

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Совершенствование технологии приготовления кормов с разработкой зернодробилки»

Шифр ВКР.35.03.06.443.18. АДК.00.00.00.ПЗ

Студент з/о группы 2312 _____
подпись

Бурак М.В.
Ф.И.О.

Руководитель К.Т.Н., доцент _____
ученое звание подпись

Нафиков И.Р.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 14 от 13 июня 2018 г.)

Зав. кафедрой д.т.н., профессор _____
ученое звание _____ подпись _____

Зиганшин Б.Г.
Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

/ Зиганшин Б.Г. /

« _____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Бурак Марсель Валерьевич

Тема ВКР «Совершенствование технологии приготовления кормов с разработкой зернодробилки»

утверждена приказом по вузу от « 18 » мая 2018 г. № 160

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 18.06.2018

3. Исходные данные

1. Материалы преддипломной практики;

2. Научно-техническая и справочная литература

3. Патенты дробилок.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1 Анализ технологических линии приготовления кормов;

2. Анализ существующих конструкций дробилок

3 Расчет основных технологических параметров;

4 Разработка и расчет новой конструкции;

5 Безопасность и экологичность проекта;

6 Технико-экономический анализ.

5. Перечень графических материалов

1. Классификация дробилок.

2. Обзор существующих конструкций дробилок.

3. План кормоцеха

4. Конструктивно-технологическая схема

5. Сборочные чертежи предлагаемой конструкции для дробления зерна.

6. Рабочие чертежи предлагаемой конструкции.

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	доц. Гаязиев И.И.

7. Дата выдачи задания 25.04.2018

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	1 раздел	11.05.18	100%
2	2 раздел	25.05.18	100%
3	3 раздел	11.06.18	100%

Студент _____ / Бурак М.В./

Руководитель ВКР _____ / Нафиков И.Р./

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Бурак М.В. на тему:
«Совершенствование технологии приготовления кормов с разработкой зернодробилки»

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

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает ____ рисунков, ____ таблицы. Список использованной литературы содержит ____ наименований.

Во введении обоснована актуальность темы проекта.

В первом разделе выполнен литературно-патентный обзор. Рассмотрены машины для дробления зерна. Проведен анализ технических решений существующих конструкций дробилок, выявлены недостатки конструкций. Поставлены цели и задачи проектирования.

Во втором разделе рассмотрены вопросы механизации кормления животных и проведен расчет линии приготовления кормов. Разработана технологическая линия приготовления кормов. Проведены технологические расчеты линии.

В третьем разделе приведено описание предлагаемого конструктивного решения, проделаны необходимые технологические и конструктивные расчёты, и дано экономическое обоснование конструкции. Разработаны мероприятия безопасности труда при работе с конструкцией.

Записка завершается выводами и предложениями.

ANNOTATION

To graduate qualification work Burak M.V. on the topic: "Improving the technology of preparation of feeds with the development of grain crushers"

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

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes ____ drawings, ____ tables. The list of used literature contains ____ titles.

In the introduction, the relevance of the topic of the project is substantiated.

In the first section, a literary-patent review is performed. Machines for crushing grain are considered. The analysis of technical solutions of existing crusher structures is carried out, defects of designs are revealed. The goals and objectives of the design are set.

The second section deals with mechanization of animal feeding and calculates the feed preparation line. A technological line for preparing feed was developed. Technological calculations of the line have been carried out.

In the third section, a description of the proposed constructive solution is presented, the necessary technological and structural calculations are made, and the economic substantiation of the design is given. Work safety measures have been developed when working with a structure.

The note ends with conclusions and suggestions.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	8
1.1 Обзор конструкций зернодробилок	8
1.2 Выводы по разделу.....	23
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	24
2.1. Анализ существующих технологий	24
2.2. Зоотехнические требования, предъявляемые к дробилкам	29
2.3. Обоснование, выбор, описание технологии дробления.....	31
2.4. Технологические расчеты	32
2.4.1. Основы теории измельчения и расчет молотковых дробилок	32
2.4.2 Расчет часовой производительности молотковой дробилки.....	34
2.5. Планирование мероприятий безопасности жизнедеятельности по улучшению условий труда.	36
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	38
3.1 Описание конструктивно-технологической схемы модернизированной дробилки для зерна	38
3.2 Расчет конструктивных характеристик модернизируемой молотковой дробилки.....	41
3.3 Техника безопасности.....	49
3.4 Рекомендации по улучшению состояния окружающей среды.....	50
3.5 Физическая культура на производстве	51
3.6 Экономическое обоснование конструкции	52
3.7 Выводы по разделу.....	57
Заключение	58
Список использованной литературы.....	59
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	62
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

Приготовление кормов – один из важнейших технологических процессов в животноводстве. Основной операцией в кормопроизводстве является измельчение компонентов кормовой смеси. На ее долю приходится 50...70% от всей расходуемой энергии.

Эффективное измельчение кормов – важнейшее условие правильного кормления животных. Кормовая смесь, соответствующая зоотехническим требованиям, обладает лучшей усвояемостью и позволяет рационально использовать кормовое сырье.

Проблема эффективного измельчения зерна все еще остается насущной, здесь речь идет о качестве корма, об эффективности его использования, что определяется требованиями животноводства. Пока еще велик расход кормов и низка продуктивность скота и птицы.

Одним из перспективных направлений в создании измельчителей зерна является разработка, модернизация и автоматизация молотковых дробилок. Вальцевые, пальцевые и другие виды дробилок для зерна, обладают большой энергоемкостью, металлоемкостью и большими габаритными размерами. Для оснащения небольших хозяйств данные машины не подходят из-за большой производительности и выше указанных свойств.

Поэтому настоящая выпускная квалификационная работа посвящена совершенствованию средств механизации приготовления кормов для хозяйств малой и средней мощности.

Корпус снабжен многозаходной резьбой 14, нарезанной против вращения ротора с углом при вершине 60° , перфорированными

регулирующими входной 15 и выходной 16 задвижками, загрузочным 17 и выгрузочным 18 патрубками.

Входной патрубок снабжен отбойными нижним 19 и верхним 20 козырьками, установленными под 30 и 45° к стенкам патрубка.

Молотковая дробилка работает следующим образом.

Молотки 4 вовлекают во вращательное движение материал, образующий кольцевой слой, скорость которого меньше окружной скорости молотков, в результате соударений материала с рабочими поверхностями молотков и корпуса 10 происходит его разрушение.

Тонкость помола зависит от толщины шайб 5, зазора между вращающимися молотками и поверхностью корпуса, а также от положения регулирующей выходной задвижки 16 над отверстиями корпуса.

Использование изобретения в зависимости от рода измельченного материала повысит производительность в 1,5 - 2,5 раза из-за увеличения контактирующих поверхностей материала и деталей дробилки, а также за счет наличия режущих кромок резьбы на поверхностях корпуса и молотков, создающих эффект "ножниц".

Измельчитель сыпучих материалов (рисунок 1.2) содержит корпус 1, раму 2, средство 3 для крепления корпуса на опоре, загрузочный бункер 4. Кожух 5 образует с передней стенкой корпуса 1 подающий канал 6, сообщающий выпускное отверстие загрузочного бункера 4 с впускным окном 7 корпуса 1. На кожухе 5 в подающем канале 6 монтируются отделитель примесей, например, магнитная ловушка 8, и наклонные пластины 9. Кроме этого, в подающем канале 6 монтируются заслонки для регулирования подачи материала 10 и 11, расположенные соответственно во впускном окне 7 и/или в выпускном отверстии загрузочного бункера 4. На выгрузном патрубке 12 монтируется средство 13 крепления тары для измельченного материала. Внутри корпуса 1, соосно с ним, горизонтально установлен ротор 14 с шарнирно присоединенными к нему молотками 15, которые расположены

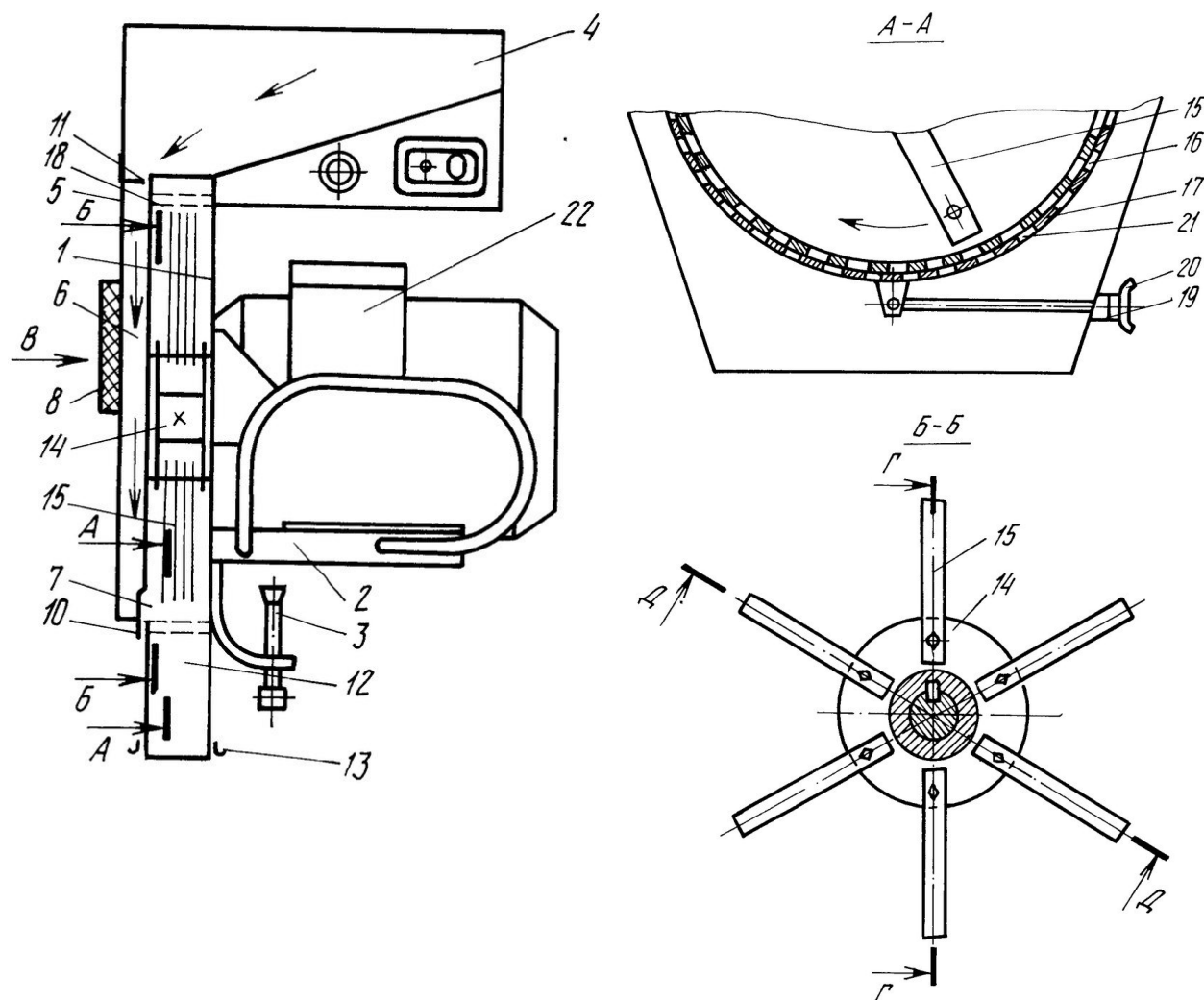


Рисунок 1.2 - Измельчитель сыпучих материалов Патент РФ №2062652

вдоль оси ротора рядами со смещением на половину радиального угла в каждом последующем ряду. Сетчатый элемент выполнен в виде двух перфорированных обечаек 16 и 17, образующих измельчительную камеру 18. Обечайки 16, 17 установлены с возможностью поворота относительно друг друга, например с помощью винтового механизма 19 с рукояткой 20. Перфорация обечаек 16, 17 представляет собой круглые или продолговатые отверстия 21, расположенные равномерно по их поверхностям в шахматном порядке.

Измельчитель сыпучих материалов работает следующим образом. Перед началом работы измельчитель устанавливают на горизонтальной опоре, например столе (на фиг. не показан) с помощью средства 3 для

крепления корпуса на опоре. Включают привод, например электродвигатель 22. Сыпучий материал из загрузочного бункера 4 через подающий канал 6 поступает к впускному окну 7. Свободно падая внутри подающего канала или скатываясь по последовательно установленным наклонным пластинам 9 материал освобождается с помощью магнитной ловушки 8 от инородных включений.

Из впускного окна 7 частицы материала поступают в измельчительную камеру 18 перпендикулярно плоскости вращения ротора 14 и распределяется по всей ширине камеры 18. В камере 18 частицы материала дробятся молотками 15. При этом, в процессе измельчения боковые грани молотков 15, расположенные под углом к плоскости вращения отбрасывают часть частиц на боковые стенки и перфорированную обечайку 16 корпуса 1. Материал, измельченный до необходимого размера проходит через отверстия 21, а остальные частицы ударяясь, отскакивают и увлекаются молотками 15 для дальнейшего измельчения. Регулирование тонкости помола материала осуществляется смещением одной обечайки, например внешней 17, относительно внутренней 16 с помощью поворота рукоятки 20. Смещением обечаек 16, 17 друг относительно друга достигается уменьшение площади каждого проходного отверстия 21 и, соответственно, получение более мелкой фракции материала.

Измельченный материал, прошедший сквозь перфорацию обечаек 16, 17 под действием гравитационных сил поступает в выгрузной патрубок 12 и далее в тару, например мешки. Подача материала регулируется с помощью заслонок 10 и 11. Кольцевой сетчатый элемент с регулируемым "живым" сечением перфорации является не только регулятором размера фракций, но и служит ограничителем объема измельчаемого материала, обеспечивает постоянное давление в области дробления, что создает наиболее благоприятные условия для измельчения материала, исключает неравномерный износ сита.

Выполнение на обоих концах каждого молотка расположенных под разными углами отверстий для их шарнирного присоединения к ротору позволяет при перестановке молотков производить их поворот вокруг продольной оси и использовать при работе все грани молотков.

