

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

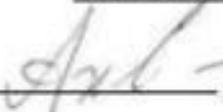
Направление Агроинженерия
Профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки
сельскохозяйственной продукции
Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

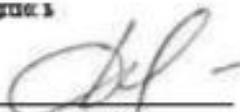
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование линии переработки семян подсолнечника с
разработкой конструкции семенорушки

Шифр ВКР 35.03.06.093.20.СЛРКС.00.00.00.ПЗ

Студент Б261-04 группы  Ахмадишин А.С.

подпись

Руководитель к.т.н., доцент  Халиуллин Д.Т.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(протокол № 12 от 17 июня 2020)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент  Халиуллин Д.Т.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2020

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»

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой
 /Халиуллин Д.Т./
« 27 » апреля 2020г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Ахмадишину Айдару Салаватовичу

Тема проекта «Совершенствование линии переработки семян подсолнечника с разработкой конструкции семенорушки»

утверждена по вузу от «22» мая 2020г. № 178

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР «18» июня 2020г.

3. Исходные данные к проекту. Материалы собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (А.С., патенты, статьи и др.).

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Обзор литературных и патентных источников, 2. Технологическая часть, 3. Конструктивная часть, 4. Выводы (заключение).

5. Перечень графических материалов:

Лист 1 – Существующая и предлагаемая технология;

Лист 2 – Существующие семенорушки;

Лист 3 – Сборочный семенорушки;

Лист 4 – Детализовка;

Лист 5 – ОТК;

Лист 6 – Техничко-экономические показатели.

6. Консультанты по ВКР

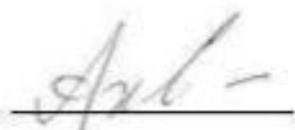
Раздел (подраздел)	Консультант

7. Дата выдачи задания: «27» апреля 2020г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Выполнение выпускной квалификационной работы	Срок выполнения	Примечание
1	I раздел выпускной квалификационной работы	06.06.2020	
2	II раздел выпускной квалификационной работы	10.06.2020	
3	III раздел выпускной квалификационной работы	15.06.2020	

Студент



(Ахмадишин А.С.)

Руководитель ВКР



(Халиуллин Д.Т.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работы Ахмадишин А.С. на тему «Совершенствование линии переработки семян подсолнечника с разработкой конструкции семенорушки»

Выпускная квалификационная 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 7 рисунка и 7 таблицы. Список используемой литературы содержит 14 наименований.

В первом разделе дан обзор литературных и патентных источников. Рассмотрены технологические линии производства подсолнечного масла, а также обзор конструкции существующих машин и проведен патентный поиск на обрушивающие машины.

Во втором разделе рассмотрено усовершенствование технологической линии производства растительного масла, а также технологические расчеты. Мероприятия по улучшению условий труда, охраны окружающей среды и физическая культура на производстве.

В третьем разделе усовершенствована конструкция обрушивающей машины, проведены соответствующие конструктивные расчеты, приведены мероприятия по охране окружающей среды, требования по безопасности труда, экономическое обоснование и анализ по технико-экономическим показателям.

Записка завершается выводами, списком использованной литературы и спецификацией чертежей.

ANNOTATION

to the final qualifying work Akhmadishin AS on "Improving the processing line of sunflower seeds with the development of seed design"

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

Explanatory note consists of introduction, three sections, conclusions and includes 7 figures and 7 tables. The list of used literature contains 14 name.

The first section provides an overview of the literature and patent sources. The technological lines for the production of sunflower oil, as well as a review of the design of existing machines and a patent search for the crushing machines are reviewed.

The second section considers the improvement of the vegetable oil production line, as well as technological calculations. Measures to improve working conditions, environmental protection and physical culture in the workplace.

In the third section, the design of the crushing machine has been improved, the corresponding constructive calculations have been carried out, environmental protection measures, labor safety requirements, economic justification and analysis of technical and economic indicators have been given.

The note ends with a conclusion, list of references and specification of drawings.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ И ПАТЕНТНЫХ ИСТОЧНИКОВ	9
1.1 Общие сведения возделываемой культуры и технологии переработки	9
1.2 Технологические линии получения подсолнечного масла	9
1.3 Обзор литературных и патентных источников	20
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	28
2.1 Описание технологического процесса линии	28
2.2 Технологические расчеты	33
2.3 Состояние безопасности труда при переработке масличных культур	37
2.4 Охрана окружающей среды при переработки семян подсолнечника	39
2.5 Физическая культура на производстве	41
3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ	42
3.1 Разработка схемы и конструкции семенорушки	42
3.2 Расчет конструктивных параметров установки	43
3.2.1. Расчет метателя и привода ротора метателя	43
3.2.2. Определение мощности электродвигателя и подбор электродвигателя	44
3.2.3. Расчет шпонок	45
3.2.4 Расчет пневмосепаратора	45
3.2.5 Расчет сварного соединения	46
3.2.6 Расчет болтового соединения	47
3.3. Безопасность жизнедеятельности при эксплуатации конструкции	48
3.3.1. Требования безопасности к семенорушке	49
3.3.2. Требования безопасности перед началом работы	49

3.3.3. Требования безопасности во время работы.....	49
3.3.4. Требования безопасности труда после окончания работы ..	49
3.4. Экологическая безопасность при использовании предлагаемой конструкции.....	50
3.5 Техничко-экономическая оценка конструкторской разработки.....	50
3.5.1 Расчет массы и стоимости конструкции.....	50
3.5.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции.....	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	59

ВВЕДЕНИЕ

Подсолнечник является одной из важнейших доходных полевых культур не только отечественного, но и мирового земледелия. По разным данным средние показатели рентабельности возделывания подсолнечника на маслосемена составляют 57-60%, против 20-25% у яровых зерновых культур.

В России на долю подсолнечника приходится до 75 % посевов всех масличных культур.

По сравнению с многими жирами подсолнечное масло значительно превосходит их по усвояемости, калорийности и физиологической ценности.

В масле семян содержатся линолевые и олеиновые кислоты, а также витамины А, Д, Е, что повышает пищевую ценность масла. Масло подсолнечника принимают в пищу как в натуральном виде, его также применяют в производстве разных консерв, маргарина и др. Его также применяют в мыловарении, производстве красок и олифы [1, 7].

При переработке семян подсолнечника на масло, как побочный продукт получают шрот, что является отличным концентрированным кормом для животных, а также важным компонентом многих комбикормов. Также при переработке семян в качестве отходов получают лузгу, которая является ценнейшим продуктом гидролизной промышленности. Из нее вырабатывают фурфурол, кормовые дрожжи, этиловый спирт и другие продукты. А в размолотом виде лузга также подходит для вскармливания жвачных животных.

Следуя из этого можно понять, что выращивание и переработка подсолнечника является очень выгодной и нужной работой в наши дни.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общие сведения возделываемой культуры и технологии переработки.

Среди всех масличных культур, возделываемых в нашей стране, основным является подсолнечник. На его долю приходится 75 % площади посева всех масличных культур и до 80 % производимого растительного масла.[24,25]

Основное требование к построению технологических линий производства подсолнечного масла и соответствующей системы машин должны обеспечивать снижение затрат труда и повышение качества подсолнечного масла. При этом показатели работы обрушивающих машин в свою очередь, в большей степени, зависят от влажности поступающего материала, засоренности, а также скорости поступления семян в рабочую камеру[1,6,14]

Обрушивание семян подсолнечника осуществляется обрушивающими машинами. Конструктивно- технологические схемы современных обрушивающих машин сильно отличаются между собой. Они могут применяться как в автономном, так и в составе маслоэкстракционных комплексов.

Для улучшения конструкций и повышения эффективности работы обрушивающих машин необходимы исследования по изысканию новых методов обрушивания семян, решение технических и технологических задач.

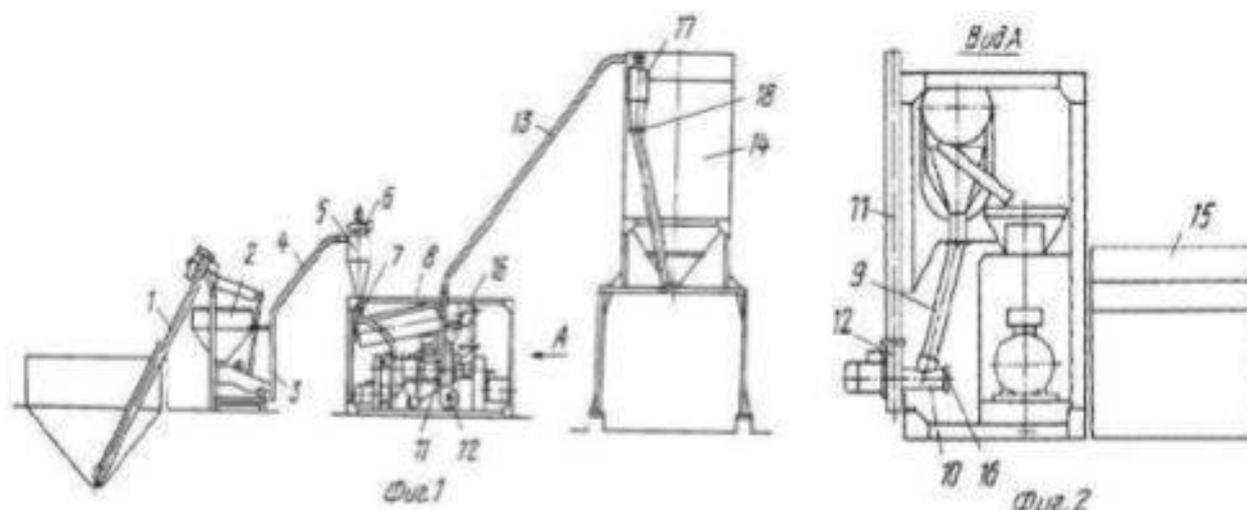
1.2. Технологические линии получения подсолнечного масла

Переработки семян подсолнечника для получения растительного масла начинается с поступления на маслоэкстракционные заводы непосредственно от сельхозпроизводителя или от заготовительных организаций. В независимости от того, какое оборудование используется, производство подсолнечного масла состоит из этапов:

-подготовка сырья (очистка от примесей и сушка);

- получение мятки, (обрушивание семян, отделение ядра и измельчение, обжаривание мезги);
- получение масла;
- первичная очистка масла и рафинация[3, 28].

