

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 концентрированных
кормов с разработкой кормодробилки

Шифр ВКР.35.03.06.430.18.БКД.00.00.00.ПЗ

Студент _____ Абдрахманов И.И.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Лукманов Р.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 9 от «5» февраля 2018 г.)

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

Казань – 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Обзор конструкций молотковых дробилок	
1.2 Выводы по разделу	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1. Проектирование кормоприготовительных цехов.....	
2.2. Разработка технологического процесса	
2.3 Установление количественных и качественных показателей по каждой операции обработки.....	
2.4 Технологический расчет	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	
3.1 Основные требования, предъявляемые к конструкции дробилки.....	
3.2 Обоснование и описание выбранной конструкции.....	
3.3 Конструктивные расчеты.....	
3.3.1 Расчет осей молотков	
3.3.2 Расчет молотков.....	
3.3.3. Определение производительности дробилки	
3.3.4 Определение мощности, потребной для работы дробилки и выбор электродвигателя	
3.4 Экономическое обоснование конструкции.....	
3.5 Планирование мероприятий безопасности жизнедеятельности по улучшению условий труда.....	
3.6 Предложения по улучшению влияния предприятия на окружающую среду.....	
3.7 Физическая культура на производстве.....	
3.8 Выводы по разделу	
ВЫВОДЫ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

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

из-за большой производительности и выше указанных свойств.

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

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Обзор конструкций молотковых дробилок

На сегодняшний день разработаны большое количество видов машин для дробления и измельчения кормов, отличающихся такими характеристиками как, производительность, форма молотков, потребляемая мощность и т.д. В связи с этим считается необходимым рассмотреть их более подробно.

Заслуживает внимания дробилка кормов, представленная на рисунке 1.1.