Устройство для измельчения сыпучих материалов (рисунок 1.3) состоит из рамы 1, на которой установлена цилиндрическая камера 2 с выгрузным и загрузочным патрубками 3 и 4 соответственно, причем последний снабжен двумя криволинейными шиберными заслонками 5 и 6 со штангами 7, 8, 9 и 10, установленными на осях 11 и 12, причем штанги 7, 8 и 9, 10 попарно шарнирно соединены между собой через шиберные заслонки 5 и 6 соответственно, а штанги 8 и 9 закреплены свободными концами на общей оси 13 механизма привода 14 шиберов 5 и 6, образуя в совокупности известный четырехзвенник.

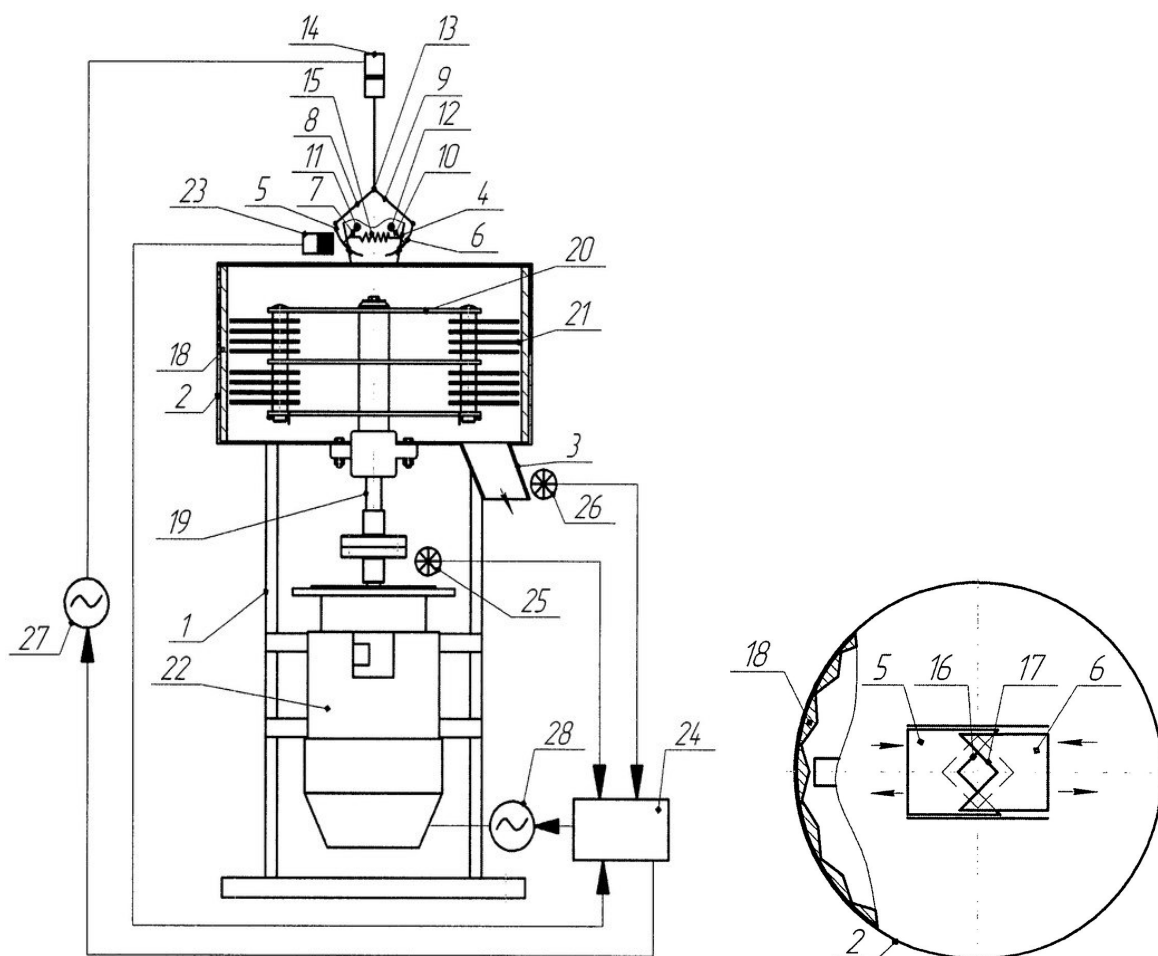


Рисунок 1.3 - Устройство для измельчения сыпучих материалов патент РФ
№2513750

Штанги 7 и 10 соединены пружиной 15, обеспечивающей возможность самозакрытия шиберных заслонок 5 и 6. Обращенные друг к другу грани шиберных заслонок 5 и 6 имеют внутренние угловые равнобедренные вырезы 16 и 17, обеспечивающие при взаимоналожении заслонок 5 и 6 на участке взаимодействия заданной формы отверстия (например, в виде квадрата). В цилиндрической камере 2 с декой 18 на вертикальном валу 19 установлен ротор 20 с шарнирно закрепленными измельчающими элементами 21, соединенный с приводом 22. Загрузочный патрубок 4 снабжен датчиком влажности материала 23, соединенным с одним из входов блока управления 24, к другим входам которого подключен датчик частоты вращения привода ротора 25 и расхода материала 26, причем выходы блока управления 24, через исполнительные механизмы 27 и 28 регулирования подачи материала и привода ротора, соединены с приводами 14 шиберов 5 и 6 загрузочного патрубка 4 и приводом 22 ротора 20 соответственно.

Работает устройство для измельчения сыпучих материалов следующим образом.

При включении привода 22 приводится во вращение ротор 20 с измельчающими элементами 21 и сигнал от датчика частоты вращения привода ротора 25 поступает на блок управления 24, который вырабатывает сигнал управляющего воздействия и подает его через исполнительный механизм 27 на привод 14, регулирующий степень открытия криволинейных шиберных заслонок 5 и 6. Материал самотеком по загрузочному патрубку 4 поступает в камеру 2, где за счет центробежной силы равномерно распределяется по периферии и попадает под воздействие измельчающих элементов 21 на деку 18. Измельченный материал опускается к выгрузному патрубку 3.

При изменении свойств материала, в частности влажности, (например, ее повышение) текучесть материала на входе изменяется в сторону уменьшения, соответственно уменьшается и производительность. Датчик расхода материала 26 подает сигнал на вход блока управления 24. Последний

сравнивает сигнал с сигналом задатчика и в зависимости от величины и знака сигнала рассогласования вырабатывает сигнал управляющего воздействия и подает его через исполнительный механизм 27 на привод 14, увеличивая одновременно степень открытия криволинейных шиберных заслонок 5 и 6, поворачиваясь вокруг осей 11 и 12 соответственно. При этом центр загрузочного отверстия, образованного шиберными заслонками 5 и 6, всегда совпадает с остью вращения ротора, что позволяет равномерно распределить материал в камере 2 и избежать возникновения динамических нагрузок. Аналогичный принцип действия происходит и при уменьшении влажности и повышении сыпучести материала.

При увеличении количества материала в камере 2 увеличивается сопротивление ротора 20 и его обороты снижаются, что определяется датчиком частоты вращения привода ротора 25, который подает сигнал на блок управления 24, где сравнивает сигнал с сигналом задатчика, и в зависимости от величины и знака сигнала рассогласования блок управления 24 вырабатывает сигнал управляющего воздействия и подает его через исполнительные механизмы 27 на привод 14, уменьшая степень открытия шиберных заслонок 5 и 6, или через исполнительный механизм 28, увеличивая мощность на привод 22.

Измельчитель кормов (рисунок 1.5) содержит цилиндрический корпус 1, смонтированные в корпусе друг против друга подвижный диск 2 и неподвижный диск 3. На поверхности дисков, обращенных друг к другу, расположены по концентрическим окружностям измельчающие элементы 4. Корпус снабжен загрузочным бункером 5 для зерна, выгрузочным патрубком 6, загрузочным бункером 7 для кормов и выгрузочным патрубком 8.

На верхний диск жестко установлен вал 9 электродвигателя и нож 10. Во вращающемся диске выполнены три сквозных концентрично расположенных фигурных паза 11 и конус 12.

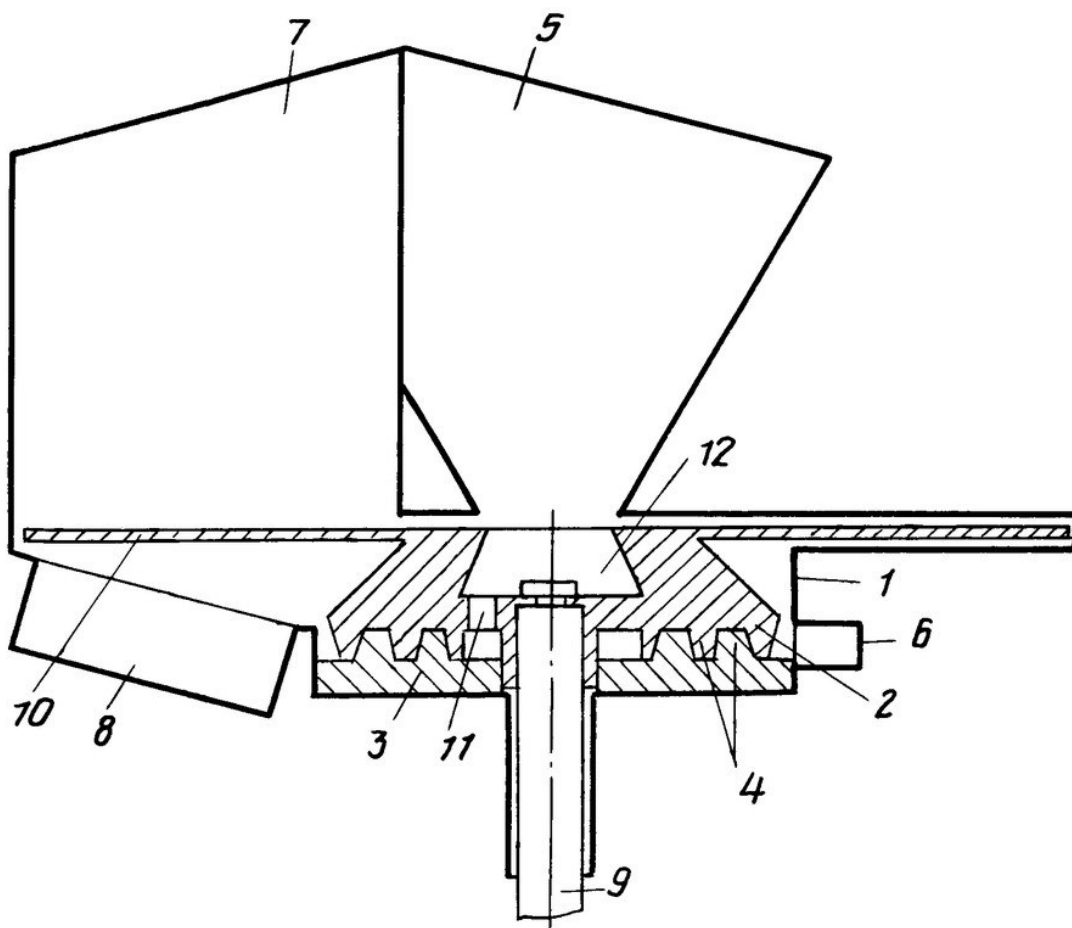


Рисунок 1.5 - Измельчитель кормов Патент РФ 2026740

Измельчитель кормов работает следующим образом.

Исходный материал из загрузочного бункера 5 через пазы 11 поступает в объем между вращающимся диском 2 и неподвижным диском 3, измельчается при последовательном прохождении всех рядов измельчающих элементов, отсеивается в центробежном поле вращения и через выгрузочный патрубок 6 выходит готовый продукт.

Одновременно в бункер 7 подаются корма, например корнеплоды, которые измельчаются ножом 10, готовый продукт выносятся через выгрузочный патрубок 8.

В предлагаемом измельчителе кормов возможно получение отдельно измельченных кормов и зерна или получение разных продуктов одновременно. При этом и в том, и другом случаях нож выполняет функцию маховика для дисмембратора, а подвижный диск - функцию маховика при резке корнеплодов.

При одновременной работе измельчителя кормов обороты вала электродвигателя выбираются минимально необходимыми для дробления зерна.

Измельчитель кормов (рисунок 1.6) содержит раму 1 с установленным на ней загрузочным бункером 2 с лопастями 3 для подачи измельчаемого материала, привод 4 и неподвижное днище 5 с измельчающим ротором 6. На неподвижном днище бункера 5 за измельчающим ротором 6 по всей его длине с углом наклона в 40. . . 45о по ходу вращения бункера установлены пальцы 7 различной высоты: больше у конца расположенного на периферии бункера и меньше к его центру вращения.

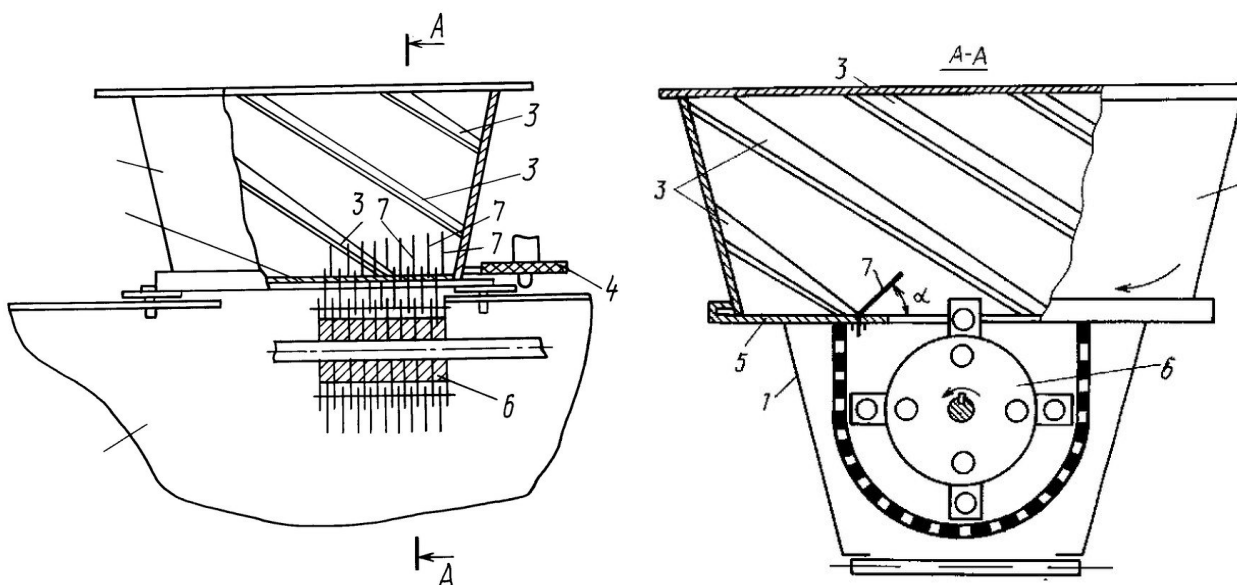


Рисунок 1.6 - Измельчитель кормов Патент РФ № 2010488

Измельчитель кормов работает следующим образом.