Рассмотрим линию получения подсолнечного масла (рис. 1.1) по патенту РФ № 2149175.



1-транспортер, 2-6 узел питатель, 3-пневмосепарирующий канал, 4-пневмопровод, 5-циклон-разгрузителя, 6-вентилятор, 7-шлюзовой затвор, 8-агрегат маслоотжимной, 9-блок загрузки жмыха, 10,11-тройники, 12-вентилятор, 13-пневмопровод, 14-бункер, 15-панель управления, 16-патрубок отвода жмыха, 17-циклон; 18-выход для кормовой пыли

Рисунок 1.1 - Линия по получению подсолнечного масла по патенту РФ № 2149175

Технический результат заявленного изобретения заключается в упрощении агрегатной конструкции линии, снижении эксплуатационных расходов, повышении удобства обслуживания и качества получаемого растительного масла.

Указанный технический результат достигается тем, что в данной линии по производству растительного масла в маслоотжимном агрегате после пресса окончательного отжима растительного масла устанавливается измельчитель жмыха, который соединен с ним посредством лотка, а выходным участком через патрубок подачи жмыха с узлом подготовки

растительного сырья к прессованию, на зерной камере пресса окончательного отжима растительного масла установлен вибрационный фильтр предварительной очистки растительного масла, который через лоток для подачи частично обезжиренной зерной осыпи соединен со входом пресса окончательного отжима растительного масла для повторного прессования. Нагревательный узел размещен на начальном участке наклонного цилиндрического корпуса, причем окно подачи сушильного агента совмещено с патрубком подачи жмыха на участке сухой очистки растительного сырья и расположено перед нагревательным узлом. Патрубок отвода жмыха размещен перед патрубком отвода обработанных семян, на лопастном валу установлены шнековые витки в зоне загрузки растительного сырья и между патрубками отвода жмыха и обработанных семян. Бункер для жмыха соединен через вентилятор и пневмопровод с патрубком отвода жмыха и имеет циклон для разделения остаточной кормовой пыли от воздуха, выход которого соединен с накопительной емкостью для остаточной кормовой пыли [11]

Такое конструктивное выполнение предложенной линии по производству растительного масла обеспечивает возможность снизить эксплуатационные расходы, упростить технологию и повысить удобство обслуживания, повысить качество получаемого растительного масла, поскольку в этом случае созданы условия для качественного процесса подготовки семян к прессованию (очистка и подсушивание), а также качественного разделения жмыха и подготовленных семян; кроме того, из пресса окончательного отжима растительного масла частично обезжиренный жмых достаточно теплым возвращается в зерную камеру пресса для повторного прессования, что дополнительно повышает выход готового растительного масла.

Линия по производству растительного масла работает следующим образом. Семена подсолнечника за счет транспортера подаются в бункер-питатель, где от семян отделяются примеси (крупные, мелкие и тяжелые).

Далее семена посредством вентилятора подаются в циклон и в шлюзовой затвор по пневмопроводу, из которого они поступают в маслоотжимной агрегат определенными порциями. Семена в маслоотжимном агрегате проходят предварительную обработку в узле подготовки растительного сырья к прессованию и последовательно подвергаются отжиму в прессах предварительного и окончательного отжима с получением растительного масла, которое в последующем посредством насоса направляется в вибрационный фильтр для предварительной очистки масла от примесей и далее на последующую обработку согласно технологическому циклу. Получаемый при этом жмых подвергается измельчению и вентилятором через пневмотранспортную установку, через отвод, тройники и далее по пневмопроводу отводится в бункер. В бункере установлен циклон, так-как со жмыхом в него попадает и кормовая пыль.

В узле подготовки растительного сырья к прессованию семена очищаются от мелких и прилипших к оболочке семени примесей, при необходимости подсушиваются и по лотку подаются в пресс предварительного отжима масла. В последнем часть растительного масла из семян отжимается через зерные щели и стекает в лоток маслосборника, а жмых поступает в пресс окончательного отжима, где происходит окончательный отжим масла. При этом растительное масло выделяется через зерные щели пресса и стекает в маслосборник, а жмых по лотку в измельчитель и затем по материалопроводу и патрубку подачи жмыха в узел подготовки растительного сырья к прессованию. Растительное масло вместе с зерной осьпью из маслосборника насосом подается на вибрационный фильтр предварительной очистки, где фильтруется через ячеистую сетку и выводится через патрубок, а осьпь выводится в пресс окончательного отжима растительного масла для повторного прессования. Оптимальный режим прессования растительного подачей в узел подготовки растительного сырья, поскольку измельчение жмыха увеличивает контактную поверхность его при теплообменном процессе с семенами в процессе их перемешивания,

обтирает их, отдает семенам тепло, что в свою очередь обеспечивает достаточную надежность их разделения, очистка оболочки семян происходит за счет трения их о лопасти[5].

Совмещение окна подачи сушильного агента с патрубком подачи жмыха в узел подготовки растительного сырья позволяет использовать кинетическую энергию его при транспортировке растительного сырья в узел подготовки, а также частично забирать влагу из перемещиваемого растительного сырья и жмыха. Размещение окна подачи сушильного агента и патрубка подачи жмыха на участке сухой очистки растительного сырья и перед нагревательным элементом позволяет увеличить время прогрева обрабатываемого сырья, а следовательно, повысить качество получаемого растительного масла.

Использование вибрационного фильтра предварительной очистки масла и его размещение на зерной камере пресса окончательного отжима позволяют за счет виброколебаний повысить эффективность очистки масла от примесей не только в фильтре, но и в зерной камере пресса окончательного отжима масла в процессе прессования растительного сырья.

Соединение вибрационного фильтра предварительной очистки масла посредством лотка подачи частично обезжиренной зерной осыпи со входом пресса окончательного отжима растительного масла для повторного отжима масла позволяет увеличить выход готового продукта.

Установка шнековых витков на лопастном валу узла подготовки в зоне загрузки повышает надежность отвода подготавливаемого растительного сырья из зоны загрузки, а размещение шнековых витков между патрубками отвода жмыха и обработанных семян обеспечивает надежность разделения подготовленных семян от воздействия сушильного агента (воздуха), чтобы сушильный агент уходил из узла подготовки растительного сырья вместе со жмыхом.

Наличие циклона на бункере для жмыха позволяет использовать остаточную кормовую пыль как ценную добавку при изготовлении комбикорма, а не выкидывать ее в отходы.

Основными же недостатками данной технологической линии для получения растительного масла являются следующие:

- большие эксплуатационные расходы,
- недостаточное удобство эксплуатации,
- усложненная агрегатная конструкция,
- и как следствие вышеперечисленного, недостаточно высокое качество получаемого масла, повышенная масличность жмыха.

Следующая линия производства относится к производству растительного масла из высокомасличного сырья (рис. 1.2) по патенту РФ №2120962.

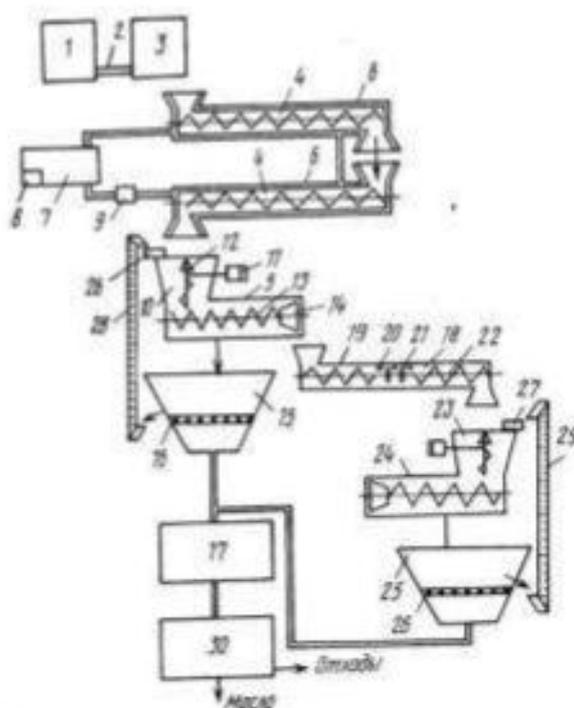


Рисунок 1.2 - Линия производства растительного масла из высокомасличного сырья по патенту РФ №2120962

Технологическая линия для получения растительного масла, включает центробежную рушальную машину 1 для дробления и обрушивания сырья, соединенную патрубком 2 для пневмотранспортировки сырья с вечно-

машиной 3, причем в качестве транспортирующего агента используется поток воздуха, создаваемый в центробежной рушальной машине 1. За веечной машиной 3 установлены друг под другом по меньшей мере два шнековых транспортера 4, транспортирующих измельченное сырье к шнековому прессу 5. Вокруг каждого из шнековых транспортеров 4 размещена тепловая рубашка 6, сообщенная с резервуаром 7 для нагрева теплоносителя. В упомянутом резервуаре 7 установлен электронагревательный элемент 8. Имеется насос 9 для перекачки теплоносителя. В качестве теплоносителя используют получаемое растительное масло. Последний из каскада упомянутых шнековых транспортеров 4 технологически связан с питателем 10 шнекового пресса 5 для прессования измельченного сырья. В питателе 10 установлен с возможностью вращения от привода 11 ворошитель 12, который служит для перемешивания компонентов прессуемого сырья и предотвращения сводообразования, обеспечивая тем самым равномерное истечение сырья к подающим виткам шнека 13 пресса 5. Упомянутый шнековый пресс 5 снабжен установленным на выходном конце шнека 13 средством 14 для регулирования толщины жмыховой ракушки, выполненным в виде усеченного конуса, обращенного большим основанием наружу. При этом шнек 13 закреплен с возможностью осевого перемещения. Под шнековым прессом 5 установлен резервуар 15, в который стекает через отверстия (не показано) в зерной камере отпрессованное растительное масло (форпрессовое). В указанном резервуаре 15 установлен фильтр 16 для очистки растительного масла от наиболее крупных механических примесей (1-я стадия первичной очистки). Такими примесями являются частицы ядер, оболочки, лузги и т.п. Имеется также фильтр 17 для более тонкой очистки растительного масла (вторая стадия первичной очистки) и насос (не показано) для перекачки масла к фильтру 17. Фильтрующим материалом служит, например, фильтровальная ткань бельтинг, а также слой отфильтрованного осадка, который имеет рыхлую пористую структуру и

практически не сжимаем, так как в нем отсутствуют фосфатиды, белки, слизи, образующиеся при влажно-тепловой обработке сырья, обязательной в традиционных технологиях. За шнековым прессом 5 для прессования сырья установлен шнековый транспортер 18, для транспортировки жмыха. В корпусе 19 шнекового транспортера 18 установлены режущие пластины 20 и подающие звездочки 21, закрепленные на валу 22 шнекового транспортера 18 перед каждой режущей пластиной 20 и предназначенные для подачи к последним жмыха на измельчение. Упомянутый шнековый транспортер 18 технологически связан с питателем 23 пресса 24 для прессования жмыха. Под прессом 24 также имеется резервуар 25 для сбора жмыхового масла, т.е. масла, выделившегося при прессовании измельченного жмыха. В указанном резервуаре 25 установлен фильтр 26 для очистки жмыхового масла от наиболее крупных частиц жмыха, лузги и т.п. вынесенных маслом в резервуар. Указанный резервуар 25 сообщен с упомянутым ранее фильтром 17 для более тонкой очистки жмыхового масла. Технологическая линия содержит также установленные над питателями 10, 23 питающие лотки 26, 27 и скребковые транспортеры 28, 29 для подачи к лоткам 26, 27 выделившегося после первичной очистки осадка, и фильтр-пресс 30 для окончательной очистки масла[9].

