

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль Технические системы а агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: **Механизация приготовления кормов с разработкой
измельчителя**

Студент _____ группы Б272-05у _____ Шифр ВКР/35.03.06.234.21.ИК.00.00.00.ПЗ
подпись _____ Сабиров А.З.
Ф.И.О.

Руководитель _____ доцент _____ Лушнов М.А.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 8 от 3 марта 2021 г.)

Зав. кафедрой _____ доцент _____ Халиуллин Д.Т.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2021 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль Технические системы а агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/Халиуллин Д.Т./

«___»_____ 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту_Сабирову Асхату Замировичу

Тема ВКР: **Механизация приготовления кормов с**

разработкой измельчителя

утверждена приказом по вузу от «___» марта 2021 г. №

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____4.03.2021 г._____

3. Исходные данные

Патенты РФ;

Производительность измельчителя $q_p = 2,0$ т/ч;

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Литературно-патентный обзор

2. Технологическая часть

3. Конструкторская часть

5. Перечень графических материалов

1. Обзор конструкций

2. Способы обработки кормов
3. Технологическая схема
4. Сборочный чертеж и деталировка

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный обзор		
2	Технологические расчеты		
3	Конструктивные расчеты		

Студент _____ (Сабиров А.З.)

Руководитель ВКР _____ (Лушнов М.А.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Сабирова Асхата Замировича на тему: Механизация приготовления кормов с разработкой измельчителя.

Одной из наиболее актуальных проблем аграрного производства является обеспечение населения в достаточном количестве качественными продуктами. Питательные вещества активно усваиваются в измельчённом виде, так как в измельчённых продуктах увеличивается активная поверхность частиц. Это способствует ускорению процесса пищеварения и усвояемости питательных веществ.

На сегодняшний день еще слабо решены вопросы механизации очистки и мойки корнеплодов, а также их измельчение. Ряд машин и агрегатов имеют не высокую производительность измельчителей и несовершенство рабочего процесса измельчения, которое сопровождается выделением сока. В данной работе на данном этапе поставлена задача, разработать новый, более совершенный, измельчитель кормов повышенной производительности, который должен наиболее полно удовлетворять зоотехническим требованиям. Применение такого измельчителя, на свинофермах, молочных фермах и фермах КРС, а также на малых фермах позволит существенно повысить технико-экономические показатели.

Целью данной выпускной квалификационной работы является Механизация приготовления кормов с разработкой измельчителя.

ВКР состоит из пояснительной записки на 58 листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 10 рисунков, 3 таблицы. Список использованной литературы содержит 21 наименований.

ABSTRACT

To the final qualifying work of Sabirov Askhat Zamirovich on the topic: Mechanization of feed preparation with the development of a shredder.

One of the most urgent problems of agricultural production is to provide the population with sufficient quality products. The nutrients are actively absorbed in the ground form, as the active surface of the particles increases in the ground products. This helps to speed up the digestion process and the absorption of nutrients.

To date, the issues of mechanization of cleaning and washing of root crops, as well as their grinding, are still poorly resolved. A number of machines and aggregates have not high productivity of shredders and imperfection of the working process of grinding, which is accompanied by the release of juice. In this work, at this stage, the task is to develop a new, more advanced, high-performance feed shredder, which should most fully meet the zootechnical requirements.

Application

The purpose of this final qualification work is the mechanization of feed preparation with the development of a shredder. The WRC consists of an explanatory note on 58 sheets of typewritten text and a graphic part on 5 sheets of A1 format. The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes 10 figures, 3 tables. The list of references contains 21 titles..

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	8
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	24
2.1 Зоотехнические требования к технологиям приготовления кормов	24
2.2 Расчет потребного количества кормов	25
2.3 Составление схемы технологического процесса приготовления кормов	27
2.4 Расчет производительности поточных технологических линий	27
2.5 Выбор системы машин для кормоцеха	28
2.6 Описание проекта-прототипа кормоцеха	30
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ	37
3.1 Назначение, устройство и принцип работы механизма измельчителя	37
3.2 Расчет измельчителя кормов	38
3.3 Определение конструктивных параметров и производительности измельчителя	40
3.4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	46
3.5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА	48
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	56
СПЕЦИФИКАЦИИ	58

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в нашей стране все большее распространение получает переработка сельскохозяйственной продукции в цехах малой мощности. Развитие малых зерноперерабатывающих цехов решает ряд немаловажных проблем, и в частности обеспечение населения, рядом различной продукции. Да и строительство этих цехов значительно дешевле, и вводятся они в строй быстрее, чем мощности на крупных элеваторах.

Но с другой стороны, развитие малых цехов порождает новые проблемы, в том числе рационального использования сырья при переработке, соблюдения технологических, санитарно-гигиенических и ветеринарных норм, а также нормативно-технической документации, обучения кадров и др. Однако эти цехи существуют и развиваются как объективная необходимость сегодняшнего дня.

Для производства измельчающих устройств машиностроительные заводы выпускают самые разнообразные машины и оборудование, причем на ряду с созданием новых происходит непрерывное изменение и совершенствование существующих машин и общее увеличение объема их выпуска.

Дробильно-размольная техника прошла свой исторический путь развития, базируясь на достижениях современных ей наук. Это отражено в таких принципах измельчения, как шаровой, вибрационный, самоизмельчение, ударный, ударно-центробежный, струйный и другие.

Практически все способы измельчения малоэффективны по многим показателям на современном уровне развития техники. Поэтому с целью увеличения производительности, снижения металлоемкости и материалоемкости, уменьшения капитальных затрат необходимо искать новые пути совершенствования оборудования для измельчения материалов.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

Патент №2736222 Измельчитель сельскохозяйственной продукции из растительного сырья

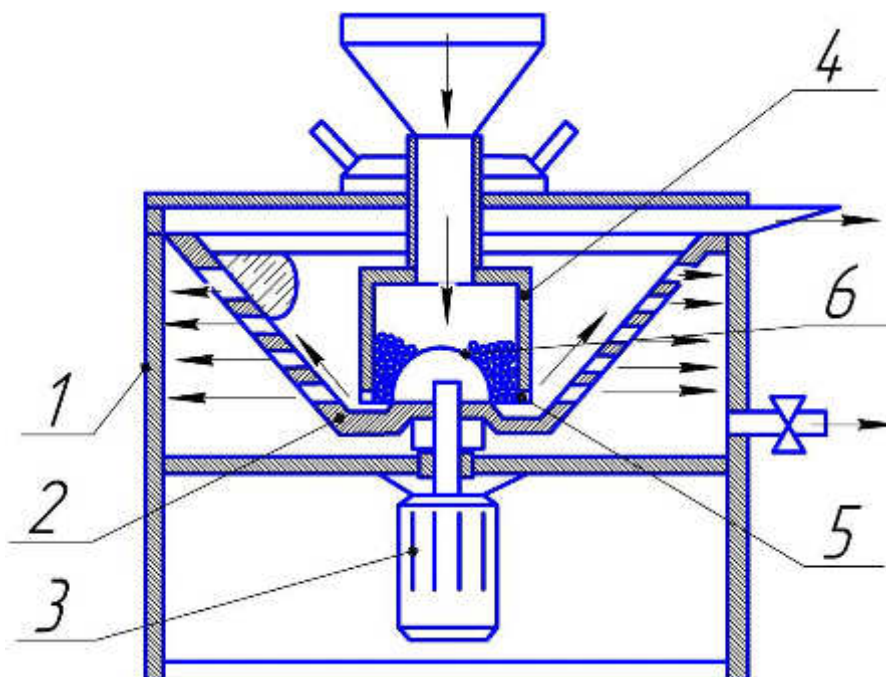


Рисунок 1 – Измельчитель сельскохозяйственной продукции из растительного сырья (патент №2736222)

Задачей настоящего изобретения является расширение технологических и эксплуатационных возможностей при одновременном повышении надежности выполнения процесса измельчения и интенсивности процесса экстракции питательных веществ из сырья.

Это достигается тем, что патрубок выполнен в виде полого цилиндра, нижняя часть которого содержит перфорированную рифленую деку, а диск снабжен полушаровым перфорированным элементом, содержащим рифленую гребенку в нижней его части сопряженную с диском и размещенным во внутренней полости патрубка. При этом диск закреплен на валу электродвигателя посредством крепежной гайки содержащей двухлопастную крыльчатку.

На рисунке 1 изображена схема измельчителя, общий вид.

Измельчитель сельскохозяйственной продукции из растительного сырья включает корпус 1 в котором размещен диск, выполненный в виде

конической тарелки 2, имеющей перфорацию по всей своей поверхности. Тарелка 2 закреплена с возможностью вращения на валу электродвигателя 3. Во внутренней полости тарелки 2, соосно с ней, размещен патрубок 4, выполненный в виде полого цилиндра. Нижняя часть цилиндрического патрубка 4 содержит рифленую деку 5, которая имеет сквозные окна. Во внутренней полости патрубка 4, соосно с ним, посредством разъемного, например, резьбового сопряжения на диске установлен перфорированный элемент 6 в виде полушара. Нижняя часть элемента 6 содержит рифленую гребенку 7. Диск 2 закреплён на валу электродвигателя 3 посредством гайки 8, содержащей двухлопастную крыльчатку 9.

Работает измельчитель сельскохозяйственной продукции из растительного сырья следующим образом.

Предварительно подготовленная растительная композиция, например, замоченное соевое зерно и измельченные или морковь, или свекла, или огурец, или капуста и т.д., взятые в соответствующем соотношении, подается в приемную воронку одновременно с водой так же в определенном соотношении, например, вода : композиция=8:1. (рисунок 1) Композиция в виде смеси компонентов располагается по сферической поверхности перфорированного элемента 6 внутри полости цилиндрического патрубка 4. При вращательном движении элемента 6, продукт под действием силы тяжести увлекается в зазор между рифлеными декой 5 и гребенкой 7 и измельчается путем одновременного дробления и истирания. Подаваемая одновременно с продуктом в полость патрубка 4 вода орошает поверхность продукта в композиции, проходит через зазор совместно с измельчаемой массой частиц и извлекает (экстрагирует) из них питательные вещества (белки, витамины и т.д.). Одновременно с этим, вода так же проходит через отверстия в стенке элемента 6 и попадает в его внутреннее пространство. При этом струйки воды, поступающие через отверстия, попадают на крыльчатку 9, отбрасываются за счет центробежной силы к гребенке 7 и дополнительно омывая измельченные частицы продукта, выходящие из

зазора, извлекают из них оставшиеся питательные вещества, тем самым интенсифицируя процесс их экстракции. В тоже время, измельченная масса, выходящая из зазора между декой 5 и гребенкой 7 движущимся из под элемента 6 потоком воды смывается и образовавшаяся суспензия перемещается под действием центробежной силы по внутренней поверхности перфорированной конической тарелки - 2.

При движении вверх, жидкая часть суспензии отделяется, заполняет пространство за пределами диска 2, и далее выводится по назначению. Отделенная от жидкой части суспензии, твердая фракция, под действием центробежной силы через отверстие в корпусе 1 выводится за его пределы и далее по назначению.

Таким образом, снабжение диска полушаровым элементом, размещенным в полости патрубка, позволяет путем дробления и истирания исходного сырья в виде зерна и кусочков волокнистых продуктов расширить технологические и эксплуатационные возможности измельчителя.

Выполнение стенки полушарового элемента с отверстиями позволяет интенсифицировать движение водяного потока и тем самым интенсивно воздействуя на измельченные частицы «выбивать» их с определенной силой на выходе из зазора через продольные пазы гребенки, с обильным омыванием частиц. Данным обстоятельством обусловлено повышение надежности работы измельчителя.

1. Измельчитель сельскохозяйственной продукции из растительного сырья, включающий корпус и электродвигатель с закрепленным на его валу посредством гайки диском, выполненным в виде перфорированной конической тарелки и соосно с ней установленным патрубком в ее внутренней полости, отличающийся тем, что патрубок выполнен в виде полого цилиндра, нижняя часть которого содержит рифленую перфорированную деку, а диск снабжен полушаровым перфорированным элементом, содержащим рифленую гребенку в нижней его части, сопряженную с диском, и размещенным во внутренней полости патрубка.