Грубые корма грейдерным погрузчиком или стогометателем подаются в загрузочный бункер 2, при вращении которого материал, подлежащий измельчению захватывается лопастями 3 и подается на измельчающий ротор 6.

Пальцы, установленные за измельчающим ротором 6, оказывают тормозящее действие движению материала, в результате чего скорость его по днищу в зоне измельчающего ротора 6 резко снижается, что способствует лучшему захвату материала рабочими органами. Кроме того, наклон пальцев ведет к предварительному уплотнению материала при входе его в камеру

измельчения, вследствие чего увеличивается эффективность удара рабочих органов по материалу и в целом повышается эффективность процесса измельчения за счет увеличения производительности измельчителя и снижения энергозатрат на измельчение материала.

Измельчитель кормов (рисунок 1.7) состоит из рабочей камеры 1, на внутренней поверхности которой закреплены режущие элементы 2. Соосно с камерой 1 установлен вал 3, на котором в верхней его части радиально закреплены два яруса ножей 4 и 5, причем ножи 4 не взаимодействуют с режущими элементами 2, а фаски направлены внутрь камеры 1. На валу 3, в нижних ярусах, закреплены два опорных диска 6 и 7, между которыми установлены несущие элементы с выполненными горизонтальными пазами, в которые устанавливаются ножи 9, расположенные в рабочей зоне режущих элементов 2. Несущие элементы 8 с ножами 9 крепятся между дисками 6 и 7 посредством оси 10. На внутренней поверхности камеры 1, в рабочей зоне ножей 4, между осями крепления режущих элементов 2, закреплены пластины 11, выполненные в виде клина и направленные против вращения вала 3.

Измельчитель работает следующим образом.

Корм, загружаемый в рабочую камеру 1, двигаясь сверху вниз, первоначально подвергается воздействию ножей 4 верхнего яруса. Так как направление скорости движения корма перпендикулярно направлению вращения ножей 4, то в момент контакта с лезвием ножа 4 скорость движения корма по отношению к нему равна нулю. В этом случае происходит внедрение лезвия ножа 4 в измельчаемый продукт, то есть его резание. Вследствие того, что фаски ножей 4 направлены в сторону опорных дисков 6 и 7, то разделенный на части корм движется по плоскостям фасок в рабочую зону жестко закрепленных на роторе 3 ножей 5.

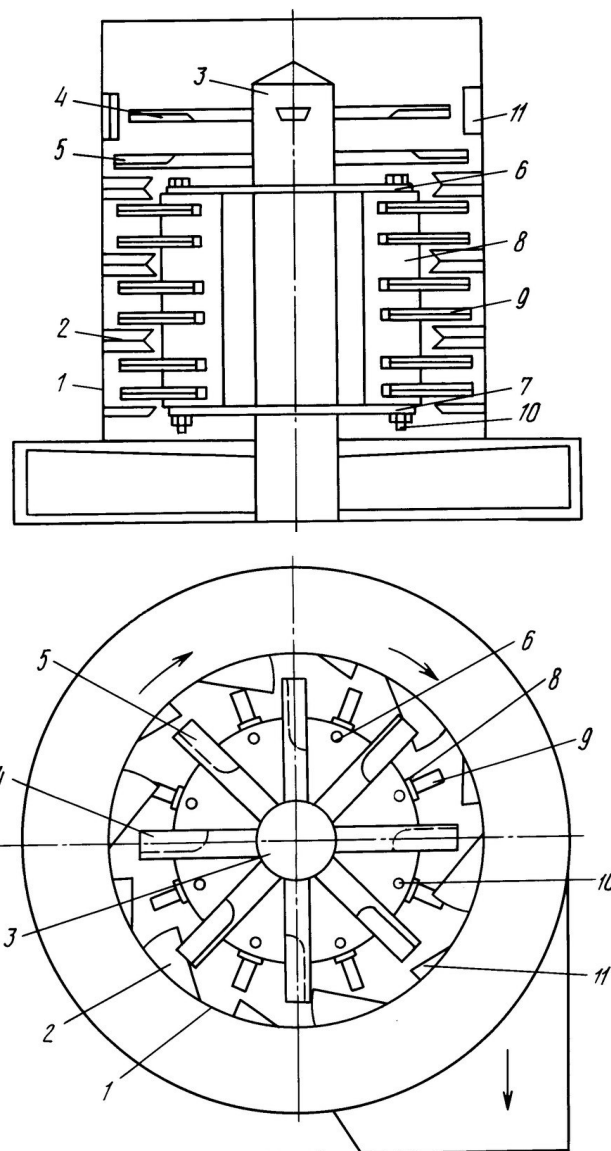


Рисунок 1.7 - Измельчитель кормов Патент РФ № 2019953

Наряду с измельчением, ножи 4 равномерно распределяют корм по периметру рабочей камеры 1. Перемещаемый при этом по ее внутренней поверхности с переносной скоростью корм поступает в рабочую зону пластины 11. Так как их передняя грань выполнена в виде клина, направленного против вращения ротора 3, то при перемещении по плоскости пластины 11 кормового слоя происходит уменьшение его скорости движения. В этом случае скорость движения ножей 4 больше аналогичного показателя корма, а следовательно, возникает условие для резания. Кроме того, с уменьшением скорости движения часть корма под действием гравитационных сил, по дуге, опускается в рабочую зону режущих элементов 2. Это позволяет уменьшить затраты энергии на

транспортировку корма ножами 5 по внутренней поверхности рабочей камеры 1 до режущих элементов 2.

Поступающий в рабочую зону ножей 5 и режущих элементов 2 корм подвергается дальнейшему измельчению. При этом продолжается процесс его распределения по периметру рабочей камеры 1.

Таким образом, ножами 4 и 5 двух верхних ярусов производится предварительное грубое измельчение кормов и равномерное распределение их по периметру камеры 1. Вследствие того, что ножи 4 направлены к опорным дискам 6 и 7 и внутри камеры 1 в рабочей зоне ножей 4 закреплены пластины 11, время пребывания корма в верхней части камеры 1 уменьшается. В этом случае затраты энергии на перемещение корма по внутренней поверхности камеры 1 ножами 4 снижаются, и пропускная способность измельчителя возрастает.

Установка пластин 11 между осями режущих элементов позволяет организовать подачу корма в зону взаимодействия режущих элементов 2 и ножей 5 без дополнительных на то затрат энергии.

Грубо измельченный и хорошо распределенный по периметру рабочей камеры 1 корм поступает в рабочую зону закрепленных и несущих элементов 8 посредством осей 10 ножей 9, где доизмельчается окончательно.

Предварительно измельчение кормов жестко закрепленными ножами 4 и 5 позволяет уменьшить их геометрические размеры, а следовательно, уменьшить путь и время перемещения шарнирно закрепленных ножей 9 в измельчаемом продукте, то есть снизить силу резания. С уменьшением указанного усилия снижается удельная энергоемкость процесса резания и нагрузка на шарнирно закрепленные ножи 9.

Рассредотачивание корма по периметру рабочей камеры 1 ножами 4 и 5 позволяет равномерно распределить нагрузку на ножи 9 и тем самым снизить затраты энергии на резание и уменьшить угол отклонения ножей 9 от радиального положения.

Кроме того, предварительное измельчение кормов, равномерное их распределение по периметру рабочей камеры 1 измельчителя позволяет измельчать сочные и грубые корма без предварительной их подготовки.

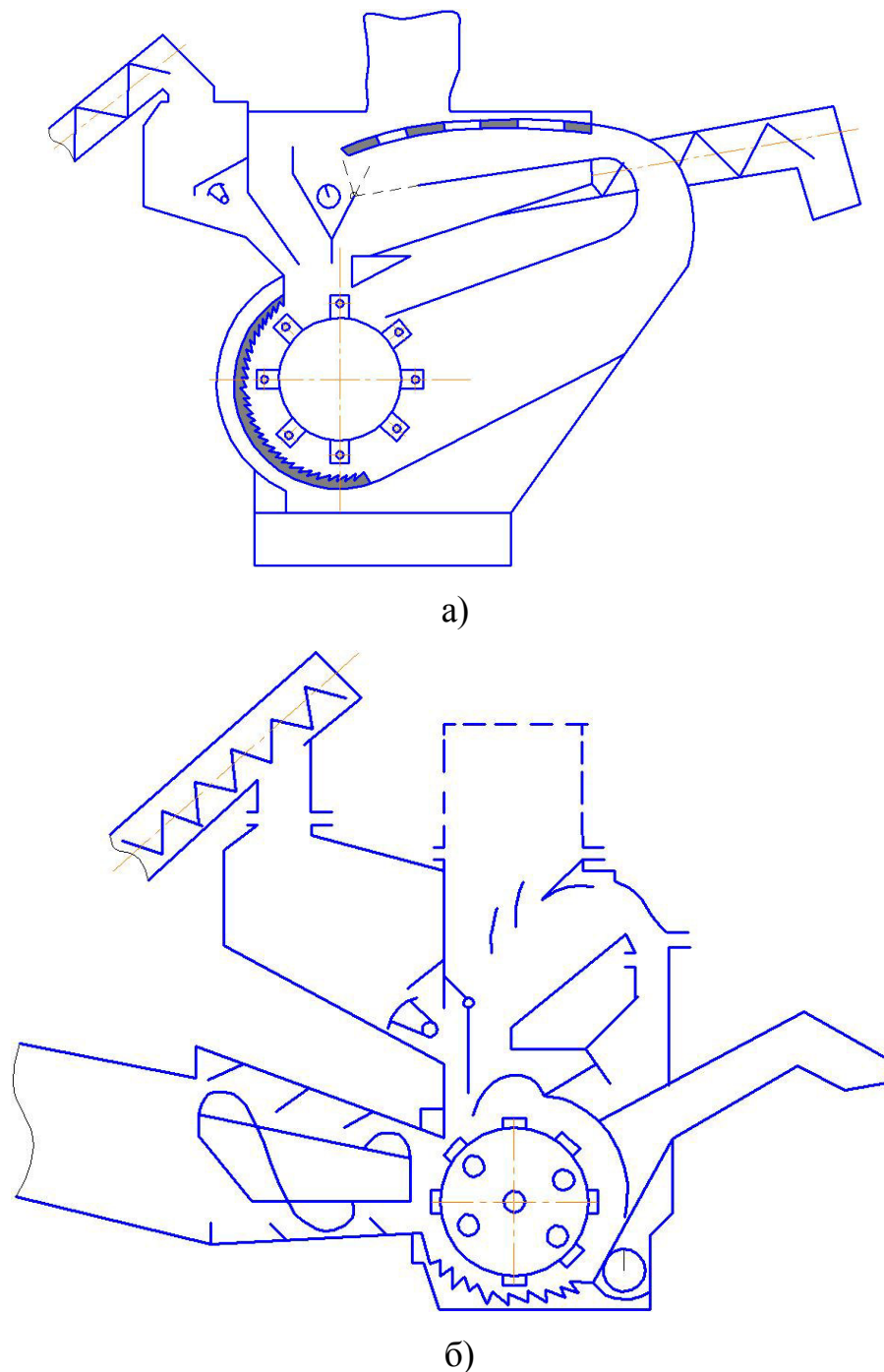
С уменьшением угла отклонения от радиального положения ножи 9 весь период измельчения кормов находятся в рабочей зоне режущих элементов 2, что увеличивает число воздействий на измельчаемый объект, увеличивая тем самым его степень измельчения. Кроме того, с уменьшением угла отклонения ножей от радиального положения полностью исключается возникновение явления резонанса, что увеличивает эксплуатационную надежность измельчителя.

На сегодня известны безрешетные молотковые дробилки ДБ - 5 и ДКМ-5, которые максимально унифицированы между собой по основным рабочим органам. Технологические операции, протекающие в процессе работы дробилки ДБ - 5 (рисунок 1.8 а.), тесно взаимосвязаны между собой и имеют непрерывный цикл. При работе дробилки зерно из бункера подается для измельчения в рабочую камеру. Измельченное за счет действия шарнирно подвешенных молотков и дек за один неполный оборот зерно выносится из дробильной камеры в разделительную. В разделительной камере воздушно-продуктовый слой поступает на поверхность решетного сепаратора. Измельченное зерно, которое прошло через отверстия сепаратора, выгружается шнеком, а недоизмельченная фракция поступает обратно в дробильную камеру. Недостатком дробилки является наличие сепаратора, выполняющего роль решета. Практически решето только вынесено за пределы рабочей камеры дробилки.

Работу дробилки ДКМ - 5 (рисунок 1.8 б) следует рассматривать как двухэтапный процесс, как при измельчении грубых кормов, так и при измельчении концентрированных кормов.

Работа данной дробилки, как и ДБ - 5, состоит из операций загрузки зерна, подачи на измельчение, транспортирование измельченного материала из рабочей камеры, выгрузка готовой продукции. Отличие состоит в том,

что у ДКМ - 5 имеется пылеотделитель и возможность измельчения грубых кормов. Грубые корма измельчаются аналогично дроблению зерна. Недостатком является то, что при измельчении зерна применяется решето.



а) ДБ - 5; б) ДКМ – 5

Рисунок 1.8 – Конструктивно-технологические схемы безрешетных молотковых дробилок

На рисунке 1.9 изображена безрешетная молотковая дробилка.

