

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление **Агроинженерия**

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

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Совершенствование технологии производства гречневой крупы с
разработкой шелушителя»

Шифр 35.03.06.141.18

Студент _____ Губайдуллин А.М.
подпись Ф.И.О.

Руководитель _____ Дмитриев А.В.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № _____ от _____ 20__ г.)

Зав. кафедрой _____
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Губайдуллина Айдар Мидхадовича выполненную на тему «Совершенствование технологии производства гречневой крупы с разработкой шелушителя».

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

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

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

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

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

Пояснительная записка завершается заключением и списком использованной литературы.

ANNOTATION

On graduation qualification work of Gubaidullin Aidar Midkhadovich performed on the topic "Improving the technology of production of buckwheat groats with the development of a peeler".

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 specifications.

In the first section, the analysis of existing technologies for processing grain in cereals and existing designs of peelers is carried out. The technical merits and shortcomings of the existing developments are given.

The second section describes the development of technology for processing grain in cereals. Technological calculations and measures for the organization of safe work and improvement of work, measures for protecting the environment during work on the planned technology are given.

The third section shows the developed design of the peeler. The scheme of work of the device is described, constructive calculations are executed. The instruction on safe work with the device is developed. The feasibility study of the expediency of using a peeler 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 получения гречневой крупы.....	
1.2.1 Технология получения гречневой крупы на крупяном заводе.....	
1.2.2 Технология получения гречневой крупы по И.Т. Мерко.....	
1.3 Анализ существующих конструкций шелушителей.....	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Предлагаемая технологическая линия получения гречневой крупы.....	
2.2 Технологические расчёты.....	
2.3 Разработка мероприятий по улучшению безопасности жизнедеятельности и условий труда при использовании предлагаемой технологии получения гречневой крупы.....	
2.4 Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при использовании предлагаемой технологии получения гречневой крупы.....	
2.5 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при использовании предлагаемой технологии получения гречневой крупы.....	
2.6 Физическая культура на производстве.....	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	
3.1 Конструкторская разработка.....	
3.2 Расчет конструктивных параметров разрабатываемой машины.....	
3.3 Расчет болтового соединения.....	
3.4 Экономическое обоснование конструкции.....	
3.4.1 Расчёт массы и стоимости конструкции.....	
3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.....	
3.5 Техника безопасности при эксплуатации шелушителя	
ВЫВОДЫ.....	

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

ВВЕДЕНИЕ

Гречиха является основной крупяной культурой в мире. Перерабатываемое в странах зерно этой культуры в основном используется в крупяной промышленности.

Пищевая промышленность и зерновой рынок на сегодняшний день предъявляет довольно высокие требования к качеству исходного продукта. По всем показателям такое зерно должно иметь соответствующие ГОСТы.

В условиях рыночной экономики обработка такого зерна в зерноперерабатывающих цехах невыгодна для товаропроизводителей (в основном из-за неэффективности ценовой системы, снижения зачетной массы и нормы выхода крупы из-за несоответствия зерна базисным кондициям, невозможности эффективного использования побочной продукции и отходов, а также высоких транспортных и накладных расходов). Наиболее ответственной системой технологического процесса обработки зернового материала в крупу является шелушение, которое выполняется шелушительными агрегатами, которые базируются на использовании разных способов воздействия на объект переработки и конструктивно-технологических схемах рабочих органов.

Исходя из этого, успешное решение задач по переработке зерна гречихи невозможно без совершенствования технологий и технических средств для шелушения.

Цель выполнения выпускной квалификационной работы состоит в том, что на основании изучения материала работы, разработать конструкцию шелушителя с реверсивной декой. Рассчитать его конструктивные параметры, разработать мероприятия по технике безопасности и по охране труда, провести технико-экономическое обоснование разработанной конструкции.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общие сведения

Для любой с/х культуры существуют агротехнические требования. Шелушение зерна и семян на практике осуществляется по физическим признакам: форма, размеры, плотность, аэродинамические свойства, свойства поверхности.

Согласно действующей в отрасли ПОЗ и ПС нормативной документации в качестве исходного материала для определения номинальной производительности принимают гречиху, которая в зависимости от вида очистки должна содержать, при:

- очистке для подготовки к сушке или временному хранению – сорной примеси до 10% при влажности до 20%;
- очистке продовольственного зерна – примесей до 10%, в том числе сорной до 3%, при влажности до 16%;
- очистке семян – отход 5% при влажности 16%.

Во время шелушения все продукты переработки зерна должны удовлетворять органолептическим и физико-химическим показателям.

Показатели безопасности гречихи по запаху и вкусу, наличию минеральной примеси, влажности, содержанию металломагнитной примеси, сроку годности и хранению, кислотности и кислотного числа жира должны соответствовать требованиям.

Гречиха не должна иметь посторонних запахов, привкусов, включений, отличаться по цвету, присущему данному виду продукта.

1.2 Анализ существующих технологий получения гречневой крупы

1.2.1 Способ переработки зерна в крупу по патенту №2115475

Использование: в крупяной промышленности при производстве гречневой крупы на предприятиях малой мощности. Сущность: очищенное от примесей, гидротермически обработанное зерно гречихи подвергают последовательному трехкратному шелушению без сортирования по размерам на фракции и разделяют продукты шелушения ситовым методом. При шелушении верхние сходы после сепарирования возвращают в ту же зону шелушения, вторые сходы направляют в следующую зону шелушения, причем второй сход последней зоны шелушения возвращают в эту же зону после дополнительной сортировки вместе со вторым сходом второй зоны, а извлечение крупы осуществляют из нижних сходов в один этап, перед которым выделяют мелкую ядрицу сепарированием ситовым методом. Крупу и отходы контролируют. Отделение лузги производят как после разделения продуктов шелушения, так и непосредственно сразу после шелушения зерна.

Предлагаемый способ выработки гречневой крупы осуществляют согласно технологической схеме, показанной на рисунке 1.1. Очищенное и гидротермически обработанное зерно гречихи поступает в накопительный бункер 1 и через магнитную защиту 2 в первую зону шелушения 3 - шелушильный станок с рабочими органами, имеющими жесткое покрытие (вальцедековый станок или постав).

После шелушильного станка 3 смесь продуктов направляется в рассев 4. На сите с отверстиями диаметром 4,5 мм сходом получают крупные нешелушенные зерна, которые после провеивания на аспираторе 5 направляют на повторное шелушение.

Устанавливая зазор между рабочими органами шелушильного станка 3, следует исходить из 40% возврата зерновой смеси на машину (сход с сит с отверстиями диаметром 4,5 мм).

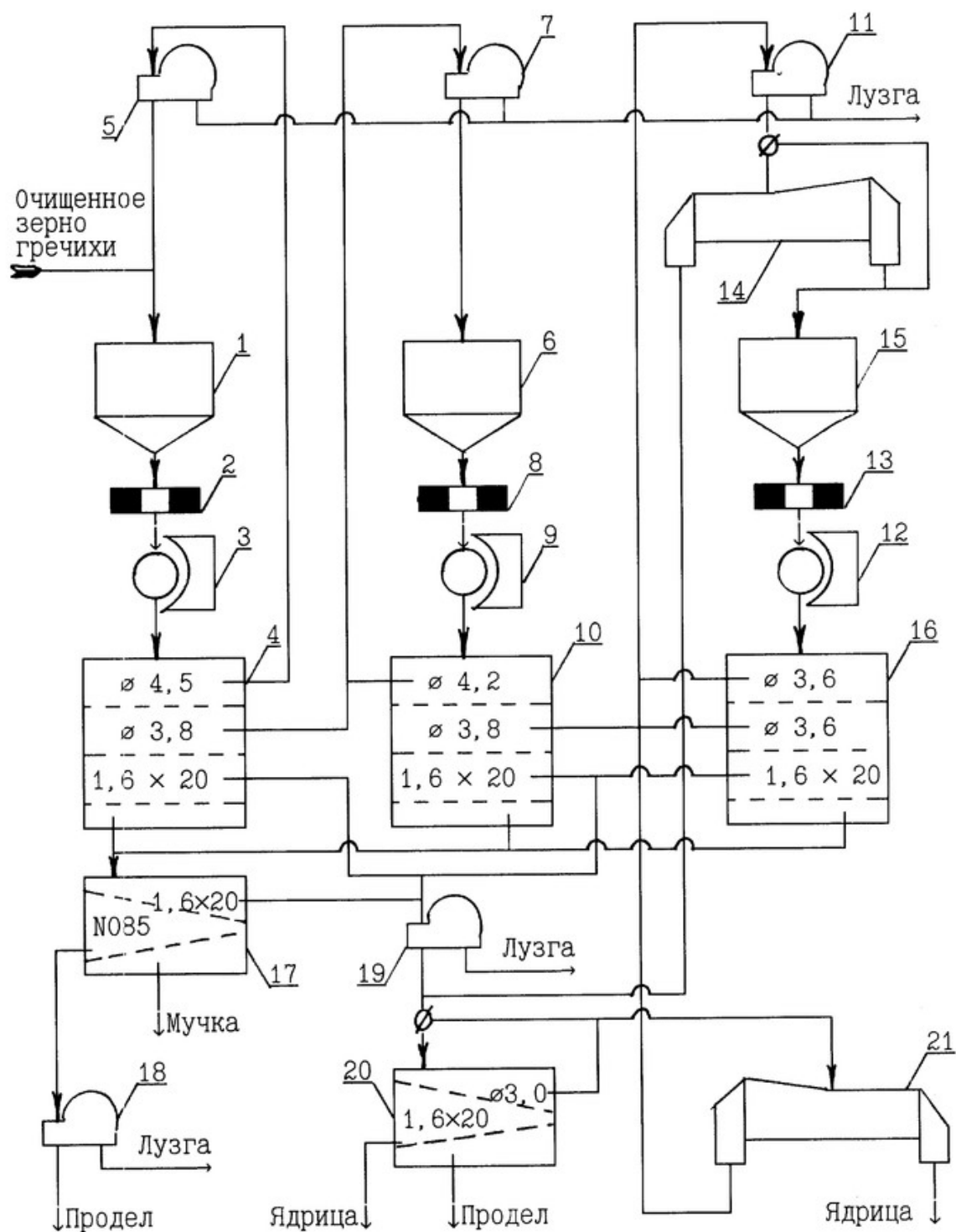


Рисунок 1.1 - Схема

В накопительный бункер 6 направляют провеенный в аспираторе 7 сход с сита с отверстиями диаметром 3,8 мм (преимущественно это нешелушеное зерно), количество которого составляет около 45 - 47% от массы всего зерна, поступившего в первую зону. После магнитной защиты 8 зерно подают в станок 9. При шелушении на этом станке устанавливают зазор между его рабочими органами таким же, как на станке 3, при этом в зонах происходит шелушение даже мелкого зерна за счет трения зерновок в зазоре машины между собой и абразивным покрытием.

После шелушения продукты разделяют в расसेве 10. Второй сход (сход с сита с отверстиями диаметром 3,8 мм), количество которого после отвеивания лузги составляет 20 - 24% от поступившего в первую зону зерна, подают в аспиратор 11.

Чтобы избежать механической обработки крупного ядра на станке 12 с магнитной защитой 13, в схеме предусмотрена операция промежуточного отбора ядрицы на крупотделительной машине 14. Сепарирование смеси, содержащей 9 - 10% нешелушенных зерен, позволяет добиться коэффициента извлечения ядра на один канал. Нижний сход падди-машины 14 объединяется с нижними сходами всех сепараторов, а верхний сход поступает в накопительный бункер 15.

В третьей зоне происходит окончательное шелушение оставшегося зерна, для чего в расसेве 16 устанавливают первые две группы сит с одинаковыми размерами отверстий (диаметром 3,6 мм), сходы с них объединяют, провеивают и возвращают в шелушильный станок 12. Размер зазора между рабочими органами последнего шелушильного станка уменьшается так, чтобы он обеспечивал коэффициент шелушения зерновой массы, равный 30%.

Дробленое ядро - продел и мучку выделяют на всех этапах шелушения проходом через сита с продолговатыми отверстиями размером 1,6 x 20 мм и объединяют. В дальнейшем разделение продела и мучки осуществляют на металлотканых ситах N 0,85 крупосортировочной машины 17. Продел провеивают на аспираторе 18.

На всех трех этапах шелушения сходом с сит с прямоугольными отверстиями размером 1,6 x 20 мм и проходом через сита с отверстиями диаметром 3,8 мм происходит отбор ядрицы и небольшого количества (около 1 - 2%) мелкого зерна. Последние сходы с трех систем объединяют в один поток, провеивают в аспираторе 19 и направляют на крупосортировочную машину 20 для дополнительного отбора оставшегося продела и разделения ядрицы на сите с отверстиями диаметром 3,0 мм на две фракции по крупности. Мелкая ядрица идет сразу на выбой, а из крупной для улучшения сортности выделяют нешелушенные зерна на падди-машине 21.