Недостатком данного способа является то, что при размалывании масло в мятке распределяется в виде тончайших пленок на поверхности частиц измельченного ядра и удерживается на них огромными силами молекулярного взаимодействия (молекулярное поле поверхности). Величина этих сил превышает давление, развиваемое большинством современных прессов. Для уменьшения сил молекулярного воздействия, повышения выхода масла, мятку увлажняют до 9% влажности и подвергают влаготепловой обработке, нагревая ее до температуры $t = 106-110^{\circ}\text{C}$ на жаровнях. При этом растворенные в масле фосфатиды - биологически ценные вещества, в присутствии влаги теряют устойчивую растворимость, набухают и укрупняются, в дальнейшем, при охлаждении, выпадают в

осадок. Таким образом, влаготепловая обработка значительно ухудшает качество готового продукта, снижается его биологическая ценность, образуется осадок, снижается срок хранения.

Также весомым недостатком является нагрев сырья до высоких температур (106-110°C), за счет этого в горячем масле в присутствии частиц, не связанной воды протекают сахароаминные реакции, денатурация белковых веществ, переход одорирующих веществ в масло. [10]

Все данные процессы в значительной степени влияют на качество и биологическую ценность масла.

Следует отметить также, что фосфатиды в связанном состоянии затрудняют процесс фильтрации, т.к. образуют на фильтрах сжимаемый осадок, поэтому фильтрацию масла прерывают при накоплении даже небольшого слоя осадка.

Кроме того, при такой технологии физическая очистка растительного масла очень затруднена, практически невозможна. Для доведения потребительских свойств масла до ГОСТовских величин необходима его химическая очистка (рафинация), что удорожает технологию и снижает биологическую ценность масла.

Известный способ включает обрушивание сырья с его отвеиванием и измельчением, нагрев с удалением свободной влаги и прессование измельченного сырья, измельчение жмыха и его прессование, первичную и окончательную очистку растительного масла.

Известная технологическая линия для осуществления способа включает машины для обрушивания, отвеивания и измельчения сырья, средство для нагрева измельченного сырья и удаления из него свободной воды, пресс для отжима масла из измельченного сырья, устройство для измельчения жмыха, пресс для отжима масла из жмыха, устройства для первичной и окончательной очистки растительного масла.

Недостатком известной технологии является измельчение сырья путем его размалывания на вальцовом устройстве. При размоле, как указано выше,

масло распределяется на поверхности частиц мятки в виде тонких пленок, силы молекулярного воздействия которых очень велики.

Это затрудняет в дальнейшем отжим масла, значительно снижая его выход, повышается и маслячность жмыха. Для избавления от сил, скрепляющих масляные пленки с поверхностью частиц мятки и для доведения влажности мятки до требуемой величины в известном способе применяют жарение мятки на огневых жаровнях, без ее увлажнения. Нагрев без увлажнения, как и в предлагаемом способе, позволяет получить растительное масло высокой биологической ценности, т.к. наиболее биологически ценные вещества - фосфатиды без взаимодействия со свободной влагой не теряют устойчивой растворимости в масле и не выпадают в осадок. Однако нагрев сырья на огневых жаровнях до температур свыше 100°C приводит к потере витаминов, денатурации белков, потере некоторых других биологически ценных веществ, что снижает биологическую ценность растительного масла. Кроме того, нижний слой ядер, находящийся на огневых жаровнях, не перемещивается полностью и пережаривается, что ухудшает цвет и вкус готового продукта, а также ухудшается структура мятки. Мятка становится недостаточно пластичной и упругой для развития трения между частицами и развития высокого давления при прессовании. Жмыховая ракушка получается не всегда правильной формы, толщина ее 8-9 мм и она имеет довольно высокое содержание масла, около 15-18%. Соответственно при недостаточных давлениях снижен и выход масла при прессовании. Нагрев на огневых жаровнях ухудшает качество мятки еще и потому, что удаление свободной влаги испарением не обеспечивает одинаковую влажность сырья по всему его объему.

Задачей данной машины является создание экономичной технологии получения растительного масла, в которой подготовка сырья к прессованию обеспечивала бы повышение выхода масла, его высокие вкусовые качества, и предотвращала бы потери в нем биологически ценных веществ и витаминов.

Указанная задача решается тем, что, в данном методе извлечения растительного масла из высокомасличного сырья, содержащем обрушивание материала, его отвеивание и дробление, нагревание измельченного материала с удалением из него свободной влаги, прессование измельченного материала, дробление и прессование жмыха, первичную и конечную очистку масла, согласно изобретению, сырье измельчают путем дробления с одновременным его обрушиванием, нагрев измельченного сырья производят до 40-45°С, причем механические примеси (осадок), отделенные при первичной очистке форпрессового и жмыхового масел вводят в прессуемые сырье и жмых, а удаление свободной влаги осуществляют естественным проветриванием сырья при его перемещении к прессу.

При этом целесообразно при нагреве измельченного сырья в качестве теплоносителя использовать получаемое растительное масло.

Также целесообразно проветривание сырья осуществлять путем его пересыпания с одного технологического оборудования на другое.

Задача изобретения решается также тем, что в известной технологической линии для получения растительного масла из высокомасличного сырья, включающей соединенные транспортирующими устройствами и установленные по ходу технологического процесса машины для обрушивания, отвеивания и измельчения сырья, средство для нагрева измельченного сырья с удалением из него свободной влаги, пресс для прессования сырья, устройство для измельчения жмыха, пресс для отжима масла из жмыха, фильтры первичной и окончательной очистки растительного масла, согласно изобретению, для измельчения сырья использована центробежная рушальная машина, средство для нагрева измельченного сырья выполнено в виде тепловой рубашки для циркуляции теплоносителя, охватывающей транспортирующий шнек и сообщенной с резервуаром для нагрева теплоносителя, а устройство для измельчения жмыха совмещено со шнековым транспортером, подающим жмых на прессование.

При этом целесообразно, чтобы линия была снабжена средством для подачи отфильтрованных механических примесей (осадка) в питатели шнековых прессов, которое может быть выполнено, например, в виде питающих лотков, установленных над питателями и скребковых транспортеров для подачи осадка в упомянутые питающие лотки.

Также целесообразно устройство для измельчения жмыха выполнить в виде нескольких закрепленных своими концами в корпусе шнекового транспортера режущих пластин и подающих звездочек, закрепленных с возможностью вращения на валу шнекового транспортера перед каждой режущей пластиной.

Разумно, чтобы центробежная рушальная и веечная машины были сообщены патрубком для пневмотранспортировки сырья, причем в качестве транспортирующего агента был использован поток воздуха, создаваемый в центробежной рушальной машине.

Целесообразно перед прессом для прессования сырья установить друг под другом по меньшей мере два последовательно работающих шнековых транспортера.

1.3 Обзор литературных и патентных источников

Большое количество информации по нашей работе охватывают литературно-патентные источники. Судя по ним, машины рассматриваемой нами темы нуждаются в доработке некоторых существующих узлов и комплектации новыми узлами, повышающих качество обрубленных семян и снижающих энергоемкость последующих технологических процессов.

Литературно-патентный обзор, в свою очередь, также показывает тенденцию развития и совершенствования обрушивающих машин для семян подсолнечника.

Известны машины работающие методами

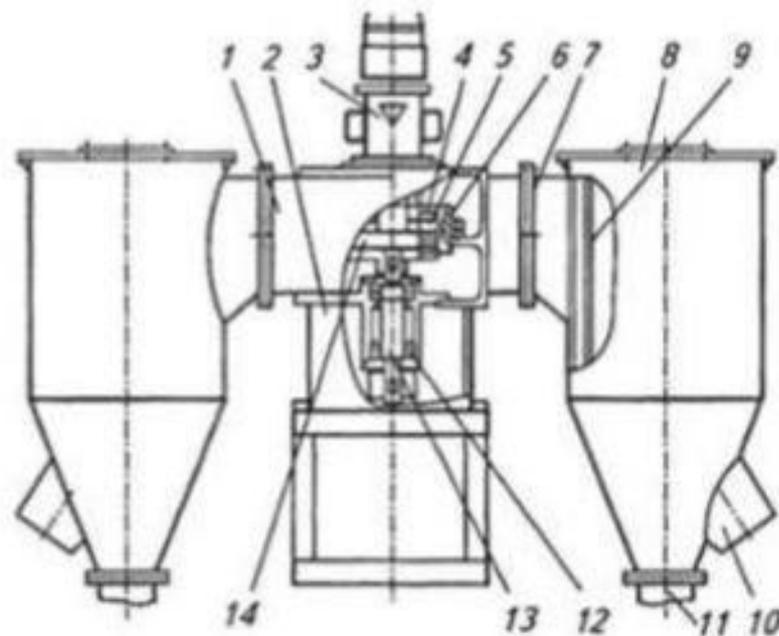
- на действии удара
- путем легкого сжатия

- методом разрезания или скалывания - методом среза и удара.
- аэрошелушение.

