

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 - Агроинженерия
Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии приготовления концентрированных
кормов с разработкой безрешётной молотковой дробилки

Шифр ВКР.35.03.06.201.21.БМД.00.00.00.ПЗ

Студент Б272-04у группы


подпись

Кутдусов Ф.И.
Ф.И.О.

Руководитель доцент
учёное звание


подпись

Лукманов Р.Р.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №8 от «03» марта 2021 г.)

Зав. кафедрой доцент
учёное звание


подпись

Халиуллина Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2021 г.

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на ____ листах печатного текста и графической части на 6 листах формата А1, содержит ____ рисунков, ____ таблиц, список использованной литературы содержит ____ наименований.

Во введении обосновывается выбор темы и ее актуальность, а так же формируются задачи проекта.

В первом разделе приводится анализ существующих конструкций дробилок концентрированных кормов и анализ технологий дробления. Также анализируются молотки для дробления. Раздел завершается выводами.

Во втором разделе проведены технологические расчеты кормоцеха.

В конструкторской части обоснована и выбрана разрабатываемая безрешетная молотковая дробилка кормов. Разработаны мероприятия по улучшению условий труда оператора кормодробилки, приведены конструктивные расчеты. Так же дан расчет технико-экономических показателей проектируемой и существующей конструкции. Подсчитан экономический эффект от использования новой конструкции.

Пояснительная записка завершается выводами, где отражаются сущность выполненной работы, позволяющие повысить эффективность производства.

ABSTRACT

The final qualification work consists of an explanatory note on ____ sheets of printed text and a graphic part on 6 sheets of A1 format, contains ____ figures, ____ tables, the list of references contains ____ titles.

In the introduction, the choice of the topic and its relevance are justified, as well as the tasks of the project are formed.

The first section provides an analysis of the existing designs of concentrated feed crushers and an analysis of crushing technologies. Crushing hammers are also analyzed. The section ends with the conclusions.

In the second section, the technological calculations of the feed mill are carried out.

In the design part, the developed grate-free hammer crusher for feed was justified and selected. Measures have been developed to improve the working conditions of the feed crusher operator, and design calculations have been made. The calculation of the technical and economic indicators of the projected and existing structure is also given. The economic effect of using the new design is calculated.

The explanatory note concludes with conclusions, which reflect the essence of the work performed, allowing to increase production efficiency.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Обзор конструкций кормоизмельчителей.....	
1.2. Анализ молотков для дробления.....	
1.3 Выводы по разделу	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Расчет производительности кормоцеха.....	
2.2 Расчет технологических линий кормоцеха.....	
2.3 Расчет количества кормораздатчиков	
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ БЕЗРЕШЕТНОЙ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ ЗЕРНА	
3.1 Описание конструктивно-технологической схемы модернизированной дробилки для зерна	
3.2 Расчет конструктивных характеристик модернизируемой молотковой дробилки.....	
3.3 Экономическое обоснование конструкции.....	
3.3 Техника безопасности	
3.4 Рекомендации по улучшению состояния окружающей среды	
3.5 Физическая культура на производстве.....	
3.6 Выводы по разделу	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
ЛИТЕРАТУРА	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

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.

Правильность и качество приготовления кормов, в том числе и комбинированных, значительным образом сказывается на продуктивности животных, их здоровье, а в конечном итоге на качестве продукции животноводства. В связи с этим необходимо особое внимание уделять процессу подготовки зерна к скармливанию, а именно - его измельчению. Для этого в хозяйствах всех категорий широкое распространение получили молотковые дробилки. Благодаря своим преимуществам, а именно простой конструкции, малой металлоемкости, высокой энергонасыщенности, низкой стоимости, молотковые дробилки нашли широкое применение в горнорудной, цементной, кондитерской промышленности, а также во многих других отраслях народного хозяйства.

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

Возросшие требования к энергоэффективности, качеству, производительности невозможно удовлетворить без совершенствования конструкции измельчающих машин. Поэтому изменение рабочих органов, а также совершенствование процесса измельчения непременно скажется на качестве и себестоимости продукции.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

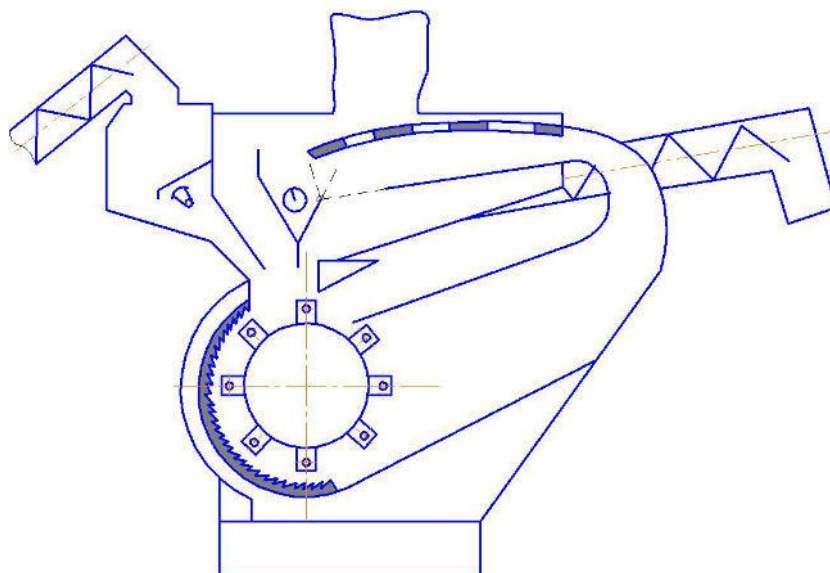
1.1 Обзор конструкций кормоизмельчителей

В настоящее время разработаны большое разнообразие конструкций машин для измельчения и дробления кормов, которые отличаются производительностью, формой молотков, потребляемой мощностью и т.д. Рассмотрим некоторые из них.

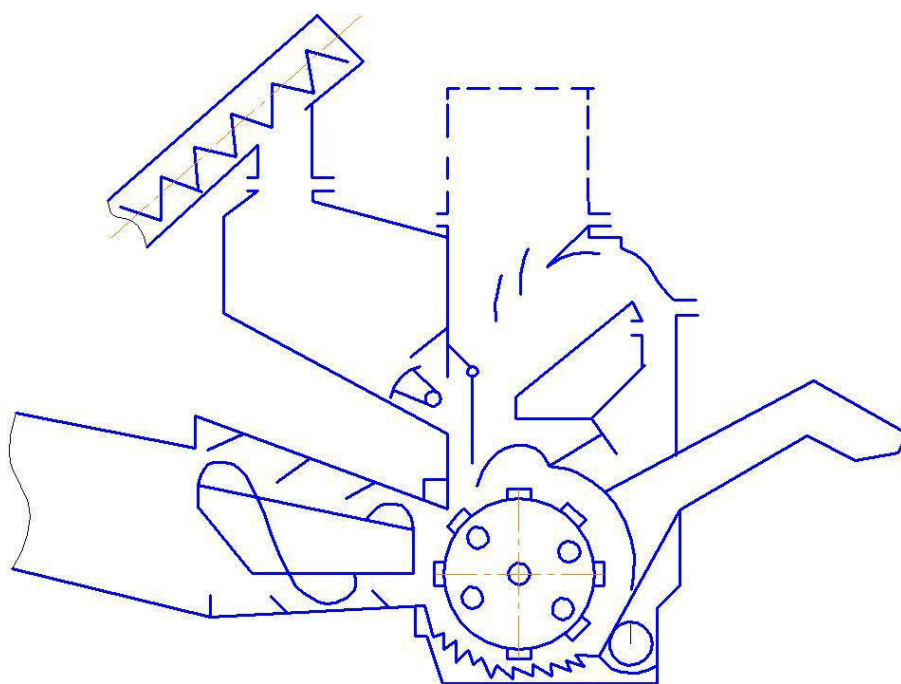
На сегодня известны безрешетные молотковые дробилки ДБ - 5 и ДКМ-5, которые максимально унифицированы между собой по основным рабочим органам. Технологические операции, протекающие в процессе работы дробилки ДБ - 5 (рисунок 1.1 а.), тесно взаимосвязаны между собой и имеют непрерывный цикл. При работе 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 1.1 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)



б)

а) ДБ - 5; б) ДКМ – 5

Рисунок 1.1 – Конструктивно-технологические схемы безрешетных молотковых дробилок

На рисунке 1.2 изображена безрешетная молотковая дробилка.

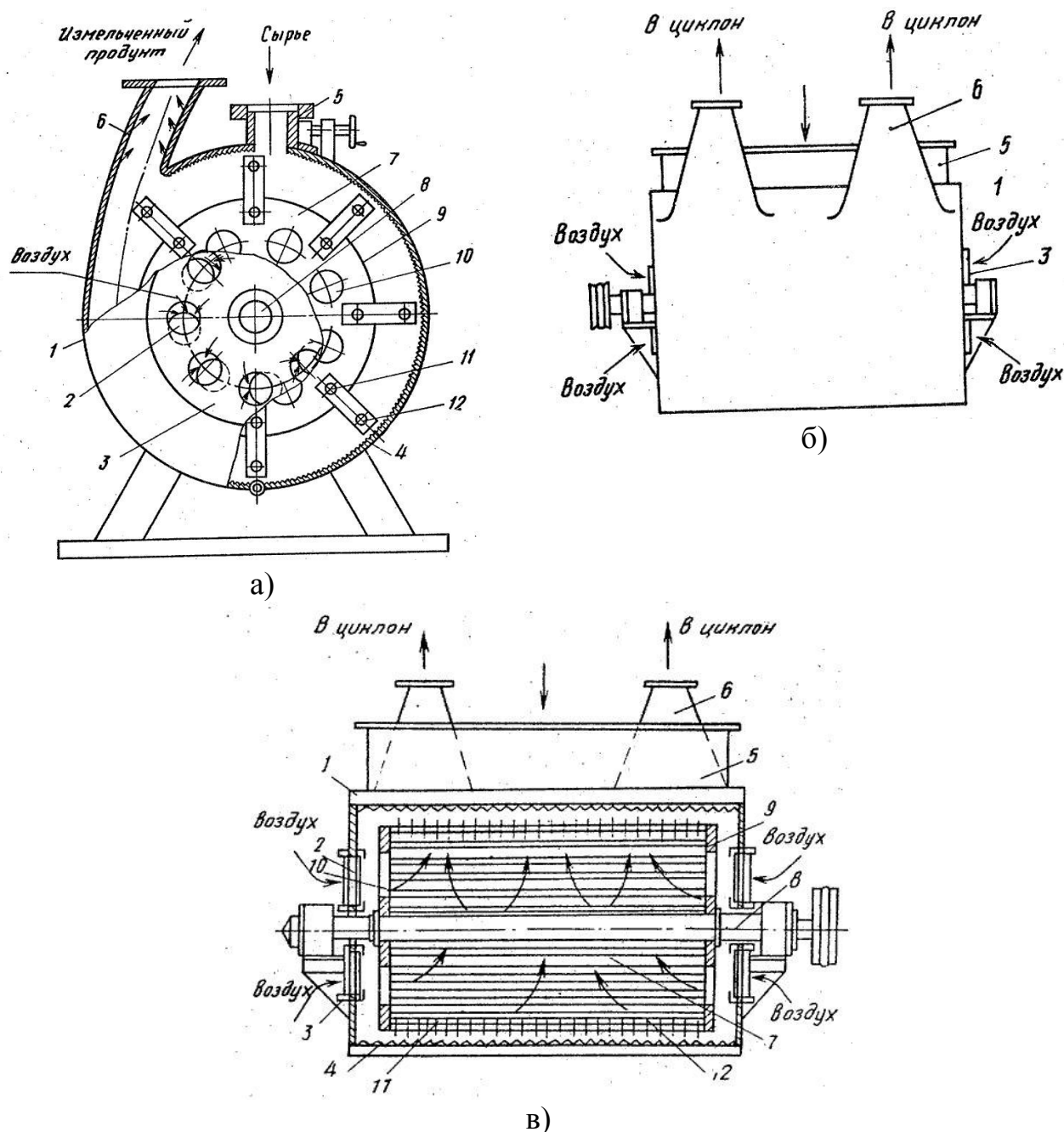


Рисунок 1.2 – Безрешетная молотковая дробилка (А.С. №1719059)

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.

