

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

**Профиль «Технологическое оборудование для хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции»**

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

*Тема: Совершенствование технологии переработки
подсолнечника с разработкой конструкции семенорушки*

Шифр ВКР.35.03.06.180.18.

Студент 244 группы _____ Бутузова О.Н.

Руководитель к.т.н., доцент _____ Халиуллин Д.Т.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(протокол №15 от 18 июня 2018)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент _____ Халиуллин Д.Т.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

**Профиль «Технологическое оборудование для хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/_____/

«__» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Бутузовой Ольге Николаевне

Тема ВКР Совершенствование технологии переработки подсолнечника с
разработкой конструкции семенорушки

утверждена приказом по вузу от «24» мая 2018г. № 169

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 15.06.2018

3. Исходные данные

1 Результаты научных работ;

2 Научно-техническая и справочная литература.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов:

1. Литературно-патентный анализ;

2. Технологическая часть;

3. Конструкторская часть.

5. Перечень графических материалов:

1. Обзор существующих конструкций;
2. Схема предлагаемой технологии;
3. Сборочные чертежи разрабатываемой конструкции;
- 4, 5 – Сборочные чертежи и чертежи нестандартных деталей.
6. Операционно-технологическая карта;

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Экономическое обоснование	
Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И.Н.
Экологическая безопасность	Гаязиев И.Н.
Допуски и посадки	
Конструкторская часть	

7. Дата выдачи задания 04.05.2018

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный анализ	20.05.2018	
2	Технологическая часть	30.05.2018	
3	Конструкторская часть	15.06.2018	

Студент 244 группы Бутузова О.Н.

(_____)

Руководитель ВКР к.т.н., доцент Халиуллин Д.Т.

(_____)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Бутузовой О.Н. на тему «Совершенствование технологии переработки подсолнечника с разработкой конструкции семенорушки».

Работа состоит из пояснительной записки на 66 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 11 рисунков, 6 таблиц, 63 формулы, 1 приложения. Список использованной литературы содержит 16 наименований.

В первом разделе рассмотрены основы технологии переработки семян подсолнечника и требования, предъявляемые к ним, обзор существующих конструкции машин для обрушивания.

Во втором разделе приведена предлагаемая технология переработки семян подсолнечника, сделан технологический расчёт семенорушки. Рассмотрены вопросы физической культуры на производстве.

В третьем разделе обоснована разрабатываемая конструкция, произведён конструктивный расчёт обрушивателя семян ударного типа. Рассмотрены мероприятия по охране окружающей среды, проведён анализ и разработка мероприятий по защите окружающей среды и рекомендации по её улучшению. Дан анализ состояния техники безопасности и разработан план по охране труда, даны рекомендации по улучшению техники безопасности при работе с конструкцией, а так же произведён расчёт вентиляции для одного из цехов. Дан анализ и разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях. Представлено экономическое обоснование рекомендаций по улучшению производственного и технологического процесса конструкции.

Записка завершается выводами и предложениями для производства на основе своих разработок.

ABSTRACT

To the final qualifying work Butuzova O. N. on the topic "Improvement of sunflower processing technology with the development of seed-pods design".

The work consists of an explanatory note on 66 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

Explanatory note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes 11 figures, 6 tables, 63 formulas, 1 application. The list of references contains 16 titles.

The first section describes the basics of technology of processing of sunflower seeds and the requirements for them, a review of the existing design of machines for collapse.

The second section presents the proposed technology of processing sunflower seeds, made technological calculation of seed. The questions of physical culture in the workplace.

In the third section, the developed design is justified, a constructive calculation of the impact type seed crushers is made. Environmental protection measures were considered, the analysis and development of measures to protect the environment and recommendations for its improvement were carried out. The analysis of the state of safety and developed a plan for occupational safety, recommendations for improving safety when working with the design, as well as the calculation of ventilation for one of the shops. The analysis and development of measures for the safety of life in emergency situations. The economic justification of recommendations for improving the production and technological process of the structure is presented.

The note concludes with conclusions and proposals for production based on its developments.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ.....	8
1.1 Обзор технологий переработки семян подсолнечника	8
1.2 Технология производства в условиях малых с/х предприятий	14
1.3 Обзор существующих конструкции машин для обрушивания	17
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	32
2.1 Предлагаемая технология переработки семян подсолнечника	32
2.2 Технологические расчеты	34
2.3 Физическая культура на производстве	38
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	39
3.1 Разработка схемы и конструкции семенорушки	39
3.2 Расчет конструктивных параметров.....	43
3.3 Безопасность жизнедеятельности.....	54
3.4 Охрана окружающей среды	57
3.5 Экономическое обоснование конструкции	58
Заключение	64
Список использованной литературы	65
Спецификации	67

ВВЕДЕНИЕ

Подсолнечник (*Helianthus Annuus*) является экономически выгодной культурой для поддержания стабильного уровня функционирования фермерских хозяйств и сельхозпредприятий, выживания их в жёстких условиях современных рыночных отношений [].

Семена подсолнечника в основном используются для производства масла или в качестве кондитерского элемента. Побочные продукты переработки подсолнечника – жмых и шрот используются в животноводстве в качестве кормовых добавок [].

Подсолнечное масло – одно из важнейших растительных масел в России, имеющее большое народно-хозяйственное значение. Технология получения масла сложный многоступенчатый процесс, состоящий из следующих технологических операций: очистка сырья, обрушивание семян (отделение оболочки от ядра), сортирование рушанки (смесь из дробленых и целых ядер, раздробленных и целых оболочек, а также необрушенных семян), измельчение, отжим масла.

В семенах масличных культур запасы масла распределены неодинаково, основная часть запасов масла находятся в зародыше и эндосперме. А в оболочках семян, наоборот, сосредоточено малое количество масла, а также непригодный для пищи химический состав.

Производство и переработка подсолнечника с древнейших времен занимало важное место в жизни людей. Семена подсолнечника являются важнейшей масличной культурой, перерабатываемой на масложировых предприятиях. Более 70% растительных масел, вырабатываемых в СНГ приходится на долю подсолнечного. Ценность подсолнечного масла, как пищевого продукта определяется его жирнокислотным составом и содержанием необходимых биологически активных веществ витаминов, фосфатидов, глюкозидов и минеральных элементов.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

1.1 Обзор технологий переработки семян подсолнечника

Подсолнечник (*Helianthus Annuus*) является экономически выгодной культурой для поддержания стабильного уровня функционирования фермерских хозяйств и сельхозпредприятий, выживания их в жёстких условиях современных рыночных отношений [].

Семена подсолнечника в основном используются для производства масла или в качестве кондитерского элемента. Побочные продукты переработки подсолнечника – жмых и шрот используются в животноводстве в качестве кормовых добавок [].

Подсолнечное масло – одно из важнейших растительных масел в России, имеющее большое народно-хозяйственное значение. Технология получения масла сложный многоступенчатый процесс, состоящий из следующих технологических операций: очистка сырья, обрушивание семян (отделение оболочки от ядра), сортирование рушанки (смесь из дробленых и целых ядер, раздробленных и целых оболочек, а также необрушенных семян), измельчение, отжим масла.

В семенах масличных культур запасы масла распределены неодинаково, основная часть запасов масла находятся в зародыше и эндосперме. А в оболочках семян, наоборот, сосредоточено малое количество масла, а также непригодный для пищи химический состав.

Рассмотрим различные способы получения подсолнечного масла. Известен способ получения подсолнечного масла, предусматривающий сепарацию семян подсолнечника от примесей, сушку семян до 6...7% при температуре нагрева семян 55...70°C, обрушивание семян, отделение ядровой фракции, ее измельчение, влаго-тепловую обработку мятки при температуре 100...120°C, последующее прессование мезги и очистку прессового масла [].

Данный способ имеет следующие недостатки: во-первых, не проводится фракционирование семян подсолнечника по исходному качеству, что приводит к снижению потребительских свойств масла по физико-химическим показателям и показателям безопасности; во-вторых, сушка семян в один этап до влажности 6...7% при температуре нагрева семян 55...70°C не дает возможности улучшить показатели качества масла в семенах при их послеуборочном дозревании, в-третьих, измельчение ядровой фракции и температура влаготепловой обработки и прессования 100...120°C приводит к интенсификации гидролитических и окислительных процессов в масле, снижает стойкость масла при хранении.

Известен способ получения растительных масел из маслосодержащего сырья, предусматривающий предварительный подогрев сырья до 70°C и прессование в две стадии: на первой стадии - экструзия, совмещенная с отжимом масла, а на второй – окончательное прессование [].

Данный способ имеет следующие недостатки: во-первых, прессование проводится в две стадии, что приводит к снижению качества масла, получаемого на второй стадии прессования за счет длительности процесса прессования и протекания гидролитических и окислительных процессов в маслосодержащем материале; во-вторых, не предусмотрена подготовка маслосодержащего сырья к извлечению масла на стадии его приемки и послеуборочной обработки, что приводит к снижению качества масла на обеих стадиях прессования.

Также известен способ получения подсолнечного масла, предусматривающий сепарацию семян от примесей, обрушивание, отделение лузги из рушанки с получением ядровой фракции, влаготепловую обработку ядровой фракции при температуре 40...70°C и прессование полученной мезги в двухшнековом прессе-экструдере с последующей первичной очисткой масла [].

Данный способ имеет следующие недостатки: во-первых, не проводится фракционирование семян подсолнечника по исходному качеству, что

приводит к снижению потребительских свойств масла по физико-химическим показателям и показателям безопасности; во-вторых, не повышаются потребительские свойства масел путем применения оптимальных режимов послеуборочной обработки семян подсолнечника; в-третьих, не учитывается влияние температуры ядровой фракции семян подсолнечника при прессовании на содержание токоферолов (витамина Е) и фосфолипидов в получаемом масле, что снижает его потребительские свойства.

Подсолнечное масло с улучшенными потребительскими свойствами должно иметь максимально возможное содержание физиологически ценных веществ, прежде всего жирорастворимых витаминов и провитаминов в их физиологически активной форме, отсутствие пестицидов и минимальное содержание продуктов гидролиза и окисления липидов. При этом показатели качества масла должны соответствовать высшему сорту согласно действующим нормативным документам.

Для решения данной задачи предлагается способ получения подсолнечного масла, включающий сепарацию семян подсолнечника от примесей, сушку, обрушивание семян с отделением лузги и получением ядровой фракции, влаго-тепловую обработку и прессование ядровой фракции с получением масла и его последующую очистку, используют семена, выращенные по экологически безопасной технологии, перед сепарацией семян от примесей отделяют фракцию семян высшего и первого класса с влажностью 8,0...15,0% и сушат их в два этапа – на первом этапе до влажности 7,5...8,0% при температуре 45...50°C, на втором этапе – до влажности 6,5...7,0% активным вентилированием воздухом, совмещая с охлаждением и хранением, а прессование ядровой фракции проводят при температуре 70–75°C.

В результате – получение экологически чистого прессового масла, снижение его кислотного и перекисного чисел, количества продуктов окисления липидов, а также повышение содержания физиологически ценных

токоферолов и фосфолипидов, поскольку предусмотрено применение оптимальных технологических режимов на всех стадиях получения подсолнечного масла - начиная от производства семян, их последующей послеуборочной обработки и хранения, далее переработки методом прессования до отправки готового масла потребителю [].

Согласно литературным источникам по результатам проведенных исследований прессовые подсолнечные масла, полученные из семян, выращенных по традиционным технологиям, содержат значительное количество пестицидов, максимальное содержание которых регламентируется соответствующими нормативными правовыми актами РФ. Наличие пестицидов снижает потребительские свойства масла по показателям безопасности. Данные, полученные в результате исследований, позволили установить, что отсутствие пестицидов в прессовых подсолнечных маслах может быть гарантировано в случае использования семян, выращенных с применением экологически безопасных технологий возделывания.

Экспериментально установлено, что исходное качество семян подсолнечника, характеризующееся их начальной влажностью и исходным кислотным числом масла, влияет на потребительские свойства полученного из них масла. В семенах подсолнечника с начальной влажностью более 15,0%, при послеуборочном дозревании и хранении в оптимальных для этих процессов условиях интенсивнее протекают процессы гидролиза и окисления липидов по сравнению с семенами, в которых указанные показатели были ниже.

Кроме того, для сушки семян с влажностью более 15,0% необходимо применять высокие температуры или увеличивать время сушки, что согласно полученным экспериментальным данным также ведет к интенсификации гидролитических и окислительных процессов в липидах семян и возрастанию в масле продуктов окисления и гидролиза. Экспериментально установлено, что оптимальные режимы сушки конвективным способом лежат в диапазоне

температуры семян 45...50°C, так как при этих режимах сушки по завершении процессов дозревания содержание продуктов гидролиза и окисления липидов в семенах минимально.

Таким образом, на стадии послеуборочной обработки семян подсолнечника для повышения потребительских свойств получаемого из них масла по физико-химическим показателям, показателям безопасности (содержанию продуктов окисления липидов) необходимо семена фракционировать по исходному качеству и использовать фракцию с влажностью 8,0...15%, а первую стадию сушки проводить при температуре семян 45...50°C.

Проведенные исследования показали, что на стадии хранения влажность семян подсолнечника после сушки в пределах 7,5...8,0% является тем оптимальным диапазоном, при котором в свежееубранных семенах протекают процессы дозревания, сопровождающиеся снижением содержания свободных жирных кислот в масле семян при минимальном уровне окисления липидов. Снижение содержания жирных кислот в масле семян происходит за счет протекания завершающего этапа синтеза триацилглицеролов (ТАГ) из диацилглицеролов (ДАГ) и свободных жирных кислот (СЖК).

В результате дозревания в масле снижается кислотное число, улучшая его потребительские свойства. Применение активного вентилирования в процессе дозревания и хранения позволяет интенсифицировать указанный процесс, одновременно охладить семена и досушить до оптимальной для хранения и переработки влажности 6,5-7,0%. Поэтому на стадии хранения семян для улучшения потребительских свойств получаемого из них масла необходимо после сушки семян до влажности 7,5...8,0% по указанным режимам проводить активное вентилирование, охлаждая и досушивая семена до влажности 6,5...7,0%.