Как мы поняли по проделанной работе, для выполнения указанной цели по обрушиванию семян подсолнечника в настоящее время используются различные машины и устройства, которые во время работы проявляют себя каждый по-разному. [5,6,14,16]

Первая рассмотренная нами устройством является высокопроизводительная центробежная обрушивающая машина РЗ-МОС (рисунок 1.3).

Основными рабочими частями машины являются дека, ротор, подшипниковые опоры, станина, кожух, обечайки.



- 1 – корпус; 2 – станина; 3 – распределительное устройство; 4 – диски; 5 – направляющие каналы; 6 – дека; 7 – тангенциальные патрубки; 8 – циклон; 9 – сито; 10 – отводящая течка для рушанки; 11 – отводящая течка для масличной пылки; 12 – подшипники; 13 – вертикальный вал; 14 – кольцевая перегородка

Рисунок 1.3 - Обрушивающая машина РЗ -МОС

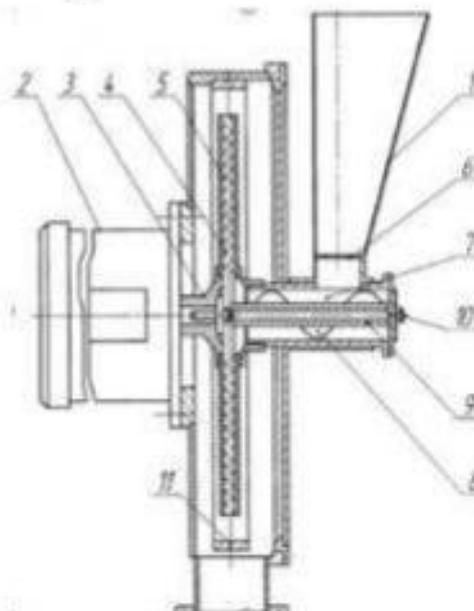
Непрерывным потоком семена подсолнечника поступают на наклонную решетку, где распределяются по всей площади решетки

равномерным слоем, благодаря всасываемому воздуху через отверстия в цилиндрической камере семена просыпаются из решетки и направляются по каналам в сторону рабочих дисков. На решетке остаются лишь крупные и неоднородные примеси. Из радиальных каналов, вкладышами из износостойкого материала семена выбрасываются на деку, за счет однократного направленного удара вдоль большой оси семени и происходит обрушивание [7,19]

Качество обрушивания очень чувствительно к скорости вращения ротора и его нужно очень тщательно отрегулировать.

Следующая обрушивающая машина (рис.1.4) рассмотренная нами по патенту РФ № 2378052.

Изобретение относится к области перерабатывающей промышленности и может быть использовано в технологии получения растительных масел методом прессования. Включает в себя следующие основные элементы бункер, кольцевую деку и электродвигатель с валом



1-бункер; 2-электродвигатель; 3-ступица; 4-радиальные каналы; 5-направляющие; 6-заслонка; 7-питающее устройство; 8-шпоровая навивка; 9-ось; 10-регулирующий винт; 11- кольцеобразная дека

Рисунок 1.4 - Обрушивающая машина по патенту РФ № 2378052.

Целью изобретения является повышение производительности и качества получаемой рушанки.

Это устройство для обрушивания семян подсолнечника содержит загрузочный бункер с валом, на котором жестко закреплена ступица с возможностью её вращения вместе с валом. Ступица имеет отверстие расположенные по радиусу в которые запрессованы радиальные каналы, выполненные в виде трубок, в них установлены направляющие, способствующие более строгой ориентации ориентации семян подсолнечника своей большой геометрической осью при движении их в этих каналах. В бункере установлена регулируемая заслонка, которая изменяет подачу семян в питающее устройство, выполненное в виде навивки, расположенной на полой оси, в торце которой установлен регулировочный винт. Соосно ступице установлена кольцеобразная дека.

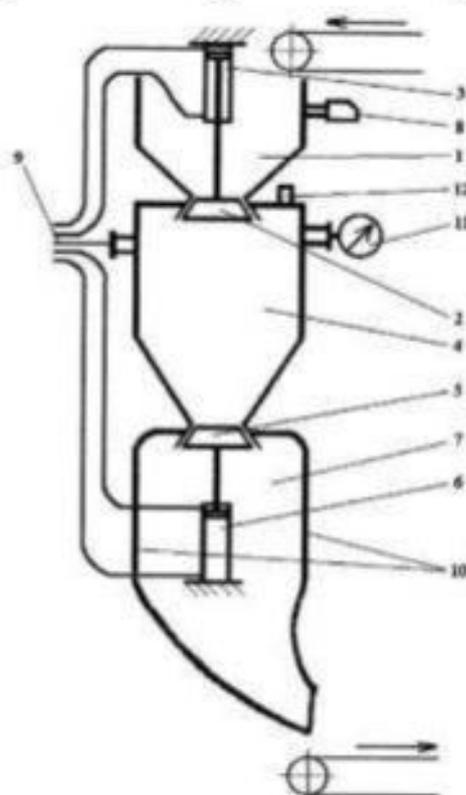
Данное устройство работает следующим образом. Семена из бункера через регулируемую заслонку поступают в питающее устройство. При вращении ступицы в радиальных каналах, вращающихся относительно горизонтальной оси, создается разрежения, и семена равномерно по шнековой навивке поступают в радиальные каналы. В результате вращения ротора возникает центробежная сила, которая ориентирует семена большой геометрической осью при продвижении их от центра загрузки на периферию к деке. В ходе движения семен подсолнечника в каналах они дополнительно соприкасаются с направляющими, за счет чего происходит более четкая ориентация исходного продукта своей большой геометрической осью. На выходе из радиальных каналов продукт, подлежащий обрушиванию, приобретает максимальную линейную скорость, и при ударе о дека происходит разрушение поверхностной оболочки [17].

Техническое преимущество данной обрушивающей машины заключается в том, что данная машина обеспечивает не только равномерное питание ротора материалом, и четкое ориентирование семян своей большой геометрической осью в процессе прохождения их в радиальных каналах. При

таким направленным ударом вся центробежная сила воспринимается лузгой в процессе взаимодействия семян с декой.

Еще одной рассмотренной нами машиной является обрушивающая машина по патенту РФ № 2195367 (рис. 1.5).

Изобретение относится к сельскохозяйственному производству и может быть использовано при обработке семян масличных культур, в частности подсолнечника. Данная машина повышает качество обрушиваемых семян и упрощает конструкцию семенорешек.



1-бункер; 2,5-перепускной клапан; 3,6-пневмоцилиндр; 4-рабочая камера; 7-сборник обрушенных семян; 8-уровнемер; 9-система подачи рабочего агента; 10-корпус сборника; 11-манометр; 12-предохранительный клапан

Рисунок 1.5 - Обрушивающая машина по патенту РФ № 2195367

Для достижения высокого технического результата в устройстве для обрушивания семян, содержащем загрузочный бункер с размещенным в его нижнем отверстии перепускным клапаном, связанным с одним пневмоцилиндром, рабочую камеру с перепускным клапаном, расположенным в ее нижнем отверстии и связанным с другим

пневмоцилиндром, сборник обрушенных семян, уровнемер и систему для подачи рабочего агента, загрузочный бункер с установленным в нем уровнем соединен с рабочей камерой, объем которой превышает объем загрузочного бункера не менее чем в 2,5 раза, при этом перепускной клапан рабочей камеры расположен в зоне соединения рабочей камеры со сборником обрушенных семян.

Пневмоцилиндр, связанный с перепускным клапаном рабочей камеры, может быть размещен вне рабочей камеры.

Стенки сборника обрушенных семян могут быть выполнены из эластичного воздухопроницаемого материала[11].

Повышение качества обрушивания путем увеличения полноты обрушивания семян достигается возможностью осуществления четкой порционности обрушиваемых семян в количестве, позволяющем обеспечить быстрый выход семян из рабочей камеры в сборник обрушенных семян и тем самым сократить время сброса давления рабочего агента от избыточного до атмосферного. Это обусловлено тем, что загрузочный бункер с установленным на нем уровнемером соединен с рабочей камерой.

Повышение качества обрушивания путем увеличения полноты обрушивания семян достигается возможностью осуществления четкой порционности обрушиваемых семян в количестве, позволяющем обеспечить быстрый выход семян из рабочей камеры в сборник обрушенных семян и тем самым сократить время сброса давления рабочего агента от избыточного до атмосферного. Это обусловлено тем, что загрузочный бункер с установленным на нем уровнемером соединен с рабочей камерой, объем которой превышает объем загрузочного бункера не менее чем в 2,5 раза, при этом перепускной клапан рабочей камеры расположен в зоне соединения рабочей камеры со сборником обрушенных семян.

Увеличение полноты обрушивания семян за счет быстрого выхода семян из рабочей камеры в сборник обрушенных семян, и, как следствие, сокращения при этом времени сброса давления рабочего агента от

избыточного до атмосферного достигается тем, что пневмоцилиндр, связанный с перепускным клапаном рабочей камеры, может быть размещен вне рабочей камеры. Это позволяет увеличить площадь сечения нижнего отверстия рабочей камеры в зоне соединения ее со сборником обрушенных семян и уменьшить возможность создания помех со стороны пневмоцилиндра во время выхода семян из рабочей камеры [12, 14, 15]

Повышение качества обрушивания за счет уменьшения дробления ядер семян вследствие смягчения ударов обрушенных семян о стенки сборника, а также за счет увеличения полноты обрушивания семян вследствие уменьшения времени сброса давления рабочего агента от избыточного до атмосферного обеспечивается тем, что стенки сборника обрушенных семян могут быть выполнены из эластичного воздухопроницаемого материала.

Упрощение предлагаемой конструкции достигается тем, что загрузочный бункер, рабочая камера и сборник обрушенных семян последовательно соединены друг с другом, это также позволяет уменьшить размеры предлагаемого устройства по высоте. Уменьшение размеров рабочей камеры обусловлено тем, что пневмоцилиндр, связанный с перепускным клапаном рабочей камеры, может быть размещен вне рабочей камеры.

