индивидуального зерна. Вал 4 жестко соединен с полым валом 10, имеющего отверстия 13 для выхода пара во внутрь овального корпуса 9. При вращении полого вала 10 происходит вращение шнека 14, который перемешивает и перемещает зерно внутри овального корпуса 9 к выгрузному конусному патрубку 18. При перемещении зерна на него воздействует пар, поступающий из отверстий 12, который попадает в паровую рубашку 11 по пароподводящим трубопроводам 15 от парораспределителя 16 парогенератора 17. Кроме того, дополнительно пар поступает из отверстия 13 полого вала 10 соединенного с парораспределителем 16 парогенератора 17. Зерно прошедшее гидротермическую обработку через выгрузной конусный патрубок 18 выгрузным конусным шнеком 19 выводится из устройства, при этом выгрузной конусный шнек 19 выполняет функцию запорного клапана.

Рассмотрим следующую установку для гидротермической обработки зерна по патенту РФ 2280396 (рисунок 1.4) [13]. Установка содержит цилиндрическую рабочую камеру, внутри которой установлен загрузочный и выгрузной шлюз, вал с лопастями для разрыхления продукта переработки, систему трубопроводов для генерации и подвода тепла, устройства для подачи пара и систему электронного контроля.

Установка для гидротермической обработки зерна по патенту РФ 2280396 работает по следующему принципу. На первоначальном этапе работы машины включают рабочие нагревательные элементы 2. Как только в системе 1 создается достаточный температурный уровень, через загрузочную горловину 5 загружают определённый объем перерабатываемого продукта. После завершения загрузки включают электродвигатель, который придает вращение валу 8 с лопатками 9, которые разрыхляют слой перерабатываемого материала, обеспечивая тем движение горячего воздуха внутри камеры.

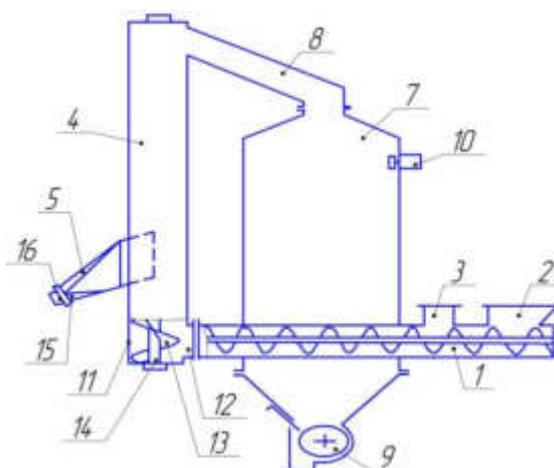


1 – рабочая камера; 2 – нагревательный элемент; 3 – термоизоляционная рабочая камера; 4 – защитный кожух; 5 – загрузочный шлюз; 6 – форсунка; 7 – форсунка; 8 – вал; 9-лопасти; 10 – завихритель потока; 11 – патрубок подачи пара; 12 – выгрузной шлюз.

Рисунок 1.4 – Установка для гидротермической обработки зерна по патенту РФ 2280396

Недостатком данной установки для гидротермической обработки зерна, является её узкое направление, а именно только скоростного кондиционирования зерна.

Пропариватель зерна по патенту № 1287936 (рисунок 1.5) содержит камеру пропаривания 7, верхняя часть которой соединена с вертикальным транспортирующим устройством 4 со шнеком 14. В нижней части устройства 4 выше загрузочного окна 12 установлено сопло 5, размещенное в зазоре между внутренней стенкой корпуса 11 и шнеком 14. Сопло 5 установлено под углом к горизонтальной плоскости, равным наклону винтовой линии шнека 4 в направлении его вращения [14].



1 – питающий конвейер; 2 – загрузочный бункер; 3 – аспирационный патрубок; 4 – вертикальное транспортирующее устройство; 5 – сопло; 6 – патрубок подвода пара; 7 – пропарочная камера; 8 – загрузочный патрубок; 9 – дозатор; 10 – датчик уровня зерна; 11 – корпус; 12 – загрузочное окно; 13 – витки; 14 – шнек; 15 – щель; 16 – нижняя кромка.

Рисунок 1.5 – Пропариватель зерна по патенту № 1287936

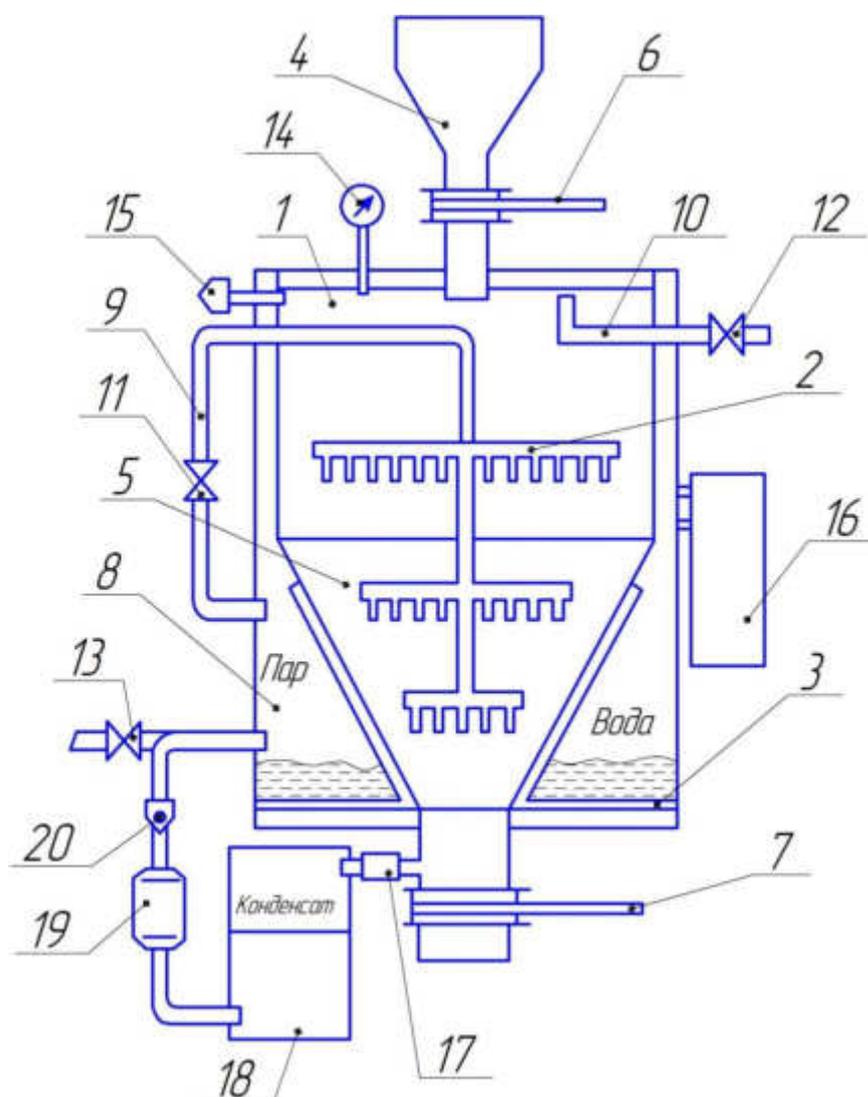
Пропариватель работает следующим образом. Зерно, подлежащее влаготепловой обработке, из накопительной емкости поступает из загрузочного бункера 2 в горизонтальный питающий конвейер 1 и подается через загрузочное окно в корпус 11 вертикального транспортирующего устройства 4. Одновременно из патрубка 6 через щель сопла 5 в корпус 11 вводится струя пара.