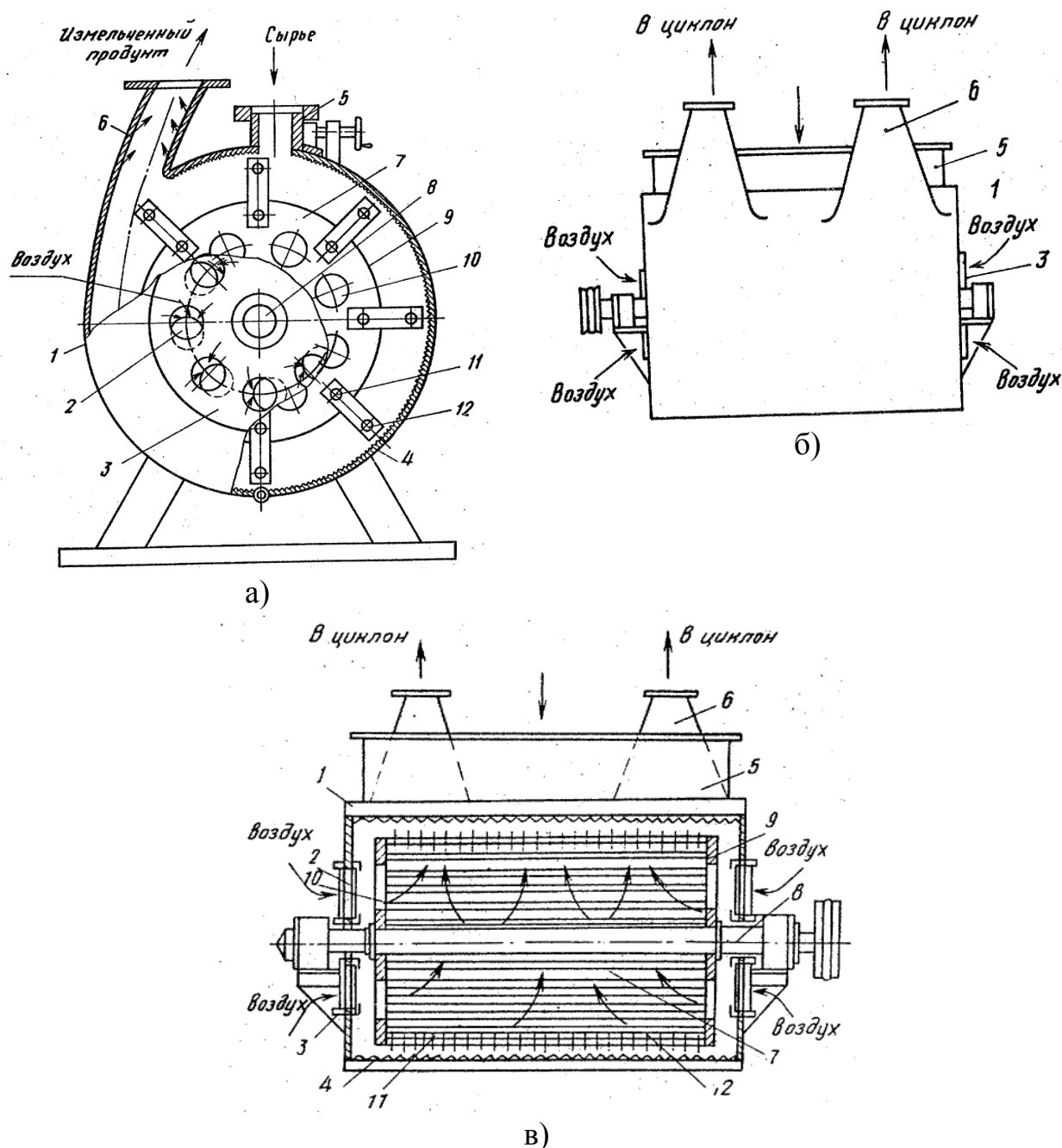


Рисунок 1.9 – Безрешетная молотковая дробилка (А.С. №1719059)

Дробилка состоит из корпуса 1, в центральной боковой поверхности которого выполнены отверстия 2 с регулируемыми заслонками 3, рифленой декой 4, загрузочного 5 и разгрузочных патрубков 6 и ротора 7. Ротор содержит вал 8, на котором установлены диски 9 со сквозными пазами 10 и осями 11, на которых свободно установлены рабочие пластины-молотки 12. Загрузочный патрубок 5 смещен относительно центральной вертикальной оси корпуса дробилки в сторону вращения ротора с целью сопротивления загрузки продукта. Эксплуатация молотковой дробилки связана со следующими технологическими операциями.

После запуска дробилки сырье поступает в камеру корпуса 1 через приемный патрубок 5. Вначале гранулы сырья разрушаются ударами молотков 12, а затем разрушаются, ударяясь о рифленую деку 4, а продукт измельчения разгружается из дробилки через патрубки 6 воздухом, поступающим в камеру измельчения через отверстия 2, выполненные на боковой поверхности корпуса с регулируемыми заслонками 3.

Режим эксплуатации дробилки устанавливается целенаправленно путем установки молотков различной длины. При этом изменяется зазор между декой и молотками. Однако, каждому режиму эксплуатации дробилки соответствует строго определенный воздухообмен путем регулируемой подачи воздуха в дробильную камеру, что обеспечивает эффективность процесса измельчения и снижение взрывоопасности.

Таким образом, установив молотки, обеспечивающие определенный зазор для исследуемого режима, заслонкой 3 регулируют подачу воздуха в дробильную камеру, снижая сопротивление дробилки, подключенной к пневмотранспорту. Предлагаемое устройство регулировки подачи воздуха широко применяется в различных конструкциях машин. Однако, в роторных дробилках регулируемое устройство подачи воздуха в дробильную камеру в сочетании с пневмотранспортным выносом продукта через два и более разгрузочных патрубков не применяется.

Данное изобретение позволяет повысить эффективность работы роторной дробилки.

1.2 Выводы по разделу

Проведенный анализ существующих конструкций указывает на перспективность разработки новых рабочих органов и технических средств для дробления концентрированных кормов, которые отвечали бы следующим требованиям: простая регулировка модуля помола, легкая замена рабочих (изношенных) органов при этом должны быть просты по конструкции и надежно работать. В связи с этим задача совершенствования конструкции кормодробилки является актуальной.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Анализ существующих технологий

В сельскохозяйственном производстве молотковые дробилки для измельчения кормов используют многие десятилетия и получили широкое распространение вследствие простоты конструкции, технологичности, высокой производительности, компактности, универсальности и ряда других факторов. Свое название, как и термин "дробление", они получили из практики горнорудной промышленности.

В горнорудной и цементной промышленности дробление является одним из подготовительных процессов, так как получаемый после дробления материал подлежит дальнейшей переработке. В промышленности строительных материалов, угольной промышленности, в сельскохозяйственном производстве после дробления получают конечный продукт. То есть процесс дробления имеет самостоятельное значение.

Процесс дробления используют во многих отраслях народного хозяйства и каждая отрасль накладывает свою специфику как на сам процесс дробления, так и на конструкции дробилок. В ряде случаев исходный материал представляет собой массу, содержащую разные по прочности компоненты, и требуется из этой массы выделить наиболее прочные составляющие. Это достигается с использованием так называемого "избирательного дробления". При этом более интенсивно разрушаются менее прочные составляющие.

При использовании дробилок для переработки бытовых отходов к ним предъявляются требования по довольно большой производительности, способности перерабатывать материал различной прочности и характеристики. Определенные требования предъявляются и к дробилкам, применяемым при дроблении металлической стружки, лома и т.д.

В зависимости от назначения и принципа действия в дробилках используются такие виды нагрузок как раздавливание, раскалывание, излом, истирание. Обычно различные виды нагрузок действуют одновременно. Необходимость в использовании различных видов нагрузок, а также конструкций определяется многообразием свойств материалов, а также требованиями к размерам получаемого продукта. Профессор Л.Б.Левенсон в 1933 г. писал: "Можно, пожалуй, сказать, что ни один класс машин не обладает таким богатством конструктивных форм, как дробильные машины. Это высказывание справедливо и по отношению к сельскохозяйственным дробилкам и вполне актуально на сегодняшний день.

Дробилки делятся на следующие основные виды: щековые, конусные, валковые, ударного действия. Последние, в свою очередь, подразделяются на молотковые и роторные. В молотковых дробилках молотки подвешены шарнирно, а в роторных молотки-била жестко прикреплены к ротору.

Щековые дробилки используются для крупного и среднего дробления материалов в горнорудной промышленности и промышленности строительных материалов. Принцип таких дробилок заключается, в том, что камера дробления имеет форму клина, образованную двумя Щеками. Одна из которых, в основном, является неподвижной, а вторая - подвижной. При периодическом движении подвижной щеки происходит дробление материала и одновременно удаление измельченного материала из рабочей камеры.

При дроблении широко используются и конусные дробилки. В таких машинах дробление происходит за счет сжатия исходного материала между конусами, расположенными один внутри другого. Рабочая камера современных конусных дробилок образуется сложными, часто криволинейными, поверхностями. Так как первые машины имели рабочие камеры, образованные двумя усеченными конусами, то это и послужило основанием для названия таких дробилок конусными.

Валковые дробилки отличаются тем, что рабочим органом их является валок, вращающийся на горизонтальной оси. Измельчаемый материал в этом случае подается сверху, затягивается между валками и тем самым дробится.

Роторные дробилки применяются в различных областях промышленности. Эти машины ударного действия. Дробление в них происходит за счет быстро вращающихся бил, которые жестко прикреплены на роторе. Ротор установлен внутри корпуса. На стенках корпуса установлены приемный лоток, отражательные плиты, колосниковые решетки, которые образуют вместе с ротором камеру дробления.

Молотковые дробилки представляют собой машины ударного действия, с молотками шарнирно закрепленными на роторе. Молотковым дробилкам присуща высокая степень измельчения, относительно невысокая стоимость измельченного материала. Конструктивные параметры и потребная мощность на единицу производительности в 2-5 раз меньше, чем у щековых и конусных дробилок. Возможность присоединения загрузочных и разгрузочных каналов к трубопроводам, герметичность корпуса сводят до минимума выброс пыли в окружающую среду. Молотковые дробилки имеют простую конструкцию, удобны в обслуживании. Наличие динамически сбалансированного ротора не требует сооружения тяжелого фундамента.

Первые молотковые дробилки были изобретены еще в XIX веке. В 1860 г. в Лондоне был зарегистрирован патент на машину ударного действия для дробления кварца и тому подобных материалов. В настоящее время молотковые дробилки нашли широкое применение во многих отраслях промышленности и сельском хозяйстве. Их используют в цементной промышленности при измельчении основных компонентов цемента. В асбестовой промышленности они эффективно используются для дробления асбестовой руды. Молотковые дробилки используются при производстве стекла, наполнителя в пластмассы, доломитовой муки, строительного кирпича, угля и большого ряда других материалов и продуктов. В сельскохозяйственном производстве молотковые дробилки получили

широкое распространение при измельчении зерна в комбикормовой промышленности, дроблении фуражного зерна непосредственно в хозяйствах благодаря надежности работы, удобству обслуживания, простоте конструкции. Такие дробилки обеспечивают довольно равномерное измельчение исходного материала, быстрое удаление измельченного продукта из рабочей камеры, возможность регулирования степени измельчения, уменьшения образования пылевидной фракции, минимальный удельный расход энергии на дробление, возможность механизировать загрузку и разгрузку материала, автоматизировать управление технологическим процессом.

Дробилки классифицируют по различным признакам: по принципу работы, по конструктивным и аэродинамическим особенностям, по способу технологического процесса и др. По конструктивным признакам молотковые дробилки различают одно- и двухроторные.

Наряду с неоспоримыми преимуществами молотковым дробилкам свойственны и недостатки. Это относительно высокая энергоемкость процесса, неравномерность гранулометрического состава получаемого продукта, повышенное содержание пылевидной и переизмельченной фракций, приводящее к увеличению энергозатрат, повышенный износ рабочих органов, вследствие высоких окружных скоростей молотков. Устранению перечисленных недостатков способствует организация рабочего процесса дробления по различным структурным схемам. Так рабочий процесс с рециркуляцией разделяет измельчаемый материал с помощью сепаратора на готовый продукт и недоизмельченный (рециркулят). Однако и в этом случае характерной чертой является переизмельчение материала, так как в дробильную камеру вместе с исходным материалом поступает и недоизмельченный, частицы которого уже разрушаются по-другому. Одним из решений этой задачи является применение накопительных емкостей для рециркуляции. Но в этом случае нарушается непрерывность технологического процесса. Все эти мероприятия усложняют конструкцию

дробилок, увеличивают их металлоемкость, удорожают стоимость получаемого продукта, поэтому оправдано это может быть только лишь значительным улучшением качества кормов и снижением энергоемкости процесса дробления. Такое направление в развитии техники измельчения кормов нуждается в дальнейшем изучении и совершенствовании.

Технологические схемы измельчения кормов сегодня должны развиваться в направлении снижения энергозатрат, улучшения качества, равномерности помола, расширения технологических возможностей, полной механизации загрузки и выгрузки измельчителей кормов. Исходя из вышесказанного к дробилкам кормов на сегодняшний День предъявляются следующие требования:

- простота и надежность конструкции;
- компактность установки;
- невысокая энергоемкость процесса дробления;
- равномерность гранулометрического состава измельченного материала;
- отсутствие, или сведение до минимума, переизмельченной и пылевидной фракции;
- соответствие измельченного продукта соответствующим ГОСТам и зоотехническим требованиям;
- возможность регулирования степени измельчения материала;
- способность измельчать до необходимых размеров различные по физико-механическому составу корма.

Как известно стандартами на комбикорма (ГОСТы 13299-71, 9267-68, 9268-70, 8770-58) установлены три степени размолла, которые характеризуются средними размерами частиц: от 0,2 до 1,0 мм - мелкий размол; от 1,0 до 1,8 мм - средний; от 1,8 до 2,6 мм - крупный размол. Согласно ГОСТ 23445-79 "Дробилки молотковые. Общие технические условия" качество измельченного корма оценивается по остатку на сите диаметром отверстий 3 мм: мелкий размол - 5%, средний - 10%, крупный -

30%. При этом наличие недробленных, целых зерен не допускается. Как видно к дробилкам кормов предъявляются довольно жесткие требования. Связано это, как было сказано выше, со значительными энергозатратами на процесс дробления, большими объемами работ и зоотехническими требованиями.