2. Измельчитель сельскохозяйственной продукции из растительного сырья по п.1, отличающийся тем, что крепежная гайка снабжена двухлопастной крыльчаткой.

Патент №2738727 Электрогидравлическая дробилка

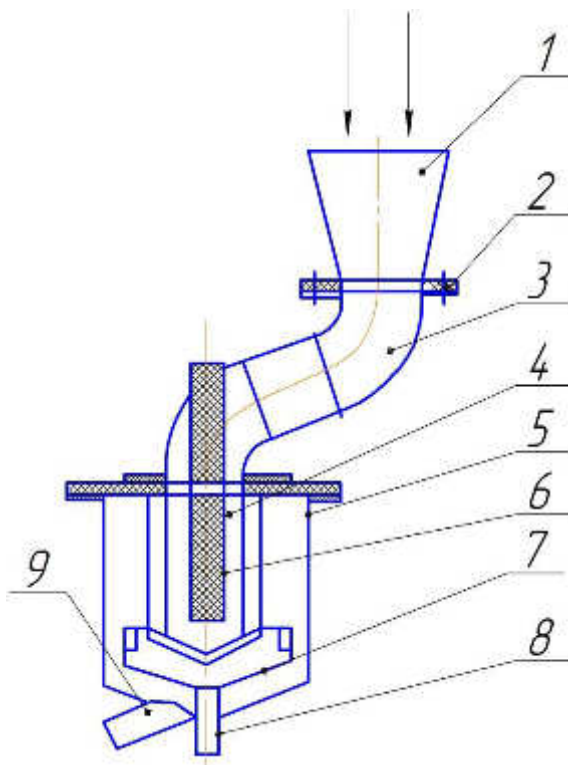


Рисунок 2 – Электрогидравлическая дробилка (Патент №2738727)

Задача предлагаемого изобретения - повышение эффективности дробилки.

Технический результат - повышение производительности и качества готового продукта.

Поставленная задача достигается тем, в электрогидравлической дробилке, содержащей загрузочный бункер, корпус с электродом, заполненный водой, разрядную камеру, разгрузочную решетку, классификационную камеру, разрядная камера совмещена с разгрузочной решеткой и выполнена, по первому варианту, цилиндрической с тангенциальными вертикальными щелями на всю высоту разрядной камеры и коническим дном и размещена внутри цилиндрической классификационной камеры с коническим дном и выходным патрубком

крупной фракции дробления, снабженной классификатором с коническим днищем и круговой щелью по его периметру, установленным под разрядной камерой и образующим с днищем разрядной камеры кольцевую щель и заканчивающийся выходным патрубком мелкой фракции дробления.

Цилиндрическая форма разрядной камеры и ее конструктивное совмещение с разгрузочной решеткой обеспечивает нахождение измельчаемого материала в непосредственной близости от зоны разряда, в которой разрушающие материал силы имеют наибольшую величину, что позволяет достичь высоких значений производительности и КПД процесса дробления.

Воздействие ударной волны в разрядной камере на уже измельченный материал придает ему кинетическую энергию и выбрасывает его с определенной скоростью вместе с жидкостью в классификационную камеру, причем выброс происходит по касательной к цилиндрической поверхности разрядной камеры через ее тангенциальные щели, придавая вращение взвеси раздробленного материала и жидкости.

Более крупные, и, следовательно, более тяжелые частицы, обладая большей кинетической энергией и испытывая большую центробежную силу от вращения взвеси, отбрасываются на периферию классификационной камеры и, оседая под действием силы тяжести, попадают во внешнюю кольцевую щель между классификатором и стенкой классификационной камеры и опускаются по ее коническому днищу к выходному патрубку крупной фракции дробления. Более мелкие частицы в силу действия тех же факторов оседают ближе к центру классификационной камеры и попадают в кольцевые щели, имеющиеся в классификаторе по его периметру и образованную между днищем разрядной камеры классификатором, опускаются по его коническому днищу к выходному патрубку мелкой фракции дробления.

Таким образом, энергия разряда используется не только для дробления материала, но и для деления его по фракциям, что повышает производительность процесса классификации готового продукта.

Коническая форма днища разрядной камеры обеспечивает нахождение дробимого материала в центральной его зоне, где ударный импульс имеет наибольшую величину, что также способствует высокой производительности процесса дробления. Кроме того, коническая форма днища разрядной камеры обеспечивает выброс раздробленного материала под положительным углом к горизонту (при первом варианте исполнения разрядной камеры), что увеличивает дальность его полета в классификационной камере и уменьшает тем самым вероятность выхода более крупных частиц через патрубок мелкой фракции дробления.

Таким образом повышается качество готового продукта, выраженное в процентном содержании частиц заданного размера в выходных фракциях.

Конструкция электрогидравлической дробилки поясняется чертежами, где на рисунке 2 показан общий вид дробилки сбоку первого варианта исполнения.

Электрогидравлическая дробилка включает загрузочный бункер 1, связанный через фланцевое соединение 2 с трубопроводом 3, образованным изогнутыми трубными сегментами (рисунок 2). Трубопровод 3 через фланцевое соединение связан с цилиндрической разрядной камерой 4, которая в свою очередь через другое фланцевое соединение связана с классификационной камерой 5. Причем разрядная камера 4 размещена внутри классификационной камеры 5 соосной с ней. Днище разрядной камеры 4 также выполнено коническим.

Классификационная камера 5 имеет коническое днище, заканчивающееся патрубком 9 выхода крупной фракции дробления. Под разрядной камерой соосно с ней установлен классификатор 7 с коническим днищем, образующий с коническим днищем разрядной камеры 4 две

концентрические щели и заканчивающийся патрубком 8 выхода мелкой фракции дробления.

На трубопроводе 3 установлен изолированный электрод 6, связанный с высоковольтным источником питания и формирователем импульсов (на схеме не показаны) и заканчивающийся разрядным наконечником в нижней части разрядной камеры. Электрод подключен к положительному выходу источника питания, а корпус - к отрицательному.

Трубопровод 3 и классификационная камера 5 с разрядной камерой 4 заполнены водой. Установка снабжена системами циркуляции и очистки воды, не отображенными на схеме.

В зависимости от характера выполняемых функций исполнение разрядной камеры 4 может быть двух вариантов.

Первый вариант - невысокая степень дробления исходного материала до величины, определяемой размерами концентрических щелей классификатора 7. В этом варианте в разрядной камере 4 выполнены вертикальные тангенциальные щели на всю высоту разрядной камеры. Ширина и количество щелей определяется фракционным составом продукта дробления (рисунок 2). Эти щели и представляют собой разгрузочную решетку, конструктивно совмещенную с разрядной камерой 4.

Следует отметить, что в первом варианте исполнения разрядная камера 4 тоже может быть сборной конструкцией, но собранной только из лопастей 10 (лопасти на рисунке 2 не отображены). Так технологически проще изготовить разрядную камеру, однако возможна и литая конструкция, отображенная на рисунке 2.

Установка работает следующим образом.

Исходный материал поступает в загрузочный бункер 1 и перемещается под собственным весом по заполненному водой трубопроводу 2 в нижнюю часть разрядной камеры 4 в зону действия высоковольтного электрического разряда, расположенную между электродом 6 и днищем разрядной камеры. В данной зоне материал подвергается воздействию факторов

электрогидравлического эффекта - высоким и сверхвысоким давлениям, сопровождаемым кавитационными явлениями и ударными волнами в жидкости, возникающими в момент электрического разряда. Воздействие факторов электрического разряда в воде приводит к разрушению исходного материала до фракций, способных пройти через тангенциальные щели разрядной камеры 4.

Тангенциальные каналы придают движению взвеси жидкости и материала вращательное движение в разрядной 4 и классификационной 5 камерах.

Прошедшая тангенциальные щели более крупная фракция дробленого материала, обладая большей кинетической энергией, улетает дальше и попадает в дальние широкие щели классификационной камеры 5, далее выводится через патрубок 9. Более мелкая (легкая) фракция падает раньше и распределяется по узким щелям классификатора 7, затем выводится через патрубок 8. Таким образом производится классификации дробленого материала по фракциям.

Размеры разрядной 4 и классификационной 5 камер, классификатора 7 определяются видом, крупностью и степенью измельчения дробимого материала.

Различие в работе ЭГД второго вариантов исполнения от первого заключается в необходимости большего количества разрядных импульсов для получения менее крупных фракций продукта дробления, способных пройти через щелевые отверстия разрядной камеры.

Перенастройка ЭГД на требуемый размер фракций готового продукта производится отсоединением фланца 13 дробильной камеры 4 от трубопровода 3 и классификационной камеры 5 и установкой лопастей 10 другой толщины или изменения их количества между дисками 11. Трудоемкость снятия камеры дробления 4 невелика, т.к. потребуются отсоединения восьми или шестнадцати болтовых соединений. Для переборки самой камеры дробления надо разобрать восемь болтовых соединений. Таким

образом, весь процесс перенастройки на другую степень дробления займет не более одного-двух часов в зависимости от размеров ЭГД.

Таким образом, заявляемая конструкция электрогидравлической дробилки позволяет исключить недостатки, присущие прототипу и большинству известных конструкций ЭГД, и поэтому обеспечивает существенное повышение производительности процесса дробления и качества готового продукта.

Патент №2287371 Молотковая дробилка

Изобретение предназначено для измельчения зерновых кормов, а также других сыпучих материалов, применяемых для кормления животных. Молотковая дробилка содержит дробильную камеру, бункер с загрузочной горловиной, решето, установленное по периферии дробильного ротора с молотками, причем решето выполнено в виде сегментов, расположенных так, что радиальный зазор между сегментами решета и молотками ротора периодически уменьшается по направлению вращения ротора, начиная от загрузочной горловины на величину от S_{max} до S_{min} , при этом тыльная часть кромки каждого отверстия решета выступает к центру ротора по ходу его вращения, а загрузочная горловина установлена тангенциально [16].

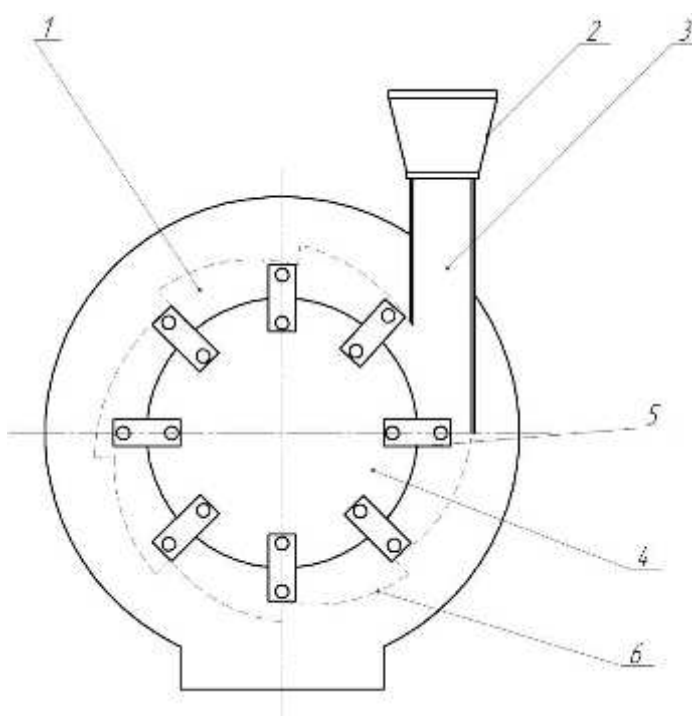


Рисунок 3 – Молотковая дробилка патент №2287371

Молотковая дробилка состоит из дробильной камеры 1, бункера 2, тангенциально установленной загрузочной горловины 3, ротора 4 с шарнирно закрепленными молотками 5 и сегментного решета 6.

Решето 6 в дробильной камере 1 выполнено в виде сегментов 7 так, что радиальный зазор между краями сегмента 7 решета 6 и молотками 5 ротора 4 периодически уменьшается по направлению вращения ротора 4 от загрузочной горловины 3 на величину от S_{max} до S_{min} , благодаря чему тыльная часть 9 кромки каждого отверстия 8 решета 6 по ходу вращения ротора имеет выступ к центру вращения ротора.

