

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление **Агроинженерия**

Профиль **технические системы в агробизнесе**

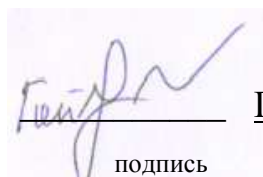
Кафедра **машин и оборудования в агробизнесе**

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема: **Совершенствование технологии послеуборочной  
обработки зерна с разработкой триера**

Шифр: 35.03.06.199.21.

Студент группы Б272-04у с группы



подпись

Гайнанов Р.М.

Ф.И.О.

Руководитель

доцент

ученое звание



подпись

Дмитриев А.В.

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № \_\_8\_\_ от 03.03.2021)

Зав. кафедрой

доцент

ученое звание



подпись

Халиуллин Д.Т.

Ф.И.О.

**Казань – 2021 г.**

## АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Гайнанова Рината Миннерафаковича выполненную на тему «Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна с разработкой триера».

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

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

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

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

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

Пояснительная записка завершается заключением и списком использованной литературы.

## ANNOTATION

At the final qualifying work Gainanov R.M. made on the theme "Perfection of post-harvest grain processing technology with the development of a trier".

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

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

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

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

In the third section, a triere design is developed. The requirements for the trier are given. The work of the device is described, constructive calculations are performed. The instruction on safe work with the device is developed. The feasibility study of the expediency of using the trier is given.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

|                                                                                                                                  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....                                                                                               |  |
| 1.1 Общие сведения.....                                                                                                          |  |
| 1.2 Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна.....                                                           |  |
| 1.2.1 Поточная технологическая линия послеуборочной обработки зерна.....                                                         |  |
| 1.2.2 Технологическая схема послеуборочной обработки семян зерновых культур по патенту №2352099.....                             |  |
| 1.3 Анализ существующих конструкций триеров.....                                                                                 |  |
| 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....                                                                                                     |  |
| 2.1 Предлагаемая технологическая линия послеуборочной переработки зерна.....                                                     |  |
| 2.2 Технологические расчёты.....                                                                                                 |  |
| 2.3 Разработка мероприятий по улучшению безопасности жизнедеятельности и условий труда при послеуборочной переработке зерна..... |  |
| 2.4 Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при послеуборочной переработке зерна.....                          |  |
| 2.5 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при послеуборочной переработке зерна.....                                  |  |
| 2.5 Физическая культура на производстве.....                                                                                     |  |
| 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....                                                                                                     |  |
| 3.1 Конструкторская разработка.....                                                                                              |  |
| 3.2 Энергетический расчет.....                                                                                                   |  |
| 3.2.1 Кинематический расчет.....                                                                                                 |  |
| 3.3 Конструктивный расчет.....                                                                                                   |  |
| 3.3.1 Расчет вала ротора.....                                                                                                    |  |
| 3.3.2 Расчет ременной передачи.....                                                                                              |  |
| 3.4 Экономическое обоснование конструкции триера.....                                                                            |  |
| 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 триера..... |  |
| 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.

Для успешного решения этих задач необходимо улучшать использование агротехники, шире внедрять высокоурожайные сорта и гибриды, совершенствовать структуру посевных площадей. Большое значение придается также эффективному использованию различных способов его переработки. Одной из них является отделение от зерна длинных примесей на триерах. После такой обработки улучшаются технологические свойства зерна; облегчается отделение оболочек при шелушении, снижается дробимость ядра, улучшаются потребительские свойства зерна. Поэтому появилась необходимость разработки конструкции триера, который обеспечивает эффективную переработку зерна непосредственно в условиях любых хозяйств, является актуальной.

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

Перерабатываемый материал, поступающий на начальный этап очистки, содержит в себе исходную смесь, в которой содержится сама зерновая культура (пшеница), сорные, минеральные, органические и металломагнитные примеси.

Процесс послеуборочной очистки любой зерновой культуры включает в себя предварительную очистку, ситовое, воздушно-ситовое и воздушное сепарирование в зависимости от технологических и физико-механических характеристик зерна.

Предварительная очистка зерна представляет собой отделение посторонних минеральных, сорных и органических примесей от исходного перерабатываемого продукта.

Ситовое и воздушно-ситовое сепарирование включает в себя разделение зерна после предварительной очистки по фракциям, которые будут отличаться физико-механическим свойствам и геометрическим параметрам.

Калибрование или сортирование применяется в процессе распределения исходного перерабатываемого материала на соответствующие фракции, которые схожи по форме и геометрическому размеру.

Послеуборочная обработка зерна или разделение зернового вороха на фракции в основном выполняется с помощью ситовых сепараторов и сортирующих машин. Основным рабочим органом таких машин являются сита, которые классифицируются по способу изготовления на штампованные, тканые и полимерные сетки. Штампованные рабочие органы классифицируются по форме на круглые, продолговатые и треугольные. Основными размерами сит является его диаметр, ширина и сторона правильного треугольника.

При работе на ситовых и воздушно-ситовых машинах учитывают два показателя – это сход и проход. Проходом называют часть перерабатываемого продукта, размеры которого меньше размеров отверстий сита и соответственно проходят через эти сита по размерам. Сходом называют часть перерабатываемого продукта, которые по размерам не проходят через сита, а ссыпаются через боковой край.

Для качественного от зерна от примесей необходима качественная работа ситового механизма. В процессе работы при увеличении скорости вибрирования сит заметно увеличивается самосортирование, а при уменьшении происходит просеивание.

Одним из главных факторов влияния на производительность таких сепараторов является засоренность ячеек ситового механизма, что необходимо учитывать при анализе и создании новых зерновых сепараторов.



## 1.2 Анализ существующих технологий послеуборочной обработки зерна

### 1.2.1 Поточная технологическая линия послеуборочной обработки зерна

Технологический процесс обработки сырой гречихи следующий:

- Приемка
- очистка
- сушка
- взвешивание
- сепарирование
- пропаривание
- паровая сушка
- фракционирование на отсевах
- шелушение и шлифование
- сортирование на отсевах
- провеивание
- полирование
- магнитный контроль
- накопительный бункер
- весовое дозирование
- затаривание в мешки (по 50 кг)
- хранение
- отпуск готовой продукции

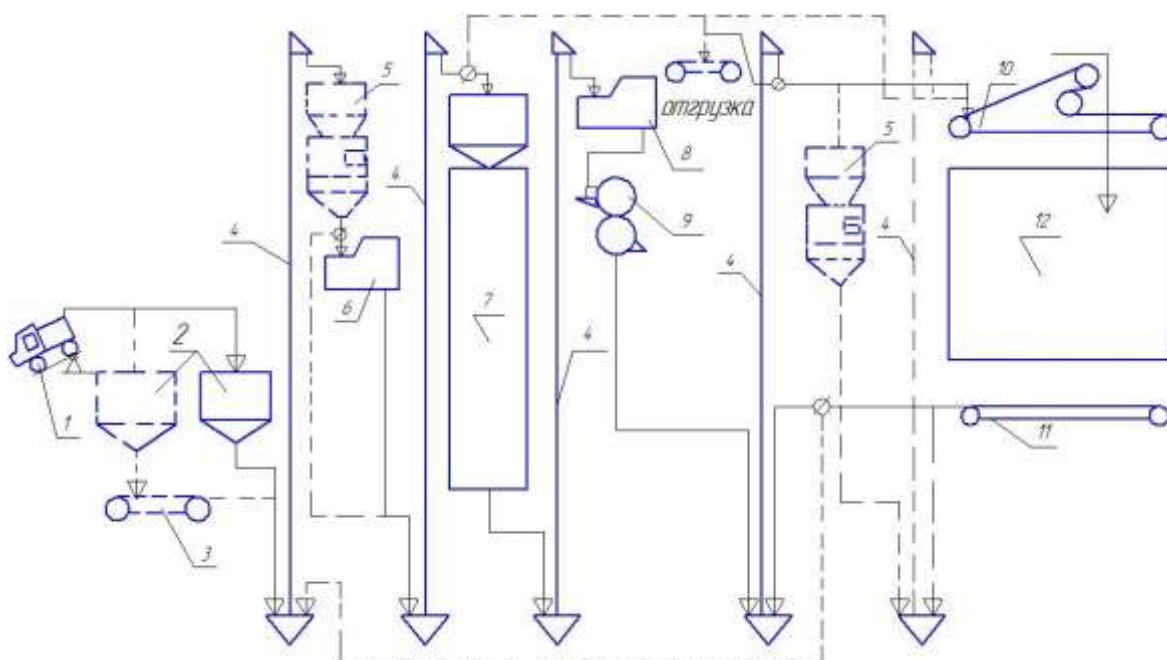
Очищенные семена поступают на цех по переработки крупы.

Взвешенные на весах семена гречихи очищаются от примесей:

- от минеральных - в камнеотделительных машинах
- от металломагнитных - в магнитных сепараторах
- от легких примесей - в пневмосепараторах.

После сепарирования гречиху направляют на рассев для отбора трудноотделимых примесей. Потом для снятия оболочек с зерна гречиху направляют в шелушитель. Затем ядрица с проделом пропускают в решетный стан, который делит крупу на сорта – ядрица и продел. В процессе послеуборочной обработки и хранения; формирование партий зерна по качеству в соответствии с целевым назначением, доведение до кондиционной влажности до 15 % с помощью пара, температура которого более 1000С. Отходы и недошелушенные семена, которые образуются после шелушения. Отсортированные зерна гречихи самотеком направляются в бункер для затаривания.

Полученное тепло из парогенератора, с давлением до 1 МПа движется по технологической линии в патрубок эжекторного механизма. Линия снабжена решетными станами с двухъярусным расположением решет и устройствами для вывода мелких засорителей фуражной фракции и полноценного зерна. Также линия содержит триерный блок для выделения длинных примесей в овсюжном и коротких – в кукольном триерах, а также нория, которая необходима для подачи перерабатываемого продукта в сито-воздушную машину, триеры и стол для пневмосортирования. После этапа очистки на триерах зерно выгружается в бункер для чистого зерна. Мелкая примесь, полученная после очистки на ситовых и воздушно-ситовых машинах, выгружаются в бункера фуражных зерен. Технологическая линия представляет собой приёмный бункер, машину для предварительной очистки, ситовый и воздушно-ситовый сепаратор, сортировочную машину, триера, пневмосортировальные столы, бункера, нории, шнеки и трубопроводы.



1- автомобилеразгрузчик; 2 - приемный бункер; 3 - приемный конвейер; 4 - нория; 5 - автоматические весы; 6,8 - сепараторы первой и вторичной очистки; 7 - зерносушилка; 9 - триерная установка; 10,11 - верхний и нижний конвейеры; 12 - склад.

Рисунок 1.1 – Поточная технологическая линия послеуборочной обработки зерна.

Получение насыщенного пара 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 подают соответственно в пропариватель.

Подпитку парогенератора 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.

Исходный продукт переработки, очищенный от примесей на сортировочных машинах, попадает после неё в магнитный сепаратор для

удаления от ферромагнитных примесей. После удаления от ферромагнитных примесей зерно поступает в подогреватель зерна для доведения до оптимальной влажности. Доведённое до влажности 17% зерно далее поступает в непрерывный пропариватель, где происходит ГТО, обработка продукта паром. Прошедшее ГТО зерно далее направляется в бункера для отволаживания, где происходит термовлаговывравнивание, т.е происходит преобразование микроструктур.

После отволаживания, т.е выдерживания исходного продукта его направляют в барабанную сушилку, где происходит доведение до кондиционной влажности до 15 % с помощью пара, температура которого более 1000С. Отходы и недошелушенные семена, которые образуются после шелушения, направляют для взвешивания в весовой дозирующий аппарат, который порционно распределяет его в смешивающий аппарат периодического действия. Одновременно происходит дозированная подача нескольких компонентов. Полученная смесь продуктов выгружается в бункер для отстоя, через который оно направляется в экструдер для дальнейшей переработки.