2.2. Зоотехнические требования, предъявляемые к дробилкам

Зоотехнические требования к приготовлению кормов в основном касаются степени их загрязненности, измельчения и наличия вредных примесей.

Содержание минеральных примесей (песок, глина) в комбикормах допускается в зависимости от возраста и вида животных в пределах от 0,3% до 1% (ГОСТ 18691-73). Содержание металлических примесей с неострыми краями размером до 2 мм допускается в 1 кг корма не более 30 мг. Содержание металломагнитных примесей более 30 мг не допускается, так как может вызвать заболевание животных. Особенно опасны крупные металлические частицы с острыми режущими крошками. Металломагнитные примеси отделяют на магнитных заграждениях в самом начале поточной технологической линии приготовления кормов.

Стандарт на комбикорма по ГОСТ 8770-58 определяет 3 степени размола, которые характеризуются средними размерами частиц (модуль помола):

- мелкий размол - от 0,2 до 1 мм;
- средний размол - от 1 до 1,8 мм;
- крупный размол - от 1,8 до 2,6 мм.

Зоотехнические требования к подготовленному зерновому корму предусматривают следующие размеры частиц: для птицы - от 2 до 3 мм при сухом кормлении и до 1 мм при кормлении влажными мешанками; для крупного рогатого скота - не более 3 мм; для свиней - не более 1 мм.

Сено хорошего качества, отвечающего требованиям стандарта (ГОСТ 4808-75) крупному рогатому скоту и овцам может скармливаться без подготовки, но условия механизации приготовления и раздачи кормов требуют их измельчения. При измельчении соломы и сена размер резки должен иметь следующие значения:

для крупного рогатого скота - 40...50 мм;

лошадей - 30...40 мм;

овец - 20...30 мм.

Более мелкую резку размером 5...10 мм готовят, если в дальнейшем ее смешивают с сочными кормами.

При производстве травяной муки для свиней и птицы подвергают дроблению до размеров частиц не менее 1 мм, а длина первоначальной резки зеленой травы до процесса сушки должна составлять не более 30 мм.

При закладке на сенаж травы, длина резки должна составлять не более 30 мм. Однако с уменьшением длины резки до 15 мм получается хорошо сыпучая и уплотняющаяся масса, что способствует повышению питательной ценности такого сенажа.

При заготовке силоса из кукурузы, у которой зерно имеет молочную спелость, длина резки допускается до величины 60-80 мм. Однако по мере созревания початков необходимо стремиться к полному измельчению зерна. Так, при наличии зерна восковой спелости початки кукурузы без оберточных листьев, зерностержневые смеси или чистое зерно измельчаются на частицы до 2 мм в количестве не менее 80%, а остальные - не более 5 мм, кочерыжки - до 5...10 мм, оберточные листья - на 40...50 мм. При средней влажности массы растения 60...65% качество измельчения должно быть таким, чтобы стебли были разрезаны на части 20...30 мм и расщеплены вдоль волокон. Однако отечественные кормоуборочные машины не обеспечивают требуемой длины резки. Мелкое измельчение зерна требуется не столько для обеспечения процесса силосования, сколько для лучшего усвоения его животными.

2.3. Обоснование, выбор, описание технологии дробления.

Применяемые для кормления сельскохозяйственных животных грубые концентрированные, сочные корма и их разновидности резко различаются по таким физико-механическим свойствам, как размерные характеристики объемная масса, плотность, влажность, усилия для разрушения и т. д. Один из основных способов обработки кормов — измельчение. Его проводят с целью ускорения процессов переваривания кормов в желудке животных и повышения усвояемости питательных веществ. Это связано с тем, что скорость переваривания питательных веществ зависит от площади поверхности частиц корма. Наиболее распространенные способы измельчения кормов (рис. 2.3.) дробление ударом, истирание шероховатыми поверхностями, резание лезвием и их разновидности.

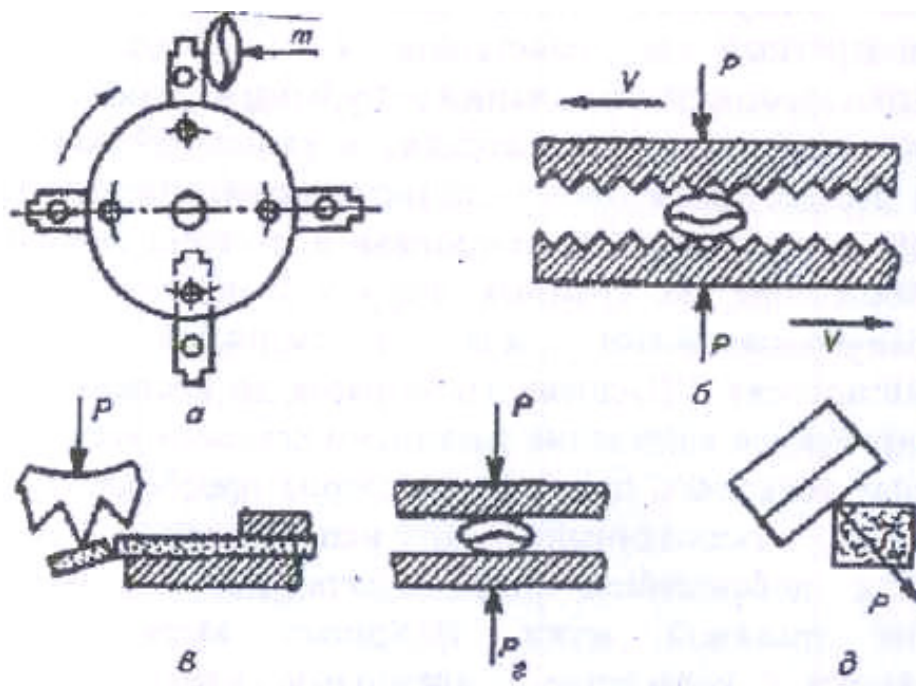


Рис. 2.3. Способы измельчения кормов:

a — дробление ударом; *б* — истирание или размол; *в* — раскалывание; *г* — плющение;

д — резание; *m* — масса измельчаемого корма; *v* — скорость передвижения измельчающих поверхностей; *P* - усилие разрушения корма

Выбор способа измельчения кормов зависит от физико-механических свойств исходного материала, минимума энергозатрат на процесс и требований к качеству конечного продукта. При скармливании кормов, отвечающих зоотехническим требованиям к их измельчению, обеспечивается максимальный выход животноводческой продукции при минимуме затрат корма.

2.4. Технологические расчеты

2.4.1. Основы теории измельчения и расчет молотковых дробилок

Измельчением называется процесс механического разделения твердого тела на части. При этом действующие на тело внешние силы превосходят силы молекулярного сцепления.

Технологический результат работы дробильной машины оценивают тремя основными характеристиками:

- 1) размер раздробленных частиц;
- 2) их форма;
- 3) распределение частиц по размерным классам.

Несмотря на широкое распространение в технике и науке, процесс дробления теоретически мало изучен и еще недостаточно практически освоен. На современных измельчающих машинах производственного типа нельзя достичь точных размеров, определенной формы и наперед заданного распределения по размерным классам частиц раздробленного материала. Объясняется это прежде всего тем, что процесс дробления зависит от очень многих причин, частично совершенно случайных, поэтому по своему характеру весьма сложен.

Основные факторы, влияющие на процесс дробления, сводятся к следующему:

1) свойства материала: прочность, твердость, вязкость, однородность, состояние и вид поверхности, степень влажности, размеры, форма и взаимное расположение дробимых кусков, коэффициент трения между частицами материала и другие;

2) свойства дробильной машины: форма и состояние дробящей поверхности, ее скорость и характер движения, масса рабочего органа (соотношение масс рабочего органа и материала), коэффициент трения рабочей поверхности по материалу и другие.

Дробление не только по количеству затрачиваемой энергии, но и по износу рабочих частей машины относительно весьма дорогой технологический процесс, и поэтому основной принцип дробления во всех отраслях, где измельчение материалов производят в производственных масштабах, — не дробить ничего лишнего.

Выполнением этого требования достигают:

- 1) уменьшения расхода энергии;
- 2) увеличения производительности;
- 3) уменьшения износа рабочих частей машины.

Возможно более точное дробление до заданных размеров уменьшает преобразование. Пыль нежелательна в техническом, гигиеническом и экономическом отношениях. Она повышает износ машины, а также и расход энергии, так как увеличивает трение, затрудняет обслуживание и вредна для людей и животных, так как засоряет их дыхательные пути. Кормовую пыль плохо смачивает слюна животного, что ухудшает поедаемость корма. Пыль представляет собой в значительной степени потери продукта. Мучная, сахарная, угольная, алюминиевая пыль также, как и пыль многих других материалов, не способных к легкому воспламенению, взрывоопасна.

Например, алюминиевая, магниевая и другая металлическая пыль также, как и мучная, может при взаимодействии с кислородом воздуха воспламеняться и взрываться от нагревательных приборов, электрической искры рубильника и других. Взрывы пыли чрезвычайно разрушительны, предупреждение их основано на эффективной вентиляции и правильной организации производства.

Ни одно из современных измельчающих устройств не может сообщить измельченному продукту монодисперсное состояние, и количество слишком крупных и чрезмерно измельченных частиц продукта доходит обычно до 25%. Количество пыли составляет 2% и больше.

Дробление может быть не только сухое, но и мокрое {смачивание дробимого материала водой). При мокром дроблении вместо пыли образуется шлам, условия работы благодаря этому более гигиеничны и безопасны, так как устраняется запыление воздуха и исключается возможность взрывов.

Для достижения более точного дробления применяют сортирующие устройства, при помощи которых направляют слишком крупные куски обратно в дробильную машину (дробление замкнутым циклом).

2.4.2 Расчет часовой производительности молотковой дробилки

Современное состояние теории еще не дает оснований к аналитическому расчету пропускной способности дробильных устройств.

С некоторым приближением можно рассчитывать часовую производительность молотковой кормодробилки по следующей эмпирической формуле:

$$Q = \frac{3,6 \cdot \kappa \cdot \rho \cdot D^2 \cdot L \cdot n}{60},$$

где ρ — плотность кг/м³ ;

D — диаметр ротора, по окружности концов молотков в м;

L — длина ротора в м;

n — число оборотов в минуту;

k — эмпирический безразмерный коэффициент;

$$Q = \frac{3,6 \cdot 0,00085 \cdot 850 \cdot 0,327184 \cdot 0,27 \cdot 300}{60} = 5 \text{ т/ч.}$$

Основные параметры измельчителя корнеплодов «БМИ-5» представлены в таблице 1.

Таблица 2.1.

Основные параметры измельчителя «БМИ-5».

Наименование	Величина
1. Производительность, т/ч а) измельчение зерна	4,5...5,0
2. Качество измельчения а) размол	от 1,8 до 2,6 мм.
3. Частота вращения, об/мин а) электродвигателя б) ротора режущего аппарата	965 360±5
4. Установленная мощность электродвигателя, кВт	5,0
5. Габаритные размеры, мм длина ширина высота	1306 620 936
6. Масса, кг	430

В отличие от существующих аналогов новый измельчитель корнеклубнеплодов обеспечивает хорошее качество измельчения, имеет меньшую энерго- и металлоемкость, способствует значительному повышению производительности труда.

Предполагаемый годовой экономический эффект предположительно составляет около 14 тыс.руб. на один измельчитель.

2.5. Планирование мероприятий безопасности жизнедеятельности по улучшению условий труда.

Требование безопасности на рабочем месте оператора БМИ-5:

Руководители подразделений не должны допускать ввода в эксплуатацию установки, имеющие отступления от требований техники безопасности и производственной санитарии.

К обслуживанию установок допускаются лица, прошедшие инструктаж по ТБ.

На каждую установку должен быть заведен журнал учета работы, в котором оператор отмечает рабочие параметры, возникшие неполадки и принятые меры.

Все металлические части и корпуса, электродвигателей должны быть надежно заземлены в соответствии с правилами пользования электроустановок.

Указания по эксплуатации «БМИ-5»

1. Безрешетный молотковый измельчитель «БМИ-5» устанавливается по уровню на специальный фундамент. Допускается наклон не более 5°.

2. Измельчитель должен быть закреплен на опорных болтах.

3. Подача материала должна быть равномерной.

4. Не допускается попадание металлических предметов, камней, мерзлой глины и других посторонних предметов.

5. В качестве питателей можно использовать ленточный транспортер ТК-5М (2 шт.).

6. Включение измельчителя осуществляется в холостую.

7. При эксплуатации измельчителя необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Расчет заземления БМИ-5.

Наиболее распространенный и надежный метод защиты людей от поражения электрическим током являются защитные заземления –

преднамеренные электрические соединения с землей или ее элементом посредством металлических токоведущих частей, которые могут оказаться под напряжением. В качестве искусственных заземлений используют стальные трубы или стержни длиной 2-3 метра.

Сопротивление растекания тока одиночного стержневого заземления определяется:

$$R_e = 0,366 \frac{\rho}{\ell} \left(\ell g \frac{2\ell}{d} + 0,5 g \frac{4h + \ell}{4h - \ell} \right), \quad (2.19)$$

где R_e – сопротивление растекания тока одиночного стержневого заземления, Ом;

ρ – сопротивление почвы, Ом см;

ℓ – длина стержня, см;

d – диаметр стержня, см;

h – глубина заделки, см;

$$R_a = 0,366 \frac{10^4}{300} \left(\ell g \frac{2 \cdot 300}{1} + 0,5 \ell g \frac{4 \cdot 300 + 300}{4 \cdot 300 - 300} \right) = 29,5 \text{ Ом.}$$

Необходимое число заземлений определяется:

$$n = \frac{R_e \cdot k_c}{R_n \cdot \eta_\zeta}, \quad (2.20)$$

где n – необходимое число заземлений;

k_c – коэффициент сезонности;

R_n – нормативное сопротивление заземлений, Ом;

η_ζ – коэффициент использования заземлений.

$$n = \frac{29,5 \cdot 1,2}{10 \cdot 0,88} = 4.$$

Принимая во внимание, что, находим.

Число заземлений – 4.

3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание конструктивно-технологической схемы модернизированной дробилки для зерна

Проведенный выше анализ молотковых дробилок позволил выявить недостаток присущий большинству технологических схем – большие затраты ручного труда при замене сита. Кроме того в известных дробилках, в результате износа режущих поверхностей молотков их необходимо периодически переставлять или заменять.