Сепарирование смеси с относительно малым содержанием нешелушенных зерен неизбежно приведет к появлению в верхнем сходе падди-машины 21 значительного количества ядра. Поэтому в схеме предусматривается возврат верхнего схода этой машины на падди-машину 14.

В случае переработки мелкого (рядового) зерна гречихи в сепарирующем оборудовании устанавливаются сита с круглыми отверстиями на 1 - 2 номера меньше указанных в схеме.

Предложенный способ бесфракционного шелушения обеспечивает качество крупы, соответствующее I сорту.

Технологические показатели шелушения зерна при бесфракционной переработке в сравнении с показателями при переработке сортированной на шесть фракций гречихи не изменяются.

Предлагаемые способы позволили совершенствовать схему бесфракционного шелушения зерна гречихи путем сокращения числа падди-машин, замены шелушительных машин с эластичными рабочими органами на станки или поставки с абразивным покрытием, общим сокращением числа зон шелушения, что значительно упрощает в целом технологический процесс выработки гречневой крупы на малых предприятиях.

1.2.2 Технология получения гречневой крупы по И.Т. Мерко

Рассмотрим другую технологию изготовления гречневой крупы [3]:

Гречиху подают в бункер для зерна (рисунок 2.2), затем зерновой материал направляется на автоматизированные весы и далее зерновой материал подвергается процессу сепарации в воздушно-ситовых сепараторах, в которых выделяются примеси. Учитывая параметры гречихи, на сортировальных пунктах устанавливают сита с треугольными отверстиями размером 7,0-7,5мм.

Для отделения трудных примесей (дикий редьки, минеральной примеси) продукт сортируют в отсевах с разными ситами (круглые, продолговатые, треугольные), что необходимо для выделения данных примесей. При этом в отсевах из продукта выделяют две фракции: крупную и мелкую. Крупная фракция подвергается воздушному сепарированию, а мелкая направляется на пневмосортировальный стол или камнеотделительную машину для выделения минеральных примесей. Затем обе фракции объединяют и направляют в триеры - овсюгоотборочные машины для выделения длинных примесей (пшеница, овес и др.). Переработанное от примесей зерновой материал в зависимости от вида исходного материала перенаправляют или шелушительное отделение, или на воднотепловую обработку.

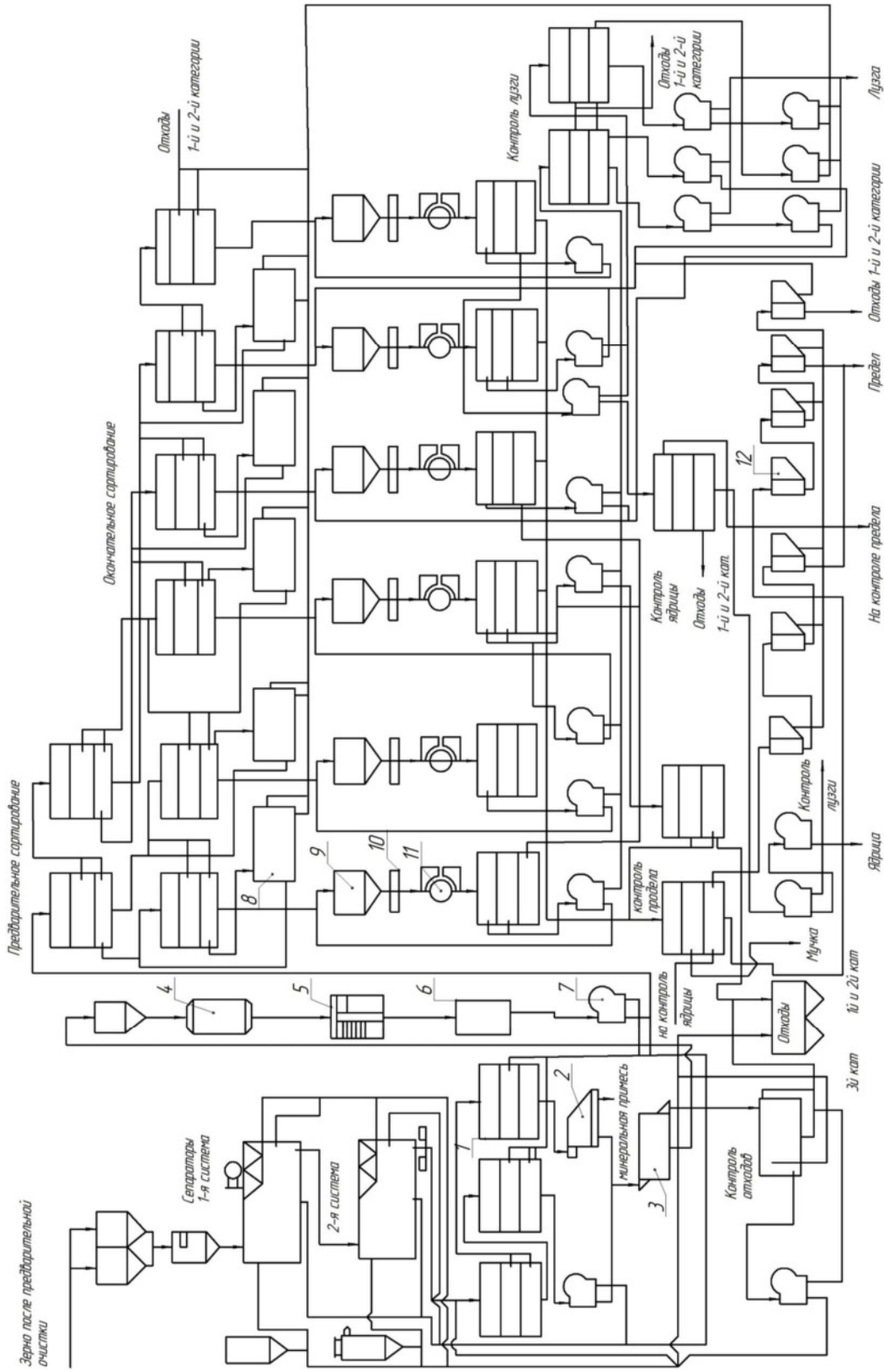
Воднотепловая обработка продукта представляет собой изменение структурно-механических свойств исходного зерна и ее анатомических частей: повышение прочностных характеристик и оно меньше дробится, возрастает хрупкость оболочек. В результате увеличивается выход ядрицы на 7-10% при одновременном снижении выхода продела, повышается также общий выход крупы.

В процессе шелушения продукт перерабатывают по характеру крупности, шелушат, сортируют продукты шелушения, контролируют крупу и отходы. Продукт в шелушительной системе сортируется в отсевах или крупосортировальных станциях в два этапа: сначала выполняют предварительное сортирование, в результате этого продукт разделяется на две фракции, а затем окончательное, при котором ее разделяют на пять-шесть

фракций с интервалом размеров сит с треугольными отверстиями 0,5мм. При этом средние размеры зерновок смежных фракций отличаются на 0,2-0,3мм.

Разделение продукта на большее число фракции необходимо с целью уменьшения дробления ядра в процессе работы, с целью повышения эффективности выделения ядра, что выполняется при данного исходного материала. Полученные фракции зерна содержат определённое количество трудноотделимых примесей, которые можно выделить на крупосортках по соответствующей форме. Такое выделение примесей эффективно, так как позволяет подобрать соответствующие сита на крупосортках.

Переработанная фракция зерна движется параллельными потоками на вальцовые станки для разделения на фракции, режим шелушения должен быть таким, чтобы количество шелушенных зерен за один пропуск через вальцедековый станок составляло 20-40% для непропаренного зерна и 25-55% для пропаренного.



1-рассев; 2-пневмосортировальный стол; 3-овсюгоотборочная машина; 4-пропариватель; 5-сушилка; 6-охлаждательная колонка; 7-воздушный сепаратор; 8-крупносортировочная машина; 9-бункер; 10-магнитный аппарат; 11-вальцедоковый станок; 12-аспирационная колонка .

Рисунок 1.2 – Схема технологического процесса производства гречневой крупы И.Т. Мерко.

Продукты шелушения гречихи каждой фракции разделяют на отсевах для выделения лузги, нешелушенных зерен, ядрицы с лузгой, продела с мучкой и измельченных частицами лузги. Полученный исходный материал направляют: шелушенное зерно с лузгой в воздушно-ситовый сепаратор для выделения лузги, нешелушенное зерно возвращают в вальцедековый станок той же системы для повторного шелушения; ядрица с лузгой также направляют на воздушное сепарирование для выделения лузги, а ядрица - в контрольные отсева; продел - в отсев для выделения мучки и частиц лузги.

Ядрицу в отсевах контролируют двумя потоками: из первых четырех фракций (крупная ядрица) и из пятой и шестой фракций (мелкая ядрица), подбирая соответствующие размеры сит в контрольных отсевах. Затем следует воздушное и магнитное сепарирование.

Для контроля продела применяют также отсева с размером отверстий сита $1,6 \times 2,0$ мм и металлотканое сито №085. При этом сход с сита $1,6 \times 2,0$ мм направляют на контроль ядрицы, а продел на сите №1,4 разделяют на два потока по крупности. Каждый поток подвергают трехкратному сепарированию в аспирационных колонках, после чего оба потока объединяют и направляют в магнитные сепараторы для выделения металломагнитных примесей.

Лузгу контролируют также двумя потоками в отсевах или крупосортировках: первый поток с первых четырех фракциях, второй - с пятой по шестой. Это связано с тем, что выделенные при контроле шелушенные зерна и ядро необходимо подавать для дальнейшей обработки с учетом их крупности. Содержание частиц ядра в лузге (сход с сита №1,4) не должен превышать 1%. Мучка, полученная при контроле продела проходом металлотканого сита №085, поступает в магнитный сепаратор для выделения металломагнитной примеси.

1.3 Анализ существующих конструкций шелушителей

На сегодняшний день в мире применяют методы шелушения:

- шелушение зерна сжатием и сдвигом;
- шелушение многократным или однократным ударом;
- шелушение трением об абразивную поверхность;
- аэродинамическое шелушение;
- пневмомеханическое шелушение;
- пневмогидродинамическое шелушение.

Способ шелушения зерна сжатием и сдвигом основан на воздействии на зерно двух рабочих поверхностей, расстояние между которыми меньше размера зерна. При данном способе обязательно условие движения поверхности относительно другой. Это достигается, когда неподвижна, или одна поверхность движется быстрее относительно другой. Данный способ применяется, в случае если оболочка зерна не срослась с ядром.

Второй способ шелушения основан на принципе однократного или многократного удара зерна о рабочую поверхность шелушителя. Данный способ приемлем как для зерна, где ядро и пленка не срослись, так и для зерна, у которой ядро и пленка срослись между собой. При этом для первого случая применяют однократный удар, а для второго случая- многократный.

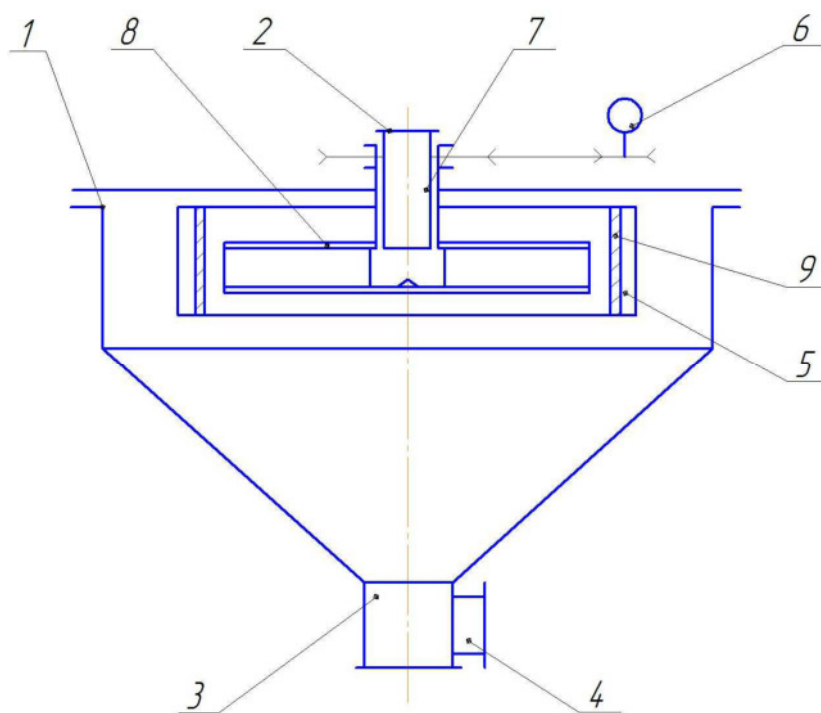
Способ шелушения трением об абразивную поверхность применяется лишь в случае, когда оболочка зерна и ядро прочно срослись между собой. Исходя из анализов литературных источников, следует отметить, что разработка, конструирование и использование машин для шелушения семян крупяных культур осуществляется в следующих важнейших направлениях:

- совершенствование конструкции серийных установок, основанных на механическом способе воздействия;
- создание машин ударно-инерционного типа;
- разработка установок, основанных на принципе воздействия воздушного потока высокой скорости;
- разработка и обоснование параметров комбинированных установок, основанные на комплексном воздействии перспективных способов шелушения.