Проведенные исследования показали, что максимальное содержание токоферолов в подсолнечном масле, одним из определяющих показателей пищевой ценности масла, наблюдается при температуре прессования ядровой

фракции семян 70-75°C. Возрастание содержания токоферолов в масле при температуре прессования ядровой фракции 70...75°C объясняется увеличением их перехода в масло. Снижение содержания токоферолов в масле при температурах прессования выше 75°C происходит в результате их расходования на ингибирование процессов окисления. Содержание другого физиологически ценного компонента – фосфолипидов, возрастает при температуре прессования более 70°C, свидетельствуя об их переходе из клеточных мембран ядровой фракции семян в масло.

Начиная с температуры прессования 75°C, возрастает перекисное число масла и содержание в нем первичных и вторичных продуктов окисления, что объясняется интенсификацией процессов окисления, на ингибирование которых расходуются токоферолы.

Таким образом, при выращивании семян по экологически чистой технологии, отделении фракции семян подсолнечника высшего и первого класса с влажностью до 15%, их сушки сначала до влажности 7,5...8,0% и далее до 7% активным вентилированием воздухом, дальнейшем отделении оболочки и прессовании ядровой фракции семян при температуре 70...75°C достигается повышение содержания физиологически ценных веществ, отсутствие пестицидов, и снижение содержания продуктов гидролиза и окисления липидов в подсолнечном масле.

Следовательно, при таком способе получения подсолнечного масла заявляемые параметры имеют существенные отличия от других способов и позволяют улучшить потребительские свойства подсолнечного масла.

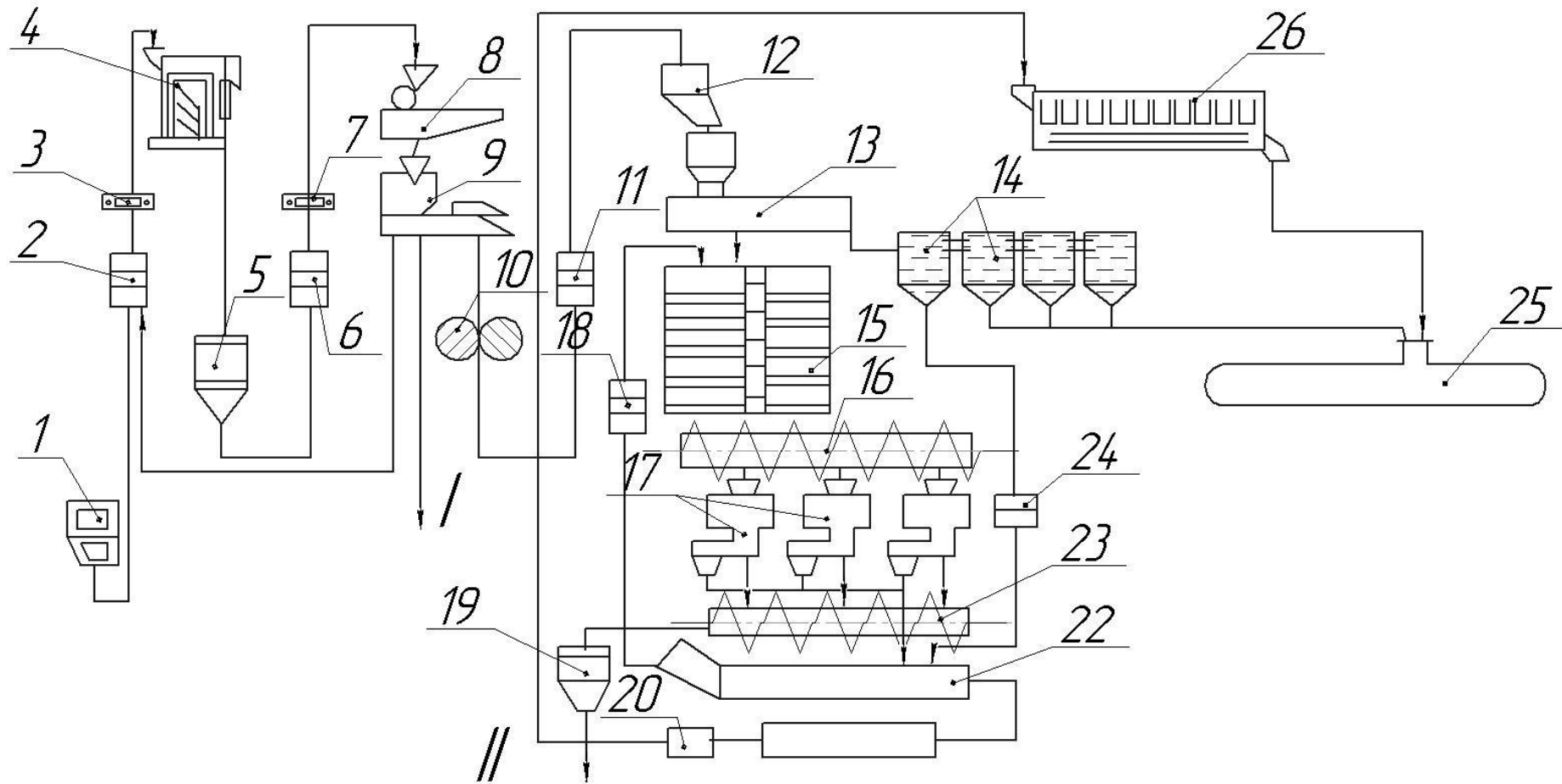
Технологический процесс переработки подсолнечника с получением очищенного масла более трудоёмок и чаще всего применяется в условиях специализированных цехов перерабатывающих предприятий. Для возможности переработки подсолнечника в условиях сельскохозяйственного товаропроизводителя в Казанском ГАУ проводится работа по созданию и совершенствованию пневмомеханических шелушителей (обрушивателей) зерна, позволяющими с небольшими производственными затратами

качественно осуществлять одну из основных технологических операций, при переработке подсолнечника с получением качественного масла, – шелушение (обрушивание).

При разрушении оболочки семян не должно измельчаться ядро – это является важнейшим требованием к обрушиванию. Так же от содержания в рушанке нежелательных фракций зависит качество рушанки. В связи с этим обрушивание семян занимает важную роль в производстве масла [3, 7].

1.2 Технология производства в условиях малых с/х предприятий

В условиях сельского хозяйства, при производстве масличного сырья применяют прессовый способ получения растительного масла (рисунок 1.2). Семена подсолнечника, поступающие из зернохранилища, взвешивают и ссыпают в приемный бункер 1, затем ковшовой норией 2 подают через магнитные устройства 3 в сепаратор для очистки от минеральных и органических примесей. Далее семена еще раз пропускают через магнитные устройства, после чего они поступают в распределительный шнек, размещенный над рушилными машинами 8, в которых происходит разрушение плодовой оболочки. Рушанку направляют в аспирационную вейку 9, где отделяется лузга. Ядро и сечка с небольшой примесью лузги (2...3 %) самотеком поступают в вальцовый станок 10. Измельченную массу (мятку) транспортером подают в бункер 12 пресса предварительного съема масла 13.



1 - приемный бункер; 2, 6, 11, 18 - нории; 3, 7 - магнитные устройства; 4 - аспиратор; 5 - бункер семян, подготовленных к переработке; 8 - семенорушка; 9 - семеновейка; 10 - вальцовый станок; 12 - бункер; 13 - пресс предварительного съема масла; 14 - приемные баки; 15 - жаровня; 16 - сборный шнек; 17 - шнековые прессы; 19 - бункер для жмыха; 20 - насос для масла; 21 - уловитель отстоя; 22 - промежуточные сборники масла; 23 - шнек жмыха; 24 - фильтр; 25 - бак готовой продукции; 26 - фильтр-пресс; I - лузга; II - жмых.

Рисунок 1.1 – Технологическая схема производства масла прессовым способом в условиях малых с/х предприятий

Здесь мятку увлажняют паром, подогревают до температуры 75...90 °С, подвергают сжатию. В результате происходит частичный съем масла, которое стекает в поддон пресса, где его предварительно очищают на вибросите. Отгонным шнеком масло направляют в промежуточные сборники масла 22, откуда насосом подают в фильтры-прессы горячей фильтрации. Полуобезжиренную мятку из пресса предварительного съема направляют в жаровню 15. Далее мезга поступает транспортирующим шнеком 16 в зерновые барабаны шнековых прессов окончательного съема масла. Выделяемое масло, проходя через сито, поступает в сборник, размещенный под прессом. Из сборника масло поступает в промежуточный сборник, потом его пропускают через фузоловушку и при помощи насоса подают в специальный фильтр-пресс 26, затем в бак готовой продукции 25. Экспеллерную ракушку, или жмых, подают в шнек, транспортирующий ее в бункер.

При переработке семян подсолнечника, кроме основных операций в технологическую схему включается ряд операций, обеспечивающих снижение потерь масла в производстве и повышение его качества. Для этой цели предусматривается операция по контролю: ядра, с целью уменьшения его лузжистости до 3%; лузги для снижения ее масличности до 2,5-2,8%; недоруша, с целью выделения из него ядра и лузги для повторного обрушивания; передея, с целью разделения его на фракции.

Побочными продуктами производства растительных масел являются жмых, шрот, оболочка (лузга, шелуха) масличных семян.

При выработке высококачественных масел, шротов и жмыхов обрушивание и выделение из рушанки оболочек семян являются важными и необходимыми технологическими операциями.

Количественные соотношения между ядром и оболочкой семян при их переработке в схемах, предусматривающих удаление оболочек, непосредственно сказываются на производительности основного оборудования, качестве вырабатываемой продукции и на выходе жмыха, масла, лузги.

Максимальное выделение оболочек из семян перед их переработкой является обязательным условием, обеспечивающим получение в производстве высококачественных масел и высокобелковых шротов [3...6].

К основным процессам, обеспечивающим отделение ядра от других морфологических частей масличных семян, следует отнести обрушивание и разделение рушанки.

Обрушивание семян подсолнечника производится на семенорушках. Назначение семенорушек состоит в полном обрушивании семян при минимальном получении сечки ядра и масличной пыли [10, 29].

Таким образом, анализ основ технологии производства растительного масла показал существенное влияние физико-механических и технологических свойств объекта переработки на эффективность процесса, и сложность технологической схемы, что должно учитываться при разработке перспективных технологий и машин для обрушивания, а также обосновании их параметров.

1.3 Обзор существующих конструкции машин для обрушивания

В зависимости от механико-технологических свойств семенных масс и отдельных морфологических частей семени выбирается способ обрушивания (шелушения). Известно много способов обрушивания масличных семян, основанные на следующих принципах или их сочетаниях: резание, скалывание, сжатие, сжатие и трение; разрушение оболочки ударом или трением. Проводятся исследования по разработке и использованию в промышленности методов «мгновенного» сброса избыточного давления воздуха или пара, создаваемого в замкнутом пространстве; циклических изменений давления газовой, паровой или жидкой среды на оболочку семян; разрушение оболочки в потоке газа, движущегося со сверхзвуковыми скоростями (аэрошелушение); использование электродинамического эффекта в водной среде.

Рассмотрим различные конструкции устройств, применяемые для отделения плодовых оболочек семян подсолнечника. Самое большое распространение получили бичевые рушки.

Шелушильная машина (рисунок 1.1) содержит цилиндрический корпус 1 с ребрами 2, в котором на подшипниках 3 и 4 установлен ротор 5, состоящий из вала 6 с крестовинами 7, на которых размещены лопасти 8 и 9. Лопасти 8 расположены противоположно друг другу и установлены параллельно. Лопасти 9 установлены наклонно к продольной оси вала 6 ротора 5, причем одна из лопастей наклонна в сторону входа зерна, а вторая в сторону выхода, при этом рабочие поверхности 10 выполнены рифлеными, кроме того каждая лопасть имеет продольные пазы 11 и дополнительные лопасти 12 и 13 [15].

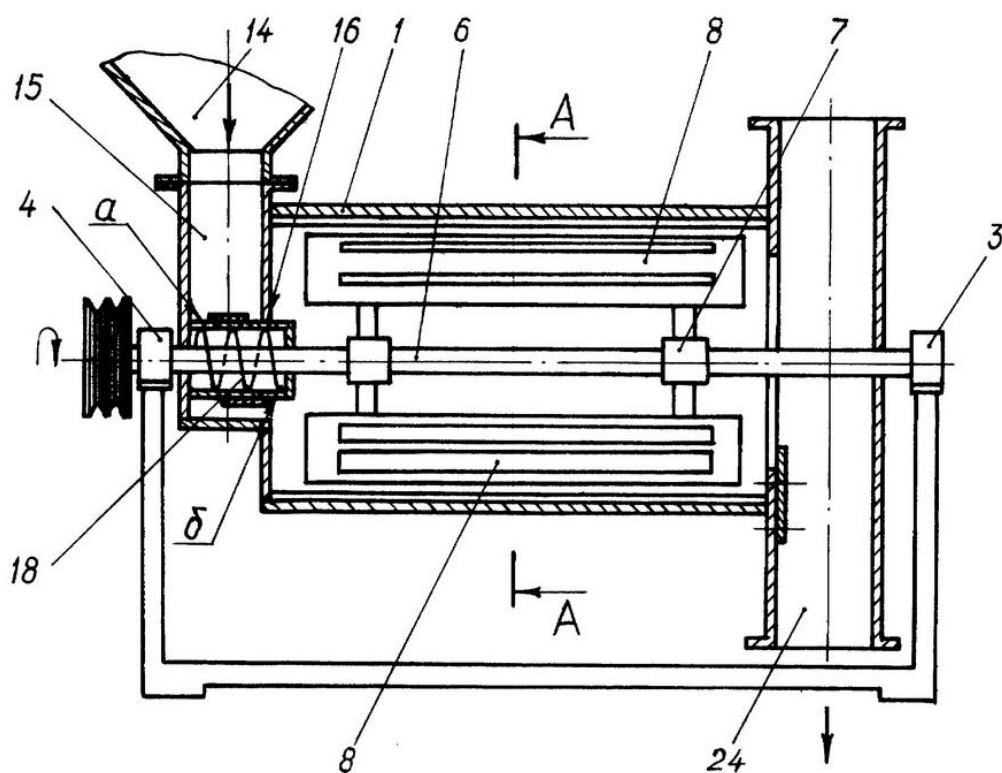


Рисунок 1.2 – Шелушильная машина с цилиндрическим корпусом по патенту РФ 2133150

На входном конце корпуса 1 установлено устройство загрузки 14 с горловиной 15 и шнековым дозатором 16, содержащим барабан 17, в котором

выполнено входное окно "а" и выходное "б", причем окно "а" больше окна "б", и шнек 18, жестко связанный с валом 6. На выходном конце корпуса 1 смонтирован отражатель 19, выполненный в виде пластины 20, установленной на оси 21 с возможностью поворота по пазу 22 и фиксацией положения прижимным винтом 23, устройство выгрузки 24, кроме того на боковой поверхности стакана 17 установлены регулирующие величины окон "а" и "б" заслонки 25, фиксируемые винтами 26.