Работа данной обрушивающей машины осуществляется следующим образом. Семена, предназначенные для обрушивания, подаются в загрузочный бункер, при этом размещенный в его нижнем отверстии перепускной клапан, связанный с пневмоцилиндром, закрыт. Семена заполняют загрузочный бункер до определенного уровня, заданного установленным на нем уровнемером, который после этого дает команду на прекращение подачи семян. Уровнемер отрегулирован таким образом, что объем рабочей камеры превышает объем загрузочного бункера, а следовательно, и объем семян, предназначенных для обрушивания, не менее чем в 2,5 раза. Затем перепускной клапан 2 открывается с помощью пневмоцилиндра, и четко определенная порция семян попадает в рабочую

камеру, при этом перепускной клапан, расположенный в ее нижнем отверстии и связанный с пневмоцилиндром б, закрыт. После того как семена из загрузочного бункера полностью перешли в рабочую камеру, перепускной клапан закрывается посредством пневмоцилиндра и в рабочей камере системой для подачи рабочего агента создается избыточное давление воздуха. Одновременно с этим возобновляется подача семян в загрузочный бункер.

При достижении заданного значения давления, определяемого по показаниям манометра, подача воздуха прекращается. В случае превышения заданного значения давления воздуха в рабочей камере срабатывает предохранительный клапан. После этого посредством пневмоцилиндра б открывается перепускной клапан. Смесь семян с воздухом проходит через нижнее отверстие рабочей камеры, при этом в результате перепада давлений от избыточного до атмосферного семена обрушиваются и попадают в сборник обрушенных семян. За время обрушивания семян загрузочный бункер наполняется вновь до заданного уровня и цикл работы предлагаемого устройства повторяется.

Таким образом данная обрушивающая машина позволяет повысить качество обрушивания семян и упростить конструкцию устройства для обрушивания семян.

Подводя итог выше изложенному можно сделать заключение, что повышение эффективности переработки масличных культур, а в частности – подсолнечника, возможно за счет создания машин, работающих на перспективных принципах комплексного воздействия рабочих органов на перерабатываемый материал. Поэтому более глубокое изучение этих рабочих органов представляет интерес, как с практической, так и с теоретической точки зрения [20,21]

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание технологического процесса линии

Технология переработки семян подсолнечника начинается с поступления на маслозаводы от заготовительных организаций или непосредственно от сельхозпроизводителя. В соответствии с принятой технологией независимо от используемого оборудования производство растительного масла из семян подсолнечника состоит из следующих этапов:

- подготовка сырья, включающая очистку семян от примесей и сушку;
- получение мятки, включающее обрушивание семян, отделение чистого ядра и его измельчение, жарение мезги;
- получение масла прессованием или экстрагированием;
- первичная очистка масла и рафинация [1,14]

Очистка семян

Перед переработкой масличные семена проходят очистку от примесей: сорных, масличных и металлических. К примесям относятся оболочки, остатки листьев и стеблей, песок, земля, камни, семена дикорастущих и культурных растений, поврежденные семена основной культуры.

Способы очистки, а также соответствующее оборудование основаны на отличии примесей от масличных семян по размерам, форме, аэродинамическим и магнитным свойствам. При отделении примесей от семян, отличающихся от основной культуры по размерам, используют ситовое сепарирование, а для удаления примесей, близких к масличным семенам по размеру, но отличающихся по плотности, применяют воздушное сепарирование.

Очистка же ферропримесей осуществляется при магнитном сепарировании, когда семенная масса непрерывно движется через сепараторы с постоянными магнитами или через электромагнитные сепараторы.

Сушка семян

Природно-климатические условия нашей страны таковы, что 50% всех собранных семян нуждаются в искусственной сушке. Все способы сушки основаны на сорбционных свойствах семян.

На производствах применяются следующие виды сушки:

Радиационная сушка – осуществляется передачей тепла излучением без соприкосновения с высушиваемой массой. В южных регионах и при уборке семян с пониженной влажностью используют воздушно-солнечную сушку. Также к этому виду относится сушка инфракрасным излучением, но из-за больших затрат на электроэнергию этот метод почти не используется.

Контактная сушка – осуществляется в результате соприкосновения объекта сушки с нагреваемой поверхностью. Данный метод требует постоянного перемешивания семян, чтобы избежать пересушивания нижнего слоя семян.

Сушка в электрическом поле токов высоких частот – сушка протекает очень быстро и без снижения качества семян. Но метод не востребован из-за больших затрат на электроэнергию.

Конвективная сушка – является основным методом сушки во многих предприятиях. При конвективном методе теплоносителем является нагретый воздух. Конвективная сушка основана не только на сорбционных, но и на многих других свойствах зерна: влагоотталкивающей способности, термоустойчивости, скважистости, теплопроводности, сыпучести и др.

Отделение ядра от оболочек

Отделение оболочек от ядра масличных семян улучшает качество получаемого масла, при этом увеличивается производительность технологического оборудования, снижаются потери масла, повышается пищевая и кормовая ценности жмыха и шрота.

Процесс отделения оболочки состоит из двух операций: разрушения оболочек семян (обрушивание) и последующего отделения их от ядра. В результате обрушивания получают смесь, называемую рушанкой, которая состоит из целого ядра, оболочки, сечки, масличной пыли, цельх и не

полностью обрушенных семян. Наличие в рушанке сечки и масляной пыли увеличивает потери масла с отделяемой оболочкой.

Применяемые для обрушивания машины базируются на нескольких методах обрушивания. Для подсолнечника используют бичевые и центробежные обрушивающие машины, работающие на принципе однократного и многократного удара.

Получение масла методом прессования

Это механический отжим масла из предварительно измельченного сырья. При работе с высокомасличным сырьем применяют двукратное прессование. Этот процесс включает в себя предварительный съем основного количества масла на шнековых прессах и окончательное извлечение масла на прессах высокого давления.

Предварительное извлечение масла Для предварительного отжима масла применяют шнековые прессы. Рабочими органами шнекового пресса являются ступенчатый цилиндр и расположенный внутри него шнековый вал. Поверхность цилиндра состоит из стальных пластин и имеет продольные щели для стока масла, в которые не проходят частички мезги.

Подготовленный материал поступает в ступенчатый барабан пресса, захватывается витками шнекового вала и переходят к выходу из пресса. При движении по барабану пресса происходит сжатие мезги, от нее выделяется масло, а твердые частицы мезги спрессовываются и образуют жмых. Давление на масляный материал возрастает при его продвижении вдоль оси вала за счет уменьшения шага витков шнекового вала и сужения свободного пространства между телом шнекового вала и внутренней поверхностью ступенчатого барабана. На данных прессах можно отделить 60-85% масла.

Окончательное извлечение масла прессовым способом осуществляют из мезги, которую получают из жмыха после первичного извлечения. Форпрессовый жмых измельчают и проводят ему влаготермическую обработку.

Грубое измельчение форпрессового жмыха вначале проводят на дисковых или молотковых дробилках. После грубого помола жмых подвергается тонкому однородному измельчению на вальцовых станках. Проход частиц жмыха через сито с размером ячеек 1 мм должен быть не менее 80%.

Мезга из форпрессового жмыха подается для окончательного извлечения масла на шнековые прессы. Прессы глубокого съема масла характеризуются меньшей производительностью, чем форпрессы, но степень сжатия масличного материала в них значительно выше. Получаемый экспеллерный жмых должен содержать не более 6% масла. Оставшееся в жмыхе масло находится в неразрушенных клетках масличного материала, а также удерживается на поверхности частиц жмыха.

Первичная очистка масла

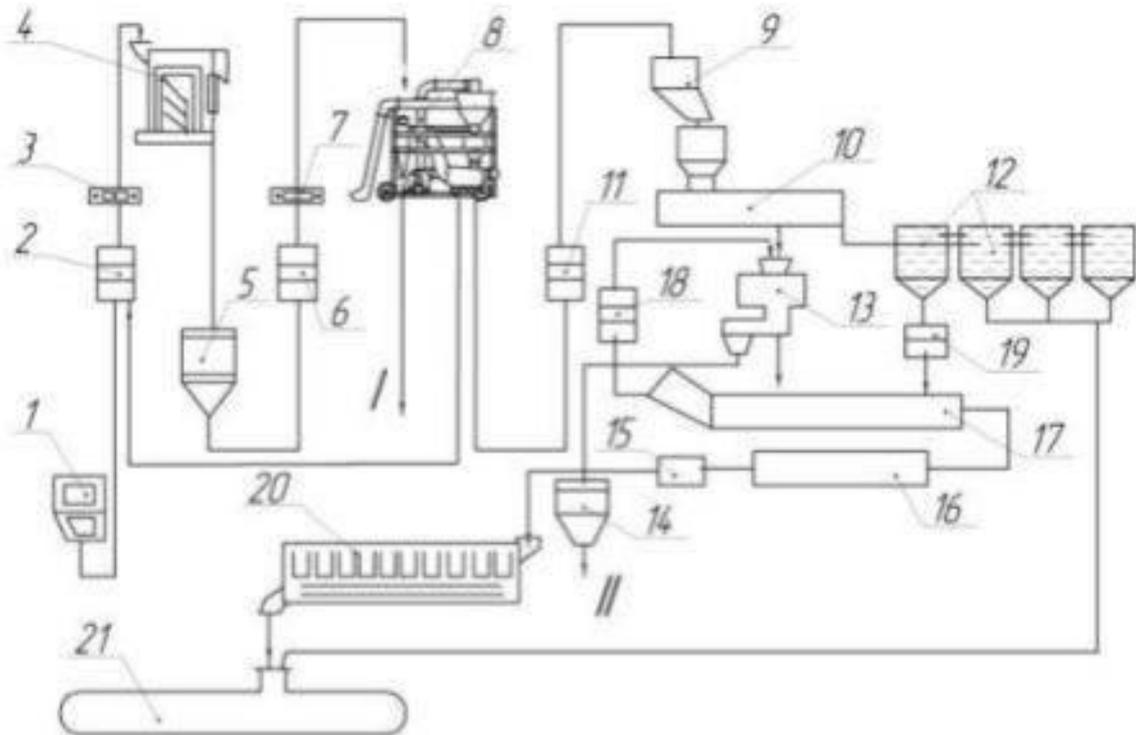
Растительные масла полученные, как прессовым, так и экстракционными методами содержат в себе механические частицы. Первичная очистка предусматривает удаление этих частиц сразу после получения масла.