Молотковая дробилка работает следующим образом. Зерно из бункера 2 через загрузочную горловину 3 поступает в дробильную камеру 1, где, попадая под удары молотков 5, частично измельчается и увлекается в круговое движение. Измельченные частицы, достигшие проходowego размера, выходят через отверстия 8 решета 6 в качестве готового продукта. Выполнение решета, установленного на периферии ротора 4, с периодически уменьшающимся радиальным зазором между сегментами 7 решета 6 и молотками 5 ротора 4 по направлению вращения ротора 4 от загрузочной горловины 3 на величину от S_{max} до S_{min} позволит уменьшить скорость вращательного движения частиц внутри камеры за счет выступающих тыльных частей кромок каждого отверстия 8 решета 6 к центру по ходу вращения ротора 4, приведет к увеличению скорости соударения молотков 5 с измельчаемым материалом. Кроме того, эффективность процесса измельчения также повысится в результате скалывания частиц измельчаемого материала о выступающие кромки 8 решета 6.

Патент №2415714 Молотковая дробилка

Дробилка молотковая предназначена для измельчения минерального и технологического сырья средней твердостью, с небольшой влажностью до 8%, при которой не происходит замазывание колосниковых решеток. Могут

быть установлены, как в помещении, так и на открытой площадке под навесом.

Исходный материал, непрерывно подается через загрузочную воронку. Дробление происходит за счет удара сырья о молотки, отбойники броней и колосниковых решеток. Готовый продукт просыпается сквозь отверстия в решетке.

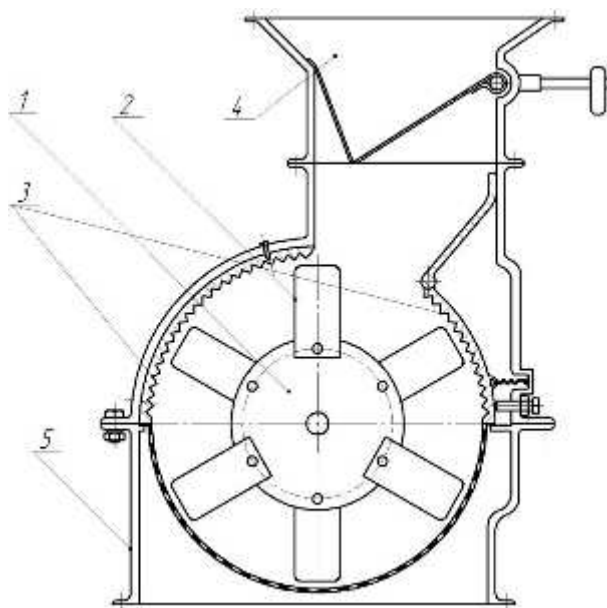


Рисунок 4 – Молотковая дробилка №2415714

Patent No.: US 8,899,503 B2 МОЛОТКОВАЯ МЕЛЬНИЦА НОЖНИЧНОГО ТИПА

Молотковая мельница ножничного типа обычно состоит из входного отверстия, корпуса молотковой мельницы, ротора, молотков, грохота и его каретки, двигателя, выходного отверстия и т. Д. В процессе работы ротор приводится в движение двигателем, так что молотки на роторе вращаются. Материал дробится или измельчается ударом молотка после входа через входное отверстие, затем измельченные частицы материала проходят через отверстия сита и вытесняются через выходное отверстие. Молотковые мельницы в известном уровне техники имеют следующие недостатки

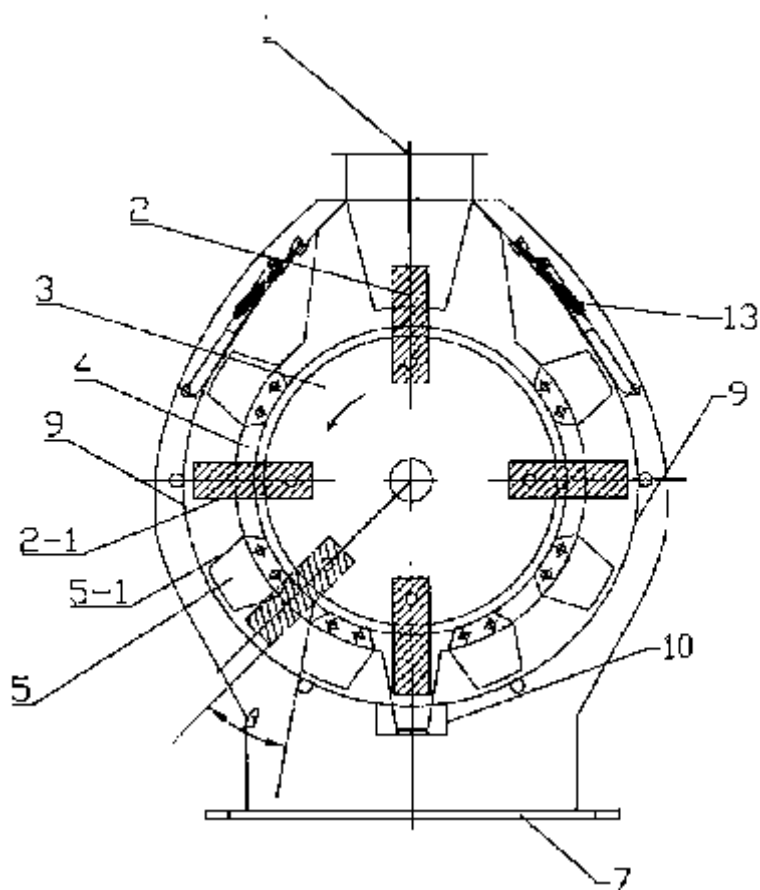


Рисунок 5 –Молотковая мельница ножничного типа (Patent No.: US 8,899,503 B2)

Целью настоящего изобретения является преодоление вышеуказанной технической проблемы путем создания молотка ножничного типа мельница 2, которая может эффективно улучшить филируя эффективность и единообразие частиц порошка.

Цель настоящего изобретения реализуется следующим техническим решением. Ножничный тип молотковая Дробилка, в основном включает в себя входной патрубков, молотки, Ротора, экраном и его экипаж экран, отдушиной, молотковой тела, и мотора, и дополнительно включает в себя стационарные рамки Серп и стационарные hammerblades представленная на стационарных молоток рамка, стационарная станина молота фиксируется на молотке корпуса мельницы, и неподвижный ножи молоток фиксируются на неподвижная рама молотка; неподвижные лопасти молотка установлены параллельно плоскости вращения молотков с расстоянием между ними.

Когда молотки вращаются, они не соприкасаются с неподвижной рамой молотка и неподвижными лопастями ветчины. Когда материал входит в молотковую мельницу, он образует вращающееся материальное кольцо после удара молотком, и материал снова измельчается после того, как материальное кольцо ударяется о неподвижные лезвия молотка. Между тем, стационарные лопасти молотка уменьшают скорость вращения материального кольца, так что материал движется по поверхности экрана с низкой скоростью, что облегчает прохождение частиц порошка через отверстия экрана.

Экран установлен на каретке экрана, под которой может быть предусмотрен вибродвигатель. Вибродвигатель соединен с кареткой грохота. Каретка грохота отделена от корпуса молотковой мельницы виброизолирующим устройством. Например, пружина, так что экран и его каретка могут вибрировать независимо. Экран не соприкасается с неподвижными молотковыми лезвиями и молотками. В качестве экрана при вибрации отверстия грохота непрерывно очищаются, что существенно повышает просеивающую способность измельченного материала, тем самым эффективно снижая явление ослепления грохота.

Расстояние от неподвижных лопастей молотка до плоскости вращения молотков составляет 1-50 мм, и такое расстояние определяется в соответствии с требованиями фрезерования.

Для относительно более мелких частиц порошка можно выбрать меньшее расстояние. Расстояние можно регулировать, регулируя ширину дистанционирующей втулки молотка. Замена УПП молоток при использовании втулки с другой втулкой различной ширины расстояние от неподвижного лезвия молотка до плоскости вращения молотка может быть изменено или такое расстояние может регулироваться регулировкой толщины неподвижных лезвий молотка.

Число неподвижных лопастей молотка на раме стационарного молотка может быть одним или несколькими, а неподвижные лопасти молотка могут

быть листовыми, причем их плоская форма может быть любой из треугольника, трапеции, многоугольника, дуги или их комбинации. Неподвижные лопасти молотка могут быть приварены к неподвижной раме молотка или к неподвижному молотку.

Лопасты могут быть съемными, например резьбовыми, закрепленными на неподвижной раме молотка болтами. Когда неподвижные лопасти молотка и молоток встречаются друг с другом, встречные кромки их образуют острый угол B , если смотреть в плоскости, вертикальной оси вращения ротора. Таким образом, неподвижные лезвия молотка и молотки имеют форму Ножниц, когда они встречаются друг с другом, что способствует улучшению ножничного типа фрезерования материала. Благодаря наличию неподвижных молотковых лезвий движение материала затруднено, так что скорость удара молотков по отношению к материалу увеличивается. Между тем скорость перемещения материала на поверхности экрана, соответствующей экрану, снижается, что может облегчить вытеснение материала. Кроме того, при направляющем действии, возникающем в результате острого угла B между молотками и неподвижными лопастями ветчины, создается составляющая сила в направлении отверстий грохота, которая перемещает материал к отверстиям грохота. Выше упомянутый острый угол b находится как правило, популярен в 10-60 градусов и можно регулировать согласия в соответствии с конкретными требованиями. Угол можно регулировать в определенном объеме, например, регулируя болты для крепления неподвижных лопастей молотка, в частности, предварительно устанавливая пространство для регулировки болта. Конечно, когда неподвижные ветчинные клинки и молотки встречаются друг с другом, их края также могут быть параллельны друг другу. Молотки могут вращаться по часовой стрелке или против часовой стрелки, поэтому молотки обычно имеют двустороннюю симметрию, так что любая сторона неподвижных ветчинных лезвий может встречаться с молотками.

Количество неподвижных рам молотка может быть одним или больше, в зависимости от ширины полости молотковой дробилки.

Неподвижная рама молотка обычно может иметь пластинчатую форму и располагаться параллельно плоскости вращения молотка.

Неподвижная рама молотка может представлять собой кольцевую пластину со сквозным отверстием в центре, отверстие имеет диаметр больше диаметра ротора, так что неподвижная рама молотка не соприкасается с ротором. Одна или несколько неподвижных лопастей молотка предусмотрены на периферии неподвижной рамы молотка, и один или несколько выступов предусмотрены для выдвижения наружу от кольцевой периферии неподвижного молотка.

рамка. Выступы соединены с корпусом молотковой мельницы таким образом, чтобы закрепить неподвижную раму молотка на корпусе молотковой мельницы.

Для повышения износостойкости и ударной вязкости неподвижные лопасти молотка и неподвижная рама молотка могут быть изготовлены из легированной стали с высокой прочностью или могут быть изготовлены сваркой высокопрочной легированной стали на поверхности простой стали.

Настоящее изобретение может быть использовано в горизонтальной молотковой мельнице или может быть использовано в вертикальной молотковой мельнице или других типах молотковых мельниц.

В молотковой мельнице установлен стационарный молоток рама и неподвижные молотковые лопасти, расположенные в соответствии с вышеупомянутой конструкцией, молотки молотковой мельницы могут поддерживать относительно большую разницу скоростей по отношению к материалу не только на входах молотковой мельницы, но и на участке, соответствующем дуге грохота. Между тем, как высокая скорость молотка, так и низкая скорость материала на поверхности экрана могут быть реализованы. Когда молотки вращаются, чтобы встретиться с неподвижными молотковыми лезвиями, угол в виде ножниц образуется таким образом, что

направление движения материала может быть изменено путем наведения боковой стороны неподвижных лопастей молотка, что увеличивает сопутствующую силу для движения материала в направлении нормали к отверстиям грохота, способствуя тем самым повышению эффективности фрезерования и дальнейшему улучшению равномерности фрезерования.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Зоотехнические требования к технологиям приготовления кормов

Для разработки кормоцеха применим суточный кормовой рацион для крупнорогатого скота в стойловой период по табл.30[1]:

Силос и сенаж 14 кг (10+4);

Сено и солома 9 кг (3+6);

Корнеклубнеплоды 3 кг;

Концентрированные корма (мука ячменная 1,1 кг, гороховая 0,8 кг, ржаная 1,1 кг) 3 кг.

