

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 – Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

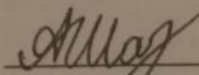
Тема: Совершенствование технологии приготовления кормов с разработкой
ормодробилки

Шифр

ВКР.35.03.06.179.20.ДКШ.00.00.ПЗ

Студент

Б262-06у группы


подпись

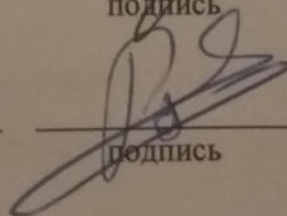
Шаймухамедов А.А.

Ф.И.О.

Руководитель

доцент

ученое звание


подпись

Лукманов Р.Р.

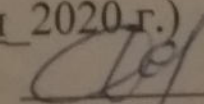
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
протокол № 7 от «05» февраля 2020 г.

ав. кафедрой

доцент

ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.

Ф.И.О.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Обзор конструкций кормодробилок	
1.2 Обзор литературы по технологии приготовления и раздачи кормов	
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 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Обоснование предлагаемой конструкции дробилки кормов	
3.2 Расчет конструктивных характеристик модернизируемой молотковой дробилки	
3.3 Требование безопасности к конструкции кормодробилки	
3.4 Инструкция по безопасности труда на оператора кормодробилки	
3.5 Предложения по улучшению влияния предприятия на окружающую среду	
3.6 Физическая культура на производстве	
3.7 Экономическое обоснование конструкции	
3.8 Выводы по разделу	
ВЫВОДЫ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
СПЕЦИФИКАЦИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем аграрного производства является обеспечение населения в достаточном количестве качественными продуктами животноводства. Для успешного удовлетворения растущих потребностей в мясо - молочных продуктах необходимо развивать скотоводство, что в свою очередь напрямую связано с организацией прочной кормовой базы. Обеспечение животных полноценными кормами, сбалансированными по питательности в соответствии с запланированной продуктивностью, - одно из важнейших условий увеличения производства и улучшения качества продуктов животноводства.

Как уже известно, питательные вещества активно усваиваются животными в измельченном виде, так как в измельченных кормах увеличивается активная поверхность частиц. Это способствует ускорению процесса пищеварения и усвояемости питательных веществ. При этом, что качество кормов, их рационы и степень сбалансированности оказывают значительное влияние на продуктивность животных и их здоровье.

Надо отметить, что ряд современных машин и агрегатов имеют низкую производительность и несовершенство рабочего процесса дробления. В данной работе поставлена задача, разработать новую, более усовершенствованную дробилку повышенной производительности, которая должна наиболее полно удовлетворять зоотехническим требованиям. Применение такой дробилки в кормоцехах, на свинокомплексах, молочных фермах и фермах КРС позволяет существенно повысить технико-экономические показатели.

Учитывая состояние механизации животноводства РФ, наличие крупных животноводческих ферм и комплексов, а также современные достижения науки и практики, в дальнейшем задачей является необходимость разработать опытный образец усовершенствованной дробилки повышенной производительностью, добиться снижения металлоемкости и энергоемкости, сделать конструкцию простой при изготовлении и обслуживании, добиться высокого качества измельчаемого корма.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Обзор конструкций кормодробилок

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.

Молотковая дробилка (рисунок 1.1) 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.

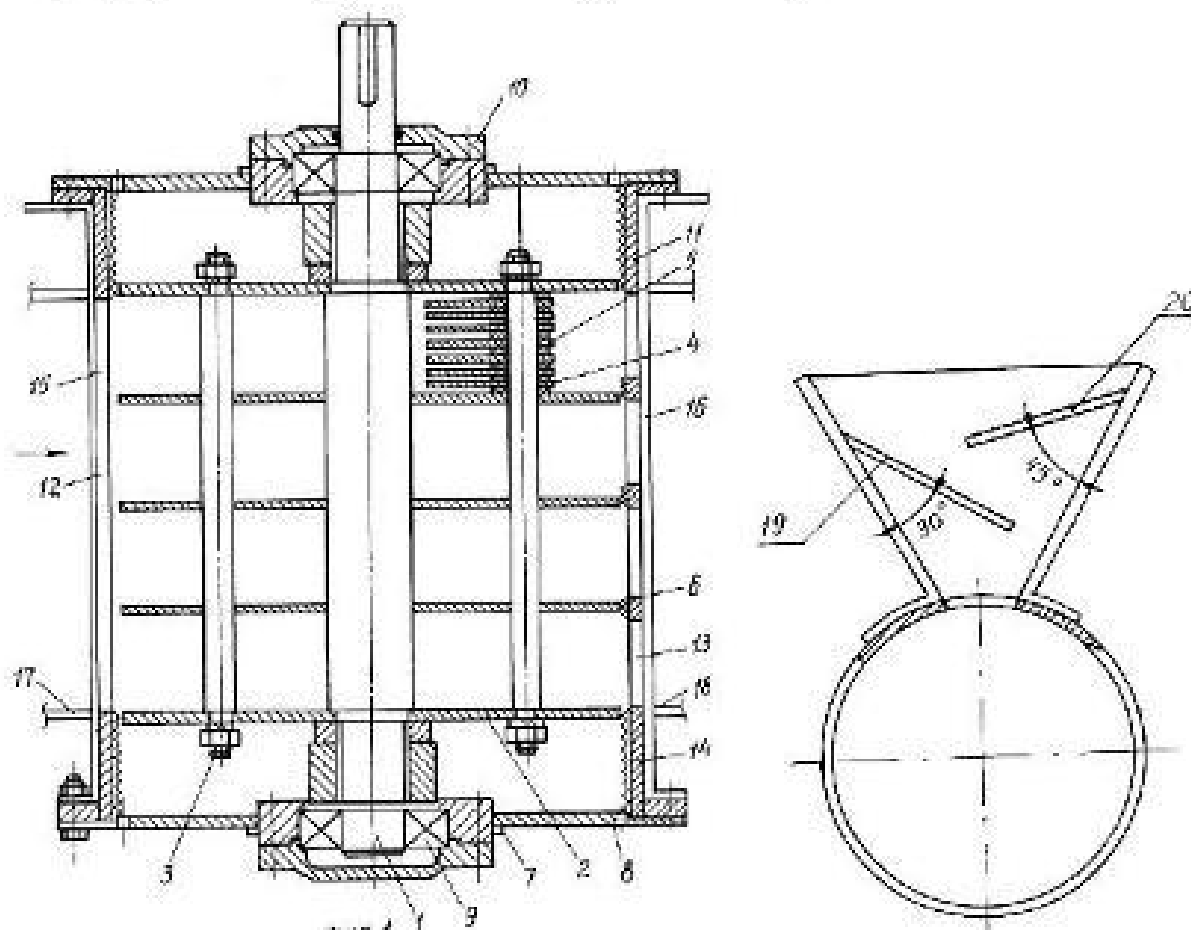


Рисунок 1.1 - Молотковая дробилка Патент РФ 2106911

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".

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

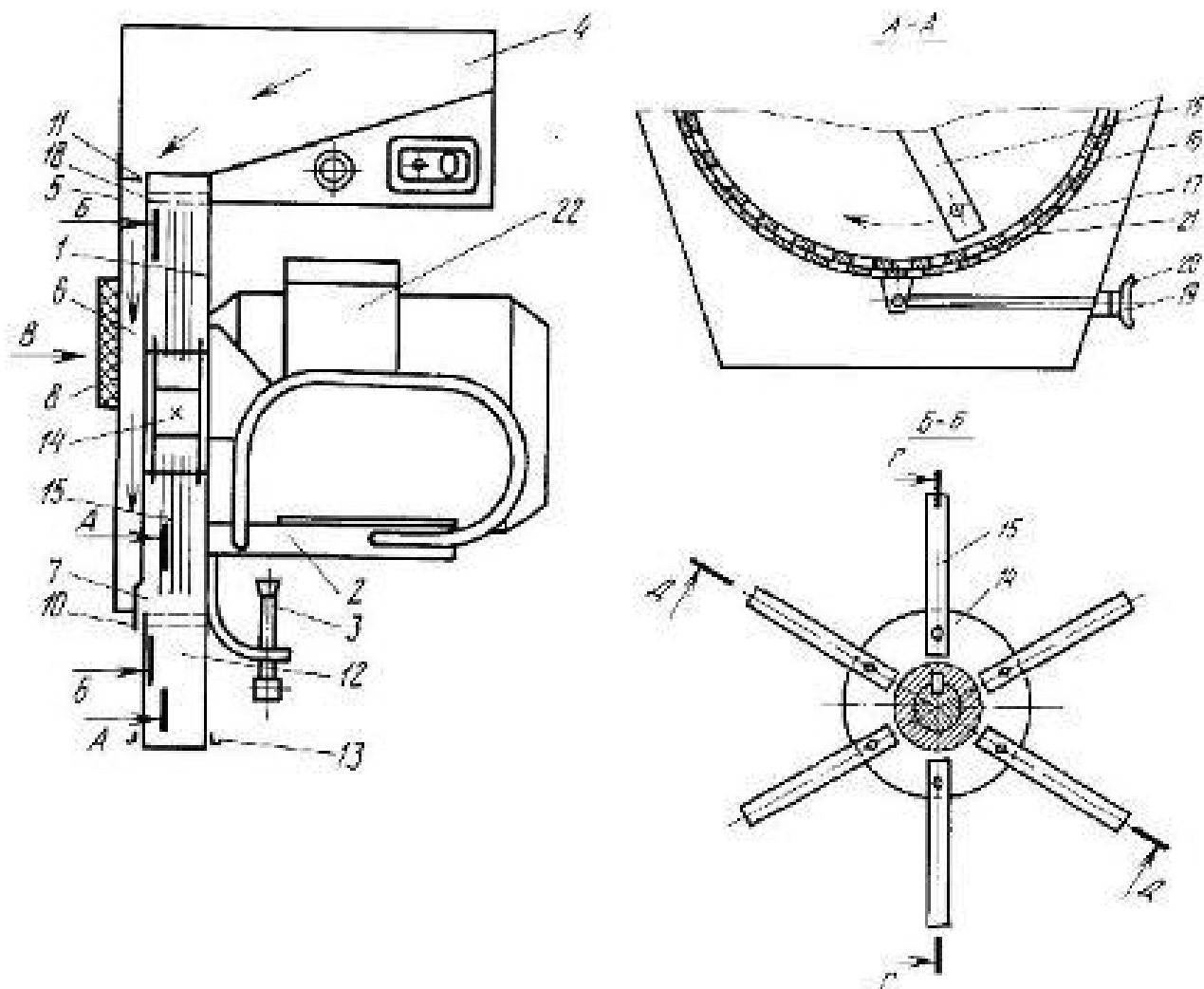


Рисунок 1.2 - Измельчитель сыпучих материалов Патент РФ №2062652

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

Измельчитель сыпучих материалов работает следующим образом. Перед началом работы измельчитель устанавливают на горизонтальной опоре, например столе (на фиг. не показан) с помощью средства 3 для крепления корпуса на опоре. Включают привод, например электродвигатель 22. Сыпучий

материал из загрузочного бункера 4 через подающий канал 6 поступает к впускному окну 7. Свободно падая внутри подающего канала или скатываясь по последовательно установленным наклонным пластинам 9 материал освобождается с помощью магнитной ловушки 8 от инородных включений.