Рассмотрим некоторые из них.

1) Шелушитель зерна по патенту на полезную модель № 138907.

Рассматриваемая конструкция состоит из вертикального корпуса с загрузочной и разгрузочной системой, аспирационного патрубка, кольцевой деки, универсального вкладыша из упругого материала, привода, ротора, соосно смонтированного в деке на вертикальном полом валу. Упругий вкладыш установлен на внутренней поверхности кольцевой деки.



1-корпус; 2-загрузочный патрубок; 3-разгрузочный патрубок; 4-аспирационный патрубок; 5-кольцевую деку; 6-привод; 7-полый вал; 8-ротор; 9-упругий вкладыш.

Рисунок 1.4 - Шелушитель зерна по патенту на полезную модель № 138907

Рассматриваемый шелушитель работает следующим образом: при включенном приводе 6 через загрузочный патрубок 2 продукт поступает в корпус 1 на вращающийся ротор 8. Под действием центробежной силы частицы продукта, по направляющим каналам поверхности ротора, разгоняются и, срываясь через окна ротора, ударяются об упругое покрытие 9, размещенное на внутренней стороне деки 5. Шелушенный продукт выводится из машины через разгрузочный патрубок 3, часть взрывоопасной пыли выводится через аспирационный патрубок 4.

Преимуществом установки является применение универсального упругого вкладыша в деке шелушителя, которая значительно повышает показатели шелушения и сохранности ядра (снижается его дробимость), снижается материалоемкость оборудования, так как полностью сохраняется кольцевая дека при своевременной замене универсального упругого вкладыша, снижается уровень шума при работе шелушителя зерна.

Недостатки:

- быстрый износ деки;
- низкий коэффициент использования рабочей поверхности деки;
- сложность конструкции;
- высокая энергоемкость.

2) Шелушитель зерна по патенту №2143321

Конструкция относится к обработке зерна. Шелушитель содержит корпус с загрузочным и разгрузочным патрубками, аспирационный патрубок, деку и ротор. Дека выполнена в виде полых усеченных конусов, направленных большими основаниями друг к другу. Ротор выполнен в виде полого усеченного конуса, закрытого со стороны меньшего основания и расположенного большим основанием вверх. На боковой поверхности конуса ротора выполнены окна в шахматном порядке. Поверхность верхнего конуса деки выполнена рифленой. На внутренней поверхности ротора выполнены каналы, соединенные с окнами.

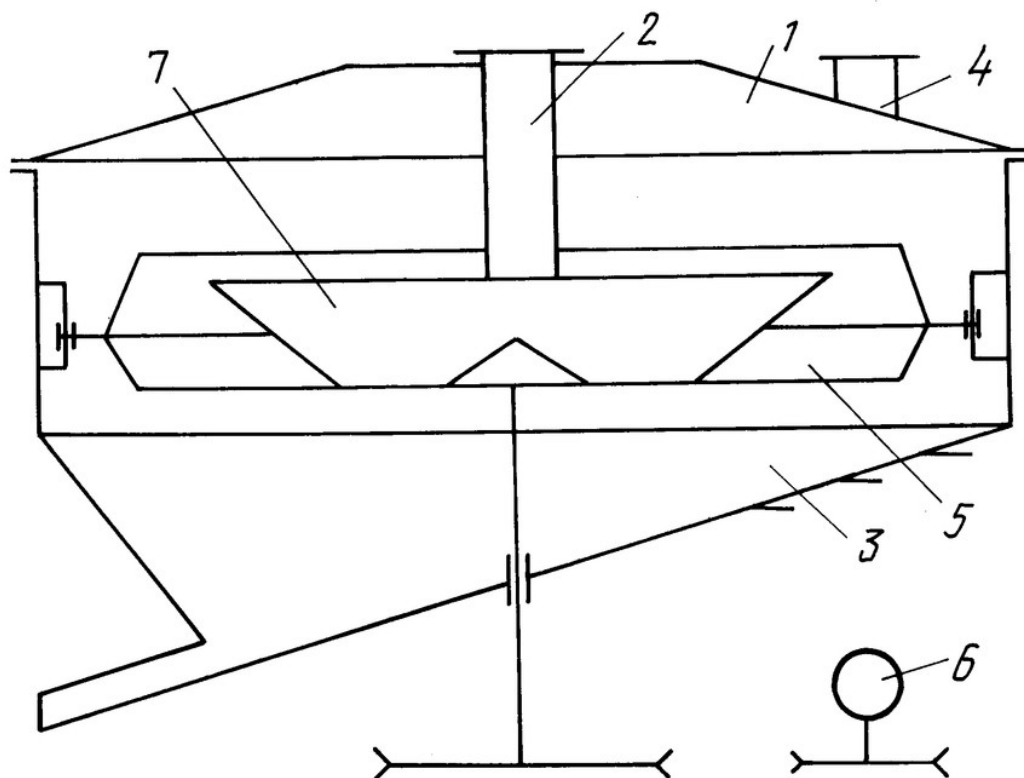


Рисунок 1.5 - Шелушитель зерна по патенту №2143321

Шелушитель работает следующим образом. Продукт, например овес, поступает в корпус 1 через загрузочный патрубок 2 на вращающийся конический ротор 7. Под действием центробежной силы частицы продукта по направляющим каналам, выполненным по образующей конической поверхности ротора и соединенным с окнами, разгоняются и, срываясь через окна с ротора, ударяются о верхний конус деки 5, имеющий рифленую поверхность, способствующую прямому удару частиц, исключаяющую их проскальзывание. Таким образом происходит шелушение продукта и его быстрый вывод из рабочей зоны. Частицы продукта, ударившись о верхнюю часть деки, полностью не освободившись от цветочных пленок, отражаются от нее и ударяются о нижнюю коническую поверхность деки, подвергаясь повторному шелушению. Из машины шелушенный продукт выводится через разгрузочный патрубок 3.

Преимуществом таких шелушителей является высокий эффект шелушения зерна, сравнительно низкий расход энергии, компактность, возможность шелушить зерно практически с любой влажностью выше 12...13%.

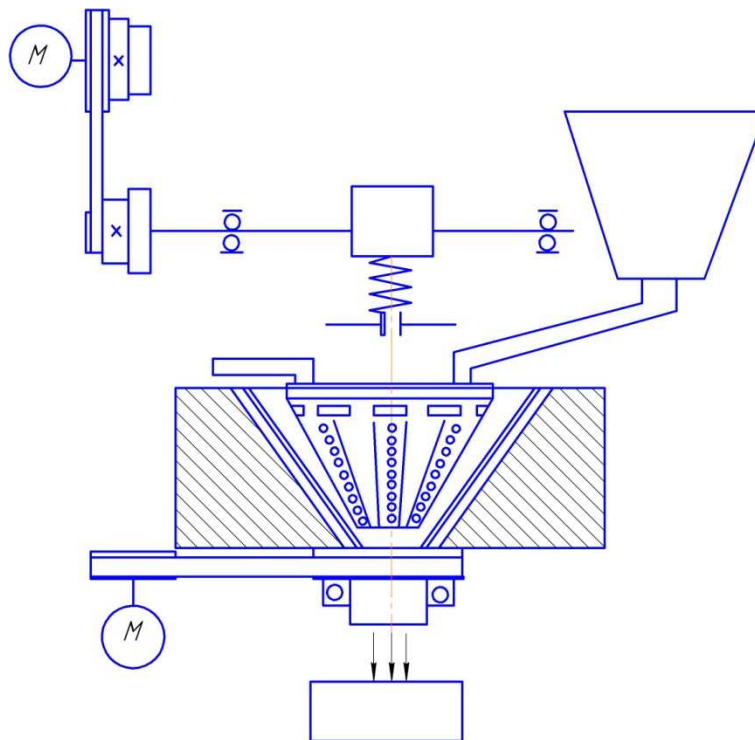
Недостатком можно считать довольно быстрый износ лопастей и отражательного кольца вследствие высокой абразивной способности цветковых пленок овса.

3) Устройство для шелушения зерна по патенту № 2436632.

Следующее устройство представляет собой устройство для шелушения зерна (патент № 2436632) (рисунок 1.3). Устройство содержит вертикально и соосно установленные с зазором для прохода зерна конические элементы, обращенные основаниями вверх. Внутренний конический элемент выполнен полым, имеет абразивную рабочую поверхность, в верхней части окна для прохода шелушущего зерна, а в рабочей зоне шелушения - отверстия для подачи на зерно сжатого воздуха и смонтирован с возможностью возвратно-поступательного перемещения с регулируемой частотой и амплитудой. Наружный конический элемент смонтирован с возможностью вращения и к нему прикреплен сменная сетчатая обечайка, диаметр отверстий которой зависит от размера шелушущего зерна. Такое выполнение устройства позволяет повысить производительность и качество шелушения за счет того, что зерно участвует в сложном движении, создаваемом между абразивной поверхностью внутреннего конического элемента, и сетчатой обечайкой, закреплённой к наружной конической системе, а поток воздуха, который проходит через продукт, уменьшает скорость его движения через рабочую зону.

Принцип работы машины в следующем. Исходный продукт из загрузочной горловины, двигаясь по патрубкам, двигается в верхнюю систему полого внутреннего конического механизма, из которой она равномерно направляется в рабочую зону. Продукт, подвергаясь ударам от возвратно-поступательного движения внутреннего конического элемента и перетираясь между собой, а также участвуя во вращательном движении от наружного конического элемента, с прикрепленной к ней сетчатой обечайкой, освобождаются от оболочек. Качество шелушения повышается еще и тем, что в рабочую систему шелушения подается поток воздуха через отверстия. Струя воздуха, проходящая через массу

шелушимого зерна, уменьшает скорость опускания зерна, что необходимо для более качественного завершения процесса шелушения. Устройство обеспечивает повышение производительности и качества шелушения зерен различных крупяных культур.



1–конический элемент; 2–окно; 3–отверстие; 4–электродвигатель; 5–кулачок;
6–конический элемент; 7–электродвигатель; 8–обечайка; 9–бункер; 10–ёмкость.

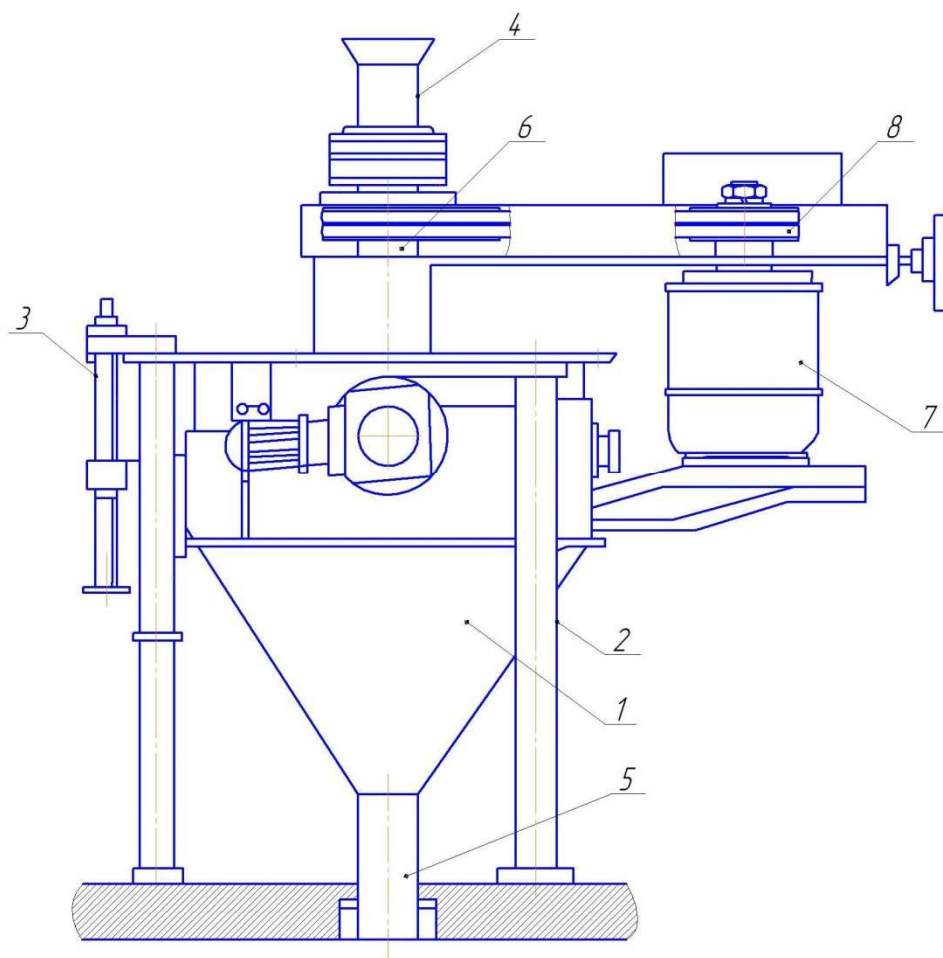
Рисунок 1.3 – Устройство для шелушения зерна по (патент № 2436632)

4) Шелушильная установка BUHLER-MIAG.