Молотковая дробилка (рисунок 1.3) состоит из ротора с валом 1 с насаженными на него дисками 2, между которыми на осях 3 шарнирно подвешены молотки 4 с шайбами 5 между ними, опорных дисков 6, корпусов подшипников 7, крышек корпуса 8 с подшипниками 9, крышками подшипников 10, корпуса 11 с входным 12 и выходным 13 отверстиями в нем.

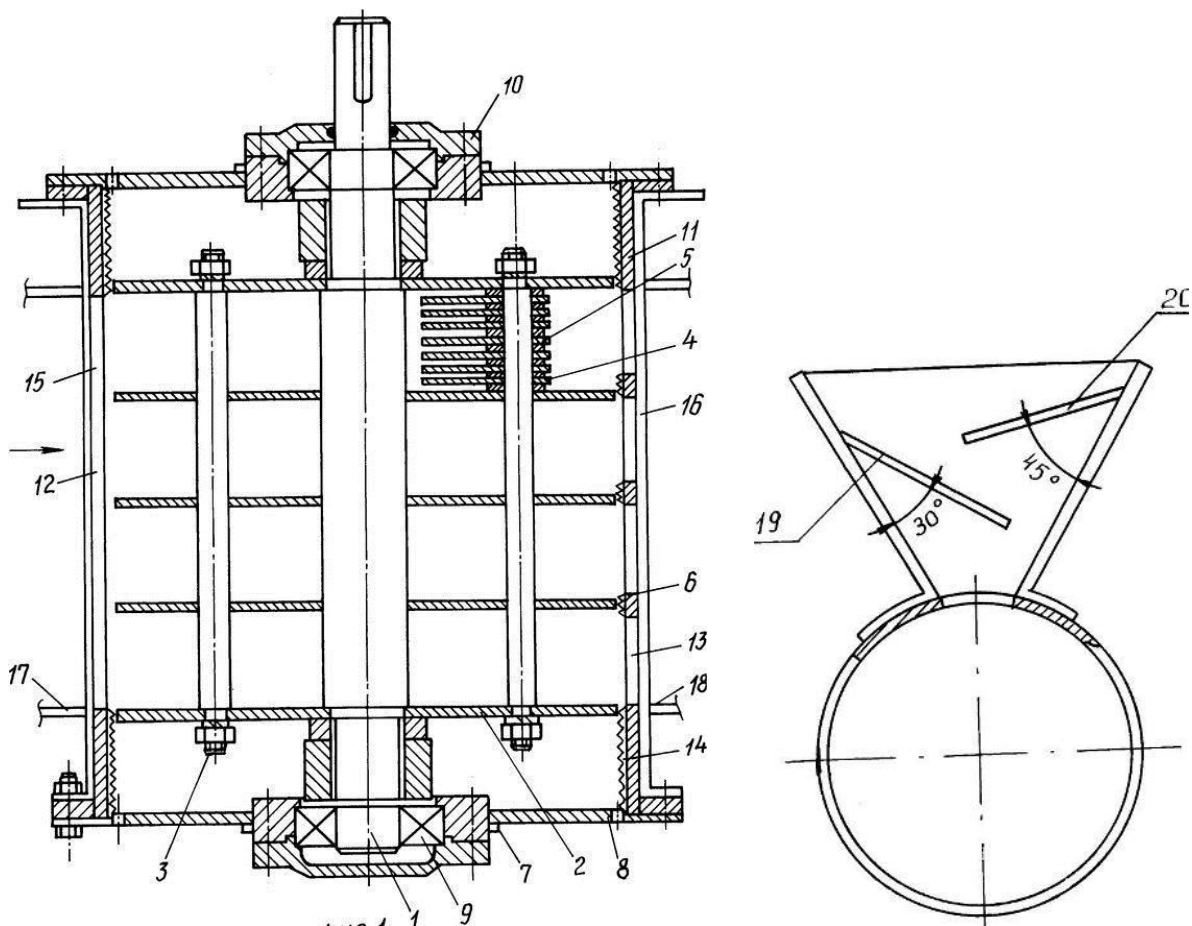


Рисунок 1.3 - Молотковая дробилка Патент РФ 2106911

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".

Задачей следующей конструкции измельчителя кормов является расширение технологических и эксплуатационных возможностей при одновременном повышении надежности выполнения процесса измельчения и интенсивности процесса экстракции питательных веществ из сырья.

Измельчитель сельскохозяйственной продукции из растительного сырья (рисунок 1.4) включает корпус 1 в котором размещен диск, выполненный в виде конической тарелки 2, имеющей перфорацию по всей своей поверхности.

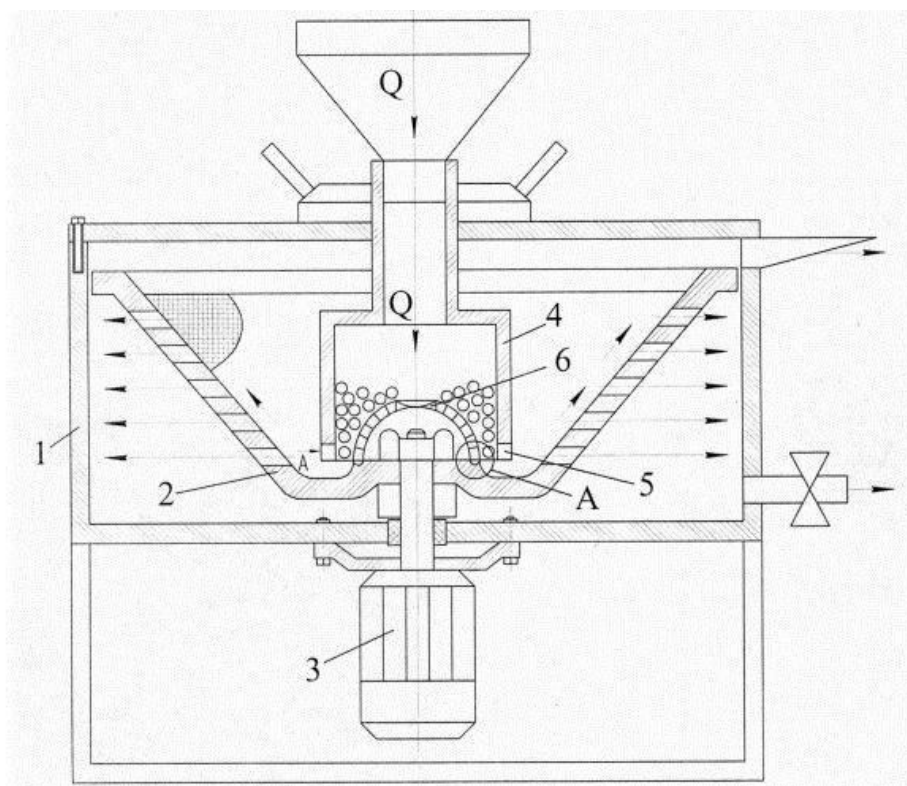


Рисунок 1.4 – Измельчитель сельскохозяйственной продукции из растительного сырья (Патент РФ №2736222)

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 закреплен 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. 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 омытием частиц. Данным обстоятельством обусловлено повышение надежности работы измельчителя.

Устройство для дробления зерна (рисунок 1.5) содержит: электродвигатель 1, вал 2, муфту 3, редуктор 4 приводной вал 5 установленный в подшипниках 6 стакана 7, установленного в подшипниках 8 корпуса 9. Корпус 9 имеет в верхней части загрузочное отверстие 10, а нижняя часть корпуса 9 выполнена в форме конуса 11. В конусе 11 установлена четырехлучевая опора 12, на которой установлен подшипник 13 для установки приводного вала 5, на котором в нижней части установлены измельчающие ножи 14 длиной равной форме конуса 11. Конус 11 имеет выходное отверстие 15 и приемный бункер 16, кроме того, корпус 9 установлен на ножках 17. На приводном валу 5 выполнены нажимные кулачки 18 и установлен барабан 19 на подшипниках 8 и 20. В барабане 19 имеются отверстия 21 над которыми с внутренней стороны барабана 19 установлены стаканы 22, имеющие в свою

очередь отверстия 23 для прохода толкателя 24. Толкатель 24 размещен внутри стакана 22, имеет неподвижную упорную пяту 25.

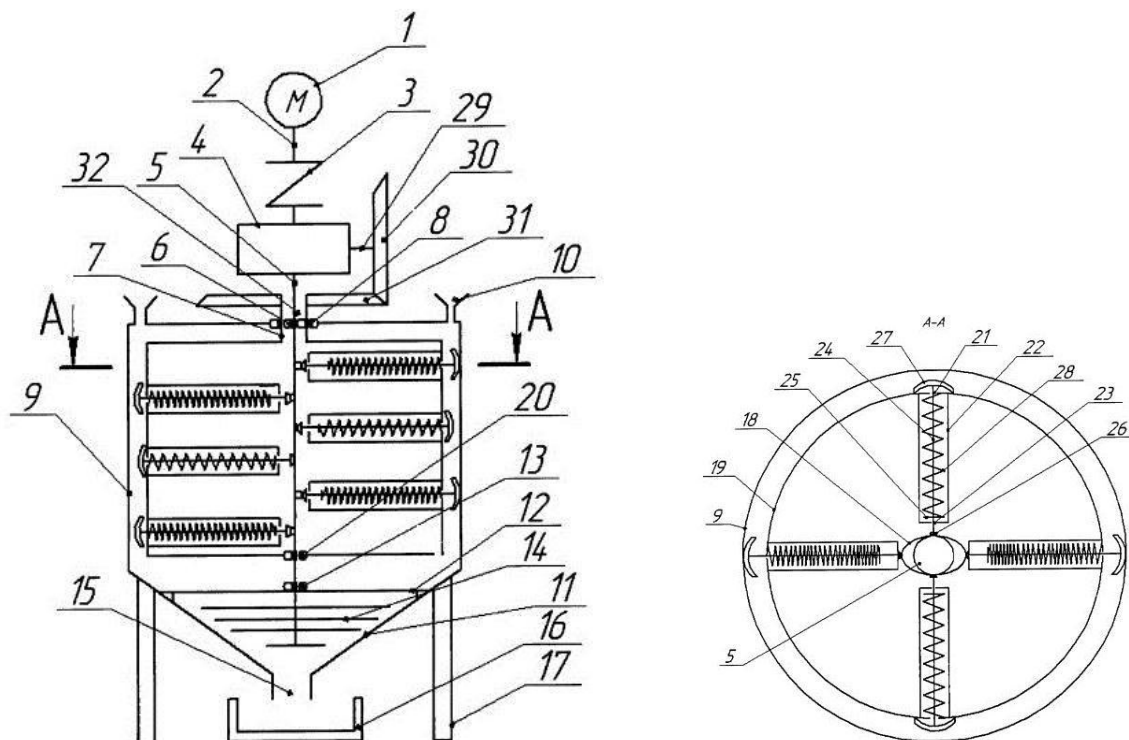


Рисунок 1.5 – Устройство для дробления зерна (Патнет РФ №2742055)

Кроме того, толкатель 24 на одном конце имеет нажимную пяту 26 для контакта с кулачком 18, а на другом конце установлен сферический ударник 27. На толкателе 24 в стакане 22 от неподвижной упорной пяты 25 до барабана 19 установлена пружина сжатия 28. Редуктор 4 также имеет вал 29, на котором установлена ведущая коническая шестерня 30 соединенная с ведомой конической шестерней 31, установленной на стакане 7. Ведомая коническая шестерня 31 имеет отверстие 32 для прохода приводного вала 5. Стакан 7 жестко соединен с барабаном 19.