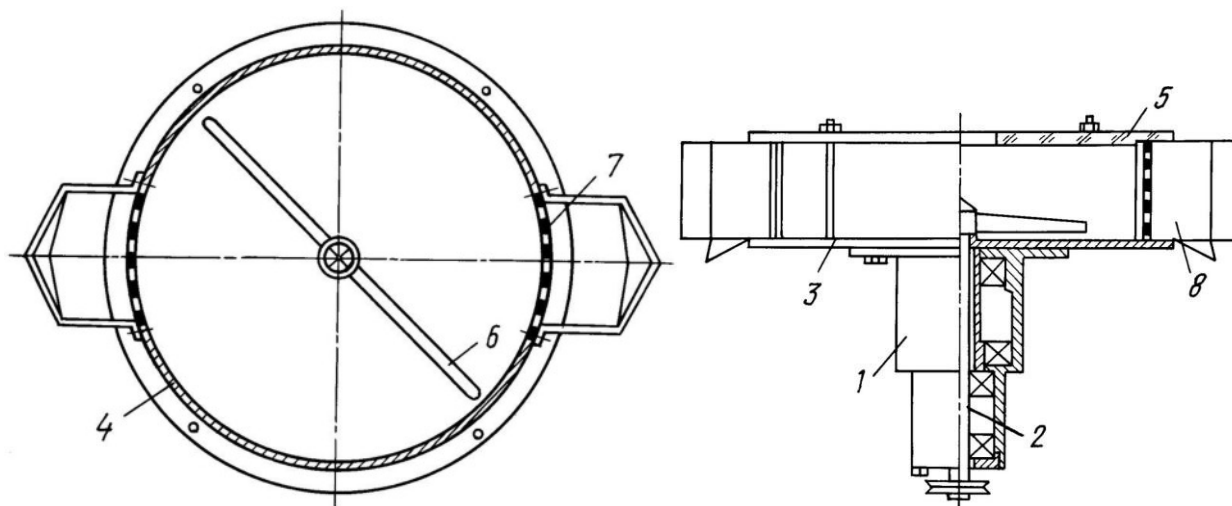


Рисунок 1.1 - Дробилка кормов по патенту РФ №2215400

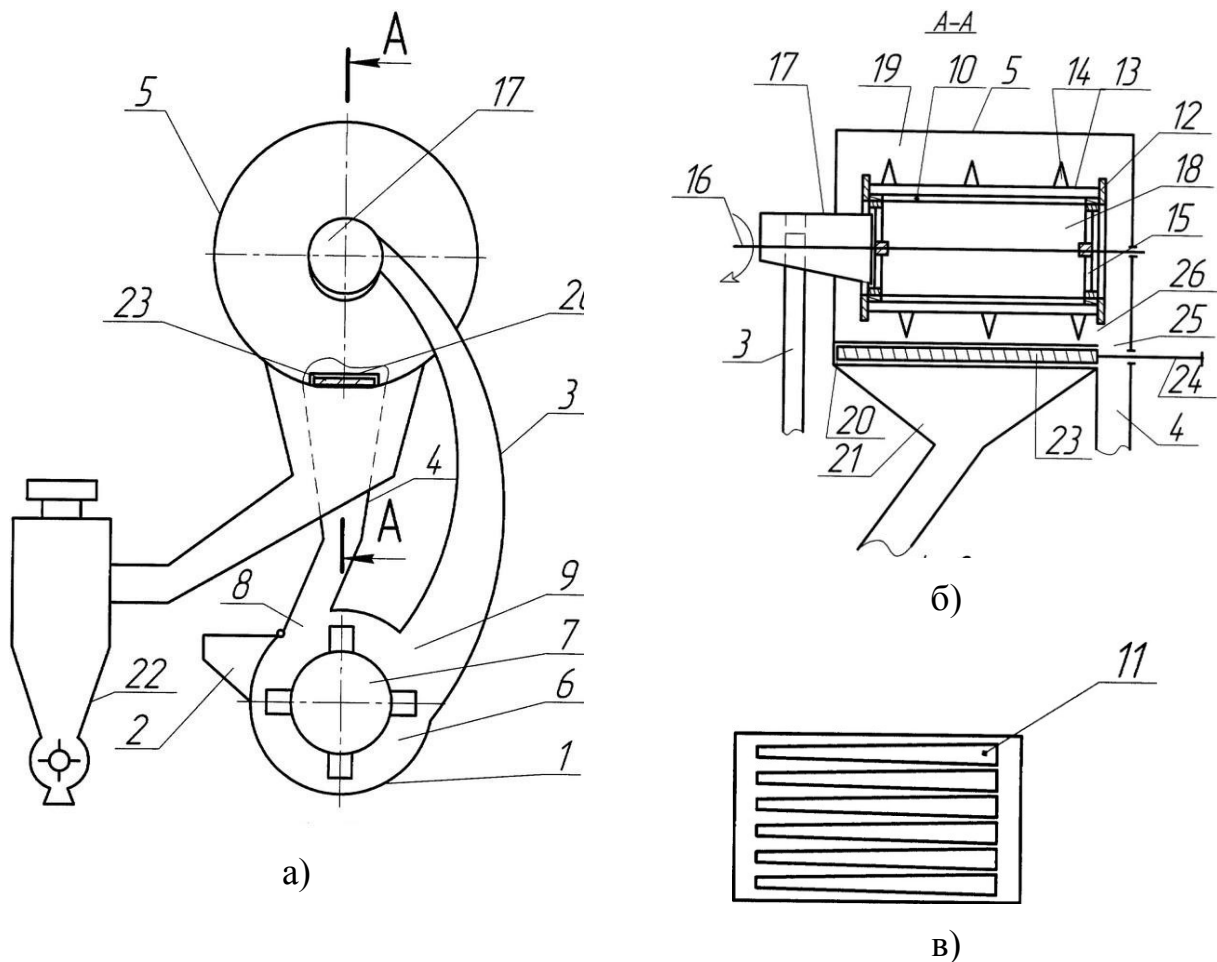
Она состоит из основания 1, на подшипниковых опорах которого установлен вал ротора 2 и планшайба 3. На планшайбе закреплена обечайка 4, закрытая сверху крышкой 5. Вместе они (обечайка 4, планшайба 3 и крышка 5) образуют рабочую камеру. На конце вала ротора 2 закреплен сменный рабочий орган дробилки 6. В обечайке 4 также вырезаны сегменты, замененные на решетные вставки 7. Полученный продукт с помощью выгрузных патрубков 8 выводится из дробилки.

Принцип работы дробилки кормов заключается в следующем. Через отверстие в крышке 5 продукт поступает в рабочую камеру дробилки. Под действием рабочих органов продукт измельчается. Достигнув определенной крупности, измельченный продукт покидает рабочую камеру через отверстия решетных вставок, а так как решетные вставки имеют различный диаметр

отверстий, получается продукт различной крупности и предотвращается его переизмельчение.

Предлагаемая дробилка кормов позволяет повысить производительность процесса измельчения, получать продукт различной крупности за один момент времени, предотвращает переизмельчение продукта.

Для многодиапазонного фракционирования измельченного материала без остановки технологической линии была разработана дробилка следующая дробилка (рисунок 1.2).



а – общий вид, б – разрез А-А дробилки, в – перфорированная поверхность цилиндра с клиновидными щелями.

Рисунок 1.2 - Дробилка кормов по патенту РФ № 2334556

Дробилка кормов содержит корпус 1, к которому присоединены загрузочный бункер 2, замкнутые трубопроводы 3 и 4, разделительную камеру 5. В корпусе 1 расположена камера 6 измельчения с ротором 7, загрузочным 8

и разгрузочными 9 окнами. Внутри цилиндрической разделительной камеры 5 находится с возможностью вращения перфорированный цилиндр 10, сепарирующая поверхность которого выполнена из клиновидных щелей 11, расширяющихся по ходу движения обрабатываемого продукта.

Сам цилиндр 10 соединен по торцам жестко с кольцами 12, которые соединены между собой штангами 13, причем штанги 13 установлены с зазором с цилиндром 10 для свободного выхода проходových фракций через клиновидные щели 11.