Шелушильная установка применяется, прежде всего, для шелушения гречихи, овса и так далее.

Принцип действия установки заключается в разрушении связи (например, лузги) при соударении о металлическое или пластмассовое кольцо. Подвергаемый шелушению продукт подводится шелушильную установку через наклонную трубу самотеком и попадает в рабочее колесо через относящееся к машине смотровое окошечко, запорную задвижку и пустотелый вал. Здесь продукт распределяется по каналам рабочего колеса, ускоряется и с высокой

скоростью ударяется о внутреннюю поверхность отражательного кольца. При этом соударении у гречихи, например, отделяется зерно от лузги.



1-бункер; 2-рама; 3-подъемное устройство; 4-загрузочное отверстие; 5-выгрузное отверстие; 6-пустотелый вал; 7-электродвигатель; 8-клиноременная передача.

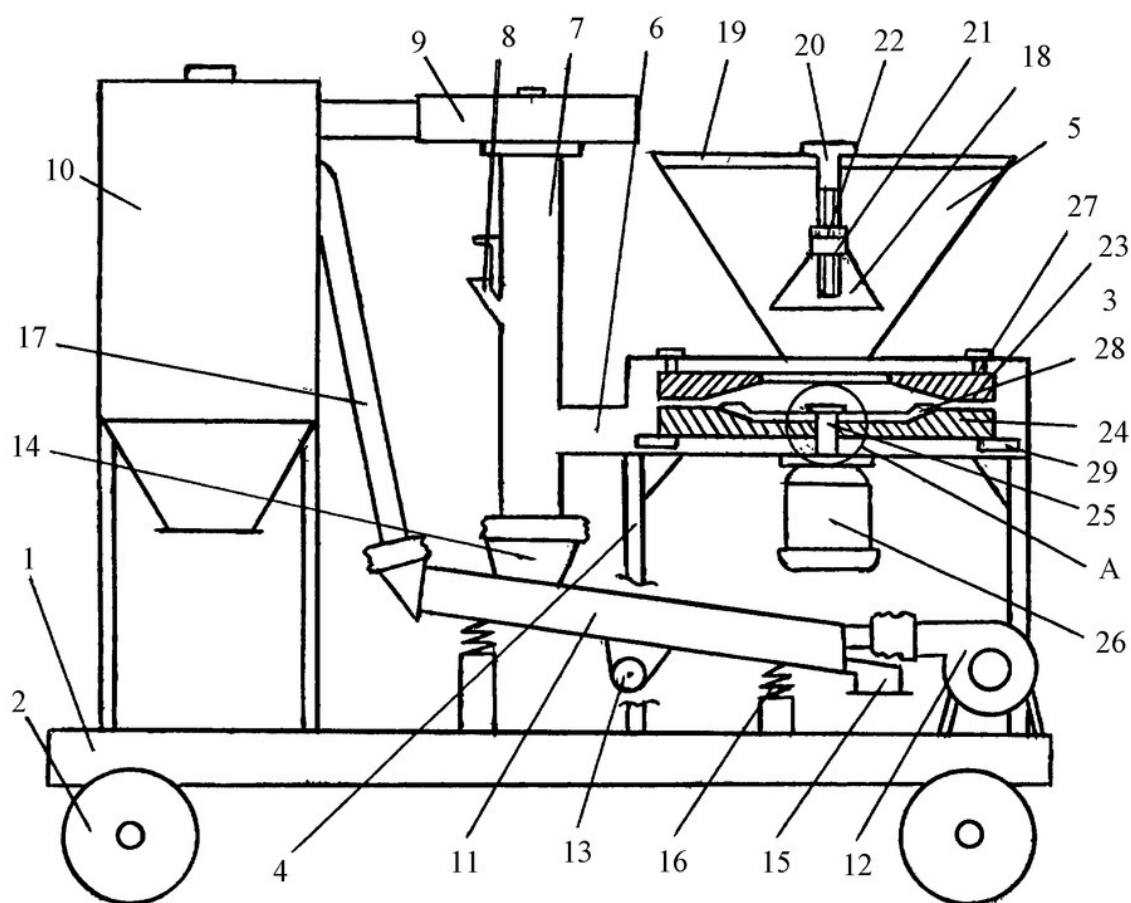
Рисунок 1.4 - Шелушильная установка BUHLER-MIAG.

Благодаря силе тяжести и созданному воздушному потоку, лузга выносится из зоны отражательного кольца и разгружается из шелушильной установки через разгрузочное отверстие. Степень шелушения - это значит интенсивность соударения, может изменяться при помощи изменения числа оборотов рабочего колеса и выбором материала отражательного колеса.

5) Машина для шелушения зерна по патенту №2445167

Устройство выполнено в мобильном варианте, смонтировано на раме 1 с колесами 2 и содержит горизонтальный двухдисковый шелушитель 3 на станине 4 с конусообразным загрузочным бункером 5, примыкающее к шелушителю пневмосепарирующее устройство. Внутри бункера 5 по его центральной оси расположена конусная заслонка 18 с винтовым механизмом вертикального перемещения, состоящим из закрепленного на ребрах 19 бункера 5 винта 20, гайки 21 на заслонке 18 и контргайки 22. Рабочими органами шелушителя являются верхний неподвижный 23 и нижний вращающийся 24 на валу 25 от электродвигателя 26 диски с кольцевыми рифлеными поверхностями. Диск 23 выполнен с возможностью вертикального перемещения при помощи пружинно-резьбового механизма 27, а диск 24 имеет разгонные 28 и транспортирующие 29 лопатки. Посадка диска 24 на валу 25 выполнена свободной с возможностью отклонения их осей, а в месте посадки между диском и валом установлено фиксирующее кольцо 30 с непараллельными плоскостями. Это необходимо при шелушении неоднородных по размерам семян исходного зерна для создания переменного зазора между рифлями дисков в любом радиальном сечении при вращении диска 24; при этом угол между плоскостями кольца 30 - не более 1 градуса. Крепление диска 24 на валу 25 осуществляется гайкой 31 и шайбой 32.

Во избежание повышенной дробимости зерен шелушение производится при относительно невысоких скоростях вращения диска 24 и, как показали экспериментальные исследования, при угле до 1 градуса между плоскостями кольца 30 биение диска 24 практически отсутствует.



Фиг. 1

Рисунок 1.5 - Машина для шелушения зерна по патенту №2445167

б) Устройство для шелушения зерна по патенту №2434680

Изобретение относится к устройствам для¹ шлифования мелкого зерна и/или продуктов его дробления и предназначено для использования в зерноперерабатывающей промышленности. Устройство содержит корпус с питающим и выпускными патрубками и вращающийся абразивный ротор, окруженный концентрично расположенной неподвижной ситовой обечайкой, состоящей из двух ситовых цилиндров, внутреннего и наружного, прилегающих один к другому без зазора и имеющих разновеликие отверстия, причем ширина отверстий сита наружного цилиндра меньше ширины отверстий сита внутреннего цилиндра и определяется крупностью муки обрабатываемой культуры. Внутренний ситовой цилиндр может быть выполнен из штампованного сита с продолговатыми отверстиями, а наружный ситовой

цилиндр - из металлочанной сетки с квадратными отверстиями. Устройство по изобретению позволяет повысить эффективность шлифования мелкого или дробленого зерна, либо крупы, обеспечить равномерность обработки поверхности крупинок и однородность готового продукта при уменьшении потерь, что позволяет повысить выход шлифованной крупы на 1-1,2%.

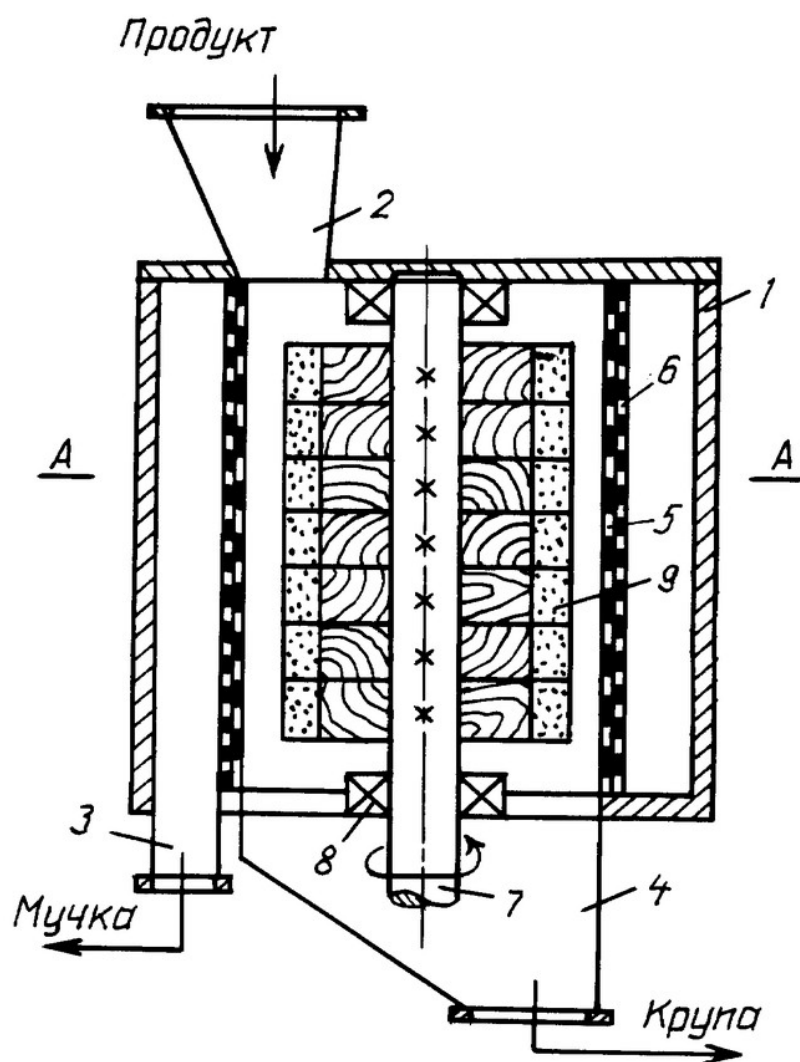


Рисунок 1.6 - Устройство для шелушения зерна по патенту №2434680

Продукт, например просо или дробленое пшено, через питающий патрубок 2 поступает в рабочий¹ зазор между вращающимся абразивным¹ ротором 9 и внутренним ситовым цилиндром 5 из штампованного сита, где подвергается поверхностной обработке за счет трения о поверхности абразива и сита, штампованные продолговатые отверстия которого сориентированы по касательной к окружности цилиндра, а также за счет внутреннего трения частиц

друг о друга в процессе перемещения под действием гравитации, центробежных и кориолисовых сил. Мелкие частицы продукта, образующиеся при шлифовании (мука, мучка), мельче отверстий наружного ситового цилиндра 6 из металлочугунного сита, проходят через них под действием центробежных сил и выводятся из машины через патрубок 3, а отшлифованный основной продукт - крупа, частично очищенная от муки (мучки) - выходит через патрубок 4.