После процесса экструдирования происходит охлаждение продукта в охлаждающей камере. Охлажденный продукт далее измельчается и фракционируется на просеивающей машине. Выделенная примесь разделяется на три группы. Первая группа составляет крупные примеси, которые возвращаются на доизмельчение, вторая – мелкая примесь, выгружается обратно в экструдер, третья – средняя, которую выводят из аппарата.

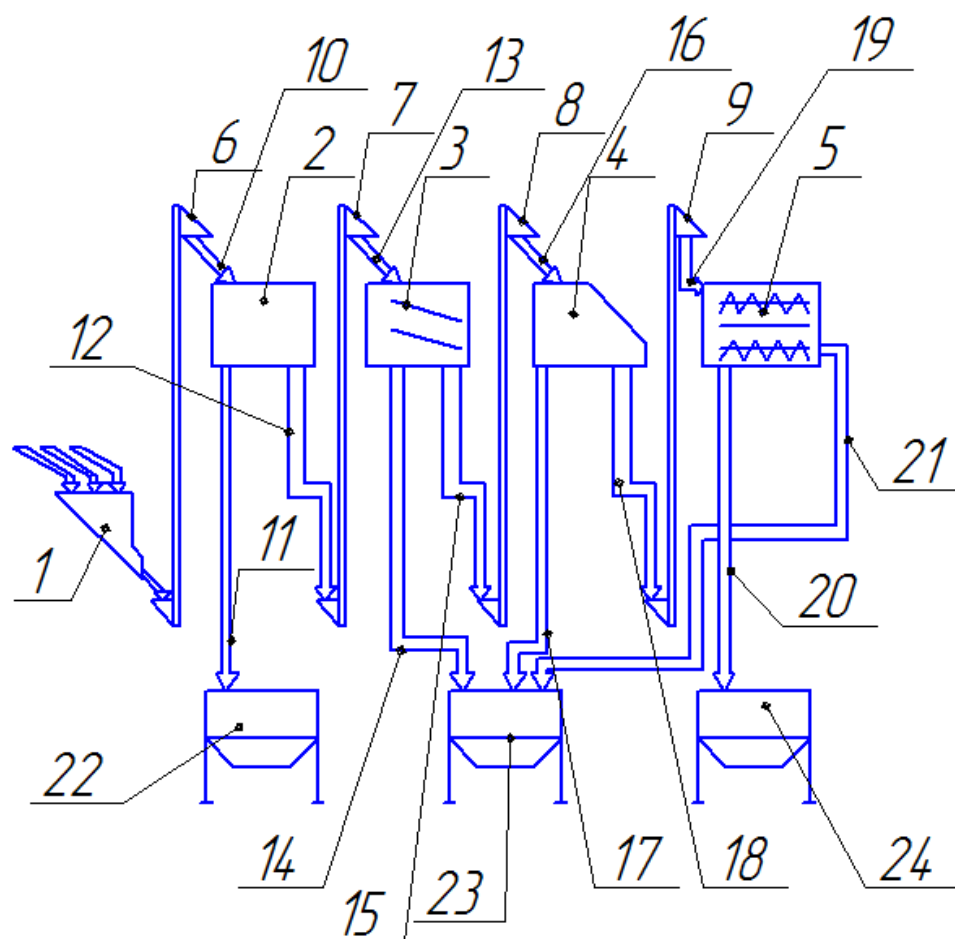
Полученное тепло из парогенератора, с давлением до 1 МПа движется по технологической линии в патрубок эжекторного механизма. Технологическая схема работает по следующему принципу. Перерабатываемое зерно выгружают из автомобилей в приёмный бункер 1. Над приёмным бункером установлена горизонтальная нория 6 в трубопроводе 10. После выгрузки зерна, оно далее норией 6 по трубопроводу

10 подается в установку для предварительного отделения от примесей 2. Выделенная примесь далее по трубе 11 выгружаются в бункер отходов 22.

Выгруженное зерно далее направляют на нагрев в виброкипящем слое воздухом, подаваемым вентилятором. Далее зерно направляют в сушилку, где происходит его сушка перегретым паром в кипящем слое, а затем подают в камеру охлаждения.

#### 1.2.2 Технологическая схема послеуборочной обработки семян зерновых культур по патенту №2352099

Семяочистительная линия включает фракционную двухаспирационную воздушно-решетную машину с системами для дорешетной очистки зернового вороха от легковесных примесей и послерешетной - для выделения биологически неполноценных зерновок. Линия снабжена решетными станами с двухъярусным расположением решет и устройствами для вывода мелких засорителей фуражной фракции и полноценного зерна. Также линия содержит триерный блок для выделения длинных примесей в овсюжном и коротких – в кукольном триерах, а также нория, которая необходима для подачи перерабатываемого продукта в сито-воздушную машину, триеры и стол для пневмосортирования. После этапа очистки на триерах зерно выгружается в бункер для чистого зерна. Мелкая примесь, полученная после очистки на ситовых и воздушно-ситовых машинах, выгружаются в бункера фуражных зерен. Технологическая линия представляет собой приёмный бункер, машину для предварительной очистки, ситовый и воздушно-ситовый сепаратор, сортировочную машину, триера, пневмосортировальные столы, бункера, нории, шнеки и трубопроводы [16].



1-приёмное устройство; 2-машина предварительной очистки; 3-машина для воздушно-решётной очистки; 4-пневмосортировальный стол; 5-триерный блок; 6,7,8,9-подъёмно-транспортирующее устройство; 10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21-зернопроводы; 22-бункер отходов; 23-бункер фуражного зерна; 24-бункер чистых семян.

Рисунок 1.2 – Технологическая схема послеуборочной обработки семян зерновых культур по патенту №2352099

Технологическая схема работает по следующему принципу. Перерабатываемое зерно выгружают из автомобилей в приёмный бункер 1. Над приёмным бункером установлена горизонтальная нория 6 в трубопроводе 10. После выгрузки зерна, оно далее норией 6 по трубопроводу 10 подается в установку для предварительного отделения от примесей 2. Выделенная примесь далее по трубе 11 выгружаются в бункер отходов 22.

Выгруженное зерно далее направляют на нагрев в виброкипящем слое воздухом, подаваемым вентилятором. Далее зерно направляют в сушилку, где происходит его сушка перегретым паром в кипящем слое, а затем подают в камеру охлаждения.

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.

Процесс разделения зерна от легких примесей или пневмосепарирование основано на различии сопротивлений, которые оказывают отдельные частицы исходного продукта потоку воздуха, которое обусловлено их аэродинамическими показателями.

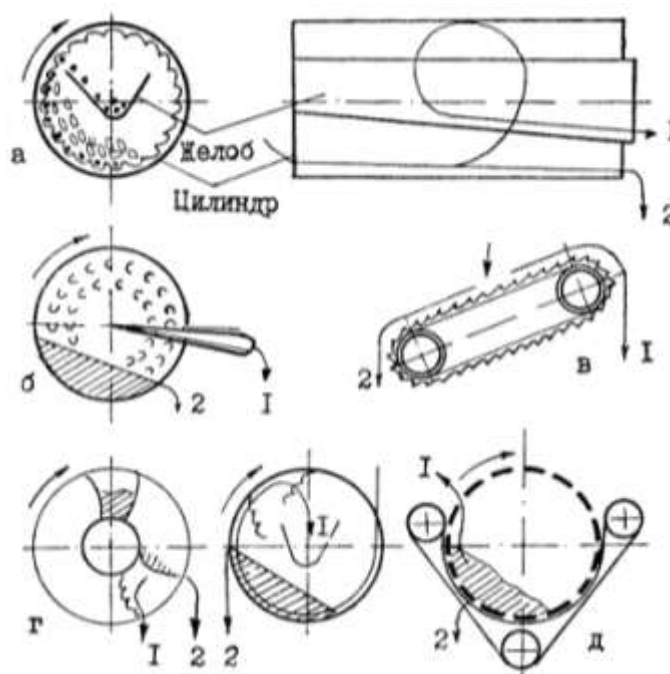
Калибрование или сортирование применяется в процессе распределения исходного перерабатываемого материала на соответствующие фракции, которые схожи по форме и геометрическому размеру.

При работе на ситовых и воздушно-ситовых машинах учитывают два показателя – это сход и проход. Проходом называют часть перерабатываемого продукта, размеры которого меньше размеров отверстий сита и соответственно проходят через эти сита по размерам. Сходом называют часть перерабатываемого продукта, которые по размерам не проходят через сита, а ссыпаются через боковой край.

Для качественного от зерна от примесей необходима качественная работа ситового механизма. В процессе работы при увеличении скорости вибрирования сит заметно увеличивается самосортирование, а при уменьшении происходит просеивание.

### 1.3 Анализ существующих конструкций триеров

Анализ машин для разделения семян различных культур по длине показала их существенные недостатки и преимущества по конструктивному исполнению. На сегодняшний день в мире существует огромное количество машин для разделения семян по длине. Одной из наиболее эффективных среди них является цилиндрический триер с ячеистой рабочей поверхностью (рисунок 1.3, а). При этом, диаметр ячеистой поверхности подбирается таким образом, чтобы перерабатываемые семена с наименьшей длиной попадали в ячейку, а наиболее длинные не попадали бы в неё [12].



а - цилиндрический триер; б - дисковый триер; в - ленточный триер (триер-горка); г - лопастные триеры; д - триер со сквозными отверстиями; 1 - короткие примеси; 2 - длинные примеси.

Рисунок 1.3 - Схема технологического процесса триеров

Внутри рабочего органа, цилиндра установлен желоб, высоту которого можно регулировать рукояткой. В процессе работы, при вращательной движении цилиндра, короткие семена, которые попали в ячейки при поднятии на максимальную высоту, выпадут в желоб, а длинные примеси, которые не попали в ячейки, не выпадут в желоб.



Также известны и другие типы триеров, например дисковые (рисунок 1.3, б), ленточные (рисунок 1.3, в), лопастные (рисунок 1.3, г) и цилиндрические со сквозными отверстиями. Основным рабочим органом дискового триера является диск в виде плоского кольца. При этом вокруг дисков по обеим его сторонам расположены ячейки в виде карманов спиральной формы. По оси дисков расположен вал, на который он установлен. В процессе работы при вращении дисков происходит вычерпывание из зерна коротких примесей и перебрасывание их в лотки, которые установлены между дисками. Таким образом происходит постепенное передвижение продукта из одного рабочего пространства (междискового) в другой при помощи горизонтальных лопастей также установленных на валу. Основным преимуществом дисковых триеров от цилиндрических является их рабочий объём камеры с ячейками. При этом основным недостатком дискового триера является вибрация, поэтому целесообразно их закреплять на фундаменте. Дисковые триера на сегодняшний день применяют в мукомольной промышленности.

Другой тип триера, ленточный (рисунок 1.3, в) также обеспечивает максимальное заполнение всех карманообразных ячеек. Но при этом, основным недостатком такого триера является сохранность эластичной ленты. В процессе работы лента подвержена различным деформациям, которые возникают при сильном натяжении, нагрузке и температуре.

Следующий тип триера – лопастной, полностью использует весь объём рабочей камеры, но при этом сложна в изготовлении и эксплуатации чем другие (рисунок 1.3, г).