Зоотехническими требованиями обусловлены следующие операции по приготовлению концентрированных кормов:

1. Очистка от грязи, земли, камней, семян сорных растений производится обычно предварительно, т.е. не входит в операции производимые непосредственно в кормоцехе;

2. Измельчение до заданной крупности (размеры частиц для КРС не больше 3 мм);

3. Дозирование и смешивание компонентов при приготовлении кормовых смесей (для зерновых кормов показатель однородности смеси должен быть не ниже 90%).

К приготовлению грубых кормов предъявляются следующие зоотехнические требования: сено хорошего качества, отвечающее требованиям по ГОСТ 4808-79, коровам может откармливаться без подготовки, по условиям механизации раздачи кормов требует их измельчения; солома и сено низкого качества подвергают измельчению с целью повышения поедаемости и создания условий, необходимых для осуществления последующих технологических операций;

При измельчении размер резки должен быть для КРС 40-50 мм, более мелкую резку (5-10 мм) говорят, если в дальнейшем ее смешивают с сочными кормами.

С целью повышения эффективности использования питательных веществ грубых кормов, резку смешивают с другими видами кормов (корнеклубнеплоды, силос и т.д.).

К приготовлению сочных кормов предъявляются следующие требования: корнеплоды подвергают мойке, резке и смешиванию; толщина резки при скармливании КРС 10-15 мм; вес корнеклубнеплоды требуются готовить непосредственно перед скармливанием (не ранее чем за 2 часа) во избежание порчи.

2.2 Расчет потребного количества кормов

В течение суток на фермах корма расходуются для каждого кормления неравномерного как по массе, так и по видам кормов.

Для КРС суточный рацион распределяют следующим образом по таблице 3.13. [2].

Таблица 1.1 - Примерное распределение суточного рациона по выдачам (%)

Вид корма	Выдача корма %		
	Утренняя с 6 до 7	Дневная с 13 до 14	Вечерняя с 21 до 22
Грубый	50	-	50
Сочный	30	40	30
Концентраты	35	35	30

Количество корма данного вида по выдачам определяют по формуле [2].

$$q_{к.л.} = п \cdot к \cdot P_{с.к.} / 100 \quad (2.1)$$

где $q_{к.д.}$ - количество корма данного вида в выдаче, кг;

$п$ – количество животных;

$к$ – процент распределения кормов по выдачам (таблица 2.1);

$Р_{с.к.}$ – количество корма данного вида в суточном рационе одного животного, кг.

Исходя из рациона приведенного выше, можно определить количество кормов по выдачам:

Утренняя выдача:

Грубый корм:

$$q_{г.к.} = 800 \cdot 50 \cdot 9 / 100 = 3600 \text{ кг};$$

Силос и сенаж:

$$q_{с.с.} = 800 \cdot 30 \cdot 14 / 100 = 3360 \text{ кг};$$

Корнеклубнеплоды:

$$q_{к.п.} = 800 \cdot 35 \cdot 3 / 100 = 720 \text{ кг};$$

Концентраты:

$$q_{к.ц.} = 800 \cdot 35 \cdot 3 / 100 = 840 \text{ кг};$$

Дневная выдача:

$$q_{с.с.} = 800 \cdot 40 \cdot 14 / 100 = 4480 \text{ кг},$$

$$q_{к.п.} = 800 \cdot 40 \cdot 3 / 100 = 960 \text{ кг},$$

$$q_{к.ц.} = 800 \cdot 35 \cdot 3 / 100 = 840 \text{ кг}.$$

Вечерняя выдача:

$$q_{г.к.} = 800 \cdot 50 \cdot 9 / 100 = 3600 \text{ кг},$$

$$q_{с.с.} = 800 \cdot 30 \cdot 14 / 100 = 3360 \text{ кг},$$

$$q_{к.п.} = 800 \cdot 30 \cdot 3 / 100 = 720 \text{ кг},$$

$$q_{к.ц.} = 800 \cdot 30 \cdot 3 / 100 = 720 \text{ кг}.$$

2.3 Составление схемы технологического процесса приготовления кормов

2.3.1 Виды кормов, способы и схемы приготовления кормов

Различают корма растительного и животного происхождения, а также минеральные вещества и витаминные добавки. Корма растительного происхождения делят на грубые (сено, солома, мякина, сенаж, стебли кукурузы), сочные (корнеклубнеплоды, бахчевые, ботва, силос) и концентрированные (зерно, жмых и др.). К кормам животного происхождения относятся отходы молочной, мясной и рыбной промышленности, снятое молоко, мясо-костная и рыбная мука. В хозяйствах часто используют пищевые отходы предприятий общественного питания, минеральные (мел, соль и др.) и синтетические (карбамид, аммиачная вода) корма, а также витаминные добавки.

Корма в естественном виде часто не соответствуют зоотехническим требованиям, поэтому для повышения их качества необходима предварительная подготовка механическими, химическими, тепловыми и биологическими способами (рис. 2.1), которые применяют отдельно или в сочетании — соответственно выбранной технологии. Как правило, в технологиях подготовки кормов присутствует механический способ (резка, дробление, размалывание и др.), который создает лучшие условия для других операций технологического процесса (например, для дозирования и смешивания). В измельченном виде можно скармливать животным и такие корма, как плиточный жмых, куски ракушечника и др. В результате измельчения исходного корма образуется продукт, обладающий большой

суммарной поверхностью, что обеспечивает лучшую его переваримость и усвояемость организмом животного. После механической обработки корма должны соответствовать следующим зоотехническим требованиям.

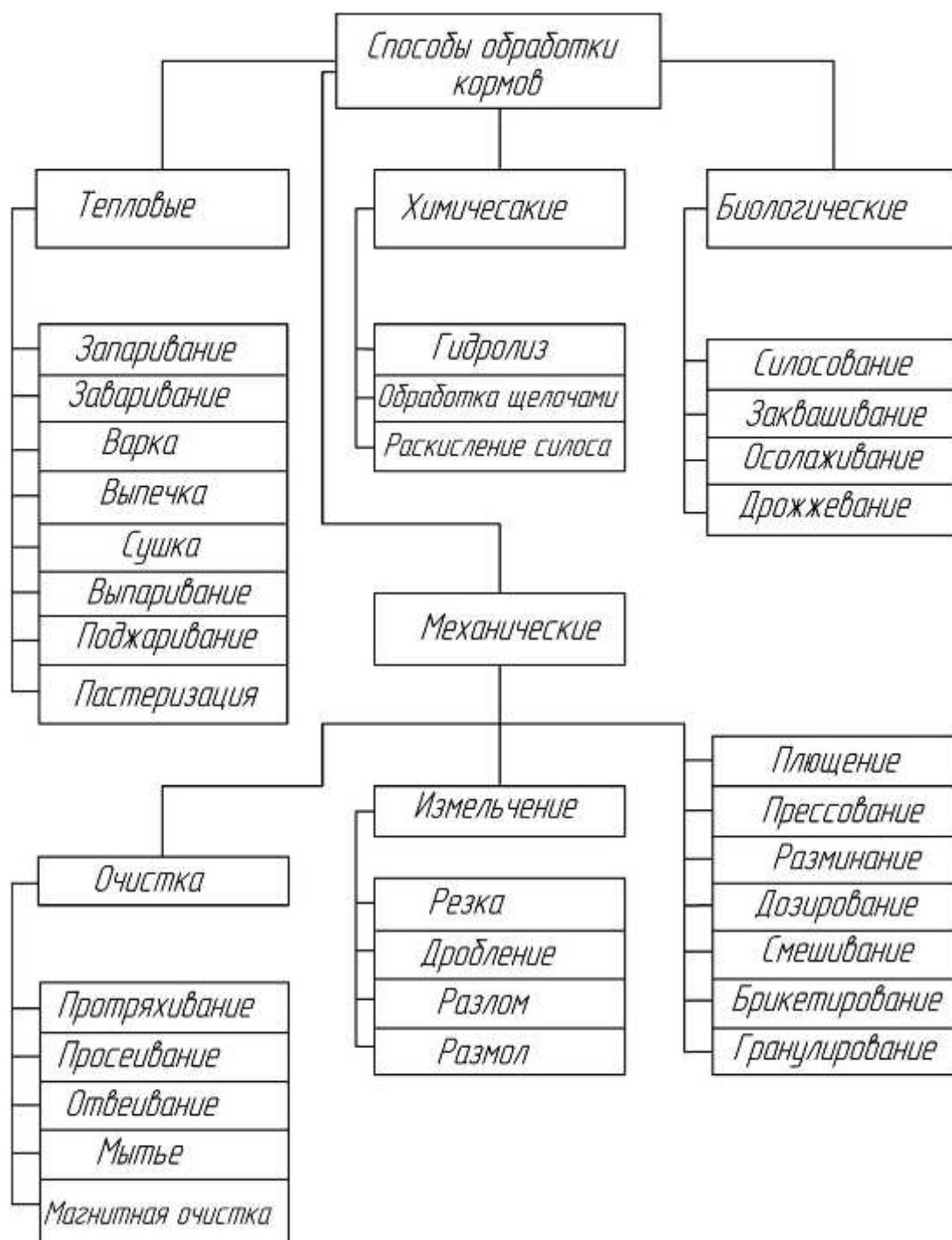


Рисунок 2.1 – Способы обработки кормов

При измельчении длина резки соломы и сена для коров должна быть 3...4см, лошадей — 1,5...2,5 см, овец— 1...1,5 см. Толщина резки корнеклубнеплодов для коров—1,5см (молодняка — 0,5...1), свиней —0,5... 1

см, птицы — 0,3...0,4 см. Жмых для коров дробят до 10...15 мм. Размер частиц измельченных концентрированных кормов должен быть 1,8...4 мм, для свиней и птицы — до 1 мм (мелкий помол) и до 1,8 мм (средний помол). Размер частиц сенной (травяной) муки не должен превышать 1 мм для птиц и 2 мм для других животных. При закладке силоса с добавлением сырых корнеплодов их резка не должна превышать 5...7 мм. Силосуемые стебли кукурузы измельчают до 18...80 мм.

Загрязненность кормовых корнеклубнеплодов допускается не более 0,3 %, зерновых кормов 1 % (песок), 0,04 % (горчак, вязель, спорынья) и 0,25 % (куколь, головня, плевел).

Существует целый ряд технологических схем приготовления кормов. Например, для грубых кормов целесообразно использовать следующие схемы: измельчение — дозирование — смешивание; измельчение — запаривание — дозирование — смешивание; измельчение — биологическая (биохимическая) или химическая обработка — дозирование — смешивание; измельчение — сушка — размол — дозирование — смешивание (при переработке сена в муку); размол — дозирование — смешивание (для сухого сена).

Для проектируемого кормоцеха выбираем схему технологического процесса приготовления кормов предназначенную для приготовления многокомпонентных влажных кормовых смесей с возможностью использования измельченной соломы (сена). Эта схема представлена на рисунке 2.2.