Степень обработки регулируется временем пребывания продукта в рабочей зоне. В порционном варианте периодического действия продукт засыпают в машину, обрабатывают заданное время и выпускают два продукта: шлифованную крупу и муку (мучку). В машине непрерывного действия время обработки продукта регулируется, например, заслонками со стороны питания и со стороны выпуска обработанных фракций

7) Установка для шелушения по патенту №2251454

Изобретение относится к зерноперерабатывающему оборудованию и может использоваться для шелушения крупяных, зерновых, зернобобовых, масличных культур. Установка для шелушения зернопродуктов состоит из бункеров, закрепленных на крышке корпуса. В месте соединения бункера с крышкой имеется регулируемое по сечению выходное отверстие для дозированной подачи зерна в рабочую зону шелушения. На нижней стороне крышки расположены механизмы независимой регулировки рабочих зазоров. Они состоят из дек с опорными пластинами и жестко закрепленными на них верхними сменными рабочими органами. В центре каждой опорной пластины приварен шток вертикального перемещения с резьбовым концом, по которому перемещается регулировочная гайка. По углам опорной пластины жестко закреплены четыре направляющие. Направляющие входят в отверстия втулок, приваренных к нижней части крышки. По наружной поверхности втулок установлены возвратно-компенсирующие пружины. Нижний рабочий орган представляет собой абразивный круг, жестко закрепленный на верхнем конце

приводного вала. Нижний конец приводного вала с помощью шпоночного соединения соединен со шкивом клиноременного привода. Вал вращается в двух подшипниковых опорах, установленных в обойме. Обойма с помощью болтового соединения жестко закреплена на основании, имеющем отверстие для выхода продуктов шелушения. Рабочая зона установки закрыта обечайкой. Использование изобретения позволит одновременно подвергать шелушению зернопродукты различных размерных групп, предварительно откалиброванных на фракции.

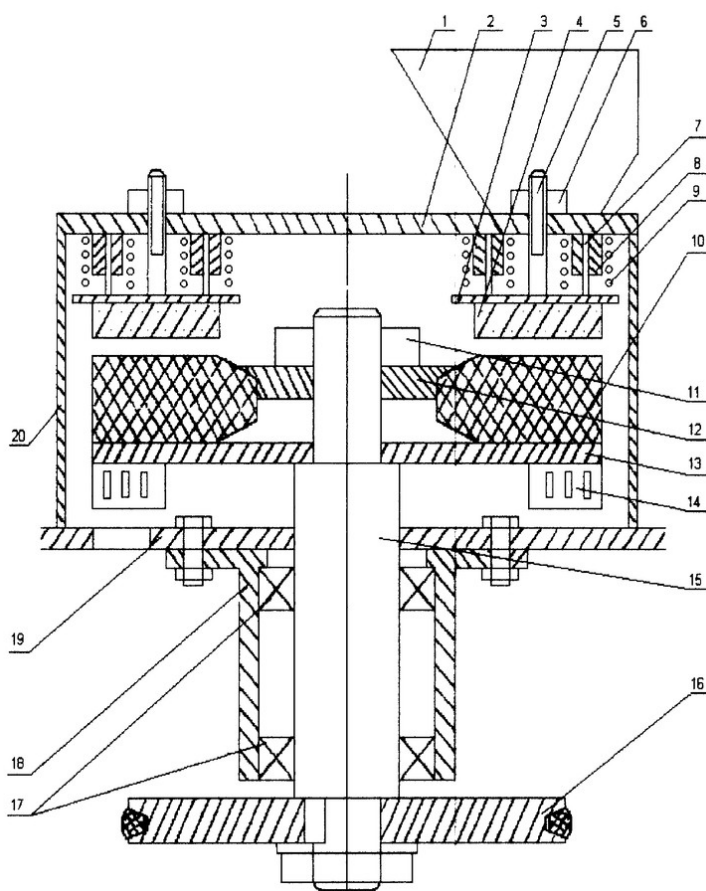


Рисунок 1.7 - Установка для шелушения по патенту №2251454

8) Устройство для шелушения зерна по патенту №2491124

Изобретение относится к устройствам для обработки зерна и может быть использовано в зерноперерабатывающей промышленности, в частности для шелушения пшеницы и ячменя, а также шлифования и полирования при выработке крупы. Шелушильно-сушильная машина содержит корпус 1 с загрузочным 2 и выпускным 3 патрубками, ситовый цилиндр 5, установленный в корпусе 1 соосно с ним, полый вал 6 с отверстиями, внутри которого закреплены инфракрасные излучатели 7, закрепленные на валу 6 абразивные круги 8, между которыми установлены обечайки 9. Обечайки 9 выполнены сетчатыми. Шелушильно-сушильная машина обеспечивает улучшение качества обработки при повышенной влажности зерна.

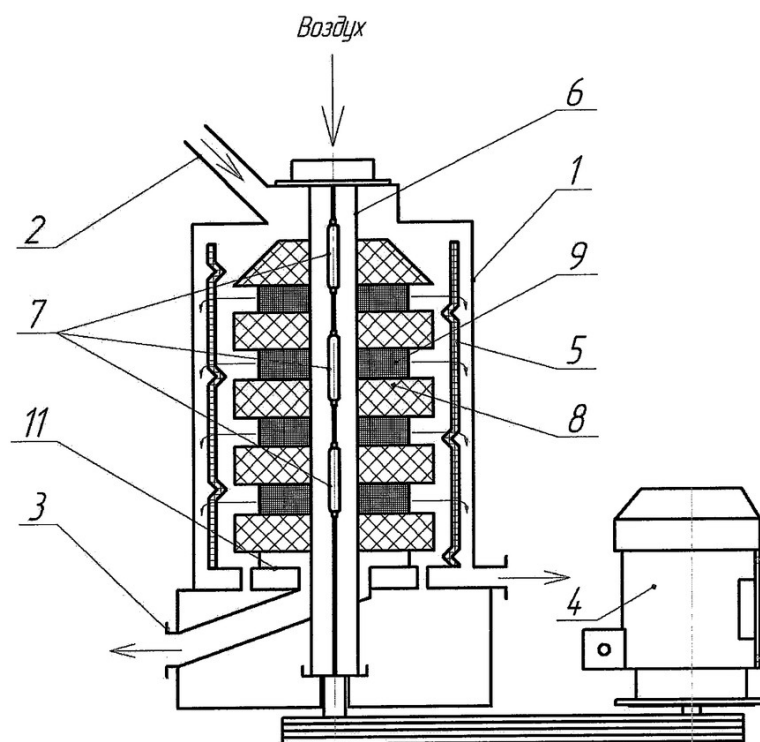


Рисунок 1.8 - Устройство для шелушения зерна по патенту №2491124

Анализ существующих конструкций шелушителей показывает, что они характеризуются большим разнообразием и отличаются по конструктивному исполнению.

Таким образом, все эти машины более компактны, производительны, позволяют получать более экологически чистую продукцию.

Подводя итог вышеизложенному можно сделать заключение, что повышение эффективности производства крупы, а в частности - гречневой, возможно за счет создания машин работающих на перспективных принципах воздействия на перерабатываемый материал.

Выше приведенный анализ технологии, технических средств и способов для шелушения зерна крупяных культур позволяет сделать следующие выводы:

- Одним из важнейших направлений совершенствования технических решений для шелушения зерна гречихи является создание машин позволяющих перерабатывать районированные виды крупяных культур, при этом увеличивать производительность, получать высокую степень шелушения, цельность ядра и чистоту получаемого продукта.
- Качество получаемого продукта зависит как от физико-механических, технологических, пищевых свойств зерна, так и от конструкции устройства для шелушения, рабочего органа, способа воздействия его на перерабатываемый продукт, технологических режимов работы и регулировок.
- Приведенный анализ конструкции шелушителей и их рабочих органов показал существование перспективных различных направлений их развития.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

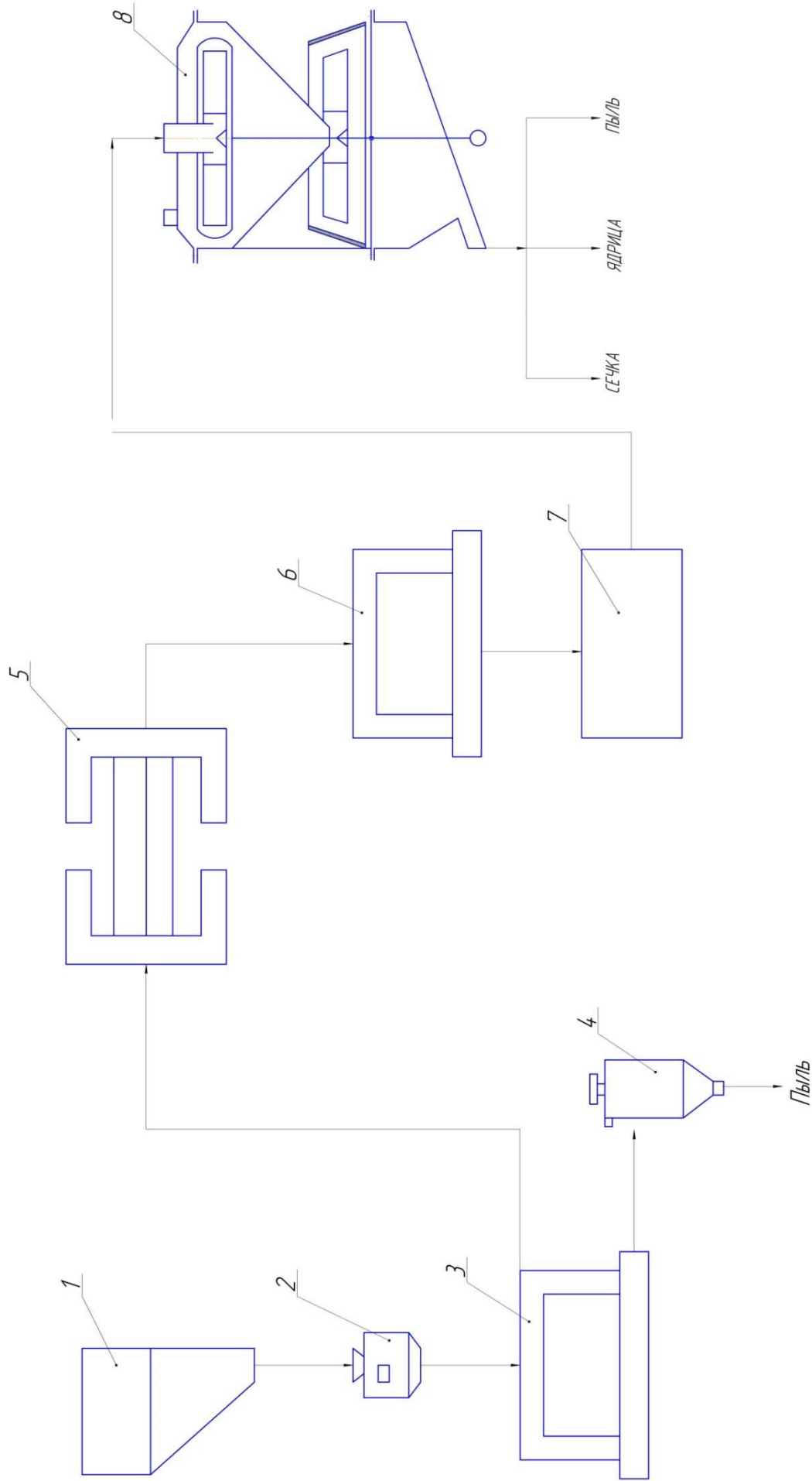
2.1 Предлагаемая технологическая линия получения гречневой крупы

Рассмотренные выше технологии получения гречневой крупы в основном предусмотрены на большие, крупные заводы. В условиях коллективного хозяйства данные технологии будут нерентабельны, так как хозяйство не выращивает зерно в таких объемах, и оборудование большей частью будет

простаивать. Существующие технологии переработки крупы, а в частности зерна гречихи, предусматривает многократное воздействие на продукт рабочих органов машины, целая система машин используется как для приготовления зерна к шелушению (гидротермическая обработка, разделение на фракции и т.п.), так и для обработки продукта после шелушения. Но существует возможность сократить систему машин для переработки зерна гречихи за счет применения комбинированного способа воздействия на перерабатываемый материал. Одним из таких способов является ударное шелушение.

Применение конструкции шелушителя с реверсивной декой дает возможность существенно сократить технологическую линию получения крупы, что ведет за собой сокращение рабочих площадей, количество задействованного оборудования, экономию энергии. Это немаловажно при переработке крупы на месте ее производства.

Рассмотрим предлагаемую технологию. Гречиху подают в бункер для зерна (рисунок 2.1), затем зерно поступает на автоматические весы 2 и далее на предварительную очистку 3, где гречиху очищают от мусора растительного происхождения, земли, камней и так далее. После предварительной очистки зерно направляют на сушку 5 и доводят влажность до нормы. Далее гречиху подают на первичную обработку 6, где зерно подвергают сепарированию, при этом выделяют основную массу примесей. Для выделения из крупной гречихи дикой редьки, полевого горошка и других



1-бункер для зерна; 2-автоматические весы; 3-предварительная очистка; 4-циклон; 5-сушка; 6-первичная обработка; 7-хранение; 8-хранилище.