В первичной очистке для отделения взвешенных и частично растворенных часто применяется метод отстаивания. Более широкое применение нашли центрифуги, так-как в них происходит более эффективное разделение фаз.

Для первичной очистки растительных масел также применяется метод фильтрования. В качестве фильтрующего материала используются ткани или несколько слоев металлической сетки.

Предлагаемая технологическая схема переработки семян подсолнечника

Процесс производства подсолнечного масла выполняется по следующей технологической схеме (рисунок 2.1).



1 - приемный бункер; 2, 6, 11, 13 - норки; 3, 7 - магнитные устройства; 4 - аспиратор; 5 - бункер подготовленных семян; 8 - семенорушка; 9 - бункер; 10 - пресс предварительного съема масла; 12 - приемные баки; 13 - шнековые прессы; 14 - бункер для жмыха; 15 - насос для масла; 16 - уловитель отстоя; 17 - промежуточные сборники масла; 19 - фильтр; 20 - фильтр-пресс; 21 - бак готовой продукции; I - лузга; II - жмых

Рисунок 2.1 – Предлагаемая технология переработки семян подсолнечника

Подсолнечник, поступающий на зерноток от комбайнов, как правило, содержит много примесей: кусочки от стеблей, корзинок, листьев и сорных растений и поэтому семена оцениваются предприятием по качеству и количеству. От каждой партии семян отбирают пробы, анализируется лабораторией влажность, сорность и другие показатели. После взвешивания и отбора проб с каждой партии семена загружают в приемный бункер 1 и пропускают через ситовый сепаратор 2, где удаляют крупные примеси, минеральный и органический сор. Затем производят магнитную сепарацию 3 для удаления металломагнитных примесей. После этого, в зависимости от влажности, проводятся их сушка в шахтных или барабанных сушилках 4 с соблюдением рекомендуемого режима сушки. Высушенные семена подсолнечника норием поступают в семенорушку 7, где семена

подсолнечника обрушиваются. После обрушивания семена на сепарировании разделяются на фракции. Оболочки выводятся из производства, недорущ и целые семена поступают на повторное обрушивание, ядро горизонтальным шнеком поступает в маслопресс.

Предлагаемая технология позволяет сократить количество машин в процессе обработки семян, т.к. в настоящее время машины и оборудования очень дороги и не все хозяйства в силах приобретать их, а предлагаемая технология в отличие от существующих технологий семена без калибровки и сушки поступают в семенорушку, где сушатся, обрушиваются и сразу разделяются на фракции и все это делает одна машина. Тем самым, во-первых, уменьшаются затраты на покупку и обслуживание дополнительных машин, во-вторых, значительно сократятся затраты на электроэнергию, в-третьих, сокращение времени на обработку. Это технология очень простая, экономичная и под силу всем хозяйствам.

Также 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_o учитывает количественную сторону обрушивания и показывает какое относительное количество семян обрушено, а второй показатель $K_{як}$ – 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:

$$K_{ик} = \frac{K_{ик}}{K_{ик} + \mathcal{A}}, \quad (2.2)$$

где $K_{ик}$ – коэффициент извлечения цельного ядра,

$K_{ик}$ – содержание цельных ядер, %;

\mathcal{A} – содержание дробленой части, %.

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

Технологическая эффективность обрушивания определяется по формуле:

$$K_3 = K_0 \cdot K_{ик}. \quad (2.3)$$

$$K_3 = 0,94 \cdot 0,85 = 0,8.$$

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:

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

где $R=0,40$ - радиус ротора, м

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

Определим фактическую скорость, которая приобретается семенем по формуле:

$$\vartheta_{\phi} = \vartheta \cdot \alpha \cdot \beta, \quad (2.6)$$

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

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

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

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

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

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

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:

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

где D - средняя длина семечка, м

$Ш$ - средняя ширина семечка, м

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

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

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

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

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 ($\gamma = 0,75$).

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

Для определения пропускной способности разрабатываемой машины воспользуемся следующей формулой:

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

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

Массу одного семени подсолнечника определим из следующей формулы:

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

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

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

Отсюда следует, что пропускная способность будет равна:

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

Этот расчет показал, что разрабатываемая машина не уступает многим известным обрушивающим машинам, т.к. имеет весьма не плохую производительность ($Q = 308 \text{ кг/ч}$).

2.3 Состояние безопасности труда при переработке масличных культур

Все оборудование должно быть установлено на специально подготовленной бетонной площадке. Помещение для работ по экстракции подсолнечного масла должно соблюдать требованиям электрической, пожарной и санитарным. Машины производящие вибрации должны быть закреплены к полу и установлены на резиновые коврики.

Посторонние лица не должны иметь доступ к рабочим цехам. К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

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

В рабочих зонах не должно быть недостатка освещения, а также рабочие зоны должны быть хорошо вентилируемы [9]

План организационных мероприятий

1. Выделить помещение под кабинет безопасности труда. Отв. - директор
2. Оборудовать уголок по технике безопасности в каждом здании, где установлены машины. Отв. - заведующий складом
3. Приобрести современную нормативно-техническую документацию и литературу по БЖ. Отв. - специалист по безопасности труда.

4. Нанести на производственное оборудование и коммуникации соответствующую окраску и знаки безопасности в соответствии с требованиями. Отв. - заведующий цехом

Мероприятия, которые необходимо провести в хозяйстве для улучшения пожарной безопасности при переработке семян подсолнечника, представлены в таблице 2.1:

Таблица 2.1 - Мероприятия по улучшению пожарной безопасности при переработке семян подсолнечника

Мероприятия	Срок проведения	Ответственное лицо
Оборудовать противопожарные щиты.	5.06.2020	Заведующий складом
Установить молниезащиту помещения для обрушивания семян.	7.06.2020	Главный инженер
Провести занятия по обучению обращения со средствами пожаротушения.	7.06.2020	Специалист по охране труда
Выделить помещение для курения и оборудовать его песочницей.	8.06.2020	Заведующий складом

Вывод:

- При соблюдении вышеописанных мероприятий существенно улучшится пожарная безопасность организации.

2.4 Охрана окружающей среды при переработки семян подсолнечника

Под воздействием деятельности людей происходят значительные загрязнения атмосферы выбросами промышленных предприятий, энергетических и транспортных источников [3]

Для защиты окружающей среды нужно соблюдать правила эксплуатации сооружений, оборудования, предназначенных для очистки и

контроля выбросов вредных веществ в атмосферный воздух. А для защиты жилых домов от остатков вредных веществ выброшенных в атмосферу, при работе предприятия должна быть 100 метровая зона, осажденная деревьями и кустарниками.

Технология процесса экстракции должна обеспечивать отсутствие бензина в сточной воде.

Основные мероприятия, которые необходимо провести по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха в зернохранилищах:

Таблица 2.2. - Мероприятия по охране окружающей среды при подготовке семян к обрушиванию

Мероприятие	Срок проведения	Ответственное лицо
Проверка соответствия запыленности атмосферного воздуха на рабочем месте требованиям ГОСТа	5.06.2020-10.06.2020	Специалист по охране труда.
Проверка соответствия вибраций конструкции требованием ГОСТа	5.06.2020-10.06.2020	Специалист по охране труда.
Проверка соответствия шума на рабочем месте требованиям ГОСТа	5.06.2020-10.06.2020	Специалист по охране труда.
Принятие мер по устранению недостатков и приведению состава атмосферного воздуха в соответствие с ГОСТом	По мере необходимости	Специалист по охране труда.

Вывод:

- При выполнении вышеописанных мероприятий и их соответствие требованиям ГОСТов позволяет значительно улучшить состояние окружающей среды при подготовке семян к обрушиванию

2.5 Физическая культура на производстве

Для организма человека наиболее благоприятным является такой режим работы, при котором происходит смена нагрузки, перемена усилий и групп работающих мышц. Рабочий восстанавливается быстрее не в состоянии полного покоя или пассивного отдыха, а в активном состоянии. Для этого нужно применять специально организованные движения, выполняемыми другими не утомленными частями тела. В результате в утомленных функциональных системах усиливаются процессы восстановления, и их работоспособность повышается.

Поэтому в производственных организациях необходимо организовать и соблюдать упражнения физической культуры.

В настоящее время производственная физическая культура состоит из вводной гимнастики, физкультурной паузы и физкультурной минутки.

Вводная гимнастика – представляет собой упражнения по воздействию на организм близких к движениям, выполняемых во время работы. Эти упражнения призваны активизировать органы и системы, легче включится в рабочий ритм, увеличивая эффективность труда в начале рабочего дня.

Физкультурные паузы – это комплекс из 5-6 упражнений, выполняемых в течении 5-7 минут после 2-3 часов после начала работы и за 1,5 часа до конца рабочего дня. Целью физкультурной паузы является ослабление утомленности и профилактика снижения работоспособности в течении рабочего дня.

Физкультурная минутка – главным образом используется для местного воздействия на определенные, утомленные группы мышц. Применяется в том случае, если нет возможности прервать работу на физкультурную паузу, так как человек нуждается хотя бы в кратковременном отдыхе во время работы.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Разработка схемы и конструкции семенорушки

Обрушивание семян подсолнечника считается удовлетворительным, если содержание в рушанке минимальное количество масличной пыли, сечки, целых и недообрушенных семян. Рекомендуемая лужистость ядра на прессовых заводах до 3% и на маслоэкстракционных – до 8%. Ядро для халвы и кондитерских изделий должно содержать лужи не более 1%. Такого ядра при обрушивании семян на центробежной семенорушке получить не удастся. Ядро на отжим масла поступает с лужистостью 12...14% и на халву 6...7%. Это происходит потому, что известные семенорушки, обладают недостатками, не позволяющими получить рушанку с малым содержанием недоруша.

Качество рушанки в предлагаемой конструкции улучшается из-за более четкой ориентации семян в каналах. Эта цель достигается тем, что в нагнетательном патрубке установлен конфузор. Он изменяет направление семян и придает им более правильную ориентацию, благодаря чему семена соприкасаются с рабочей поверхностью с более лучшим направлением [18,23,29]

Данная машина содержит раму на колесах, вентилятор пневмозагрузателя, патрубков загрузочный, патрубков вакуумный, бункер, зерноочиститель с электродвигателем, осадитель, пневмосепаратор, циклон.