Машина работает следующим образом: Зерно из бункера 14 через горловину 15 поступает в шнековый дозатор 16 через окно "а" и через окно "б" транспортируется шнеком 17 равными порциями в цилиндрический корпус 1 с ребрами 2. Благодаря отражателю 19, задерживающему свободный выход зерна из корпуса 1, при вращении ротора 5 с лопастями 8 и 9, образуется кольцевой слой зерна, в котором происходит движение зерен друг относительно друга в сжатом состоянии под действием центробежных сил и в результате трения зерна о зерно происходит шелушение зерна без повреждения эндосперма.

Наличие в каждой из лопастей 8 и 9 продольных пазов 11 создает в кольцевом слое зерна участки пульсирующего сжатия, потому как массы зерен, захватываемые лопастями, разные, а следовательно, и разные будут и скорости этих участков, что создаст дополнительное трение между участками зернового кольца, а выполнение дополнительных лопастей наклонно к рабочей поверхности 10 с рифлеными поверхностями создает также дополнительное трение зерна о наклонные и рабочие поверхности под действием центробежных сил, кроме того установление лопастей 9 наклонно к продольной оси вала 6 также создаст дополнительное трение зерен друг о друге. Размещение заслонок 25 на боковой поверхности стакана 17 шнекового дозатора 16 и установление отражателя 19 с возможностью реверсивного поворота сектора 20 относительно оси 21 позволяет установить оптимальный стабильный процесс шелушения зерна.

Такое конструктивное решение машины позволяет осуществить интенсивное перемещение, а следовательно, и трение слоев и участков в общем кольцевом слое зерна, что значительно повышает эффективность шелушения и снижает процент дефектности (сечка, бой) зерна при стабильном процессе шелушения.

Машина для шелушения зерна (рисунок 1.2) содержит многогранный корпус 1, ротор, состоящий из вала 2, лопастей 3, шнека 4 и шкива 5. С одной стороны корпуса установлена загрузочная горловина 6, а с другой установлено приспособление 7 для ограничения перемещения зерна в корпусе и выполнен аспирационный канал 8. Приспособление 7 для ограничения перемещения зерна в корпусе представляет собой секторный диафрагменный затвор, состоящий в данном примере из подвижных отражателей 9, закрепленных на осях 10 и перемещающихся синхронно при помощи системы рычагов (не показаны) [16].

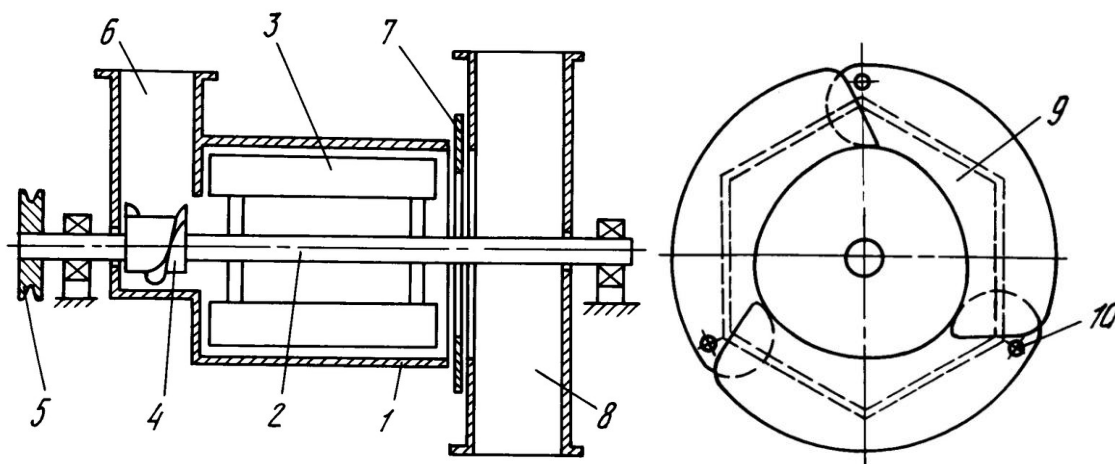


Рисунок 1.3 – Машина для шелушения зерна по патенту РФ 2060825

Принцип работы машины для шелушения зерна заключается в следующем. Зерновой материал поступает в приемную горловину 6, далее шнеком 4 подается в многогранный корпус 1 машины, где захватывается лопастями 3 и откидывается к внутренней поверхности корпуса 1. Подвижные отражатели 9, частично перекрывающие внутреннее сечение корпуса 1 на выходе, способствует образованию в корпусе подвижного

кольцевого слоя зерна, в котором происходит послойное движение зерен относительно друг друга при одновременном их сжатии центробежными силами. Шелушение зерна осуществляется за счет интенсивного трения зерна о зерно. Меняя положение подвижных отражателей 9, можно регулировать заполнение корпуса машины, изменяя тем самым центробежные силы и время обработки зерна, а следовательно, и интенсивность шелушения. Продукты шелушения, поступающие из корпуса в аспирационный канал 8, продуваются восходящим воздушным потоком, уносящим легкие частицы (оболочки, пыль), а зерновой материал выпадает вниз и выводится из машины.

Вращение подвижных отражателей 9 вокруг осей 10 осуществляется синхронно, обеспечивая при этом равномерное (симметричное) уменьшение выпускного сечения корпуса у выхода, и кроме плавного регулирования степени шелушения позволяет получить на входе в аспирационный канал равномерный кольцевой (в поперечном сечении) поток зерна и улучшить тем самым разделение продуктов шелушения воздухом.

В процессе работы машины налипание продуктов шелушения в месте соединения корпуса 1 и подвижных отражателей 9 предотвращается за счет полного раскрытия приспособления 7, при котором продукты шелушения, находившиеся в застойной зоне перед отражателями 9, вытесняются в аспирационный канал 8. Многогранность корпуса 1 позволяет добиться равномерного шелушения зерна, так как, копируя многогранную внутреннюю поверхность корпуса, кольцевой слой зерна, увлекаемый ротором, периодически изменяет свою толщину, как следствие этого, изменяются величина сил инерции, степень уплотнения слоя, силы трения между зернами и скорость движения зерен относительно друг друга. Непрерывное периодическое изменение всех этих параметров обуславливает удовлетворительное перемешивание кольцевого слоя зерна, что способствует равномерному шелушению зерна.

Бичевая семенорушка для разрушения плодовой оболочки масляных семян (рисунок 1.3) состоит из чугунного или сварного корпуса 1, питателя 2, деки с полукруглыми колосниками, плотно помещенными в дугообразную наводящую обойму 3, синхронного устройства 4 и барабана 5 бичевого типа [17].

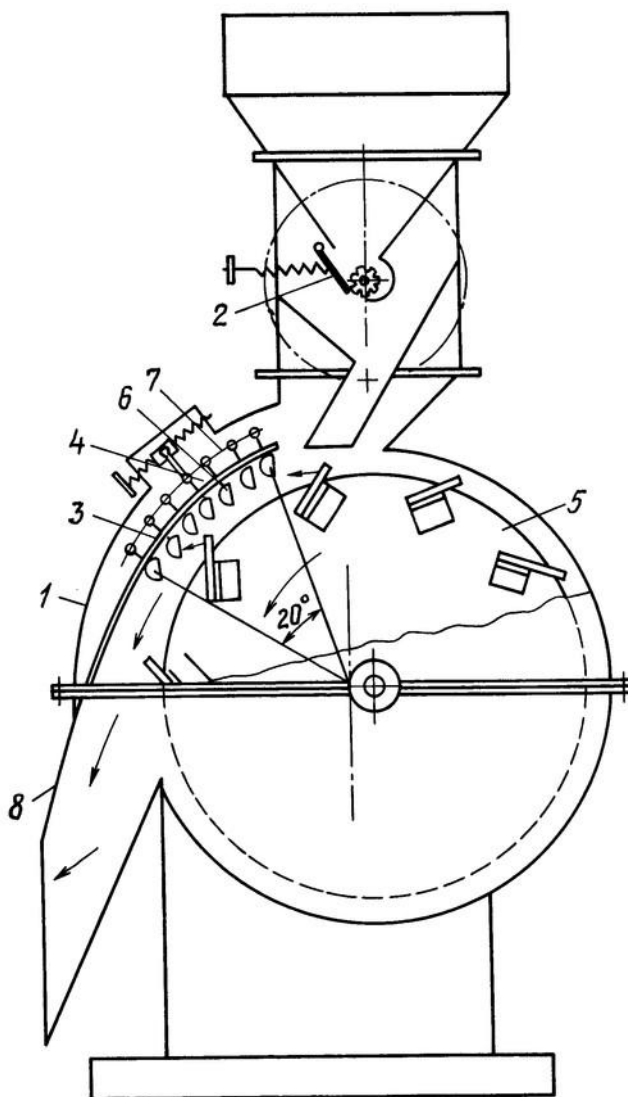


Рисунок 1.4 – Бичевая семенорушка для разрушения плодовой оболочки масляных семян по патенту РФ 2138331

Машина работает следующим образом. Масличные семена, содержащие плодовую оболочку, самотеком подаются в питающее устройство 2 и далее на край вращающегося барабана 5. Под действием ударной силы последнего семенная масса тангенциально совершает

однократный удар о плоскую поверхность колосников 6 деки 7 с немедленным выводом продуктов разрушения из зоны действия рабочих органов машины патрубком 8 для отвода рушанки.

Для повышения эффективности разрушения оболочки, увеличения производительности, снижения энергозатрат колосники в сечении имеют форму полукруга. Они уложены плотно в дугообразную направляющую обойму и поворачиваются синхронно на угол до 90° .

Недостатками таких машин являются то, что они сложны по конструкции, имеют значительные габаритные размеры, кроме того имеют низкую эффективность шелушения, причем со значительным боем зерна. Отсутствие возможности регулирования степени шелушения непосредственно в ходе работы. Кроме того, при обработке предварительно увлажненного зерна происходит налипание продуктов шелушения, где развиваются микроорганизмы, загрязняющие продукты шелушения и снижающие их качество. В них присутствует сложное, дорогостоящее, устройство загрузки, состоящее из секторного питателя, редуктора и двигателя, некоторые из них требуют применения сжатого воздуха для процесса загрузки и перемещения зерна в зону шелушения. Все это ограничивает их применение.

В связи с этим были разработаны устройства для обрушивания семян, применяющие принцип удара в центробежном поле.

Устройство для обрушивания подсолнечных семян (рисунок 1.4) состоит из двух вертикального расположенных секций, в которых происходит обрушивание семян и разделение рушанки на фракции [18].

Верхняя секция рушки состоит из цилиндрических корпусов 1 и 2, крышки 3 с патрубком 4 для засыпки семян и вертикального вала 5 с закрепленным на нем быстровращающимся диском 6 с лопатками 7. На внутренней стороне поверхности корпусов 2 и 8 на уровне лопаток 7 закреплены сегменты 9, которые одновременно являются соединительными звеньями между корпусами. К сегментам крепится амортизирующий

материал, например ткань, служащая декой 10. Нижний край материала не закреплен и свободно свисает для лучшего гашения скорости ударяющихся о него семян. Привод вала 5 осуществляется клиноременной передачей от электродвигателя, шарнирно закрепленного на корпусе 1.

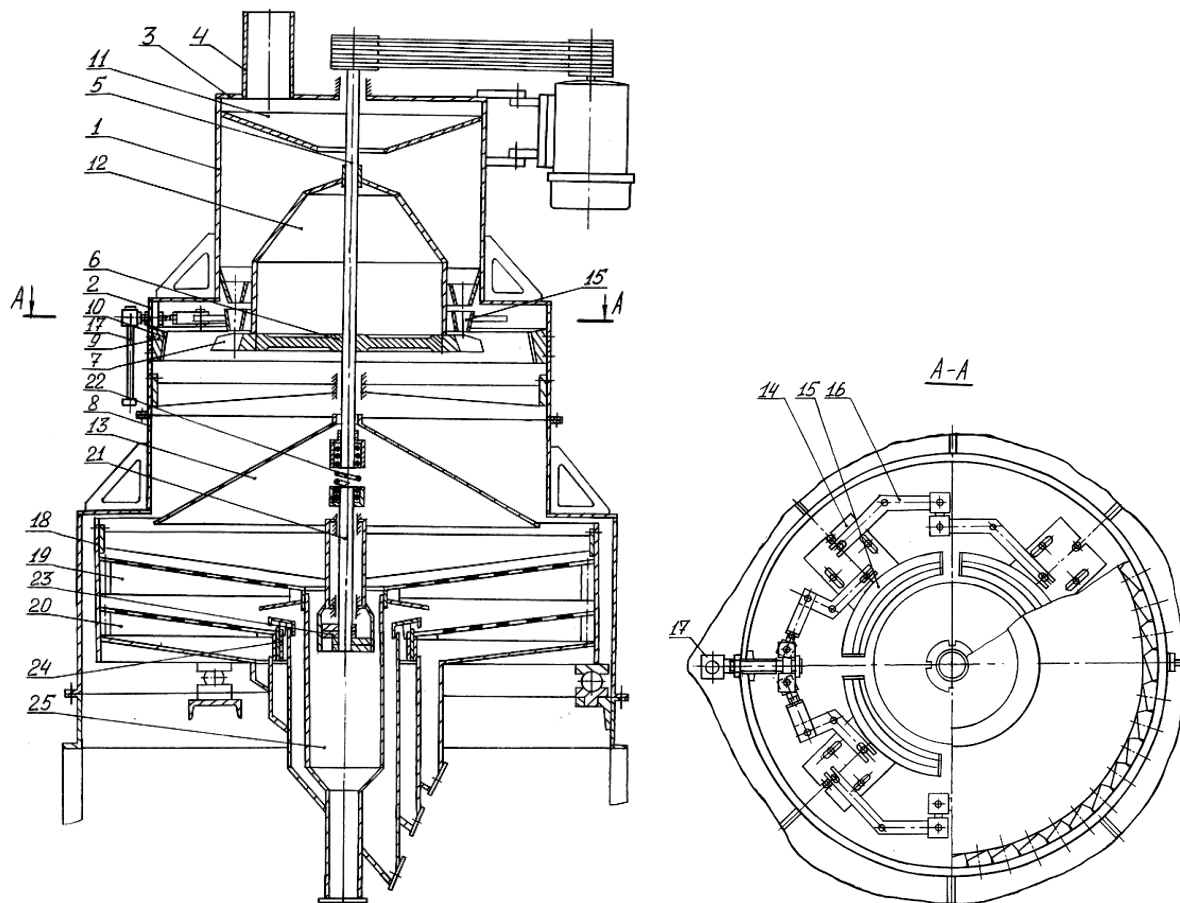


Рисунок 1.5 – Устройство для обрушивания подсолнечных семян по патенту РФ 2162880

Внутри цилиндрических корпусов 1, 2 и 8 находится питатель в виде установленных по оси на различной высоте конусов 11, 12 и 13, разделяющих поток семян равномерно по окружности, и механизма регулирования точки попадания семян на лопажки диска, состоящего из четырех подвижных секторов 14 с сужающимися конусными пазами 15, которыми через рычажную систему 16 осуществляется изменение точки попадания семян на лопажки диска. Регулирование механизмом осуществляется вращением рукоятки 17.