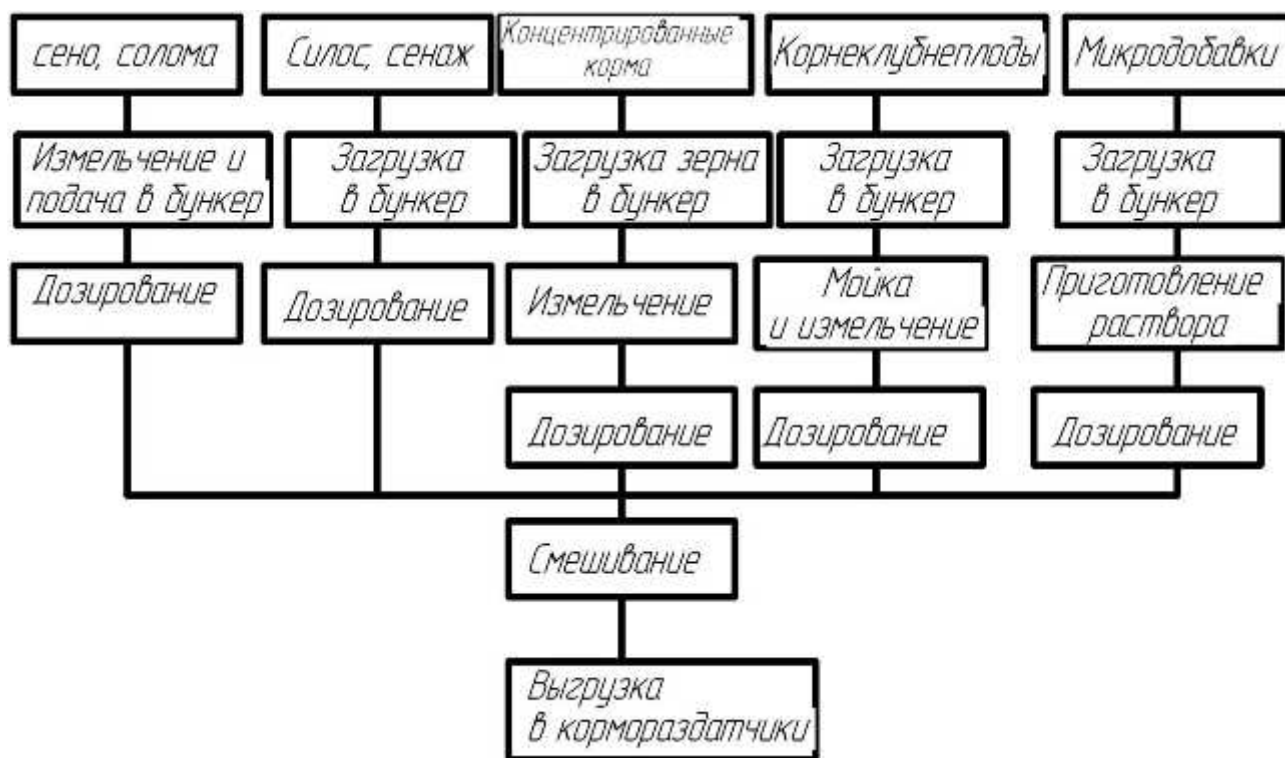


Рисунок 2.2 Схема технологического процесса приготовления кормов

2.4 Расчет производительности поточных технологических линий

Производительность технологической линии находят по формуле [2].

$$W_{\text{ли}} = P_{\text{ко}} \cdot \tau / t, \quad (2.2)$$

где $W_{\text{ли}}$ – производительность технологической линии, т/ч;

$P_{\text{ко}}$ – количество данного вида корма по максимальной выдаче, т;

τ – коэффициент использования рабочего времени, ($\tau = 0,98$);

t – время работы машины, технологической линии, ч.

Объем перерабатываемых кормов в нашем случае по выдачам невелик и поэтому можно ограничить временем работы кормоцеха и всех его технологических линий одним часом, что позволит обходиться без накопительных бункеров готового корма, и производить загрузку непосредственно к кормораздатчикам. Коэффициент τ можно пренебречь, т.к. его применяют обычно при расчетах работы в течение смены. Тогда производительность технологических линий равны разовой выдаче корма данного вида:

- грубых кормов: $W_{г.к.} = 3,6$ т/ч;
- сочных кормов (силос, сенаж): $W_{с.с.} = 4,48$ т/ч;
- корнеклубнеплоды: $W_{к.п.} = 0,96$ т/ч;
- концентрированных кормов: $W_{кц} = 0,84$ т/ч;
- производительность линии смешивания:

$$W_{лс} = W_{гк} + W_{сс} + W_{кп} + W_{кц} = 3,6 + 4,48 + 0,96 + 0,84 = 9,88 \text{ т/ч.} \quad (2.3)$$

2.5 Выбор системы машин для кормоцеха

В качестве прототипа применим проект кормоцеха для приготовления влажных кормовых смесей ВНЭСХа. Производительность данного кормоцеха 60 тонн в смену или примерно 8,6 т/ч. Для нашего случая по выше произведенным расчетам требуется 9,88 т/ч. Рассматривался в расчетах случай работы кормоцеха на один час. Для того чтобы проект прототипа привести в соответствии с требуемой производительностью нужно увеличить время его работы до 1,15 часа или 1 час 10 минут.

В рассматриваемом проекте отсутствует зернодробилка, комбикорма завозятся в готовом виде. По заданию курсового проекта требуется разработать технологическую линию дробления комбикормов, поэтому вводим, а систему машин кормоцеха дробилку молотковую ДБ-5.

В проекте ВНЭСХа солома или сено доставляются в кормоцех в измельченном виде и подвергаются повторному измельчению в дробилке ДКВ-3. Предлагается подводить грубые корма к кормоцеху неизмельченному, хранить необходимый на площадке около кормоцеха, Измельчение производить в один этап измельчением грубых кормов НГК-305 размещенным под навесом со стороны площадки для хранения грубых кормов.

По проекту ВНЭСХа кормоцех оборудован накопительными бункерами больших объемов. Уменьшения объемов (количества) бункеров позволит

уменьшить площадь кормоцеха, поэтому произведем расчеты необходимые для определения потребных объемов бункеров для нашего случая.

Объем бункеров – питателей определяется по формуле [2].

$$V_{\Pi} = P_c \cdot \Pi / (K \cdot \rho), \quad (2.4)$$

где V_{Π} - объем бункера питателя, м^3 ;

P_c – суточный расход корма, кг;

Π – число суток, в течение которых расходуется корма (для корнеклубнеплодов и силоса $\Pi = 1,3$, для грубых кормов $\Pi = 2$, для комбикормов $\Pi = 3$).

K – коэффициент, учитывающий заполнение объема бункера – питателя $k = 0,9$ [2].

ρ – насыпная плотность корма, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Насыпная плотность кормов определяется по формулам [2]:

Для пшеничной соломы (применим общую для грубых кормов):

$$\rho_{\text{сол}} = (0,11 \cdot \omega^2 + 2548,4 \cdot \omega + 193336) / (0,042 \cdot \omega - 0,001 \cdot \omega^2 + 1008,053), \quad (2,5)$$

где ω – влажность кормов, % [2] (для соломы $\omega = 20\%$, для силоса $\omega = 70\%$).

$$\rho_{\text{сол}} = (0,11 \cdot 20^2 - 6,41 \cdot 20 - 129,89) / (0,24 \cdot 20 - 14,9) = 350 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$\rho_{\text{сол}} = (0,11 \cdot 70^2 + 2548,4 \cdot 70 + 193336) / (0,042 \cdot 70 - 0,001 \cdot 70^2 + 1008,053) = 700 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Для зерна применим насыпную плотность ячменя по таблице 10 [3]:
 $\rho = 1300 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Тогда объем бункеров:

Для измельченной соломы (сена):

$$V_{\Pi\Gamma\text{К}} = 7200 \cdot 2 / (0,9 \cdot 350) = 45 \text{ м}^3;$$

Для силоса:

$$V_{\Pi\text{СК}} = 11200 \cdot 13 / (0,9 \cdot 700) = 23 \text{ м}^3;$$

Для зерна:

$$V_{\Pi\text{З}} = 2400 \cdot 3 / (0,9 \cdot 1300) = 6,1 \text{ м}^3.$$

По проекту ВНЭСХа объемы бункеров: для грубых кормов два по 30 м^3 , для силоса (сенажа) 35 м^3 , для комбикормов (в нашем случае зерна) 20 м^3 .

Устанавливаем объемы бункеров для проектируемого кормоцеха:

Для грубых кормов оставляем два бункера по 30 м^3 (КТУ - 10); Для силоса и сенажа один бункер 35 м^3 (КТУ - 10); Для зерна один бункер-питатель объемом 10 м^3 ; Для корнеклубнеплодов один бункер - питатель объемом 10 м^3 .

Уменьшение площади занимаемой бункерами-питателями, изменение расположения оборудования позволяет уменьшить площадь кормоцеха по сравнению с прототипом на 90 м^3 .

2.6 Описание проекта-прототипа кормоцеха

Кормоцех КЦ-15 – проект-прототип. Кормоцех размещен в здании размером $12 \times 15\text{ м}$, к которому примыкает навес шириной $4,5\text{ м}$ и легкая постройка шириной $7,5\text{ м}$, через которые завозят корма и выводят готовую смесь.

Через проемы в стене и в заглубленные бункера 19,21 (рисунок 2.3.) сгущают корнеклубнеплоды и концентрированные корма.

Особенностью технологической схемы кормоцеха является предварительное накопление в отдельных бункерах-дозаторах для силоса 3 (рисунок 1.3.) измельченных компонентов кормосмеси, одновременная подача их на сборный транспортер и в дробилку-смеситель для окончательного измельчения и смешивания.

Кормораздатчик КТУ-10 с измельченной соломой заводят тракторами под навес и подключают к передвижному электроприводу.

Из кормораздатчика солома поступает в молотковую дробилку грубых кормов 5, где измельчается на частицы длиной $1\text{--}3\text{ см}$ и далее вентилятором по трубопроводу подается в два накопительных бункера-накопителя 4.

Силос, сенаж или измельченную зеленую массу сливают в бункер-дозатор 3, установленной в заглубленном приемке.

Корнеклубнеплоды загружают в заглубленный бункер 13 и по транспортеру 12 подают в мойку-измельчитель 11 и бункер-дозатор, выполненный на базе кормораздатчика КРС -1.

Концентрированные корма сгружают в заглубленный бункер 1 и транспортером – питателем ПК-6 подают в тарельчатый дозатор 6. Затем их направляют либо на сборочный ленточный транспортер, либо в котел ВКС-3М для осолаживания и дрожжевания.

Из бункеров-дозаторов, установленных на заданную норму выдачи, компоненты непрерывно поступают ТЛ-4 и в дробилку-смеситель 8 для дополнительного измельчения перемешивания. Готовую кормосмесь наклонным транспортером ТС-40М подают в мобильные кормораздатчики.

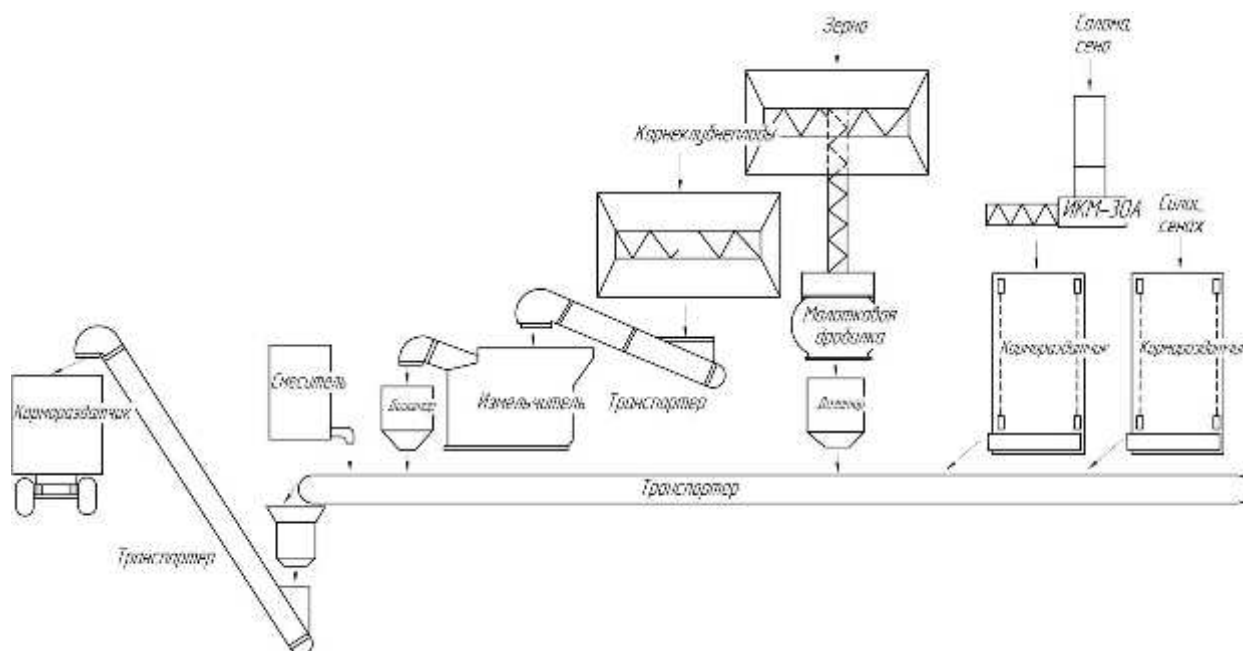


Рисунок 2.3 - Технологическая схема кормоцеха

Растворы различных микродобавок приготавливают в смесителе 9 и также падают в дробилку-смеситель.