При подъеме зерна шнеком 14 вертикального транспортирующего устройства оно пронизывается потоком пара, движущегося в направлении расположения поверхности витков, при этом происходит активное перемещение зерна с паром, благодаря чему поверхность зерна быстро нагревается и увлажняется. Кроме того, струя пара, двигаясь по спирали в корпусе, способствует транспортированию зерна в камеру 7.

Пропариватель обеспечивает устойчивое выполнение технологического процесса и, следовательно, повышение производительности и технологическую надёжность пропаривания. Недостатком этой установки является низкое качество работы системы пропаривания.

Рассмотрим инновационный патент КЗ пропариватель для зерна №25544 (рисунок 1.6) [15].

Пропариватель для зерна содержит вертикальную рабочую камеру, расположенную внутри парообразователя, установленные внутри её змеевик с отверстиями для ввода пара в рабочее пространство и трубу сброса давления, приёмный и выгрузной патрубки с затворами, вентили, манометр, предохранительный клапан и пульт управления. Пропариватель отличается тем, что имеет конденсатоотводчик, накопительную ёмкость, насос и обратный клапан. Это обеспечивает использование значительного количества воды по замкнутому циклу.



1 – рабочая камера; 2 – змеевик; 3 – нагревательный блок, 4 – приемный патрубок;
5 – выгрузной патрубок; 6,7 – затворы; 8 – парообразователь; 9,10 – трубопровод;

11,12,13 – вентили; 14 – манометр; 15 – предохранительный клапан; 16 – пульт управления; 17 – конденсатоотводчик; 18 – накопительная ёмкость; 19 – насос; 20 – обратный клапан.

Рисунок 1.6 – Инновационный патент KZ пропариватель для зерна №25544

Недостатками этой конструкции являются длительность процесса, потребность громоздкого и сложного в эксплуатации оборудования, больших производственных площадей, повышенных энергозатрат, а также невысокая производительность.

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.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предлагаемая технологическая линия гидротермической обработки зерна крупяных культур

Предлагаемая технологическая линия (рисунок 2.1.) работает следующим образом. Зерно крупяных культур, для переработки на технологическую линию доставляются из складов и выгружаются в рабочие емкости 1, откуда гречиха дозировано взвешивается на весах 2 и направляется на предварительную обработку в сепараторы 2, где на ситах происходит его разделение на разные примеси. После сепаратора исходный продукт попадает в камнеотделитель 4, где разделяются минеральные примеси.

После камнеотделительной машины, зерно гречихи попадает в рассевы 5, где от него отделяются трудноотделимые примеси и сорные растения. Система рассевов представляет собой систему сит с тремя уровнями, круглые, продолговатые и треугольные. Таким образом, происходит процесс фракционирования, который позволяет более эффективно разделять зерно от примесей.

В процессе работы на уровне продолговатых отверстий происходит разделение мелких зерен перерабатываемой культуры, а на уровне треугольных отверстий, разделяется дикая редька и др.

После рассевов очищенный продукт попадает в аспиратор 6, в котором отделяются легкие примеси, а прошедшее дальше зерно на триерах-овсюгоотборниках 7 отделяются от длинных примесей. Отделенное от длинных примесей зерно накапливается в емкостях 8, которые установлены над устройством для гидротермической обработки.

Устройство для гидротермической обработки применяется для обработки зерна паром под давлением. Устройство для гидротермической

обработки представляет собой овальный сосуд, в котором технологический цикл повторяется по заданному циклу.

Прошедшее гидротермическую обработку зерно далее выгружается в кондиционную сушилку 10, которая позволяет нагревать за счет паровых труб. На данном этапе происходит доведение зерна до влажности 14%. Доведенное до оптимальной влажности зерно охлаждают в охладительных колонках 11 с температурой не 10⁰С.

После охладительной колонки зерно шелушат в шелушильных машинах. Данный этап необходим для отделения от ядра зерна его пленки. Отделенное ядро гречихи далее выгружается в калибровочную машину или рассев 12, где происходит его разделение на фракции.

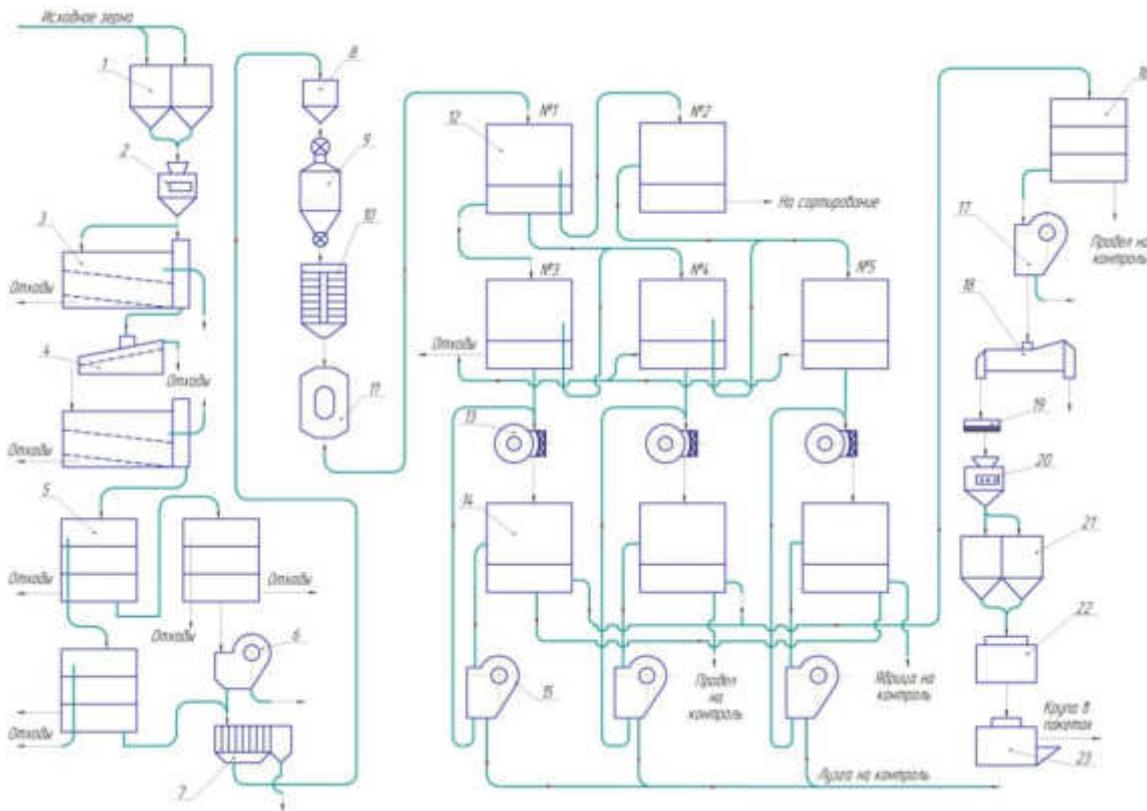
Разделение на фракции необходимо проводить с высокой точностью и эффективностью, так как для дальнейшего высеивания необходимо, чтобы в ней оставалось как можно меньше мелких частей.