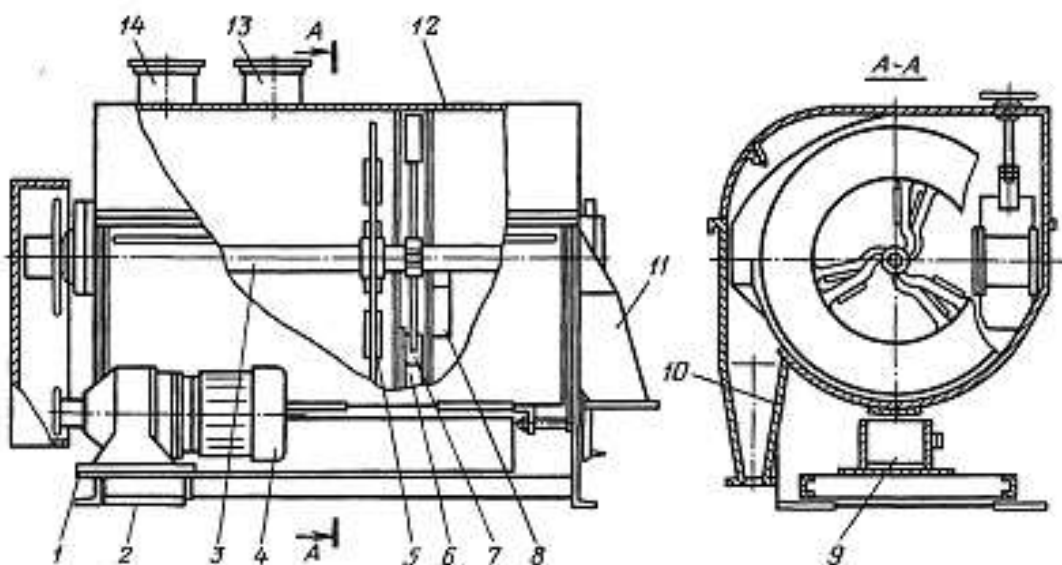
Триеры со сквозными отверстиями могут работать на больших оборотах, что способствует более полному отделению семян от примесей (рисунок 1.3, д).

Рассмотрим некоторые из них. Дисковый триер ЗТО-5М состоит из станины, нижнего и верхнего защитного кожуха, приёмного и

аспирационного патрубка, ротора в виде диска, бункера для сбора зерна и электродвигателя.

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

Основным рабочим элементом данной машины является диск 5. На боковой поверхности дискового ротора расположены ячейки в виде карманов. В центральной оси диска установлены гонки, которые необходимы для вертикального перемещения зерна. При этом, диски 5 установлены таким образом, что гонки в процессе работы представляют собой винтовую линию по всей длине камеры [5].



1-станина, 2-кронштейн; 3-вал, 4-электропривод, 5-диск, 6-накопительное отделение, 7- ковшовое колесо, 8-лоток, 9, 10, 11-патрубки; 12-кожух, 13-патрубок для аспирационного воздуховода, 14-приемный патрубок.

Рисунок 1.4 - Дисковый триер ЗТО-5М

Дисковый триер ЗТО-5М работает по следующему принципу. Исходный продукт (зерно) после предварительной очистки поступает в машину через приёмную горловину 14. На нижней части горловины

установлена шиберная заслонка, которая позволяет регулировать заполнение внутреннего пространства между рабочими дисками. В процессе работы при вращении дисков исходный продукт начинает заполнение карманообразных ячеек. При заполнении ячеек зерно под действием силы тяжести или центробежной силы отбрасывается к выходному патрубку 10 и выводится из установки. При этом, длинные примеси остаются в машине, так как они не захватываются ячейками, а при помощи гонков установленных на дисках передвигаются вдоль оси к перегружателю, накапливаются и по мере заполнения выгружаются через выходное отверстие рабочего отделения в накопительное отделение 6. Накопившиеся длинные примеси ковшовым колесом 7 выгружаются в контрольное отделение. В контрольном отделении происходит дополнительное просеивание зерен, которые попали вместе с длинными примесями. Длинные примеси выгружаются из машины через патрубок 11, который устроен сбоку кожуха 12.

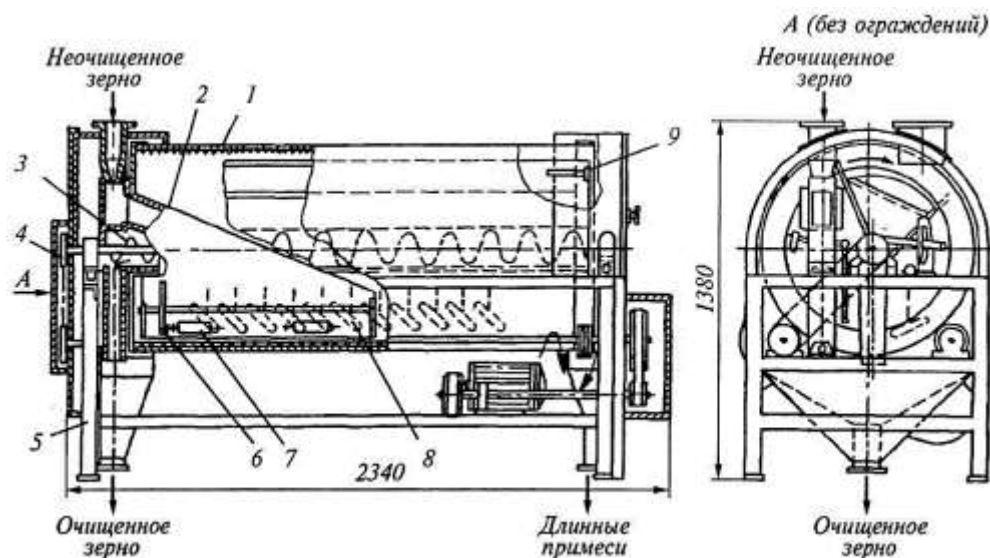
Недостатком можно считать довольно быстрый износ рабочих элементов вследствие высокой абразивной способности цветковых пленок крупяных культур.

Следующая конструкция представляет собой быстроходный цилиндрический триер МБТС. Конструкция рабочего механизма (цилиндра) изготовлена из листовой стали, на поверхности которого вырезаны ячейки с определенным диаметром. Цилиндр установлен на вертикальном валу на подшипниках. Вал закреплён на станине.

В процессе работы зерновая фракция равномерно падает в ячейки цилиндрической обечайки. По мере заполнения ячеек примеси падают на желоб шнека 3, который получает вращательное движение от шкива 4. По мере движения зерна, длинные примеси движутся параллельно оси цилиндра сборнику.

Для регулирования предотвращения попаданий зерна в отходы конструкция машины дополнительно снабжена диафрагмой с четырьмя

ворошителями 9, которые посредством разрыхления зерновой смеси облегчают проникновение его в ячейки [6].

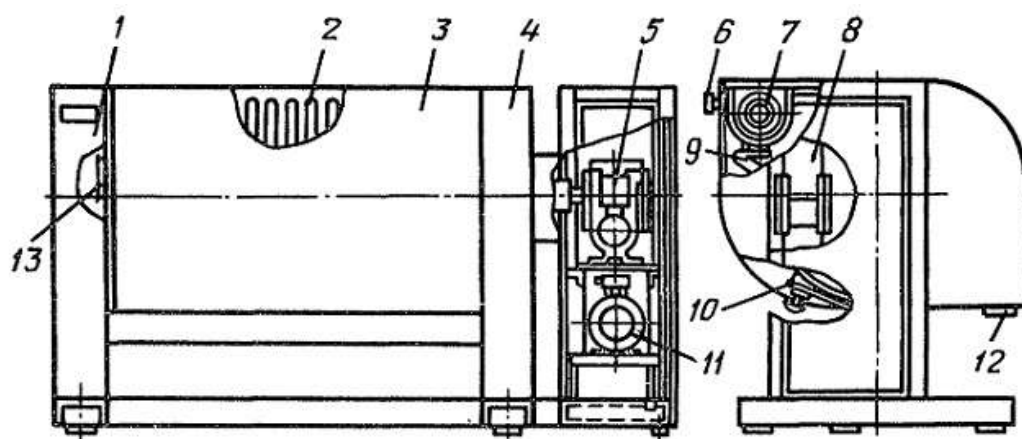


1-цилиндр, 2-питающее устройство, 3-выводящий шнек, 4-шкив, 5-рама, 6-регулятор; 7-противовес, 8-платины-плужки, 9-ворошитель.

Рисунок 1.5 - Быстроходный цилиндрический триер МБТС

Рассмотренная конструкция цилиндрического триера МБТС эффективна при переработке зерен пшеницы и проста в эксплуатации. Основными недостатками машины является относительно небольшой срок службы рабочих элементов, что способствует снижению эффективности работы.

Дисковый триер А9-УТО-6 необходим при очистке зерен злаковых культур, длина примесей которых больше чем зерна основной культуры. Данный тип триера в основном используют в мукомольной промышленности [8].



1,4-стойки, 2-диск, 3-корпус, 5-редуктор, 6-механизм управления задвижкой, 7-приемно-распределительное устройство, 8, 9-задвижки, 10-люк для минеральных примесей, 11-электродвигатель, 12, 13-выпускные патрубки.

Рисунок 1.6 - Дискový триер А9-УТО-6

Процесс работы в данной машине осуществляется по следующему принципу. Исходный зерновой продукт направляется приёмную горловину 7, которая закреплена на верхней части корпуса машины. Приёмная горловина представляет собой шнек, который распределяет зерно по всей длине желоба.

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.

В процессе работы вентилятор создает воздушный поток, который необходим для обеспечения движения зерна. При движении зерна в рабочем отделении длинные примеси выпадают из ячеек и при помощи гонков,

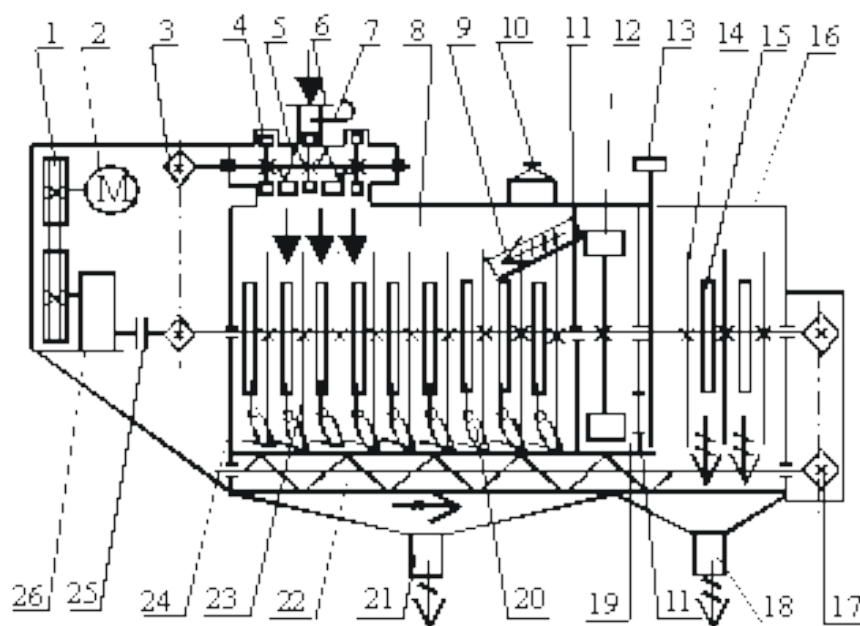
закрепленных на роторе, перемещаются в накопительное отделение. Количество перерабатываемого зерна можно регулировать задвижкой 8. Далее ковшовое колесо прихватывает длинные примеси и выгружает его в контрольное отделение. Длинные примеси выводятся из машины через патрубок 13. Минеральные примеси из машины выводятся через люк 10.

Следующая конструкция дискового триера куколотборника А9-УТКприменяется для из зерна коротких примесей. Основным рабочим органом машины является диски, ячейки которых расположены на боковых поверхностях (рисунок 1.7).

Конструкция содержит приемный бункер, воздушный канал для очистки зерна до решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, воздушный канал для очистки зерна после решет с осадочной камерой и установленным на ней вентилятором, причем каждый вентилятор со своей осадочной камерой соединен посредством конфузора, т.е. трубы прямоугольного сечения суживающейся с ширины осадочной камеры к входу в вентилятор, при этом в каждом конфузоре установлено устройство, выравнивающее скорость воздуха в воздушном канале. В каждой осадочной камере конфузор отделен от рабочего объема осадочной камеры перегородкой, сопрягающейся с конфузоре так, что конфузор является встроенным в прямоугольный воздуховод.