Рисунок 2.1 - Предлагаемая технология получения гречневой крупы

крупных примесей над сортировочным ситом сепараторов устанавливают дополнительную рамку с треугольными отверстиями размером 7-8 мм. Гречиха проходит через отверстия сита, а примеси идут сходом. Аспирационный режим в сепараторах необходимо устанавливать таким, чтобы максимальное количество легкой примеси выделялось в их осадочных камерах. Проход через подсевные сита сепараторов (диаметром 3,2 или 2,4×20мм) направляют на контроль отходов. После каждого сепаратора устанавливают магнитные заграждения. Для отбора трудноотделимых примесей, особенно дикой редьки, гречиху после сепарирования направляют в рассев, где разделяют по крупности на две фракции. Затем каждый поток последовательно сортируют в отсевах, сочетая сита с продолговатыми и треугольными отверстиями (разных размеров в зависимости от крупности зерен). Минеральные примеси выделяют в камнеотделительных машинах; для отбора овса, ячменя, пшеницы и других зерен продолговатой формы устанавливают овсюгоотборочные машины.

Далее зерно направляют на хранение 7, либо сразу на шелушение в шелушильную установку 8. Шелушение осуществляется за счет удара с проскальзыванием о верхнюю стенку деки, с последующим ударом о нижнюю стенку деки. Такое выполнение устройства позволит значительно повысить эффективность шелушения зерна.

2.2 Технологические расчеты

Произведем оценку эффективности шелушения. При оценке эффективности шелушения будем пользоваться двумя показателями: коэффициентом шелушения и коэффициентом цельности ядра. Первый показатель, $K_{ш}$ - учитывает количественную сторону шелушения и показывает, какое относительное количество семян шелушено, а второй показатель $K_{ия}$ — показывает относительный выход получаемого продукта. Для этого, в начале, определяем коэффициент шелушения по формуле:

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

где $K_{ш}$ – коэффициент шелушения;

K_1 – содержание нешелушенных семян до поступления, %;

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

$$K_{ш} = \frac{85 - 40}{85} = 0,52.$$

Определим коэффициент извлечение цельного ядра по формуле:

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

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

$K_{ця}$ – содержание целых ядер, %;

Д – содержание дробленной части, %;

М – содержание мучки.

$$K_{ия} = \frac{88}{84 + 10 + 6} = 0,88.$$

Технологическая эффективность шелушения определяется по формуле:

$$K_э = K_{ш} \cdot K_{ия}; \quad (2.3)$$

$$K_э = 0,52 \cdot 0,88 = 0,45.$$

Таким образом, произведенный расчет показывает, что разрабатываемая установка для шелушения зерна гречихи не уступает в эффективности шелушения другим известным машинам.

Определим производительность разрабатываемой машины. Для определения производительности будем исходить из того, что диаметр ротора 700 мм, а заданная частота вращения диска 700 об/мин.

Вначале определим угловую скорость ротора по формуле:

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

где n – частота вращения ротора, мин^{-1} ;

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 700}{30} = 73,2 \text{ с}^{-1};$$

Определим линейную скорость, приобретаемую семенем по формуле:

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

где $R=0,370$ – радиус ротора, м.

$$\vartheta V = 73,2 \cdot 0,370 = 27,084 \text{ м/с.}$$

Определим фактическую скорость, которая приобретается семенем, по формуле:

$$V_{\phi} = V \cdot \alpha \cdot \beta; \quad (2.6)$$

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

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

$$\vartheta V_{\phi} = 27,084 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 15,16 \text{ м/с}$$

Следовательно, время, за которое семя преодолеет расстояние от центра ротора до деки, будет определяться по формуле:

$$t = \frac{S_{\text{пр}}}{V_{\phi}}, \quad (2.7)$$

$$t = \frac{0,45}{15,16} = 0,029 \text{ с}$$

Определим площадь диска по формуле:

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

$$S_{\text{диска}} = 3,14 \cdot 0,370^2 = 0,429 \text{ м}^2;$$

Далее определим площадь, которую занимает одно семя гречихи:

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

где R – средний радиус зерна, м²

Из справочных данных [3] принимаем средний диаметр зерна 4 мм, следовательно $R=0,002$ м²;

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

Следовательно, количество зерен, которое может находиться одновременно на диске можно определить по формуле:

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

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

$$Z_{\text{зерен}} = \frac{0,429}{0,0000125} \cdot 0,7 = 24024 \text{ штук};$$

Для определения пропускной способности разрабатываемой конструкции шелушителя воспользуемся следующей формулой:

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

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

Массу одного зерна гречихи определим из следующей формулы:

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

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

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

Отсюда следует, что пропускная способность будет равна:

$$Q = 0,000021 \cdot 24024 = 0,504 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 1814 \text{ кг/ч}$$

Данный технологический расчет показал, что разрабатываемый шелушитель с реверсивной декой имеет весьма не плохую производительность ($Q=1814 \text{ кг/ч}$), то есть не уступает другим известным аналогичным шелушительным машинам такого же типа.

Определим затраты электроэнергии разрабатываемой машины.

Затраты на электроэнергию определяется по следующей формуле:

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

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

N – мощность электродвигателя, кВт ($N_1=6 \text{ кВт/ч}$).

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

Расчетная производительность линии вычисляется по формуле:

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

где Q_p – расчетная производительность цеха, т/сут;

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

Q_z – заданная производительность цеха, т/сут.

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

Расчет вместимости бункеров

Объем бункеров для неочищенного зерна рассчитывают по формуле:

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

где V – объем бункеров, м³

Q_p – расчетная производительность цеха, т/сут;

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

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

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

$$V = \frac{30 \cdot 30 \cdot 1000}{24 \cdot 500 \cdot 0,6} = 125 \text{ м}^3.$$

Машина предварительной очистки МПО-50

Паспортная производительность - 50 т/час = 50·16= 800 т/сут

Потребляемая мощность - 7,5 кВт

Годовая производительность сепаратора определяется по формуле:

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

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 800 \cdot 55 = 44000 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии сепаратора за одну смену находим по формуле:

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

где N – мощность, сепаратора, кВт;

t – время, час.

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

Суточный расход электроэнергии сепаратора определяется по формуле:

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

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

t – время, час.

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

Барабанная сушилка СЗБ-10

Производительность – 10 т/ч = 10 · 16 = 160 т/сут

Мощность – 34 кВт

Годовая производительность барабанной сушилки определяется по формуле:

$$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{сут.}} \cdot T, \quad (2.6)$$

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 160 \cdot 55 = 8800 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии барабанной сушилки за одну смену находим по формуле:

$$N_{\text{см}} = N \cdot t, \quad (2.7)$$

где N – мощность барабанной сушилки, кВт;

t – время, час.

$$N_{\text{см}} = 34 \cdot 8 = 272 \text{ кВт} \cdot \text{смена}$$

Суточный расход электроэнергии барабанной сушилки:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{ср}} \cdot t, \quad (2.8)$$

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

t – время, час.

$$N_{\text{сут}} = 34 \cdot 16 = 544 \text{ кВт} \cdot \text{сутки}.$$

Машина первичной очистки СВР-30

Производительность – 30 т/ч = $30 \cdot 16 = 480$ т/сут

Мощность – 9 кВт

Годовая производительность машины первичной очистки определяется по формуле:

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

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 480 \cdot 55 = 26400 \text{ т}.$$

Расход электроэнергии машины первичной очистки за одну смену находим по формуле:

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

где N – мощность машины первичной очистки, кВт;

t – время, час.

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

Суточный расход электроэнергии машины первичной очистки:

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

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

t – время, час.

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

Шелушитель ШЗРД

Производительность – 1,814 т/ч = $1,814 \cdot 16 = 29$ т/сут

Мощность – 6 кВт

Годовая производительность шелушителя определяется по формуле:

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

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

T – количество рабочих дней в году.

$$Q_{\text{год.}} = 43 \cdot 55 = 2365 \text{ т.}$$

Расход электроэнергии шелушителя за одну смену находим по формуле:

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

где N – мощность шелушителя, кВт;

t – время, час.

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

Суточный расход электроэнергии шелушителя:

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

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

t – время, час.

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

Потребляемая мощность линии:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{про}} + N_{\text{суш}} + N_{\text{пео}} + N_{\text{шелуш}} \quad (2.30)$$

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

$N_{\text{суш}}$ – мощность барабанной сушиллки;

$N_{\text{пео}}$ – мощность машины первичной очистки;

$N_{\text{шелуш}}$ – мощность шелушителя.

$$N_{\text{сут}} = 7,5 + 34 + 9 + 6 = 56,5 \text{ кВт}$$

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

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

Основные мероприятия, которые нужно провести при использовании предлагаемой технологии получения гречневой крупы, для улучшения условий труда и безопасности жизнедеятельности [18]:

- Обеспечить средствами первой медицинской помощи;
- Нормализовать освещение в отделении, где находится шелушитель с реверсивной декой;
- Разработать и установить вентиляцию в отделении, где находится шелушитель с реверсивной декой;
- Разработать и установить заземление;
- Обеспечить спецодеждой, респираторами, обувью;
- К работе допускать только лиц, прошедших инструктаж по охране труда и технике безопасности, а также прошедшие специальное обучение;
- Выделить помещение под кабинет БТ;
- Организация мероприятий по безопасности жизнедеятельности на производстве с рабочими и ответственными лицами;
- Проводить инструктаж по подразделениям и группам работников с анализом несчастных случаев;
- Ввести трехступенчатый контроль для состояния охраны труда;
- Изготовить приспособления и инструменты для очистки рабочих органов шелушителя с реверсивной декой;
- Регулярно контролировать планомерное проведение инструктажа по технике безопасности с рабочими.

2.4 Разработка мероприятий по улучшению пожарной безопасности при использовании предлагаемой технологии получения гречневой крупы

В соответствии с нормами пожарной безопасности НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности» зерноперерабатывающие цехи относятся к группе В, так как в ней находятся горючие пыли и трудногорючие

жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг другом только гореть.

Степень огнестойкости здания согласно СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» определяется в зависимости от группы возгораемости и предела огнестойкости основных строительных конструкций, а также скорости распространения огня по ним.

Огнестойкость - это свойство конструкций зданий и сооружений сохранять несущую способность во время пожара в течение определённого времени. Она характеризуется пределом огнестойкости и степенью огнестойкости зданий и сооружений.

Шелушильный цех отделен от остальных помещений перегородками, полы выполнены из негорючих и трудно сгораемых материалов (керамическая плитка). Шелушильный цех имеет самостоятельный выход в коридор. Для всех цехов, расположенных на этаже, имеется план эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре.

Все электродвигатели герметизированы и изготовлены во взрывобезопасном исполнении. Электрооборудование должно удовлетворять требованиям, изложенным в правилах устройства электроустановок. Работы в цеху должны проводиться при наличии исправного оборудования.

Для предупреждения воспламенения и взрыва в шелушильном цеху предусмотрены следующие мероприятия: соблюдение всех правил безопасности при обслуживании, осмотре и ремонте технологического оборудования и теплоизоляции нагреваемых поверхностей. Внутри шелушильного цеха установлены углекислотные аэрозольные огнетушители (ОУ-5, ОУ-7), предназначенные для тушения небольших очагов, различных горючих веществ, а также электроустановок, находящихся под напряжением.

Предусмотрена автоматическая система электрической пожарной сигнализации, которая извещает о пожаре без участия человека. Она включает

в себя извещатели (тепловые АТП-3М, дымовые ИДФ-1), реагирующие на появление дыма или пламени, повышение температуры.

2.5 Разработка мероприятий по охране окружающей среды при использовании предлагаемой технологии получения гречневой крупы

В проектах вновь строящихся технологий получения крупяных круп следует предусматривать специальный раздел «Охрана окружающей среды». Пыль, образующаяся в процессе технологии, попадая в атмосферу, снижает частоту атмосферного воздуха, уменьшает степень его прозрачности, что ведет к сокращению прямой солнечной радиации и ультрафиолетового излучения.

Пыль покрывает поверхность растений, затрудняет газообмен с внешней средой. Пыль состоит из измельченных частиц зерна и из минеральных частиц, густо обсемененных спорами грибов и бактерий, иногда содержит различные химикаты. Кроме того, она пожаро- и взрывоопасна. При хранении зерна и готовой продукции возможна порча их амбарными вредителями. Для обеззараживания хлебопродуктов используют химические средства защиты от вредителей, что является наряду с пылью источником загрязнения и отрицательного воздействия на окружающую среду (воздух, вода, почва, растительный и животный мир). Отрицательное воздействие на окружающую среду (человека) оказывают: шум, вибрация, вакуум, дискомфортные условия (температура, влажность) среды.