Процесс калибрования на данном этапе считается очень важным, так как от его эффективности зависит количество нешелушенных зерен. Сам процесс шелушения в данной технологической линии производят в основном на вальцовых станках 13, методом сжатия и сдвига по абразивным поверхностям вальцов.

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-бункер; 2-автоматические весы; 3-воздушно-ситовый сепаратор; 4-камнеотделитель; 5-рассев; 6-аспиратор; 7-овсюгоотборник; 8-бункер; 9-установка для ГТО; 10-паровая сушилка; 11-охладительная колонка; 12-рассев; 13-валцедоковый станок; 14-бункер; 15-аспиратор; 16-рассев; 17-аспиратор; 18-падди-машина; 19-магнитный сепаратор; 20-весы; 21-силос; 22-фасовочная машина; 23-упаковочная машина.

Рисунок 2.1 – Предлагаемая технологическая линия гидротермической обработки зерна крупяных культур

Использование вальцедековых станков позволяет обеспечить малую дробимость составных частей зерна.

Дальнейшее сортирование шелушенного зерна происходит в отсевах 16, который позволяет разделить искомый продукт на 4...5 составных частей. При этом, недошелушенные семена, выгруженные сходом сит, после отделения от них лузги в аспирационных колонках 17 перенаправляются на повторное шелушение, обратно в вальцедековые станки.

Отделенная от мелких примесей на aspirаторе крупа, для отделения ядрицы пропускают через падди-машину 18 и соответственно через магнитный сепаратор 19.

Прошедшая через магнитный сепаратор крупа далее взвешивается на весах 10 и выгружается в силосы 20 для дальнейшего хранения.

2.2 Технологические расчеты

Объем рабочей камеры устройства для гидротермической обработки зерна определяется по следующей формуле:

$$V = q \cdot r \cdot 1000/24 \cdot m_v \cdot K_u, \text{ м}^3 \quad (2.1)$$

где: q - количество исходного продукта подаваемого в машину, т/ч;

r – время нахождения исходного продукта в машине, ч;

m_v - объемная масса исходного продукта, кг/м³;

K_u - коэффициент использования рабочей ёмкости машины.

$$V = 3,2 \cdot 0,16 \cdot 1000/24 \cdot 622 \cdot 0,85 = 0,15.$$

Общую вместимость рабочей камеры можно определить по следующей формуле:

$$E = V \cdot m_v/1000, \text{ т} \quad (2.2)$$

где: V - объем устройства для ГТО, м³;

m_v - объемная масса исходного продукта.

$$E = 0,15 \cdot 622/1000 = 0,31 \text{ т.}$$

Общая производительность устройства для гидротермической обработки зерна за 10 минут определяется следующим образом:

$$Q = \frac{E}{10}, \quad (2.3)$$

$$Q = \frac{310}{10} = 31 \text{ кг/мин}$$

Переводим значение производительности в т/час:

$$Q = 31 \cdot 1000/3600 = 8,6 \text{ т/ч}$$

Необходимая мощность для вращения вала устройства для ГТО определяется по следующей формуле:

$$N = \frac{Q}{\eta}, \quad (2.4)$$

где: Q-производительность устройства для ГТО, т/ч;

η – КПД устройства для ГТО.

$$N=8,6 / 0,9=9,5 \text{ кВт.}$$

Затраты на электроэнергию определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_z = N \cdot t_{\text{см}}, \quad (2.5)$$

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

N – мощность электродвигателя, кВт (N=7,5 кВт/ч).

$$\mathcal{E}_z = 9,5 \cdot 8 = 76 \text{ кВт см.}$$

Расчетная производительность всей линия определяется следующим образом:

$$Q_p = k \cdot Q_z \text{ т/сут}, \quad (2.6)$$

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

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

Q_z – заданная производительность всей линии, т/сут.

$$Q_p = 1,2 \cdot 15 = 18 \text{ т/сут.}$$

На первоначальном этапе технологической линии произведем расчет вместимости всех приемных бункеров.

Объем приёмных бункеров для исходного перерабатываемого продукта определяется по следующей формуле:

$$V = \frac{Q_p \cdot \tau \cdot 1000}{24 \cdot \gamma \cdot K_{и}} \text{ м}^3, \quad (2.7)$$

где V - объем приёмных бункеров, м^3

Q_p - расчетная производительность всей технологической линии, т/сут;

τ - длительность нахождения продукта в приёмном бункере, ч (на 24-30 ч работы технологической линии);

γ - объемная масса продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$ (гречиха крупная $500 \text{ кг}/\text{м}^3$);

$K_{и}$ - коэффициент использования бункера ($K_{и} = 0,6$ при отношении высоты к ширине, равном 1).

$$V = \frac{18 \cdot 24 \cdot 1000}{24 \cdot 500 \cdot 0,6} = 60 \text{ м}^3.$$

Воздушно-ситовый сепаратор А1-БМС-6

Паспортная производительность - 6 т/час = $6 \cdot 8 = 48$ т/сут

Потребляемая мощность - 5,05 кВт

Годовая производительность сепаратора определяется по формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.8)$$

где $Q_{\text{сут.}}$ - суточная производительность сепаратора, т/сутки;

T - количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 48 \cdot 62 = 2976 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии воздушно-ситового сепаратора за одну смену определяем следующим образом:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.9)$$

где N - мощность, сепаратора, кВт;

t - время, час.

$$N_{\text{см}} = 5,05 \cdot 8 = 40,4 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии воздушно-ситового сепаратора определяем следующим образом:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{см}} \cdot t, \quad (2.10)$$

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

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 5,05 \cdot 16 = 80,8 \text{ кВт} \cdot \text{сутки.}$$

Камнеотборник Р1-БКМ-6

Производительность – 6 т/ч = 6 · 8 = 48 т/сут

Мощность – 0,3 кВт

Годовая производительность камнеотделительной машины Р1-БКМ-6 можно определить следующим образом:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.11)$$