Пневмосепарирующая система зерноочистительной машины совместно с решетной частью работает следующим образом. Очищаемое зерно по траектории поступает в приемный бункер и из него в воздушный канал для очистки зерна воздухом до решет. За счет разряжения, создаваемого вентилятором воздух по траектории движется вверх навстречу падающему зерну, где он захватывает легкие примеси и по траектории движется с ними в осадочную камеру направляемый плоскостью в нижнюю часть рабочего объема осадочной камеры. Там, за счет расширения поперечных размеров осадочной камеры, скорость воздуха падает, и легкие примеси оседают в нижней части осадочной камеры, затем шнеком выводятся за ее пределы.

Благодаря перегородке отделяющей рабочий объем осадочной камеры от зон завихрений, торможений и перепадов скорости воздуха в рабочей зоне осадочной камеры, она за счет равномерной скорости по своему сечению более эффективно осаждает легкие примеси, повышая технологическую эффективность устройства -пневмосепарирующей системы зерноочистительной машины [9].



1-ремённая передача; 2-электродвигатель; 3-цепная передача привода питающего устройства; 4-ковшовое колесо питающего устройства; 5-питающий шнек; 6-приёмный патрубок; 7-заслонка питающего устройства; 8-рабочее отделение; 9-лоток перегружающего устройства; 10-аспирационный патрубок; 11-перегородка; 12-ковшовое колесо перегружающего устройства; 13-заслонка контрольного отделения; 14-диск контрольного отделения; 15-лоток контрольного отделения; 16- контрольное отделение; 17-цепная передача привода шнека для короткой фракции; 18-патрубок для выпуска короткой фракции; 19-перегружающее отделение; 20-корпус; 21-патрубок для выпуска очищенного зерна; 22-шнек; 23-диски рабочего отделения; 24-лотки; 25-цепная муфта; 26-редуктор.

Рисунок 1.7 - Дисковый триер куколеотборник А9-УТК

Основным преимуществом является установка перегородки 8 отделяющей рабочий объем осадочной камеры от зон завихрений, торможений и перепадов скорости воздуха в рабочей зоне осадочной камеры,

она за счет равномерной скорости по своему сечению более эффективно осаждает легкие примеси, повышая технологическую эффективность устройства - пневмосепаратирующей системы зерноочистительной машины. Предлагаемое устройство позволяет уменьшить влияние внешних факторов (засорение поддерживающей сетки чужеродными частицами и чрезмерное засорение фильтр-элемента легкими примесями) на равномерность распределения скоростей витания компонентов зерновой смеси в восходящем воздушном потоке в течение длительного времени эксплуатации и повысить получение биологически ценных семян сельскохозяйственных культур.

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.

Процесс разделения зерна от легких примесей или пневмосепарирование основано на различии сопротивлений, которые оказывают отдельные частицы исходного продукта потоку воздуха, которое обусловлено их аэродинамическими показателями.

Калибрование или сортирование применяется в процессе распределения исходного перерабатываемого материала на соответствующие фракции, которые схожи по форме и геометрическому размеру.

Послеуборочная обработка зерна или разделение зернового вороха на фракции в основном выполняется с помощью ситовых сепараторов и сортирующих машин. Основным рабочим органом таких машин являются сита, которые классифицируются по способу изготовления на штампованные, тканые и полимерные сетки. Штампованные рабочие органы классифицируются по форме на круглые, продолговатые и



треугольные. Основными размерами сит является его диаметр, ширина и сторона правильного треугольника.

При работе на ситовых и воздушно-ситовых машинах учитывают два показателя – это сход и проход. Проходом называют часть перерабатываемого продукта, размеры которого меньше размеров отверстий сита и соответственно проходят через эти сита по размерам. Сходом называют часть перерабатываемого продукта, которые по размерам не проходят через сита, а ссыпаются через боковой край.

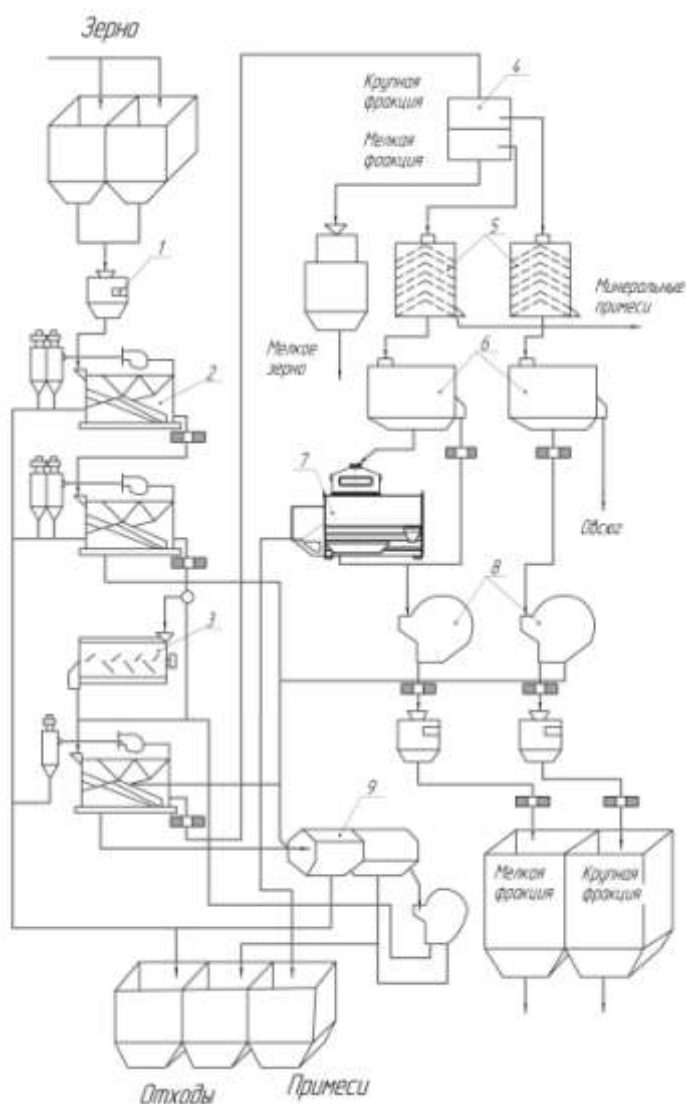
Для качественного от зерна от примесей необходима качественная работа ситового механизма. В процессе работы при увеличении скорости вибрирования сит заметно увеличивается самосортирование, а при уменьшении происходит просеивание.

Одним из главных факторов влияния на производительность таких сепараторов является засоренность ячеек ситового механизма, что необходимо учитывать при анализе и создании новых зерновых сепараторов.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Предлагаемая технологическая линия послеуборочной переработки зерна

Рассматриваемая технологическая линия работает по многоконтурной циклической системе, которая позволяет обрабатывать зерно с многократным повторением отдельных этапов очистки и сепарирования.



1-автоматические весы; 2-сепараторы; 3-бичевая машина; 4-рассев; 5-камнеотделительная машина; 6-триеры; 7-контрольный триер; 8-аспираторы; 9-бурат.

Рисунок 2.1 - Предлагаемая технологическая линия послеуборочной переработки зерна

В предлагаемой технологической линии использование многоконтурной системы очистки позволяет максимально очистить зерно от примесей (рисунок 2.1). Процесс очистки в данной технологической линии заключается в следующем. Начальный этап очистки зерна включает двухэтапное сепарирование. Первый этап сепарирования позволяет выделить крупные примеси, а второй этап мелкие.

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. Перерабатываемое зерно в линию послеуборочной очистки попадает из автотранспорта, который выгружает его в завальную яму. Из завальной ямы зерно поступает в два накопительных бункера. Далее накопленное зерно дозированно подается на шнековый питатель, который соединен с вертикальной норией. Через вертикальную норию зерно разгружается в магнитный сепаратор, где происходит отделение металлических примесей. Отделенное от металлических примесей зерно далее направляется на скальператор. На данном этапе происходит отделение от зерна пыли, земли, семян сорняков и камней. Отделенное от разных примесей зерно норией поступает на ситовый сепаратор, где происходит его разделение на фракции. Готовое к дальнейшей переработке зерно поступает на пневмосепаратор, где происходит выделение легких примесей. Прошедшее воздушную очистку зерно норией направляется на триер-куколеотборник. После триера-куколеотборника зерно норией разгружается в пневмосортировальный стол. После пневмосортировального стола переработанное зерно норией поступает на транспортер, который дозированно распределяет его в силосы. 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. После этого зерно в установке подвергается окончательно гидротермической обработке. Подверженное двухстадийной обработке зерно из установки дозировано подается в отволаживающий агрегат. 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.

Разделение семян от крупных примесей происходит на воздушно-ситовых сепараторах. При этом размер рабочего сита должен совпадать с размерами крупного зерна, а подсевное решето при этом, обеспечивает контроль мелких зерен.

Зерно прошедшее очистку на сепараторах далее попадает в магнитные установки, где происходит отделение от них металломагнитных примесей. Далее, исходя из перерабатываемого продукта, можно использовать просеивающие машины, которые разделяют зерно по фракциям. Триерные машины в основном используют после камнеотделительных машин, что позволяет исключить их поломку. После очистки на сепараторах, зерно проходит аспирационную очистку, далее взвешивается и направляется либо на шелушение или на ГТО.

## 2.2 Технологические расчеты

Производительность разрабатываемого триера определяется по следующей формуле:

$$Q = 2\pi (R_1^2 - R_2^2) q z, \quad (2.1)$$

где  $R_1$  – радиус диска по внешним ячейкам, м;

$R_2$  – радиус диска по внутренним ячейкам, м;

Принимаем радиусы по внешним и внутренним ячейкам условно равным внешним и внутренним радиусам диска. В соответствии с аналогами принимаем  $R_1 = 315$  мм,  $R_2 = 190$  мм. Так же принимаем шаг дисков на валу 64,5 мм. [1];

$q$  – удельная нагрузка, кг/ (ч·м<sup>2</sup>); при выделении коротких примесей и обычном режиме работа  $\left( q = 900 \div 1200 \frac{\text{кг}}{\text{ч} \cdot \text{м}^2} \right)$ , [2];

$z$  – число дисков.

Из формулы 2.1 определяем количество дисков:

$$z = \frac{Q}{2\pi(R_1^2 - R_2^2) \cdot q}, \quad (2.2)$$

$$z = \frac{6000}{2 \cdot 3,14 \cdot (0,315^2 - 0,19^2) \cdot 900} = 16,8 \text{ шт}$$

Для дисковых триеров:  $12 \leq z = 17 \leq 30$  – условие соблюдается.

Необходимое количество ячеек определяем следующим образом:

$$X_1 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4 \cdot (l + b)^2}, \quad (2.3)$$

где  $D, d$  – наружный и внутренний диаметры диска, мм;

$l$  – размер ячейки, мм;

$b$  – ширина перемычки между ячейками, мм. (принимаем рекомендованный размер 1,5 мм.).

тогда количество ячеек равняется:

$$X_1 = \frac{3,14 \cdot (630^2 - 380^2)}{4 \cdot (4 + 1,5)^2} = \frac{3,14 \cdot 250000}{121} = 6487 \text{ шт}$$

Необходимое количество дисков можно определить из выражения:

$$z = \frac{Q \cdot a}{60 \cdot n \cdot X_1 \cdot \Delta \cdot k \cdot \gamma} \quad (2.4)$$

где  $Q$  – производительность триера, т/ч;

$a$  – содержание коротких примесей в исходном продукте, %;

$n$  – частота вращения дисков, об/мин;

$\Delta$  – вместимость одной ячейки, шт., ( $\Delta = 1$ );

$X_1$  – число ячеек на одной стороне диска;

$k$  – коэффициент использования ячеистой поверхности, ( $k = 0.03 \div 0.035$  для куколеотборника);

$\gamma$  – вес одного зерна, кгс. ( $3,1 \cdot 10^{-5} \div 5,1 \cdot 10^{-5}$ ).