Устройство для дробления зерна работает следующим образом: в загрузочное отверстие 10, выполненное в корпусе 9 засыпается зерно для дробления, при этом корпус 9 установлен на ножках 17. Включается электродвигатель 1, который передает крутящий момент на вал 2, муфту 3 и редуктор 4. Редуктор 4 передает крутящий момент на вал 29 с установленной ведущей конической шестерней 30, которая в свою очередь соединена с

ведомой конической шестерней 31 установленной на стакане 7 установленном на подшипниках 8 в корпусе 9. Стакан 7 жестко соединен с барабаном 19 установленным на подшипниках 20 на приводном валу 5. Приводной вал 5 установлен на подшипнике 6 стакана 7 и подшипнике 13 установленном на четырехлучевой опоре 12 закрепленной в конусе 11 корпуса 9 и приводится в движение от редуктора 4. При передаче крутящего момента на приводной вал 5, кулачки 18 набегают на нажимную пята 26, которая жестко соединена с толкателем 24, который в свою очередь перемещается в сторону барабана 19 через отверстие 23 в стакане 22 и отверстие 21 в барабане 19 и сжимает пружину сжатия 28, расположенную между упорной пяткой 25 и барабаном 19. При достижении верхней точки кулачка 18, толкатель 24 с установленным сферическим ударником 27 ударяет по зерну, находящемуся между сферическим ударником 27 и корпусом 9. При ударе сферического ударника 27, зерно дробится и измельчается за счет движения сферического ударника 27, который перемещается вместе с барабаном 19.

При дальнейшем вращении приводного вала 5 кулачки 18 начинают стремиться в нижнюю точку, нажимная пята 26 копируя форму кулачка 18 позволяет пружине сжатия 28 начать разжиматься и воздействовать на упорную пята 25 перемещая толкатель 24 с установленными сферическими ударниками 27 в начальное положение.

Дробленое частично измельченное зерно опускаясь вниз попадает под ударное действие другого сферического ударника 27 и продолжает измельчаться. После прохождения всех сферических ударников 27, дробленая масса проходит четырехлучевую опору 12 и попадает на режущие ножи 14, где происходит окончательное измельчение зерна. Измельченное зерно отбрасывается на конус 11 и через выходное отверстие 15 по стенкам сыпается в приемный бункер 16.

Измельчитель сыпучих материалов (рисунок 1.6) содержит корпус 1, раму 2, средство 3 для крепления корпуса на опоре, загрузочный бункер 4.

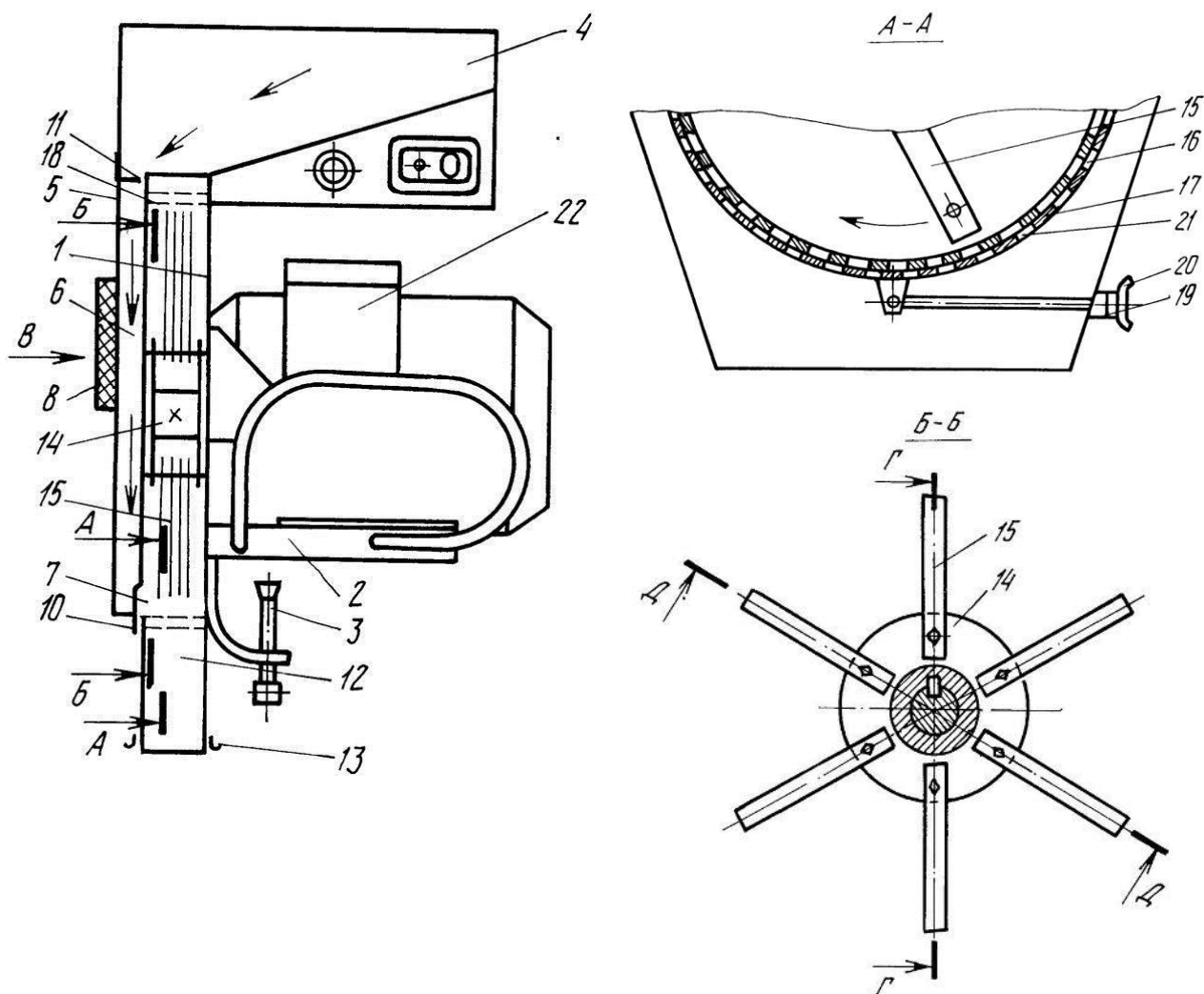


Рисунок 1.6 - Измельчитель сыпучих материалов Патент РФ №2062652

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 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 обечаяек 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.

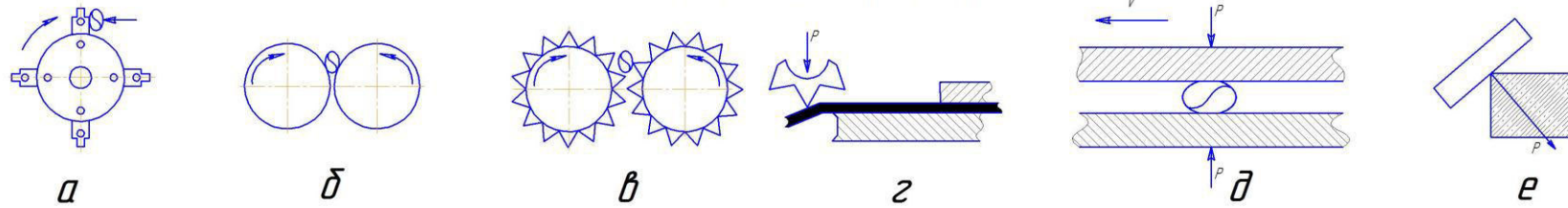
Выполнение на обоих концах каждого молотка расположенных под разными углами отверстий для их шарнирного присоединения к ротору позволяет при перестановке молотков производить их поворот вокруг продольной оси и использовать при работе все грани молотков.

Предварительная оценка наиболее распространенных измельчителей зерна позволяет соотнести особенности их схемы и конструкций с известными способами измельчения.

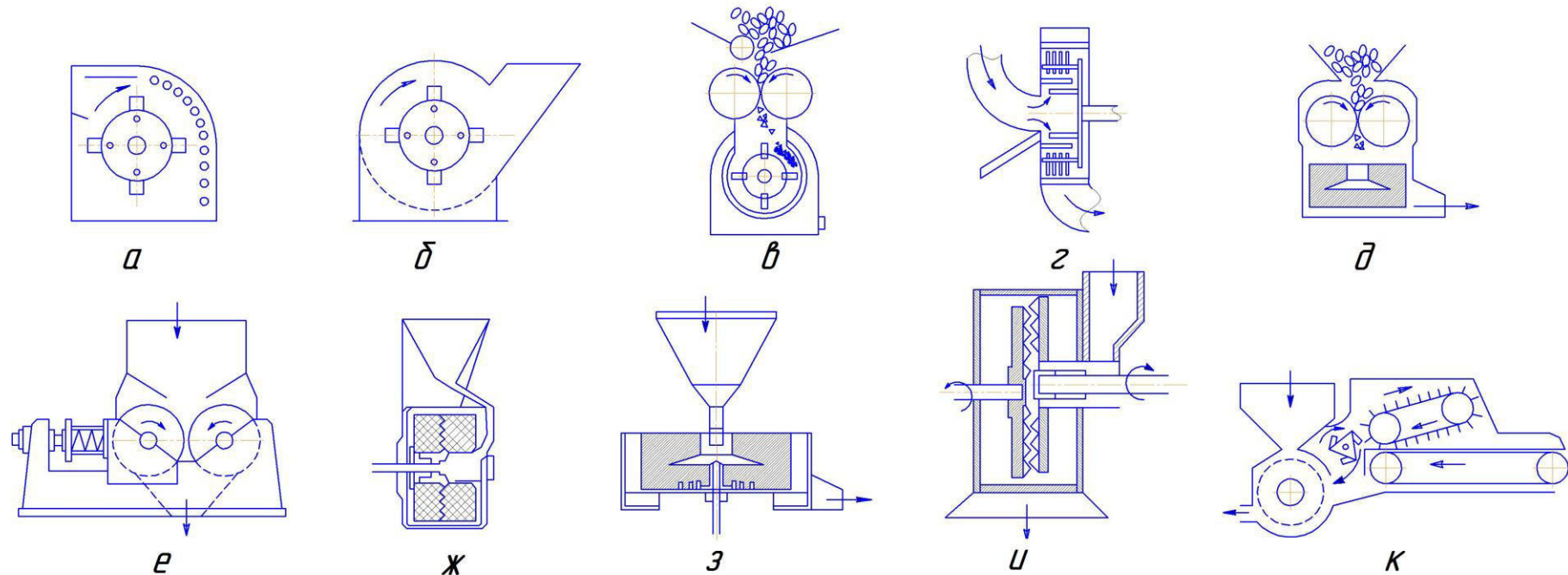
Технологический результат различных способов измельчения зависит от кинематики рабочих элементов, совокупности их взаимодействия с измельчаемым продуктом, организации движения продуктового потока и др. (рисунок 1.7).

Молотковые дробилки отличаются широким спектром конструкций и ориентацией – с шарнирным и жестким креплением рабочих органов, с горизонтальным и вертикальным расположением вала барабана. Вальцовые измельчители с гладкими, рифлеными и зубчатыми вальцами работают в различных кинематических режимах в зависимости от технологических требований и вида измельчаемых кормов. Жерновые и дисковые измельчители известны с горизонтальным и вертикальным положением оси вращения, отдельным приводом дисков с подвижным верхним или нижним жерновом или диском.

1. Способы измельчения



2. Измельчители кормового зерна



1 – способы измельчения: а – удар; б – плющение; растирание-помол; в – сжатие-скалывание-помол; г – крошение; д – сжатие-истирание; е – резание.

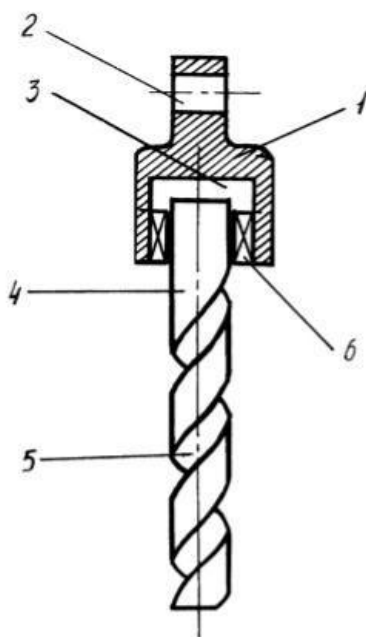
2 – измельчители кормового зерна: молотковые дробилки – а – открытого, б – закрытого типа; в, г, д – двухступенчатые; е – вальцовая; ж – жерновая с горизонтальной осью; з – жерновая с вертикальной осью; и – дисковый; к – комбинированный.