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 48 \cdot 62 = 2976 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии камнеотборника за одну смену находим по формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.12)$$

где N – мощность камнеотборника, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 0,3 \cdot 8 = 2,4 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии камнеотборника:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{ср}} \cdot t, \quad (2.13)$$

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

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 0,3 \cdot 16 = 4,8 \text{ кВт} \cdot \text{сутки.}$$

Аспирационная колонка А1-БКА

Производительность – 3,3 т/ч = 3,3 · 8 = 26,4 т/сут

Мощность – 0,4 кВт

Годовая производительность аспирационной колонки определяется по формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.14)$$

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 26,4 \cdot 62 = 1636 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии аспирационной колонки за одну смену находим по формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.15)$$

где N – мощность аспирационной колонки, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 0,4 \cdot 8 = 3,2 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии аспирационной колонки:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{см}} \cdot t, \quad (2.16)$$

где $N_{\text{см}}$ – мощность, аспирационной колонки, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 0,4 \cdot 16 = 6,4 \text{ кВт} \cdot \text{сутки.}$$

Триер - овсюгоотборник А9-УТ2О-6

Производительность – 6 т/ч = 6·8=48 т/сут

Мощность – 0,28 кВт

Годовая производительность установки определяется по формуле:

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

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 48 \cdot 62 = 2976 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии установки за одну смену находим по формуле:

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

где N – мощность триера, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 0,28 \cdot 8 = 2,24 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии триера:

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

где $N_{\text{ср}}$ – мощность триера, кВт

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 0,28 \cdot 16 = 4,48 \text{ кВт} \cdot \text{сутки.}$$

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 установки, т/сутки;

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 52,8 \cdot 62 = 3237 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии установки за одну смену находим по формуле:

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

где N – мощность установки, кВт;

t – время, час.

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

Суточный расход электроэнергии пропаривателя:

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

где $N_{\text{ср}}$ – мощность установки, кВт

t – время, час.

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

Паровая вертикальная сушилка ВС-8-49

Производительность – 0,7- 0,9 т/ч = 0,8·8=6,4 т/сут

Мощность – 0,5 кВт

Годовая производительность вертикальной сушилки определяется по формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.20)$$

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 6,4 \cdot 62 = 396 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии вертикальной сушилки за одну смену находим по формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.21)$$

где N – мощность вертикальной сушилки, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии вертикальной сушилки:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{ср}} \cdot t, \quad (2.22)$$

где $N_{\text{ср}}$ – мощность вертикальной сушилки, кВт

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 0,5 \cdot 16 = 8 \text{ кВт} \cdot \text{сутки.}$$

Охладительная колонка ОК

Производительность – 0,6 т/ч = 0,6·8=4,8 т/сут

Мощность – 1,2 кВт

Годовая производительность вертикальной сушилки определяется по формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.23)$$

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 4,8 \cdot 62 = 297 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии вертикальной сушилки за одну смену находим по формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.24)$$

где N – мощность, вертикальной сушилки, кВт

t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 1,2 \cdot 8 = 9,6 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии вертикальной сушилки:

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

где $N_{\text{см}}$ – мощность, вертикальной сушилки, кВт

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 1,2 \cdot 16 = 19,2 \text{ кВт} \cdot \text{сутки.}$$

Рассев А1-БРУ

Производительность – 8 т/ч = 8·8=64 т/сут

Мощность – 1,3 кВт

Годовая производительность рассева определяется по формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.26)$$

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 64 \cdot 62 = 3968 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии рассева за одну смену находим по формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.27)$$

где N – мощность рассева, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 1,3 \cdot 8 = 10,4 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии рассева:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{ср}} \cdot t, \quad (2.28)$$

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

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 1,3 \cdot 16 = 20,8 \text{ кВт} \cdot \text{сутки.}$$

Шелушильная машина ШЗ

Производительность – 2 т/ч = 2·8=16 т/сут

Мощность – 7,5 кВт

Годовая производительность шелушильной машины определяется по формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.29)$$

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 16 \cdot 62 = 992 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии шелушильной машины за одну смену находим по формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.30)$$

где N – мощность шелушильной машины, кВт;

t – время, час.

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

Суточный расход электроэнергии шелушильной машины:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{ср}} \cdot t, \quad (2.31)$$

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

t – время, час.

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

Крупноотделительная машина А1-БКО-2

Производительность – 2 т/ч = 2·8 = 16 т/сут

Мощность – 1,1кВт

Годовая производительность крупотделительной машины определяется по формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.32)$$

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 16 \cdot 62 = 992 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии крупотделительной машины за одну смену находим по формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.33)$$

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:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{ср}} \cdot t, \quad (2.34)$$

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 линии:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{сеп}} + N_{\text{кам}} + N_{\text{асп}} + N_{\text{т}} + N_{\text{гто}} + N_{\text{суш}} + N_{\text{ок}} + N_{\text{расс}} + N_{\text{шелуш}} + N_{\text{крупотд}} \quad (2.35)$$

где $N_{\text{сеп}}$ – мощность воздушно-ситового сепаратора, кВт;

$N_{\text{кам}}$ - мощность камнеотборника, кВт;

$N_{\text{асп}}$ - мощность аспирационной колонки, кВт;

$N_{\text{т}}$ - мощность триера-овсюгоотборника, кВт;

$N_{\text{пропар}}$ - мощность устройства для ГТО, кВт;

$N_{\text{суш}}$ - мощность паровой вертикальной сушилки, кВт;

$N_{ок}$ - мощность охлаждающей камеры, кВт;

$N_{расс}$ - мощность рассева, кВт;

$N_{шелуш}$ - мощность шелушильной машины, кВт;

$N_{крупотд}$ - мощность крупотделительной машины, кВт.

$$N_{сут} = 5,05 + 0,3 + 0,4 + 0,28 + 9,5 + 0,5 + 1,2 + 1,3 + 7,5 + 1,1 = 27,1 \text{ кВт}$$

2.3 Разработка мероприятий по улучшению безопасности жизнедеятельности и условий труда при использовании предлагаемой технологии гидротермической обработки 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.

Перерабатываемое зерно гречихи поступает в приёмный бункер технологической линии и вертикально расположенной норией загружается в бункер активного вентилирования. При работе линии часть зерна остается в бункере, а другая половина дозировано подаётся в семяочистительную машину, которая параллельно соединена с триером. На данном этапе происходит отделение от зерна пыли, земли, семян сорняков и камней. Прошедшее через семяочистительную машину зерно далее вертикальной норией направляется в два бункера активного вентилирования, которые параллельно соединены с двумя пропаривателями. 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 после обработки в течении 3...5 минут перепускают в установку, используя оставшееся тепло на первичный разогрев зерна.

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.