Воду для приготовления растворов направляют в электроводонагреватель 8 марки ЭВП-2А и сохраняют в баке 7.

Отвод грязной воды производится через кран в канализацию.

Управление всем оборудованием дистанционное, с электропульты. Приборы защиты электроустановок размещены в электрошкафах 11. Для

обогрева помещения в зимнее время установлен автоматический электродвигатель.

Многое оборудование кормоцеха изготовлено не базе серийно выпускаемых машин. К основному не выпускаемому серийно оборудованию относятся измельчитель грубых кормов ДВК-3 и измельчитель-смеситель ДАС-15. Производительность кормоцеха - 15т/ч. Мощность установленных электродвигателей 110 кВт. Обслуживающий персонал-3 чел. Площадь застройки с навесами 324м², в том числе основного помещения с капитальными стенами 90 м². Масса установленного оборудования 16,2 т.

Предлагаемый проект имеет следующие отличия. Грубые корма не подвозятся в кормоцех в измельченном виде, площадка для их хранения находится непосредственно возле кормоцеха и измельчаются они в кормоцехе на НГК-30Б. Больших изменений в проекте эта операция не вносит, но позволяет обойтись без предварительного измельчения грубых кормов вне кормоцеха. Дополнительно в проект внесена молотковая безрешеточная дробилка ДБ, что позволяет получать комбикорм из зерна непосредственно в кормоцехе. Исключение из проекта электродвигателя 3 (рисунок 1.2.) позволяет при добавлении ДБ обойтись без увеличения общей мощности электродвигателей.

По расчетам емкость бункеров для корнеклубнеплодов и зерна при расчетном количестве голов КРС 800 возможно убавить в два раза. Это позволяет уменьшить площадь помещения (освободить площадь для ДБ). Уменьшение площади можно произвести за счет исключения операции подвозки-разгрузки в кормоцех измельченных грубых кормов. Общее уменьшение площади здания 90 м².

Предлагается увеличить площадь капитального помещения до 150м². Размещение оборудования в закрытом помещении обеспечивает лучшую его работоспособность и сохранность. Еще более важной причиной данного решения является улучшение условий труда обслуживающего персонала особенно в зимний период. Под навесами расположены измельчитель НГК-

30 с транспортером и площадка для загрузки готового корма в кормораздатчики.

Производительность кормоцеха 60 т за смену (9т/ч). Установленная мощность двигателей 116 кВт. Обслуживающий персонал 3 человека. Площадь застройки с навесом 234м², в том числе основного помещения 1150м². Масса установленного оборудования за счет убавления бункеров добавления измельчителя приблизительно 16т.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Назначение, устройство и принцип работы механизма измельчителя

На сегодняшний день существует большое количество видов и моделей измельчителей кормов.

Каждый тип предназначен для определенного вида кормов (сочные, грубые, концентрированные), что в свою очередь требует иметь несколько типов измельчителей. Это влечет за собой увеличение расходов на их приобретение и эксплуатацию.

С учетом проектируемой линии по приготовлению кормов нами предлагается дробилка комбинированного типа.

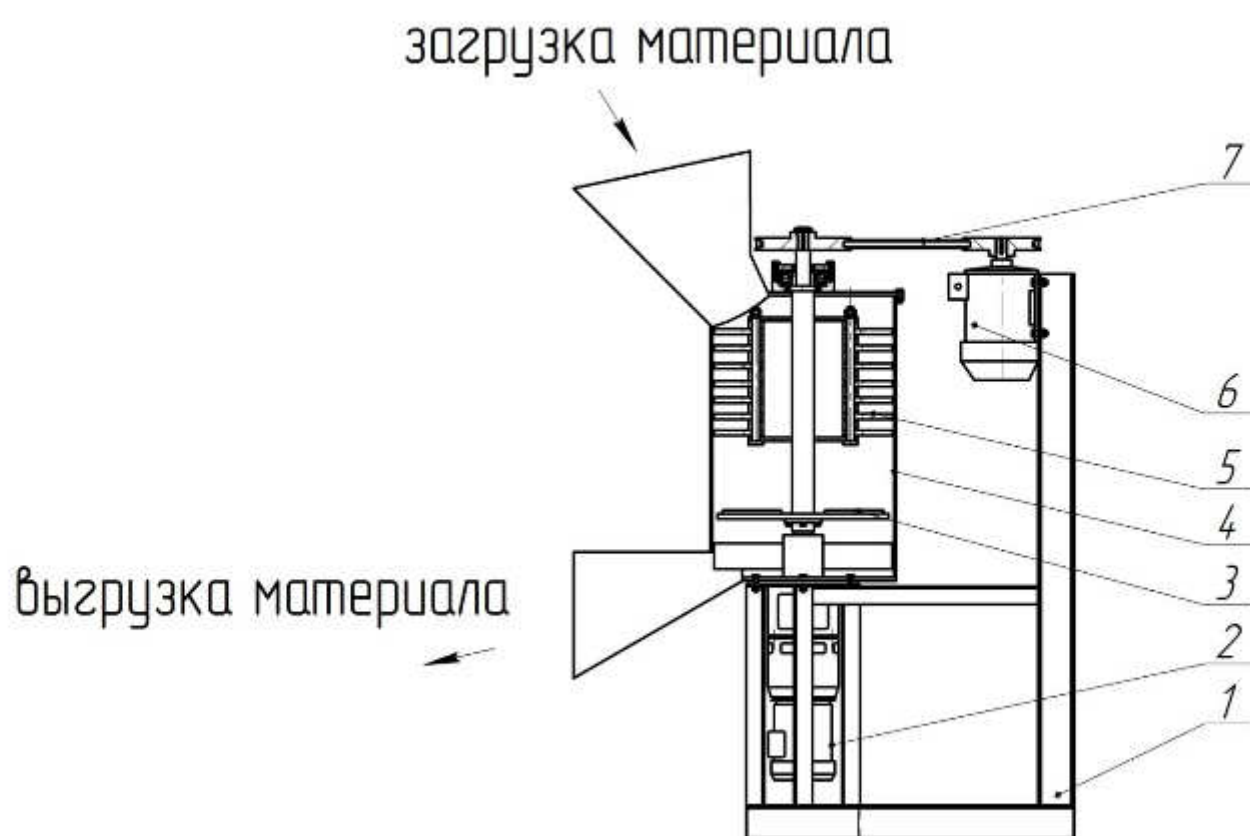
Она включает в себя молотковую дробилку 5, которая расположена в верхней части корпуса 4 и режущий аппарат 3, расположенный в нижней части.

Молотковая дробилка предназначена для дробления зерна, а режущий аппарат для измельчения сочных кормов, а также для удаления готовой продукции из рабочей зоны в подающий патрубок.

Для привода рабочих органов молотковой дробилки применяется электродвигатель 6 с ременным приводом 7. При этом для привода дробилки предлагается использовать разную частоту вращения вала дробилки (высокую для дробления зерна, а низкую при измельчении сочных кормов.) путем использования электродвигателя с разной частотой вращения. Моторредуктор 2 применяется для привода режущего аппарата.

Схема измельчителя кормов представлена на рисунке 3.1.

					ВКР.35.03.06.234.21.ИК.00.00.00.ПЗ				
					Измельчитель				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.		Масса	Масштаб	
Разраб.		Габидуллин А.З.					-	-	
Провер.		Липинский М.А.							
Т. Контр.					лист 1		листо 18		
					КазГАУ каф. МОА группа Б272-05у				
Н. Контр.		Липинский М.А.							
Утверд.		Халиуллин Д.Т.							



1 – рама; 2 – мотор-редуктор; 3 – режущий аппарат; 4 – корпус; 5 – молотковая дробилка; 6 – электродвигатель; 7 – ремешная передача.

Рисунок 3.1 – Схема измельчителя кормов

3.2 Расчет измельчителя кормов

3.2.1 Определение основных параметров измельчителя для сочных кормов

Принимаем производительность измельчителя принимаем 2 т/час для сочных кормов при их плотности $\rho_k \approx 600 \dots 1000 \text{ кг/м}^3$, [3].

Количество режущих ножей определяется по формуле, [2]:

$$Z = \frac{Q}{60\pi(R^2 - r^2) * h * \rho_k * k_0 * k * n_d}, \quad (3.1)$$

где R – наружный радиус лезвия ножа, принимаем $R = 0,23 \text{ м}$;

r – внутренний радиус лезвия ножа, принимаем $r = 0,06 \text{ м}$;

h – толщина отрезаемой стружки, принимаем $h = 0,01 \text{ м}$;

k_0 – коэффициент использования длины ножей $k_0 = 0,4 \dots 0,9$, [2];

k – коэффициент, учитывающий пустоты между частицами, $k = 0,4 \dots 0,6$, [5].

n_d – частота вращения диска режущего аппарата, принимаем $n_d \approx 80 \dots 100$ мин⁻¹.

$$Z = \frac{2}{60 * 3,14 * (0,23^2 - 0,06^2) * 0,01 * 0,7 * 0,5 * 0,4 * 90} = 1,71$$

Принимаем $Z = 2$ шт.

3.2.2 Определение мощности и подбор мотор – редуктора для режущего аппарата.

Мощность определяется по формуле, [2]:

$$N_p = K_3 * g_0 * (R - r) * Z * \frac{\pi * n_d}{30} * \frac{R + r}{2} * k_0 * k, \quad (3.2)$$

где K_3 – коэффициент учитывающий дополнительные затраты мощности, $K_3 \approx 3,4 \dots 3,8$, [4];

g_0 – удельное сопротивление резанию, $g_0 = 1500 \dots 2000$ Н/м, [5];

$$N_p = 3,6 * 2000 * (0,23 - 0,06) * 2 * \frac{3,14 * 90}{30} * \frac{0,23 + 0,06}{2} * 0,5 * 0,4 = 670 \text{ Вт}$$

$$N_{эд} = \frac{N_p}{\eta_{прр}}, \quad (3.3)$$

где $\eta_{прр}$ – КПД привода режущего аппарата, $\eta_{прр} = 0,82$, [2];

$$N_{эд} = 670 / 0,82 = 817 \text{ Вт.}$$

Берем мотор – редуктор МПЗ₂-31,5 с электродвигателем АИР71В2, [2].

$N_d = 1,1$ кВт; $n_{дв} = 90$ мин⁻¹; $T_{вр} = 115$ Нм; $d = 28$ мм, [2].

3.2.3 Подбор муфты.

Муфту подбирают по передаваемому крутящему моменту с учетом диаметров соединяемых валов.

Расчет ведем по наибольшему передаваемому крутящему моменту.

$$T'_M \geq K_M * T, \quad (3.4)$$

где T'_M – максимальный момент передаваемой муфтой, Нм;

					ВКР.35.03.06.234.21.ИК.00.00.00.ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

K_M – коэффициент запаса прочности, $K_M = 2...3$ [6].

T – крутящий момент передаваемой муфтой, Нм.

$T_M = 2 \cdot 115 = 230$ Нм.

Берем упругую муфту с торообразной оболочкой “Мультикросс”:

$T_M = 300$ Нм;

$d_M = 22...60$ мм, [6].

3.3 Определение конструктивных параметров и производительности измельчителя

Исходными данными для расчета дробилок должны быть производительность, степень измельчения, характеристика физико-механических свойств измельчаемого материала.

Основные размеры барабана определяются из зависимости удельной нагрузки барабана от производительности Q , кг/см²,

где q – удельная нагрузка.

В существующих дробилках принимается $q = 2...3$ кг/см² при скоростях молотков 45...55 м/с (первый тип) и 3...6 кг/см² при скоростях 70...80 м/с (второй тип) и средней крупности дерти (6 мм).