Рисунок 1.7 – Схемы измельчителей кормового зерна и способы измельчения

1.2. Анализ молотков для дробления

Для измельчения зерна в молотковых дробилках применяются молотки различного исполнения, в основном они изготавливаются в виде прямоугольных пластин с отверстиями для крепежа. Но есть молотки и других исполнений, некоторые из которых приведены ниже.

Молоток молотковой дробилки выполнен в виде подвеса (рисунок 1.8). Молоток молотковой дробилки выполнен в виде подвеса 1, имеющего отверстие 2 для крепления на роторе. При этом он снабжен отверстием 3, перпендикулярным отверстию 2, в котором установлен стержень 4 с возможностью вращения, причем стержень 4 имеет спиралевидные канавки 5. Стержень 4 соединен с отверстием 3 посредством подшипника качения 6. В качестве стержня 4 использовано спиралевидное сверло.



1 - подвес; 2 - отверстие; 3 - отверстие; 4 - стержень; 5 - спиралевидные канавки;
6 - подшипник

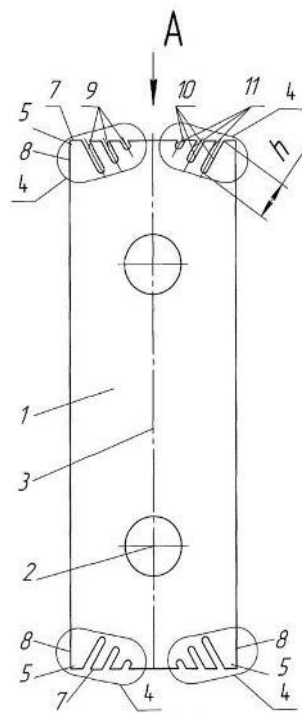
Рисунок 1.8 - Молоток

При вращении ротора дробилки молоток наносит эффективные удары по размалываемому материалу и благодаря спиралевидным канавкам 5, нанесенным на стержень 4, обеспечивается отскок значительной части раздробленных частиц вбок под углом к плоскости вращения молотка при

перемещении размалываемого материала вдоль оси ротора дробилки. Этому способствует и воздушный поток, создаваемый спиралевидными канавками 5 стержня 4.

Благодаря тому, что стержень 4 соединен с отверстием 3 посредством подшипника 6, он вращается вокруг своей оси, что дает возможность равномерному износу всей рабочей поверхности молотка, тем самым повышается его износостойкость.

Вызывает интерес молоток дробилки прямоугольной формы с отверстиями на продольной оси симметрии и рабочими участками по углам прямоугольника с упрочненными торцовыми и лобовыми гранями (рисунок 1.9).



1 - молоток; 2 - отверстие; 3 - ось симметрии; 4 - рабочие участки; 5 - углы прямоугольника; 6 - торцевые грани; 7 - лобовые грани; 8 - ось симметрии; 9 - прорези; 10, 11 - стенки

Рисунок 1.9 - Молоток дробилки прямоугольной формы с упрочненными торцовыми и лобовыми гранями

Молоток 1 дробилки прямоугольной формы содержит отверстия 2 на продольной оси симметрии 3 и рабочие участки 4 по углам 5 прямоугольника с упрочненными торцовыми 6 и лобовыми гранями 7 и 8. На лобовых гранях 7 выполнены прорези 9, стенки 10 и 11 которых образуют дополнительные лобовые грани.

Данное исполнение позволяет увеличить ресурс молотка за счет создания дополнительных упрочненных лобовых граней, вступающих в контакт с измельчаемым материалом по мере износа основных граней.

1.3 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 Расчет производительности кормоцеха

Определение структуры стада

С учетом молочно-мясного направления предприятия определим новую структуру стада крупнорогатого скота, приняв за основу характеристику хозяйственной деятельности. Молочно-мясное направление, характерно для 3 варианта специализации. Структура стада для третьей специализации представлена в таблице 2.1. [3].

Таблица 2.1 – Примерная структура стада

Вид животных	Количество животных, гол.
Коровы	900
Нетели	135
Телята старше года	180
Молодняк до года	285
Итого:	1500

Расчет потребности в кормах

Суточная потребность в кормах для ферм определяется по наличию поголовья и кормовым рационам для данной категории животных.

Исходя из рациона, общее количество кормов каждого вида подлежащего обработке в сутки Q_{ci} находим по формуле,

$$Q_{ci} = m_1 g_1 + m_2 g_2 + m_3 g_3 + \dots + m_n g_n, \quad (2.1)$$

где $g_1, g_2, g_3, \dots, g_n$ – массы корма каждого вида, скармливаемого одному животному в сутки, кг [3].;

$m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ – количество животных каждой группы.

В качестве примера рассмотрим расчет суточного расхода сена, где

$m_1 = 900$ гол.; $m_2 = 135$ гол.; $m_3 = 180$ гол.; $m_4 = 285$ гол.; $g_1 = 4$ кг; $g_2 = 2$ кг; $g_3 = 1,5$ кг; $g_4 = 1,5$ кг.

$$Q_{cc} = 900 \cdot 4,0 + 135 \cdot 2,0 + 180 \cdot 1,5 + 284 \cdot 1,5 = 4567,5 \text{ кг.}$$

Также определяем суточный расход и для всех остальных видов кормов, входящих в рацион. Результаты расчета представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Суточный расход кормов на ферме

Вид корма	Вид животных								Итого, кг
	Коровы		Нетели		Телята старше года		Молодняк до года		
	g_n , кг	Q_{ci} , кг	g_n , кг	Q_{ci} , кг	g_n , кг	Q_{ci} , кг	g_n , кг	Q_{ci} , кг	
Сено	4	3600	2	270	1,5	270	1,5	427,5	4567,5
Солома	2	1800	2,5	337,5	1,5	270	1,5	427,5	2835
Силос	25	22500	20	2700	0	0	0	0	25200
Сенаж	0	0	0	0	16	2880	14	3990	6870
Корнеплоды	11,5	10350	2,5	337,5	4	720	3	855	12263
Концентраты	5,5	4950	0,6	81	2,5	450	2,3	655,5	6136,5
Патока кормовая	0,8	720	0	0	0	0	0	0	720
Карбомид, г	0,08	72	0	0	0	0	0	0	72
Соль повар., г	0,06	54	0,07	9,45	0,1	18	0,08	22,8	104,25
Диаммоний фосфат, г	0,18	162	0,07	9,45	0	0	0	0	171,45
							Итого:		58835

Суточные кормовые рационы для коров выбираем с учетом их живой массы 550 кг и годового удоя 4500 кг, а для молодняка с учетом многокомпонентного вида кормления [3].

На ферме принята система трехразового кормления продолжительностью от 1 до 2 часов.

Суммарный суточный расход всех кормов, подлежащих обработке, является суточной производительностью кормоцеха и равняется 58835 кг.

Количество каждого вида корма, которое будет выдано животным, исходя, из процента разовой дачи, приведено в таблице 2.3

Таблица 2.3 – Распределение суточного рациона по дачам

Вид корма	Суточный рацион, кг	В том числе по дачам					
		Утро		Обед		Вечер	
		%	кг	%	кг	%	кг
Сено	4567,5	40	1827	20	914	40	1826,5
Солома	2835	0	0	50	1418	50	1417
Силос	25200	30	7560	40	10080	30	7560
Сенаж	6870	30	2061	40	2748	30	2061
Корнеплоды	12263	30	3679	40	4905	30	3678,5
Концентраты	6136,5	35	2148	30	1841	35	2147,5
Патока кормовая	720	33	238	34	245	33	237
Карбомид	72	33	24	34	24	33	24
Соль повар.	104,25	33	34	34	35	33	35,25
Диаммоний фосфат	171,45	33	57	34	58	33	56,45
Итого:	58835		17628		22268		19043

На основе данных таблицы 2.3 построим график расходования кормов (рис.2.2).

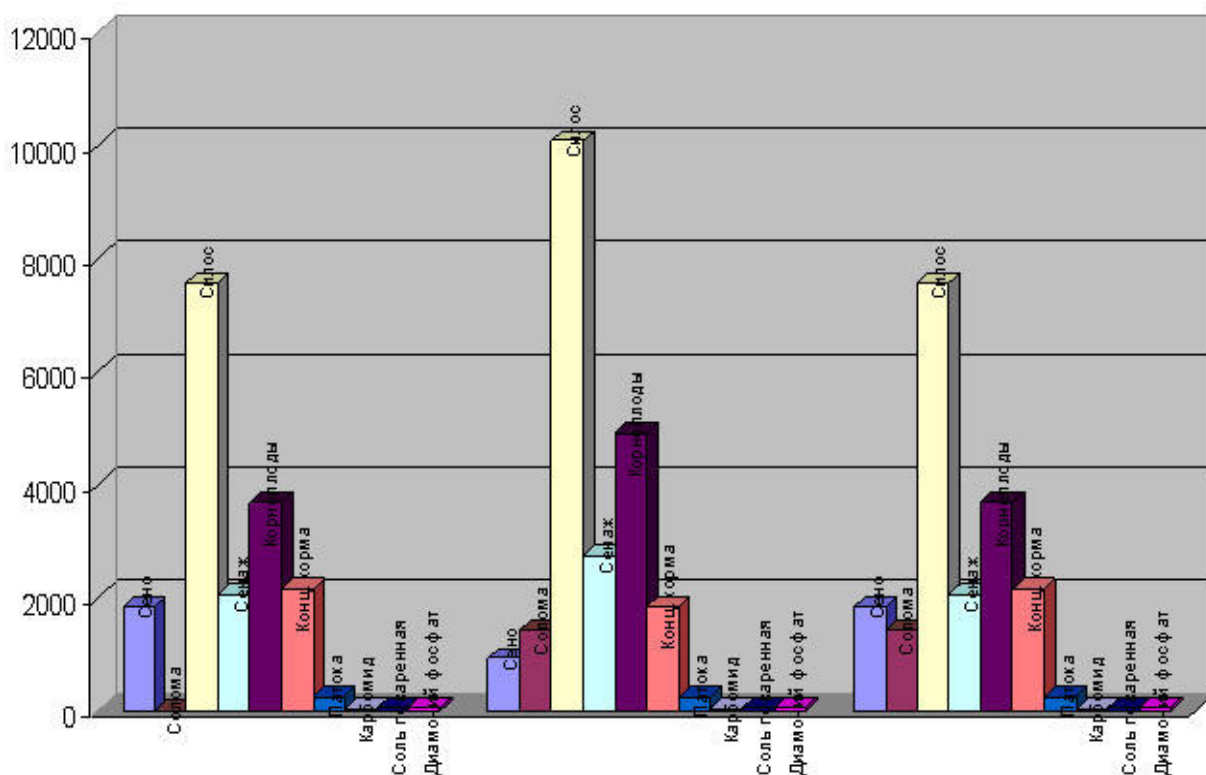


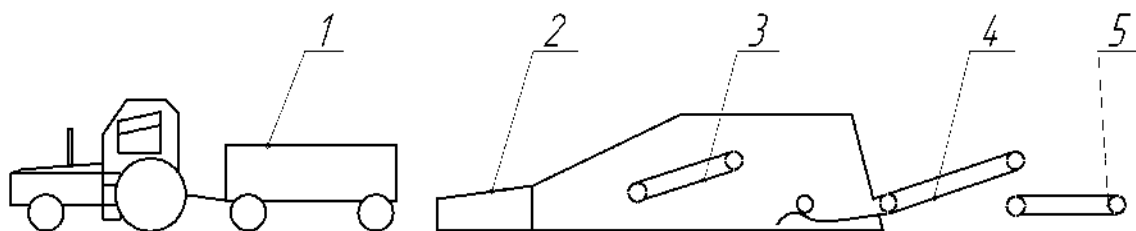
Рисунок 2.1 – График расходования кормов по дачам

2.2 Расчет технологических линий кормоцеха

Расчет линии грубых кормов

Произведем расчет отдельно каждой линии входящей в состав проектируемого кормоцеха.