2.5 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при использовании предлагаемой технологии гидротермической обработки 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 нагнетатели. В частности, это имеет большое значение в связи с тем, что в крупных населенных пунктах чаще всего строятся мельницы и зерновые.

Перерабатываемое зерно гречихи поступает в приёмный бункер технологической линии и вертикально расположенной норией загружается в бункер активного вентилирования. При работе линии часть зерна остается в бункере, а другая половина дозированно подаётся в семяочистительную машину, которая параллельно соединена с триером. На данном этапе происходит отделение от зерна пыли, земли, семян сорняков и камней. Прошедшее через семяочистительную машину зерно далее вертикальной

норией направляется в два бункера активного вентилирования, которые параллельно соединены с двумя пропаривателями. 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 после обработки в течении 3...5 минут перепускают в установку, используя оставшееся тепло на первичный разогрев зерна.

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.

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).

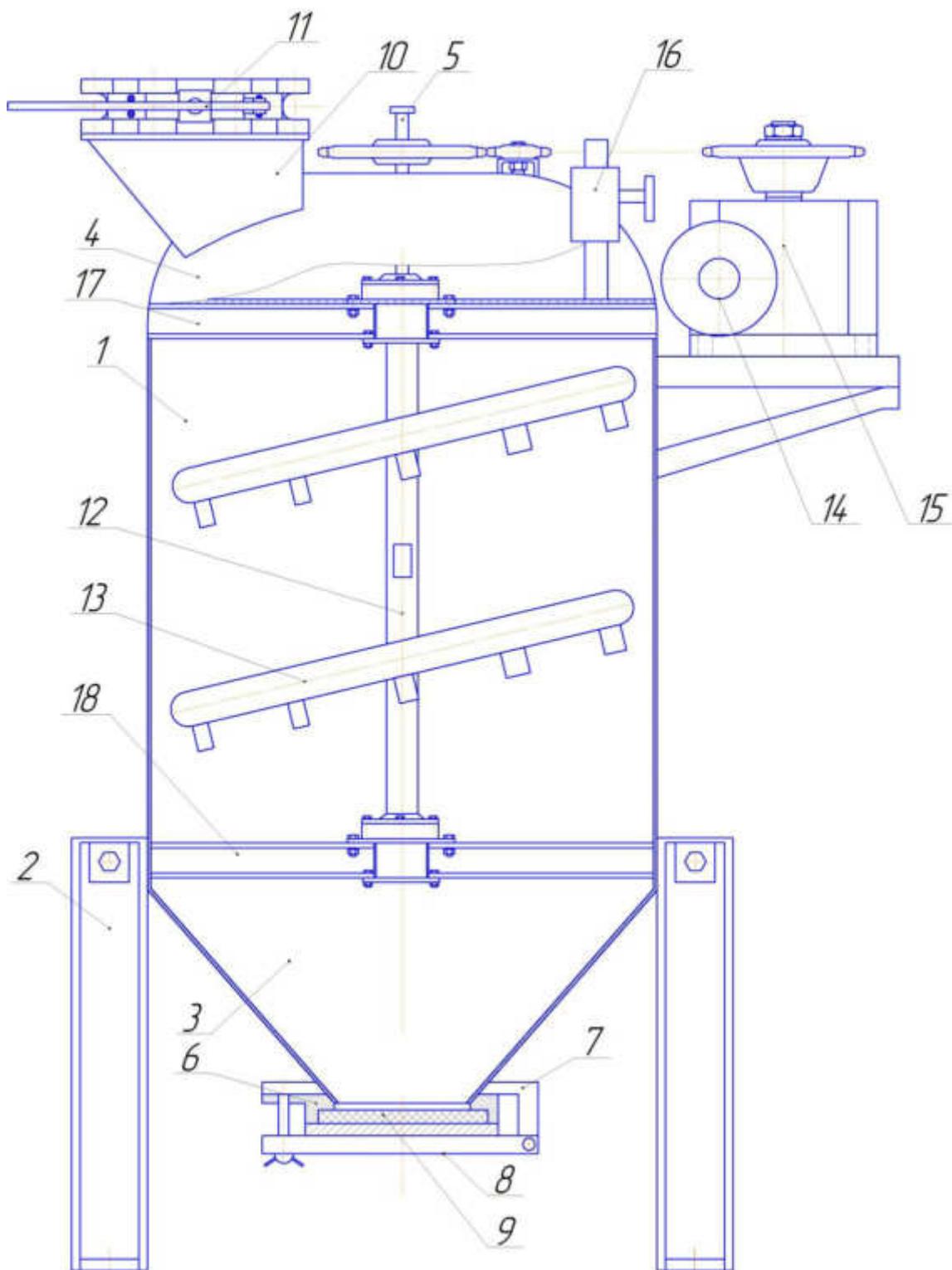
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Конструкторская разработка

Проведенный в первой главе анализ технологий и конструкций для гидротермической обработки зерна позволил выявить их недостатки и преимущества. Исходя из выявленных недостатков, нами сконструирована более современная конструкция устройства для гидротермической обработки зерна, которая позволит более качественно обрабатывать гречневую крупу с целью изменения его физико-механических свойств.

Предлагаемая конструкция представляет собой вертикальную овальную емкость 1, которая закреплена на раме 2. В нижней части емкости вварен конический выгрузной корпус 3. В верхней части конструкции установлена овальная крышка 4, которая применяется в качестве уплотнительного элемента и парораспределительный патрубок 5. К коническому выгрузному корпусу так же прикреплен фланец 6, который необходим для закрепления кронштейна 7, который соединён с откидной крышкой 8 с уплотнительной манжетой 9. На овальной крышке 4 смонтирована приёмный бункер 10, которая закупоривается задвижкой 11.

Внутри рабочей камеры устройства для гидротермической обработки зерна на валу 12 закреплены парораспределительные патрубки 13. Для вращения парораспределительных патрубков используется редуктор 14 и электродвигатель 15. В верхнюю часть крышки вварен патрубок 16 для отвода и сброса вторичного пара. Вал парораспределительных патрубков закреплён на опорах 17 и 18.



1-вертикальная овальная ёмкость; 2-рама; 3-конический выгрузной корпус; 4-овальная крышка; 5-парораспределительный патрубок; 6-фланец; 7-кронштейн; 8-откидная крышка; 9-уплотнительная манжета; 10-приёмный бункер; 11-задвижка; 12-вал; 13-парораспределительный патрубок; 14-редуктор; 15-электродвигатель; 16-патрубок для отвода и сброса вторичного пара; 17,18-опоры.