На рисунке 3.1 представлена автоматизированная молотковая дробилка кормов, а ее электрическая схема на рисунке 3.2.

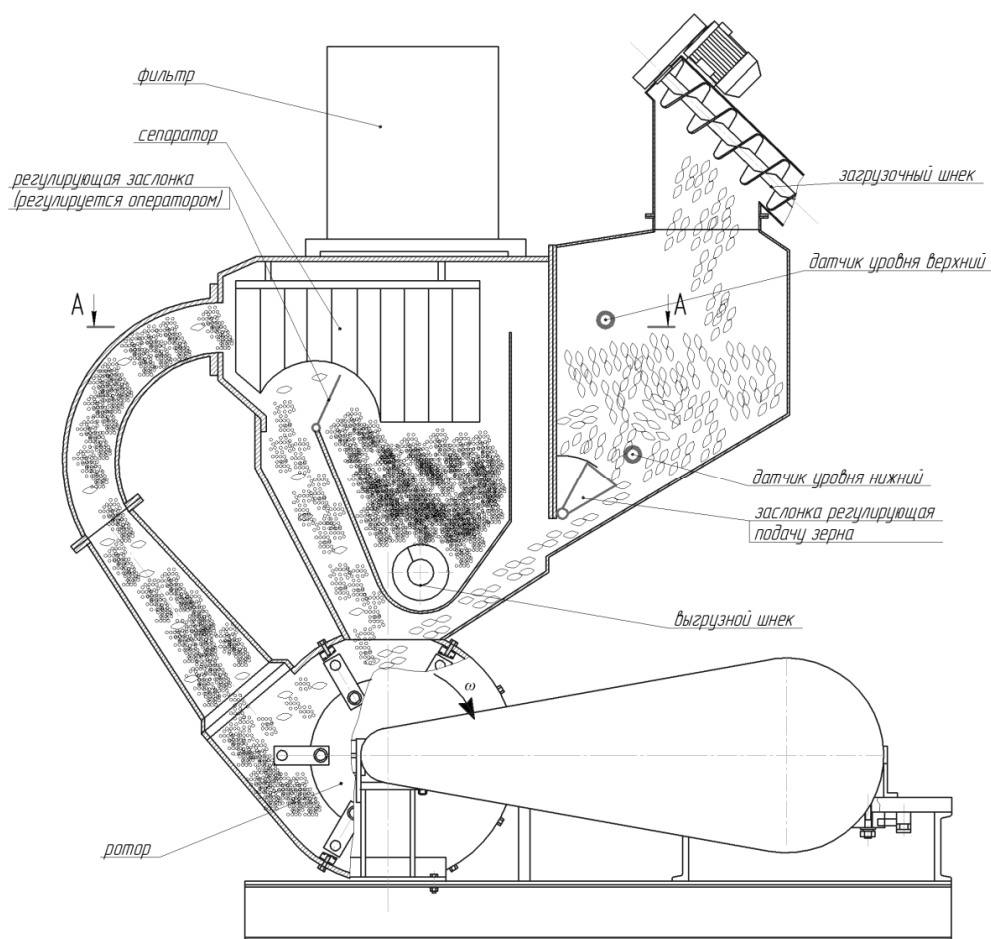


Рисунок 3.1 - Автоматизированная молотковая дробилка кормов

					В И Р 2 5 0 2 0 6 1 1 2 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1											
ИЗ	Лист	№ докум	Подпи	Дат	Автоматизиров								Лит	Лист	Листов	
Разраб	Бурак М.В.															
Пров	Исфиков															
И контр	Исфиков				Казанский ГАУ											
Утверд	Удлиндин															

Подлежащее измельчению зерно с помощью шнека (рисунок 3.1) загружается в бункер, уровень в котором автоматически поддерживается на основе информации от двух датчиков. Подачу зерна на измельчение регулируют заслонкой. При этом продукт дробления по кормопроводу воздушным потоком перемещается в фильтр. Достаточно измельченное зерно, прошедшее решетный сепаратор, представляет собой готовый продукт, который выгружается шнеком. Оставшаяся часть возвращается в дробильную камеру, причем количество этого продукта устанавливает оператор с помощью регулирующей заслонки (в крайнем правом положении весь материал идет на выгрузку без деления на фракции). Одна часть запыленного воздуха возвращается в дробильную камеру, а другая часть, пройдя фильтр, выбрасывается в атмосферу.

Схема управления дробилкой (рисунок 3.2) обеспечивает последовательный пуск электродвигателей выгрузного шнека (М1) и затем дробилки (М2), причем с целью снижения пускового тока электродвигатель дробилки включается по схеме «звезда», а затем переключается на схему «треугольник». Загрузочный шнек пускают, нажимая кнопку SB6 при незаполненном бункере дробилки. Шнек работает до момента замыкания контактов SL1 мембранного датчика верхнего уровня зерна в бункере. Магнитный пускатель КМ4 и реле KV отключаются при их шунтировании контактом SL1. Повторный пуск шнека происходит также автоматически после опорожнения бункера и размыкания контактов датчиков верхнего SL1 и нижнего SL2 уровней. Производительность дробилки регулируется автоматически в зависимости от силы тока, потребляемого электродвигателем М2, с помощью регулирующей заслонки, перемещаемой исполнительным механизмом М4 по ко-манде автоматического регулятора загрузки (АРЗ).

При значительных перегрузках двигателя и перерывах в элект-ропитании электромагнитная муфта УС соединяющая заслонку с ИМ,

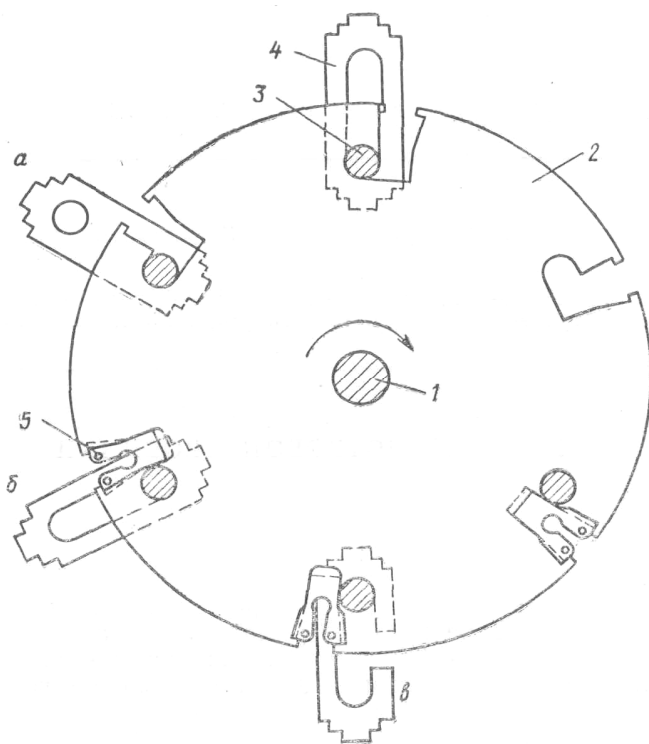
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата



Для измельчения сена и соломы применяют измельчители штифтового, ножевого или молоткового типа. Подлежащий измельчению корм подается в загрузочный бункер, который, вращаясь, сбрасывает его под молотки ротора

дробильной камеры. Измельченная масса выносится из камеры воздушным потоком, создаваемым молотками ротора.

На рисунке 3.3 схематически показан ротор дробилки, разрез, условно укомплектованный молотками различной формы, и фиксирующая пружинная скоба. Ротор молотковой дробилки содержит ведущий вал 1, к которому жестко прикреплены диски 2. На периферийной части дисков выполнены Г-образные пазы с зацепами для установки в них осей 3 в сборе с молотками 4, дистанционными кольцами и крепежными деталями. Установленная в пазы ось фиксируется пружинной скобой 5. Дробильный комплект собирается вне измельчителя. Он может состоять из различного типа молотков, например, оси могут быть гладкими, на которые надеваются молотки и дистанционные кольца.



а – молоток с двумя отверстиями; б – молоток продолговатым отверстием; в – молоток со сквозным вырезом 1 – вал; 2 – диск; 3 – ось; 4 – молоток; пружинная скоба

Рисунок 3.3 – Схема ротора дробилки

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Лист	ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0	Лист
Изм	Лист	№ докум.
	Подпись	Дата

Размещение молотков на оси необходимо производить с учетом того, чтобы они при работе не попадали в след друг другу. В Г-образных пазах ось фиксируется пружинными скобами, имеющими с трех сторон направляющие канавки, а в торцевой части заплечники, которыми скоба в сжатом состоянии упирается в зацепы Г-образного паза и удерживается в нем. Чтобы извлечь скобу из паза, необходимо ввести в отверстия скобы концы съемника, сжать скобу и вытащить в радиальном направлении.

3.2 Расчет конструктивных характеристик модернизируемой молотковой дробилки

Определение геометрических параметров дробильного аппарата

Введем обозначения основных параметров проектируемой конструкции: Q – массовый расход (производительность) молотковой дробилки, т/ч; кг/с; L – ширина камеры измельчения, м; D – диаметр камеры измельчения, м; q – удельная нагрузка на единицу площади проекции камеры измельчения, кг/(с·м²); R – величина радиального зазора (между концами молотков ротора и декой или ситовой поверхностью) м; ΔL – боковой зазор (между плоскостью крайних молотков на оси подвеса и боковой камерой измельчения) м.(рис.3.4)

Инв. № подл.	Подпись и дата					
	Взам. инв. № дубл.					
	Взам. инв. № подл.					
	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0</i>	Лист

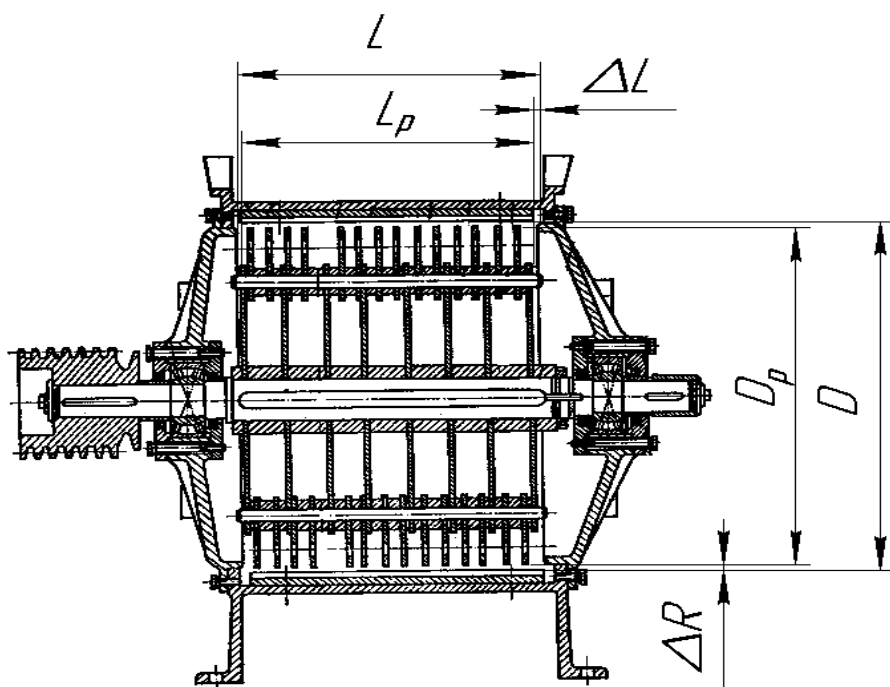


Рисунок 3.4. Схема дробильной камеры молотковой дробилки.

Размеры барабана можно определить от заданной пропускной способности:

$$q = \frac{Q}{L \cdot D}, \quad (3.1)$$

где q – удельная нагрузка на единицу площади проекции камеры измельчения, кг/(с·м²);

L – ширина камеры измельчения, м;

D – диаметр камеры измельчения, м;

Q – массовый расход (производительность) молотковой дробилки, т/ч; кг/с.

Анализ технических показателей современных молотковых дробилок показывает, что при измельчении фуражного зерна $q = 3 - 6$ кг/(с·м²) при скоростях молотков 70 - 80 м/с и средней крупности дерти [14].

Величины L , D – ширина и диаметры камеры измельчения находятся между собой в соотношении:

$$K = \frac{D}{L}. \quad (3.2)$$

Подпись и дата		Рисунок 3.4. Схема дробильной камеры молотковой дробилки.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Взам. инв. № дубл.		Размеры барабана можно определить от заданной пропускной способности:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Взам. инв. № подл.		$q = \frac{Q}{L \cdot D}, \tag{3.1}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Подпись и дата		где q – удельная нагрузка на единицу площади проекции камеры измельчения, кг/(с·м ²);																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Инв. № подл.		L – ширина камеры измельчения, м;																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		D – диаметр камеры измельчения, м;																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Q – массовый расход (производительность) молотковой дробилки, т/ч; кг/с.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Анализ технических показателей современных молотковых дробилок показывает, что при измельчении фуражного зерна $q = 3 - 6$ кг/(с·м ²) при скоростях молотков 70 - 80 м/с и средней крупности дерти [14].																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Величины L, D – ширина и диаметры камеры измельчения находятся между собой в соотношении:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		$K = \frac{D}{L}. \tag{3.2}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

					Лист ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Частота вращения дробильного ротора должна быть такой, чтобы скорость молотков (V_m) обеспечивала разрушение зернового материала за 5-10 ударов по измельчаемому зерну. Обозначим $V_{разр}$ – скорость рабочего органа, при которой происходит разрушение материала при контактном взаимодействии с зерном.

Многочисленными исследованиями установлено, что $V_{разр}$ зависит от вида перерабатываемого материала, требуемой крупности продукта измельчения, конструктивных особенностей дробилки, влажности зерна [18], и ряда других параметров.