На штангах 13 навита винтовая спираль 14, которая обеспечивает транспортировку проходových фракций в разделительной камере 5. Для возможности вращения внутренняя поверхность цилиндра 10 соединена жестко со ступицам 15, которые в свою очередь соединены с приводным валом 16. В начале, по ходу движения обрабатываемого материала разделительная камера 5 снабжена приемным устройством 17, которое сообщается с трубопроводом 3 дробилки. Перфорированный цилиндр 10 устанавливается в разделительную камеру 5 горизонтально или под углом до 15° к горизонтали. При этом в разделительной камере 5 образуется полость 18 внутри перфорированного цилиндра и полость 19 вокруг него. Нижняя часть разделительной камеры 5 через продольную щель 20 соединяется с бункером 21 готового продукта, который в свою очередь соединен с циклоном 22. Продольная щель камеры 5 снабжена задвижкой 23, которая может совершать возвратно-поступательное движение при помощи тяги 24, тем самым регулируя длину щели. Полость 18 соединена в начале движения продукта с приемным устройством 17, в конце через выходное окно 25 с трубопроводом 4. Полость 19 соединена выходным окном 26 с трубопроводом 4, а продольной щелью 20 с бункером 21.

Дробилка работает следующим образом. При установившемся вращении ротора 7 сырье из бункера 2 равномерно поступает в камеру 6 измельчения, где подвергается измельчению и одновременно перемещается по ходу

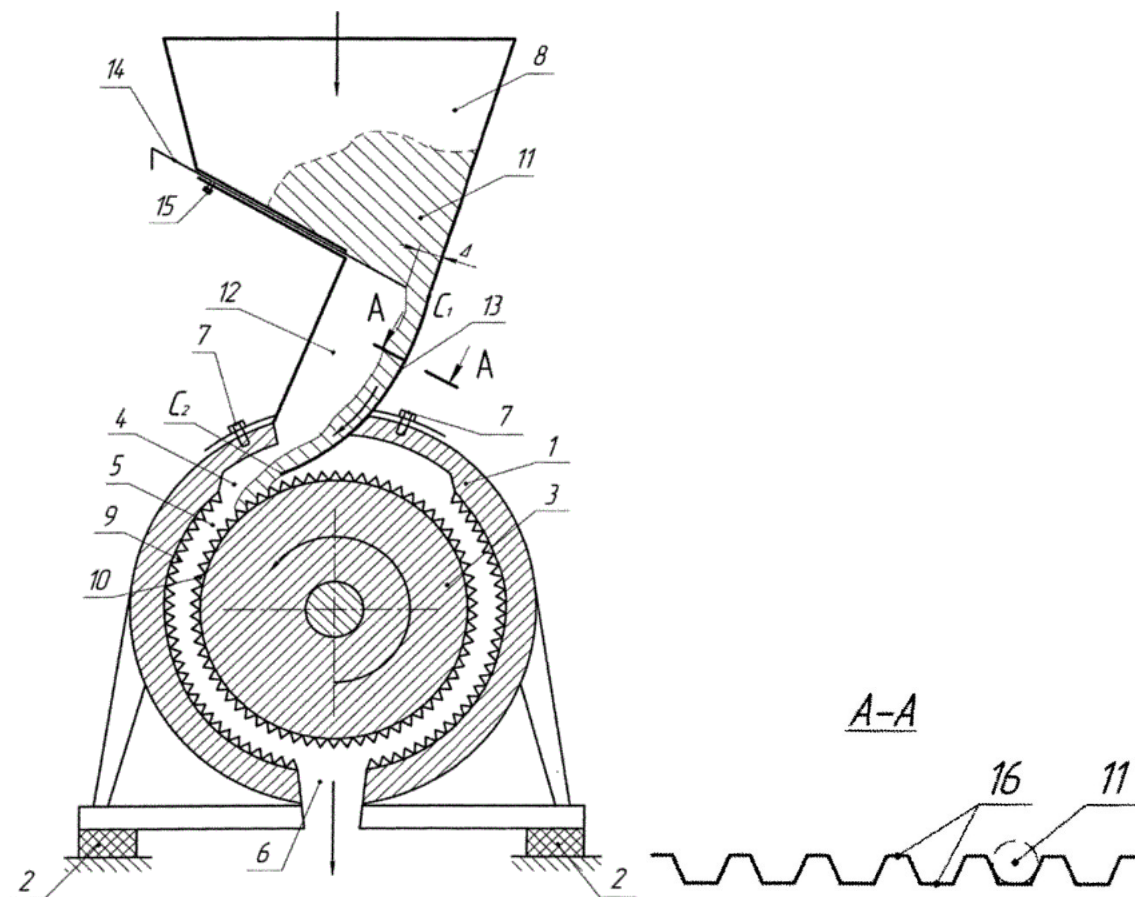
вращения ротора 7 к разгрузочному окну 9 и дальше трубопроводом 3 в приемное устройство 17, которое направляет его во внутреннюю полость 18 перфорированного цилиндра 10. По мере продвижения продукта внутри сепарирующего цилиндра 19 под действием центробежной силы и силы тяжести происходит его разделение на клиновидных щелях 11 на готовый и крупный, который идет на дополнительную обработку в камеру измельчения 6. Это происходит следующим образом. Так как перфорированная поверхность 10 выполнена в виде клиновидных щелей 11, расширяющихся по ходу движения обрабатываемого материала, то частица, попадая в такую щель, испытывает себя на проход по всей длине щели и выходит в том месте, где размер ее соизмерим с размером щели на определенной длине. Поэтому в начале движения по клиновидной щели 11 выделяются мелкие частицы, а дальше по длине более крупных размеров. Форма щели 11 в виде клина, расширяющего в направление движения обрабатываемого материала, уменьшает вероятность застревания частиц, что не требует дополнительных очистных устройств. Нужная фракция отбирается подвижной задвижкой 23 с помощью тяги 24, которая при своем движении изменяет длину щели 20 и тем самым отделяет нужную фракцию готового продукта, отправляя ее в бункер 21 и дальше в циклон 22 на выгрузку, что позволяет без остановки технологического процесса производить многодиапазонное фракционирование измельченного продукта за счет изменения длины щели 20. Продукт из внутренней полости 18 цилиндра 10, не прошедшей через клиновидные щели 11 сходом через выходное окно 24, направляется в замкнутый трубопровод 4.