Нижняя секция рушки состоит из корпуса 8, внутри которого на трех шаровых опорах установлен подвижный ситовой корпус 18 сит 19 и 20, и вала 21, который получает вращение от вала 5 через гибкий элемент - пружину 22. На нижнем конце вала 21 на шлицах закреплены эксцентриковые диски 23, перестановкой которых устанавливается нужная амплитуда колебаний сит. На сите 20 установлено дополнительное устройство для отделения лузги от ядер семян, состоящее из ограничительного кольца и отсекающего 24. К нижней части корпуса 8 присоединен разделитель 25, отводящий разделенные фракции от рушки.

Устройство работает следующим образом. Семена, поступающие через патрубок 4, попадают сквозь конусные пазы 15 секторов 14 на лопатки 7. После удара о лопатки семена отскакивают на тканевую деку, где происходит гашение скорости обрушенных семян о ткань. Обрушенная и отраженная вниз от деки масса по конусу 13 поступает на верхнее сито 19. Недорущ, двигаясь по поверхности сита, попадает во внутренний отсек разделителя 25 и возвращается на повторную загрузку. Основная масса рушанки поступает на второе сито 20 и, двигаясь по нему, с помощью отсекающего 24 разделяется на лузу и ядра, которые через соответствующие отсеки разделителя 25 поступают в отход и аспиратор, а вся маслянистая пыль и мелко разрушенные ядра, попавшие сквозь сито на дно корпуса 8, подаются на дальнейшую переработку.

Дисковый обрушиватель МШВ (рисунок 1.5) представляет собой стальной диск 6, являющийся рабочим органом машины. Диск заключен в чугунный кожух 2 и посажен на горизонтальный вал 7, вращающийся в радиальных шарикоподшипниках. К диску прикреплено шесть секторов ножей 1. лицевая поверхность диска проточена так, что рабочая плоскость ножей не строго вертикальна, а расположена под некоторым углом к вертикали. Диск вместе с горизонтальным валом может перемещаться в осевом направлении до 50 мм, что позволяет менять зазор и пропускать твердые предметы, попадающие в рабочее пространство машины. Для этой

цели на корпусе заднего подшипника смонтирован выключающий механизм, состоящий из рычагов и пружин.

Для обеспечения возможности осевого перемещения вала его подшипниковые узлы имеют своеобразную конструкцию: подшипники заключены в стаканы, которые вставлены в корпуса, где они могут аксиально перемещаться.

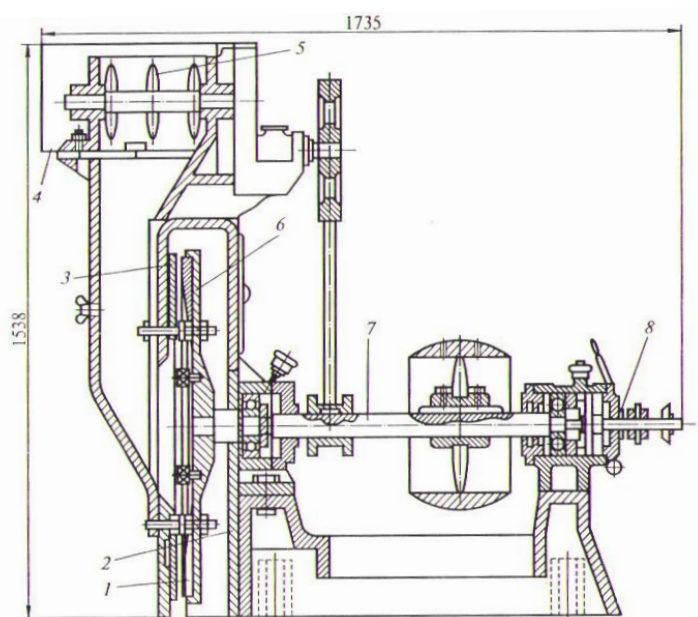


Рисунок 1.6 – Дисковый обрушиватель МШВ

На внутренней поверхности крышки кожуха укреплено шесть ножей 3. конический зазор, образующийся между неподвижными ножами, является рабочим пространством, в котором происходит процесс разрезания семенной оболочки.

Для изменения зазора рабочего пространства в корпусе заднего подшипника предусмотрен регулировочный болт 8. сверху кожуха установлен небольшой приемный бункер, в котором имеется ворошитель с лопастями 5, расположенными по винтовой линии.

Ножи обрушивателя представляют собой сектор с центральным углом 60° (рисунок 1.6). На лицевой поверхности ножей имеются рифли треугольного профиля, расположенные по радиусу.

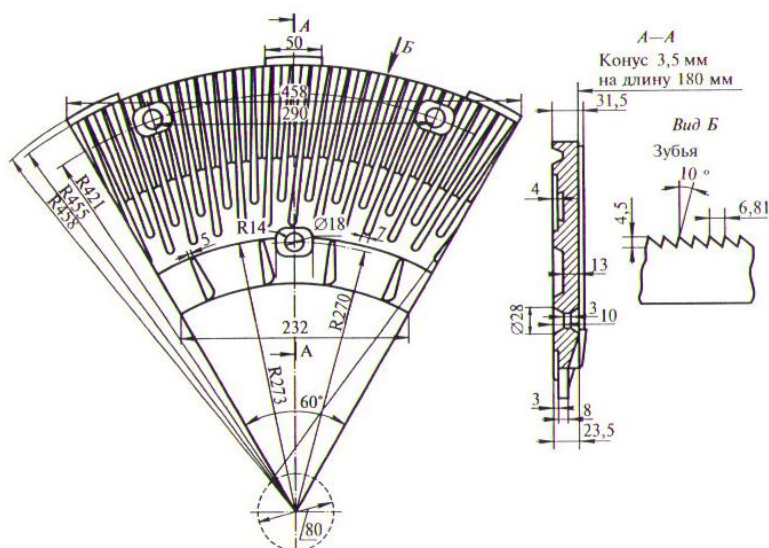


Рисунок 1.7 – Нож дискового обрушивателя

Вертикальной точкой, внутри которой помещается регулировочная заслонка 4, приемный бункер соединен с центром неподвижных ножей. Эта точка предназначена для подачи семян в рабочее пространство дисков.

Машина приводится в движение от одиночного электродвигателя через плоскоремennую или клиноремennую передачу. От горизонтального вала также плоскоремennой передачей вращение передается через пару цилиндрических шестерен ворошителю. Передача семян в рабочее пространство машины происходит только при ее работе.

Работает обрушиватель следующим образом. Семена, поступившие в приемный бункер, подаются в точку, по которой они подводятся в рабочее пространство между дисками. Благодаря вращению диска семена отбрасываются к периферии. Попадая между рифлями подвижных и неподвижных ножей, семена разрезаются и выбрасываются по периферии диска в кожух. Из кожуха рушанка отводится вниз для дальнейшей переработки.

По мере работы обрушивателя режущие вершины радиальных рифлей срабатываются и работа машины ухудшается. Момент затупления рифлей ножей узнается по повышенной температуре кожуха, окружающего диски.

Смена ножей происходит следующим образом. Предварительно в мастерской подбирают комплект (шесть ножей) и подвергают грубой обработке на шлифовальном станке заднюю и боковые стороны сектора. Затем те секторы, которые на диске расположены диаметрально противоположно, уравнивают на весах и маркируют. Для изменения массы сектора с задней стороны в его специальные углубления подливают баббит или высверливают глухие углубления.

После набора секторов на диск в том порядке, в каком они были маркированы в мастерской, и их закрепления необходимо убедиться в том, что диск уравновешен. Для этого поворачивают вручную диск и дают ему свободно вращаться; после остановки диска отмечают его нижнюю часть. Затем еще раз сообщают вращение диску и наблюдают, где остановится его отмеченное место. Если снова внизу, то это указывает, что нижний сектор самый тяжелый. Для его уравнивания под крепежные болты диаметрально противоположного сектора подкладывают шайбы через окно в задней стенке кожуха. Если диск уравновешен, то при остановке он остается в том же положении. Если уравнивание не достигнуто, то после остановки диск начнет медленно вращаться и затем при остановке его тяжелая часть окажется внизу. Тогда операцию повторяют. Если при плохо отбалансированном подвижном диске обрушиватель запустить в работу, то появятся большие вибрации, не позволяющие нормально работать.

Дисковый обрушиватель АС-900 (рисунок 1.7), изготавливаемый в Германии, по технологической схеме и принципу работы почти не отличается от вышеописанного обрушивателя. Однако конструктивно он значительно отличается от него.

Стальной диск 19, являющийся рабочим органом машины, заключен в чугунный кожух 1. на наружной поверхности крышки сделана вертикальная точка 2, по которой семена из питающего устройства передаются в рабочую зону. На внутренней поверхности крышки и на стальном диске крепится по

шесть чугунных секторов-ножей. Между подвижными и неподвижными ножами образуется рабочее пространство машины.

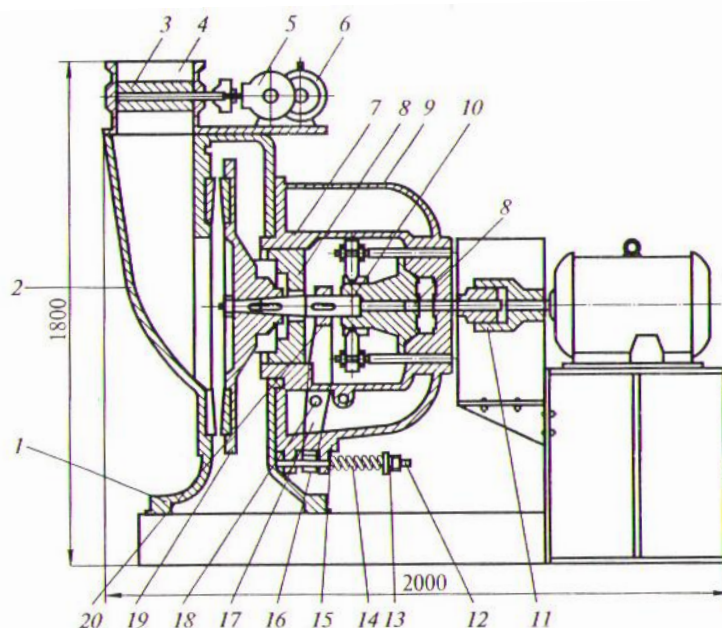


Рисунок 1.8 – Дисковый обрушиватель АС-900

Стальной диск насажен на горизонтальный вал 10, который вращается на шарикоподшипниках 8 и соединен с помощью шлицевой муфты 11 с электродвигателем. Передний подшипник вставлен в стакан 7, который может аксиально перемещаться в корпусе. Подшипниковые узлы и отводной механизм вала расположены в чугунном кронштейне 9, прикрепленном к задней стенке кожуха. Отводной механизм предназначен для отвода вала в случае попадания крупных предметов в рабочее пространство машины. Он состоит из втулки 20, расположенной на валу и закрепленной на рычаге 17, который может поворачиваться на оси 18. Нижний конец рычага с помощью втулки 16 закреплен на направляющем штыре 12, на который надевается пружина 14, одним концом упирающаяся в упор кронштейна 15, а другим – в регулировочную гайку 13.

После прохождения крупным предметом рабочего пространства пружина 14 разжимается и отводит вправо направляющий штырь 12 вместе с втулкой 16 и нижний конец рычага 17. При этом верхний конец рычага 17

через втулку 20 подает влево вал 10 вместе с диском 19. Таким образом восстанавливается установленный зазор.

Сверху кожуха установлено питающее устройство, состоящее из бункера 4, внутри которого помещен питатель 3. Питатель приводится во вращение от электродвигателя 6 через редуктор 5. Привод горизонтального (рабочего) вала машины также осуществляется от индивидуального электродвигателя.

Ножевой обрушиватель (рисунок 1.8) также рекомендуется применять для переработки тонковолокнистых сортов хлопчатника.

Ножевой обрушиватель состоит из питающего устройства 1, ножевого барабана 8 и деки 5.

Питающее устройство выполнено в виде рифленого питающего валика 2 с регулируемым шибером. Назначение питающего устройства – равномерно подавать семена в машину и равномерно распределять их по длине питающего валика, а следовательно, и по ножевому барабану. Для изменения количества семян, проходящих через машину, служит заслонка.

Ножевой барабан укреплен на валу 4 машины. На самом барабане при помощи винтов крепятся трехгранные ножи 3, каждый из которых имеет шесть режущих кромок, одна из них находится в работе. По мере ее износа нож поворачивается, и обновляется режущая кромка.

Дека ножевого обрушивателя набрана из пластинчатых колосников с прикрепленными к ним от 1 до 10 ножей 6 в зависимости от влажности обрушиваемых семян. При помощи эксцентрикового устройства 7 дека может придвигаться к ножевому барабану или отводиться от него. При этом изменяется расстояние между ними и степень измельчения семян. Так как зазор по всей длине постоянный, то в этой обрушивающей машине разрушенные частицы будут меньше подвергаться вторичному измельчению, чем в дисковых обрушивателях, что уменьшит замасливание отходящей лузги.