Линия приготовления грубых кормов в схематичном виде представлена на рисунок 2.3.



1- транспортный агрегат; 2- приемная питателя грубых кормов; 3 – питатель-измельчитель ПЗМ-1,5М; 4- Транспортер ТС-40С; 5- сборный транспортер КОРК-15.70.02.00

Рисунок 2.2 – Линия грубых кормов

Процесс подготовки грубых кормов протекает следующим образом: грубые корма (в рассыпчатом виде или в виде тюков) загружаются питатель-измельчитель ПЗМ-1,5М, где происходит их измельчение. Затем измельченная масса подается на сборный транспортер.

Произведем расчет линии грубых кормов.

Суточная потребность в грубых кормах на ферме составляет 7402,5 кг.

Часовая производительность линии по измельчению и дозированию грубых кормов $W_{мл}^{cp}$ определяется по формуле :

$$W_{мл}^{cp} = \frac{Q_c}{T \cdot \tau}, \quad (2.2)$$

где Q_c – масса корма, подготавливаемые на технологической линии в сутки, кг;

τ – коэффициент использования времени, $\tau = 0,86$;

T – время работы технологической линии:

$$T = T_{см} - T_{обс},$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, ч ($T_{см} = 7$ ч);

$T_{обс}$ – продолжительность проведения технического обслуживания оборудования технологической линии, ч ($T_{обс} = 1$ ч); [3].

$$T = 7 - 1 = 6 \text{ ч}$$

Часовая производительность линии по транспортировке и выгрузке грубых кормов из измельчителя $W_{гртр}$, определяется по формуле (2.1):

$$W_{мл}^{zp} = \frac{4567,5 + 2835}{6 \cdot 0,86} = 1435 \text{ кг/ч}$$

Для измельчения грубых кормов используем модернизированный питатель зеленой массы ПЗМ-1,5М производительностью 1,58 т/ч.

Определим необходимое количество питателей-измельчителей по формуле:

$$n = \frac{W_{мл}}{Q_{насп}}, \quad (2.3)$$

где $Q_{насп}$ – паспортная производительность машины, кг/ч;

$W_{мл}$ – часовая производительность технологической линии, кг/ч.

$$n = \frac{1435}{1580} = 0,91$$

В линии грубых кормов необходимо использовать один модернизированный питатель-измельчитель ПЗМ-1,5М.

Находим фактическое время работы измельчителя $T_{фак}$ при подготовке различных кормов на каждую дачу:

$$T_{фак}^{утр} = \frac{Q_{утр}}{Q_{насп}}; T_{фак}^{обед} = \frac{Q_{обед}}{Q_{насп}}; T_{фак}^{вечер} = \frac{Q_{вечер}}{Q_{насп}} \quad (2.4)$$

где $Q_{утр}$, $Q_{вечер}$ -соответственно масса данного вида корма, скармливаемого утром, в обед и вечером, кг;

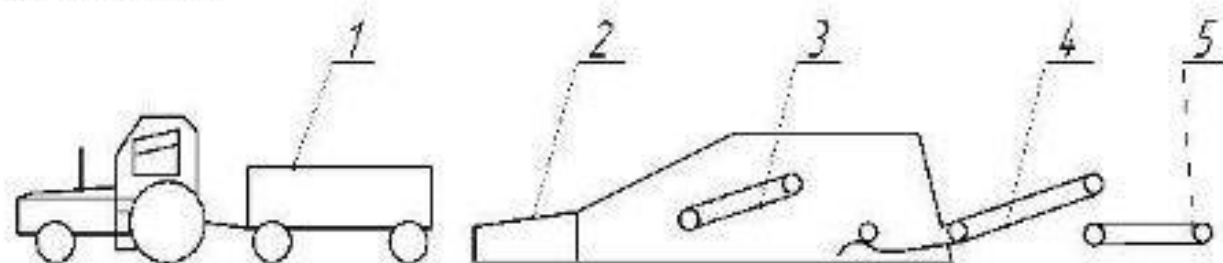
$Q_{пас}$ - паспортная производительность, кг/ч.

$$Q_{утр} = 1827 \text{ кг}, Q_{обед} = 2332 \text{ кг}, Q_{вечер} = 3243,5 \text{ кг}.$$

$$T_{\text{фак}}^{\text{утр}} = \frac{1827}{1580} = 1,16 \text{ ч}; \quad T_{\text{фак}}^{\text{обед}} = \frac{2332}{1580} = 1,48 \text{ ч}; \quad T_{\text{фак}}^{\text{вечер}} = \frac{3243,5}{1580} = 2,05 \text{ ч}$$

Расчет линии сочных кормов

Линия приготовления сочных кормов в схематичном виде представлена на рисунке 2.4.



1- транспортный агрегат; 2- приемная питателя сочных кормов; 3 – питатель-измельчитель ПЗМ-1,5; 4- Транспортер ТС-40С; 5- сборный транспортер КОРК-15.70.02.00

Рисунок 2.3 – Линия сочных кормов

Процесс подготовки сочных кормов протекает следующим образом: сочные корма загружаются в питатель-измельчитель ПЗМ-1,5, где происходит их измельчение. Затем измельченная масса подается на сборный транспортер.

Произведем расчет линии сочных кормов.

Суточная потребность в сочных кормах на ферме составляет 24960 кг.

Так как сочные корма являются скоропортящимися, то часовая производительность линии по измельчению и дозированию сочных кормов $W_{\text{из}}^{\text{соч}}$ определяется по формуле (2.5):

$$W_{\text{из}}^{\text{соч}} = \frac{Q_{\text{раз}}}{t}, \quad (2.5)$$

где $Q_{\text{раз}}$ – максимальная разовая дача скоропортящегося корма, 12828 кг;

t – допустимое время подготовки корма, ч, $t = 2$ ч.

$$W_{\text{из}}^{\text{соч}} = \frac{12828}{2} = 6414 \text{ кг/ч}$$

Для измельчения сочных кормов используем питатель зеленой массы ПЗМ-1,5 производительностью 15 т/ч.

Определим необходимое количество питателей-измельчителей по формуле (2.2):

$$n = \frac{6414}{15000} = 0,43$$

В линии грубых кормов необходимо использовать один питатель зеленой массы ПЗМ-1,5.

Находим фактическое время работы ПЗМ-1,5 $T_{фак}$ при подготовке сочных кормов на каждую дачу по формуле (2.3):

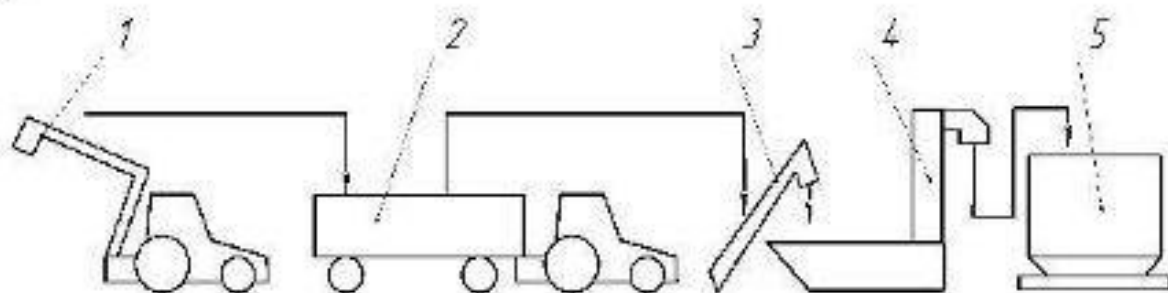
$$Q_{утр} = 9621 \text{ кг}, Q_{обед} = 12828 \text{ кг}, Q_{вечер} = 9621 \text{ кг}.$$

$$T_{фак}^{утр} = \frac{9621}{15000} = 0,64 \text{ ч}, T_{фак}^{обед} = \frac{12828}{15000} = 0,86 \text{ ч}, T_{фак}^{вечер} = \frac{9621}{15000} = 0,64 \text{ ч}$$

Расчет линии корнеплодов

Процесс подготовки корнеплодов протекает следующим образом: корнеплоды загружаются в приемный бункер, из которого шнековым транспортером ТК-5Б подаются в мойку корнеклубнеплодов МК-Ф-5, затем поступают, в проектируемый измельчитель, после чего корм направляется в дозатор корнеплодов КОРК-15.03.01 и на сборный транспортер.

Линия подготовки корнеплодов в схематичном виде представлена на рисунке 2.5.



1 –погрузчик ПЭ-0,8; 2 – транспортный агрегат МТЗ-80+ 2ПТС-4М-785М; 3 – транспортер корнеплодов ТК-5Б; 4 – измельчитель-камнеуловитель ИКМ-5; 5 – Бункер дозатор корнеплодов КОРК-15.03.01

Рисунок 2.4 – Линия подготовки корнеплодов

Произведем расчет линии корнеплодов. Основной машиной в этой линии является проектируемый измельчитель корнеклубнеплодов

Суточная потребность в корнеплодах на ферме составляет 12263 кг.

Так как корнеплоды являются скоропортящимся видом корма, то часовая производительность линии по измельчению и дозированию корнеплодов $W_{\text{пл}}^{\text{корм}}$ определяется по формуле (2.5):

$$W_{\text{пл}}^{\text{корм}} = \frac{4905}{2} = 2452,5 \text{ кг/ч}$$

Для измельчения сочных кормов используем измельчитель камнеуловитель ИКМ-5 производительность 5000кг/ч

Определим необходимое количество измельчителей по формуле (2.2):

$$n = \frac{2452,5}{5000} = 0,49$$

В линии корнеклубнеплодов кормов необходимо использовать один измельчитель-корнеклубнеплодов

Находим фактическое время работы измельчителя $T_{\text{фак}}$ при подготовке корнеплодов на каждую дачу по формуле (2.3):

$$Q_{\text{утр}} = 3679 \text{ кг}, Q_{\text{обед}} = 4905 \text{ кг}, Q_{\text{вечер}} = 3678,5 \text{ кг}.$$

$$T_{\text{фак}}^{\text{утр}} = \frac{3679}{5000} = 0,74 \text{ ч}, T_{\text{фак}}^{\text{обед}} = \frac{4905}{5000} = 0,99 \text{ ч}, T_{\text{фак}}^{\text{вечер}} = \frac{3678,5}{5000} = 0,74 \text{ ч}$$

Вспомогательным оборудованием в этой линии являются шнек-питатель ТК-5Б, и бункер-дозатор КОРК-15.03.01 производительностью до 15 т/ч.

Расчет линии концентрированных кормов

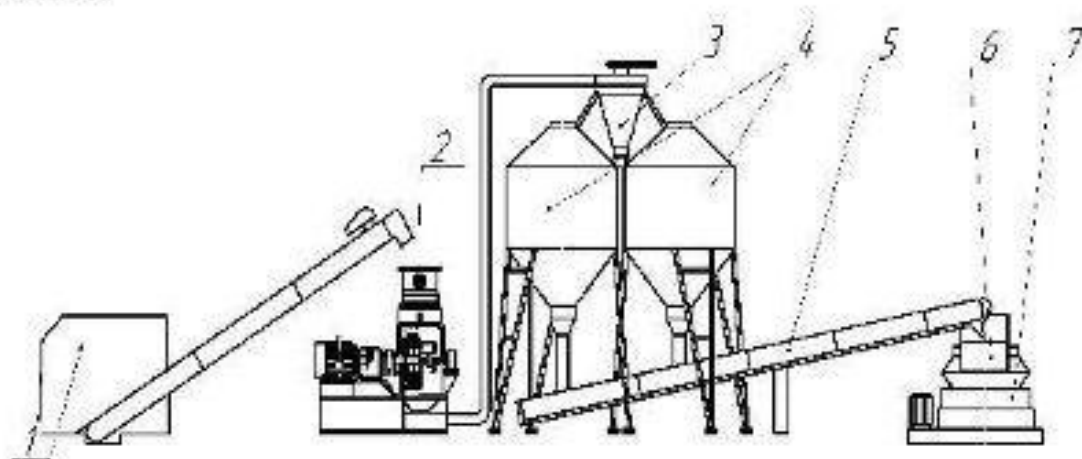
Фуражное зерно, поступающее в кормоцех очищено от земли, камней, семян сорных растений и солоmistых примесей на зерноочистительных машинах и от металлических примесей на магнитных сепараторах. Содержание минеральных примесей в комбикормах для молодняка КРС и коров допускается не более соответственно 0,5 и 0,7%. [10]

Зоотехнические требования к подготовке корма предусматривают размеры частиц для КРС не более 3 мм.