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

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

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

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

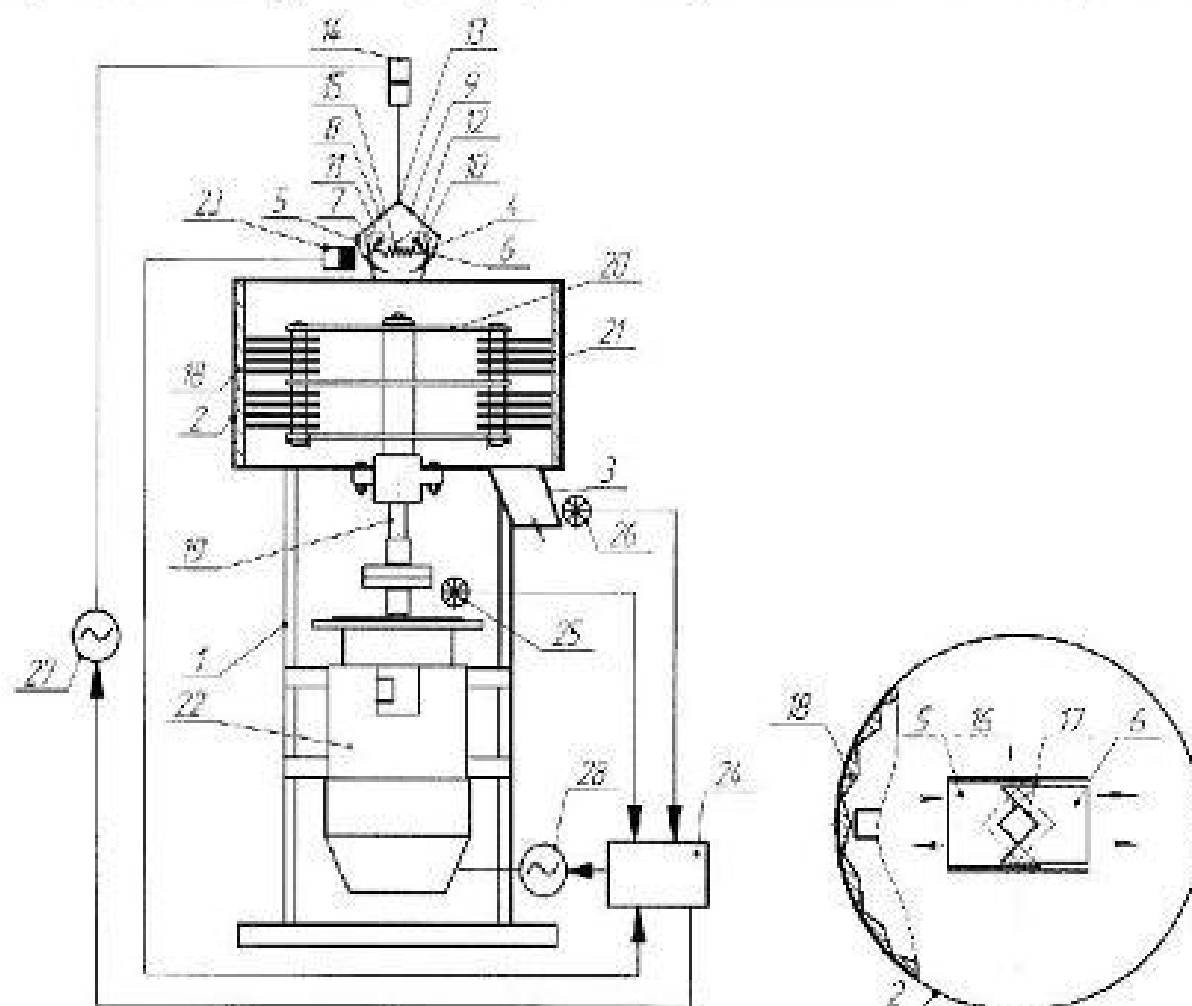


Рисунок 1.3 - Устройство для измельчения сыпучих материалов патент РФ

№2513750

Штанги 7 и 10 соединены пружиной 15, обеспечивающей возможность samozакрытия шиберных заслонок 5 и 6. Обращенные друг к другу грани шиберных заслонок 5 и 6 имеют внутренние угловые равнобедренные вырезы 16 и 17, обеспечивающие при взаимоналожении заслонок 5 и 6 на участке

взаимодействия заданной формы отверстия (например, в виде квадрата). В цилиндрической камере 2 с декой 18 на вертикальном валу 19 установлен ротор 20 с шарнирно закрепленными измельчающими элементами 21, соединенный с приводом 22. Загрузочный патрубок 4 снабжен датчиком влажности материала 23, соединенным с одним из входов блока управления 24, к другим входам которого подключен датчик частоты вращения привода ротора 25 и расхода материала 26, причем выходы блока управления 24, через исполнительные механизмы 27 и 28 регулирования подачи материала и привода ротора, соединены с приводами 14 шиберов 5 и 6 загрузочного патрубка 4 и приводом 22 ротора 20 соответственно.

Работает устройство для измельчения сыпучих материалов следующим образом.

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

При изменении свойств материала, в частности влажности, (например, ее повышение) текучесть материала на входе изменяется в сторону уменьшения, соответственно уменьшается и производительность. Датчик расхода материала 26 подает сигнал на вход блока управления 24. Последний сравнивает сигнал с сигналом задатчика и в зависимости от величины и знака сигнала рассогласования вырабатывает сигнал управляющего воздействия и подает его через исполнительный механизм 27 на привод 14, увеличивая одновременно степень открытия криволинейных шиберных заслонок 5 и 6, поворачиваясь вокруг осей 11 и 12 соответственно. При этом центр загрузочного отверстия,

образованного шиберными заслонками 5 и 6, всегда совпадает с осью вращения ротора, что позволяет равномерно распределить материал в камере 2 и избежать возникновения динамических нагрузок. Аналогичный принцип действия происходит и при уменьшении влажности и повышении сыпучести материала.

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

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

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

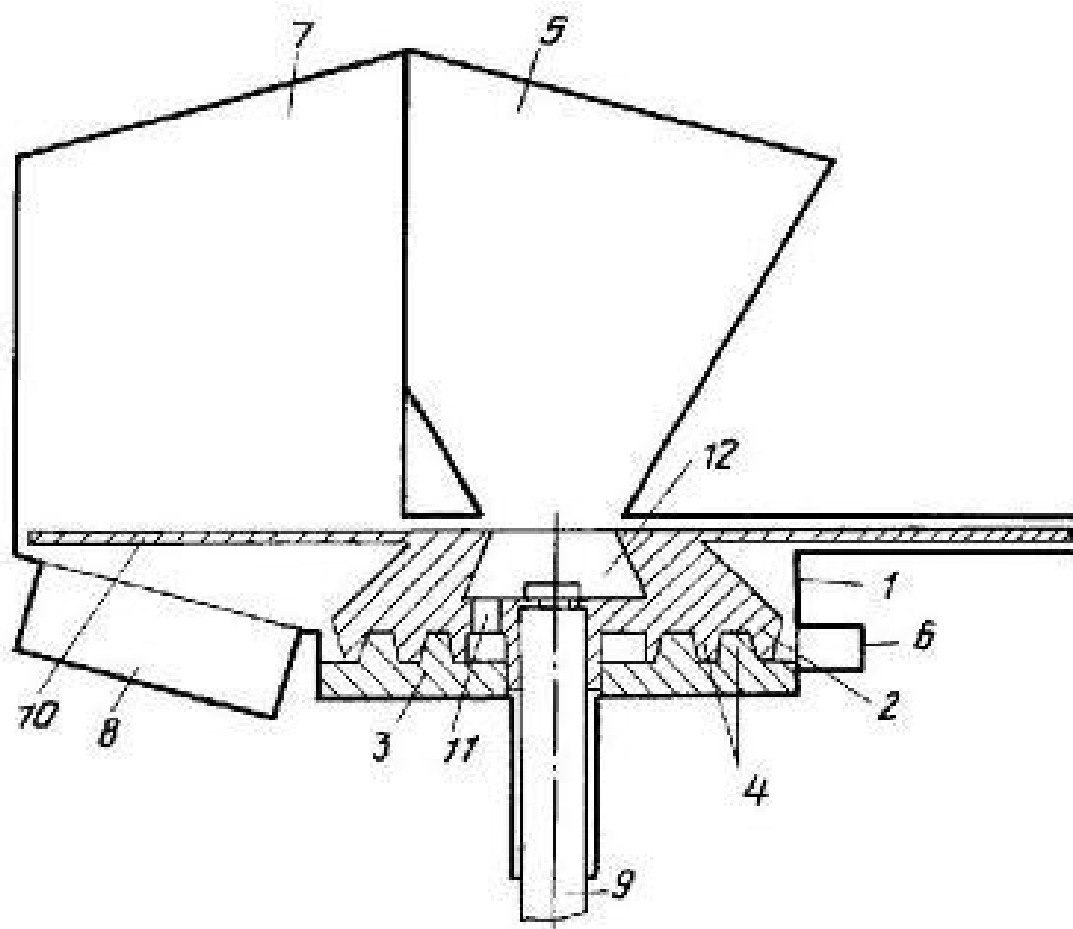


Рисунок 1.5 - Измельчитель кормов Патент РФ 2026740

Измельчитель кормов работает следующим образом.

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

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

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

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

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

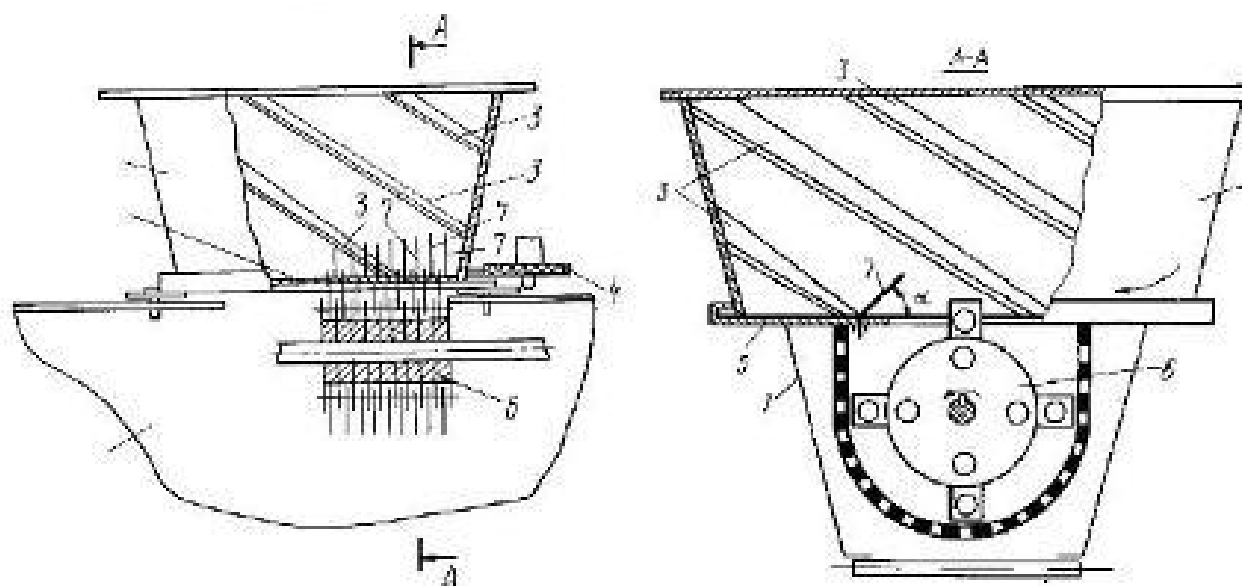


Рисунок 1.6 - Измельчитель кормов Патент РФ № 2010488

Измельчитель кормов работает следующим образом.

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

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

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

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

Измельчитель работает следующим образом.