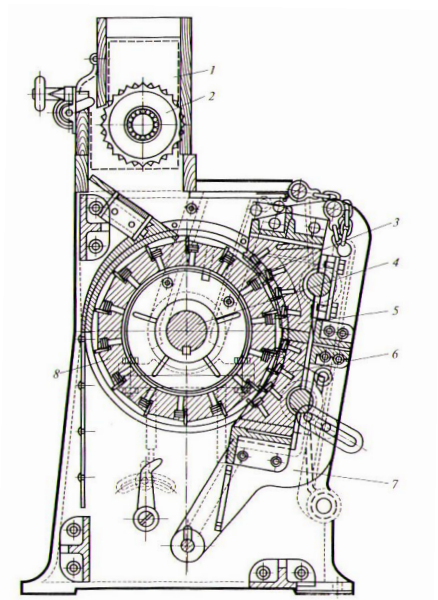


Рисунок 1.9 – Ножевой обрушиватель

Ножевой барабан имеет диаметр 596 мм и работает с окружной скоростью 29,6 м/с, поэтому для эффективной работы барабана необходима его тщательная балансировка. Балансировка ножевого барабана может осуществляться так же, как и барабана бичерушки.

Ножевой обрушиватель работает следующим образом. Поступающие в питающий бункер семена питающим устройством распределяются по длине ножевого барабана и попадают в щель между ножевым барабаном и декой. В этой щели семя подвергается воздействию ножей барабана и деки и разрезается. Разрезанные семена, пройдя щель между ножевым барабаном и декой, выбрасываются в выводное отверстие машины в виде рушанки.

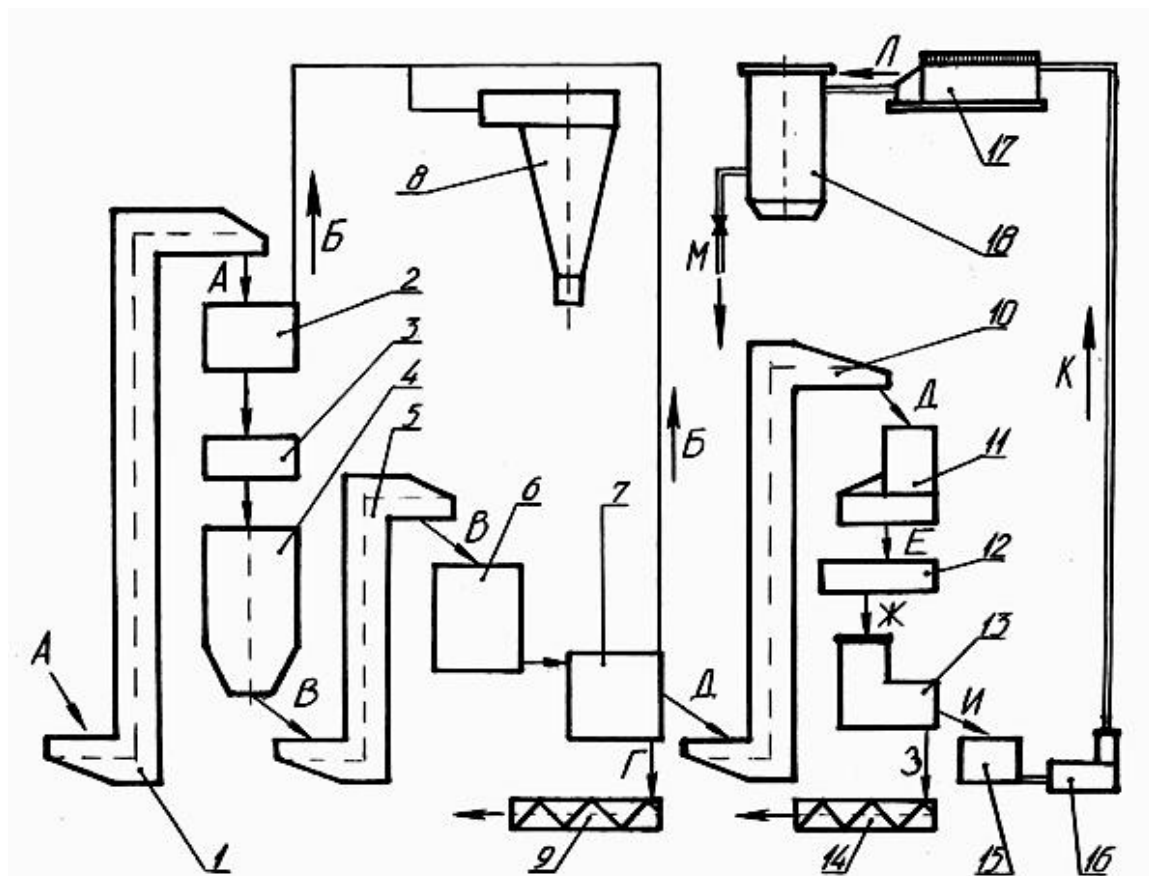
Ножевой обрушиватель дает лучшие результаты по обрушиванию хлопковых семян, чем дисковый. Однако при попадании с семенами различных твердых предметов (камней, гаек, болтов) ножевой обрушиватель может выйти из строя, что является его существенным недостатком.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предлагаемая технология переработки семян подсолнечника

По предлагаемой технологии при производстве масличного сырья в условиях сельского хозяйства также как и по вышеописанной применяют прессовый способ получения растительного масла (рисунок 1.3). Технология переработки семян подсолнечника состоит из двух этапов: подготовительного и этапа переработки. Первый этап начинается с послеуборочной обработки: подсолнечник, поступающий на зерноток от комбайнов, как правило, содержит много примесей: кусочки от стеблей, корзинок, листьев и сорных растений. Влажность сорных примесей бывают в 2-3 раза выше, поэтому одновременно с уборкой ворох нужно очищать, используя ворохоочистительные машины типа ОВС-25 или же в стационарных зерноочистительных комплексах (ЗАВ-20, ЗАВ-40 и др.). Так же ответственным моментом послеуборочной обработки урожая является сушка семян. После сушки – закладка подсолнечника на хранение. В процессе хранения масличного сырья очень важным является использование принудительного вентилирования, необходимо ежедневно проверять влажность и температуру, используя специальные градусники и влагомеры.

Этап переработки начинается с взвешивания, отбора проб и контрольной проверки количества и качества поступившего сырья. При этом главное внимание уделяется на оперативное определение влажности и сорности каждой партии семян. Для разгрузки транспорта заводы оборудованы автомобилеразгрузчиками ГУАР-15с, которые выпускаются в двух вариантах – проездными и тупиковыми.



1, 5, 10 – нории, 2 – ситовый сепаратор, 3 – магнитный сепаратор, 4 – сушилка, 6 – семенорушка, 7 – семеновейка, 8 – циклон, 9, 14 – горизонтальные шнеки, 11 – вальцевый станок, 12 – жаровня, 13 – маслопресс, 15 – емкость, 16 – насос, 17 – фильтр, 18 – бак-отстойник.

А – маслосемена, Б – легкие примеси, В – очищенные семена, Г – лузга, Д – ядро, Е – мятка, Ж – мезга, З – жмых, И, К – неочищенное масло, Л – очищенное масло, М – отстоявшееся масло.

Рисунок 2.1 – Схема размещения оборудования маслоцеха

Дополнительная и окончательная очистка. Сепараторы для окончательной очистки могут быть различной конструкции (ПДП-10, ЗСМ-50, ЗСМ-100 и др.). Содержание сора в окончательно очищенных семенах подсолнечника не должно превышать 0.5%, а содержание масляных примесей в отходящем соре не должно быть более 3%.

На калибровке семена распределяются для сортировки общей партии на две фракции по величине. Для калибровки семян подсолнечника обычно применяется дисковая калибровочная машина марки А1-МКД.

Откалиброванные семена шнеками подаются на семенорушки. Назначение семенорушки – обрушивание семян подсолнечника при минимальном получении целых семян, недоруша, сечки и масличной пыли. Каждая семенорушка должна работать в паре со своей семеновойкой. Наиболее часто в технологических линиях масложировых заводов применяются бичевые семенорушки типа МНР. В последние годы отечественная промышленность начала выпускать более эффективные и производительные центробежные семенорушки типа А1-МРЦ. Принцип работы центробежных семенорушек заключается в направленном вдоль длинной оси семени подсолнечника ударных сил. Сепарация продукта осуществляется аспирационными семеновойками типа М1С-50, установленными в технологической линии после семенорушек.

При измельчении ядра подсолнечных семян преследуют основную цель – добиться полного разрушения клеточной структуры ядра, что способствует более полному извлечению масла как прессовым, так и экстракционным способами.

Предлагаемая технология позволяет сократить затраты и время на послеуборочную обработку семян, т.к. в предлагаемой технологии семена, которые идут на обрушивание требуют калибровки и сушки, а все эти процессы заменяет одна семенорушка, где влажные семена сушатся непосредственно в процессе обрушивания с одновременным отделением лузги от ядра и с последующим разделением на фракции. Эта технология очень простая и экономически выгодная.

2.2 Технологические расчеты

Произведем оценку эффективности обрушивания. При оценке эффективности обрушивания будем пользоваться двумя показателями: коэффициентом обрушивания и коэффициентом сохранности ядра. Первый показатель K_0 учитывает количественную сторону

обрушивания и показывает какое относительное количество семян обрушено, а второй показатель $K_{ия}$ – показывает относительный выход получаемого продукта. Для этого в начале определяем коэффициент обрушивания по формуле[]:

$$K_0 = \frac{K_1 - K_2}{K_2}; \quad (2.1)$$

где K_0 – коэффициент обрушивания
 K_1 – содержание необрушенных семян до поступления в семенорушку, %;
 K_2 – содержание необрушенных семян после однократного пропуска через семенорушку, %;

$$K_0 = \frac{90 - 5}{90} = 0,94.$$

Определим коэффициент извлечения цельного ядра по формуле[]:

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

где $K_{ия}$ – коэффициент извлечения цельного ядра;
 $K_{ця}$ - содержание целых ядер, %;
 $Д$ – содержание дробленой части, %.

$$K_{ия} = \frac{85}{85 + 25} = 0,85.$$

Технологическая эффективность обрушивания определяется по формуле[]:

$$K_э = K_0 \cdot K_{ия}, \quad (2.3)$$

$$K_э = 0,94 \cdot 0,85 = 0,8.$$

Таким образом, произведенный расчет показывает, что разрабатываемая установка для обрушивания семян подсолнечника не уступает в эффективности обрушивания другим известным машинам.

Определим производительность разрабатываемой машины.

Для определения производительности будем исходить из того, что диаметр ротора 800 мм, а заданная частота вращения ротора 1200 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} .

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1200}{30} = 125,6 \text{ с}^{-1}.$$

Определим линейную скорость, приобретаемую семенем по формуле[]:

$$g = \omega \cdot R, \quad (2.5)$$

где $R=0,40$ - радиус ротора, м.

$$g = 125,6 \cdot 0,4 = 50,24.$$

Определим фактическую скорость, которая приобретается семенем, по формуле[]:

$$g_{\phi} = g \cdot \alpha \cdot \beta, \quad (2.6)$$

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

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

$$g_{\phi} = 50,24 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 28,13 \text{ м/с}.$$

Следовательно, время, за которое семя проделает расстояние от точки до деки, будет определяться по формуле[]:

$$t = \frac{S_{np}}{g_{\phi}}, \quad (2.7)$$

$$t = \frac{0,45}{28,13} = 0,02 \text{ с}.$$

Определим площадь ротора по следующей формуле[]:

$$S_{рот} = \pi R^2, \quad (2.8)$$

$$S_{рот} = 3,14 \cdot 0,40^2 = 0,50 \text{ м}^2.$$

Далее определяем площадь, которую занимает одно семя подсолнечника:

$$S_{1семян} = \frac{D \cdot Ш}{2}, \quad (2.9)$$

где D - средняя длина семечка, м

$Ш$ - средняя ширина семечка, м

(из справочных данных принимаем $D=0,01$ м, $Ш=0,004$ м).

$$S_{1семян} = \frac{0,01 \cdot 0,004}{2} = 0,00002 \text{ м}^2$$

Следовательно, количество семян, которые могут находиться одновременно на роторе, можно определить по формуле:

$$Z_{семян} = L_T \cdot n_T \cdot \gamma, \quad (2.10)$$

где L_T -длина одной трубки , см; (средняя длина семечка 1см , следовательно количество семян, которые могут находится в одной трубке равно 345 шт.);

n_T -количество трубок , шт.;

γ -коэффициент учитывающий не равномерность подачи семенного материала ($\gamma = 0,75$).

$$Z_{семян} = 35 \cdot 32 \cdot 0,75 = 952 \text{ шт.}$$

Для определения пропускной способности разрабатываемой машины воспользуемся следующей формулой:

$$Q = m_{1семян} \cdot Z_{семян}, \quad (2.11)$$

где $m_{1зерна}$ -масса 1 семени подсолнечника, кг;

Массу одного семени подсолнечника определим из следующей формулы:

$$m_{1сем} = \frac{m_{1000семян}}{1000}, \quad (2.12)$$

где $m_{1000семян}$ -масса 1000 семян , кг (из справочника выбираем $m_{1000семян}=0,09$ кг).

$$m_{1сем} = \frac{0,09}{1000} = 0,00009 \text{ кг.}$$

Отсюда следует, что пропускная способность будет равна:

$$Q = 0,00009 \cdot 952 = 0,085 \text{ кг/с.}$$

Данный технологический расчет показал, что разрабатываемая обрушивающая машина ударного типа имеет весьма не плохую производительность ($Q = 308$ кг/ч), то есть не уступает другим известным аналогичным обрушивающим машинам такого же типа.