Максимальная частота вращения дисков можно определить из выражения:

$$n_{пред} = \frac{27}{\sqrt{R_1}}, \quad (2.5)$$

$$n_{пред} = \frac{27}{\sqrt{0,315}} = 48 \text{ об/мин},$$

Максимально допустимая угловая скорость вращения дискового ротора определяется из следующего выражения:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{R_1} \cdot \left[ \frac{\sin \alpha}{\sin \varphi} \cdot \cos(\beta + \varphi) + \cos \alpha \right]}, \quad (2.6)$$

где  $\varphi$  – угол трения зерна о поверхность триера, град (для ячменя  $20^\circ$ );

$\alpha$  – полярный угол (угол между вертикальной осью и радиусом, проведенным через ячейку из которой выпадает зерно), (в пределах  $32 - 45^\circ$ );

$\beta$  – угол, зависящий от формы и глубины погружения пуансона при образовании ячейки, (в пределах  $45 - 50^\circ$ ).

$$\omega = \sqrt{\frac{9,81}{0,315} \cdot \left[ \frac{\sin 35}{\sin 20} \cdot \cos(45 + 20) + \cos 35 \right]} = 6,9 \text{ с}^{-1},$$

Необходимая частота вращения дисков определяется по следующему выражению:

$$n_{расч} = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}, \quad (2.7)$$

$$n_{расч} = \frac{30 \cdot 6.9}{3,14} = 65.9 об / мин,$$

Угловая скорость ротора составляет:

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 50}{30} = 5.23 \text{ с}^{-1}$$

Из выражения 2.4 определяем процентное соотношение:

$$a = \frac{z \cdot 60 \cdot n \cdot x_1 \cdot \Delta_1 \cdot k \cdot \gamma}{Q}, \% \quad (2.8)$$

$$a = \frac{17 \cdot 60 \cdot 50 \cdot 6487 \cdot 1 \cdot 0,03 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{6} = 6.6\%$$

Полученные расчетные данные позволили сделать вывод о том, что разрабатываемый триер обеспечивает очистку зерна в соответствии со стандартами.

Производительность триера определяем по следующей формуле [18]:

$$Q = \frac{60}{a} z n \Delta X_1 \varepsilon, \quad (2.9)$$

где  $z$  - число дисков, шт;

$n$  - частота вращения дисков, об/мин;

$\Delta$  - средняя масса зерна, выбираемого одной ячейкой, кг;

$X_1$  - число ячеек на одной стороне диска;

$\varepsilon$  - коэффициент использования ячеистой поверхности;

$a$  - подача мелкой фракции, кг/ч.

$$Q = \frac{60}{441} \cdot 17 \cdot 50 \cdot 0,04 \cdot 1308 \cdot 0,03 = 6000 \text{ кг} / \text{ч}.$$

Кинематический режим работы триера можно определить по следующему выражению:

$$K = \frac{\omega^2 R_1}{g}, \quad (2.10)$$

где  $R_1$  – радиус по внешним ячейкам.

Угловая скорость вала, на котором расположены диски определяется следующим образом:

$$\omega = \sqrt{\frac{K \cdot g}{R_1}}; \quad (2.11)$$

где  $K$  – коэффициент работы триера.

$$\omega = \sqrt{\frac{K \cdot g}{R_1}} = \sqrt{\frac{0,87 \cdot 9,81}{0,315}} = 5,2 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

откуда получаем:

$$K = \frac{5,2^2 \cdot 0,315}{9,81} = 0,87.$$

Максимальная частота вращения рабочего элемента:

$$n_{кр} = \frac{30}{\sqrt{R_1}}, \quad (2.12)$$

$$n_{кр} = \frac{30}{\sqrt{0,315}} = 54 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_{кр} \leq n_{дон} = 55 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \text{ (условие выполняется).}$$

Необходимая мощность электродвигателя определяется следующим образом:

$$N = 0,6 \cdot Q, \quad (2.13)$$

где  $Q$  – проверочная производительность триера, кг/ч.

$$N = 0,6 \cdot 6000 = 3630 \text{ Вт}$$

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

Управление охраной труда на любом предприятии осуществляет руководитель, в структурных подразделениях – руководители структурных подразделений в соответствии с положениями о службе охраны труда.

Непосредственное руководство разработкой и проведением всего комплекса мероприятий по охране труда на предприятии, контроль за



своевременным и качественным проведением обучения, инструктажа, стажировки и проверки знаний работников организации по вопросам охраны труда осуществляет инженер по охране труда.

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.

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.

В целях повышения экономической грамотности персонала периодически проводятся инструктажи по обращению с отходами. Для обеспечения экономного и рационального использования природных ресурсов организован контроль за использованием природных ресурсов, так же организован контроль за содержанием вредных веществ и выхлопных газов автомобилей в атмосферу, с назначением ответственных лиц. Организован сбор и хранение отходов в специально отведенных местах, обеспечен своевременно вывоз отходов. На территории предприятия категорически запрещено мытье машин. За соблюдение чистоты и порядка на

территории хозяйства назначаются ответственные лица. Периодически проводятся мероприятия по озеленению территории хозяйства. Что касается охраны окружающей среды связанный с производственным процессом, хозяйство использует шелуху гречихи и подсолнечника как биотопливо. После переработки других круп отходы направляются на создание комбикормов.

При выполнении технологического процесса из оборудования выделяется мучная и зерновая пыль. Для обеспечения защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов загрязняющих веществ используются аспирационные установки с КПД 97%.

Он является главным координатором работ по вопросам охраны труда и осуществляет контроль за соблюдением в подразделениях предприятия действующего законодательства, инструкций, правил и норм по охране труда, технике безопасности, производственной санитарии, транспортной и пожарной безопасности, за представлением работникам установленных льгот и компенсаций по условиям труда.

Инженер по охране труда, решает возложенные на него задачи совместно со специалистами предприятия, подчиняется непосредственно руководителю предприятия и работает под его руководством.

#### 2.4 Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при послеуборочной переработке зерна

Пожарная безопасность – состояние объекта труда при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Непосредственное руководство разработкой и проведением всего комплекса мероприятий по охране труда на предприятии, контроль за своевременным и качественным проведением обучения, инструктажа,

стажировки и проверки знаний работников организации по вопросам охраны труда осуществляет инженер по охране труда.

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.

Помещения цеха по переработке зерна относятся к пожароопасной категории В4, так как в процессе сепарирования могут выделяться пожаро- и взрывоопасные пыли. За пожарную безопасность в цеху отвечает начальник цеха.

Основными причинами возгораний могут являться:

1. открытый огонь;
2. нарушение правил пожарной безопасности при работе;
3. нарушение правил электробезопасности.

Для обеспечения противопожарной безопасности курение производится только в отведенных для этого местах.

Сельское хозяйство и окружающая среда неразрывно связаны между собой. В сельскохозяйственном производстве используются такие природные ресурсы, как земля, вода, лесные массивы, растительный и животный мир, тем самым оказывая влияние на окружающую среду и вызывая различные изменения.

В целях повышения экономической грамотности персонала периодически проводятся инструктажи по обращению с отходами. Для обеспечения экономного и рационального использования природных ресурсов организован контроль за использованием природных ресурсов, так же организован контроль за содержанием вредных веществ и выхлопных газов автомобилей в атмосферу, с назначением ответственных лиц. Организован сбор и хранение отходов в специально отведенных местах, обеспечен своевременно вывоз отходов. На территории предприятия категорически запрещено мытье машин. За соблюдение чистоты и порядка на территории хозяйства назначаются ответственные лица. Периодически

проводятся мероприятия по озеленению территории хозяйства. Что касается охраны окружающей среды связанный с производственным процессом, хозяйство использует шелуху гречихи и подсолнечника как биотопливо. После переработки других круп отходы направляются на создание комбикормов.

При выполнении технологического процесса из оборудования выделяется мучная и зерновая пыль. Для обеспечения защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов загрязняющих веществ используются аспирационные установки с КПД 97%.

Наружное пожаротушение осуществляется из кольцевого противопожарного водопровода, оснащенного гидрантами. Установленная система тушения рассчитана на расход воды 15 л/сек. В этом случае продолжительность тушения общего пожара длится до 3 часов.

Из первичных средств пожаротушения в помещениях цеха предусмотрено наличие переносных огнетушителей марки ОУ-5, ОП-5. Дополнительными средствами тушения являются песок, асбестированная ткань.

Для любого здания, в том числе и солодильного цеха, существует угроза прямого удара молнии, от которого может возникнуть пожар, механические разрушения и поражения людей, поэтому для предотвращения данного типа опасности, необходимо наличие молниезащиты.

## 2.5 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при послеуборочной переработке зерна

Сельское хозяйство и окружающая среда неразрывно связаны между собой. В сельскохозяйственном производстве используются такие природные ресурсы, как земля, вода, лесные массивы, растительный и животный мир, тем самым оказывая влияние на окружающую среду и вызывая различные изменения.

Непосредственное руководство разработкой и проведением всего комплекса мероприятий по охране труда на предприятии, контроль за своевременным и качественным проведением обучения, инструктажа, стажировки и проверки знаний работников организации по вопросам охраны труда осуществляет инженер по охране труда.

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.

В целях повышения экономической грамотности персонала периодически проводятся инструктажи по обращению с отходами. Для обеспечения экономного и рационального использования природных ресурсов организован контроль за использованием природных ресурсов, так же организован контроль за содержанием вредных веществ и выхлопных газов автомобилей в атмосферу, с назначением ответственных лиц. Организован сбор и хранение отходов в специально отведенных местах, обеспечен своевременно вывоз отходов. На территории предприятия категорически запрещено мытье машин. За соблюдение чистоты и порядка на территории хозяйства назначаются ответственные лица. Периодически проводятся мероприятия по озеленению территории хозяйства. Что касается охраны окружающей среды связанный с производственным процессом, хозяйство использует шелуху гречихи и подсолнечника как биотопливо. После переработки других круп отходы направляются на создание комбикормов.

При выполнении технологического процесса из оборудования выделяется мучная и зерновая пыль. Для обеспечения защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов загрязняющих веществ используются аспирационные установки с КПД 97%. Есть опасность получить травму от движущихся частей оборудования для сортировки при контакте. Всё электрооборудование работает четырехпроводной трехфазной электросистемы, напряжение 380/220 В. Помещение сушиллки имеет

повышенную опасность, так как там относительно высокая влажность и температура, а также токопроводящие бетонные полы. Плохая изоляция проводов или вовсе ее отсутствие являются опасными факторами. Категорически запрещается проводить ремонт при работающем или включенном оборудовании.

Большая часть оборудования имеет повышенный шум (выше 70 Дб), а также исходит вибрация при работе семяочистительных и сортировальных машин.

Теплогенератор марки ТАУ – 0,75 является одним из источников опасных факторов производства: работа осуществляется с предохранительным клапаном, который неисправен, системы подачи топлива и зажигания также имеют недочеты и недостатки, запуск проводится без предварительной продувки.

Непосредственное руководство разработкой и проведением всего комплекса мероприятий по охране труда на предприятии, контроль за своевременным и качественным проведением обучения, инструктажа, стажировки и проверки знаний работников организации по вопросам охраны труда осуществляет инженер по охране труда.

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.

Меры по защите от вредных факторов на зерноперерабатывающих предприятиях:

- меры по соблюдению режимов труда рабочих;
- меры по обеспечению пожарной безопасности при работе машины;
- меры по техническому обслуживанию теплогенераторов ТАУ-0,75;
- меры по увеличению естественного и искусственного освещения;
- наличие и правильная работа аспирационных установок;
- меры для снижения вибраций и шумов при работе на семяочистительных машинах;

- люки машин и аппаратов во время работы должны быть закрытыми.