При проектировании пневмотранспортных установок и аспирационных сетей следует предусматривать мероприятия по снижению звукового давления воздухоудных машин. При установке оборудования с избыточным уровнем звукового давления и вибрации в проекте должны быть предусмотрены технические решения, рекомендуемые паспортом завода-изготовителя, требованиям научной организации труда и техники безопасности. Содержание пыли в выбросах в атмосферу воздуха пневматических и аспирационных установок не должно приводить к превышению предельно допустимых

концентраций, установленных санитарными нормами. Шумовые характеристики оборудования следует принимать по данным завода-изготовителя, а при их отсутствии - по данным машиноиспытательных станций. В проектах крупных заводов следует применять освоенное промышленное оборудование и апробированные решения по утилизации тепловой энергии нагретого воздуха и пара, поступающего на технические нужды, а также в системы отопления и вентиляции.

2.6 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для выпускников должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

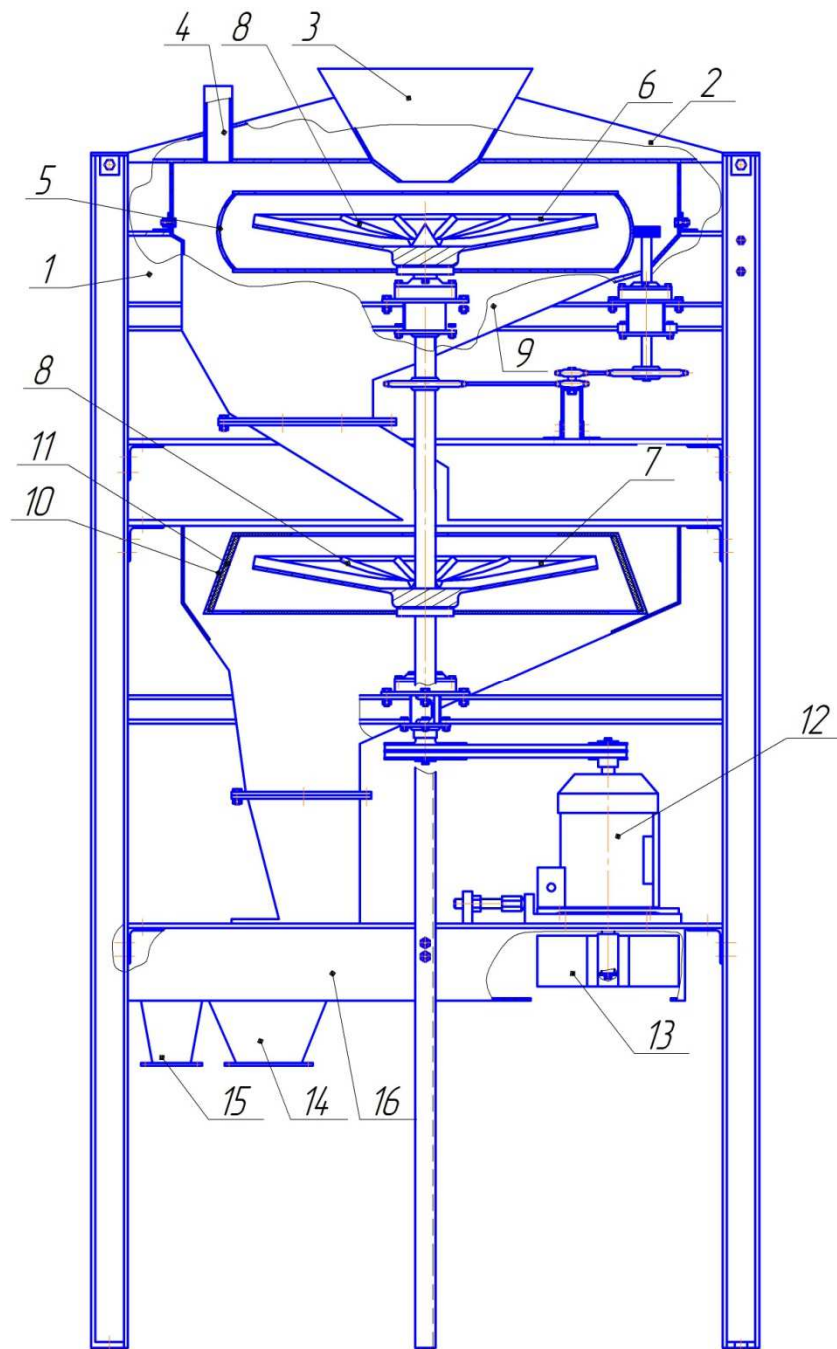
3.1 Конструкторская разработка

Проведённый анализ параметров технических средств и их способов для шелушения зерна крупяных культур позволяет сделать следующие выводы:

- Одним из важнейших направлений совершенствования технических средств, для шелушения зерна гречихи является создание машин позволяющих перерабатывать районированные виды крупяных культур, при этом увеличивать производительность, получать высокую степень шелушения, цельность ядра и чистоту получаемого продукта.
- Качество получаемого продукта зависит как от физико-механических, технологических, пищевых свойств зерна, так и от конструкции устройства для шелушения, рабочего органа, способа воздействия его на перерабатываемый продукт, технологических режимов работы и регулировок.
- Приведенный анализ конструкции шелушителей и их рабочих органов показал существование перспективных различных направлений их развития.

Целью разработки данной машины является повышение эффективности процесса шелушения с помощью разработки шелушителя зерна гречихи с реверсивной декой, снижение выхода битого продукта и материалоемкости установки за счет изменения конструкции ротора и деки, обеспечивающей изменение траектории отражения частиц продукта, их быстрый выход из рабочей зоны, способствующей более полному отделению ядра от цветочных пленок.

На рисунке 3.1 изображён шелушитель зерна гречихи с реверсивной декой.



1–корпус; 2–крышка; 3–загрузочный патрубок; 4–аспирационный канал; 5–сферическая дека; 6–верхний диск, 7–нижний диск; 8–лопасти; 9–воронка; 10–коническая дека; 11–резиновая поверхность; 12–электродвигатель; 13–вентилятор; 14–бункер, 15–бункер; 16–разгрузочный патрубок.

Рисунок 3.1 – Конструктивная схема шелушителя зерна гречихи с реверсивной декой.

Устройство для шелушения зерна содержит корпус 1 с закреплёнными в нём загрузочным 3, разгрузочными 16 и аспирационным 4 патрубками, деку 5,

соосно смонтированный на вертикальном валу ротор, включающий верхний диск 6 и нижний диск 7 с закрепленными на них лопастями 8 и воронкой между ними 9. Дека 5 выполнена в виде усечённой с двух сторон сферы, диаметр которой в 1,2...1,3 раза больше диаметра ротора, а диаметры верхнего и нижнего кругов среза меньше диаметра ротора в 1,2...1,3 раза. Нижний диск 7 ротора снабжен дополнительной декой 10, выполненной в виде усеченного конуса, расположенного большим основанием вниз, внутренняя коническая поверхность, которой имеет слой резинового материала 11. Ротор имеет привод 12. Шелушённый продукт при помощи вентилятора разделяется на ядрицу и оболочку в соответствующие бункера 14,15.

Устройство для шелушения зерна работает следующим образом. Продукт поступает в корпус 1 через загрузочный патрубок 3, попадает на вращающийся верхний диск 6 с лопастями 8. Под действием центробежной силы зерно по направляющим лопастям 8 разгоняется и, срываясь ударяются о сферическую деку 5. Шелушение осуществляется в результате проскальзывания по её внутренней сферической поверхности и дальнейшего трения зерновок друг о друга во время скольжения зерна по воронке 9. Затем зерно попадает на нижний диск 7 с лопастями 8, где зерно также за счет центробежной силы разгоняется и ударяется о резиновую поверхность дополнительной конусной деки 10. Происходит окончательное мягкое шелушение зерна. Продукт шелушения выходит через нижнюю часть вращающейся деки, а далее выводиться через разгрузочный патрубок 16. Далее шелушённый продукт при помощи вентилятора 13 разделяется на ядрицу и оболочку в соответствующие бункера 14 и 15.

3.2 Расчет конструктивных параметров разрабатываемой машины

Произведем расчет ременной передачи привода разрабатываемой шелушильной машины.

Для расчета ременной передачи выбираем клиновой ремень нормального сечения О.

Для определения передаточного отношения ременной передачи будем использовать принятые значения частоты вращения – частота вращения ведущего шкива 1500 об/мин, частота вращения ведомого шкива 700 об/мин.

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

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

n_2 - частота вращения ведомого шкива, об/мин;

$$u = \frac{1500}{700} = 2,2;$$

Задаемся диаметром ведущего шкива D_1 из стандартного ряда [4] $D_1=63$ мм.

Определим диаметр ведомого шкива D_2 при имеющим место скольжение ремня по формуле:

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

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

$$D_2 = 2,2 \cdot 63 \cdot (1 - 0,01) = 137,2 \text{ мм};$$

Выбираем из стандартного ряда диаметр ведущего шкива $D_2=140$ мм. [4]

Далее определяем окружную скорость ремня по следующей формуле:

$$\begin{aligned} v &= \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60}; \\ v &= \frac{3,14 \cdot 0,063 \cdot 1500}{60} = 4,94 \text{ м/с}; \end{aligned} \quad (3.3)$$

Определяем минимальное межосевое расстояние валов по формуле [3]:

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

где h - высота сечения выбранного ремня ($h=7$ мм);

D_1 - диаметр ведущего шкива мм;

D_2 - диаметр ведущего шкива, мм

$$a_{\text{мин}} = 0,55 \cdot (63 + 140) + 8 = 119,2;$$

Предварительно принимаем $a_{\text{мин}} = 120$ мм.

Далее определяем расчетную длину ремня по формуле [4]:

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

$$L_p = 2 \cdot 120 + \frac{3,14 \cdot (63 + 140)}{2} + \frac{(140 - 63)^2}{4 \cdot 120} = 571 \text{ мм};$$

Принимаем стандартное ближайшее значение длины ремня $L=560$ мм, [4].

Таким образом, окончательное межосевое расстояние валов определяется по формуле:

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

где

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

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

Тогда:

$$\omega = \frac{3,14 \cdot (63 + 140)}{2} = 103 \text{ мм};$$

$$y = \frac{(140 - 63)^2}{4} = 1482,25 \text{ мм};$$

Подставляем полученные значения в формулу:

$$a = 0,25 \cdot \left[(560 - 103) + \sqrt{(560 - 103)^2 - 8 \cdot 1482,25} \right] = 225,2 \text{ мм}.$$

Значение межосевого расстояния получилось несколько меньше минимально допустимого, поэтому увеличим длину ремня до $L=750$ мм.

Следовательно, межосевое расстояние валов будет равняться:

$$a = 0,25 \cdot \left[(750 - 103) + \sqrt{(750 - 103)^2 - 8 \cdot 1482,25} \right] = 321,2 \text{ мм.}$$

Таким образом, выбираем окончательное межосевое расстояние $a=320$ мм

Проверяем угол обхвата малого шкива [4]:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} \cdot 57^\circ; \\ \alpha_1 &= 180^\circ - \frac{140 - 63}{321} \cdot 57^\circ = 166^\circ; \\ \alpha_1 &> [\alpha] = 90^\circ, \\ 166 &> [\alpha] = 90^\circ, \end{aligned} \quad (3.9)$$

Проверяем число пробегов ремня по следующей зависимости:

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

где ϑ - окружная скорость ремня, м/с;

L_p - расчетная длина ремня, м;

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

$$\Pi = \frac{4,9}{0,75} = 6,5 \text{ об/с;}$$

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

$$6,5 \leq 15;$$

следовательно, условие выполняется.

Определим расчетную мощность P_p , передаваемая одним ремнем, учитывая, что номинальная мощность для выбранного ремня $P_0 = 1,5$ кВт (берется из справочника [4]), а исходная длина 750 мм.

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

где C_α - коэффициент угла обхвата ($C_\alpha = 0,91$);

C_L - коэффициент длины ремня ($C_L=0,87$);

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

$$P_p = 1,5 \cdot \frac{0,91 \cdot 0,87}{1,0} = 0,98 \text{ кВт};$$

Определяем число ремней [4]:

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

где C_z - коэффициент, учитывающий число ремней ($C_z=0,9$);

$$Z = \frac{1,5}{0,9 \cdot 0,98} = 1,7;$$

Принимаем число ремней $z=2$.

Вычисляем нагрузку R на валы и опоры, предварительно определив силу натяжения ветви одного ремня:

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

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

$$F_o = \frac{0,85 \cdot 1500 \cdot 1,0 \cdot 0,9}{2 \cdot 4,94 \cdot 0,91} + 0,1 \cdot \vartheta^2 = 130 \text{ Н};$$

Нагрузки на валы и опоры определяются по формуле:

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

$$R = 2 \cdot 130 \cdot 2 \cdot \sin\left(\frac{166,3}{2}\right) = 516 \text{ Н};$$

Произведем подбор электродвигателя для осуществления привода рабочего органа шелушителя.