2.3 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 Разработка схемы и конструкции семенорушки

Обрушивание семян подсолнечника считается удовлетворительным, если в рушанке содержится минимальное количество масличной пыли, сечки, целых и недообрушенных семян. Рекомендуется поддерживать лужистость ядра на прессовых заводах до 3% и на маслоэкстракционных – до 8%. Ядро для халвы и кондитерских изделий должно содержать лужки не более 1%. Такого ядра при обрушивании семян на центробежной семенорушке получить не удавалось. Ядро на отжим масла поступает с лужистостью 12-14% и на халву 6-7%. Это происходит потому, что известные семенорушки, например А1-МРЦ обладают недостатками, не позволяющими получить рушанку с малым содержанием недоруша. Прежде всего это большое сечение направляющих каналов (ширина 36 мм, высота 33 мм и площадь сечения $11,52 \text{ см}^2$), в которых семена не ориентируются при полете к деке вдоль большой оси и ударяется о нее боком и плашмя. Второй недостаток – наклон плоскости деки к оси полета семени, при котором часть семян скользит по наклону и не разбивается. Третий недостаток заключается в том, что рушанка после разрушения семени не успевает упасть с плоскости деки и следующие за разрушенным целые семена ударяются о мягкие частицы рушанки, не разбиваются и попадают в недоруш. Рушанка с А1-МРЦ содержит: целяка и недоруша – 25%, сечки – 15% и пыли 10%. Столько же недоруш и

					<i>ВКР 35.03.06.092.18.00.00.000</i>		
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разработ.	Битцаева О.Н.			06.18	Конструкторская часть	Лист	Лист
Руковод.	Халиллин Д.Т.			06.18		ВКР	1
Консульт.						<i>Казанский ГАУ</i>	
Нормокон.	Халиллин Д.Т.			06.18			
Зав. каф.	Халиллин Д.Т.			06.18			
						Листов	26

Таблица 3.1 – Технические характеристики

<i>Показатели</i>	<i>ОСУ-2</i>
Производительность, кг/ч семян	3000
Влажность семян перед обрушиванием, %	3,0...6,0
Размеры семян, мм:	
длина	6,2-15,7
ширина	2,25-7,0
толщина	3,3-4,5
Масса 1000 шт семян, гр	до 90
Материал ротора	сталь
Диаметр ротора, мм	800
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	1000...1500
Частота вращения вентилятора, мин ⁻¹	3000
Мощность электродвигателя, кВт	4
Тип направляющих каналов	закрытые
Число направляющих каналов, шт	24
Масса конструкции, кг	800

Устройство для обрушивания семян, содержащее вертикальный корпус и установленные concentрично ему кольцеобразные деки, диски с радиальными направляющими каналами для перемещения семян к декам, укрепленные один под другим на вертикальном валу. Каналы выполнены в сечении в виде эллипса, а на боковой его поверхности по ходу вращения диска прорезана расширяющаяся к деке щель, расположенная по касательной к эллипсу, при этом у каждой щели закреплены две криволинейные пластины, образующие воздухозаборники, а на дисках установлены обечайки, ограничивающие воздухозаборники со стороны дек.

Предлагаемая конструкция позволяет улучшить качество рушанки путем более четкой ориентации семян в каналах.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве для обрушивания семян, содержащим вертикальный корпус и установленные concentрично ему кольцеобразные деки. Диски с

					<i>ВКР 35.03.06.180.18.00.00.000</i>	Лист
						2
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

радиальными направляющими каналами, для перемещения семян к декам, укрепленные один под другим на вертикальном валу. Каждый канал выполнен с сечением в виде эллипса, в котором отношения длин большой и малой оси равно 4:3. А в каждом канале на боковой поверхности по ходу вращения диска прорезана расширяющаяся к деке щель, расположенная по касательной к эллипсу в точке, отношение расстояния которой до большой и малой оси равно 2:3. При этом у каждой щели закреплены две криволинейные пластины, образующие воздухозаборники, со стороны дек.

На рисунке 9 изображено устройство для обрушивания семян, общий вид.

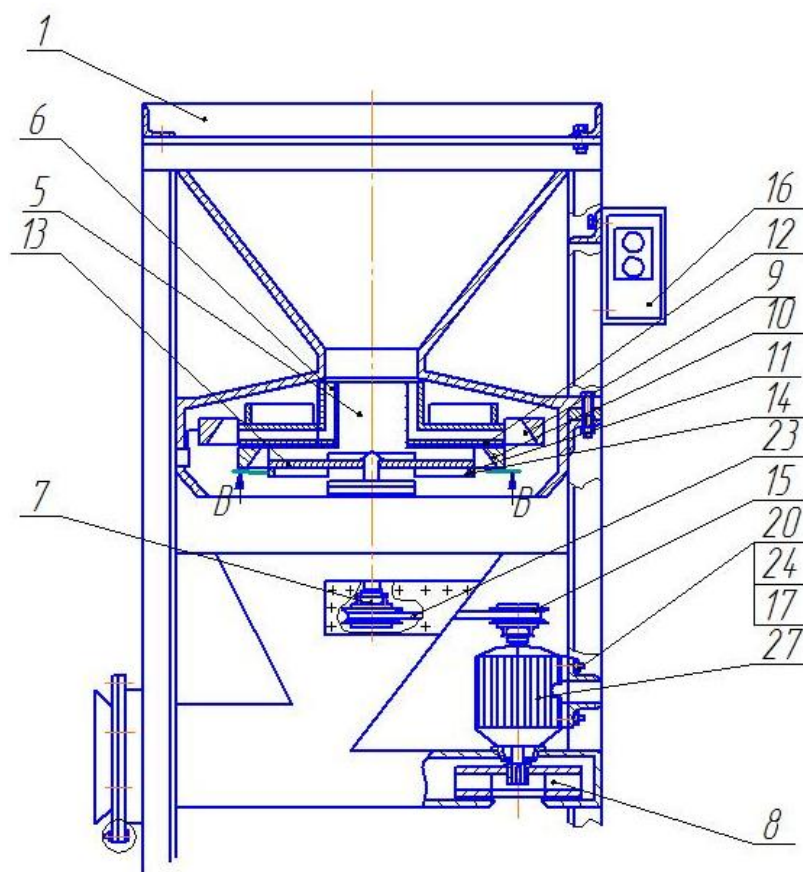


Рисунок 3.1 – Схема устройства для обрушивания

Устройство для обрушивания семян содержит корпус, к которому прикреплены кольцеобразные верхняя 9 и нижняя 10 деки, патрубки для вывода рушанки и распределитель семян, состоящий из двух

концентричных цилиндров, наружный 6 для крупной фракции и внутренний 5 для мелкой фракции, приводного вертикального вала 7, к которому прикреплены нижние и верхние диски соответственно с радиальными каналами 13 и 14 с сечением в виде эллипса, а над каналами со стороны действия кориолисовых расположены щели 12 с увеличивающей шириной в сторону выхода семян из каналов. Над каждой щелью установлен воздухозаборник, образованный двумя криволинейными пластинами и последующей щели, при этом все воздухозаборники ограничены со стороны деки обечайкой. Вертикальный вал связан с электродвигателем 27 при помощи клиноременной передачи.

Обрушиватель семян работает следующим образом:

Поступившая в производство партия семян подсолнечника разделяется на крупную и мелкую фракцию на существующих сепараторах. Мелкая фракция семян, пределы прочности которых лежат в интервале больших значений, поступает в щель между наружным 6 и внутренним 5 концентрическими цилиндрами распределителя и движутся в радиальных каналах 13 верхнего диска с сечением в виде эллипса. Крупная фракция, пределы прочности которых лежат в интервале меньших значений, поступает во внутренний цилиндр 6 распределителя и движется в радиальных каналах 14 нижнего диска с аналогичным эллиптическим сечением. Площадь поперечных сечений всех каналов увеличивается в направлении от центра дисков к обечайке для того, чтобы уменьшить стесненность потока семян и избежать положения одной семечки на другую в момент удара и отражения их от дек 9 и 10. Семена, попадавшие в каналы, движутся под действием центробежной силы, направленной по радиусу от центра, к выходу из каналов. Сила кориолиса, которая в два раза больше центробежной, действует перпендикулярно радиусу и прижимает семена к предыдущей по ходу движения стенке канала. Величина силы трения определяется

					<i>ВКР 35.03.06.180.18.00.00.000</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

силой кориолиса и коэффициентом трения между семенами и стенкой. Для предотвращения износа стенки каналов и более равномерного распределения семян в канале его сечение выполнено в виде эллипса, а сверху щелей каналов верхнего диска установлены воздухозаборники с двумя криволинейными пластинами. Такое выполнение каналов обеспечивает в них направленное движение семян, ориентируя их длиной осью и тупым концом в движущихся слоях. Покидая каналы, семена ударяются о деки 9 и 10, в результате чего оболочка разрушается и ядро со свободной лузгой ударяются через патрубки.

Предлагаемое устройство снижает содержание в рушанке недоруша и целика на 35%, сечки и пыли соответственно на 25 и 15%, что в дальнейшем предотвращает обмасливание лузги и целика и обеспечивает снижение потерь масла с лузгой на 0,05%, увеличивает выход масла при переработке 1т семян на 0,5 кг и годовой переработке семян около 30 тыс т , увеличивается выход масла на 15 т , что дает годовую экономию в сумме 10 тыс. руб.

3.2 Расчет конструктивных параметров

3.2.1 Расчет вентилятора и привода вентилятора

Данные необходимые для дальнейших расчетов:

Производительность установки, т/ч	$Q=3$
частота вращения вентилятора, мин	$n_g=3000$
диаметр вентилятора; м	$D_g=0,3$
диаметр основания вентилятора, м	$D_{go}=0,25$
число лопастей вентилятора	$Z=32$
коэффициент заполнения вентилятора семенами	$K_1=0,01$
плотность семян подсолнечника, кг/м	$p_c=850...1250$
принимаем	$p_c=1000$

Высота вентилятора определяется по формуле [21]:

$$h = \frac{Q_{\epsilon}}{60 \cdot n_{\epsilon} \cdot \left(\frac{\pi D_{\epsilon}^2}{4} - \frac{\pi D_{\epsilon 0}^2}{4} \right)} \quad (3.1)$$

где h – высота вентилятора, м;

Q_{ϵ} – производительность вентилятора, м³/час.

Производительность вентилятора определяется по формуле [21]:

$$Q_{\epsilon} = \frac{Q}{K_1 \cdot \rho_c}, \quad (3.2)$$

$$Q_{\epsilon} = \frac{3000}{0,01 \cdot 1000} = 300 \text{ м}^3/\text{час}.$$

$$h = \frac{300}{60 \cdot 3000 \cdot \left(\frac{314 \cdot 0,3^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} \right)} = 0,083 \text{ м}.$$

Принимаем $h = 150$ мм

Мощность потребная для привода вентилятора определяется по формуле [21]:

$$N_{\epsilon}^1 = \frac{\rho^1 \cdot Q_{\epsilon} \cdot H}{\rho_{\epsilon} \cdot 3600}, \quad (3.3)$$

где N_{ϵ}^1 – мощность необходимая для привода вентилятора, Вт,

ρ^1 – плотность воздушно-семенной среды, кг/м³.

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

принимаем $H = 2000$ Па.

Плотность воздушно-семенной среды определяется по формуле [21]:

$$\rho^1 = \rho_{\epsilon} \cdot (1 - K_1) + \rho_c \cdot K_1, \quad (3.4)$$

где ρ_{ϵ} – плотность воздуха, $\rho_{\epsilon} = 1,21$ кг/м³

$$\rho^1 = 1,21 \cdot (1 - 0,01) + 1000 \cdot 0,01 = 11,2 \text{ кг/м}^3$$

Отсюда мощность:

$$N_{\epsilon}^1 = \frac{11,2 \cdot 300 \cdot 2000}{1,21 \cdot 3600} = 1542,7 \text{ Вт.}$$

3.2.2 Расчет привода ротора

Данные, необходимые для расчетов:

Производительность установки, т/ч	Q=3
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	n _p =1000
Диаметр ротора, м	d _p =0,8
Число каналов, шт	n=32

Мощность для привода ротора определяется по формуле [3]:

$$N'_p = \frac{M\omega \cdot K}{1000}, \quad (3.5)$$

где N'_p - потребная мощность для привода ротора, кВт;

M – момент, Нм;

ω - угловая скорость, с⁻¹;

K – коэффициент, учитывающий потери на трение ($K=1,13$).

Угловая скорость определяется по формуле [3]:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_p}{30}, \quad (3.6)$$

где n_p – частота вращения ротора, мин⁻¹;

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104,6 \text{ с}^{-1}.$$

Момент определяется по следующей формуле [3]:

$$M = F \cdot R_p, \quad (3.7)$$

где F - потребная сила, Н ($F=44,15$ Н);

R_p - радиус ротора, м.

Далее определяем момент инерции:

$$M = 44,15 \cdot 0,4 = 17,66 \text{ Нм};$$

Отсюда мощность:

					ВКР 35.03.06.180.18.00.00.000	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

$$N'_p = \frac{17,66 \cdot 104,6 \cdot 1,13}{1000} = 2,08 \text{ кВт.}$$

3.2.3 Определение мощности и подбор электродвигателя

Мощность электродвигателя определяется по формуле [21]:

$$N_{\partial\epsilon} = \frac{N_{\epsilon}^1 + N'_p}{\eta_{np}}, \quad (3.8)$$

где $N_{\partial\epsilon}$ - мощность электродвигателя, Вт;

N_{ϵ}^1 - потребная мощность вентилятора, Вт;

N'_p - потребная мощность ротора, Вт;

η_{np} - КПД привода, принимаем $\eta_{np}=0,96$.

$$N_{\partial\epsilon} = \frac{1,03 + 20,8}{0,96} = 3,24 \text{ кВт.}$$

Берем электродвигатель 4А90L2 ГОСТ 19523-81. $N_{\partial\epsilon} = 4$ кВт.

Передаточное число клиноременной передачи определяется по формуле:

$$V = \frac{n_{\partial\epsilon}}{n_{\epsilon}(1 - \epsilon)}, \quad (3.9)$$

где V - передаточное число клиноременной передачи;

$n_{\partial\epsilon}$ - частота вращения вала двигателя, мин⁻¹;

n_{ϵ} - частота вращения вала ротора, мин⁻¹;

ϵ - коэффициент скольжения ремня, $\epsilon=0,01$.

$$V = \frac{3000}{1000(1 - 0,01)} = 3,03.$$

Принимаем $V = 3,03$.