В настоящее время в предприятии уделяется большое внимание повышению качества обработки семенного материала. Проводятся работы, которые способствуют улучшению почвенного покрова, устранению кислотности, снижению заболеваемости почв.

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

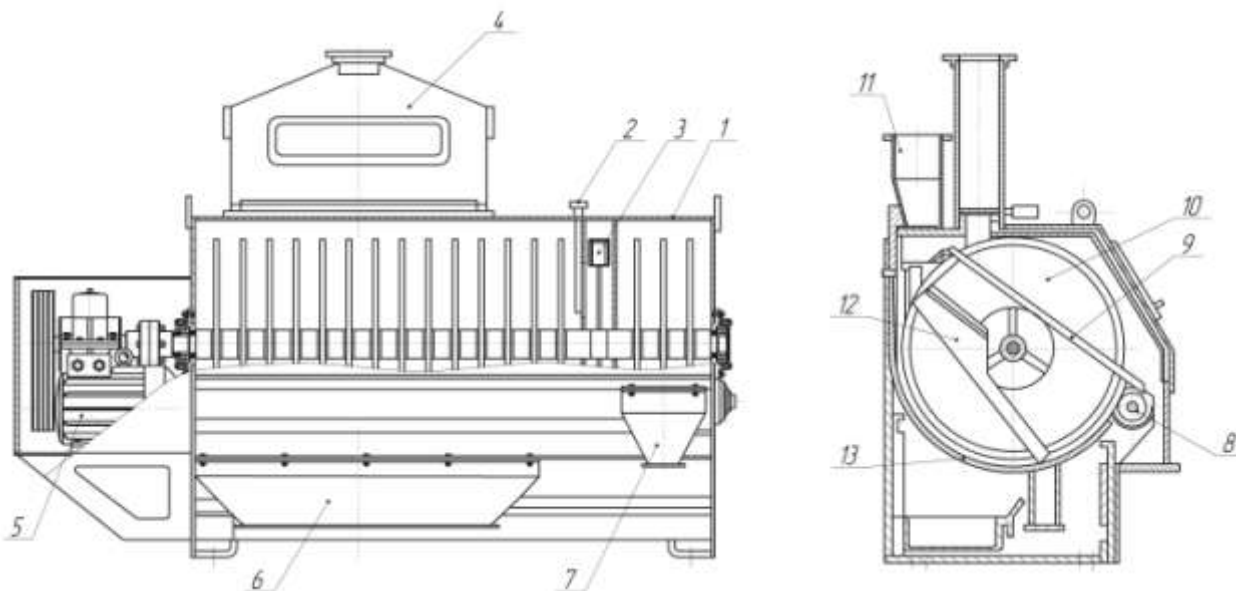
## 2.6 Физическая культура на производстве

В целях повышения экономической грамотности персонала периодически проводятся инструктажи по обращению с отходами. Для обеспечения экономного и рационального использования природных ресурсов организован контроль за использованием природных ресурсов, так же организован контроль за содержанием вредных веществ и выхлопных газов автомобилей в атмосферу, с назначением ответственных лиц. Организован сбор и хранение отходов в специально отведенных местах, обеспечен своевременно вывоз отходов. На территории предприятия категорически запрещено мытье машин. За соблюдение чистоты и порядка на территории хозяйства назначаются ответственные лица. Периодически проводятся мероприятия по озеленению территории хозяйства. Что касается охраны окружающей среды связанный с производственным процессом, хозяйство использует шелуху гречихи и подсолнечника как биотопливо. После переработки других круп отходы направляются на создание комбикормов.

### 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Конструкторская разработка

Предлагаемая конструкция установки (рисунок 3.1) применяется для переработки зерна от длинных и коротких примесей.



1-корпус; 2-заслонка; 3-ковшовое колесо; 4-приёмное устройство; 5-привод; 6-патрубок; 7-выпускное устройство; 8-шнек; 9-лотки; 10-дисковый ротор; 11-аспирационный диффузор; 12-лотки; 13-задвижка люка.

Рисунок 3.1 – Общий вид триера

Конструкция пневмомеханического сепаратора включает в себя приемный бункер, где происходит накопление перерабатываемого продукта и сварного корпуса, внутри которой смонтирована приёмная горловина, вертикально расположенный канал сепарирования, осадочная камера с рециркуляционной системой. Внутри осадочной камера вмонтирован всасывающий вентилятор с шнеком, который выводит осаждённые примеси из сепаратора.

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



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

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

### 3.2 Энергетический расчет

Энергетический расчет сводится к определению потребной мощности на рабочем валу триера.

Мощность привода определяется по формуле :

$$N = 0,6 \cdot Q, \quad (3.1)$$

где  $Q$  – проверочная производительность триера, кг/ч.

$$N = 0,6 \cdot 6000 = 3600 \text{ Вт}$$

Для уточненного расчета мощности воспользуемся следующей формулой:

$$N = 1.04 \cdot (N_1 + N_2) \quad (3.2)$$

где  $N_1$  – мощность на преодоления трения дисков об зерновую массу, кВт.  
определяется по формуле:

$$N_1 = 2 \cdot z \cdot \frac{P \cdot f \cdot \omega}{1000}, \text{ кВт} \quad (3.3)$$

где  $z$  – число дисков,

$\omega$  – угловая скорость дисков

$f$  – коэф. трения зерна о диск

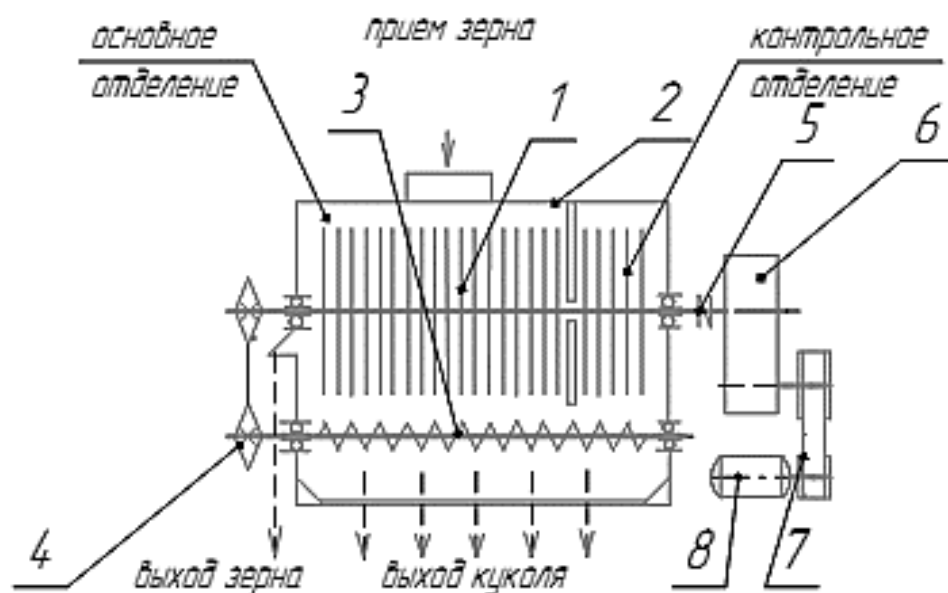
$P$  – давление зерна на поверхность диска, Н, определяется по формуле:

$$P = \frac{(R_1 - R_2)^2 \cdot \rho \cdot g \cdot \tan^2(45 - \frac{\varphi}{2})}{2}, \text{ Н} \quad (3.4)$$



### 3.2.1 Кинематический расчет

Кинематическая схема триера представлена на рисунке 3.1



1 – ротор с дисками, 2 – корпус триера, 3 – шнек, 4 – цепная передача, 5 – муфта, 6 – редуктор, 7 – ременная передача, 8 – электродвигатель.

Рисунок 3.2 – Кинематическая схема предлагаемого триера

Требуемая мощность электродвигателя для привода определяется по следующей формуле:

$$N_{\text{ов}} = \frac{N_p}{\eta_p} + \frac{N_{\text{шнек}}}{\eta_{\text{шнек}}}, \quad (3.9)$$

где  $N_p$  - мощность на рабочем органе привода, Вт;

$N_{\text{шнек}}$  - необходимая мощность на винте шнека, Вт (для шнекового транспортера длиной 1,5 м., с производительностью 5 т/ч  $N_{\text{шнек}} = 0,55 \text{ кВт}$ );

$\eta_p$  - КПД привода от двигателя до триера;

$\eta_p$  - КПД привода от триера до шнека,  $\eta$  определяется по формуле:

$$\eta = \sum \eta_i, \quad (3.10)$$

где  $\eta_1$  – КПД, учитывающий потери в ременной передаче,

$\eta_2, \eta_3$  – КПД, учитывающий потери в паре подшипников,

$\eta_4$ , – КПД зубчатой передачи,

$\eta_5$ , – КПД муфты,

$\eta_6$ , – КПД цепной передачи.

Принимаем:

$\eta_1 = 0,955$ ;

$\eta_2, \eta_3 = 0,99$ ;

$\eta_4 = 0,85$ ;

$\eta_5 = 0,985$ ;

$\eta_6 = 0,95$ .

тогда

$$\eta_p = 0,955 \cdot 0,99 \cdot 0,985 = 0,93$$

$$\eta_{шнэк} = 0,99 \cdot 0,85 = 0,84$$

$$N_{дв} = \frac{2800}{0,93} + \frac{550}{0,84} = 3665,5 \text{ Вт}$$

Приемлемая угловая скорость вращения вала электродвигателя определяется по следующей формуле:

$$\omega = u_{оц} \omega_p, \quad (3.11)$$

где  $\omega_p$  - угловая скорость вращения рабочего органа, рад/с

$u_{оц}$  - оценочное передаточное отношение привода, которое связано с передаточным отношением последовательно соединяемых передач зависимостью, представленной в следующей формуле:

$$u_{оц} = u_1 u_2, \quad (3.12)$$

Принимаем:  $u_1 = 4$ , ременная передача,

$u_2 = 5$ , редуктор,

$$u_{оц} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 = 4 \cdot 5 \cdot 20$$

откуда

$$\omega = u_{оц} \cdot \omega_p = 20 \cdot 5,23 = 104,6 \text{ рад / с}$$

|      |  |          |         |     |                                 |      |
|------|--|----------|---------|-----|---------------------------------|------|
|      |  |          |         |     | ВКР 35.03.06.199.21.00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. |  | № докум. | Подпись | Дат |                                 |      |

Выбираем электродвигатель, для этого находим частоту вращения его вала по формуле:

$$n = \frac{30\omega}{\pi}, \text{ об / мин} \quad (3.13)$$

$$n = \frac{30 \cdot 104.6}{3.14} = 999.3 \text{ об / мин}$$

По полученным данным выбираем асинхронный трехфазный двигатель серии 4А112МВ6У3, у которого  $N_{ДВ}=4\text{кВт}$ ,  $d_{\text{вых}}=32\text{мм}$ , синхронная частота вращения  $n = 1000 \text{ об / мин}$ ,  $\frac{T_{\text{пуск}}}{T_{\text{ном}}} = 1,9$ .