Продукт, не отобранный подвижной заслонкой 22, винтовой спиралью 14 через выходное окно 25 так же направляется в трубопровод 4. Продукт, поступивший в трубопровод 4, транспортируется на дополнительную обработку в камеру измельчения 6.

В предлагаемой дробилке исключается попадание крупной фракции и целого зерна в готовый продукт, снижается возврат мелких частиц в камеру

измельчения на повторную переработку и уменьшается выход пылевидной фракции продукта, что приводит к улучшению качества готового продукта.

Следующая конструкция дробилки позволяет сократить образование пылевидных (мучных) фракций и повысить эффективность работы (рисунок 1.3).



а – общий вид; б – разрез скатывающей поверхности, выполненной с продольными гофрами

Рисунок 1.3 - Роторная дробилка по патенту РФ № 2546228

Роторная дробилка (рисунок 1.3) состоит из корпуса-статора 1, установленного на амортизирующие прокладки 2, размещенных в его полости, приводного ротора 3, приемной 4, дробильной 5 и разгрузочной 6 камер, а также соединенного со статором 1, например, винтами 7, загрузочного бункера 8, при этом неподвижная поверхность дробильной камеры 4 и ротор 3 снабжены рифлеными поверхностями 9 и 10, выполненными с возможностью дробления исходного продукта 11, а загрузочный бункер 8 снабжен коробом

12 со скатывающей поверхностью 13 для перемещения исходного продукта 11 в приемную 4 и дробильную 5 камеры и выполнен с возможностью регулирования подачи исходного продукта 11 задвижкой 14 и стопорным винтом 15, причем форма скатывающей поверхности 13 определяется направляющей, совпадающей с плоской кривой линией $C_1 C_2$, геометрически близкой к уравнению брахистохроны, иначе говоря, к уравнению линии наискорейшего спуска. Параметрические уравнения этой линии представляются в следующей форме:

$$x=K_1(v -\sin v)+K_2, y=K_2(1-\cos v),$$

где v - параметр; K_1 и K_2 - постоянные, определяются из граничных условий, положений точек C_1 и C_2 в декартовой системе координат.

Форма кривой линии наискорейшего спуска $C_1 C_2$ определяется расчетным путем по представленным выше формулам и зависит от геометрических параметров роторной дробилки.

Для формирования требуемой ориентации исходного продукта при движении скатывающая поверхность 13 выполняется гофрированной с продольными гофрами 16. В зависимости от конструктивных особенностей роторной дробилки и материала дробления зерен пшеницы, например, или зерен кукурузы, форма и размеры гофр могут различаться.

При вращении ротора возникает вибрация дробилки, способствующая укладке материала в гофры и их ускоренного перемещения вдоль линий наискорейшего спуска.

Сокращение времени подачи исходного материала путем организации движения материала на дробление по линии наискорейшего спуска и его упорядочение исключает образование «куч» и уменьшает время на внутреннее трение в исходном сыпучем материале. Таким образом, сокращается образование пылевидных (мучных) фракций, что повышает эффективность работы дробилки.

Процесс настройки дробилки на оптимальную схему поступления исходного продукта на дробление при прочих равных условиях (одинаковый материал дробления, одинаковый процесс дробления, одинаковая скорость вращения ротора и другое) осуществляется следующим образом.

Ослабляется стопорный винт 15, открывается задвижка 14 на наименьшую величину Δ_1 для прохода зерен исходного продукта и фиксируется ее положение винтом 15, включается дробилка, в приемную камеру 4 засыпается некоторое количество исходного продукта 11 весом P и подвергается дроблению. Продукт дробления через разгрузочную камеру 6 собирается и просеивается для разделения «муки» и крупных фракций, вес которых P_1 фиксируется. Подобные операции с первоначальным количеством P повторяются, как минимум, еще дважды при $\Delta_2 > \Delta_1$ и $\Delta_3 > \Delta_2$ для определения значений остатков P_2 и P_3 на ситах. Таким путем может быть примерно определена величина прохода Δ для поступления материала на дробление и получения лучшего результата $P_{\max}$.