3.2.4 Расчет клиноременных передач

Исходные данные:

$$N_2 = 2,08 \text{ кВт}$$

$$n_1 = 3000 \text{ мин}^{-1}$$

$$U = 3$$

$$\eta \text{ (КПД)} = 0,96$$

$$\varphi = 0$$

$$E = 0,01$$

$$C_p = 1,00$$

$$C_k = 1,00.$$

Подбираем сечения ремня по передаваемой мощности и частоте вращения вала:

Таблица 3.2

сечение	W, мм	L _p , мм	T _o , мм	F, см ²	a ₁	w ₁
B	17	14	10,5	1,38	28	180

Мощности на первичном валу определяется по формуле [31]:

$$N_1 = \frac{N_2}{\eta} \quad (3.10)$$

$$N_1 = \frac{2,08}{0,95} = 2,18 \text{ кВт.}$$

Определяем диаметр малого шкива по стандарту:

По ГОСТ 12884 – 68 принимаем для сечений:

$$\text{Б: } D_1 = 90 \text{ мм}$$

Диаметр большого шкива определяется по формуле [21]:

$$D_2 = \frac{D_1 \cdot n_1 \cdot (1 - \varepsilon)}{\left(\frac{n_1}{U}\right)} \quad (3.11)$$

$$D_2 = \frac{90 \cdot 3000 \cdot (1 - 0,01)}{\frac{3000}{3,03}} = 270 \text{ мм}$$

По ГОСТ 12884 – 68 принимаем $D_2 = 270$ мм

Число оборотов второго вала (n_2) уточняется по формуле [21]:

$$n_2 = \frac{D_1 \cdot n_1 \cdot (1 - \varepsilon)}{D_2}, \quad (3.12)$$

$$n_2 = \frac{90 \cdot 3000 \cdot (1 - 0,01)}{280} = 955 \text{ об/мин.}$$

Скорость ремня определяется по формуле [21]:

$$V = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60}, \quad (3.13)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 0,09 \cdot 3000}{60} = 14,1 \text{ м/с.}$$

Межцентровое расстояние определяется по формуле [21]:

$$0,5 \cdot (D_1 + D_2) < A < 2 \cdot (D_1 + D_2), \quad (3.14)$$

$$0,5 \cdot (90 + 280) < A < 2 \cdot (90 + 280)$$

$$185 < A < 740 \text{ мм.}$$

Принимаем $A = 450$ мм.

Длина ремня определяется по формуле [21]:

$$L = 2 \cdot A + \frac{\pi(D_1 + D_2)}{2} + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot A}, \quad (3.15)$$

$$L = 2 \cdot 450 + \frac{3,14 \cdot (90 + 280)}{2} + \frac{(280 - 90)^2}{4 \cdot 450} = 1521 \text{ мм.}$$

Б: $L = 1521$ мм

$L_{cm} = 1400$ мм.

Числа пробегов проверяется по формуле [21]:

$$Y = \frac{V}{L} < 10...12 \text{ с}^{-1}, \quad (3.16)$$

$$Y = \frac{14,1}{1,4} = 10,1 \text{ с}^{-1}.$$

Б: $Y = 10,1 \text{ с}^{-1}$

По стандартной длине ремня, межцентровое расстояние определяется по формуле [21]:

$$A = \frac{2 \cdot L - \pi(D_1 + D_2) + \sqrt{[2 \cdot L - \pi(D_1 + D_2)]^2 - 8(D_2 - D_1)^2}}{8}, \quad (3.15)$$

$$A = \frac{2 \cdot 1400 - \pi(90 + 280) + \sqrt{[2 \cdot 1400 - 3,14(90 + 280)]^2 - 8(280 - 90)^2}}{8} = 398 \text{ мм}$$

Б: $A = 398 \text{ мм}$.

Угол охвата определяется по формуле [21]:

$$\alpha_{\min} = 180^\circ - 57 \cdot \frac{D_2 - D_1}{A} > 120^\circ, \quad (3.17)$$

$$\alpha_{\min} = 180^\circ - 57 \cdot \frac{280 - 90}{398} = 153^\circ > 120^\circ$$

Б: $\alpha = 153^\circ$

Допускаемую удельную тяговую способность ремня определяем по формуле [21]:

$$K = K_0 \cdot C_k \cdot C_p \cdot C_\alpha \cdot C_v, \quad (3.18)$$

где K_0 – полезное напряжение ремня;

C_k – конструктивный коэффициент;

C_p – коэффициент, учитывающий режим работы;

C_α – коэффициент, учитывающий обхват ремня;

C_v – скоростной коэффициент.

Отсюда полезное напряжение ремня определяется по формуле [21]:

$$K_o = a_1 - W_1 \cdot \frac{T_0}{D_1}, \quad (3.19)$$

$$K_o = 28 - 180 \cdot \frac{10,5}{90} = 7,0 \text{ кг/см}^2.$$

Б: $K_0 = 7,0 \text{ кг/см}^2$

Коэффициент, учитывающий обхват ремня определяется по формуле [21]:

					ВКР 35.03.06.180.18.00.00.000	Лист
						11
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\alpha} = 1 - 0,003 \cdot (180 - \alpha_{min}), \quad (3.20)$$

$$C_{\alpha} = 1 - 0,003 \cdot (180 - 153) = 0,92.$$

Б: $C_{\alpha} = 0,92$

В: $C_{\alpha} = 0,98$

Скорость коэффициента определяется по формуле [21]:

$$C_v = 1,03 - 0,0003 \cdot V^2, \quad (3.21)$$

$$C_v = 1,03 - 0,0003 \cdot 14,1^2 = 0,97.$$

Б: $C_v = 0,97$.

Отсюда удельная тяговая способность ремня:

$$K = 7 \cdot 0,92 \cdot 0,97 = 6,3 \text{ кг/см}^2.$$

Б: $K = 6,3 \text{ кг/см}^2$

Полезное окружное усилие определяется по формуле [21]:

$$P = \frac{102 \cdot N_1}{V} \text{ кг}, \quad (3.22)$$

$$P = \frac{102 \cdot 0,79}{14,1} = 5,7 \text{ кг}.$$

Б: $P = 5,7 \text{ кг}$

Потребное количество ремне определяется по формуле [21]:

$$Z = \frac{P}{K \cdot F}, \quad (3.23)$$

$$Z = \frac{5,7}{6,3 \cdot 1,38} = 0,66.$$

Б: $Z = 0,66$ принимаем $Z = 1$

Окончательно выбираем сечение В:

Нагрузки на вал определяются по формуле [21]:

$$Q = 2 \cdot \delta_0 \cdot F \cdot Z \cdot \sin\left(\frac{\alpha_{min}}{2}\right) = 55...69 \text{ кг}, \quad (3.24)$$

где $\delta_0 = 12... 15$

Размеры шкивов приведены в таблице 3.2:

					ВКР 35.03.06.180.18.00.00.000	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Таблица 3.3 - Размеры шкивов

	<i>Малый шкив</i>	<i>Большой шкив</i>
d_e , мм	94,2	284,2
d_p , мм	90	280
l_p , мм	14	14
b , мм	4,2	4,2
h , мм	10,8	10,8
e , мм	19	19
f , мм	12,5	12,5
φ^1 , град.	36	36
b_1 , мм	17,2	17,2
M , мм	25	25

Расчет валов и шпонок производится по формуле [21]:

$$T = \frac{30 \cdot N^1}{\pi \cdot n_2}, \quad (3.25)$$

$$T = \frac{30 \cdot 0,75 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 955} = 7,5 \text{ Нм}$$

Приближенный расчет валов производится по формуле [21]:

$$T = 7500 \text{ Нмм}, [\tau] = 12 \text{ МПа}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{16T}{\pi[\tau]}}, \quad (3.26)$$

3.2.5 Расчет шпонок и вал под шкив

Исходные данные:

$$[\delta]_{\text{см}}, \text{ МПа} = 650$$

$$T = 2,4 \text{ Нм}$$

$$d = 30 \text{ мм}$$

$$t_1 = 4 \text{ мм}$$

					<i>ВКР 35.03.06.180.18.00.00.000</i>	Лист
						13
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$b = 8 \text{ мм}$$

$$h = 7 \text{ мм}$$

Длина шпонки определяется по формуле [21]:

$$l_p = \frac{2000T}{d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma]}, \quad (3.27)$$

$$l_p = \frac{2000 \cdot 7,5}{30 \cdot (7 - 4) \cdot 650} = 0,26 \text{ мм}$$

$$l = l_p + b, \quad (3.28)$$

$$l = 0,26 + 8 = 8,26 \text{ мм.}$$

где l - длина шпонки, мм;

Принимаем $L=32$ мм.

Шпонка 8X7X32 ГОСТ 23360 – 78

Расчет вала под вентилятор:

Исходные данные:

$$[\delta]_{\text{см}}, \text{ мПа} = 650$$

$$T = 7,5 \text{ Нм}$$

$$d = 40 \text{ мм}$$

$$t_1 = 5 \text{ мм}$$

$$b = 12 \text{ мм}$$

$$h = 8 \text{ мм}$$

Длина шпонки определяется по формуле [21]:

$$l_p = \frac{2000T}{d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma]}, \quad (3.29)$$

$$l_p = \frac{2000 \cdot 7,5}{40 \cdot (8 - 5) \cdot 650} = 0,24 \text{ мм}$$

$$l = l_p + b, \quad (3.30)$$

$$l = 0,24 + 12 = 12,24 \text{ мм.}$$

принимаем $L = 50 \text{ мм}$

Шпонка 12 X 8X 50 ГОСТ 23360 – 78

3.2.6 Расчет пневмосепаратора

					ВКР 35.03.06.180.18.00.00.000	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Длина зоны сбора непродуктивных семян, ядрицы и дробилки определяются по формуле [14]:

$$Z_n = \frac{1}{K_o} \ln \left(V \cdot K_n \sqrt{\frac{2d_c}{g}} + 1 \right) - V \sqrt{\frac{2d_c}{g}}, \quad (3.31)$$

$$Z_z = \frac{1}{K_{ня}} \ln \left(V \cdot K_{ня} \sqrt{\frac{2d_c}{g}} + 1 \right) - \frac{1}{K_n} \ln \left(V \cdot K_n \sqrt{\frac{2d_c}{g}} + 1 \right), \quad (3.32)$$

$$Z_o = \frac{1}{K_{нд}} \ln \left(V \cdot K_{нд} \sqrt{\frac{2d_c}{g}} + 1 \right) - \frac{1}{K_{ня}} \ln \left(V \cdot K_{ня} \sqrt{\frac{2d_c}{g}} + 1 \right), \quad (3.33)$$

где Z_n , Z_z , Z_o – длина зоны сбора соответственно непродуктивных семян, ядрицы и дробленки, м;

K_n , $K_{ня}$, $K_{нд}$ – коэффициент парусности непродуктивных семян, ядрицы и дробленки;

Скорость воздушного потока определяется по формуле [14]:

$$V = \frac{4 \cdot Q_v}{3600 \cdot \pi \cdot d_c^2}, \quad (3.34)$$

где V – скорость воздушного потока, м/с

$$V = \frac{4 \cdot 200}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,3^2} = 0,8 \text{ м/с}$$

отсюда длина зоны сбора непродуктивных семян, ядрицы и дробленки:

$$Z_n = \frac{1}{0,25} \ln \left(0,8 \cdot 0,25 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} + 1 \right) - 0,8 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} = 0,2 \text{ м}$$

$$Z_z = \frac{1}{0,16} \ln \left(0,8 \cdot 0,16 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} + 1 \right) - \frac{1}{0,25} \ln \left(0,8 \cdot 0,25 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} + 1 \right) = 0,28 \text{ м}$$

$$Z_o = \frac{1}{0,3} \ln \left(0,8 \cdot 0,3 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} + 1 \right) - \frac{1}{0,16} \ln \left(0,8 \cdot 0,16 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} + 1 \right) = 0,31 \text{ м.}$$

Скорость воздушного потока определяется по формуле [14]:

$$V = \frac{4 \cdot Q_{\text{в}}}{3600 \cdot \pi \cdot d_c^2}, \quad (3.35)$$

где V – скорость воздушного потока, м/с

$$V = \frac{4 \cdot 200}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,3^2} = 0,8 \text{ м/с}$$

отсюда длина зоны сбора неполноценных семян, ядрицы и дробленки:

$$z_{\text{н}} = \frac{1}{0,25} \ln \left(0,8 \cdot 0,25 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} + 1 \right) - 0,8 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} = 0,2 \text{ м}$$

$$z_z = \frac{1}{0,16} \ln \left(0,8 \cdot 0,16 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} + 1 \right) - \frac{1}{0,25} \ln \left(0,8 \cdot 0,25 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} + 1 \right) = 0,28 \text{ м}$$

$$z_{\text{д}} = \frac{1}{0,3} \ln \left(0,8 \cdot 0,3 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} + 1 \right) - \frac{1}{0,16} \ln \left(0,8 \cdot 0,16 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,3}{9,81}} + 1 \right) = 0,31 \text{ м.}$$

3.3 Безопасность жизнедеятельности

Оборудование должно быть установлено на специально подготовленной бетонной площадке так, чтобы не загораживать проходы к другому технологическому оборудованию. Семенорушка должна быть закреплена к полу и установлена на резиновые коврики для уменьшения вибраций.

1. Семенорушка должна располагаться в помещении на расстоянии 1м. от стен и другого оборудования для удобного доступа к конструкции. Расстояние от потолка до пресса не менее 1м.

2. Расположение и конструкция узлов и механизмов обеспечивает удобный доступ, безопасность при монтаже, не затрудняет нормальную эксплуатацию и ремонт.

3. Корпус семенорушки должен быть заземлён. Конструкция имеет вращающиеся механизмы и шкивы, которые должны быть закрыты кожухами, крышками и корпусными деталями. Допускается смена и регулировка рабочих режимов только после остановки оборудования.

Общие требования

К работе допускаются лица не моложе 18 лет. Они обязаны пройти инструктаж по технике безопасности, изучить устройство и правила эксплуатации установки.

Опасными и вредными факторами являются: подвижные части установки, электрический ток, недостаточная освещенность, пыль и ядохимикаты.

Особенности: курение разрешается только в специально отведенном и оборудованном месте.

Требования безопасности перед началом работы.

Перед началом работы смены рабочий обязан надеть спецодежду и противопылевые респираторы. Волосы надо убирать под головной убор так, чтобы не было висящих концов.

Включить освещение и вентиляцию.

До начала работы проверить исправность установки, опробовать ее на холостом ходу и устранить обнаруженные недостатки.

Требования безопасности во время работы.

Посторонним лицам находиться в помещении запрещается.

Запрещается работа без зануления электродвигателей и пульта управления. Помещение должно иметь громозащиту.

Во время работы запрещается ремонтировать установку, очищать от пыли и семенных остатков движущиеся части,

					ВКР 35.03.06.180.18.00.00.000	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

производить смазку, подтягивать болтовые соединения.