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

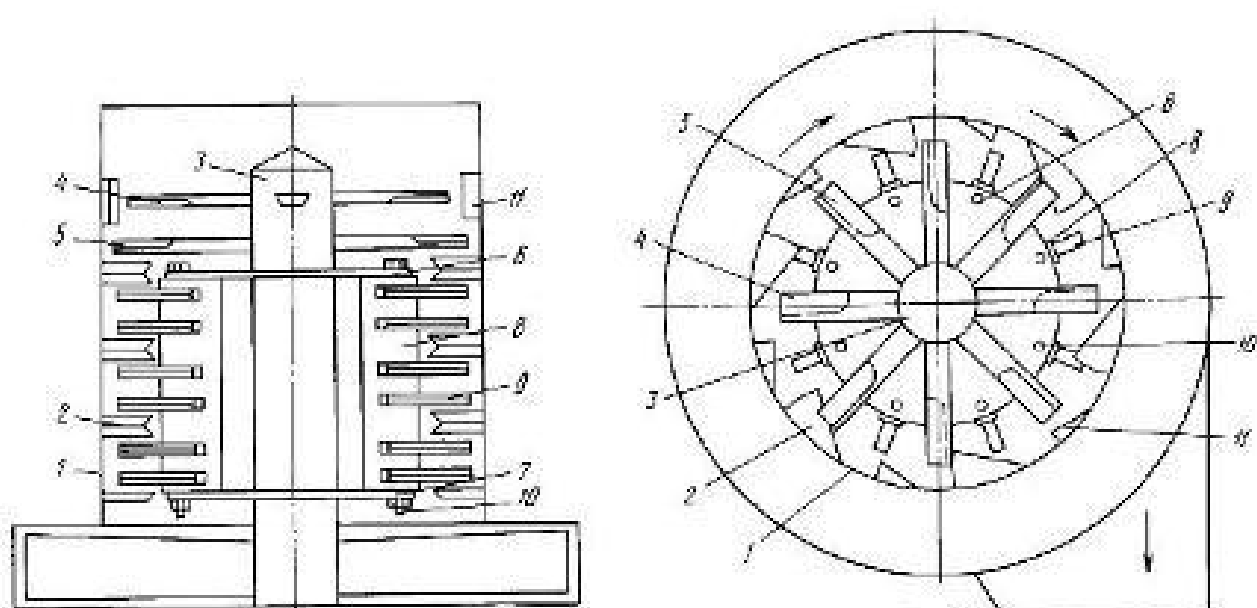


Рисунок 1.7 - Измельчитель кормов Патент РФ № 2019953

Наряду с измельчением, ножи 4 равномерно распределяют корм по периметру рабочей камеры 1. Перемещаемый при этом по ее внутренней поверхности с переносной скоростью корм поступает в рабочую зону пластины 11. Так как их передняя грань выполнена в виде клина, направленного против вращения ротора 3, то при перемещении по плоскости пластины 11 кормового слоя происходит уменьшение его скорости движения. В этом случае скорость движения ножей 4 больше аналогичного показателя корма, а следовательно, возникает условие для резания. Кроме того, с уменьшением скорости движения часть корма под действием гравитационных сил, по дуге, опускается в рабочую зону режущих элементов 2. Это позволяет уменьшить затраты энергии на транспортировку корма ножами 5 по внутренней поверхности рабочей камеры 1 до режущих элементов 2.

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

Таким образом, ножами 4 и 5 двух верхних ярусов производится предварительное грубое измельчение кормов и равномерное распределение их по периметру камеры 1. Вследствие того, что ножи 4 направлены к

опорным дискам 6 и 7 и внутри камеры 1 в рабочей зоне ножей 4 закреплены пластины 11, время пребывания корма в верхней части камеры 1 уменьшается. В этом случае затраты энергии на перемещение корма по внутренней поверхности камеры 1 ножами 4 снижаются, и пропускная способность измельчителя возрастает.

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

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

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

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

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

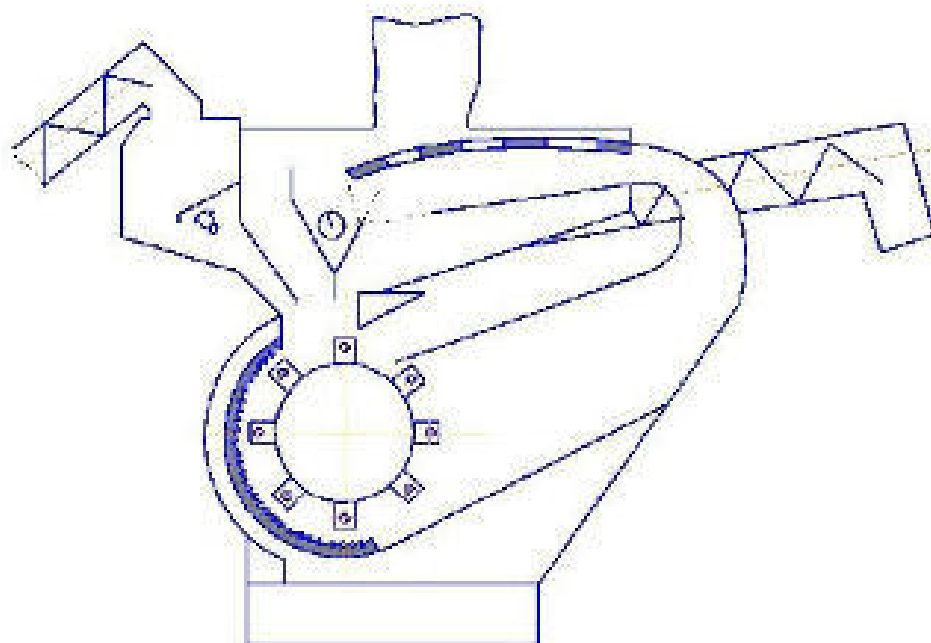
С уменьшением угла отклонения от радиального положения ножи 9 весь период измельчения кормов находятся в рабочей зоне режущих элементов 2, что увеличивает число воздействий на измельчаемый объект, увеличивая тем самым его степень измельчения. Кроме того, с уменьшением угла отклонения ножей от радиального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

возникновение явления резонанса, что увеличивает эксплуатационную надежность измельчителя.

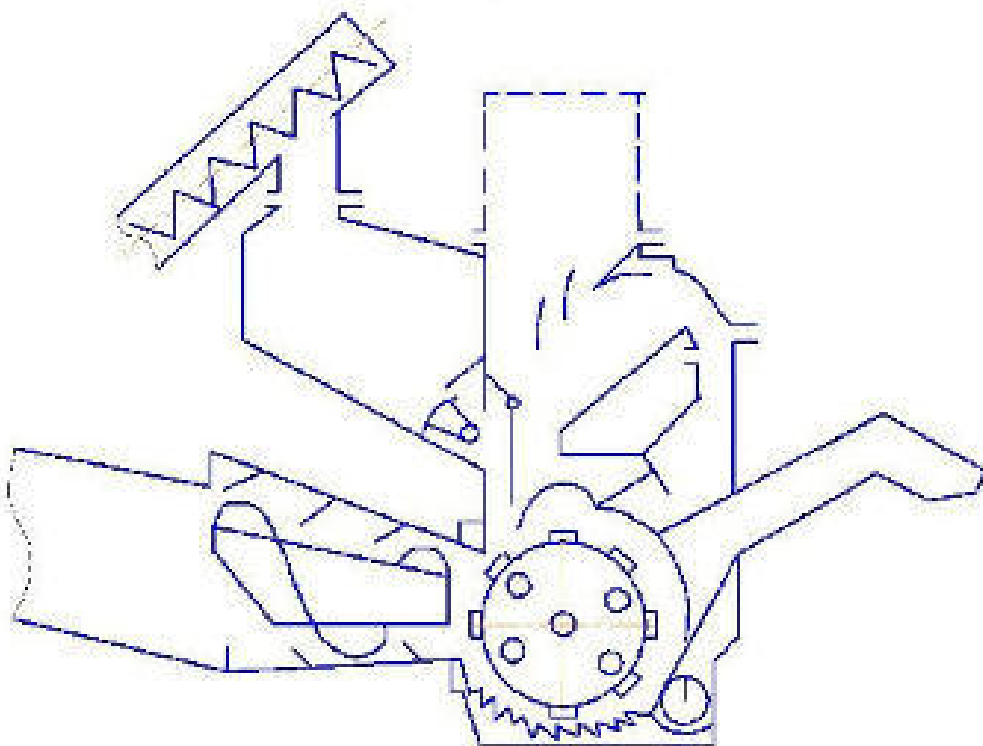
На сегодня известны безрешетные молотковые дробилки ДБ - 5 и ДКМ-5, которые максимально унифицированы между собой по основным рабочим органам. Технологические операции, протекающие в процессе работы дробилки ДБ - 5 (рисунок 1.8 а.), тесно взаимосвязаны между собой и имеют непрерывный цикл. При работе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

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

Работа данной дробилки, как и ДБ - 5, состоит из операций загрузки зерна, подачи на измельчение, транспортирование измельченного материала из рабочей камеры, выпрузка 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 1.8 – Конструктивно-технологические схемы безрешетных молотковых дробилок

На рисунке 1.9 изображена безрешетная молотковая дробилка.

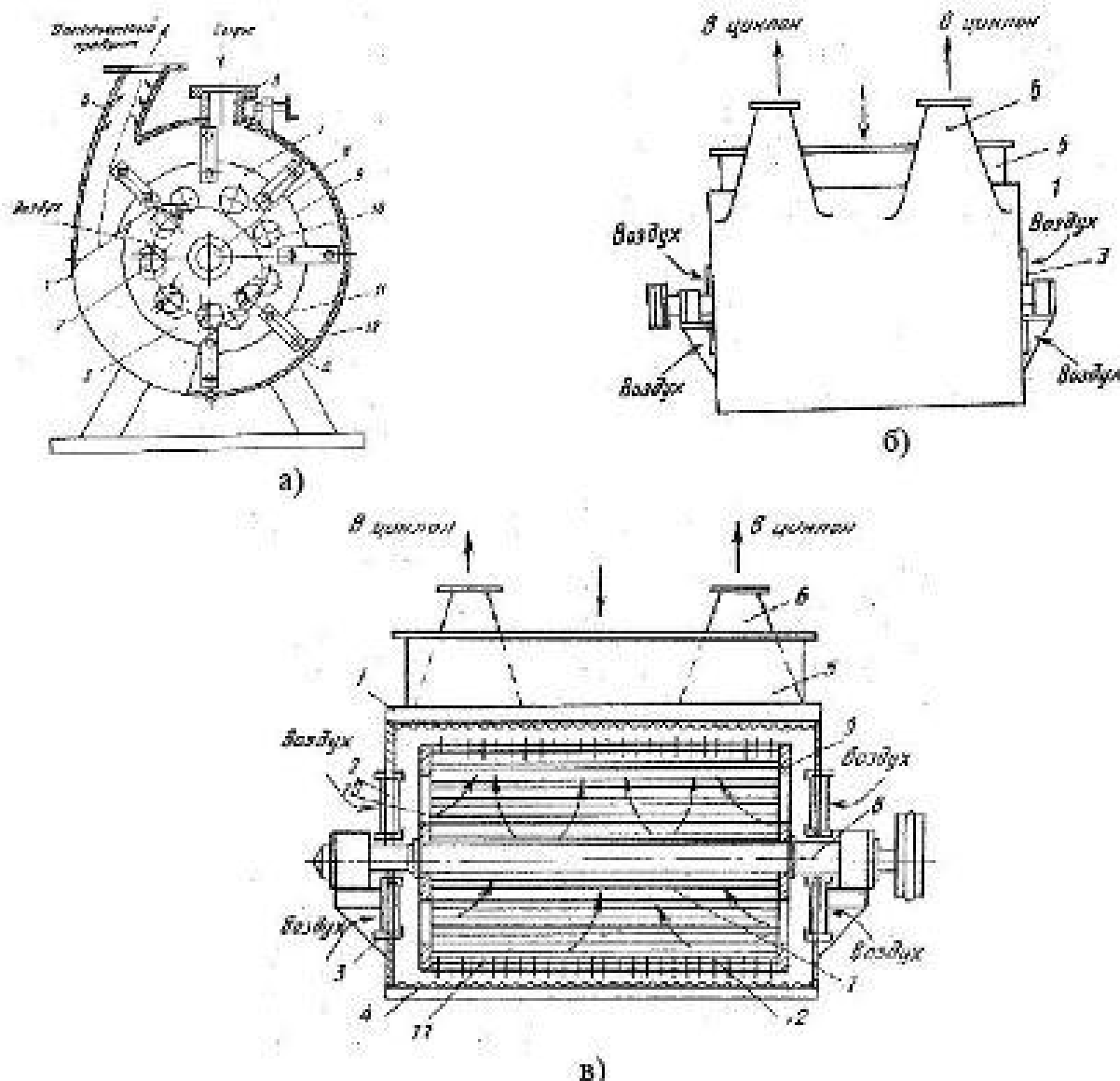


Рисунок 1.9 – Безрешетная молотковая дробилка (А.С. №1719059)

Дробилка состоит из корпуса 1, в центральной боковой поверхности которого выполнены отверстия 2 с регулируемыи 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 загрузке 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 регулируемыи заслонками 3.

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

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

Данное изобретение позволяет повысить эффективность работы роторной дробилки.

1.2 Обзор литературы по технологии приготовления и раздачи кормов

Для успешного развития животноводства большое значение имеет механизация производственных процессов, улучшение способов содержания и кормления животных. Механизация работ в совокупности с передовым способом содержания скота, является важнейшим фактором повышения производительности труда с оптимальными затратами и снижением себестоимости продукции.