Асинхронная частота вращения вала электродвигателя с учетом скольжения при номинальной нагрузке определяется по формуле:

$$n_{\text{о\acute{в}}} = (1 - S)n \quad (3.14)$$

где  $n$  - синхронная частота вращения вала электродвигателя, об/мин;

$S$  – скольжение, при номинальной нагрузке,  $S = 0,05$ ;

$$n_{\text{о\acute{в}}} = (1 - S)n = (1 - 0,05) \cdot 1000 = 950 \text{ об / мин}$$

$$\omega_{\text{о\acute{в}}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{о\acute{в}}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 950}{30} = 99,4 \text{ рад / с}$$

Передаточное отношение привода определяем по формуле:

$$u_{\text{о\acute{бц}}} = \frac{\omega_{\text{о\acute{в}}}}{\omega_p} = \frac{99,4}{5.23} = 19 \quad (3.15)$$

т.к.  $U_{\text{о\acute{бц}}} = 19$ , тогда принимаем:

$u_1=2,375$ , ременная передача,

$u_2=8$ , закрытая зубчатая передача

Уточняем общее передаточное отношение:

$$u_{\text{о\acute{бц}}} = u_1 u_2 = 2.375 \cdot 8 = 19$$

Угловые скорости и частоты вращения на валах:

$$\omega_1 = \omega_{\text{о\acute{в}}} = 99,4 \text{ рад / с}$$

$$n_1 = \frac{30\omega_1}{\pi} = \frac{30 \cdot 99,4}{3,14} = 950 \text{ об / мин}$$

|      |  |          |         |     |                                 |      |
|------|--|----------|---------|-----|---------------------------------|------|
|      |  |          |         |     | ВКР 35.03.06.199.21.00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. |  | № докум. | Подпись | Дат |                                 |      |
|      |  |          |         |     |                                 |      |

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_1} = \frac{99,4}{2,375} = 41,85 \text{ рад / с}$$

$$n_2 = \frac{30 \cdot \omega_2}{\pi} = \frac{30 \cdot 41,85}{3,14} = 399,8 \text{ об / мин}$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{u_2} = \frac{41,85}{8} = 5,23 \text{ рад / с}$$

$$n_3 = \frac{30 \omega_3}{\pi} = \frac{30 \cdot 5,23}{3,14} = 50 \text{ об / мин}$$

Для шнекового транспортера максимальная угловая скорость определяется по следующей формуле:

$$\omega_{\max} = \frac{\pi \cdot A}{30 \sqrt{D}}, \text{ рад / с} \quad (3.16)$$

где  $A$  – коэффициент, зависящий от транспортируемого груза, для зерна  $A=60$ ;

$D$  – диаметр витка шнека, м.

Для ранее принятого шнека  $D = 100$  мм.

$$\omega_{\max} = \frac{3,14 \cdot 60}{30 \sqrt{0,1}} = 17,7, \text{ рад / с}$$

Принимаем  $\omega_4 = \omega_3 = 5,23 \text{ рад/с} < \omega_{\max}$

$$n_4 = \frac{30 \omega_4}{\pi} = \frac{30 \cdot 5,23}{3,14} = 50 \text{ об / мин}$$

Мощности на валах для всех валов привода определяется по формуле:

$$N_{i+1} = N_i \eta_i \quad (3.17)$$

$$N_{\text{дв1}} = N_1 = 4000 \text{ Вт}$$

$$N_2 = N_1 \eta_{pn} = 4000 \cdot 0,955 = 3820 \text{ Вт}$$

$$N_3 = N_2 \eta_{zn} \eta_{mn} = 3820 \cdot 0,985 \cdot 0,99 = 3725 \text{ Вт}$$

$$N_4 = N_3 \eta_{\text{цеп}} \cdot \eta_{\text{м}} - N_p = 3725 \cdot 0,95 \cdot 0,99 - 2800 = 703,3 \text{ Вт}$$

Крутящие моменты на валах на валах определяются по следующей формуле:

|      |  |          |         |     |                                 |      |
|------|--|----------|---------|-----|---------------------------------|------|
|      |  |          |         |     | ВКР 35.03.06.199.21.00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. |  | № докум. | Подпись | Дат |                                 |      |
|      |  |          |         |     |                                 |      |

$$T_i = \frac{N_i}{\omega_i} \quad (3.18)$$

$$T_1 = \frac{N_1}{\omega_1} = \frac{4000}{99,4} = 40,24(H \cdot м)$$

$$T_2 = \frac{N_2}{\omega_2} = \frac{3820}{41,85} = 91,28 H \cdot м$$

$$T_3 = \frac{N_3}{\omega_3} = \frac{3725}{5,23} = 712,24 H \cdot м$$

$$T_4 = \frac{N_4}{\omega_4} = \frac{703,3}{5,23} = 134,47 H \cdot м$$

По полученным значениям подбираем цилиндрический редуктор тип Ц2У–160–8–12К–У3, с передаточным числом  $i=8$ , крутящим моментом на выходном валу  $T_{\text{вых}}=1000 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

### 3.3 Конструктивный расчет

#### 3.3.1 Расчет вала ротора

Ориентировочный (предварительный) расчет вала проведем из расчета на кручение, по пониженным допускаемым напряжениям, косвенно учитывая тем самым действие на валы изгибающих моментов [10, 11].

Допускаемые напряжения для валов из сталей ст.6, ст. 45, ст.40ХН и т.д.

$$d \geq 15...20 \frac{H}{мм^2} \text{ - для быстроходного (ведущего) вала;}$$

$$d \geq 25...40 \frac{H}{мм^2} \text{ - для тихоходного вала;}$$

Тихоходный вал ротора. Крутящий момент на валу  $T_3 = 590,66 H \cdot м$

Диаметр вала в месте посадки ведомого шкива клиноременной передачи определяется по формуле:

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{T_7}{0,2 \cdot \tau}} \quad (3.19)$$

Лист

ВКР 35.03.06.199.21.00.00.00 ПЗ

|      |  |          |         |     |
|------|--|----------|---------|-----|
|      |  |          |         |     |
| Изм. |  | № докум. | Подпись | Дат |

где  $T$ - крутящий момент на валу,  $H \cdot мм$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{712,24 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 40}} = 44,65 мм$$

Округляем по ГОСТ 6636-69 до  $d_1 = 45 мм$

Диаметр вала под подшипником (местом посадки):

$$d_2 = d_1 + 1 = 45 + 1 = 46 мм$$

Принимаем  $d_2 = 50 мм$

Диаметр вала под дисками триера:

$$d_3 = d_2 + 4 = 50 + 4 = 54 мм$$

### 3.3.2 Расчет ременной передачи

Расчет клиноременной передач от электродвигателя к редуктору привода со следующими кинематическими параметрами: мощность двигателя  $N_1 = 4000$  Вт, числом оборотов  $n_1 = 950$  об/мин, передаточным отношением  $U = 2,375$ .

В зависимости от передаваемого крутящего момента на ведущем валу выбираем тип ремня и минимальный допустимый диаметр [20, 21].

При  $T_1 = 40,24$  Н·м принимаем ремень клиноременной передачи типа Б.

Принимаем диаметр ведущего шкива  $D_1 = 125$  мм, поперечного сечения ремня  $A_1 = 138$  мм<sup>2</sup>.

Определяем диаметр ведомого шкива по формуле:

$$D_2 = D_1 \cdot U_1 = 125 \cdot 2,375 = 296,9 мм, \quad (3.20)$$

где  $D_1$  – диаметр ведущего шкива, мм

$U_1$  – передаточное отношение

$D_2$  – диаметр ведущего шкива, мм

Принимаем из стандартного ряда (ГОСТ 1284-82) диаметр  $D_2 = 300$  мм.

Уточняется угловая скорость ведомого вала по формуле:

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{D_1(1-\varepsilon)}{D_2} c^{-1}, \quad (3.21)$$

Лист

ВКР 35.03.06.199.21.00.00.00 ПЗ

|      |  |          |         |     |
|------|--|----------|---------|-----|
|      |  |          |         |     |
| Изм. |  | № докум. | Подпись | Дат |



где  $\varepsilon = 0,01$  коэффициент упругого скольжения.

$\omega_1$ - угловая скорость вращения ведущего вала,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\omega_2$  – угловая скорость вращения ведомого вала,  $\text{с}^{-1}$ ;

$$\omega_2 = 99,4 \frac{125 \cdot (1 - 0,01)}{300} = 41 \text{ (рад/с)},$$

Фактическое передаточное отношение определяется по формуле:

$$U = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{99,4}{41} = 2,42 \quad (3.22)$$

Скорость ремня определяется по следующей формуле:

$$v = \frac{D_1 \cdot \omega_1}{2000} = \frac{125 \cdot 99,4}{2000} = 6,2 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \quad (3.23)$$

Межосевое расстояние принимаем в зависимости от передаточного отношения: при  $U=2,5$  принимаем значение межосевого расстояния по формуле:

$$a_{\text{мин}} = 0,55(D_1 + D_2) + H = 0,55(125 + 300) + 10,5 = 244,25 \text{ мм} \quad (3.24)$$

где  $a$  – минимальное межосевое расстояние, мм;

Определяем расчетную длину ремня по выбранному межосевому расстоянию по формуле:

$$L = 2a + \frac{\pi(D_2 + D_1)}{2} + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} \quad (3.25)$$

$$L = 2 \cdot 245 + \frac{3,14(300 + 125)}{2} + \frac{(300 - 125)^2}{4 \cdot 245} = 1188 \text{ мм}$$

где  $L$  – рабочая длина ремня, мм.

Принимаем стандартное значение длины ремня  $L=1200(\text{мм})$ .

Частота пробега ремня определяется по формуле:

$$i = \frac{V}{L} \leq [i], \quad (3.26)$$

где  $[i]=10 \text{ с}^{-1}$  – допускаемая частота пробега.

$$i = \frac{6,2}{1,2} = 5,16 \text{ (с}^{-1}\text{)}.$$

По принятой стандартной длине ремня определяем соответствующее межосевое расстояние по формуле:

|      |  |          |         |     |                                 |      |
|------|--|----------|---------|-----|---------------------------------|------|
|      |  |          |         |     | ВКР 35.03.06.199.21.00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. |  | № докум. | Подпись | Дат |                                 |      |

$$a = \frac{2L - \pi(D_2 + D_1) + \sqrt{[2L - \pi(D_2 + D_1)]^2 - 8(D_2 - D_1)^2}}{8}, \quad (3.27)$$

$$a = \frac{2 \cdot 1200 - 3.14(125 + 300) + \sqrt{[2 \cdot 1200 - 3.14(125 + 300)]^2 - 8(300 - 125)^2}}{8} = 251 \text{ мм}$$

Угол обхвата на малом шкиве определяется по формуле:

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} \cdot 57^\circ = 180 - \frac{300 - 125}{251} \cdot 57 = 140^\circ \quad (3.28)$$

Окружное усилие определяется по формуле (3.28) /5, с.289/:

$$F_t = \frac{N_1 \cdot 10^3}{v} = \frac{4000}{6.2} = 645,1 \text{ (Н)}, \quad (3.29)$$

где  $F_t$  – окружное усилие, Н;

$N$  – мощность, Вт;

$v$  – скорость ремня, м/с.

Число ремней определяется по формуле:

$$Z \geq \frac{F_t}{A_1 \cdot [k]}, \quad (3.30)$$

где  $A_1$  – площадь поперечного сечения одного ремня;

$[k]$  – допускаемое полезное напряжение, Н/мм<sup>2</sup> определяется по формуле (3.30) /5, с.290/

$$[k] = k_0 \cdot C_\alpha \cdot C_v \cdot C_p, \quad (3.31)$$

где  $k_0$  – исходное удельное кружное усилие для определенных условий работы.

Определяется  $k_0$  при напряжении от предварительного натяжения  $\sigma_0 = 1,2 \text{ Н/мм}^2$ . При поперечном сечении  $A$  принимаем  $k_0 = 1,55$ .