Технология приготовления концентрированных кормов включает в себя взвешивание, приемку фуражного зерна, измельчение, смешивание с остальными компонентами [11]. В соответствии с этим принимаем следующую

технологическую линию приготовления концентрированных кормов

Линия концентрированных кормов в схематичном виде представлена на рисунке 2.6.



1- питатель кормов ПК-6; 2 – безрешетная молотковая дробилка (проект) ; 3 – пневмотранспортер ПТСН-2; 4-Бункер конц. кормов БСК-10; 5 – конвейер винтовой КОРК-15.04.01; 6-сборный транспортер КОРК-15.05.05.01; 7-измельчитель смеситель

Рисунок 2.5 – Схема технологического процесса линии концентрированных кормов.

Суточная потребность в концентрированных кормах на ферме составляет 6136,5 кг

Для выбора дробилки данной технологической линии определим ее необходимую производительность.

$$W_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot \tau}{T}, \quad (2.6)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – масса корма подготовленная на данной технологической линии в сутки, кг;

τ – коэффициент использования времени смены;

T – время работы технологической линии, ч.

$$T = T_{см} \cdot T_{об} = 7 \cdot 1 = 6$$

$$W_{пер} = \frac{6136,5 \cdot 0,857}{6} = 876,5 \text{ кг/ч}$$

Определим количество машин.

$$n = \frac{W_{пер}}{Q_{маш}} = \frac{876,5}{3000} = 0,3$$

Принимаем одну машину.

Определим время работы машины.

$$T_{фак}^{пр} = \frac{Q_{пр}}{Q_{маш}} = \frac{2148}{3000} = 0,71 \text{ часа}$$

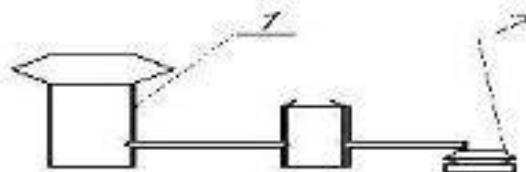
$$T_{фак}^{об} = \frac{Q_{об}}{Q_{маш}} = \frac{1841}{3000} = 0,61 \text{ часа}$$

$$T_{фак}^{кв} = \frac{Q_{кв}}{Q_{маш}} = \frac{2147,5}{3000} = 0,71$$

В качестве вспомогательного оборудования для линии концентрированных кормов примем пневмотранспортер ПТСН-2 производительностью 3 т/ч, конвейер винтовой КОРК 15.04.01 производительностью до 20 т.

Расчет линии мелассы и карбамида.

Линия мелассы и карбамида схематичном виде представлена на рисунке 2.7.



- 1 – оборудование для приготовления раствором мелассы и карбамида ОМК-4;
2 – Измельчитель кормов ИСК-3

Рисунок 2.6 – Линия подготовки мелассы и карбамида

Произведем расчет линии минеральных добавок. Основной машиной в

этой линии является оборудование для приготовления растворов мелассы и карбамида ОМК-4.

Суточная потребность в минеральных добавках на ферме составляет 1067,7 кг.

Так как раствор необходимо получать непосредственно перед смешиванием кормов, то часовая производительность линии минеральных добавок $W_{\text{МК}}^{\text{раств}}$ определяется по формуле (2.5):

$$W_{\text{МК}}^{\text{раств}} = \frac{362}{2} = 181 \text{ кг/ч}$$

Для приготовления раствора используем оборудование для приготовления раствором мелассы и карбамида ОМК-4 производительностью 0,4 т/ч.

Определим необходимое количество смесителей мелассы по формуле (2.2):

$$n = \frac{181}{400} = 0,5$$

В линии мелассы и карбамида необходимо использовать один смеситель ОМК-4.

Находим фактическое время работы ОМК-4 $T_{\text{фак}}$ при подготовке корнеплодов на каждую дачу по формуле (2.4):

$$Q_{\text{утр}} = 136 \text{ кг}, Q_{\text{обед}} = 142 \text{ кг}, Q_{\text{вечер}} = 137,3 \text{ кг}.$$

$$T_{\text{фак}}^{\text{утр}} = \frac{Q_{\text{утр}}}{Q_{\text{макс}}} = \frac{353/2}{400} = 0,44 \text{ часа}$$

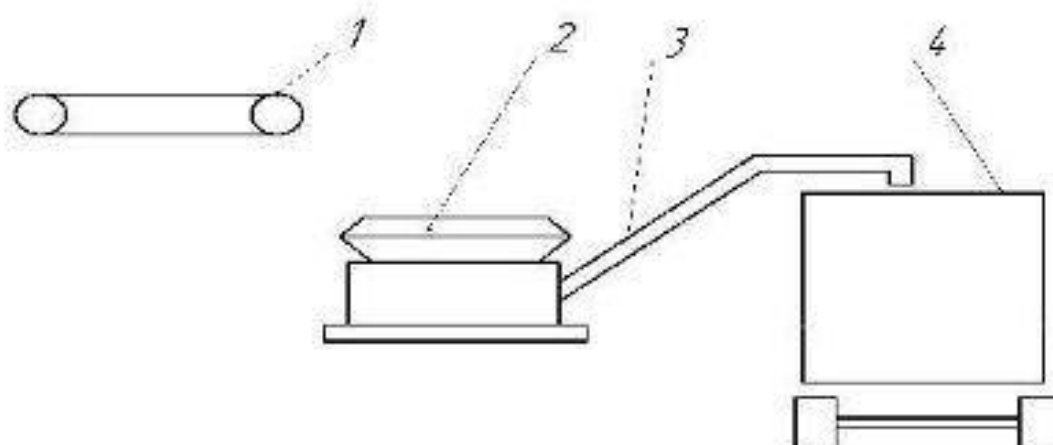
$$T_{\text{фак}}^{\text{обед}} = \frac{Q_{\text{обед}}}{Q_{\text{макс}}} = \frac{362/2}{400} = 0,5 \text{ часа}$$

$$T_{\text{фак}}^{\text{веч}} = \frac{Q_{\text{веч}}}{Q_{\text{макс}}} = \frac{352,7/2}{400} = 0,44$$

Расчет линии смешивания

Все компоненты корма после обработки на соответствующих технологических линиях подаются в смеситель непрерывного действия,

установленный на линии смешивания производительностью 15 т/ч при смешивании кормов. Схема линии смешивания представлена на рисунке 2.8



1- сборный транспортер КОРК-15.05.01.; 2- измельчитель-смеситель ИСК-3; 3-выпружной транспортер ТС-40М; 4- кормораздатчик КТУ-10.

Рисунок 2.7 – Линия смешивания

Количество смесителей непрерывного действия определяется по формуле:

$$n_{\text{н}} = \frac{W_{\text{л.с.}}}{Q_{\text{см}}}, \quad (2.7)$$

где $W_{\text{л.с.}}$ – производительность линии смешивания, кг/ч;

$Q_{\text{см}}$ – паспортная производительность выбранного смесителя, кг/ч. [3].

Производительность линии непрерывного смешивания равна сумме производительностей всех технологических линий кормоцеха, т.е.

$$W_{\text{л.с.}} = \sum_1^n W_{\text{т.п.}}. \quad (2.8)$$

В этом случае компоненты корма со всех технологических линий собираются на сборный транспортер и в виде «слоеного пирога» поступают в измельчитель-смеситель.

$$\sum_1^n W_{\text{т.п.}} = 1435 + 6414 + 2452,5 + 876,5 + 181 = 11359 \text{ кг/ч.}$$

Количество необходимых смесителей непрерывного действия будет

равно:

$$n_k = \frac{4420,9}{15000} = 0,3.$$

Принимаем один смеситель.

Фактическое время работы смесителя непрерывного действия равно

$$T_{\text{фак}}^{\text{утр}} = \frac{\sum_1^n Q_{\text{утр}}}{Q_{\text{см}}}, \quad T_{\text{фак}}^{\text{обед}} = \frac{\sum_1^n Q_{\text{обед}}}{Q_{\text{см}}}, \quad T_{\text{фак}}^{\text{вечер}} = \frac{\sum_1^n Q_{\text{вечер}}}{Q_{\text{см}}}, \quad (2.9)$$

где $\sum_1^n Q_{\text{утр}}$, $\sum_1^n Q_{\text{обед}}$, $\sum_1^n Q_{\text{вечер}}$ – соответственно масса всех компонентов

корма, скармливаемого утром и вечером, кг;

$Q_{\text{см}}$ – паспортная производительность смесителя, кг/ч.

$$T_{\text{фак}}^{\text{утр}} = \frac{17628}{15000} = 1,17 \text{ ч}; \quad T_{\text{фак}}^{\text{вечер}} = \frac{22268}{15000} = 1,48 \text{ ч};$$

$$T_{\text{фак}}^{\text{обед}} = \frac{19043}{15000} = 1,27 \text{ ч}.$$

Так как при непрерывном смешивании все компоненты корма необходимо подавать одновременно на сборный транспортер в строго определенном соотношении, а фактическое время работы технологических линий кормоцеха различно, то с целью получения заданного рациона их работу необходимо синхронизировать. Для этого продолжительность подготовки разовой дачи корма выбираем равной фактическому времени работы самой напряженной технологической линии, имеющей $T_{\text{фак}}$ наибольшее. Все остальные технологические линии настраиваются на режим работы этой напряженной технологической линии. Представим фактические времена работы всех линий в таблице 2.4.

В проектируемом кормоцехе наибольшее время работы имеет линия грубых кормов. Эта линия и будут определять режим работы кормоцеха. Время работы остальных технологических линий необходимо увеличить до данных значений, для чего предусмотрены в каждой линии промежуточная емкость и дозатор. Дозаторы имеют возможность настраиваться на выдачу заданного количества каждого компонента кормов в течение этого времени в

соответствии с рационом [7].

Таблица 2.4 Фактическое время работы линий кормоцеха, ч.

Технологическая линия	Утро	Обед	Вечер
Грубые корма	1,16	1,48	2,05
Сочные корма	0,64	0,86	0,64
Корнеплоды	0,91	1,2	0,92
Конц. корма	0,71	0,61	0,71
Минеральные добавки	0,44	0,5	0,44
Смешивание	1,17	1,48	1,27

Наличие промежуточной емкости позволяет основному оборудованию линий работать в течение фактического времени $T_{\text{фак}}$.