Зоотехнической наукой доказана целесообразность скармливание скоту разнообразных кормов в каждую раздачу в виде кормосмесей. Применяя такой приём можно значительно снизить напряжение в работе пищеварительного аппарата животных. Производственные опыты свидетельствуют о том, что применение кормосмесей обеспечивает лучшее усвоение отдачи корма. В Поволжеской зоне на животноводческих фермах и комплексах крупного рогатого скота наибольшее распространение получили, в период стойлового содержания животных, силосно – сенажный тип кормления. В летнее время – травяной или силосно – травяной. На долю сенажа и силоса приходится 65 – 70%, сена и соломы 15 – 20%, концентратов до 20% и корнеплодов до 15% суточного рациона [17].

Для выбора технической схемы кормоцеха необходимо выбрать основные факторы на которые и будем основываться при выборе схемы кормоцеха. При выборе схемы необходимо учесть тип кормления, перспективу развития отрасли и кормовой базы хозяйства, наличие машин и оборудования, а также требование и условия, отвечающие совершенным нормам зоотехники [10].

Чтобы эффективно использовать кормоцех необходимо правильно выбрать способ обработки кормов и наличие соответствующих машин и оборудования дающего возможность механизировать все технологические процессы. В настоящее время примерно 60 – 75% кормоцехов Поволжеской зоны применяется технология измельчения и смешивания соломы с использованием измельчителей грубых кормов.

Кормосмесительный цех создан для приготовления важных смесей из сенажа или силоса, грубых кормов (сено, солома), корнеплодов и выдачи их в мобильные раздатчики.

Процесс данного кормоцеха заключается в том, что солома, сенаж, силос измельчаются предварительно и погрузчиком загружаются в КТУ – 10, который подвозит и падает массу на дозатор ДСК – 30, затем масса подается на ленточный транспортёр ТЛ – 65, линия сбора, смешивания, доизмельчения и

выдачи в кормораздатчик. Концентрированные корма доставленные с хлебоприёмного комбината загружаются в ЗСК – 10, который в свою очередь подаёт в бункер БСК – 10, а затем транспортёром ДС – 10 далее на линию сбора ТЛ – 65. Корнеплоды из приёмного бункера ТК – 5Б загружаемые самосвалом, подаются в измельчитель корнеплодов ИКМ – 5, где очищаются, моются, измельчаются и направляются в дозатор сочных кормов ДС – 15, а затем на линию сбора. Все компоненты транспортёром ТЛ – 65 подаются в измельчитель – смеситель кормов ИСК – 3 для смешивания, увлажнения питательными растворами, которые приготавливаются в смесителе мелассы и карбамида СМ – 1,7. Приготовленную смесь выпружают скребковым транспортёром в кормораздатчики [7].

Во многих кормоцехах используют оборудование КОРК – 15. (рис. 2.1) Преимущество этого оборудования непрерывность процесса, высокая производительность, минимальные затраты, универсальность. Комплект оборудования имеет следующие технологические линии подготовки, дозирования и выдачи.

Линия соломы состоит из загрузчика, питателя кормов ЛИС – 3.01 со скребковым транспортёром ЛИС – 3.02.

Линия корнеплодов размещается в отделении приготовления кормосмесей. Она состоит из транспортёра корнеплодов ТК – 5Б, измельчителя – камнеуловителя ИКМ – 5 и бункера дозатора корнеплодов КОРК – 15.03.01.

Линия концентрированных кормов находится в отделении приготовления кормосмесей. Она состоит из двух бункеров дозаторов КОРК – 15.04.15 и конвейера КОРК – 15.04.08. Технологическая линия мелассы и карбамида выполняется оборудованием ОМК – 4 служащего для приготовления и ввода растворов мелассы и карбамида в кормосмесь и комбикорм.

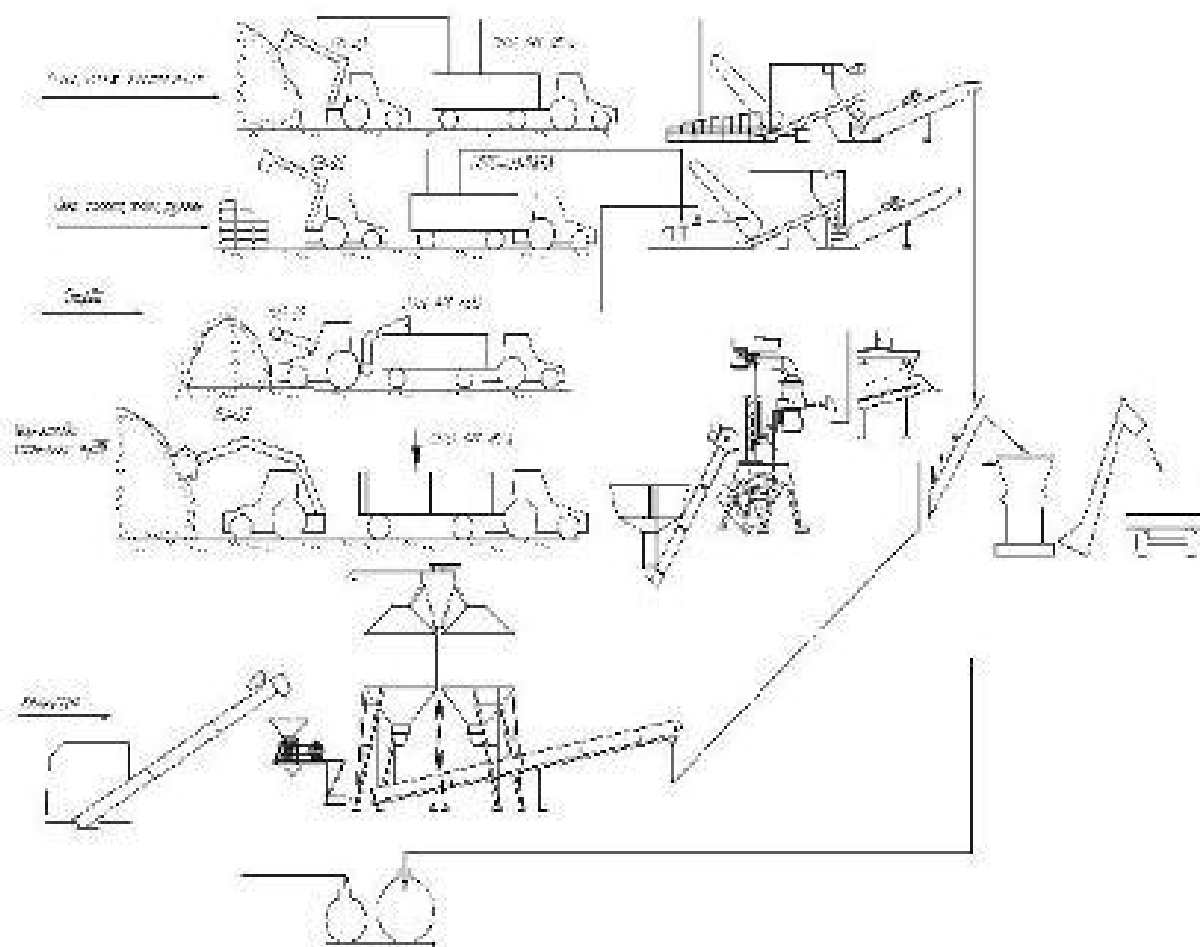


Рисунок 2.1 Технологическая схема кормоцеха КОРК-15.

Линия сбора, смешивания и выдачи кормосмесей размещается в отделении приготовления кормосмесей. Туда входит транспортёр скребковый сборный КОРК – 15.02.01., измельчитель – смеситель кормов ИСК – 3 с выгрузным транспортёром. Приготовленную смесь подают в кормораздатчик КТУ – 10 [7].

В основу планируемых технологических цехов и линий должно быть положено применение биохимических технологий подготовки кормов для животноводческих объектов в сельской местности и биотермических способов получения и подготовки кормов в подсобных животноводческих цехах крупных промышленных предприятиях зоны. Если животноводческие фермы при промышленных предприятиях будут базироваться на традиционных кормовых ресурсах сельскохозяйственного производства, а не производить корма, мы не сможем получить дополнительной продукции.

В связи с увеличением городского населения, строительством мощных тепловых объектов в Поволжеской зоне, подсобные хозяйства промышленных предприятий должны переходить на нетрадиционные кормовые ресурсы – производство и использование гидролизного сахара, в том числе сахара из древесного сырья, торфа.

На ближайшее десятилетия в нашей сельскохозяйственной зоне более рациональным является применение технологии кормопроизводства второго уровня – заготовка силоса, сенажа с использованием химических консервантов, заготовка комбинированного силоса, обработка соломы аммиачными компонентами, в том числе силосование соломы с биохимическими препаратами и в смеси с сочными кормами, хранение и обработка влажного фуражного зерна с применением химических реактивов.

Весь комплекс кормоприготовительных мероприятий должен базироваться на одной-двух универсальных заводских кормоприготовительных смесях типа КОРК-15 дополненных раздатчиками-смесителями кормов РСП-10, АРС-10 [5].

Переход к кормоцехам третьего поколения с широким применением термохимических способов обработки соломы и производством гранулированных и брикетированных полнорационных кормов можно рассматривать как вариант на базе специализированных хозяйств зоны, призванный обрабатывать и внедрять перспективные или опытные приемы кормопроизводства и кормоприготовления.

В ближайшее время недостаток протеина в зимних условиях должен покрываться за счет применения белково-витаминной добавки (БВД) и аммиачно-концентрированной добавки (АКД) [9].

Практическая реализация по сокращению доли зернофуража в кормлении животных должна закладываться как в плане строительства новых, так и реконструкции действующих кормоцехов.

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 $Q_{ср}$ находим по формуле,

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

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.; $g_1 =$ Ошибка!

Ошибка связи. кг; $g_2 =$ Ошибка! Ошибка связи. кг; $g_3 =$ Ошибка! Ошибка

связи, кг; g_4 = Ошибка! Ошибка связи, кг.

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

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_{el} , кг	g_n , кг	Q_{el} , кг	g_n , кг	Q_{el} , кг	g_n , кг	Q_{el} , 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

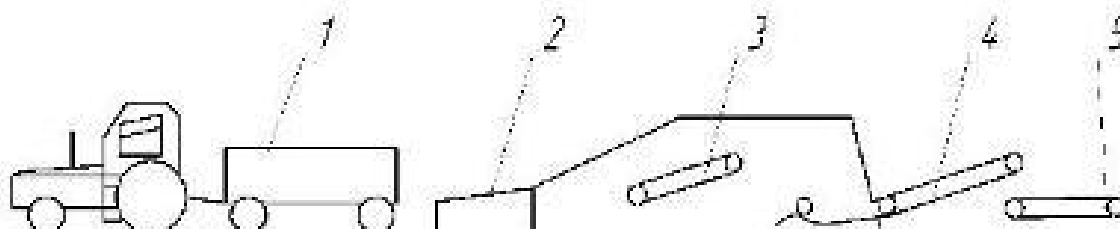
Вид корма	Суточный рацион, кг	В том числе по дачам					
		Утро		Обед		Вечер	
		%	кг	%	кг	%	кг
Сено	4567,5	40	1827	20	914	40	1826,5
Солома	2835	0	0	50	1418	50	1417
Силос	25200	30	7560	40	10080	30	7560
Сенаж	6870	30	2061	40	2748	30	2061
Корнеплоды	12263	30	3679	40	4905	30	3678,5
Концентраты	6136,5	35	2148	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

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 2.1.



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

Рисунок 2.1 – 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 $W_{ин}^{гп}$ определяется по формуле :

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

где Q_c – масса корма, подготавливаемая 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 $W_{тр,гр}$, определяется по формуле (2.1):

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

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

Определим необходимое количество питателей-измельчителей по формуле:

$$\eta = \frac{W_{\text{ли}}}{Q_{\text{маш}}}, \quad (2.3)$$

где $Q_{\text{маш}}$ – паспортная производительность машины, кг/ч;

$W_{\text{ли}}$ – часовая производительность технологической линии, кг/ч.