					ВКР 35.03.06.093.20.СТРКС.00.00.00.ПЗ					
Изм	Листы	№ докум	Подпись	Дата	Конструкторская часть					
Разработ.	Ахмадшина АС							Лист	Лист	Листов
Руковод.	Ахмадшина З.Т							ВКР	1	16
Консульт.								Казанский ГАУ		
Нормиров.	Ахмадшина З.Т									
Эксп. кадр.	Ахмадшина З.Т									

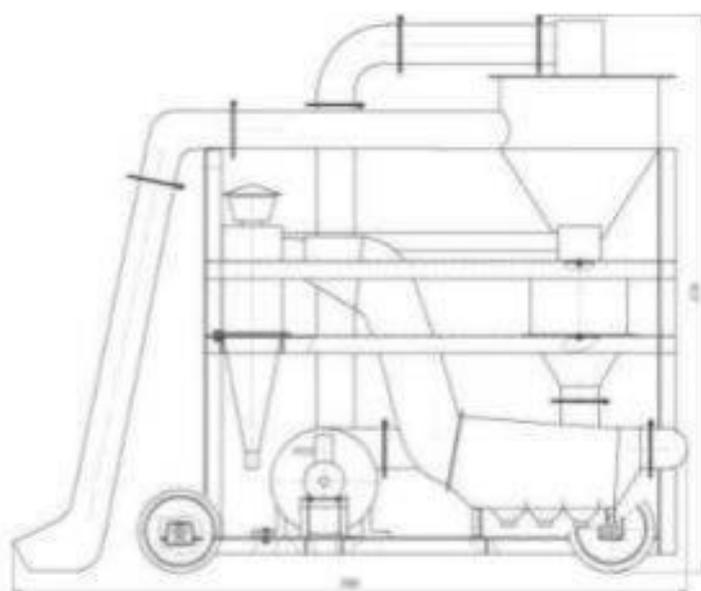


Рисунок 3.1 - Схема предлагаемого устройства для обрушивания

Данная машина работает следующим образом. Зерно из питающего бункера подаётся на лопасти вентилятора, с которых, вместе с воздушным потоком, проходит через сетчатый рабочий орган, позволяющий интенсифицировать процесс шелушения за счет удара или удара с протаскиванием о его боковые грани, изготовленные из металлической сетки с отверстиями, диаметр которых меньше диаметра семян перерабатываемой продукции. Сетчатый рабочий орган играет роль направляющей для обеспечения ударного взаимодействия всей порции зерна с рабочей пластиной со сферической поверхностью, положение которой можно изменять в горизонтальной и вертикальной плоскостях, что позволяет регулировать процессом шелушения [5,22,26,27]

Предлагаемое устройство снижает содержание в рушанке недоруша и целька на 35%, сечки и пыли соответственно на 25 и 15%, что в дальнейшем предотвращает обмасливание лузги и целька 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 15т.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

ВКР 35.03.06.093.20.СЛРКС.00.00.00.ПЗ

Лист

2

3.2.5 Расчет сварного соединения

Детали, расположенные под углом 90° свариваются тавровым соединением.

Определение допускаемого усилия для растяжения

$$[P] = [\tau_\phi] \cdot 0,7 \cdot k \cdot l, \quad (3.12)$$

где $[\tau_\phi]$ – допускаемое напряжение для сварного шва на срез, Н/м^2 ;

k – катет шва,

l – длина шва, $l = 200 \text{ см}$

$$[\tau_\phi] = 0,6 \cdot [\sigma_p], \quad (3.13)$$

где $[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение на растяжение, Н/см^2 ,

$$[\sigma_p] = 1400 \text{ Н/см}^2$$

$$[\tau_\phi] = 0,6 \cdot 1400 = 8400 \text{ Н/см}^2$$

$$[P] = 8400 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 200 = 588000 \text{ Н}$$

Определение усилия растяжения

$$P = \frac{2M_k}{l}, \quad (3.14)$$

где l – величина длины шва, м

$$P = 2 \cdot 50 \cdot 10^3 / 1 = 100000 \text{ Н}$$

Итак, $P < [P]$ условие выполняется.

3.2.6 Расчет болтового соединения

Для ведения расчета применяются следующие обозначения:

P_δ – внешняя нагрузка приходящаяся на один болт, Н

$$P_\delta = \frac{P_{\text{уст}}}{6}, \quad (3.15)$$

где: $P_{\text{уст}}$ – вес установки

$$P_{\text{уст}} = 750 \text{ Н}$$

$$P_\delta = 750 / 6 = 125 \text{ Н}$$

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВКР 3.5.03.06.093.20.СЛРКС.00.00.00.ПЗ					

3.3 Безопасность жизнедеятельности при эксплуатации конструкции

Оборудование должно быть установлено на специально подготовленной площадке, на расстоянии 1 м от других оборудований, от стен и потолка, чтобы не загромождать проход. Корпус обрушивающей машины должен быть заземлен, а все вращающиеся механизмы и шкивы должны быть закрыты кожухами, чтобы уменьшить травматизм при эксплуатации.[9,13]

Ремонт и замена отдельных деталей должен происходить лишь после полной остановки оборудования.

К работе должен допускаться работник лишь после ознакомления с инструкцией.

3.3.1 Требования безопасности к семенорушке

Для безопасной работы семенорушки необходимо соблюдать следующие меры:

1. Помещение, где находится семенорушка должно быть светлым,
2. Установка должна быть укомплектована набором исправного инструмента и приспособлений в соответствии с заводской инструкцией;
3. Все вращающиеся части установки должны иметь защитные кожухи;
4. Перед пуском необходимо установку очистить от грязи и пыли.

3.3.2 Требования безопасности перед началом работы.

Перед началом смены рабочий должен надеть спецодежду респиратор и головной убор закрывающий полностью волосы

Включить освещение и вентиляцию.

					ВКР 35.03.06.093.20. СЛРКС.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		8

- Санитарные нормы вибрации рабочих мест. (СН 3044 -84) – М, МЗ СССР, 1984).

- Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи периодического тока промышленной частоты. (М. МЗ СССР, 1984.)

При соблюдении этих ГОСТов экологическая обстановка на рабочем месте существенно улучшится [3]

3.5 Технико-экономическая оценка конструкторской разработки

3.5.1 Расчет массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G=(G_K+G_T) \cdot K \quad (3.21)$$

где G_K – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг,

G_T - масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг,

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

Таблица 3.1 - Расчет массы сконструированных деталей

№ пп	Наименование деталей.	Объем деталей, см ³ .	Масса детали, кг.	Количество деталей.	Общ. масса деталей, кг
1	Корпус	163,90	980,5	1	980,5
2	Ротор	63,78	150	1	150
3	Дека	0,53	0,2	32	16
4	Корпус подшипника	3,83	3	2	6
5	Кольцо стопорное	0,13	0,1	5	0,5
6	Шкив	1,53	1,2	1	1,2
7	Шкив	2,87	2,5	1	2,5
8	Вал	3,72	3	1	3

Продолжение таблицы 3.1

9	Вал	1,91	1,5	1	1,5
---	-----	------	-----	---	-----

					ВКР 35.03.06.093.20 СЛРКС.00.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум. №	Подпись	Дат		10

10	Ось	1,28	1	1	1
11	Опора	1,53	1,2	8	9,6
12	Звездочка	0,96	0,5	8	4
13	Крышка	0,26	0,2	2	0,4
14	шпонка	0,13	0,1	8	0,8
				72	1300

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей.	Кол- во.	Масса		Цены, руб.	
			Одного.	Всего.	Одного.	Всего.
1	Винты	82	0,7	57,4	10	820
2	Гайки,	76	0,21	15,96	10	760
3	Шайбы	98	0,09	08,82	5	490
4	Шплинты	14	0,12	1,68	5	70
5	Штифты	2	0,2	0,4	2,5	5
6	Электродвигатель	1	7,5	7,5	10000	10000
7	Электродвигатель	1	5	5	7500	7500
Итого;				400		19645

$$G=(1300+400) \cdot 1,15=1700 \text{ кг} \quad (3.22)$$

Стоимость новой конструкции определяется по формуле:

$$C_{с1} = \frac{C_{с0} \cdot G_1 \cdot \sigma}{G_0} \quad (3.23)$$

где $C_{с0}$ – балансовая стоимость старой конструкции, руб.;

G_1 – масса новой конструкции, кг,

G_0 – масса старой конструкции, кг,

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

$$C_{с1} = \frac{170000 \cdot 1700 \cdot 0,95}{1500} = 183000 \text{ руб.}$$

3.5.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции

Таблица 3.3 - Исходные данные

Наименование	Варианты	
	Базовый	новый
Эксплуатационная производительность, т/час	2,5	4
Масса конструкции, кг	1500	1700
Балансовая стоимость, тыс.руб.	170	183
Потребляемая мощность, кВт	5,5	4
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	4	4
Тарифная ставка, руб./чел-ч	100	100
Нормы амортизации, %	20	20
Норма затрат на ремонт и ТО, %	13	13
Годовая загрузка конструкции, ч	2920	2920

Часовая производительность определяется по формуле:

$$W_{\text{ч}} = 3600 \cdot V_p \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau, \quad (3.24)$$

где V_p – скорость перемещения рабочего органа, м/с.

q – грузоподъемность оборудования, т,

γ – коэффициент использования грузоподъемности,

τ – коэффициент использования рабочего времени смены

($\tau=0,60 \dots 0,95$).

$$W_{\text{ч0}} = 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,2 \cdot 0,7 = 2,5 \text{ т/ч.}$$

$$W_{\text{ч1}} = 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,27 \cdot 0,7 = 4 \text{ т/ч.}$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{с}} = \frac{N_{\text{с}}}{W_{\text{ч}}} \quad (3.25)$$

где $N_{\text{с}}$ – потребляемая мощность, кВт,

$W_{\text{ч}}$ – часовая производительность, т/ч.

$$\mathcal{E}_{\text{с0}} = 5,5 / 2,5 = 2,2 \text{ кВт/т,}$$

$$\mathcal{E}_{\text{с1}} = 4 / 4 = 1 \text{ кВт/т.}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_{\text{с}} = \frac{G}{W_{\text{ч}}} \cdot \delta_{\text{ам}} \cdot \delta_{\text{р}} \quad (3.26)$$

где $M_{\text{с}}$ – металлоемкость процесса, кг/т,

$T_{год}$ - годовая загрузка машины, час,

$T_{сл}$ - срок службы машины, лет.

$$M_{e0}=1500/(2,5 \cdot 2920 \cdot 5)=0,04 \text{ кг/т,}$$

$$M_{e1}=1700/(4 \cdot 2920 \cdot 5)=0,03 \text{ кг/т.}$$

Фондоёмкость процесса определяется по формуле:

$$F_e = \frac{C_e}{W_e \cdot \dot{O}_m \cdot \dot{O}_{мг}} \quad (3.27)$$

где F_e - фондоёмкость процесса, руб/т,

C_e - балансовая стоимость конструкции, руб,

$$F_{e0}=170000/(2,5 \cdot 2920 \cdot 5)=23,29 \text{ руб/т.}$$

$$F_{e1}=183000/(4 \cdot 2920 \cdot 5)=15,67 \text{ руб/т.}$$

Себестоимость работ определяется по формуле:

$$S=C_m+C_e+C_{рго}+A \quad (3.28)$$

где $S_{мг}$ - себестоимость работы, руб/т,

C_m - затраты на оплату труда, руб/т,

C_e - затраты на электроэнергию, руб/т,

$C_{рго}$ - затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/т,

A - амортизационные отчисления, руб/т.