$C_\alpha$  – коэффициент, учитывающий влияние угла обхвата на меньшем шкиве, определяется по формуле (3.31) /5, с.290/

$$C_\alpha = 1 - 0,003 \cdot (180^\circ - \alpha_1) = 1 - 0,003 \cdot (180 - 140) = 0,88, \quad (3.32)$$

$C_v$  – коэффициент, учитывающий влияние центробежной силы;

|      |  |          |         |     |                                 |      |
|------|--|----------|---------|-----|---------------------------------|------|
|      |  |          |         |     | ВКР 35.03.06.199.21.00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. |  | № докум. | Подпись | Дат |                                 |      |

$C_p$  – коэффициент режима работы передачи:  $C_p=1,0$ .

$$C_v = 1,04 - 0,0004v^2 = 1,04 - 0,0004 \cdot 6,2^2 = 1,02$$

$$\kappa_0 = 1,55 \cdot 0,88 \cdot 1,02 \cdot 1,0 = 1,39$$

$$Z \geq \frac{645,1}{138 \cdot 1,39} = 3,36$$

Принимаем число ремней  $Z=4$ .

Усилие, действующее на вал, определяется по формуле:

$$Q_s = 2\sigma_0 \cdot A_1 \cdot Z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 1,2 \cdot 138 \cdot 4 \cdot \sin \frac{140}{2} = 1244,9 \text{ Н} \quad (3.33)$$

где  $Q$  – усилие, действующее на вал;

$\sigma_0$  – предварительное натяжение, Н

Принимаем к установке четыре ремней сечением Б по ГОСТ1284.1-89

### 3.4 Экономическое обоснование конструкции триера

#### 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

| №<br>пп | Наименование<br>деталей.  | Масса одной<br>детали, кг. | Количество<br>деталей. | Общая масса<br>деталей, кг |
|---------|---------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1       | 2                         | 5                          | 6                      | 7                          |
| 1       | Ротор                     | 200                        | 1                      | 135                        |
| 2       | Корпус триера             | 300                        | 1                      | 90                         |
| 3       | Патрубок питающий         | 50                         | 2                      | 46                         |
| 4       | Патрубок выгрузной        | 60                         | 1                      | 15                         |
| 5       | Патрубок выгрузной        | 70                         | 1                      | 20                         |
| 6       | Патрубок<br>аспирационный | 30                         | 1                      | 30                         |
| 7       | Рама привода              | 20                         | 1                      | 20                         |
| Итого:  |                           |                            |                        | 730                        |

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

Таблица 3.4.2 - Масса покупных деталей и цены

| №<br>пп | Наименование<br>деталей | Количество | Масса, кг |       | Цены, руб |       |
|---------|-------------------------|------------|-----------|-------|-----------|-------|
|         |                         |            | Одной     | Всего | Одной     | Всего |
| 1       | 2                       | 3          | 4         | 5     | 6         | 7     |
| 1       | Болты М8                | 20         | 0,02      | 0,4   | 160       | 3200  |
| 2       | Болты М8                | 1          | 0,03      | 0,03  | 100       | 100   |
| 3       | Болты М8                | 1          | 0,025     | 0,025 | 120       | 120   |
| 4       | Болты М8                | 12         | 0,025     | 1,275 | 52        | 624   |
| 5       | Болты М6                | 8          | 0,022     | 0,176 | 50        | 400   |
| 6       | Винт М10                | 1          | 0,017     | 0,017 | 120       | 120   |
| 7       | Гайки М8                | 20         | 0,012     | 0,24  | 40        | 800   |
| 8       | Гайки М8                | 10         | 0,013     | 0,13  | 40        | 400   |
| 9       | Гайки М8                | 6          | 0,014     | 0,084 | 40        | 240   |
| 10      | Шайбы 8                 | 34         | 0,005     | 0,17  | 20        | 680   |
| 11      | Шайбы 10                | 12         | 0,005     | 0,06  | 20        | 240   |
| 12      | Шайбы 6                 | 8          | 0,005     | 0,04  | 20        | 160   |
| 13      | Подшипники              | 2          | 0,3       | 0,6   | 2600      | 5200  |
| 14      | Шпонка                  | 2          | 0,015     | 0,03  | 100       | 200   |
| 15      | Шкив ведомый            | 1          | 15        | 15    | 8000      | 8000  |
| 16      | Шкив ведущий            | 1          | 12        | 12    | 7500      | 7500  |
| 17      | Муфта                   | 1          | 5         | 5     | 20000     | 20000 |
| 18      | Электродвигатель        | 1          | 30        | 30    | 45000     | 35000 |
| 13      | Редуктор                | 1          | 25        | 25    | 34000     | 24000 |
| 14      | Крышка<br>подшипника    | 2          | 1         | 2     | 2000      | 2000  |
| Итого:  |                         |            | 90        |       | 84984     |       |

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

$$G = (730 + 90) \cdot 1,05 = 861 \text{ кг}$$

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;

$C_3$  – 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 (принимается  $E=1,5$ );

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

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

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

руб

### 3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

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

Таблица 3.4.3 - Исходные данные сравниваемых конструкций

| Наименование                              | Проектируемой | Базовой |
|-------------------------------------------|---------------|---------|
| 1                                         | 2             | 3       |
| Масса конструкции, кг                     | 861           | 730     |
| Балансовая стоимость, руб.                | 107165        | 130000  |
| Потребная мощность, кВт                   | 3,5           | 7,5     |
| Часовая производительность, кг/ч          | 6000          | 5000    |
| 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 триера, и дается их сравнение.

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

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

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

где  $N_e$  – потребляемая конструкцией мощность, кВт;  
 $W_z$  – часовая производительность конструкции; ь/ч.  
 Подставив значения в формулу (3.4.3) получим:

$$\frac{N_e}{W_z} = \frac{G}{T_{год} \cdot T_{сл}}$$

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.

$$\frac{M_e}{W_z} = \frac{G}{T_{год} \cdot T_{сл}}$$

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.

$$\frac{F_e}{W_z} = \frac{C_б}{T_{год}}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

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

где  $n_p$  – количество рабочих, чел.

$$\frac{T_e}{W_z} = \frac{n_p}{W_z^2}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

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

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

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

$C_{\text{э}}$  – затраты на электроэнергию, руб/кг;

$A$  – амортизационные отчисления, руб/кг.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

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

где  $Z$  - часовая тарифная ставка, руб/ч:

руб/кг

руб./кг

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_c \quad (3.4.9)$$

где  $\Pi_{\text{э}}$  - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

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

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

Полученные значения подставим в формулу 3.4.10:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

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

где  $a$  - норма амортизации, %.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Полученные значения подставим в формулу 3.4.7:

Приведённые затраты определяют по формуле:

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

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

$F_H$  – фондоемкость процесса, руб./кг;

$k$  – удельные капитальные вложения, руб./кг.

Годовую экономию определяют по формуле:

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

руб.

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

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

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

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

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

Таблица 3.4.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

| №<br>пп | Наименование показателей                       | Базовый | Проект | Проект в<br>% к<br>базовому |
|---------|------------------------------------------------|---------|--------|-----------------------------|
| 1       | 2                                              | 3       | 4      | 5                           |
| 1       | Часовая производительность, кг/с               | 5       | 6      | 120                         |
| 2       | Фондоёмкость процесса, руб./кг                 | 26      | 17     | 65                          |
| 3       | Энергоёмкость процесса, кВт./кг                | 1,5     | 0,58   | 38                          |
| 4       | Металлоёмкость процесса, кг/т                  | 0,0146  | 0,0143 | 97                          |
| 5       | Трудоёмкость процесса, чел*ч/кг.               | 0,2     | 0,16   | 80                          |
| 6       | Уровень эксплуатационных затрат, руб./кг       | 30,05   | 21,62  | 71                          |
| 7       | Уровень приведённых затрат, руб./кг.           | 32,65   | 23,32  | 71                          |
| 8       | Годовая экономия, руб.                         | 50580   |        |                             |
| 9       | Годовой экономический эффект, руб.             | 55980   |        |                             |
| 10      | Срок окупаемости капитальных вложений, лет     | 2,1     |        |                             |
| 11      | Коэффициент эффективности капитальных вложений | 0,47    |        |                             |

### 3.5 Техника безопасности при эксплуатации триера

Управление охраной труда на любом предприятии осуществляет руководитель, в структурных подразделениях – руководители структурных подразделений в соответствии с положениями о службе охраны труда.

Непосредственное руководство разработкой и проведением всего комплекса мероприятий по охране труда на предприятии, контроль за своевременным и качественным проведением обучения, инструктажа, стажировки и проверки знаний работников организации по вопросам охраны труда осуществляет инженер по охране труда.

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.

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.

## **ВЫВОДЫ**

В выпускной квалификационной работе отражено современное состояние технологии и процесса переработки зерна с помощью дискового триера.

Проведенный анализ работы оборудования и патентный поиск позволил выявить недостатки и возможности их устранения в работе триера.

Внедрение предлагаемой нами технологии может дать большой экономический эффект и может быть применено на любом сельхозпредприятии.

Предлагаемая установка, имеющая простоту конструкции и малую себестоимость 50580 руб. и в тоже время достаточно высокую производительность – 6 т/ч, меньшие затраты электроэнергии, по сравнению с другими аналогичными машинами, может быть приобретена и использоваться практически на перерабатывающем предприятии.

По технико-экономическим расчетам срок окупаемости данной установки 2,1 года, соответственно коэффициент эффективности капитальных вложений равен 0,47, что показывает экономическую целесообразность ее приобретения и применения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алагуров В.В., Лыков С.А., Рудаков Б.М. Современные конструкторско-технологические решения в зерноочистительном оборудовании // Техника и оборудование для села, 2002, №2, с. 6...9.
2. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 559 с., ил.
3. Анискин И.В. Развитие зерноочистительной техники // Тракторы и СХМ, 2005, №1, с. 15...16
4. Антипов С.Т., И.Т. Кретов, А.Н. Остриков «Машины и аппараты пищевых производств», под. ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш.шк., 2001. – 703 с.
5. Бурков А.И., Сычугов Н.П. – Зерноочистительные машины. Киров, 2000, 261с.
6. Бурков А.И. и др. Модернизация цилиндрического триера // Тракторы и СХМ, 2007, №1, с. 10...12.
7. Бутковский В.А., Мельников Е.М. «Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства (с основами экологии)». – М.: Агропроиздат, 1989. – 464 с.
8. Галицкий Р.Р. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий. - 3-е изд., доп. и перераб. /Р.Р. Галицкий. - М.: Агропромиздат, 1990. - 270 с.
9. 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.
10. Иванов М.Н. Детали машин. Курсовое проектирование. Учеб. Пособие для машиностроительных вузов. М., «Высшая школа», 1975 – 551с.
11. Кеворкянц В.Я. «Методические указания к курсовому проекту по курсу «Прикладная механика», Могилев, МТИ, 1991 часть II.
12. Кошурников А.Ф., Кошурников Д.А., Кыров А.А. Анализ технологических процессов, выполняемых сельскохозяйственными машинами, с помощью ЭВМ: Учебное пособие. Ч. 2. Пермск. с.-х. акад.

Пермь, 1998. 381 с.

13. 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.

14. Методические указания к курсовому проекту по курсу «Прикладная механика» для студентов технологических специальностей в 4-х частях, ч.2.Могилев., МТИ, 1991 – 36с

15. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Сельскохозяйственные машины» Пермь,1999. Стр. 19,157,158,162,177,180.

16. Патент РФ 2352099. Способ послеуборочной обработки семян зерновых культур и линия для его осуществления/ Дата подачи заявки: 15.11.2007. Дата публикации: 20.04.2009. Бюл. №3.

17. Пахадня В.П. «Методические указания по дисциплинам «Детали машин» и «Прикладная механика» для студентов механических и технологических специальностей» МГУП, г.Могилев,2003г.

18. Сычуглов Н.П. и др. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян трав. Киров, ФГУИИП «Вятка», 2003, 256 с.

19. 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.

20. Харкевич В.Г «Методические указания . Курсовой проект по курсу «Детали машин и основы конструирования» для студентов специальностей Т.05.04.00 и Т.05.07.00 МТИ, г.Могилев,1999г.

21. Чернавский, С.А. Проектирование механических передач. / С.А, Чернавский, Г.А. Снесарев, Б.С. Козинцов – М, Машиностроение, 1984.-560с.