Определим марочный состав основного и вспомогательного оборудования и заполним таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Техническая характеристика основного и вспомогательного оборудования кормоцеха

Наименование машин	Марка, тип	Кол-во	Показатели	
			производительность, т/ч	мощность электродвигателя, кВт
1	2	3	4	5
Измельчитель-питатель	ПЗМ-1,5М	1	1,58	57
Питатель	ПЗМ-1,5М	1	15	9,5
Транспортер	ТК-5,0Б	1	5	2,8
Мойка корнеплодов	МК-Ф-5	1	5	3,2
Измельчитель корнеплодов	КПИ-4	1	4	4
Дозатор корнеплодов	КОРК-15.03.01	1	12	2,2
Питатель концентрированных кормов	ПК-6Б	1	2,2-2,8 кг/с	3,7
Дозатор концкормов	ДК-10	1	3-10	0,5

--	--	--	--	--

Окончание табл. 2.5

1	2	3	4	5
Смеситель мелассы	ОМК-4	1	0,4	7,3
Транспортер сборный	КОРК- 15.05.01	1	25	3,8
Измельчитель- смеситель	ИСК-3	1	15	18
Транспортер выгрузной	ТС-40 ОМ	1	40	3,0
Дробилка конц. кормов	КДМ-3	1	2	30
Пневмотранспортер	ПТСН-2	1	3	4

2.3 Расчет количества кормораздатчиков

Для раздачи кормов на животноводческой ферме применяют мобильные кормораздатчики КТУ-10. Количество мобильных кормораздатчиков определяют по формуле

$$n_p = \frac{Q_{\text{раз}}^{\text{max}} \cdot t_{\text{разд}}}{Q_p \cdot t_p}, \quad (2.10)$$

где $Q_{\text{раз}}$ - максимальная разовая дача (утренняя, обеденная или вечерняя), кг;

$t_{\text{разд}}$ - время, затрачиваемое мобильным кормораздатчиком на одну езду с выдачей корма на ходу (время цикла), мин.;

Q_p - полезная грузоподъемность раздатчика, кг;

t_p - время, отводимое на раздачу кормов, мин.

$$t_{\text{разд}} = \frac{L_1}{60V_{\text{хх}}} + \frac{L_1}{60V_1} + \frac{2L_2}{60V_2} + \frac{L_3}{60V_3} + t_{\text{ост}} \cdot n_{\text{ост}}, \quad (2.11)$$

где L_1 - длина пути от места загрузки до въезда в животноводческое

помещение, м (определяется по генплану);

L_2 - длина пути внутри животноводческого помещения, м;

L_3 - длина пути, необходимого для разворота и обратного заезда агрегата, м;

V_1 - скорость движения агрегата с кормом, м/с (принимается $V_1 = 5-10$ км/ч);

V_2 - скорость движения агрегата при раздаче корма, м/с (принимается $V_2 = 0,85-1,37$ км/ч);

V_3 - скорость движения агрегата при развороте, м/с (принимается $V_3 = 1,35-3$ км/ч);

V_{xx} - скорость движения агрегата без груза, м/с (принимается $V_{xx} = 13-22$ км/ч);

W_n - подача погрузчика, кг/ч;

$t_{ост}$ - время на одну остановку в пути, мин;

$n_{ост}$ - число остановок.

$$t_{разб} = \frac{600}{60 \cdot 4} + \frac{600}{60 \cdot 2} + \frac{2 \cdot 80}{60 \cdot 0,25} + \frac{40}{60 \cdot 0,5} + 2 \cdot 2 = 43 \text{ мин.}$$

Тогда

$$n_p = \frac{22268 \cdot 43}{3000 \cdot 120} = 2,7$$

Принимаем 3 кормораздатчика КТУ-10 для выдачи корма.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ БЕЗРЕШЕТНОЙ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ ЗЕРНА

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 безрешетная молотковая дробилка кормов.

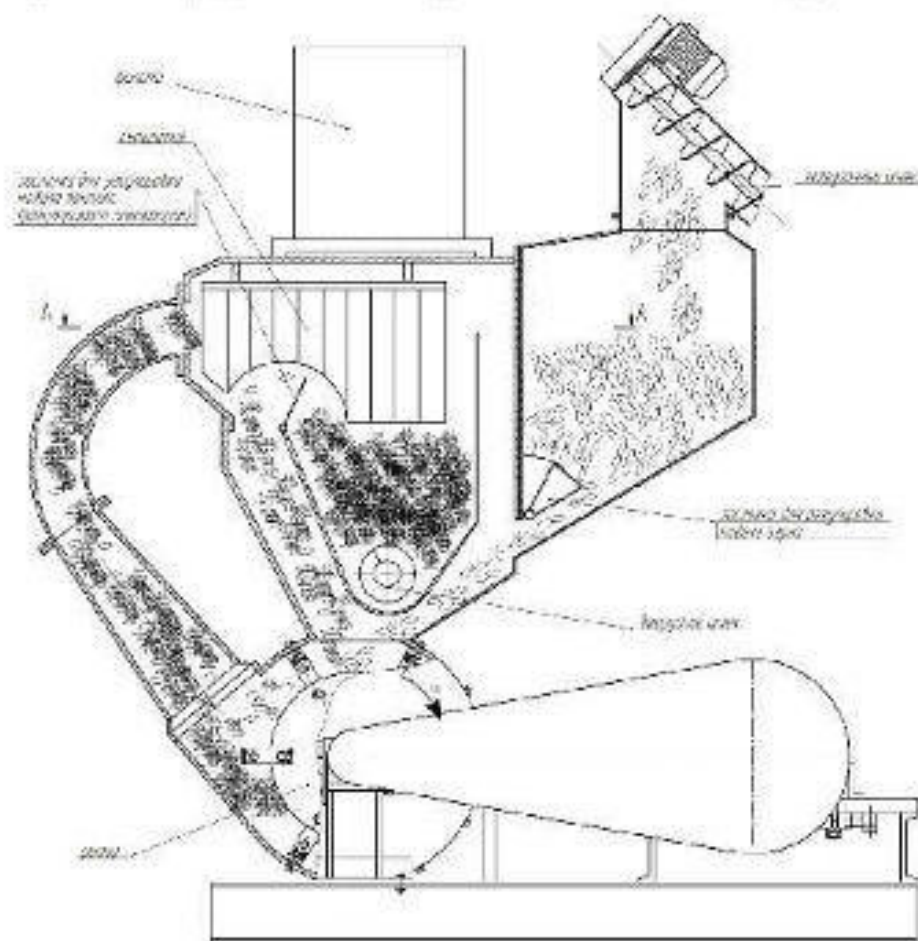
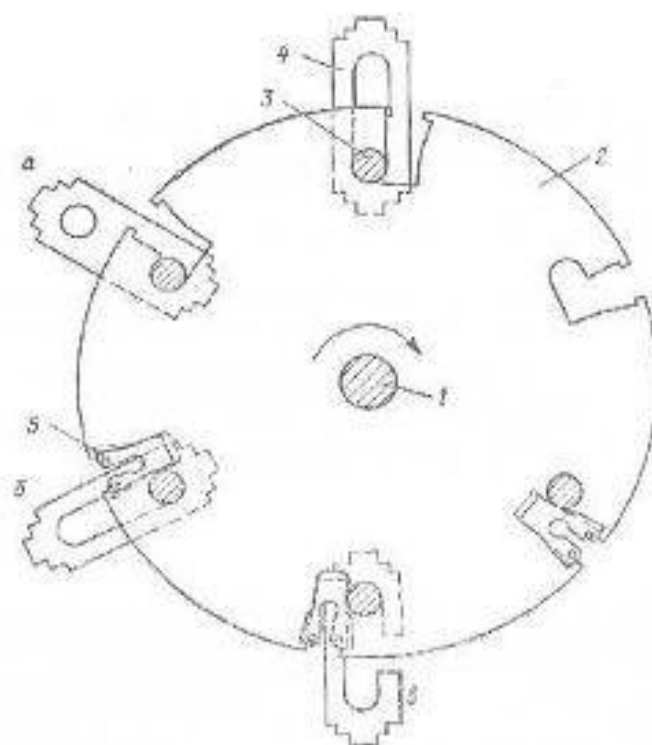


Рисунок 3.1 - Безрешетная молотковая дробилка кормов

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 разделения на фракции). Одна часть запыленного воздуха возвращается в дробильную камеру, а другая часть, пройдя фильтр, выбрасывается в атмосферу.

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 выносятся из камеры воздушным потоком, создаваемым молотками ротора.

На рисунке 3.2 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 3.2 – Схема ротора дробилки

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 выпалить 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)

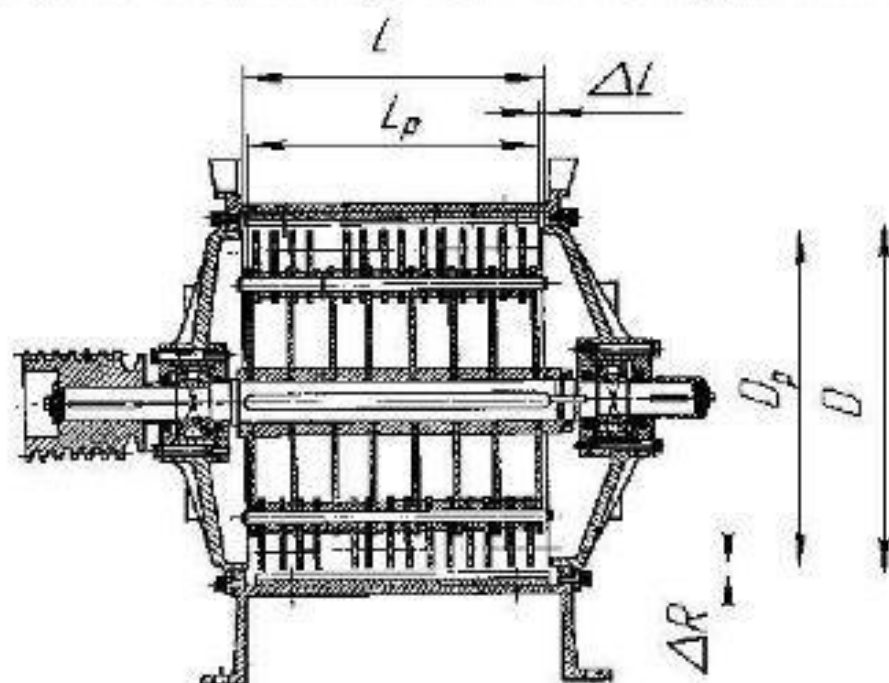


Рисунок 3.3. Схема дробильной камеры молотковой дробилки.

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 $q = 3 - 6 \text{ кг/(с} \cdot \text{м}^3)$ при скоростях молотков $70 - 80 \text{ м/с}$ и средней крупности дерти [14].

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

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

Величина коэффициента K зависит от типа дробилки. Для дробилок с периферийной загрузкой сырья рекомендуется принимать значение $K = 1,0 - 2,0$.

Принимаем $K = 2$.

Диаметр камеры измельчения D , м, определим решая совместно уравнения 3.1 и 3.2:

$$D = \sqrt{\frac{Q \cdot K}{q}}, \text{ м.} \quad (3.3)$$

$$D = \sqrt{\frac{0,83 \cdot 2}{3,5}} = 0,69 \text{ м.}$$

Ширину камеры измельчения L , м, определим по выражению:

$$L = \frac{D}{K}. \quad (3.4)$$

$$L = \frac{0,69}{2} = 0,35 \text{ м.}$$

Реальные диаметр (D_p) и длина (L_p) дробильного ротора определяются с учетом радиального (ΔR) и бокового (ΔL) зазоров (см. рис. 3.3).

$$D_p = D - 2 \cdot \Delta R; \quad L_p = L - 2 \cdot \Delta L. \quad (3.5)$$

Величину радиальных зазоров принимают в зоне дек в пределах $\Delta R = 2 - 3 \text{ мм}$, если планируется дробилка без дек, то зазор между молотками и ситом принимается $\Delta R = 8 - 10 \text{ мм}$.

При конструировании дробильного ротора следует стремиться, чтобы зазоры (между плоскостью крайних молотков на оси подвеса и боковой камеры измельчения) были не более радиальных.

Принимаем обычно $\Delta L = (0,9 - 1,0) \Delta R$.

$$L_p = 0,37 - 2 \cdot 0,009 = 0,33 \text{ м};$$

$$D_p = 0,69 - 2 \cdot 0,003 = 0,67 \text{ м}.$$

Определение частоты вращения ротора и окружной скорости молотков

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

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

Принимаем для расчетов

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

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

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

a – длина зерна, м, $a = 0,005 \text{ м}$;

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

ρ – плотность зерна, кг/м^3 , для ячменя $\rho = 1290 \text{ кг/м}^3$.

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

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 $V_{сн}$, циркулирующему в камере измельчения. С учетом сказанного, скорость молотков ротора дробилки определяется по выражению

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

$$\text{где } \beta_{сн} = \frac{V_{сн}}{V_{раз}} = 0,4 \dots 0,5;$$

k_n – коэффициент кратности разрушения зерна.