Затраты на оплату труда

$$C_m=Z_n T_e \quad (3.29)$$

где Z_n - тарифная ставка рабочего, руб.;

T_e - трудоёмкость процесса, чел-ч/т.

Трудоёмкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_n} \quad (3.30)$$

где n_p - количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e0}=1/2,5=0,4 \text{ чел-ч/т,}$$

$$T_{e1}=1/4=0,25 \text{ чел-ч/т.}$$

$$C_{мг0}=100 \cdot 0,4=40 \text{ руб/т,}$$

$$C_{мг1}=100 \cdot 0,25=25 \text{ руб/т.}$$

$$C_{\text{тp0}}=25,99+0,15 \cdot 23,29=29,49 \text{ руб/т,}$$

$$C_{\text{тp1}}=16,04+0,15 \cdot 15,67=18,39 \text{ руб/т.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{к}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (3.35)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}}=(25,99-16,04) \cdot 4 \cdot 2920=116216 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_{\text{к}} \cdot \Delta K, \quad (3.36)$$

где $E_{\text{год}}$ - годовой экономический эффект, руб,

$\mathcal{E}_{\text{год}}$ - годовая экономия, руб,

ΔK - дополнительные вложения, равные балансовой стоимости конструкции, руб.

$$E_{\text{год}}=116216-0,15 \cdot 183000=88766 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{от}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.37)$$

где $\tilde{N}_{\text{от}}$ - балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

$$T_{\text{ок}}=183000/88766=2,06 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}} \quad (3.38)$$

где $T_{\text{ок}}$ - срок окупаемости капитальных вложений, лет.

$$E_{\text{эф}}=1/2,06=0,5$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

					ВКР 35.03.06.093.20.СЛРКС.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Качество получаемого подсолнечного масла в большей части зависит от работ выполненных в маслоэкстракционных заводах, а не только от сорта семян и от качества работ проделанных на поле. Поэтому нужно совершенствовать машины и оборудования, в частности машины для обрушивания семян. Анализ основных направлений развития семенорушек показывает, что они характеризуются большим разнообразием, значительно отличающихся как по способу обрушивания, так и по конструктивному оформлению.

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.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиров М.Ф. Агротехнологии технических культур / Амиров М.Ф., Валеев И.Р., Валиев А.Р. и др. // В книге: Система земледелия Республики Татарстан. В 3-х частях. Казань, 2014. С. 178-250
2. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев// -Казань, 2009. - 64 с.
3. Буторина М.В. Инженерная экология и экологический менеджмент/ М.В. Буторина, П.В. Воробьев, А.П. Дмитриева и др.: Под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадина.-М.: Логос, 2002.-528 с.: ил.
4. Гарипов Б.Р., Халиуллин Д.Т. Линии переработки семян подсолнечника / Проблемы научной мысли. 2018. Т.6. №4. С. 19-24.
5. Дунаев Л.Ф. Конструирование узлов деталей машин. /Л.Ф. Дунаев М. Высшая школа. 1978.
6. Зотов Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве /Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов/ - М.: КолосС, 2003 г.
7. Машины для послеуборочной обработки зерна / Б.С.Окнин, И.В.Горбачев, А.А.Терехин, В.М. Соловьев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 238 с.
8. Низамов Р.М., История, современное состояние и перспективы возделывания подсолнечника как масличной культуры в Российской Федерации и Республике Татарстан / Низамов Р.М., Сулейманов С.Р., Зиганшин Р.Б. // Зерновое хозяйство России. 2017. № 2 (50). С. 63-66.
9. Организация охраны труда. Практические рекомендации. 2-е издание М. 1996
10. Патент № 2120962 РФ МПК, С11В1/00. Михеев С.Г., Михеев А.Г.: патентообладатель: Товарищество с ограниченной ответственностью "Интер", заявл.: 1997-05-22., опубл.: 27.10.1998.
11. Патент № 2149175 РФ МПК, С11В1/06. Тимошенко В.Б., Канджа С.Н., Семенов Н.В., Исаков А.С.: патентообладатель: Тимошенко Владимир Борисович, Канджа Сергей Николаевич, Семенов Николай Васильевич, Исаков Алексей Сергеевич, заявл.: 1998-12-30., опубл.: 20.05.2000.
12. Патент № 2195367 РФ, МПК В02В3/12 / Овчинников Я.Л., Колмаков С.В.; патентообладатель: Алтайский ГТУ им И.И. Ползунова, заявл.: 20.02.2001., опубл.: 27.12.2002.
13. Патент № 2378052 РФ, МПК В02В3/06. Корчагин В.И., Захаров Е.Б.; патентообладатель: ФГОУ ВПО Курская ГСХА им проф. И.И. Иванова, заявл.: 13.05.2008, опубл.: 10.01.2010.
14. Патент на полезную модель 153674 РФ, МПК В02В 3/00. – Оpubл. 27.07.2015. Бюл. № 21. Пневмомеханическое устройство для шелушения зерна /Халиуллин Д.Т., Дмитриев А.В., Нуруллин Э.Г.– 2с.

15. Патент на полезную модель 154200 РФ, МПК В02В 3/00. – Оpubл. 20.08.2015. Бюл. № 23. Пневмомеханический шелушитель зерна /Халиуллин Д.Т., Дмитриев А.В., Нуруллин Э.Г.– 2с.
16. Сулейманов Р.Р., Закиров И.И. Обзор обрушивающих машин семян подсолнечника / Агроинженерная наука XXI века Научные труды региональной научно-практической конференции. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ. 2018. С. 238-243.
17. Теплов А.Ф. Охрана труда в отрасли хлебопродуктов. /А.Ф. Теплов М. Агропромиздат 1980.
18. Халиуллин Д.Т. Исследование взаимодействия семян подсолнечника с поверхностью дополнительного рабочего органа пневмомеханической семенорушки / Э.Г. Нуруллин, Д.Т. Халиуллин, Г.Г. Нуруллин // Журнал «Известия МААО» №17(2013) С.-Петербург, 2013 - с. 96-100.
19. Халиуллин Д.Т. Обоснование формы лопасти вентилятора броскового типа / А.В. Дмитриев, Д.Т. Халиуллин, Э.Г. Нуруллин // Материалы за IX международна научна практична конференция «Найновите научни постижения», - 2013. Том 20. Селско стопанство. Ветеринарна наука. София. «Бял ГРАД-БГ» ООД – 64 с.
20. Халиуллин Д.Т. Определение рациональных режимов работы пневмомеханической семенорушки / Д.Т. Халиуллин, А.В. Дмитриев, Э.Г. Нуруллин // Материалы за IX международна научна практична конференция «Найновите научни постижения», - 2013. Том 20. Селско стопанство. Ветеринарна наука София «Бял ГРАД-БГ» ООД – 64 с.
21. Халиуллин Д.Т. Определение скорости воздушно-зерновой смеси в пневмомеханической семенорушке. Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы / материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016 – 288с. С. 232-236.
22. Халиуллин Д.Т. Пневмомеханический шелушитель. / Д.Г.Федоров, М.И. Далалева, А.В. Дмитриев, Д.Т. Халиуллин // Журн. Сельский механизатор – 2017. – № 6. – С. 12-13. ISSN 0131-7393
23. Халиуллин Д.Т. Разработка конструкции и обоснование параметров обрушивателя семян подсолнечника пневмомеханического типа: дис. ... канд. техн. наук / Башкирский ГАУ. Уфа, 2011. – 194 с.
24. Халиуллин Д.Т. Разработка способа определения механических микроповреждений зерна / Б.Г. Зиганшин, Р.Р. Лукманов, А.В. Дмитриев, Д.Т. Халиуллин // Журнал "Фундаментальные исследования" № 12 (часть 2) 2015, стр. 264-268.
25. Халиуллин Д.Т. Теоретическое определение концентрации смеси и скорости воздушного потока в пневмомеханической семенорушке. / Научное сопровождение агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы // Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического

- сервиса – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2015 – 477с. С 389-392.
26. Халиуллин Д.Т. Функциональная схема семенорушки пневмомеханического типа / Д.Т. Халиуллин, Л.Х. Халиуллина // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы. Труды международной научно-практической конференции. – Научное издание – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2015. – 248 с. С. 136-139.
27. Халиуллин Д.Т., Нуреев Р.М. Исследования влияния рабочих органов семенорушки на показатели технологической эффективности процесса / Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков // Материалы научно-практической конференции. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ. – 2016. – 608с. С. 275-280.
28. Щербаков В.Г. Технология получения растительных масел. - М.: Колос, 1992
29. Khaliullin D.T., Dmitriev A.V. Pnevmo mechanical device for grain hulling. Journal of Advanced Research in Technical Science. – North Charleston, USA: SRC MS, CreateSpace. – 2016. – Issue 2. – 108 p. ISBN: 1539155803; ISBN-13: 978-1539155805. p.p. 85-89.