Рисунок 3.1 – Устройство для гидротермической обработки зерна

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

ВКР 35.03.06.021.20.00.00.00 ПЗ

Лист

Предлагаемое нами устройство для гидротермической обработки зерна работает по следующему принципу. На первоначальном этапе гидротермической обработки производят загрузку зерна гречихи через приёмный бункер 10 в вертикальную овальную ёмкость 1. Перед загрузкой закрывают откидную крышку 8. После загрузки исходного сырья, закупоривают верхнюю задвижку 11. Далее включают электродвигатель 15, который приводит в вращательное движение парораспределяющий вал 12. Во время вращения вала происходит подача сухого пара через патрубок 5 с температурой до 200⁰с, который двигаясь вертикально вниз, распределяется по всей ширине устройства. При этом вал соединен с горизонтальными парораспределяющими патрубками, который разрыхляет слой зерна при вращении, что позволяет сухому пару проникать во все части зернового материала. В результате такой обработки обеспечивается равномерное пропаривание зерна. Процесс гидротермической обработки заканчивается падением температуры и увеличением влажности. После окончания гидротермической обработки, подача пара прекращается, а вторичный пар сбрасывается через патрубок 16. Через этот же патрубок в процессе гидротермической обработки стравливают излишки вторичного пара после достижения оптимального давления. После сброса пара открывают задвижку 9 открывается под собственным весом, и обработанное зерно выгружается. Далее процесс повторяется.

					ВКР 35.03.06.021.20.00.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		

3.2 Конструктивные расчеты

3.2.1 Подбор редуктора

Редуктора подбирают исходя из передаточных отношений, его мощности и режима работы.

Для подбора редуктора даны исходные данные:

$$N=7,5 \text{ кВт-мощность двигателя.}$$

Передаточное отношение между электродвигателем и валом определяется по следующей зависимости:

$$i_p = \frac{n_{дв}}{n_в}, \quad (3.1)$$

где $n_{дв}$ - частота вращения вала электродвигателя, об/мин;

$n_в$ - частота вращения вала, об/мин.

$$i_p = \frac{750}{5} = 150$$

Крутящий момент на тихоходном валу определяется по следующему принципу:

$$M_p = 9550 \cdot \frac{N}{n}, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (3.2)$$

где N - передаваемая мощность, кВт;

n -частота вращения тихоходного вала, об/мин.

$$M_p = 9550 \cdot \frac{7,5}{5} = 14325 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Выбираем одноступенчатый червячный редуктор РЧН-180 по ГОСТ 2714286, с номинальным крутящим моментом на валу $M=14325 \text{ Н}\cdot\text{м}$ и передаточным числом $i=150$, $d=20 \text{ мм}$, $d=50 \text{ мм}$.

3.2.2 Подбор муфты

Муфта подбирается исходя из полученных передаточных отношений и диаметра соединительных валов. Момент на валу электродвигателя определяется по следующей формуле:

$$M_d = 9550 \cdot \frac{N}{n}, \quad (3.3)$$

где N - передаваемая мощность, кВт;

					ВКР 35.03.06.021.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

n-частота вращения двигателя, об/мин.

$$M_d = 9550 \cdot \frac{7,5}{750} = 95,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Момент, по которому подбирается муфта, берется с учетом коэффициента режима К, который равен 3- средний, т.е:

$$M = K \cdot M_d, \quad (3.4)$$

$$M = 3 \cdot 95,5 = 286 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

По каталогу подбираем муфту так, чтобы её момент был больше или равен расчетному.

Выбираем упругую втулочно пальцевую муфту МУВП-3-28-1-2, по ГОСТ 21424-75, с номинальным крутящим моментом М=900 Н·м.

3.2.3 Расчет шпонки приводного вала

По СТ СЭВ 189-75 выбираем шпонку с размерами: b=12мм, h=14
t=5,4мм.

Проводим проверку выбранной шпонки на смятие.

$$\sigma_{см} = \frac{2T}{d(h-t)_1} \leq [\sigma] \quad (3.5)$$

где T- крутящий момент на тихоходном валу редуктора, Н·м;

l=50мм-длина шпонки;

[σ]=100-120 Н/мм - допускаемая напряжения смятия.

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 14,325 \cdot 10^3}{50 \cdot (14 - 5,4)} = 66,6 \text{ Н}\cdot\text{м} \leq [\sigma]$$

3.2.4 Расчёт прокладки фланца

Исходные данные:

ширина прокладки, $b_n = 6$ мм;

средний диаметр прокладки, $D_{сн} = 57$ мм;

толщина прокладки, $h_n = 1,5$ мм;

давление в сети, $P = 400$ Па;

					ВКР 35.03.06.021.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Таблица 3.1 – Нормативные параметры прокладки

Тип и материал прокладки	Коэффициент m	Удельное давление обжатия прокладки $q_{обж}$, МПа	Допускаемое удельное давление $[q]$, МПа	Коэффициент обжатия, K	Условный модуль сжатия $E_n \times 10^{-5}$, МПа
Плоская из: резины по ГОСТ 7338 с твердостью по ШОРУ А до 65 единиц	0,5	2,0	18,0	0,04	$0,3 \times 10^4 \cdot \left(1 + \frac{b_n}{2h_n}\right)$

Податливость прокладки определится по формуле:

$$\gamma_n = \frac{h_n \cdot K}{E_n \cdot \pi \cdot D_{cn} \cdot b_n} \quad (3.6)$$

$$\gamma_n = \frac{1,5 \cdot 0,04}{2 \cdot 10^4 \cdot 3,14 \cdot 57 \cdot 6} = 0,000000279 \text{ мм} / \text{Н}$$

Реакция прокладки в рабочих условиях определится по формуле:

$$R_n = \pi \cdot D_{cn} \cdot b_o \cdot m \cdot P \quad (3.7)$$

$$R_n = 3,14 \cdot 57 \cdot 6 \cdot 0,5 \cdot 0,04 = 22 \text{ Н}$$

Условие прочности прокладок:

$$q = \frac{P}{\pi \cdot D_{cn} \cdot b_n} \leq [q] \quad (3.8)$$

$$q = \frac{0,040}{3,14 \cdot 57 \cdot 6} = 0,000421$$

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.).

3. 3 Расчет болтового соединения

Расчет будем производить для болтов, которые будут использоваться для крепления пропаривателя к раме.

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.).

Определяем допускаемое напряжение на растяжения по следующей формуле [4]:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_m}{[S_m]}; \quad (3.9)$$

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

σ_m – предел текучести, Н/мм²;

$[S_m]$ - коэффициент запаса прочности.

$$[\sigma_p] = \frac{200}{6} = 330 \text{ Н/мм}^2;$$

Принимаем коэффициент запаса прочности по сдвигу, $K=1,6$ и коэффициент трения $f=0,16$.