Заслуживает внимания упрощенная конструкция дробилки кормов (рисунок 1.4). Изготовление дробилки не требует выполнения сложных слесарных, токарных, фрезерных и сварочных работ.

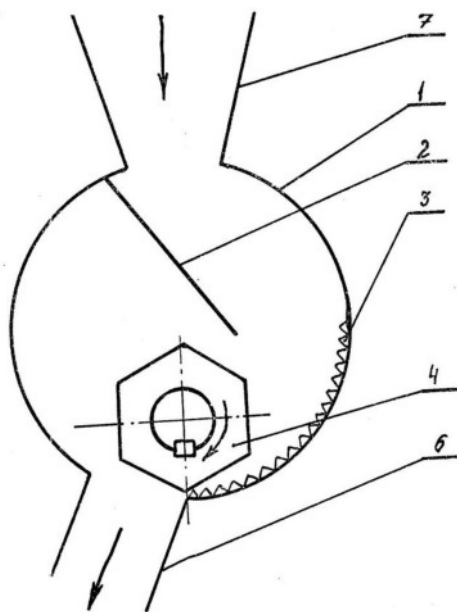


Рисунок 1.4 – Общий вид прототипной конструкции дробилки кормов по патенту РФ № 2105609

Дробилка состоит из дробильной камеры 1, внутри которой расположена направляющая пластина 2, рифельная дека 3 и шестигранный цилиндрический дробильный ротор 4, расположенный соосно с приводом 5. Для выхода измельченного зерна имеется выходной патрубок 6, приваренный к нижней части дробильной камеры, а в верхней части расположен загрузочный бункер 7.

Дробилка работает следующим образом. Зерно из бункера 7 самотеком поступает в дробильную камеру 1, где подвергается измельчению гранями ротора 4 и рифельной декой 3, в дальнейшем поступает к выходному патрубку 6.

Для повышения качества готового продукта разработана дробилка кормов представленная на рисунке 1.5.

Дробилка кормов содержит корпус 1, внутри которого расположена камера 2 измельчения, ротор 3 с молотками 4 и решето 5. К корпусу 1 присоединен загрузочный бункер 6. Крышка 7 корпуса 1 соединена патрубком 8 с вентилятором 9. Нагнетающий патрубок 10 вентилятора 9 соединен с патрубком 11 камеры 12 разделения. Для гашения скорости воздушно-продуктовой смеси патрубок 11 сделан расширяющимся, а для регулирования воздушного режима в камере 12 разделения часть 13 патрубка 11 выполнена из фильтрующего материала с регулировочной заслонкой 14. Камера 12 разделения снабжена цилиндрической сепарирующей поверхностью 15, в которую установлен с возможностью вращения делитель с перфорированной поверхностью в виде цилиндра 16, установлены кольцевые вставки с уменьшающимися диаметрами отверстий 17. На внешней стороне перфорированного цилиндра 16 жестко с ним установлены лопасти 18, а внутри по всей длине установлены кольцевые вставки 19. Диаметр отверстий 17 перфорации и внутренний диаметр кольцевых вставок 19 уменьшаются по направлению движения обрабатываемого материала.