Принимаем для расчетов

$$V_{разр} = \sqrt{\frac{k_d \cdot \sigma_{раз} \cdot \ln \frac{a}{x_1}}{\rho}}, \quad (3.6)$$

где k_d – коэффициент динамичности, $k_d = 1,6 \dots 2,0$;

$\sigma_{раз}$ – разрушающее напряжение для материала. Для зерновых кормов $\sigma_{раз} = 7$ МПа.

a – длина зерна, м, $a = 0,005$ м;

x_1 – длина недеформированной части зерна (оставшаяся после удара), м, $x_1 = 0,002$ м;

ρ – плотность зерна, кг/м³, для ячменя $\rho = 1290$ кг/м³.

$$V_{разр} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7000000 \cdot \ln \frac{0,005}{0,002}}{1270}} = 101 \text{ м/с.}$$

Чтобы получить в дробилке действительную скорость соударения молотков с частицами корма, равную разрушающей скорости $V_{раз}$ (формула 6), рабочая скорость молотков V_m должна быть выше, так как молоток ударяет в камере измельчения по вращающемуся кольцевому слою движущегося продукта $V_{сл}$, циркулирующему в камере измельчения. С учетом сказанного, скорость молотков ротора дробилки определяется по выражению

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0				
					Лист				

$$V_m = k_n \cdot (V_{раз} + V_{сл}) = \frac{V_{раз} \cdot k_n}{1 - \beta_{сл}} \quad (3.7)$$

где $\beta_{сл} = \frac{V_{сл}}{V_{раз}} = 0,4...0,5$;

k_n – коэффициент кратности разрушения зерна.

$k_n = 0,5...0,7$ для решетных молотковых дробилок при дроблении пленчатых культур (овес, ячмень) и мягком помете.

$$V_m = \frac{101 \cdot 0,5}{1 - 0,5} = 101 \text{ м/с.}$$

По найденному значению V_m определяем частоту вращения дробильного ротора n_p , мин⁻¹.

$$n_p = \frac{60 \cdot V_m}{\pi \cdot D_p} \quad (3.8)$$

$$n_p = \frac{60 \cdot 101}{3,14 \cdot 0,67} = 2879 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем частоту 2930 мин⁻¹

Полученное значение n_p определит возможную схему расположения ротора: на валу эл. двигателя или с приводом через клиноременную передачу. В нашем случае принимаем соединение приводного эл. двигателя с валом ротора дробилки через соединительную муфту при частоте вращения эл. двигателя $n_{дв} = 3000 \text{ мин}^{-1}$.

Определение размеров, количества и схемы размещения молотков на роторе

Ротор молотковой дробилки с шарнирно-подвешенными молотками должен быть спроектирован таким образом, чтобы реакция от ударных импульсов молотка по зерну не передавалась на палец подвески молотка, а через него – и на подшипники вала ротора дробилки. Молотки, размеры которых удовлетворяют этим условиям называются "уравновешенными на

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Взам. инв. № подл.						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0				Лист

удар". Согласно теории проф. М.М.Гернета усилие удара не будет передаваться на ось подвески молотка при следующем условии:

$$l = \frac{4}{9} R_n \quad (3.9)$$

где l – расстояние от оси подвеса до конца молотка, м;

R_n – радиус дробильного ротора по осям подвески молотков, м. (рис3.4)

Согласно рисунка 3.5 имеем

$$R_n = \frac{D_p}{2} - l. \quad (3.10)$$

Расчет размеров молотков производится в следующем порядке.

Вначале определяем длину a и ширину b молотка, из условия уравновешенности на удар из соотношений

$$a \approx 0,23 \cdot D_p \text{ и } b \approx 0,1 \cdot D_p. \quad (3.11)$$

$$a \approx 0,23 \cdot 0,67 = 0,154 \text{ м, } b \approx 0,11 \cdot 0,0,67 = 0,067 \text{ м.}$$

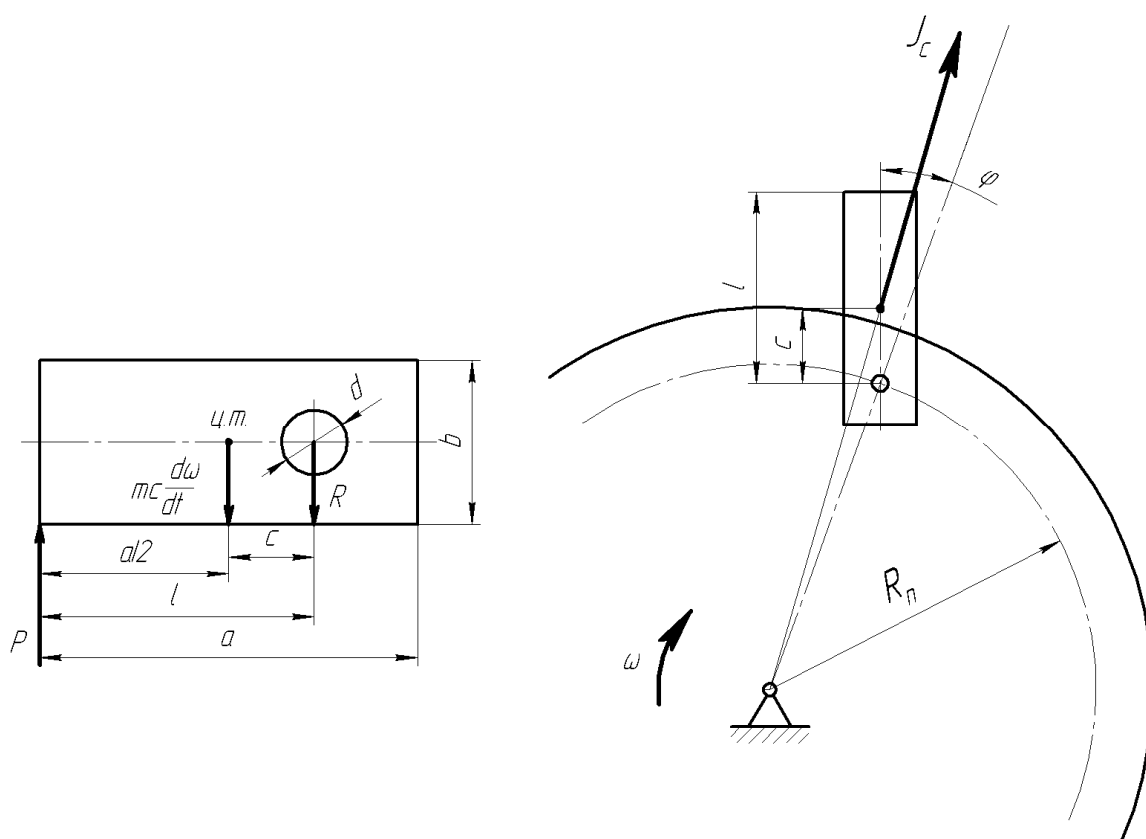
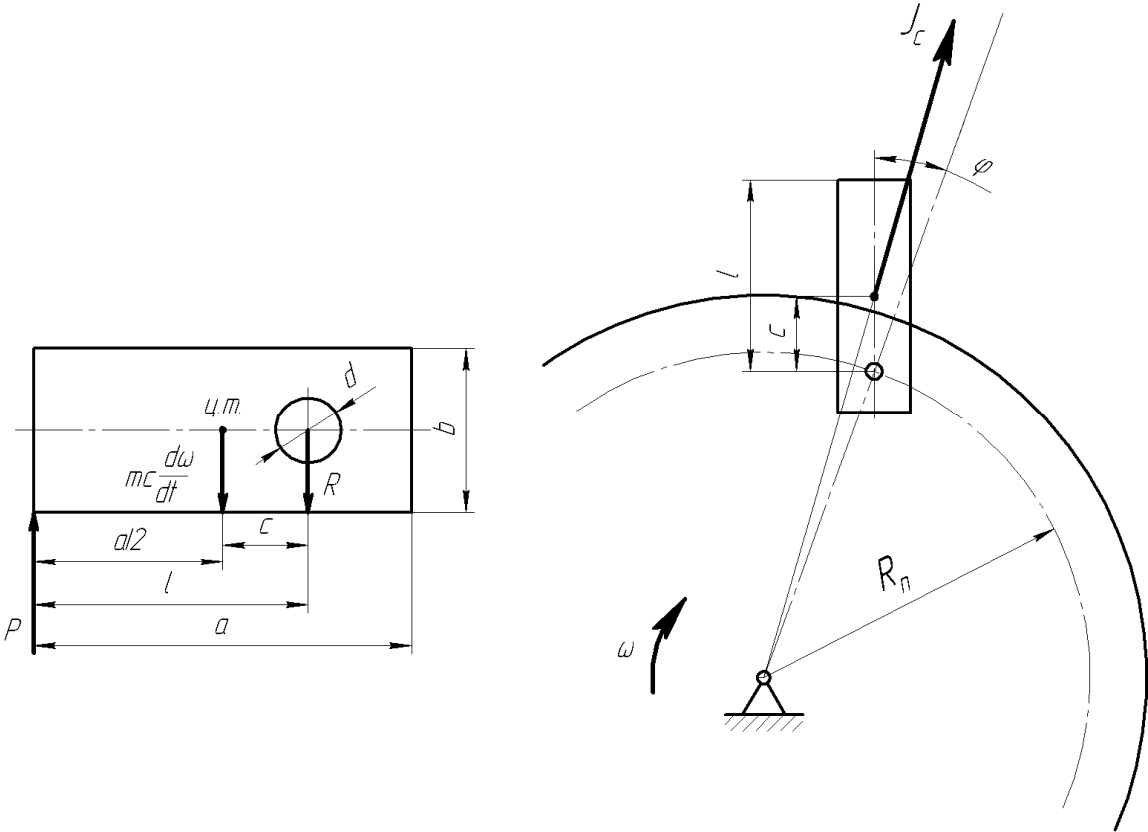


Рисунок 3.5 - Схема для определения размеров молотка дробилки

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Вначале определяем длину a и ширину b молотка, из условия	
					уравновешенности на удар из соотношений	
					$a \approx 0,23 \cdot D_p$ и $b \approx 0,1 \cdot D_p$.	
					$a \approx 0,23 \cdot 0,67 = 0,154$ м, $b \approx 0,11 \cdot 0,067 = 0,067$ м.	
						
Рисунок 3.5 - Схема для определения размеров молотка дробилки						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0	Лист

a – длина молотка, b – ширина молотков, м; l – расстояние от оси подвеса до конца молотка, м; d – диаметр пальцев, м; R_n – радиус дробильного ротора по осям подвески молотков, м.

Диаметр d отверстия под палец и толщину молотка δ_m принимают из условий прочности. В существующих молотковых дробилках $d = 18...25$ мм и $\delta_m = 2...6$ мм. Диаметр отверстия под палец предварительно примем $d = 25$ мм, в дальнейшем этот размер будет уточнен.

Расстояние от центра тяжести молотка до оси подвеса c . для молотка с двумя отверстиями определяется по формуле

$$c = \sqrt{\frac{A^2}{4} + B} - \frac{A}{2}, \quad (3.12)$$

где A и B – коэффициенты, определяемые по формулам:

$$A = \frac{a^2 \cdot b}{\pi \cdot d^2} - \frac{a}{2}, \quad B = \frac{a \cdot b \cdot (a^2 + b^2)}{6 \cdot \pi \cdot d^2} - \frac{d^2}{8}.$$

$$A = \frac{0,0154^2 \cdot 0,067}{3,14 \cdot 0,025^2} - \frac{0,154}{2} = 0,732 \text{ м},$$

$$B = \frac{0,154 \cdot 0,067 \cdot (0,154^2 + 0,067^2)}{6 \cdot 3,14 \cdot 0,025^2} - \frac{0,025^2}{8} = 0,025$$

$$c = \sqrt{\frac{0,732^2}{4} + 0,025} - \frac{0,732}{2} = 0,033 \text{ м}.$$

Проведем поверочный расчет молотка на разрыв в опасном сечении. Допускаемое напряжение вычисляется по формуле:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_m}{n}, \quad (3.13)$$

где σ_m – предел текучести, МПа; для стали 30ХГСА $\sigma_m = 835$ МПа; n – коэффициент запаса прочности, для с/х конструкций $n = 2...3$ [6].

$$[\sigma] = \frac{835}{3} = 278 \text{ МПа}.$$

Условие прочности на разрыв выглядит следующим образом

$$\sigma = \frac{P_{u.m}}{F} \leq [\sigma], \quad (3.14)$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Взам. инв. № подл.	Лист ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0 Лист				
				Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

где $P_{и.м}$ – центробежная сила инерции молотка, Н;

F – площадь в опасном сечении, $м^2$.

$$F = (b - d) \cdot \delta_m. \quad (3.15)$$

$$F = (0,067 - 0,024) \cdot 0,006 = 0,00025 \text{ м}^2.$$

$$\sigma = \frac{10249}{0,00025} = 41 \leq 278 \text{ МПа, условие выполняется.}$$

Расчет призматической шпонки на смятие

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot M}{d \cdot (n - t) \cdot l_p} \leq [\sigma_{см}], \quad (3.16)$$

где M – передаваемый шпонки момент, $Н/мм^2$; d – диаметр вала, мм;

l_p – рабочая длина шпонки, мм; $[\sigma_{см}]$ – допустимое напряжение смятия, равное 120 Н/мм^2 . [6]

Выбор призматической шпонки по ГОСТ 23360-78

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 130 \cdot 10^3}{60 \cdot (11 - 7) \cdot 180} = 108 \text{ Н/мм}^2$$

Условие $\sigma_{см} \leq [\sigma]_{см}$ соблюдается.

3.3 Техника безопасности

В проектируемом кормоцехе некоторые кормоприготовительные машины имеют мощность электродвигателей более 2,8 кВт, поэтому в кормоцехе необходимо их устанавливать на бетонных фундаментах.

Ременные передачи от электродвигателей к измельчающим органам, механизмам вращения питающих транспортеров ограничиваются защитными кожухами из листовой стали толщиной 2 мм.

Предупреждение причин, вызывающих несчастные случаи и травматизм работников, обслуживающих технологические машины и оборудование, создание оптимальных условий труда - главная задача техники безопасности в помещении. Поэтому проектируемая система должна удовлетворять требованиям действующих документов:

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0				
					Лист				

- ГОСТ 19348-82 "Изделия электротехнические сельскохозяйственного назначения. Общие технические условия";
- Правила устройства электроустановок (ПУЭ);
- Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ);
- Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ);
- ГОСТ 12.2042-79 "Машины и оборудование для животноводства и кормопроизводства. Общие требования безопасности." Система стандартов безопасности труда (ССБТ);
- Правил пожарной безопасности.