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

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

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

$$T_{\text{фак}}^{\text{утр}} = \frac{Q_{\text{утр}}}{Q_{\text{маш}}}, \quad T_{\text{фак}}^{\text{обед}} = \frac{Q_{\text{обед}}}{Q_{\text{маш}}}, \quad T_{\text{фак}}^{\text{вечер}} = \frac{Q_{\text{вечер}}}{Q_{\text{маш}}} \quad (2.4)$$

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

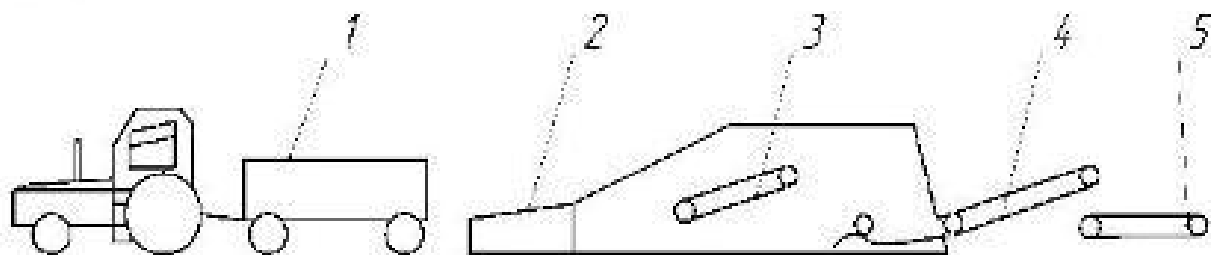
$Q_{\text{маш}}$ – паспортная производительность, кг/ч.

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

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

Расчет линии сочных кормов

Линия приготовления сочных кормов в схематичном виде представлена на рисунке 2.2.



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 2.2 – 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 $W_{\text{ли}}^{\text{сов}}$ определяется по формуле (2.5):

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

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

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

$$W_{\text{ли}}^{\text{сов}} = \frac{12828}{2} = 6414 \text{ кг/ч}$$

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 $T_{\text{фак}}$ при подготовке сочных кормов на каждую дачу по формуле (2.3):

$$Q_{\text{утр}} = 9621 \text{ кг}, Q_{\text{общ}} = 12828 \text{ кг}, Q_{\text{звер}} = 9621 \text{ кг}.$$

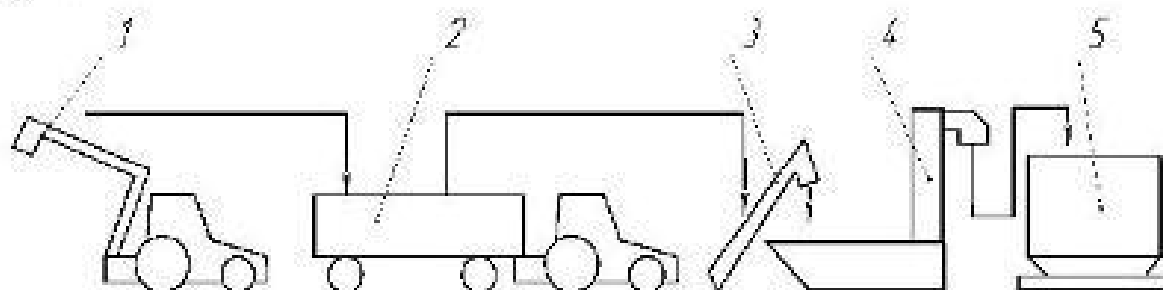
$$T_{\text{фак}}^{\text{утр}} = \frac{9621}{15000} = 0,64 \text{ ч}, T_{\text{фак}}^{\text{общ}} = \frac{12828}{15000} = 0,86 \text{ ч}, T_{\text{фак}}^{\text{звер}} = \frac{9621}{15000} = 0,64 \text{ ч}$$

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 2.3.



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 дозатора корнеплодов КОРК-15.03.01

Рисунок 2.3 – 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 $W_{\text{ли}}^{\text{корн}}$ определяется по формуле (2.5):

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

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):

$$Q_{\text{угр}} = 3679 \text{ кг}, Q_{\text{общ}} = 4905 \text{ кг}, Q_{\text{ветер}} = 3678,5 \text{ кг}.$$

$$T_{\text{угр}}^{\text{фак}} = \frac{3679}{5000} = 0,74 \text{ ц}, T_{\text{общ}}^{\text{фак}} = \frac{4905}{5000} = 0,99 \text{ ц}, T_{\text{ветер}}^{\text{фак}} = \frac{3678,5}{5000} = 0,74 \text{ ц}$$

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

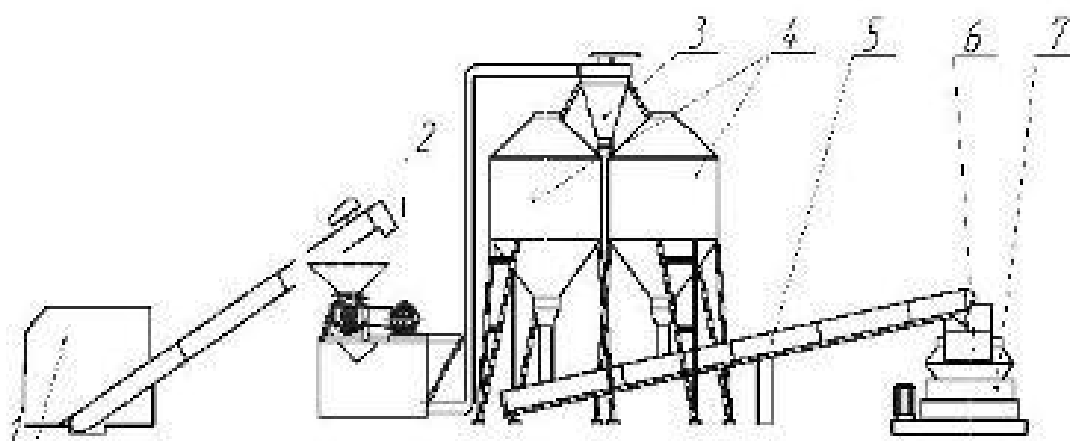
Расчет линии концентрированных кормов

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 2.4.



1- питатель кормов ПК-6; 2 – 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 2.4 – 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.

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

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.

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

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

Определим количество машин.

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

Принимаем одну машину.

Определим время работы машины.

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

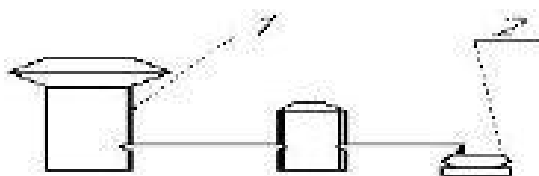
$$T_{\text{др}}^{\text{об}} = \frac{Q_{\text{др}}^{\text{об}}}{Q_{\text{маш}}} = \frac{1841}{3000} = 0,61 \text{ часа}$$

$$T_{\text{др}}^{\text{см}} = \frac{Q_{\text{др}}^{\text{см}}}{Q_{\text{маш}}} = \frac{2147,5}{3000} = 0,71$$

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

Расчет линии мелассы и карбамида.

Линия мелассы и карбамида схематичном виде представлена на рисунке 2.5.



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

Рисунок 2.5 – 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 $W_{ли}^{мин}$ определяется по формуле (2.5):

$$W_{ли}^{мин} = \frac{362}{2} = 181 \text{ кг/ч}$$

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 карбамиде 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):

$$Q_{\text{угр}} = 136 \text{ кг}, Q_{\text{обец}} = 142 \text{ } Q_{\text{везер}} = 137,3 \text{ кг.}$$

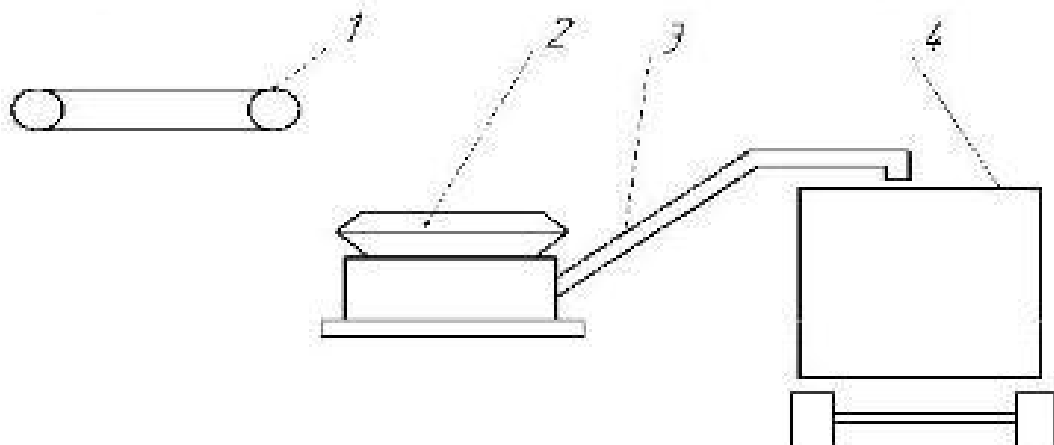
$$T_{\text{фак}}^{\text{угр}} = \frac{Q_{\text{угр}}}{Q_{\text{смес}}} = \frac{353/2}{400} = 0,44 \text{ часа}$$

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

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

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 2.6



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

Рисунок 2.6 – Линия смешивания

Количество смесителей непрерывного действия определяется по формуле:

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

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

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

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

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

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

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

Количество необходимых смесителей непрерывного действия будет равно:

$$n_n = \frac{11359}{15000} = 0,3.$$

Принимаем один смеситель.

Фактическое время работы смесителя непрерывного действия равно

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

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

корма, скармливаемого утром и вечером, кг;

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

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

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

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 $T_{фак}$ 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 $T_{фак}$.

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

Окончание табл. 2.5

1	2	3	4	5
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
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 концкормов	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.

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

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);

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

W_n - подача погрузчика, кг/ч;

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

$n_{ост} \cdot \text{ЧИСЛО ОСТАНОВОК}$

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

Тогда

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

Принимаем 3 кормораздатчика КТУ-10 для выдачи корма.

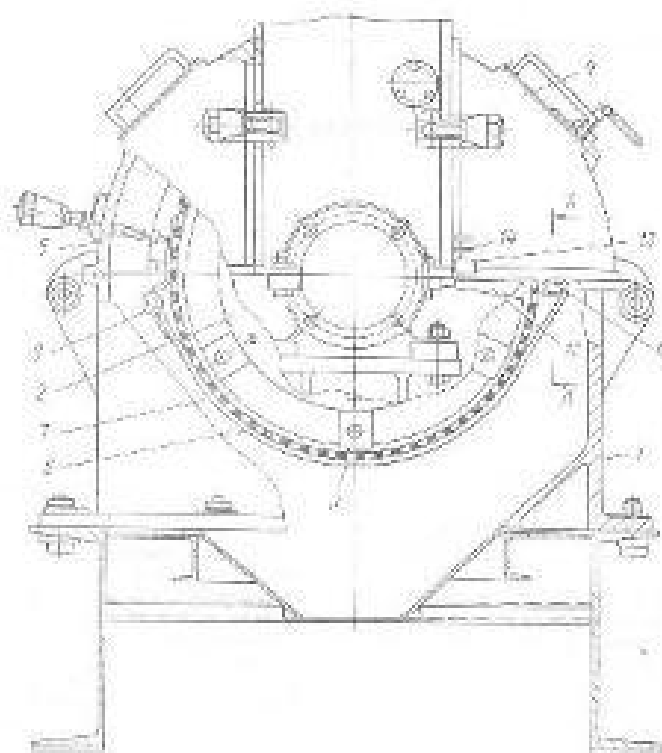
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обоснование предлагаемой конструкции дробилки кормов

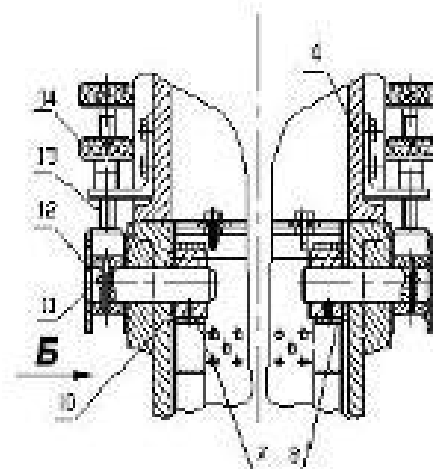
Проведенный выше анализ молотковых дробилок позволил выявить недостаток присущий большинству технологических схем – большие затраты ручного труда при замене сита. Кроме того в известных дробилках, в результате износа режущих поверхностей молотков их необходимо периодически переставлять или заменять.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

С целью сокращения простоя машины при замене сита и улучшения условий ее обслуживания нами предлагается дробилка для зерновых кормов, снабженная нажимными выступами, расположенными на боковых стенках откидных крышек и предназначенными для воздействия на рычаги механизма крепления сита. Нажимные выступы целесообразно выполнить в виде болтов с гайками, установленными с возможностью перемещения относительно крышки.