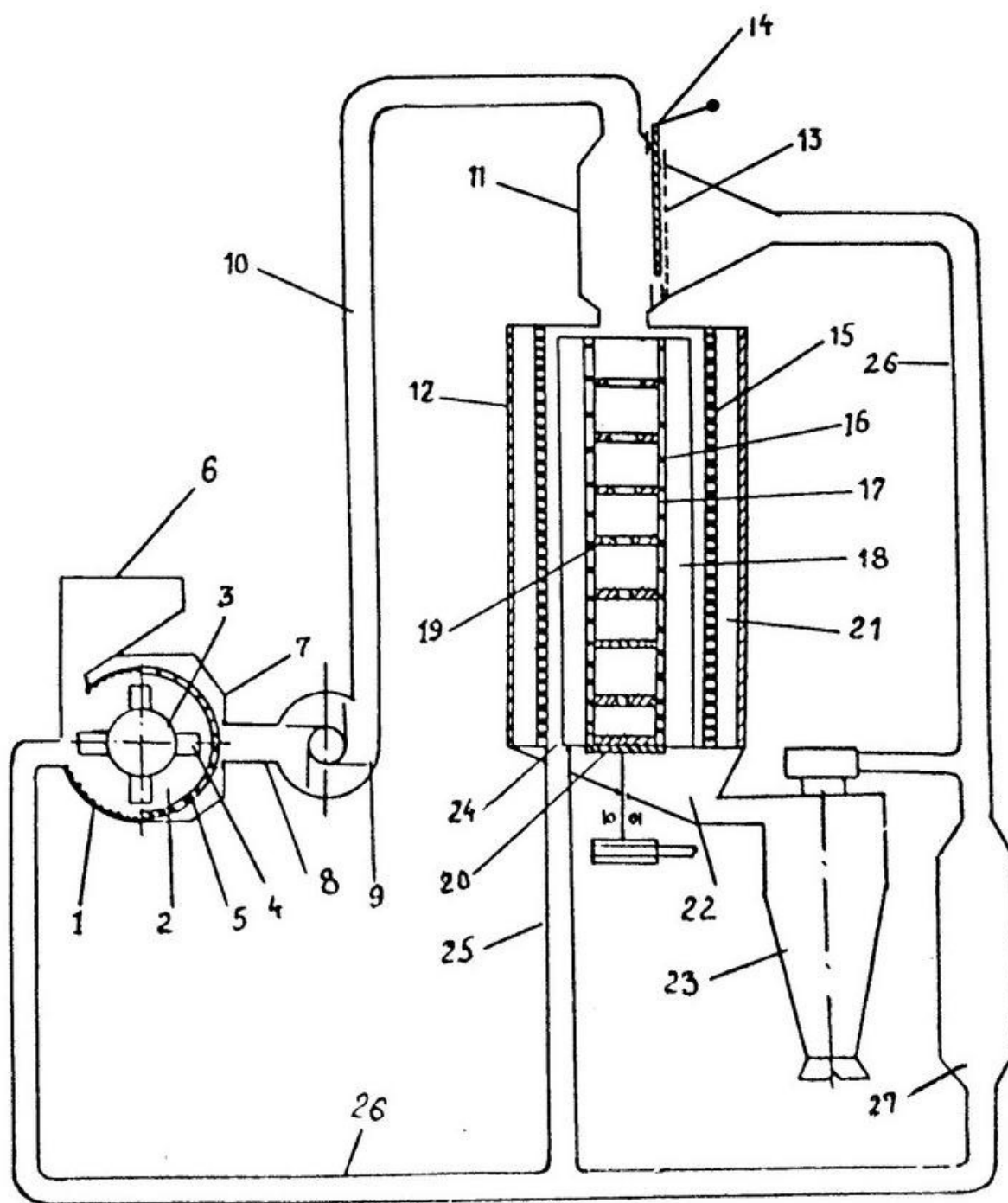


Рисунок 1.5 – Общий вид дробилки кормов по патенту РФ № 2027343

Делитель жестко прикреплен нижней частью цилиндра 16 к приводному диску 20. Кольцевой зазор, образованный сепарирующей поверхностью 15 и корпусом камеры 12 разделения, образует сборник 21 готового продукта, который сообщен с патрубком 22 и далее с циклоном 23 для вывода готового продукта. Для удаления крупной сходовой фракции в нижней части камеры разделения выполнено окно 24, соединенное с выгрузным патрубком 25.

Патрубок 11 соединен замкнутым воздухопроводом 26 с фильтром 27 и с камерой 2 измельчения. Для удаления крупной фракции из камеры 12 разделения на повторное измельчение выгрузной патрубок 25 соединен с замкнутым воздухопроводом 26.

Дробилка кормов работает следующим образом.

При установившемся вращении ротора 3 с молотками 4 зерно из загрузочного бункера 6 равномерно поступает в камеру 2 измельчения, где подвергается разрушению и через решето 5 с помощью вентилятора 9 удаляется и подается через патрубок 11 в камеру 12 разделения и дальше в делитель. В делителе в процессе движения измельченная масса разделяется на несколько горизонтальных потоков кольцевыми вставками 19 и через отверстия 17 перфорированного цилиндра 16 с помощью лопастей 18 направляется на сепарирующую поверхность 15. Так как диаметры отверстий 17 цилиндра 16 выполнены уменьшающимися по ходу движения обрабатываемого материала, то на сепарирующей поверхности 15 поддерживается определенная равномерная толщина слоя за счет постепенного уменьшения подачи измельченной массы по ее длине, что приводит к улучшению эффективности сепарирования.

Проходовые частицы поступают в сборник 21 и транспортируются через патрубок 22 в циклон 23 на выгрузку, крупные сходовые частицы направляются через окно 24 в патрубок 25 и далее в замкнутый воздухопровод 26 на повторное измельчение. Воздушный режим в камере разделения регулируют заслонкой 14.

Использование дробилки позволит повысить производительность и эффективность сепарации на 15%.

Целью следующей разработки является повышение эффективности измельчения и улучшение качества комбикормов. На рисунке 1.6 схематично изображена дробилка для кормов.