Для выбора электродвигателя вначале определим частоту вращения приводного вала (об/мин).

По требуемой частоте вращения ведомого вала и определенному передаточному отношению ременной передачи рассчитаем требуемую частоту вращения вала электродвигателя по формуле:

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

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

u – передаточное отношение ременной передачи;

$$n_{\text{эл.дв.}} = 700 \cdot 2,2 = 1500 \text{ об/мин.}$$

По рассчитанной частоте вращения вала электродвигателя из справочника [5] выбираем электродвигатель марки АИС90L4 с мощностью $N_{\text{эл.дв.}}=6$ кВт и частотой вращения 1500 об/мин.

3.3 Расчет болтового соединения

Расчет будем производить для болтов, которые будут использоваться для крепления шелушительной машины к основанию.

Для крепления шелушительной машины к основанию используется четыре болта, выполненных из стали класса прочности 3,6. На болты действует сила $F=1$ кН. Требуется определить диаметр болтов. Нагрузка постоянная.

Для болтового соединения с неконтролируемой затяжкой принимаем коэффициент запаса прочности $[S_T=5]$ в предположении, что наружный диаметр резьбы находится в интервале 6...16 мм. Предел текучести болта $\sigma_T=200$ Н/мм².

Определим допускаемое напряжение растяжения по формуле [4]:

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

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

σ_T – предел текучести, Н/мм²;

$[S_T]$ – коэффициент запаса прочности.

$$[\sigma_p] = \frac{200}{5} = 400 \text{ Н/мм}^2;$$

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

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

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

где K – коэффициент запаса по сдвигу деталей;

F_0 – внешняя сила, кН;

f – коэффициент трения;

i – число стыков;

z – число болтов.

$$F_0 = \frac{1 \cdot 1,6}{0,16 \cdot 1 \cdot 4} = 2,5 \text{ кН};$$

Определим расчетную силу затяжки болтов по формуле [4]:

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

$$F_{\text{расч}} = 1,3 \cdot 2,5 = 3,25 \text{ кН};$$

Расчетный диаметр резьбы определяется по формуле [4]:

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

где d_p – расчетный диаметр резьбы, мм;

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

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

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 3,25 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 40}} = 10,1 \text{ мм};$$

Принимаем болт с резьбой М 12 с шагом Р=1,5 мм.

Проверим правильность выбора болта по следующей зависимости:

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

Таким образом, получаем:

$$d_p = d - 0,94 \cdot 1,5 = 10,3;$$

$$10,3 > 10,1.$$

Следовательно, расчет произведен правильно, болт М12 подобран правильно и пригоден к применению.

3.4 Экономическое обоснование конструкции шелушителя

3.4.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

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

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

G_g – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05 \dots 1,15$).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 - Расчёт массы сконструированных деталей

№ пп	Наименование деталей.	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	2	5	6	7
1	Крышка корпуса	20	1	20
2	Загрузочная горловина	5	1	5
3	Разбрасывающие диски	12	2	24
4	Рама	30	1	30
5	Опора	20	2	40
6	Опора	15	3	45
7	Верхняя дека	12	1	12
8	Нижняя дека	10	1	10
9	Выгрузные бункера	12	2	24
7	Опора для шестерни	5	1	5
8	Корпус	33	1	35
Итого:				250

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

Таблица 3.4.2 - Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Болты М17	18	0,027	0,486	55	990
2	Болты М14	14	0,025	0,35	52	728
3	Болты М10	12	0,02	0,24	50	600
4	Болты М12	16	0,02	0,32	50	800
5	Болты М8	1	0,015	0,015	32	32
6	Болты М10	3	0,018	0,054	40	120
7	Болты М14	1	0,025	0,025	55	55
8	Болты М8	4	0,015	0,060	32	128
9	Болты М12	4	0,02	0,08	50	200
10	Болты М10	4	0,018	0,072	40	160
11	Болты М10	4	0,018	0,072	40	160
12	Болты М10	1	0,018	0,018	40	40
13	Гайка М17	18	0,01	0,18	20	360
14	Гайка М14	14	0,01	0,14	20	280
15	Гайка М12	16	0,01	0,16	20	320
16	Гайка М14	1	0,01	0,01	20	20
17	Гайка М8	4	0,01	0,04	20	80
18	Гайка М12	4	0,01	0,04	20	80
19	Гайка М10	4	0,01	0,04	20	80
20	Гайка М10	4	0,01	0,04	20	80
21	Штифт	2	0,05	0,1	100	200
22	Звёздочка ведомая	2	3	6	200	400
23	Звёздочка ведущая	2	4	8	250	500
24	Шкив ведущий	1	3,5	3,5	1500	1500
25	Шкив ведомый	1	5	5	1600	1600
26	Шайбы	81	0,005	0,405	15	1215
27	Гровер	1	0,01	0,01	50	50
28	Шпонка	3	0,018	0,054	30	90
29	Шпонка	4	0,015	0,060	30	120
30	Электродвигатель	1	20	20	15000	15000
31	Крышка подшипника	4	1	4	1200	4800
32	Крышка подшипника	6	1	6	1100	6600
33	Подшипник шариковый	4	0,3	1,2	600	2400
34	Подшипник конический	6	0,25	1,5	300	1800

Продолжение таблицы 3.4.2

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

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

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

Определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по расчетно-конструктивному способу с использованием среднеотраслевых нормативов затрат на 1 кг. массы:

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

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

Таблица 3.4.3 - Исходные данные сравниваемых конструкций

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

С помощью этих данных рассчитываются технико-экономические показатели эффективности конструкции 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:

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

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; кг/ч.

Подставив значения в формулу (3.4.3) получим:

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

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

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

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

где G – масса конструкции, кг;

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

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

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

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

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

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

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

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

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

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

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

где n_p – количество рабочих, чел.

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

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

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{зн} + C_9 + C_{пто} + A \quad (3.4.7)$$

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

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

C_9 – затраты на электроэнергию, руб/кг;

A – амортизационные отчисления, руб/кг.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

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

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

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

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

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_э \quad (3.4.9)$$

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

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

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

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

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

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

Полученные значения подставим в формулу 3.4.10:

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

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

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

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

где a - норма амортизации, %.

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

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

Полученные значения подставим в формулу 3.4.7:

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

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

Приведённые затраты определяют по формуле:

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

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

F_n – фондоемкость процесса, руб./кг;

k – удельные капитальные вложения, руб./кг.

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

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

Годовую экономию определяют по формуле:

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

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

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

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

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

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

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

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

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

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

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

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

Таблица 3.4.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, кг/с	1,5	1,8	120
2	Фондоёмкость процесса, руб./кг	43	32	74
3	Энергоёмкость процесса, кВт./кг	5	3,3	66
4	Металлоёмкость процесса, кг/т	0,020	0,019	95
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/кг.	0,66	0,55	83
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./кг	89,74	71,6	75
7	Уровень приведённых затрат, руб./кг.	94,04	74,8	78
8	Годовая экономия, руб.	32652		
9	Годовой экономический эффект, руб.	34632		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,8		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,55		

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

3.5 Техника безопасности при эксплуатации шелушителя

- к работе допускаются лица, достигшие 18 лет, ознакомившиеся с правилами техники безопасности, а также с техническим описанием и

инструкции по эксплуатации данного агрегата, и прошедшие инструктаж при работе с механизированным агрегатами;

- проверить состояние рабочих органов;

- убедиться, что на рабочих органах нет посторонних предметов;

- приступая к техническому обслуживанию, следует убедиться в том, что все электродвигатели отключены, рабочие органы машины находятся не в рабочем состоянии;

- запрещается: оставлять агрегат без присмотра, стоять около вращающихся частей агрегата, класть на защитные кожухи ключи, болты, гайки и другие предметы, подтягивать болты, смазывать подшипники, регулировать зазоры, открывать кожухи, присутствие посторонних лиц, уходить с рабочего места без смены одежды;

- при появлении нехарактерных для нормальной работы стуков и шумов немедленно отключить агрегат;

- после работы произвести чистку агрегата с помощью специальных чистиков;

- установка должна быть надежно закреплена на основание и исключать вибрацию;

- вращающиеся детали и узлы установки должны быть закрыты кожухами и ограждениями;

- органы управления должны быть в легко доступном месте для рабочего и должны устанавливаться на расстоянии не более 1,5м;

- усилие в рычагах должно быть не более 50 Н;

- перед пуском необходимо установку очистить от грязи и пыли.

ВЫВОДЫ

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

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

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

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

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

Основной целью выпускной квалификационной работы является разработка шелушителя зерна гречихи с реверсивной декой, внедрение которой в производство, позволяло бы увеличить эффективность шелушения зерна гречихи, качество получаемой крупы и уменьшить основные статьи затрат.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгариев Г.Г., М. «Анализ хозяйственной деятельности»: учебник / Г. Булгариев – М.: В.Ш., 2010.
2. Мерко, И.Т. Технология мукомольного и крупяного производства, И.Т. Мерко – М: Агропромиздат, 1985.-288с.
3. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т. 2. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 559 с., ил.
4. Ерохин, М. Проект и расчет ПТМ с/х назначения / М. Ерохин – М Колос, 1999.
5. Чернавский, С.А. Проектирование механических передач. / С.А, Чернавский, Г.А. Снесарев, Б.С. Козинцов – М, Машиностроение, 1984.-560с.
6. Бутковский, В.А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства / В.А Бутковский, Е.М Мельников – М.: Агропромиздат, 1989.-463с.
7. Оборудование для производства муки и крупы: Справочное пособие А.Б. Демский. – М.: Агропромиздат, 1990.-349с.
8. Демский, А.Б. Справочник по оборудованию зерноперерабатывающих предприятий / А.Б. Демский, М.А. Борискин, Е.В. Гомаров и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980.-383 с.
9. Холодилин А.Н.. 1804905 СССР, Шелушитель зерна / Дегтяренко Г.Н., Вертяков Ф.Н., Дегтяренко А.П., Михалев В.Н – опубл. 30.03.93. Бюл. №12.
10. Холодилин А.Н. 1648551 СССР, Шелушитель / Вертяков Ф.Н., Михалев В.Н., Ефанов А.М., Васильев А.П., Кобыляцкий В.И., Худяков В.Ю. – опубл. 15.05.91. Бюл. №18.
11. Давлетшин Н.Г. 2068734 Россия, Устройство для шелушения зерна / Фасхиев Х.А., Павленко П.Д. – опубл. 10.11.96. Бюл. №31.
12. Тишанинов Н.П. 1768275 СССР, Устройство для шелушения зерна / Цебоев Э.А. – опубл. 15.10.92. Бюл. №38.

13. Козьмина Е.П. Технологические свойства сортов крупяных и зернобобовых культур – М.: Колос, 1981.-176 с.
14. Гринберг Е.Н. Производство крупы / Е.Н. Гринберг – М.: Агропромиздат, 1986.-174 с.
15. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.-Казань: РИЦ «Школа», 2004. – 144с.
16. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. – 14-е изд., перераб. и доп. / Под ред. Г.Н.Поповой. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 416с., ил.
17. Акылбеков А. 1323120 СССР, Устройство для шелушения зерна / Алимпиев Л.Н., Джиенкулов С.А., Суюнчалиев Р.С. – опубл. 15.07.87. Бюл. №26.
18. Нуруллин, Э.Г. Способы шелушения крупяных культур./ Информационный листок № 97-99. Татарский центр научно-технической информации. /Э.Г. Нуруллин, А.В. Дмитриев. - Казань.- 1999 г.
19. Нуруллин, Э.Г. Основные направления развития машин для шелушения крупяных культур и их классификация. // Труды Казанской государственной академии (раздел: технические науки), Том 70. /Э.Г. Нуруллин, А.В. Дмитриев.- Центр оперативной печати, Казань.- 2002. с. 140-144.
20. Краснощекова, Г.А. Экономика, организация и планирование производства на предприятиях хранения и переработки зерна. - 2-е изд., перераб. и доп. /Г.А. Краснощекова, Т.В. Редькина. - М.: Агропромиздат, 1991. 305 с.
21. Гросул Л.И. А.С. 1412803 СССР, Устройство для шелушения, шлифования и полирования зерна. / Л.И. Гросул, В.Ф., И.Р. Дударев и др. –опубл. 30.07.88. Бюл. №28.
22. Мельников Е.М. А.С. 1321463 СССР, Устройство для шелушения зерна / Е.М. Мельников, А..П. Берестов – опубл. 07.07.87. Бюл. №25.
23. Оборудование для производства муки и крупы: Справочное пособие А.Б. Демский. – М.: Агропромиздат, 1990.-349с.
24. Галицкий Р.Р. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий. - 3-е изд., доп. и перераб. /Р.Р. Галицкий. - М.: Агропромиздат, 1990. - 270 с.