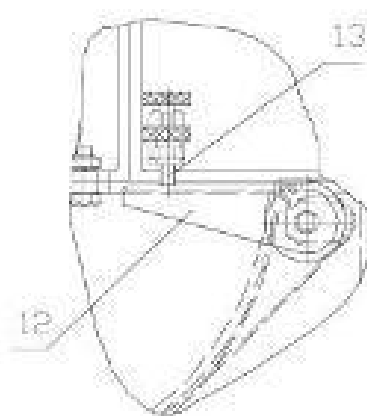
Дробилка содержит ротор 2 (рисунок 3.1) с молотками 3, корпус 1 с боковыми откидными крышками 4 и 5, сито 6, гибкие элементы 7 и 8, одним концом шарнирно закрепленные в нижней части корпуса на пальцах 9, а вторым концом закрепленные на кулачках 10, неподвижно сидящих на осях 11, в свою очередь соединенных с рычагами 12, и нажимные выступы 13, расположенные на боковых откидных крышках 4 и 5 и смонтированные таким образом, что могут перемещаться относительно этих крышек и фиксироваться в любом промежуточном положении. Нажимные выступы 13 могут быть выполнены в виде болта с контргайкой 14.



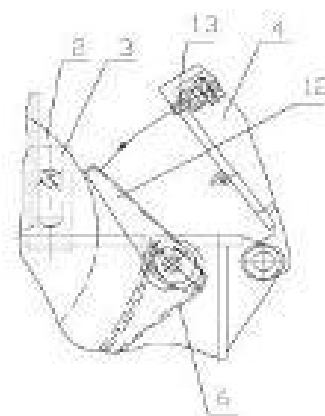
а



б



в



г

а – дробилка, поперечный разрез; б – разрез А-А на рисунке а; в – вид по стреле Б на рисунке б при закрытой боковой откидной крышке; г – вид по стреле Б на рисунке б при открытой боковой откидной крышке; 1 – корпус; 2 – ротор; 3 – молоток; 4, 5 – боковые откидные крышки; 6 – сито; 7 – гибкий элемент; 9 – палец; 10 – кулачок; 12 – рычаг; 13 – нажимной выступ; 14 – контргайка

Рисунок 3.1 – Схема модернизированной дробилки для зерна

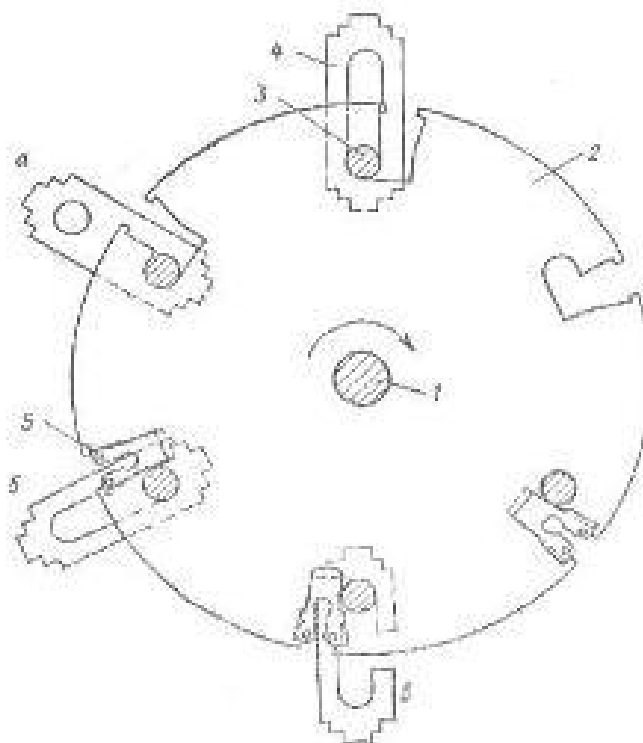
В предлагаемой дробилке замена сита 6 осуществляется следующим образом. Открывается боковая откидная крышка 4, при этом нажимные выступы 13 отходят от рычагов 12 и гибкие элементы 7 и 8 под действием веса сита 6 и пружинных свойств ленты ослабляются за счет поворота кулачков 10 с осями 11. После этого незафиксированное сито 6 вынимается из корпуса 3 через окно, образующееся после открытия боковой откидной крышки. Затем в корпус вставляется новое сито и закрывается боковая откидная крышка 4, при этом нажимные выступы 13 надавливают на рычаги 12 и поворачивают их вместе с осями 11 и кулачками 10. Поворачиваясь, кулачки 10 натягивают гибкие элементы 7 и 8 и крепят сито 6 в корпусе 3.

Для получения нужного натяжения гибких элементов 7 и 8, обеспечивающего надежное крепление сита 6 в корпусе 3 при плотно закрытой боковой крышке 4 при установке сит 6 разной толщины, регулируется положение нажимных выступов 13 при повороте болтов и фиксации их положения контргайкой 14. Такое регулирование обеспечивает более раннее или более позднее начало контакта нажимных выступов 13 с рычагами 12 при закрывании боковой откидной крышки 4 и тем самым поворот рычагов 12 с осями 11 и кулачками 10 на больший или меньший угол и, следовательно, большее или меньшее натяжение гибких элементов 7 и 8.

Для решения второй задачи в модернизированной дробилке на периферийной части дисков ротора выполнены Г-образные пазы, в которые закладываются и фиксируются оси ротора с предварительно надетыми на нее дробильными молотками, дистанционными и крепежными деталями.

В этом случае возможно снимать и устанавливать на ротор блок в виде дробильного комплекта, а при затуплении рабочих поверхностей переставлять не каждый в отдельности молоток, а дробильный комплект в целом, производить подготовку дробильного комплекта вне измельчителя, иметь сменные запасные комплекты, включающие молотки в сборе с осью, дистанционными кольцами и крепежными деталями.

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 вытянуть в радиальном направлении.

3.3 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 3.3)

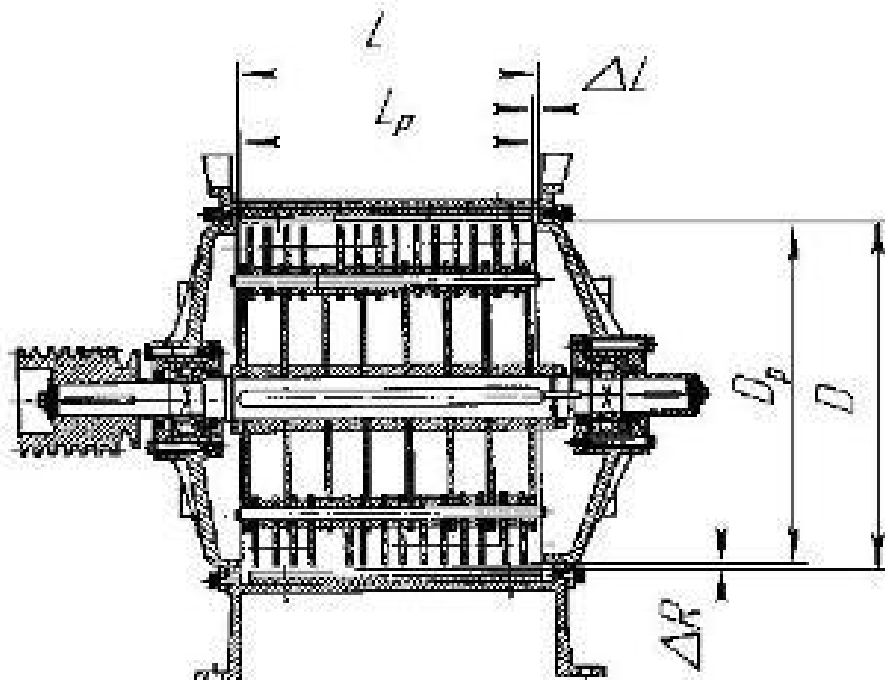


Рисунок 3.3 – Схема дробильной камеры молотковой дробилки

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 $q = 3 - 6$ кг/(с·м²) при скоростях молотков $70 - 80$ м/с и средней крупности дерти [14].

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

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

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 $\Delta R = 2 - 3$ мм, если планируется дробилка без дек, то зазор между молотками и ситом принимается $\Delta R = 8 - 10$ мм.

При конструировании дробильного ротора следует стремиться, чтобы зазоры (между плоскостью крайних молотков на оси подвеса и боковой камерой 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 контактном 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 $\sigma_{раз} = 7$ МПа.

a – длина зерна, м, $a = 0,005$ м;

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

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

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

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

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

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

k_n – коэффициент кратности разрушения зерна.

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

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

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

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

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

Принимаем частоту 2930 мин^{-1}

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

Определение размеров, количества и схемы размещения молотков на роторе

Ротор молотковой дробилки с шарнирно-подвешенными молотками должен быть спроектирован таким образом, чтобы реакция от ударных импульсов молотка по зерну не передавалась на палец подвески молотка, а через него – и на подшипники вала ротора дробилки. Молотки, размеры которых удовлетворяют этим условиям называются "уравновешенными на 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. (рис.3.4)

Согласно рисунка 3.4 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

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

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

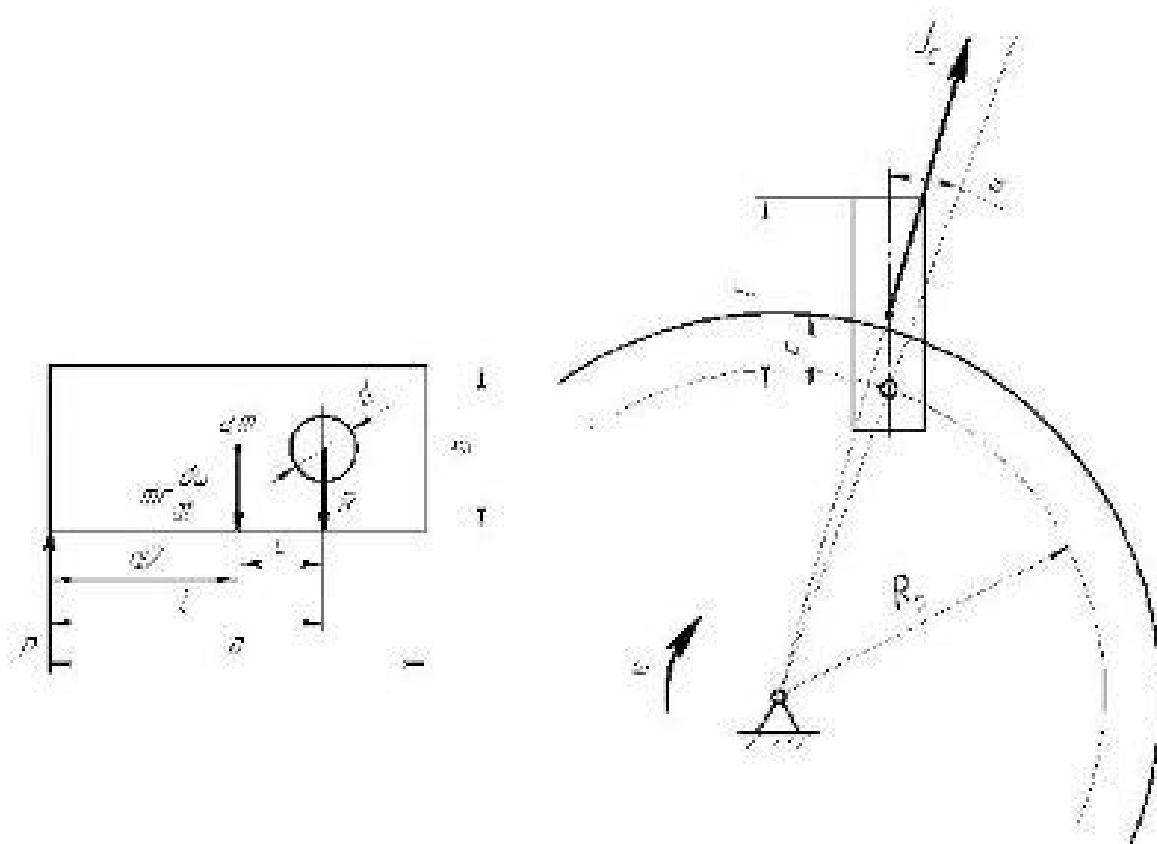


Рисунок 3.4 – Схема для определения размеров молотка дробилки

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.