Определим необходимую силу для затяжки болта по следующей формуле [4]:

$$F_0 = \frac{F \cdot K}{f \cdot i \cdot z}; \quad (3.10)$$

где K – коэффициент запаса по сдвигу деталей;

F_0 – внешняя сила, кН;

f – коэффициент трения;

i – число стыков;

z – число болтов.

$$F_0 = \frac{1 \cdot 1,6}{0,16 \cdot 2 \cdot 4} = 1,25 \text{ кН};$$

Определим расчетную силу затяжки болтов по формуле [4]:

$$F_{расч} = 1,3 \cdot F_0; \quad (3.11)$$

					ВКР 35.03.06.021.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$F_{расч} = 1,3 \cdot 1,25 = 1,625 \text{ кН};$$

Расчетный диаметр резьбы определяется по формуле [4]:

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{расч}}{\pi \cdot [\sigma]_p}}; \quad (3.12)$$

где d_p – расчетный диаметр резьбы, мм;

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

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

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 1,625 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 33}} = 8 - 10 \text{ мм.}$$

Принимаем болт с резьбой М 10 с шагом Р=1,75 мм.

Проверим правильность выбора болта по следующей зависимости:

$$d_p = d - 0,94 \cdot P > 10,1; \quad (3.13)$$

Таким образом, получаем:

$$d_p = 12,145 - 0,94 \cdot 1,75 = 10,5;$$

$$10,5 > 10.$$

3.3.1 Расчет основных параметров соединения для узлов конструкции

Материал болта Ст.3 класс прочности 3.6

Предел прочности $\zeta_b=3, 30=30 \text{ кг/мм}^2=30 \text{ МПа}$.

Предел прочности $\zeta_T=3, 6=18 \text{ кг/мм}^2=180 \text{ МПа}$.

Допускаемое напряжение на расстоянии определяем по формуле:

$$[\zeta] = \frac{\zeta}{[n]}, \quad (3.14)$$

где $[n]$ – требуемый коэффициент запаса прочности;

$[n]=5 \dots 4$ для болтов с диаметром резьбы $b=16 \text{ мм}$.

$$[T_p] = \frac{180}{4,5} = 40 \text{ МПа}$$

Болт поставлен с зазором, в этом случае должно, выполняться условно, определяем по формуле:

					ВКР 35.03.06.021.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$F_{тр} > Q,$$

$$F_{тр} = P \cdot f > Q, \quad (3.15)$$

где P - усилие затяжки;

f - коэффициент скольжения, $f=0,1 \dots 0,5$ без смазки.

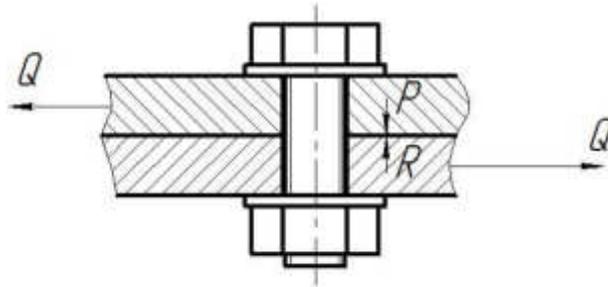


Рисунок 3.2 – Болтовое соединение

$$f_p = K \cdot Q, \quad (3.16)$$

где K - коэффициент запаса прочности, $K=1,7$;

$$P = \frac{K \cdot Q}{F \cdot i}, \quad (3.17)$$

где i - число болтов.

$$P = \frac{1,2 \cdot 480}{0,2} = 2400 \text{ МПа}$$

$$\zeta = [\zeta]_p < \frac{4P}{d}. \quad (3.18)$$

$$d > \frac{4P \cdot 1,3}{\pi \cdot [\zeta_p]} \quad (3.19)$$

Отсюда:
$$d > \frac{4P \cdot 1,3}{\pi \cdot [\zeta_p]} \quad (3.20)$$

Определим диаметр стержня d_1 по формуле:

$$d > \frac{4 \cdot 2400 \cdot 1,3}{3,14 \cdot 40} = 99,3 = 9,9 \text{ мм}$$

Диаметр стержня болта принимать $d_1=10$ мм.

Проверку на прочность определяем по формуле:

$$\zeta_p < [\zeta_p] \cdot \frac{4P}{\pi d_1^2};$$
$$\zeta_p < \frac{4 \cdot 2400}{3,14 \cdot 10^2} = 3,05 \text{ МПа.};$$
$$30,5 < 40.$$

Проверка на смятие определяется по формуле:

$$\zeta_{см} < [\zeta_{см}], \quad (3.21)$$
$$\zeta_{см} = \frac{Q}{F_{см}} = \frac{P \cdot i}{F_{см}},$$

где $F_{см}$ - площадь опорной поверхности стыка, без учета отверстия, мм.

$$F_{см} = 160 \cdot 50 = 800 \text{ мм}^2,$$
$$\zeta_{см} = \frac{2400 \cdot 2}{800} = 0,6,$$
$$0,6 < 14,4.$$

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.).

3.4 Экономическое обоснование конструкции устройства для гидротермической обработки зерна

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	Крышка корпуса	20	1	20
2	Загрузочная горловина	10	1	10
3	Патрубок для вывода пара	4	1	4
4	Рама	100	1	100
5	Патрубок для подачи пара	3	1	3
6	Опора	18	2	36
7	Парораспределяющий змеевик	10	3	30
8	Коническое днище	20	1	20
9	Корпус пропаривателя	60	1	60
10	Рама для электродвигателя и редуктора	20	1	20
Итого:				303

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

$$G = (303+50) \cdot 1,05 = 370 \text{ кг}$$

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:

$$C_{\bar{o}} = [G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_m) + C_{нд}] \cdot K_{нац} \quad (3.4.2)$$

где G_k – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

C_3 – издержки производства, приходящиеся на 1 кг, массы конструкции, руб. ($C_3=0,02\dots0,15$);

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

C_m – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг. ($C_m=0,68\dots0,95$);

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

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ($K_{нац} = 1,15\dots1,4$).

$$C_b = [303 \cdot (0,15 \cdot 1,5 + 0,8) + 60000] \cdot 1,25 = 75388 \text{ руб}$$

3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

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

Таблица 3.4.2 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	370	350
Балансовая стоимость, руб.	100388	120000
Потребная мощность, кВт	7,5	9

Продолжение таблицы 3.4.2

Часовая производительность, кг/ч	6600	5000
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
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 устройства для гидротермической обработки зерна, 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 – производительность конструкции, т/ч.