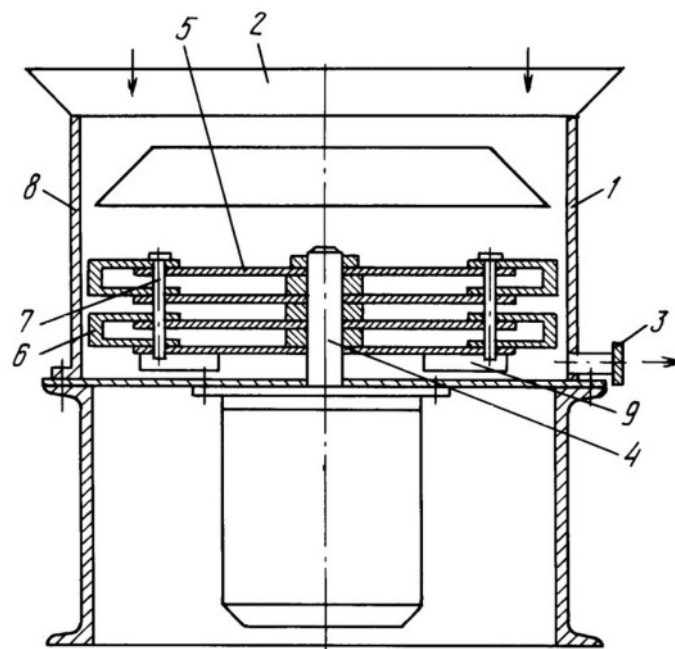


Рисунок 1.6 – Общий вид вертикальной дробилки для кормов
по патенту РФ № 2052290

Предлагаемая дробилка для кормов содержит корпус 1 с загрузочным 2 и выгрузочным 3 патрубками, расположенными в верхней и нижней частях корпуса 1. Ротор, состоящий из вала 4 двигателя, закрепленных на нем дисков 5 и ударных элементов 6, установленных на осях 7, расположен внутри корпуса 1. Дека 8 установлена внутри корпуса 1. На нижнем диске закреплены лопасти 9 на уровне выгрузочного патрубка.

Дробилка для кормов работает следующим образом. Зерно поступает в корпус 1 через загрузочный патрубок 2. Далее зерно попадает под ударное воздействие элементов 6 и, проходя через зазор между ударными элементами и рифленой декой 8, измельчается до нужной крупности. Измельченное зерно отводится из корпуса через разгрузочный патрубок 3 при помощи лопастей 9, закрепленных на диске 5.

Предлагаемое изобретение по сравнению с прототипом позволяет повысить эффективность измельчения и улучшить качество комбикорма.

Заслуживает интерес конструкция дробилки молотковой представленный на рисунке 1.7.