Защитное заземление должно быть $R_3 \leq 10$ Ом. Заземляющие проводники изготавливаем из стальных труб $\varnothing 50$ мм, толщиной стенки 5 мм, длиной 2 м и соединяем эти трубы между собой стальной полосой, сечением 4х30 мм и проложенной на глубине 0,8 м. Соединение труб и полос осуществляется сваркой.

3.4 Рекомендации по улучшению состояния окружающей среды

В настоящее время происходит интенсивное изъятие человеком из природы в результате его производственной деятельности необходимых веществ: сырья для промышленности, животных, воды, леса и других природных ресурсов. Одновременно нарастает выброс в природу отходов промышленности, бытовых отходов, отработавших предметов и оборудования и т.п. Кроме того человек перестраивает природу для своих нужд, в первую очередь для с/х производства, существенно ее изменяя. Использование сельскохозяйственной техники приводит к негативному механическому, химическому, акустическому и электромагнитному воздействию на живую и неживую природу.

Основными загрязнителями окружающей среды в сельских районах являются животноводческие и птицеводческие фермы, промышленные

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Защитное заземление должно быть $R_3 \leq 10$ Ом. Заземляющие проводники изготавливаем из стальных труб $\varnothing 50$ мм, толщиной стенки 5 мм, длиной 2 м и соединяем эти трубы между собой стальной полосой, сечением 4х30 мм и проложенной на глубине 0,8 м. Соединение труб и полос осуществляется сваркой. 3.4 Рекомендации по улучшению состояния окружающей среды В настоящее время происходит интенсивное изъятие человеком из природы в результате его производственной деятельности необходимых веществ: сырья для промышленности, животных, воды, леса и других природных ресурсов. Одновременно нарастает выброс в природу отходов промышленности, бытовых отходов, отработавших предметов и оборудования и т.п. Кроме того человек перестраивает природу для своих нужд, в первую очередь для с/х производства, существенно ее изменяя. Использование сельскохозяйственной техники приводит к негативному механическому, химическому, акустическому и электромагнитному воздействию на живую и неживую природу. Основными загрязнителями окружающей среды в сельских районах являются животноводческие и птицеводческие фермы, промышленные					
										<i>ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0</i>					Лист

комплексы по производству мяса. Основным фактором воздействия на окружающую среду являются стоки животноводческих комплексов, которые загрязняют близлежащие территории, являются одной из причин эвтрофикации водоемов.

Необходимо не допускать загрязнение почвы и воды отходами животноводства, следить за их утилизацией и исправностью сооружений, организовать правильное использование и хранение навозофекального сырья и сточных вод на полях хозяйства, вести борьбу с переносчиками инфекционных болезней.

3.5 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека,

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Лист ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0					
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3.6 Экономическое обоснование конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_{\text{к}} + G_{\text{г}})k, \tag{3.17}$$

где G – масса конструкции, кг;
 G_к – масса сконструированных деталей, кг;
 G_г – масса готовых деталей, кг, G_г =700;
 k– коэффициент, учитывающий массу израсходованных на изготовление конструкции материалов.

Расчетную массу спроектированных деталей и узлов и агрегатов приводим в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Расчёт массы спроектированных деталей

Наименование изделия	Объём изделия, см ³	Плотность, кг/см ³	Масса детали, кг
Винт нажимной	46,6х2	0,00781	0,72
Молоток	49,68х96	0,00781	37,2

Масса сконструированных деталей определяется по формуле:

$$G_{\text{к}} = (G_{\text{в.}} + G_{\text{м.}}), \tag{3.18}$$

где G_{в.} – масса винта, кг;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0				
					Лист				

G_m – масса молотков, кг;

Определяем значения масс:

$$G_k = (0,72 + 37,2) = 37,92 \text{ кг};$$

$$G_1 = (700 + 37,92)1,05 = 774,816 \text{ кг}.$$

Балансовая стоимость новой конструкции по сопоставимости массы определяется по формуле:

$$C_{б1} = \frac{C_{б0} \cdot G_1 \cdot \delta}{G_0}, \quad (3.19)$$

где $C_{б0}$, $C_{б1}$ – балансовая стоимость старой детали, руб.;

G_0 ; G_1 – масса старой и новой конструкции, кг;

δ – коэффициент удешевления конструкции.

Принимая значения как

$C_{б0}=140000$ руб.; $G_1=774,816$ кг, $\delta=0,9 \dots 0,95$, $G_0=800$ кг

получаем:

$$C_{б1} = \frac{140000 \cdot 774,816 \cdot 0,9}{800} = 122033 \text{ руб.}$$

Часовая производительность машин определяется из конструктивных расчётов (формула 3.1):

$$W_1=5000 \text{ кг/ч};$$

$$W_0=3000 \text{ кг/ч}.$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\dot{Y}_{\dot{a}} = \frac{N_{\dot{a}}}{W_z}, \quad (3.20)$$

где N_e – потребляемая мощность, кВт;

W_z – часовая производительность, кг/ч.

Учитывая, что $N_e=22$ кВт, находим:

$$\mathcal{E}_0 = \frac{22}{9000} = 0,0073 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{кг},$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{22}{10000} = 0,0044 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{кг}.$$

Металлоёмкость процесса определяется по формуле:

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	
												ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0

где z – тарифная ставка, $z = 60$ руб/ч;

T_e – трудоёмкость, чел/литр.

$$T_e = \frac{\Pi_p}{W_r}, \quad (3.25)$$

$$T_{eo} = \frac{1}{3000} = 0,00033 \text{ ч / кг},$$

$$T_{el} = \frac{1}{5000} = 0,0002 \text{ ч / кг},$$

$$C_{з.н0} = 60 \cdot 0,00033 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 0,038 \text{ руб / кг},$$

$$C_{з.н1} = 60 \cdot 0,0002 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 0,023 \text{ руб / кг}.$$

Затраты на электроэнергию определяется по формуле:

$$C_{э} = C_{э} \cdot \mathcal{E}_c, \quad (3.26)$$

где $C_{э}$ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч;

$\mathcal{E}_c$ – потребляемая мощность, кВт·ч.

Принимая во внимание, что $C_{э}=2,57$ руб./кВт·ч, $\mathcal{E}_{e0}=0,0073$ кВт·ч,

$\mathcal{E}_{e1}=0,0044$ кВт·ч, находим:

$$C_{э0} = 2,57 \cdot 0,0073 = 0,018 \text{ руб / кг},$$

$$C_{э1} = 2,57 \cdot 0,0044 = 0,01 \text{ руб / кг}.$$

Затраты на РТО конструкции определяется по формуле:

$$C_{пто} = \frac{C_{\bar{\sigma}} \cdot H_{пто}}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}}, \quad (3.27)$$

где $H_{пто}$ – суммарная норма затрат на РТО, %.

$$C_{пто0} = \frac{140000 \cdot 16}{100 \cdot 3000 \cdot 1350} = 0,0055 \text{ руб / кг},$$

$$C_{пто1} = \frac{122033 \cdot 16}{100 \cdot 5000 \cdot 1350} = 0,0029 \text{ руб / кг}.$$

Амортизационные отчисления определяются по формуле:

$$A = \frac{C_{\bar{\sigma}} \cdot a}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}}, \quad (3.28)$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0				
					Лист				

где a – норма амортизации, %.

Принимая по нормативам, что $a_{0,1}=18$, находим

$$A_0 = \frac{140000 \cdot 10}{100 \cdot 3000 \cdot 1350} = 0,0034 \text{ руб / кг},$$

$$A_1 = \frac{122033 \cdot 10}{100 \cdot 5000 \cdot 1350} = 0,0018 \text{ руб / кг}.$$

$$S_0 = 0,038 + 0,018 + 0,0055 + 0,0034 = 0,0652 \text{ руб / кг},$$

$$S_1 = 0,023 + 0,01 + 0,0029 + 0,0018 = 0,038 \text{ руб / кг}.$$

Приведённые затраты на работу конструкции определяют по формуле:

$$C_{np} = S + E_n \cdot K = S + E_n \cdot F_t, \quad (3.29)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K – удельные капитальные вложения или фондоемкость.

Принимая, что $E_n=0,15$ находим:

$$C_{прив 0} = 0,065 + 0,15 \cdot 0,0069 = 0,066 \text{ руб / кг},$$

$$C_{прив 1} = 0,038 + 0,15 \cdot 0,0036 = 0,039 \text{ руб / кг}.$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_r \cdot T_{год}, \quad (3.30)$$

где $T_{год}$ – годовая нормативная загрузка, ч.

Принимая во внимание, что $T_{год}=1350$, находим:

$$\mathcal{E}_{год} = (0,0652 - 0,038) \cdot 5000 \cdot 1350 = 180835,6 \text{ руб}.$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{год} = (C_{прив 0} - C_{прив 1}) \cdot W_r \cdot T_{год},$$

$$E_{год} = (0,066 - 0,039) \cdot 5000 \cdot 1350 = 184174,6 \text{ руб}. \quad (3.31)$$

Срок окупаемости капитала вложений определяется по формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.32)$$

$$T_{ок} = \frac{122033}{180835,6} = 0,67 \text{ лет}.$$

Коэффициент эффективности капитала вложений определяется по формуле:

Инв. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Взам. инв. № подл.				
	Взам. инв. № дубл.				
Где $T_{год}$ – годовая нормативная загрузка, ч. Принимая во внимание, что $T_{год}=1350$, находим: $\mathcal{E}_{год} = (0,0652 - 0,038) \cdot 5000 \cdot 1350 = 180835,6 \text{ руб}.$ Годовой экономический эффект определяется по формуле: $E_{год} = (C_{прив 0} - C_{прив 1}) \cdot W_r \cdot T_{год},$ $E_{год} = (0,066 - 0,039) \cdot 5000 \cdot 1350 = 184174,6 \text{ руб}. \quad (3.31)$ Срок окупаемости капитала вложений определяется по формуле: $T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.32)$ $T_{ок} = \frac{122033}{180835,6} = 0,67 \text{ лет}.$ Коэффициент эффективности капитала вложений определяется по формуле:					Лист
ВКР.35.03.06.443.18.АДК.00.0					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{зод}}{C_6} = \frac{1}{T_{ок}}, \quad (3.33)$$

$$E_{эф} = 0,67 = 1,48$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	проектируемой
1.	Часовая производительность	кг/ч	3000	5000
2.	Фондоёмкость процесса	руб/кг	0,0069	0,0036
3.	Энергоёмкость процесса	Вт/кг	0,0073	0,0044
4.	Металлоёмкость процесса	кг/кг	0,00004	0,00002
5.	Трудоёмкость процесса	ч-ч/кг	0,00033	0,0002
6.	Уровень эксплуатационных затрат	руб/кг	0,065	0,038
7.	Уровень приведённых затрат	руб/кг	0,066	0,039
8.	Годовая экономия	руб	-	180835,6
9.	Годовой экономический эффект	руб	-	184174,6
10.	Срок окупаемости капитала вложений	лет	-	0,67
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-		1,48

3.7 Выводы по разделу

Выполненные конструктивные расчеты показывают работоспособность конструкции автоматизированной дробилки кормов. Проведенный анализ существующих конструкций позволил обосновать параметры новой автоматизированной дробилки кормов. Экономический эффект от использования проектируемой кормодробилки составит 184174,6 руб.

Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Взам. инв. № подл.	Подпись и дата	Инв. № подл.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании вышеизложенного и выполненной работы можно сделать следующие выводы:

- Выполнен критический анализ технологий измельчения, который позволил определить основные направления в разработке новых технических решений конструкции дробилки кормов. Разработаны мероприятия по техническому обслуживанию оборудования для приготовления кормов.

- На основе анализа конструкций разработана новая автоматизированная безрешетная молотковая дробилка кормов, обладающая более высокими технико-экономическими показателями.

- Рассмотрены требования, предъявляемые к средствам механизации приготовления и раздачи зерновых кормов, а также способы подготовки этих кормов к вскармливанию. Представлены способы, технологии и средства механизации измельчения зерновых кормов. Кроме этого рассмотрен механизм разрушения зерновых кормов.

- Приведены мероприятия по охране труда и технике безопасности для обслуживающего персонала. Рассмотрены вопросы организации охраны окружающей среды.

Расчет экономических показателей подтверждает целесообразность применения проектных решений. Ожидаемый годовой экономический эффект составит 184174,6 руб. Срок окупаемости дополнительных капиталовложений 0,67 лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров А.В. Сопротивление материалов: Учебник для вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин -2-е изд.- М.: Высш. Школа, 2001-560 с.
2. Банников А.Г и др. Основы экологии и охраны окружающей среды. - М.: Колос, 1996 – 311.
3. Баутин В.Н. Механизация и электрификация с/х производства / В.Н. Баутин М.: - Колос, 2000.
4. Брагинец Н.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства/ Н.В. Брагинец, Д.А.Палникин.-3-е изд., - М.: Агропромиздат, 1991-191с.
5. Будзуко И.А. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства. – М.: 1982 – 318 с.
6. Будзуко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства – М.: Агропромиздат, 1990 – 496 с.
7. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных работ квалификационных работ – Казань, 2009.
8. Дегтерев Г.П. Технологии и средства механизации животноводства / Г.П. Дегтерев. М.: Столичная ярмарка, 2010 - 384 с.
9. Дмитриев И.М. Гражданская оборона на объектах агропромышленного комплекса/ И.М. Дмитриев, Г.Я. Курочкин и др.-М.: Агропромиздат, 1982-630с.
10. Инструкция по выбору установленной мощности ПС 35/10, 10/0,4 кВ в сетях сельскохозяйственного назначения РУН. - М.: Сельэнергопроект, 1987 20 с.
11. Луковников А.В. «Охрана труда» 4-е издание. – М.: Колос, 1978 – 352 с.
12. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ “Школа”, 2004-144с.

- 13.Мякинин Е.Г. Методические указания по комплектации реактивной мощности в сельских электрических сетях. – М.: 1991 – 20 с.
- 14.Правила пожарной безопасности для энергитических предприятий. – Ч.: 1995. – 130 с.
- 15.Прусс В.Л., Тисленко В.В. Повышение надежности сельскохозяйственных сетей. Л.: 1989 – 205 с.
- 16.Санлин Л.А. Использование источников энергии в сельскохозяйственном производства – И.: 1994 – 147 с.
- 17.Электроснабжение сельского хозяйства. – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: Колос, 1994 – 288 с.