При проектировании дробилок в зависимости от типа барабанов задаются отношением

$$k = \frac{D}{L}, \quad (3.5)$$

где $k = 1,5...1,7$ для первого типа дробилок и $k = 4...7$ для второго типа дробилок.

Принимая $D = 0,5$ м найдем длину барабана и производительность дробилки.

$$L = 0,5 / 1,5 = 0,33 \text{ м}$$

Принимаем $L = 0,35$ м

Производительность дробилки определяется по формуле

$$Q = D \cdot L \cdot q, \text{ т/ч} \quad (3.6)$$

$$Q = 0,5 * 0,35 * 2 = 0,35 \text{ т/ч}$$

Размеры и число молотков. Размеры молотков определяются при условии, чтобы удары при дроблении не передавались на палец подвески, а через него и на подшипники вала барабана дробилки. Рассчитанные таким образом молотки называют уравнивающими на удар.

В общем случае устойчивость движения молотка зависит от соотношения размеров радиуса подвески молотка R_n и его длины до подвески l . Из решения дифференциальных уравнений, описывающих сложные колебательные движения молотка, рекомендуется пользоваться соотношениями:

$$R_n = 2,25 \cdot l \text{ и } R_n = 4 \cdot l,$$

Оба соотношения являются оптимальными, но динамический режим работы будет различным.

При малом диаметре барабана $D = 0,4$ м длину молотка до подвески целесообразно увеличивать, например, так как из-за недостаточной длины их работа оказывается неэффективной в технологическом плане.

Длину и ширину молотка, установленного на удар, выбирают по соотношениям:

Диаметр пальца для подвески молотка определяют из условия его прочности. Для данных соотношений размеров молотка и скоростей движения диаметр обычно получается равным 18...20 мм. Количество молотков определяется при условии, чтобы все молотковое поле по ширине дробильной камеры перекрывалось молотками:

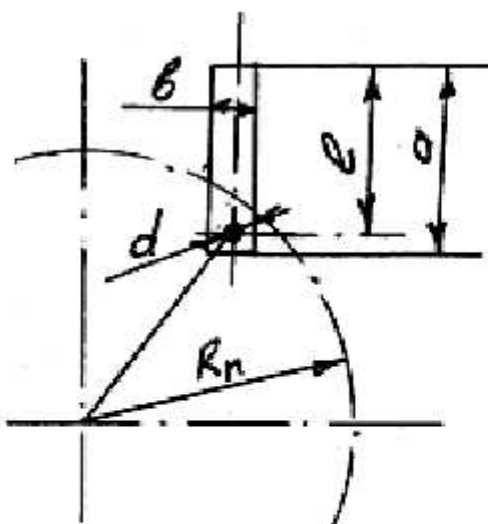


Рисунок 3.2 – схема расположения молотков.

Как упоминалось, располагаются молотки по винтовой линии или рядами в шахматном порядке, но при этом должно быть выполнено условие статической и динамической уравновешенности барабана.

Мощность на привод молотковой дробилки определяется как сумма составляющих:

$$N = N_{изм} + N_n + N_{ж}, \text{ Вт} \quad (3.7)$$

где мощность на измельчение материала определяется по работе измельчения

$$N_{изм} = Q^* A_{изм}, \text{ Вт} \quad (3.8)$$

Мощность на циркуляцию материала и воздуха в камере определяется из допущения, что барабан дробилки работает как вентилятор, у которого лопастями являются молотки. При холостом ходе дробилки

$$N_g = K_n * V_n^3, \text{ Вт} \quad (3.9)$$

где K_n - опытный коэффициент, учитывающий конструкцию и режим работы данного вентилятора ($= 0,05$);

V_n - окружная скорость по концам молотков, м/с.

При рабочем ходе воздействие мощности на вентиляцию возрастает, так как необходимо перемещать слой материала. Это учитывается концентрацией материала в потоке воздуха (кг/кг) и кратностью циркуляции материала.

Часто из-за отсутствия экспериментальных данных мощность на вентиляцию и холостой ход принимают в размере 15...20 % от мощности на измельчение. Тогда полная мощность дробилки

$$N = (1,15 \dots 1,2) N_{\text{изм}}. \quad (3.10)$$

$$N = 1,2 * 0,35 * 6,1 = 2,56, \text{ кВт}$$

3.3.1 Подбор электродвигателя

Используя полученные расчетные данные по частоте вращения вала и мощности ($n = 2626 \text{ мин}^{-1}$, $N = 2,56 \text{ кВт}$) подбираем двухскоростной электродвигатель согласно, [6].

По расчетной мощности выбираем двухскоростной электродвигатель АИР90L2/4, паспортные данные которого представлены в таблице 3.1, [6].

Таблица 3.1 - Характеристика электродвигателя АИР90L2/4.

Наименование показателя	Значение
Мощность N_d , кВт	2,65/2,2
Частота вращения вала n , об/мин	2850/1430
Диаметр выходного вала, мм	24

Предварительное передаточное отношение ременной передачи определяется по формуле:

$$u = \frac{n_d}{n_b} = \frac{2898}{2226} = 1,3. \quad (3.11)$$

3.3.3 Расчет ремennого привода

Расчет ременной передачи производился в приложении МО Excel по методике, изложенной в литературе [5].

Ниже представлены расчетные формулы. Результаты расчетов приведены в таблице 3.2.

В соответствии с передаваемой мощностью и частотой вращения выбираем сечение клиновых ремней “Б” и “В” и дальнейшие расчеты ведем по двум сечениям.

Диаметр малого шкива принимаем по ГОСТ 12884 – 68.

Диаметр большого шкива определяется по формуле:

$$D_2 = \frac{D_1 * n_1 * (1 - \varepsilon)}{(n_1 / U)}, \text{ мм} \quad (3.12)$$

где ε – коэффициент учитывающий скольжение ремня, $\varepsilon = 0,99$, [6].

Уточняем число оборотов второго вала.

$$n_2 = \frac{D_1 * n_1 * (1 - \varepsilon)}{D_2}, \text{ мин}^{-1} \quad (3.13)$$

Определение скорости ремня.

$$V = \frac{\pi * D_1 * n_1}{60}, \text{ м/с} \quad (3.14)$$

Определение межшестрового расстояния.

$$0.5 * (D_1 + D_2) < A < 2 * (D_1 + D_2), \text{ мм} \quad (3.15)$$

Определение длины ремня.

$$L = 2 * A + \frac{\pi * (D_1 + D_2)}{2} + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 * A}, \text{ мм} \quad (3.16)$$

По стандартной длине ремня определяем межшестровое расстояние.

					ВКР.35.03.06.234.21ИК.00.00.00.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$A = \frac{2 * L - \pi * (D_1 + D_2) + \sqrt{[2 * L - \pi * (D_1 + D_2)]^2 - 8 * (D_2 - D_1)^2}}{8} = \text{, мм} \quad (3.17)$$

Проверка угла охвата.

$$\alpha_{\min} = 180^\circ - 57 * \frac{D_2 - D_1}{A} > 120^\circ, \quad (3.18)$$

Определяем допускаемую удельную тяговую способность ремня.

$$K = K_0 * C_K * C_P * C_\alpha * C_v, \quad \text{кГ/см}^2 \quad (3.19)$$

где K_0 - орт полезное напряжение ремня;

C_K - конструктивный коэффициент;

C_P - коэффициент учитывающий режим работы;

C_α - коэффициент учитывающий обхват ремня;

C_v - скоростной коэффициент.

Определение полезного окружного усилия

$$P = 102 * \frac{N_1}{V}, \quad \text{кГ} \quad (3.20)$$

Определение потребного количества ремней

$$Z = \frac{P}{K * F}, \quad \text{шт} \quad (3.21)$$

Таблица 3.2 - Результаты расчета ремешной передачи

Параметр	Значение для сечения ремня "Б"	Значение для сечения ремня "В"
Диаметр малого шкива принимаем по ГОСТ 12884 – 68, мм	160	200
Диаметр большого шкива расчетный, мм	205,9	257,4
Диаметр большого шкива по ГОСТ 12884 – 68, мм	200	250
Число оборотов второго вала, мин ⁻¹	2318	2318
Скорость ремня, м/с	24,27	30,33

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.234.21ИК.00.00.00.ПЗ

Лист

9

Межцентрового расстояния (предварительное), мм	500	500
Длина ремня (расчетная), мм	1566	1708
Длина ремня (стандартная), мм	1600	1800
Межцентрового расстояния (уточненное), мм	517	546
Угла охвата, град	176	175
Допускаемая удельную тяговая способность ремня, кГ/см ²	10,9	9,2
Полезное окружное усилие, кГ	19	15
Потребное количество ремней, шт	2	1

С учетом расчетов окончательно выбираем сечение ремня “В”.

3.4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.4.1 Инструкция по технике безопасности при работе

К работе на измельчителе разрешается допускать лиц в возрасте 18...65 лет годные к данной работе по медицинским показаниям и прошедшие обучение.

Поступающий на работу человек должен пройти вводный инструктаж по безопасным методам и приемам труда, а также первичный инструктаж на рабочем месте, о чем должны быть сделаны записи в журналах с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

Первичный инструктаж на рабочем месте производится с каждым рабочим индивидуально.

Повторный инструктаж должен проводиться не реже чем через 3 месяца. Периодическая проверка знаний по безопасности труда должна проводиться один раз в 12 месяцев.

При изменении правил по охране труда, условий и характера работ (получение нового задания, переход на другой участок работы, замена или модернизация узлов или деталей, приспособлений и т.п.), нарушении действующих норм и правил по охране труда, которые привели или могут

					ВКР.35.03.06.234.21.ИК.00.00.00.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

привести к травматизму, аварии, пожару, при перерывах в работе более 30 календарных дней, по требованию органов надзора проводится внеплановый инструктаж. О проведении повторного и внепланового инструктажа производится соответствующая запись в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. При регистрации внепланового инструктажа указывается причина, вызвавшая его проведение.

Знания, полученные при инструктаже, проверяет работник, проводивший инструктаж.

Рабочий, получивший инструктаж и показавший неудовлетворительные знания, к работе не допускается. Он обязан вновь пройти инструктаж.

Рабочий должен знать принцип работы и устройство измельчителей, технологию производства работ, инструкцию завода-изготовителя по эксплуатации измельчителей, измельчительных агрегатов, инструкцию по охране труда, правила внутреннего распорядка организации труда работников измельчительной установки, требования по выполнению режимов труда и отдыха.

Основными вредными производственными факторами являются: пыль, вибрация, шум

3.4.2 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

Учитывая распространенность умственного или физического труда и его тяжесть, специалисты по механизации делятся на две группы: операторы самоходных машин и агрегаты (водители, трактористы) и специалисты по стационарному оборудованию (механики, слесари, электрики). Поэтому работа одних связана с управлением транспортом, с большой психофизической нагрузкой, а с другими – со сложной координацией

					ВКР.35.03.06.234.21.ИК.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

движений и работой в сложных условиях (на высоте, в ограниченных пространствах). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, особой координации движений. Физическая культура для выпускников должна включать следующие виды спорта: тяжелая атлетика, армрестлинг, борьба, гимнастика, спортивные игры и другие виды спорта.

3.5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

3.5.1 Расчеты балансовой стоимости и массы проектируемой конструкции.

Балансовая стоимость конструкций определяется по формуле, [4]:

$$C_{\text{б}} = (G_{\text{к}} \cdot (C_1 \cdot E + C_{\text{м}}) + C_{\text{пл}}) \cdot K_{\text{нач}}, \quad (3.22)$$

где $G_{\text{к}}$ – масса конструкции без покупных деталей и узлов;

C_1 – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб, ($C_1 = 0,02 \dots 0,15$), [4];

E – коэффициент изменения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска, руб;

$C_{\text{м}}$ – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы машины, $C_{\text{м}} = 50$ руб/кг, ;

$C_{\text{пл}}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб;

$K_{\text{нач}}$ – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости, $K_{\text{нач}} = 1,15 \dots 1,4$, [4].