Требования безопасности труда после окончания работы.

После окончания работы установка должна быть отключена от электросети. Не допускать накопления пыли и другого мусора в рабочем помещении, для чего проводить периодическую очистку помещения.

Оператор после окончания смены должен выполнить санитарно-гигиенические требования.

*Ответственность за нарушение требований безопасности
труда*

Оператор при нарушении требований безопасности труда несет следующие виды ответственности: - дисциплинарную,

- или уголовную,

- или материальную.

Требования к противопожарной безопасности

В зависимости от пожарных свойств, количества веществ и материалов, хозяйство относится к категории Г, то есть в помещении находятся котельные, машины, кузницы.

Согласно СНиП 201.97 «Пожарные нормы» здания разделяют по огнестойкости на пять степеней в зависимости от значения показателей, которыми характеризуется конструкции основных элементов зданий. Здание хозяйства относится 2 степени огнестойкости, то есть это здание, в котором применяют не защищенные от действия огня стальные конструкции.

Здания должны быть построены в соответствии с требованиями строительных норм и правил. Расстояние между застройками более 30 метров. Должен быть план противопожарной безопасности во всех

					ВКР 35.03.06.180.18.00.00.000	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

производственных и административных зданиях, иметься планы эвакуации при пожаре, где указаны направления движения людей в случае возгорания и места хранения противопожарного инвентаря. Должна быть пожарная машина, которую использует при тушении пожаров водой или воздушно-механической пеной, также для доставки к месту пожара боевого расчета, пожарного оборудования, воды или пенообразователя. Также иметься пожарные мотопомпы и огнетушители.

3.4 Охрана окружающей среды

Рациональное использование природных ресурсов, защита окружающей среды от загрязнений, сохранение биологического разнообразия в процессе сельскохозяйственного производства – главные задачи охраны окружающей среды, поставленные перед специалистами хозяйства.

Типичным ландшафтом является холмистая равнина, расчлененная овражно-балочной и речной сетью, что влечет за собой углубление существующих и образование новых оврагов. Эрозии подвержены более 60% угодий, около 70% из них составляет пашня. Для борьбы с водной эрозией в хозяйстве используется вспашка поперек склонов по высотным горизонталям, создание полезащитных и приовражных лесных полос, лесных массивов, залужения крутых склонов путем отведения из пашни. Источниками загрязнения воды является утечки топливо-смазочных материалов, ядохимикаты и удобрения во время складирования и заправки, а также сточные воды животноводческих ферм.

Для предотвращения загрязнения водных ресурсов необходимо периодически проверять состояние оборудования топливо-смазывающих материалов и ядохимикатов, а сточные воды животноводческих ферм вносят в поля в виде органических удобрений.

В соответствии с республиканской программой проводится интенсивная газификация населенных пунктов и промышленных

					<i>ВКР 35.03.06.180.18.00.00.000</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

предприятий, в связи с чем, растет потребление газа и уменьшается потребление твердого и жидкого топлива, в результате чего существенно уменьшается загрязнение атмосферного воздуха.

Воздушный бассейн загрязняется выхлопными газами техники, испарениями ядохимикатов и удобрений.

Для предотвращения загрязнения атмосферного воздуха поддерживают в исправном состоянии имеющуюся технику и сельскохозяйственные агрегаты.

3.5 Экономическое обоснование конструкции

В качестве базы для сравнения технико-экономических показателей выбирают, как правило, аналогичную серийную конструкцию. Разрабатывается конструкция (с индексом 1).

Таблица 3.4 – Расчет массы сконструированных деталей

Наименование детали	Объем детали, см ³	Удельный вес, кг/см ³	Масса детали, кг	Количество деталей, шт	Общая масса, кг
Ротор	6,4	7,8	50	1	50
Выгрузной патрубок	3,2	7,8	25	1	25
Пневмосепаратор	4,5	7,8	35	1	35

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по формуле:

$$C_{60} = \frac{C_{61} \cdot G_1 \cdot \sigma}{G_0}, \quad (3.36)$$

где C_{60} - балансовая стоимость старой машины, руб;

G_1 - масса новой конструкции, кг;

G_0 - масса старой конструкции, кг;

σ – коэффициент удешевления конструкции $\sigma = 0,9 \dots 0,95$.

$$C_{60} = \frac{70000 \cdot 700 \cdot 0,95}{900} = 52000 \text{ руб.}$$

Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Для расчета технико-экономических показателей составляется таблица исходных данных (таблица 3.5)

Таблица 3.5 – Исходные данные для сравнения технико-экономических показателей

Показатели	Единица измерения	Предлагаемая конструкция	Базовая конструкция
Балансовая стоимость	руб.	52000	70000
Производительность	т/ч	0,3	0,2
Масса конструкции	кг	700	900
Установленная мощность	кВт	4	5,5
Годовой фонд времени	ч	925	925
Количество обслуживающего персонала	чел.	1	1
Тарифная ставка	руб./чел-ч	100	100
Нормы амортизации	%	10	10
Нормы РТО	%	16	16

Часовая производительность определяется по формуле:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.37)$$

где τ - коэффициент использования рабочего времени смены (0,60...0,95);

$T_{\text{ц}}$ - время одного рабочего цикла, мин.

$$W_{\text{ч}}^0 = \frac{60 \cdot 0,6}{180} = 0,2 \frac{\text{т}}{\text{час}};$$

$$W_{\text{ч}}^1 = \frac{60 \cdot 0,6}{120} = 0,3 \frac{\text{т}}{\text{час}}.$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле, кг/т:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.38)$$

где $W_{\text{ч}}$ – часовая производительность;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы машины ($T_{\text{сл}} = 10 \text{ лет}$).

$$M_{\text{е}}^0 = \frac{900}{0,2 \cdot 925 \cdot 10} = 0,49 \text{ кг/т};$$

$$M_e^1 = \frac{700}{0,3 \cdot 925 \cdot 10} = 0,25 \text{ кг/т;}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле, руб./т:

$$F_e = \frac{C_{\delta}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (3.39)$$

$$F_e^0 = \frac{70000}{0,2 \cdot 925 \cdot 10} = 37,84 \text{ руб/т;}$$

$$F_e^1 = \frac{52000}{0,3 \cdot 925 \cdot 10} = 18,74 \text{ руб/т;}$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле, чел·ч/т:

$$T_e = \frac{n_p}{W_{\text{ч}}} \quad (3.40)$$

где n_p – количество рабочих, обслуживающих машину, чел.

$$T_e^0 = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ чел. ч/т,}$$

$$T_e^1 = \frac{1}{0,3} = 3,3 \text{ чел. ч/т;}$$

Энергоемкость определяется по формуле, кВт ч/т:

$$\Xi_e = \frac{N_{\text{в}}}{W_{\text{ч}}} \quad (3.41)$$

где $N_{\text{в}}$ – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

$$\Xi_e^0 = \frac{5,5}{0,2} = 27,5 \text{ кВт ч/т;}$$

$$\Xi_e^2 = \frac{4}{0,3} = 13,3 \text{ кВт ч/т;}$$

Уровень прямых эксплуатационных затрат на единицу работы определяется по формуле:

$$S_{\text{ЭКСПЛ}} = C_{\text{ЗП}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{РТО}} + A \quad (3.42)$$

где $C_{\text{ЗП}}$ – заработная плата производственных рабочих, руб./т;

$C_{\text{Э}}$ – стоимость электроэнергии, руб.

A – амортизационные отчисления, руб.;

$C_{\text{РТО}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб.;

$$C_{3\Pi} = Z_{\text{ч}} \cdot T_{\text{е}} \quad (3.43)$$

где $Z_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка рабочих, руб.;

$$C_{3\Pi}^0 = 100 \cdot 5 = 500 \text{ руб/т};$$

$$C_{3\Pi}^1 = 100 \cdot 3,3 = 330 \text{ руб/т}.$$

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб./т.

$$C_{\text{э}} = \text{Э}_{\text{е}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}, \quad (3.44)$$

$$C_{\text{э}}^0 = 27,5 \cdot 2,57 = 70,68 \text{ руб/т};$$

$$C_{\text{э}}^1 = 13,3 \cdot 2,57 = 34,18 \text{ руб/т};$$

Амортизационные отчисления определяются по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}; \quad (3.45)$$

где A – амортизационные отчисления, руб./ т.

a – коэффициент амортизационных отчислений за год,

$$A^0 = \frac{70000 \cdot 10}{100 \cdot 0,2 \cdot 925} = 37,84 \text{ руб/т};$$

$$A^1 = \frac{52000 \cdot 10}{100 \cdot 0,3 \cdot 925} = 18,74 \text{ руб/т};$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяются по формуле:

$$C_{\text{РТО}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot N_{\text{РТО}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}; \quad (3.46)$$

где $C_{\text{РТО}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./ т.

$N_{\text{РТО}}$ – норма затрат на ремонт техническое обслуживание.

$$C_{\text{РТО}0} = \frac{70000 \cdot 16}{100 \cdot 0,2 \cdot 925} = 60,54 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{РТО}1} = \frac{52000 \cdot 16}{100 \cdot 0,3 \cdot 925} = 29,98 \text{ руб.};$$

$$S_{\text{экс}}^0 = 500 + 70,68 + 37,84 + 60,54 = 669,06 \text{ руб.},$$

$$S_{\text{экс}}^1 = 330 + 34,18 + 18,74 + 29,98 = 412,9 \text{ руб.}$$

Уровень приведенных затрат на работу конструкции определяются по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S_{\text{экс}} + E \cdot k_{\text{уд}}; \quad (3.47)$$

где E - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E=0,10$);

$k_{\text{уд}}$ - удельные капитальные вложения, руб./т.

$$C_{\text{прив}}^0 = 669,06 + 0,1 \cdot 37,84 = 672,84 \text{ руб/т};$$

$$C_{\text{прив}}^1 = 412,9 + 0,1 \cdot 18,74 = 414,77 \text{ руб/т};$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_{\text{экс}}^0 - S_{\text{экс}}^1) \cdot W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}}; \quad (3.48)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (669,06 - 412,9) \cdot 0,3 \cdot 925 = 71084,4 \text{ руб.};$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E \cdot F_e^1; \quad (3.49)$$

$$E_{\text{год}} = 71084,4 - 0,1 \cdot 18,74 = 71082,5 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.50)$$

где $C_{\text{б1}}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции.

$$T_{\text{ок}} = \frac{52000}{71084,4} = 0,73 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б1}}}; \quad (3.51)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{71084,4}{52000} = 1,37;$$

Таблица 3.6 – Техничко-экономические показатели обрушивателей семян подсолнечника

Показатели	Единица измерения	Предлагаемая конструкция	Базовая конструкция	Проект к базовому, %
Металлоемкость	кг/т	0,49	0,25	51
Энергоемкость	кВт ч/т	27,5	13,3	48
Трудоемкость	чел ч/т	5	3,3	66
Фондоемкость	руб./т	37,84	18,74	49
Эксплуатационный затраты	руб./т	669,06	412,9	62
Приведенные затраты	руб./т	672,84	414,77	62
Годовой экономический эффект	руб.	х	71082,5	х
Годовая экономия	руб.	х	71084,4	х
Срок окупаемости	год	х	0,73	х
Коэффициент эффективности капиталовложений		х	1,37	х

Определенные технико-экономические показатели сведены в таблицу 3.6, из которой видно, что замена существующей конструкции семенорушки на предлагаемую, позволит существенно снизить затраты на производство продукции, с одновременным сокращением металлоемкости и энергоемкости процесса, что в конечном счете скажется на эффективности производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность технологических процессов производства подсолнечного масла определяется уровнем использования семян и электроэнергии, денежных затрат, а также качеством вырабатываемого масла.

На эффективность обрушивания подсолнечных семян оказывают влияние технологические свойства перерабатываемых семян, структура и режимы технологического процесса на заводе, состава технологического и транспортного оборудования.

В процессе разработки технологии и конструкции установки, были учтены все необходимые агротехнические требования к качеству получения рушанки.

Внедрение предлагаемой технологии может быть осуществлено в любом хозяйстве и дать большой экономический эффект.

Полученные данные можно использовать для дальнейших разработок и совершенствования существующих конструкций технологий.

Предлагаемая установка, имеющая простоту конструкции и себестоимость, может быть приобретена или изготовлена практически в любом предприятии или хозяйстве.

По технико-экономическим расчетам, срок окупаемости менее одного года, коэффициент эффективности капитальных вложений равен 1,37, что подтверждает экономическую целесообразность ее приобретения и применения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев И.В. Справочник конструктора машиностроителя I,II,III тома. /И.В. Анурьев М. Машиностроение.
2. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС) Казань , 2009
3. Выгодский М.Я., Справочник по высшей математике. – М.: "Наука", 1975.–784 с.
4. ГОСТ 22391-89. Требования при заготовках и поставках. – М.: Изд-во стандартов, 19.03.2001. – 8 с.
5. ГОСТ Р 53056-2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М.: Стандартинформ, 2009 - 20с.
6. ГОСТ 7.1 – 2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Введ. 2004 – 07 – 01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2004 – 54с.
7. Демин ГС Павловский Г.Т., Теленгатор,М.А., Цециновский В.М Очистка зерна на хлебоприемных предприятиях. /Г.С. Демин Г.Т. Павловский В.М. Цециновский. М.Колос. 1980/
8. Дунаев Л.Ф. Конструирование узлов деталей машин. /Л.Ф. Дунаев М. Высшая школа. 1978.
9. Егоров Г.А. Технология и оборудование мукомольного и комбикормового производства. /Г.А. Егоров М. 1979.
10. Машков Е.А. Операционная технология послеуборочной обработки и хранения семян многолетних трав.
11. Наумов и др. Журнал Комбикормовая промышленность. //Наумов и др./№1.1996.
12. Наумов и др. Журнал Комбикормовая промышленность.//Наумов и др./ №11.1985.

13. Организация охраны труда. Практические рекомендации. 2-е издание М. 1996
14. Правила организации и ведения технологического процесса на элеваторах Часть 1 М. 1991
15. Теплов А.Ф. Охрана труда в отрасли хлебопродуктов. /А.Ф. Теплов М. Агропромиздат 1980.
16. Чернавский С.А. Проектирование механических передач./С.А. Чернавский М. Машиностроение. 1984

СПЕЦИФИКАЦИИ