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

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

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

где A и B – коэффициенты, определяемые по формулам:

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

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

м,

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

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

Следующим этапом расчета является определение расстояния от оси подвеса до конца молотка, исходя из рис. 3.8 оно равняется

$$l = c + \frac{a}{2}, \quad (3.13)$$

$$l = 0,033 + \frac{0,154}{2} = 0,11 \text{ м.}$$

Затем определяется радиус дробильного ротора по осям подвески молотков:

$$R_n = \frac{D_p}{2} - l, \quad (3.14)$$

$$R_n = \frac{0,67}{2} - 0,11 = 0,235 \text{ м.}$$

Для определения окончательных размеров молотка необходимо проверить выполнение условий прочности на разрыв молотка в зоне его подвески под действием центробежных сил, т.е. произвести его прочностной расчет, но прежде необходимо определить число z молотков и наметить схему их размещения на роторе дробилки [18].

Из условий статической и динамической уравновешенности молоткового ротора принимается размещение молотков по винту или в шахматном порядке (рис. 3.5).

После выбора схемы развертки число z молотков в роторе определяем по выражению

$$z = \frac{k_z \cdot (L_p - L_s)}{\delta_{\mu}}, \quad (3.15)$$

где k_z – коэффициент густоты размещения молотков на роторе, учитывающий степень перекрытия пространства камеры измельчения, $k_z = 0,5 \dots 2$;

L_p – ширина камеры измельчения, м;

δ_d – толщина молотков, м;

L_1 – общая толщина несущих дисков дробильного ротора, которая не перекрывается молотками, м;

$$L_1 = n_d \cdot \delta_d$$

где n_d – число дисков ротора, шт., $n_d = 5$ шт.

δ_d – толщина дисков ротора, м, $\delta_d = (2 \dots 4) \delta_{dc}$;

$$L_1 = 5 \cdot 0,008 = 0,04 \text{ м.}$$

$$z = \frac{2 \cdot (0,33 - 0,04)}{0,006} = 97 \text{ шт.}$$

Число осей подвеса i молотков принимается из условий удобства установки молотков их количества и обычно принимается равным 4, 6 или 8 штук. В большинстве дробилок $i = 8$.

Определяем количество молотков, установленных на одной оси по формуле

$$z_0 = \frac{z}{i} \quad (3.16)$$

$$z_0 = \frac{97}{8} = 12,125 \approx 12 \text{ шт.}$$

Для обеспечения необходимого расстояния между молотками на осях подвеса (выбор длины распорных втулок) определяют шаг винтовой линии b_0

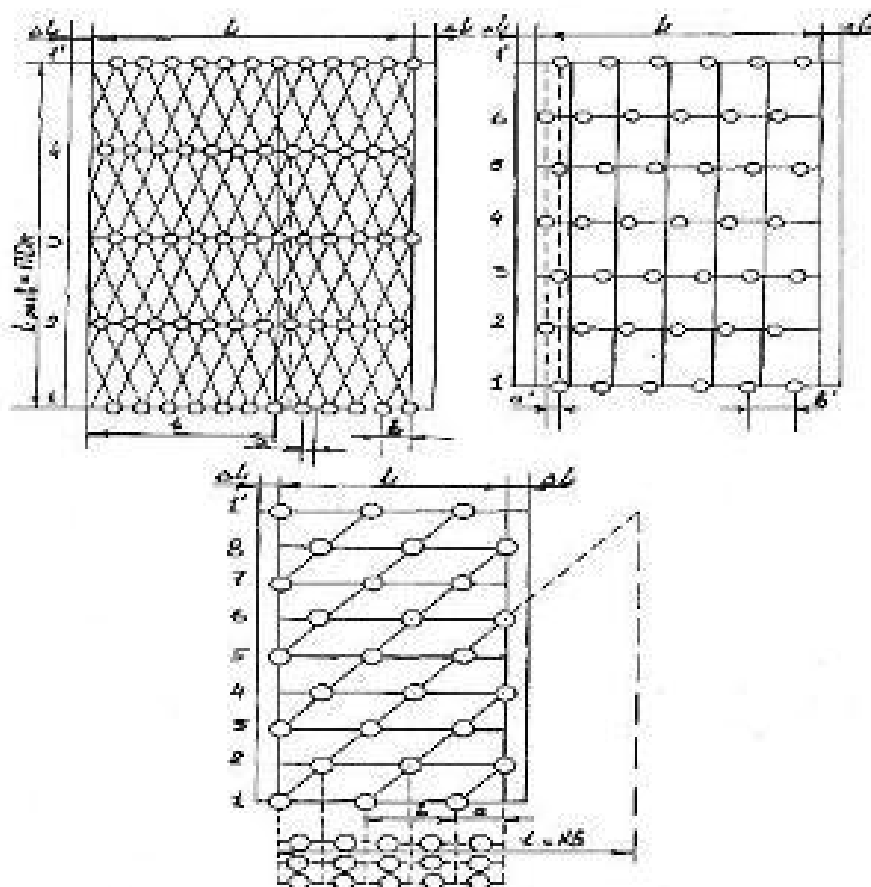
$$b_0 = \frac{L_p - L_1}{z_0} \quad (3.17)$$

$$b_0 = \frac{0,33 - 0,04}{12} = 0,0179 \text{ м.}$$

и расстояния между соседними следами молотков a_0

$$a_0 = \frac{L_p - (\delta_d \cdot z_0 + L_1)}{z - z_0} = \delta_d \quad (3.18)$$

$$\alpha_0 = \frac{0,333 - (0,006 \cdot 12 + 0,04)}{12} - 0,006 = 0,0034 \text{ м.}$$



a_0 – расстояние между соседними следами молотков; b_0 – расстояние между соседними молотками на одном пальце; t – шаг винта; L – ширина барабана; n – число ходов

Рисунок 3.5 – Схема размещения молотков на развертке ротора дробилки (молотковое поле)

Для определения диаметра пальца и размеров дисков необходимо произвести прочностной расчет.

Диаметр оси подвеса молотков находится из условия прочности по нормальным напряжениям при изгибе

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma], \quad (3.19)$$

где $M_{\max}$ – максимальный изгибающий момент, действующий на ось подвеса, Н·м;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение при изгибе, Н/м²;

W – осевой момент сопротивления поперечного сечения оси, м^3 .

Для круга $W_x = W_y = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$.

Для нахождения $M_{\max}$ строим схему размещения молотков, дистанционных втулок и дисков на одной из осей молоткового барабана и определяются их масса и центробежные силы инерции, после чего строятся эпюры сил и моментов, по которым находится искомое значение $M_{\max}$. Для расчета величины момента используем программу APM WinMachine модуль APM Shaft.

Найдем минимально возможный диаметр оси подвеса исходя из условия прочности:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{\max}}{\pi \cdot [\sigma]}} \quad (3.20)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 380}{3,14 \cdot 280 \cdot 10^6}} = 0,024 \text{ м.}$$

Расчет призматической шпонки на смятие

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2 \cdot M}{d \cdot (n - t) \cdot l_p} \leq [\sigma_{\text{см}}] \quad (3.21)$$

где M – передаваемый шпонки момент, $\text{Н} \cdot \text{мм}^2$; d – диаметр вала, мм;

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

Выбор призматической шпонки по ГОСТ 23360-78

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

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

3.3 Требование безопасности к конструкции кормодробилки

Требование безопасности к конструкции на рабочем месте оператора кормодробилки:

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

2. Безрешетная молотковая кормодробилка устанавливается по уровню на специальный фундамент. Допускается наклон не более 5°.

3. Кормодробилка должна быть закреплена на опорных болтах.

4. Включение кормодробилки осуществляется без нагрузки.

3.4 Инструкция по безопасности труда на оператора кормодробилки

Согласовано на заседании

Утверждаю

профсоюза протоколом

директор предприятия

№ от «__»_____2020 г.

«__»_____2020 г.

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда для оператора кормодробилки

1. Общие требования безопасности.

Настоящая инструкция определяет права и обязанности оператора кормодробилки. Оператор кормодробилки, работающий весь сезон обязательно проходит медицинский осмотр и производственное обучение. А также, получает спецодежду и средства индивидуальной защиты. Работа подростков до 18 лет. Мужчины старше 55 лет. А также лиц перенесших инфекционные и ряд других заболеваний категорически запрещается.

2. Опасные и вредные факторы влияющие на оператора кормодробилки:

- механическая (вибрация, влажность);
- химическая (кислая, соленая среда);
- биологическая (микроорганизмы);

3. Требования безопасности перед началом работы:

- одеть спецодежду;
- ознакомиться с заданием (получить дополнительные инструкции);
- проверить и подготовить к работе свое рабочее место;
- отметить в журнале приема смены.

4. Требования безопасности в процессе работы

- запрещается открывать крышку кормодробилки, а также подготовку кормодробилки к работе осуществлять при выключенном электрооборудовании;

- следить за ходом технологического процесса;

- в аварийных ситуациях осуществлять контроль за технологическими процессами;

- своевременно принимать меры по ликвидации от их отклонений;

- сообщать все сведения в вышестоящие инстанции.

5. Требования безопасности по окончании работы:

- принять меры исключающие опасность для людей при отсутствии оператора кормодробилки;

- на своем рабочем месте очистить спецодежду;

- записать в журнал сведения об отклонениях в технологическом процессе и сообщить мастеру.

6. Ответственность за нарушение настоящей инструкции по ТБ работник привлекается к административной, уголовной ответственности в зависимости от причины и последствий аварии.

Специалист по ОТ

Разработал

Согласовано

Главный зоотехник

3.5 Предложения по улучшению влияния предприятия на окружающую среду

Рекомендации по улучшению экологической обстановки в хозяйстве.

Для улучшения экологической обстановки в хозяйстве нужно выполнить следующие задачи:

1. Отделить производственную зону от населенного пункта не менее чем на 500 м.;
2. Механизировать и автоматизировать заправку тракторов и машин топливом с целью исключения попадания ГСМ в окружающую среду;
3. Усилить борьбу с образованием оврагов и размывания почв;

4. Реконструировать очистное сооружение для сточных вод;
5. Запретить мойку автомашин вблизи водоемов;
6. Ужесточить контроль атмосферного воздуха согласно ГОСТа 17.2.1.04-
7. Канализация для отвода загрязненных стоков должна соответствовать ГОСТу 25150-82;
8. Шум и вибрации должны соответствовать ГОСТу 20444-85. Необходимо проводить исследования по изучению эффектов сочетания действия химических веществ с физическими факторами (шум, вибрации, повышенные температуры) с целью гигиенической оценки производственной среды;
9. Влияние электромагнитных полей согласно с влиянием на здоровье людей должны соответствовать «санитарным нормам и правилам защиты населения от воздействия электрического поля, образуемого воздушными ЛЭП».

Таким образом, соблюдение вышеуказанных рекомендаций должно способствовать улучшению экологической обстановки на предприятии.

3.6 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.

3.7 Экономическое обоснование конструкции

Расчет сравнительной экономической эффективности линии приготовления кормов производим для производственной линии зерновых кормов. Сравниваем два варианта:

- 1) Базовый – применение для измельчения зерновых кормов дробилки ДБ-5;
- 2) Предлагаемый – использование для измельчения зерновых кормов модернизируемую нами молотковую дробилку.

Исходные данные для расчета сравнительной экономической эффективности представим в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета сравнительной экономической эффективности

Показатели	Варианты	
	Базовый	Предлагаемый
1. Балансовая стоимость оборудования, тыс. руб.	65	87
2. Производительность дробилки, т/ч.	2	3
3. Количество обслуживающего персонала на одну дробилку, чел.	1	1
4. Мощность оборудования, кВт	22	30
5. Норма отчислений на ремонт, %	16	16
6. Норма отчислений на амортизацию, %	14,3	14,3
7. Тарифный коэффициент по оплате труда	1,67	1,67
8. Тариф на 1 кВт электроэнергии, руб./кВт	2,64	2,64

Годовой объем работ по измельчению зерновых кормов определяем по формуле [22]:

$$Q = (q_1 m_1 + q_2 m_2 + \dots + q_i m_i) D_p, \quad (3.22)$$

где $q_1, q_2, \dots, q_i$ – масса отдельных видов кормов, входящих в суточный рацион одного животного, кг;

$m_1, m_2, \dots, m_i$ – количество животных отдельной группы на животноводческой ферме, голов;

D_p – количество дней работы, сут.