Подставив значения в формулу (3.4.3) получим:

$$\mathcal{E}_e^0 = \frac{9}{5} = 1,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ч}$$

$$\mathcal{E}_e^1 = \frac{7,5}{6,6} = 1,13 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ч}$$

Металлоёмкость 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.

$$M_e^0 = \frac{350}{5 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,007 \text{ кг/т}$$

$$M_e^1 = \frac{370}{6,6 \cdot 1000 \cdot 10} = 0,004 \text{ кг/т}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

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

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_e^0 = \frac{100000}{5 \cdot 1000} = 20 \text{ руб./кг}$$

$$F_e^1 = \frac{75388}{6,6 \cdot 1000} = 11 \text{ руб./кг}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

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

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_e^1 = \frac{1}{6,6} = 0,15 \text{ чел} \cdot \text{час/кг}$$

$$T_e^0 = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ чел} \cdot \text{час/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{зп} + C_3 + C_{рто} + A \quad (3.4.7)$$

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

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

C_3 – затраты на электроэнергию, руб/кг;

A – амортизационные отчисления, руб/кг.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

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

где Z – часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{зп}^1 = 100 \cdot 0,15 = 15 \text{ руб/кг}$$

$$C_{зп}^0 = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ руб./кг}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_c \quad (3.4.9)$$

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

$$C_э^1 = 2,8 \cdot 1,13 = 3,164 \text{ руб./кг}$$

$$C_э^0 = 2,8 \cdot 1,8 = 5,04 \text{ руб./кг}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

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

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

Полученные значения подставим в формулу 3.4.10:

$$C_{р\text{то}}^1 = \frac{75388 \cdot 10}{100 \cdot 6,6 \cdot 1000} = 1,14 \text{ руб./кг}$$

$$C_{р\text{то}}^0 = \frac{100000 \cdot 10}{100 \cdot 5 \cdot 1000} = 2 \text{ руб./кг}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

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

где a - норма амортизации, %.

$$A^1 = \frac{75388 \cdot 12,5}{100 \cdot 6,6 \cdot 1000} = 1,42 \text{ руб./кг}$$

$$A^0 = \frac{100000 \cdot 12,5}{100 \cdot 5 \cdot 1000} = 2,5 \text{ руб./кг}$$

Полученные значения подставим в формулу 3.4.7:

$$S_{\text{экс}}^1 = 15 + 3,164 + 1,14 + 1,42 = 20,724 \text{ руб./кг}$$

$$S_{\text{экс}}^0 = 20 + 5,04 + 2 + 2,5 = 29,54 \text{ руб./кг}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

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

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

F_ϵ – фондоемкость процесса, руб./кг;

k – удельные капитальные вложения, руб./кг.

$$C_{\text{прив}}^1 = 20,724 + 0,1 \cdot 11 = 21,824 \text{ руб/кг}$$

$$C_{\text{прив}}^0 = 29,54 + 0,1 \cdot 20 = 31,54 \text{ руб/кг}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (29,54 - 20,724) \cdot 6,6 \cdot 1000 = 58185 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

$$E_{\text{год}} = (31,54 - 21,824) \cdot 6,6 \cdot 1000 = 64125 \text{ руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\delta 1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.4.15)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{75388}{58185} = 1,29 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\delta}} \quad (3.4.16)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{58185}{75388} = 0,77$$

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

Таблица 3.4.3 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, т/ч	5	6,6	110
2	Фондоёмкость процесса, руб./кг	20	11	55
3	Энергоёмкость процесса, кВт./кг	1,8	1,13	62
4	Металлоёмкость процесса, кг/т	0,007	0,0056	80
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/кг.	0,2	0,15	75
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./кг	29,54	20,724	69
7	Уровень приведённых затрат, руб./кг.	31,54	21,824	67
8	Годовая экономия, руб.	58185		
9	Годовой экономический эффект, руб.	64125		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,29		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,77		

Как видно из таблицы 3.4.3 спроектированная конструкция устройства для гидротермической обработки зерна является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 1,5 годам и коэффициент эффективности равен: 0,77.

3.5 Техника безопасности при эксплуатации устройства для гидротермической обработки 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.

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 устройства для гидротермической обработки, 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.

Предлагаемое устройство для гидротермической обработки имеет простую конструкцию и малую себестоимость 58185 руб. и в тоже время достаточно высокую производительность – 8,6 т/ч, меньшие затраты электроэнергии, по сравнению с другими аналогичными конструкциями, может быть приобретена и использоваться практически любым хозяйством.

По технико-экономическим расчетам срок окупаемости данной устройства 1,29 года, соответственно коэффициент эффективности капитальных вложений равен 0,77, что показывает экономическую целесообразность ее приобретения и применения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Булгариев Г. Г., Абдрахманов Р. К., Валиев А. Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Казань: Изд-во КГАУ, 2008. – 61 с.
- 2 Бутковский В.А., Мельников Е.М., Мерко А.И. Технологии зерноперерабатывающих производств/ В.А. Бутковский – М.: Интеграф-сервис, 1999.

- 3 Воробьев В.А. Справочник по оборудованию зерноперерабатывающих предприятий - М.:Колос, 1989. – 326 с.
- 4 В.Д.Каминский. Установка для мокрой обработки и пропаривания зерна крупяных культур (RU 1723722)./ Патентообладатель: Малое государственное предприятие "Процессор" Одесский технологический институт пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова. Опубликовано – 30.04.1993.
- 5 Гирник М.П. Механизация и автоматизация послеуборочной обработки зерна - К.:Урожай, 1987. –180 с.
- 6 Гуляев Г.А. Автоматизация процессов послеуборочной обработки и хранения зерна. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
- 7 Изаков Ф. Я., Казадаев В. Р., Ройтман А. Х., Шманов Б. В. Курсовое и дипломное проектирование по автоматизации технологических процессов/– Агропромиздат, 1988. – 183 с.
- 8 Краусп В. Р. Автоматизация послеуборочной обработки зерна. М.: Машиностроение, 1975. – 277 с.
- 9 Кудрявцев И. Ф., Калинин А. А., Карасенко В. А. и др. Под ред. И. Ф. Кудрявцева. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок – М.:Агропромиздат,1988. – 480с.
- 10 Лопатина О. Ф., Фраер С. В., Карпова И. В. и др.: Под редакцией Лопатиной О.Ф. Экономика сельского хозяйства /– 2-е изд., перераб. и дополн. – М.:Колос.1982. – 367 с.
- 11 Мартыненко И.И., Тищенко А.П. Курсовое и дипломное проектирование комплексной электрификации и автоматизации – М.:Колос.1978. – 223с.
- 12 Марьин В.А. Способ гидротермической обработки зерна гречихи и пропариватель для гидротермической обработки зерна гречихи (2388539)./ Федотов Е.А., Верещагин А.Л./ Патентообладатель: Марьин Василий Александрович (RU), Федотов Евгений Анатольевич (RU), Верещагин Александр Леонидович (RU)./ Опубликовано – 10.05.2010.
- 13 Методические указания по выбору пускозащитной аппаратуры./ Мелитополь: ТГАТА, 2001.

- 14 Остриков А.Н. Установка для гидротермической обработки пищевых продуктов./ Калашников Г.В., Калабухов В.М./ Патентообладатель: Воронежская государственная технологическая академия./ Опубликовано – 20.02.2002.
- 15 Фоменков А.П. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий , 2-е изд., перераб. и дополн. –М.:Колос.1984.- 288с.
- 16 Ярум А.И. Пропариватель./ Самойлов В.А./ Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Красноярский государственный аграрный университет" (RU)./ Опубликовано – 20.03.2014.