Масса конструкции определяется по формуле, [2]:

$$G = (G_{\text{к}} + G_{\text{д}}) \cdot K, \quad (3.23)$$

где $G_{\text{к}}$ – масса конструкции без покупных деталей и узлов,;

$G_{\text{д}}$ – масса готовых деталей, узлов и агрегатов. Принимаем $G_{\text{д}} \approx 105$ кг;

K – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов $K = 1,05 \dots 1,15$, [4].

Таблица 3.1 Расчет массы сконструированных деталей

					ВКР.35.03.06.234.21.ИК.00.00.00.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наименование детали и материала	Объем детали, см ³	Удельный вес, кг/см ³	Масса детали, кг	Количество деталей, шт	Общая масса
Крышка	641	0,0078	5	1	5
Корпус	3590	0,0078	28	1	28
Рама	5769	0,0078	45	1	45
Крышка подшипника	77	0,0078	0,6	1	0,6
Стойка гидромотора	897	0,0078	7	1	7
Вал дробилки	1795	0,0078	14	1	14
Режущий аппарат	897	0,0078	7	1	7
Шкив малый	128	0,0078	1	1	1
Шкив большой	128	0,0078	1	1	1
Крышка подшипника нижняя	64	0,0078	0,5	1	0,5
Втулка распорная	26	0,0078	0,2	1	0,2
					117,3

В таблице 3.2. представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкций.

При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом X_0 , а проектируемого X_1 .

Таблица 3.2–Технико-экономические показатели конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемый
Масса, кг	200	250
Потребляемая мощность, кВт	3	3,2
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел.ч.	100	100
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	12	10
Годовая загрузка, ч	1000	1000
Срок службы, лет	10	10
Производительность т./ч	1,60	2,00

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводим в такой последовательности.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.234.21ИК.00.00.00.ПЗ

Лист

13

Часовая производительность конструкции определяется по формуле, [4]:

$$W_{\text{ч}} = 60 \frac{t}{T_{\text{ц}}} \quad (3.24)$$

где t – коэффициент использования рабочего времени смены (0,6...0,9)

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

$$W_{\text{ч1}} = 60 \frac{0,8}{24} = 2 \text{ т./час}$$

$$W_{\text{ч0}} = 60 \frac{0,8}{30} = 1,6 \text{ т./час}$$

Металлоемкость конструкции определяется по формуле, [4]:

$$M_{\text{ел}} = \frac{G_1}{W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} ; \quad (3.25)$$

$$M_{\text{е0}} = \frac{G_0}{W_{\text{ч0}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} ,$$

где $M_{\text{ел}}$, $M_{\text{е0}}$ – металлоемкость проектируемой и существующих конструкции, кг/ т.;

G_1 , G_0 – масса проектируемой и существующей конструкции, кг;

$W_{\text{ч1}}$, $W_{\text{ч0}}$ – производительность;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы, лет.

$$M_{\text{ел}} = 250 / (2 \cdot 1000 \cdot 10) = 0,0125 \text{ кг/ т.};$$

$$M_{\text{е0}} = 200 / (1,6 \cdot 1000 \cdot 10) = 0,125 \text{ кг/ т.}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле, [4]:

$$F_{\text{ел}} = \frac{C_{\text{б1}}}{W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}}} ; \quad (3.26)$$

$$F_{\text{е0}} = \frac{C_{\text{б0}}}{W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}}} ,$$

где $C_{\text{б1}}$, $C_{\text{б0}}$ – балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкции, руб.;

$$F_{\text{ел}} = 120000 / (2 \cdot 1000) = 60 \text{ руб./ т.};$$

					ВКР.35.03.06.234.21ИЖ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		#

$$F_{e0} = 115000 / (1,6 \cdot 1000) = 71,88 \text{ руб./т.}$$

Энергоемкость определяется по формуле, [4]:

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{N_{e1}}{W_{q1}} ; \quad (3.27)$$

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{N_{e0}}{W_{q0}} ,$$

где $\mathcal{E}_{e1}, \mathcal{E}_{e0}$ – энергоемкость проектируемой и существующей конструкции, кВт·ч/т.;

N_{e1}, N_{e0} – мощность нагревателя, кВт;

$$\mathcal{E}_{e1} = 3,2/2 = 1,6 \text{ кВт·ч/т.};$$

$$\mathcal{E}_{e0} = 3/1,6 = 1,875 \text{ кВт·ч/т.},$$

Трудоемкость процесса, [4].

$$T_{ei} = \frac{n_{pi}}{W_{qi}} ; \quad (3.28)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{2} = 0,5, \text{ чел·ч/т.}$$

$$T_{e0} = \frac{1}{1,6} = 0,625 \text{ чел·ч/т.}$$

Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте находят из выражения, [4]:

$$S_1 = C_{зп1} + C_{эл1} + C_{рем1} + A_1; \quad (3.29)$$

$$S_0 = C_{зп0} + C_{эл0} + C_{рем0} + A_0$$

где $C_{зп1}, C_{зп0}$ – затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./т.

$C_{эл1}, C_{эл0}$ – затраты на электроэнергию, руб./т;

$C_{рем1}, C_{рем0}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./т;

A_1, A_0 – амортизационные отчисления, руб./т.

Затраты на оплату труда определяются из выражения, [4]:

$$C_{зп1} = z_1 \cdot T_{e1}; \quad (3.30)$$

					ВКР.35.03.06.234.21ИК.00.00.00.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{т0} = z_0 \cdot T_{с0};$$

где z_1, z_0 – часовая ставка рабочих, начисляемая по среднему разряду, руб./ч.

Согласно данным производства:

$$z_1 = z_0 = 100 \text{ руб./ч.}$$

$$C_{зп1} = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ руб./т.}$$

$$C_{зп0} = 100 \cdot 0,625 = 62,5 \text{ руб./т.}$$

Затраты на топливо определяются по формуле, [4]:

$$C_{эл} = \mathcal{O}_1 \cdot H_{эл}; \quad (3.31)$$

$$C_{эл} = \mathcal{O}_0 \cdot H_{эл},$$

где $H_{эл}$ – цена электроэнергии, $H_{эл} = 5 \text{ руб./кВ.ч.}$

$$C_{от1} = 1,6 \cdot 5 = 8 \text{ руб./т.}$$

$$C_{от0} = 1,875 \cdot 5 = 9,375 \text{ руб./т.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяют из выражения, [4]:

$$C_{р\text{то}1} = \frac{C_{б1} \cdot H_{р\text{то}1}}{100 \cdot W_{ч1} \cdot T_{год}}; \quad (3.32)$$

$$C_{р\text{то}0} = \frac{C_{б0} \cdot H_{р\text{то}0}}{100 \cdot W_{ч0} \cdot T_{год}},$$

где $H_{р\text{то}1}, H_{р\text{то}0}$ – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{р\text{то}1} = 120000 \cdot 10 / (100 \cdot 2 \cdot 1000) = 6 \text{ руб./т.}$$

$$C_{р\text{то}0} = 115000 \cdot 12 / (100 \cdot 1,6 \cdot 1000) = 8,63 \text{ руб./т.}$$

Затраты на амортизацию определяют из выражения, [4]:

$$A_i = \frac{C_{бi} \cdot a_i}{100 \cdot W_{чi} \cdot T_{год}}; \quad (3.33)$$

где a_1, a_0 – норма амортизации, %.

$$A_1 = 120000 \cdot 10 / (100 \cdot 2 \cdot 1000) = 6 \text{ руб./т.}$$

$$A_0 = 115000 \cdot 1 / (100 \cdot 1,6 \cdot 1000) = 7,19 \text{ руб./т.}$$

Отсюда,

$$S_{\text{экспл}} = 50 + 8 + 6 + 6 = 70 \text{ руб./т};$$

$$S_{\text{экспл0}} = 62,5 + 9,38 + 8,63 + 7,19 = 87,7 \text{ руб./т}.$$

Приведенные затраты определяют из выражения, [4]:

$$C_{\text{пр}} = S_1 + E_H \cdot F_e \quad (3.34)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_H = 0,15$, [4].

$$C_{\text{пр1}} = 70 + (0,15 \cdot 60) = 79 \text{ руб./т},$$

$$C_{\text{пр0}} = 87,7 + (0,15 \cdot 71,88) = 98,48 \text{ руб./т}.$$

Годовая экономия в рублях определяется по формуле, [2]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.35)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (87,7 - 70) \cdot 2 \cdot 1000 = 35400 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле, [4]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{в1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.36)$$

$$T_{\text{ок}} = 120000 / 35400 = 3,4 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле, [2]:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{в1}}}, \quad (3.37)$$

$$E_{\text{эф}} = 35400 / 120000 = 0,3.$$

Таблица 3.3– Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

Наименование показателей	Варианты		Прокт в % к базовому
	Исходный	Прокт	
Производительность т/ч	1,6	2,0	125,0
Фондоемкость, руб./т	0,0125	0,0125	100,0
Энергоемкость, кВт/т	71,88	60,00	83,5
Металлоемкость, кг/т	1,875	1,600	85,3

Трудоемкость, чел-ч/ т	0,6250	0,5000	80,0
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ т	87,70	70,00	79,8
Приведенные затраты, руб./ т	98,48	79,00	80,2
Годовая экономия, руб.		35400	
Срок окупаемости капитальных вложений, лет.		3,4	–
Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений		0,3	

Вывод. Разработанная нами конструкция измельчителя кормов, по теоретическим расчетам, является экономически эффективной, так как срок окупаемости дополнительных капитальных вложений равен $3,4 < 10$ лет.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В данной выпускной квалификационной работе предлагается усовершенствованный проект технологической линии получения кормосмеси. Проект - прототип отвечает основным требованиям установленным заданием. Дополнительно в его состав введен измельчитель. За счет изменения объема бункеров (допустимого по расчетам) и изменения в технологической линии измельчения стало возможно сократить площадь помещения.

Все вышеперечисленные изменения позволили получить следующие расчетные результаты (в сравнении с тем, что в этих же условиях работает кормоцех по проекту – прототипу):

- годовая экономия составила 35400 руб.
- срок окупаемости капитальных вложений составил 3,4 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешкин В.Р. Механизация животноводства. Агропромиздат, 1985.
2. Анурьев В.Н. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.1-3. М.: Машиностроение, 1967.
3. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, АН. Остриков // М.: Высш. шк., 2001. - 703 с.
4. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, А.Р.Валиев Казань – 2009. – 64 с.
5. Зайцев А.Т. Механизация производственных процессов в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 2006-350 с.
6. Кулаковский И.В. Машины и оборудование для обработки зерна и корнеклубнеплодов./ Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С./ М.: Россельхозиздат, 2006-53 с.
7. Кулаковский И.В. Машины и оборудование для приготовления кормов./ Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С. и др/ М.: Россельхозиздат, 2000-285 с.
8. Макаров А.П. Механизация приготовления и раздачи кормов на фермах. М.: Колос, 2006.
9. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. Л.: Агропромиздат, 1985-639 с.
10. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Издание 10-ое, переработанное. М.: Колос, 2009-123с.
11. Пилипенко А.Н. Механизация переработки и приготовления кормов в личных подсобных хозяйствах. / Пилипенко А.Н., Тимановский А.В. /Росагропромиздат, 2005-143 с.
12. Роцин П.М. Механизация животноводства./ Роцин П.М., Алешкин В.Р. / Агропромиздат, 2005.

13. Федоренко А.В. Справочник по машиностроению. /Федоренко А.В., Шошин А.И. / Л.: Машиностроение, 2001.
14. Патент №2736222 Измельчитель сельскохозяйственной продукции из растительного сырья, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 15.09.2005 Бюл. №30.
15. Патент №2738727 Электрогидравлическая дробилка, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 24.08.2008 Бюл. №31.
16. Патент №2287371 Молотковая дробилка, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 15.03.2010 Бюл. №3.
17. Патент №2415714 Молотковая дробилка, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 15.08.2007 Бюл. №39.
18. Patent No.: US 8,899,503 B2 Молотковая мельница ножничного типа
19. Драгилев А.И. Технические машины и аппараты пищевых производств /А.И. Драгилев, В.С. Дроздов// М.: Колос, 1999. – 378 с.
20. <https://studfile.net/preview>
21. <http://industrial-wood.ru>

СПЕЦИФИКАЦИИ