Согласно поголовья животных, представленного во второй главе годовой объем работ по измельчению зерновых кормов будет равен:

$$Q = (900 \cdot 3 + 229 \cdot 2 + 320 \cdot 2,5 + 69 \cdot 1,5 + 427 \cdot 2,4) \cdot 365 = 1856500 \text{ кг} = 1856,5 \text{ т}.$$

Определим годовой фонд времени, необходимый для приготовления кормов:

$$T_i = \frac{Q}{W_{\text{с}}}; \quad (3.23)$$

$$T_1 = \frac{1856,5}{2} = 928,25 \text{ ч};$$

$$T_2 = \frac{1856,5}{3} = 618,83 \text{ ч}.$$

Определим количество дробилок, необходимое для выполнения годового объема работ исходя из суточной потребности, кратности кормления и допустимого зоотехнического времени на приготовление корма:

$$n_i = \frac{Q_{\text{сум}}}{W_{\text{с}} \cdot K \cdot t_{\text{пр}}}; \quad (3.24)$$

где $Q_{\text{сум}}$ – суточная потребность в корме, т;

K – кратность кормления ($K = 3$);

$t_{\text{пр}}$ – допустимое зоотехническое время на приготовление корма, ч

($t_{\text{пр}} = 2 \text{ ч}$).

Суточную потребность корма определим по выражению:

$$\begin{aligned} Q_{\text{сум}} &= q_1 m_1 + q_2 m_2 + \dots + q_i m_i = \\ &= 900 \cdot 3 + 229 \cdot 2 + 320 \cdot 2,5 + 69 \cdot 1,5 + 427 \cdot 2,4 = 5086,3 \text{ кг} = 5,09 \text{ т}. \end{aligned} \quad (3.25)$$

Тогда по выражению (3.24) количество дробилок будет равно:

$$n_1 = \frac{5,09}{2 \cdot 3 \cdot 2} = 0,42;$$

$$n_2 = \frac{5,09}{3 \cdot 3 \cdot 2} = 0,28.$$

Таким образом, принимаем, что для базового и предлагаемого варианта необходимо по одной зернодробилке.

Количество операторов, необходимое для обслуживания машин для дробления зернового корма можно определить по формуле

$$Ч_i = n_i \cdot Ч_1, \quad (3.26)$$

где $Ч_i$ – количество операторов, обслуживающих одну дробилку, чел.

$$Ч_1 = Ч_2 = 1 \cdot 1 = 1 \text{ чел.}$$

Трудоемкость процесса приготовления кормов определяем по формуле:

$$T_{pl} = T_t \cdot \varphi_t; \quad (3.27)$$

$$T_{pl} = 928,25 \cdot 1 = 928,25 \text{ чел} \cdot \text{час};$$

$$T_{pl} = 618,83 \cdot 1 = 618,83 \text{ чел} \cdot \text{час}.$$

Определим эксплуатационные затраты по выражению:

$$\Xi_t = O_t + \Xi_{\text{эл}} + (A_t + P_t), \quad (3.28)$$

где O_t – затраты на оплату труда с начислениями, руб.;

$\Xi_{\text{эл}}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

A_t – затраты на амортизацию, руб.;

P_t – затраты на ремонт, руб.

Затраты на оплату труда с начислениями можно рассчитать по формуле:

$$O_t = T_{pl} \cdot \tau_t \cdot k_N, \quad (3.29)$$

где τ_t – часовая тарифная ставка, руб./ч;

k_N – коэффициент начислений.

Часовую тарифную ставку операторов, обслуживающих зернодробилки определим по выражению:

$$\tau_t = \frac{O_{\text{мл}} \cdot K_{\text{тар}} \cdot K_o}{H_t}, \quad (3.30)$$

где $O_{\text{мл}}$ – минимальная месячная оплата труда работника, руб. ($O_{\text{мл}} = 4330$ руб.);

$K_{\text{тар}}$ – тарифный коэффициент по оплате труда;

K_o – отраслевой повышающий коэффициент за условия труда (в животноводстве равный $K_o = 1,5$);

H_t – норматив затрат рабочего времени для одного работника в месяц, час (при 6-дневной рабочей неделе равный $H_t = 169,2$ час).

$$\tau_1 = \tau_2 = \frac{4330 \cdot 1,67 \cdot 1,5}{169,2} = 64,11 \text{ руб./ч.}$$

Коэффициент начислений (K_n) включает в себя следующие виды затрат, премий и начислений в различные фонды:

- 10% – за классность,
- 10% – за стаж работы,
- 8,5% – отпускные,
- 25% – доплата за продукцию,
- 20,6% – отчисления во внебюджетные фонды

$$k_n = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,085 \cdot 1,25 \cdot 1,206 = 1,98$$

Тогда согласно выражению (3.29) затраты на оплату труда с начислениями составят

$$Q_1 = 928,25 \cdot 64,11 \cdot 1,98 = 117769,42 \text{ руб};$$

$$Q_2 = 618,83 \cdot 64,11 \cdot 1,98 = 78512,97 \text{ руб}.$$

Далее определим затраты на электроэнергию определяем по формуле:

$$\mathcal{E}l_i = T_i \cdot N_{эл} \cdot U_{эл}, \quad (3.31)$$

где $N_{эл}$ – мощность дробилки, кВт;

$U_{эл}$ – тариф на один кВт электроэнергии, руб /кВт

$$\mathcal{E}l_1 = 928,25 \cdot 22 \cdot 2,15 = 43906,21 \text{ руб};$$

$$\mathcal{E}l_2 = 618,83 \cdot 30 \cdot 2,15 = 39914,75 \text{ руб}.$$

Затраты на амортизацию найдем по выражению:

$$A_i = \frac{U_i \cdot n_i \cdot H_a}{100}, \quad (3.32)$$

где U_i – балансовая стоимость технологической линии приготовления корма, руб;

H_a – норма отчислений на амортизацию, %

$$A_1 = \frac{65000 \cdot 1 \cdot 14,3}{100} = 9295 \text{ руб};$$

$$A_2 = \frac{87000 \cdot 1 \cdot 14,3}{100} = 12441 \text{ руб}.$$

Затраты на ремонт:

$$P_i = \frac{C_i \cdot n_i \cdot H_p}{100}, \quad (3.33)$$

где H_p – норма отчислений на ремонт, %.

$$P_1 = \frac{65000 \cdot 1 \cdot 16}{100} = 10400 \text{ руб.};$$

$$P_2 = \frac{87000 \cdot 1 \cdot 16}{100} = 13920 \text{ руб.}$$

Тогда, окончательно, эксплуатационные затраты равняются:

$$\mathcal{O}_1 = 117769,42 + 43906,21 + 9295 + 10400 = 181371 \text{ руб.};$$

$$\mathcal{O}_2 = 78512,97 + 39914,75 + 12441 + 13920 = 144789 \text{ руб.}$$

Определим энерговооруженность труда при приготовлении зернового корма:

$$\mathcal{O}B_i = \frac{T_i \cdot N_{\text{ж}}}{T_p}; \quad (3.34)$$

$$\mathcal{O}B_1 = \frac{928,25 \cdot 22}{928,25} = 22 \text{ кВт/чел.};$$

$$\mathcal{O}B_2 = \frac{618,83 \cdot 30}{618,83} = 30 \text{ кВт/чел.}$$

Приведенные затраты на приготовление зерновых кормов определим по формуле:

$$\Pi_{\text{п}} = \mathcal{O}_i + 0,15 \cdot K_i; \quad (3.35)$$

где K_i – капитальные вложения, руб.

$$\Pi_{\text{п}1} = 181371 + 0,15 \cdot 65000 = 191120,63 \text{ руб.};$$

$$\Pi_{\text{п}2} = 144789 + 0,15 \cdot 87000 = 157838,72 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения проектированного решения определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_i = \Pi_{\text{п}1} - \Pi_{\text{п}2} = 191120,63 - 157838,72 = 33281,92 \text{ руб.} \quad (3.36)$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_2 - K_1}{\mathcal{E}_i} = \frac{87000 - 65000}{33281,92} = 0,66 \text{ года.} \quad (3.37)$$

Результаты расчетов технико-экономических показателей предлагаемого нами технического решения представим в виде таблицы 3.2.

Таблица 3.2 – Показатели расчета сравнительной экономической эффективности

Показатели	Варианты	
	Базовый	Предлагаемый
1. Годовой объем работ по измельчению зерновых кормов, т	1856,5	1856,5
2. Годовой фонд времени, необходимый для приготовления кормов, ч	928,25	618,83
3. Количество зернодробилок, шт	1	1
4. Количество операторов, обслуживающих дробилки, чел	1	1
5. Трудоемкость процесса дробления зерновых кормов, чел·ч	928,25	618,83
6. Эксплуатационные затраты, тыс.руб	181,37	144,79
в т.ч оплата труда, тыс.руб	117,77	78,51
затраты на электроэнергию, тыс.руб	43,91	39,91
затраты на амортизацию, тыс.руб	9,3	12,44
затраты на ремонт, тыс.руб	10,4	13,93
7. Энерговооруженность труда, кВт/чел	22	30
8. Приведенные затраты на приготовление зерновых кормов, тыс.руб	191,12	157,84
9. Годовой экономический эффект от внедрения проектного решения, тыс.руб.	-	33,28
10. Срок окупаемости, лет	-	0,66

Таким образом, модернизируемая дробилка для зерновых кормов обеспечит годовой экономический эффект в размере 33 281,92 рублей при сроке окупаемости менее года (0,66 года).

3.8 Выводы по разделу

Выполненные конструктивные расчеты показывают работоспособность кормодробилки. Проведенные конструкторские расчеты позволили обосновать конструктивные параметры новой кормодробилки. Определенные технико-экономические показатели сведены в таблицу 3.3, из которой видно, что замена конструкции кормодробилки на предлагаемый позволит существенно снизить затраты на производство продукции, с одновременным сокращением

металлоемкости и энергоемкости процесса, что в конечном счете скажется на эффективности производства.

ВЫВОДЫ

- В соответствии с предъявляемыми зоотехническими требованиями, корма, в частности концентрированные, для лучшей их усвояемости организмом животных должны подвергаться измельчению.**
- Был произведен анализ технических решений средств механизации измельчения зерновых кормов и представлена классификация зернодробилок, которые показали, что наибольшее распространение получили молотковые дробилки. Для дальнейшего усовершенствования этих нами ставились две задачи на дипломное проектирование: сокращения простоя дробилки и улучшения условий ее обслуживания при замене сита и молотков.**
- С целью сокращения простоя машины при замене сита и улучшения условий ее обслуживания нами предлагается дробилка для зерновых кормов, снабженная нажимными выступами, расположенными на боковых стенках откидных крышек и предназначенными для воздействия на рычаги механизма крепления сита. Для решения второй задачи в модернизированной дробилке на периферийной части дисков ротора выполнены Г-образные пазы, в которые закладываются и фиксируются оси ротора с предварительно надетыми на нее дробильными молотками, дистанционными и крепежными деталями. В этом случае возможно снимать и устанавливать на ротор блок в виде дробильного комплекта, а при затуплении рабочих поверхностей переставлять не каждый молоток в отдельности, а дробильный комплект в целом, производить подготовку дробильного комплекта вне измельчителя, иметь сменные запасные комплекты, включающие молотки в сборе с осью, дистанционными кольцами и крепежными деталями.**
- Были определены размеры дробильной камеры: диаметр камеры измельчения – 0,51 м, ширина – 0,37 м, и дробильного барабана диаметр – 0,5 м, длина – 0,36 м. Частота вращения дробильного ротора составляет 3000 об/мин. Аналитически обоснованы размеры молотков: длина – 0,11 м; ширина – 0,05 м. Построена схема размещения молотков и определено их количество –**

128 шт. Энергетический расчет позволил определить значение мощности для привода – 30 кВт.

Годовой экономический эффект от внедрения проектного решения составляет 33281,92 рублей при сроке окупаемости (0,66 года).