$k_n = 0,5 \dots 0,7$ 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 $n_p, \text{ мин}^{-1}$.

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

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

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 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

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

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

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

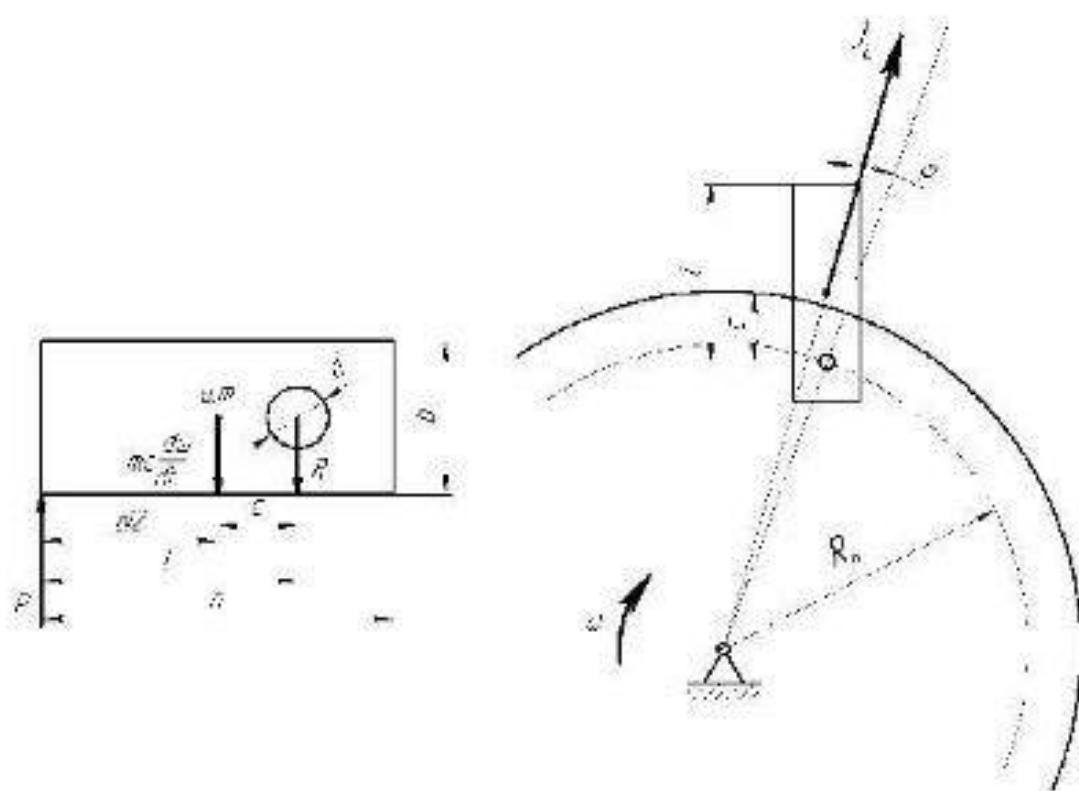


Рисунок 3.4 - Схема для определения размеров молотка дробилки

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.

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:

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

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

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

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

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 $n = 2 \dots 3$ [6].

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

Условие прочности на разрыв выглядит следующим образом

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

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

F – площадь в опасном сечении, м^2 .

$$F = (b - d) \cdot \delta_{и.} \quad (3.15)$$

$$F = (0,057 - 0,024) \cdot 0,006 = 0,00025 \text{ м}^2.$$

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

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 Экономическое обоснование конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r)k,$$

где G – масса конструкции, кг;

G_k – масса сконструированных деталей, кг;

G_T – масса готовых деталей, кг, $G_T = 700$;

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:

$$G_k = (G_v + G_m), \quad (3.18)$$

где G_v – масса винта, кг;

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:

$$C_{с1} = \frac{C_{с0} \cdot G_1 \cdot \delta}{G_0}, \quad (3.19)$$

где $C_{с0}, C_{с1}$ – балансовая стоимость старой детали, руб.;

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

δ – коэффициент удешевления конструкции.

Принимая значения как

$C_{с0}=140000$ руб.; $G_1=774,816$ кг, $\delta=0,9 \dots 0,95$, $G_0=800$ кг

получаем:

$$C_{с1} = \frac{140000 \cdot 774,816 \cdot 0,9}{800} = 122033 \text{ руб.}$$

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:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_e}{W_z}, \quad (3.20)$$

где N_e – потребляемая мощность, кВт;

W_z – часовая производительность, кг/ч.

Учитывая, что $N_e=22$ кВт, находим:

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

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

Металлоёмкость процесса определяется по формуле:

$$M = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_c}, \quad (3.21)$$

где G – конструкции, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка машины;

T_c – срок службы машин, лет.

Учитывая, что $G_0=800$ кг, $G_1=774,816$ кг, $W_0=3000$ кг/ч, $W_1=5000$ кг/ч, $T_{год},0=1350$ дней, $T_{cl},0=5$ лет, подставляя значения находим:

$$M_0 = \frac{800}{3000 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,00004 \text{ кг} / \text{кг},$$

$$M_1 = \frac{774,816}{5000 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,00002 \text{ кг} / \text{кг}.$$

Фондоёмкость процесса определяется по формуле:

$$F = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{зд} T_{cl}}, \quad (3.22)$$

где C_6 – балансовая совместимость конструкции, руб.;

Принимая из расчетов, что $C_{61}=122033$ руб., $C_{60}=140000$ руб., определяем:

$$F_0 = \frac{140000}{3000 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,0069 \text{ руб} / \text{кг}$$

$$F_1 = \frac{122033}{5000 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,0036 \text{ руб} / \text{кг}$$

Себестоимость исходного и проектируемого варианта определяется по формуле:

$$S = C_{з.п.} + C_3 + C_{р\text{т}\text{о}} + A, \quad (3.23)$$

где $C_{з.п.}$ – затраты оплату труда, руб./л;

C_3 – затраты на электроэнергию, руб/л;

$C_{р\text{т}\text{о}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции, руб;

A – амортизационный отчисления на продукцию, руб/л;

$$C_{з.п.} = z \cdot T_e \cdot K_{\partial} \cdot K_{ст} \cdot K_{от} \cdot K_{сс}, \quad (3.24)$$

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

T_e – трудоёмкость, чел/литр.

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

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

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

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

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

Затраты на электроэнергию определяется по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \Delta_{\text{э}}, \quad (3.26)$$

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

$\Delta_{\text{э}}$ – потребляемая мощность, кВт·ч.

Принимая во внимание, что $C_{\text{э}}=2,57$ руб./кВт·ч, $\Delta_{\text{эв}}=0,0073$ кВт·ч, $\Delta_{\text{эл}}=0,0044$ кВт·ч, находим:

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

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

Затраты на РТО конструкции определяется по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{с}} \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{в}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.27)$$

где $H_{\text{рто}}$ – суммарная норма затрат на РТО, %.

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

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

Амортизационные отчисления определяются по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{с}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{в}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.28)$$

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:

$$C_{пр} = S + E_n \cdot K = S + E_n \cdot P_{1,2} \quad (3.29)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K – удельные капитальные вложения или фондёмкость.

Принимая, что $E_n=0,15$ находим:

$$C_{прив 0} = 0,0652 + 0,15 \cdot 0,0069 = 0,066 \text{ руб / кг},$$

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

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:

$$T_{ок} = \frac{C_{01}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.32)$$

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

Коэффициент эффективности капитала вложений определяется по формуле:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_0} = \frac{1}{T_{ок}},$$

$$E_{эф} = 0,67 = 1,48 \quad (3.33)$$

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

3.3 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:

- 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 4x30 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 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

Комплекс некоторых упражнений физической культуры на сельскохозяйственном производстве для работников работающих стоя (исходным положением во данных упражнениях, является положение сидя на стуле):

Первое упражнение - пятками скользя по поверхности пола, необходимо вытянуть ноги вперед и правую руку завести за голову, а левую вытягивают в сторону, при этом делают вдох, далее расслабленно опускают руки вниз, делая выдох, то же необходимо сделать и в другую сторону. Упражнение повторяют шесть-восемь раз.

Второе упражнение - ноги нужно вытянуть вперед, а руки держать перед грудью, при этом туловище необходимо поворачивать вправо, а руки развести в стороны. Опять возвращаются в положение исходное, и повторять то же самое и в левую сторону. Таким образом повторяют упражнение восемь-десять раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Третье упражнение - пятками скользя по поверхности пола, необходимо вытянуть ноги вперед и поднимать руки вверх и далее прогибаются. Затем, нужно наклониться вперед, при этом касаясь руками до пола, далее выпрямляясь, руки нужно поднять вверх, ноги соединить и возвратиться в

исходное положение. Упражнение повторяют шесть-восемь раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Четвертое упражнение - ноги нужно вытянуть вперед, а руки держать на поясе. Поочередно необходимо оттягивать и поднимать носки, слегка при этом сгибая ноги в коленках, далее разворачивают ноги в правую сторону, носками при этом нужно касаться пола и повторять то же самое и в другую сторону. Упражнение повторяют десять-двенадцать раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Пятое упражнение – в сидящем положении на стуле, руки необходимо вытянуть вдоль тела, далее, прогнуться назад при этом поднимать руки вверх а ноги также немножко приподнимать, носками касаться пола. Необходимо наклониться вперед, делать при этом хлопок руками под ногой, которая вытянута, далее возвращаются в первоначальное положение. И повторять то же самое с другой ноги. Упражнение повторяют шесть-восемь раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Шестое упражнение – в сидящем положении на стуле, руки необходимо приставлять к плечам, левую ногу необходимо вытянуть вперед и возвратиться в исходное положение. Далее руки должны уходить в стороны и затем расслабленно опущены вниз. Упражнение повторяют пять-шесть раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

3.6 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.

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.
- На основе анализа конструкций разработана новая 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.

ЛИТЕРАТУРА

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. Алёшкин В.Р., Рошин П.М. Механизация животноводства. / Алёшкин В.Р., Рошин П.М.-М.: Агропромиздат, 1985.-286с.
3. Банников А.Г. Охрана природы. / А.Г. Банников , Н.А.Вакулин - М.: Агропромиздат, 1985.-286с.
4. Брагинцев М.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. / М.В. Брагинцев, Д.А. Палишкин - М.: Колос, 1984 - 191с.
5. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. / Н.М. Беляев - М.: Наука, 1987 - 610с.
6. Булгарнев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных работ квалификационных работ – Казань, 2009.
7. Булгарнев Г.Г. Методические указания по анализу хозяйственной деятельности предприятий в дипломных проектах (для студентов ИМ и ТС) Казань, 2011.
8. Иванов М.И. Детали машин. / М.И. Иванов - М.: Высшая школа, 1984.- 335с.
9. Кузьмин А.В. Справочник по расчётам механизмов подъёмно-транспортных машин. / А.В. Кузьмин, Ф.А. Марон - Минск.: Высшая школа, 1983.
10. Леонтьев П.Н. Техническое оборудование кормоцехов. / П.Н. Леонтьев и др. - М.: Колос, 1984 - 190с.
11. Справочник механизатора-животновода. - М.: Россельхозиздат, 1985.- 365с.
12. Солуянов П.В. Охрана труда. / П.В. Солуянов - М.: Колос, 1977 - 351с.

13. Мжельский Н.И. Справочник по механизации животноводческих ферм и комплексов. / Н.И.Мжельский, А.И. Смирнов - М.: Колос, 1984. - 355с.
14. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. / С.В. Мельников - Ленинград.: Колос, 1986 - 580с.
15. Охрана труда в сельском хозяйстве. // Справочник. - М.: Колос, 1980. - 650с.
16. Резнин Е.И. Кормоцехи на фермах. / Е.И. Резнин - М.: Россельхозиздат, 1982 - 225с.
17. Томмэ М.Ф. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. / М.Ф. Томмэ - М.: Колос, 1979.-350с.
18. Харламов С.В. Расчёт и конструирование машин и аппаратов пищевых производств / С.В. Харламов - Ленинград; Машиностроение, 1981.- 194с.
19. Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев – М: Высшая школа, 2002 – 492с.