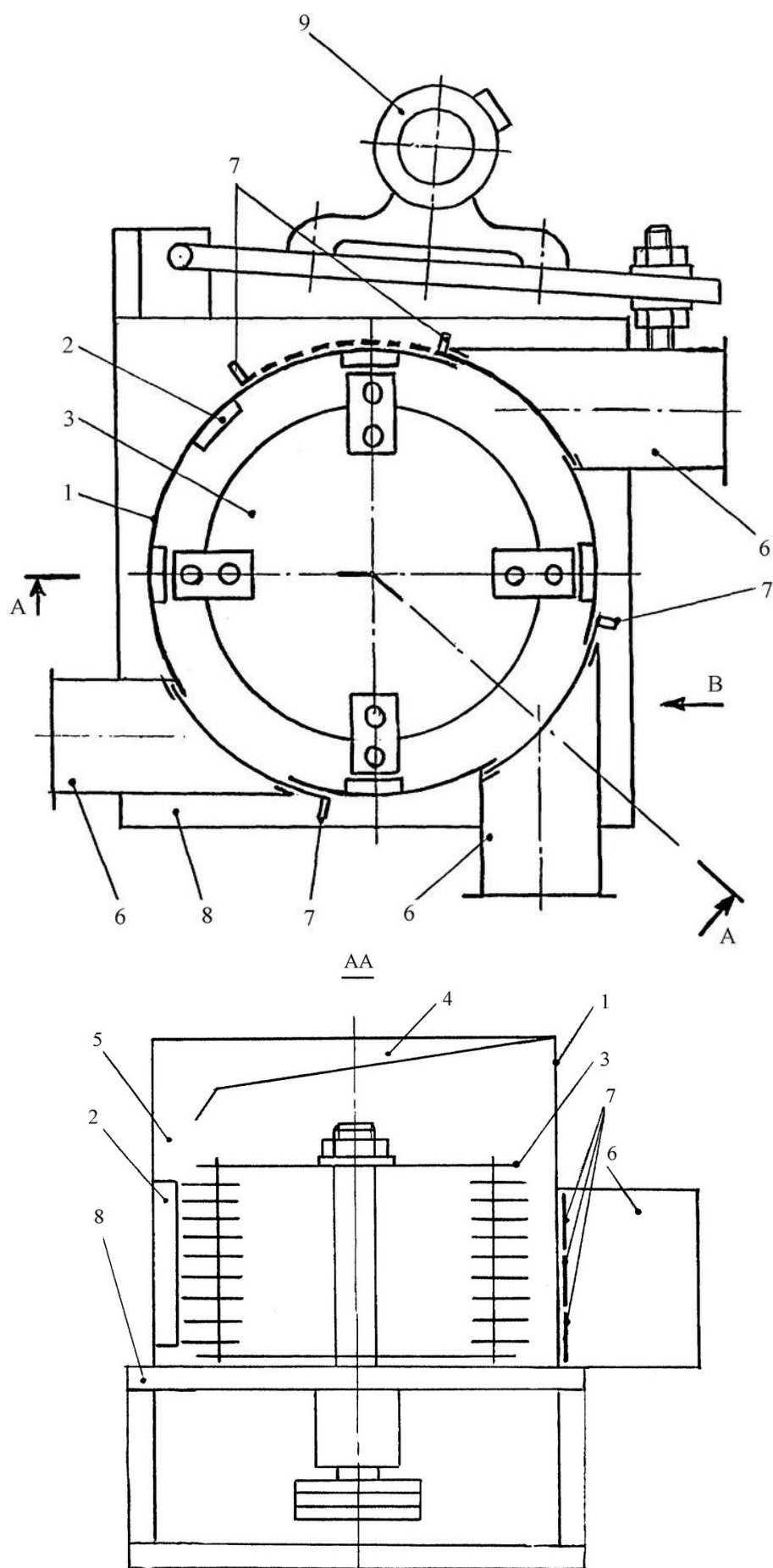


Рисунок 1.6 – Общий вид дробилки молотковой по патенту РФ № 2236297

Дробилка включает в себя цилиндрический корпус 1 с установленными внутри него бичами 2, молотковый барабан 3, загрузочный бункер 4 с загрузочным каналом 5, выгрузные горловины 6 с заслонками 7, раму 8, электродвигатель 9.

Работа дробилки осуществляется следующим способом. Исходный материал - зерно, подается в загрузочный бункер 4 и оттуда самотеком через загрузочный канал 5 поступает в рабочую камеру дробилки, где под действием удара молотков, истирания в воздушно-продуктовом слое, ударе частиц зерна о бичи на корпусе и внутреннюю поверхность корпуса происходит измельчение зерна.

Основным фактором влияющим на величину модуля помола является время нахождения материала в рабочей камере дробилки. При увеличении этого времени модуль помола уменьшается, при уменьшении времени - увеличивается. Необходимо отметить, что открывая верхнюю заслонку (на фиг.1 и 3 открытая верхняя заслонка условно изображена штриховыми линиями) на первой выгрузной горловине (считая от загрузочного канала по направлению вращения молоткового барабана), мы получаем максимальный модуль помола, а открывая нижнюю заслонку на последней горловине, - минимальный модуль помола. Поочередно открывая заслонки от первой выгрузной горловины, считая от места загрузки по направлению вращения ротора до последней выгрузной горловины, а также по высоте выгрузной горловины, мы получаем различный модуль помола зерна равномерного по своему гранулометрическому составу.

Следующая конструкция измельчителя представлена на рисунке 1.7.

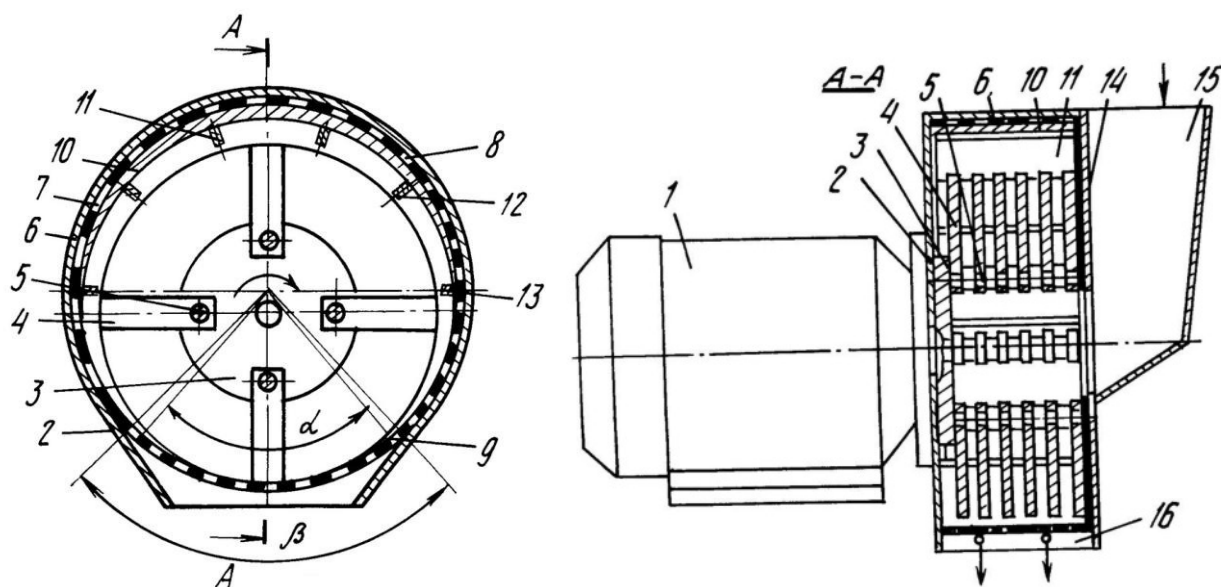


Рисунок 1.7 – Молотковый измельчитель кормов по патенту РФ № 2046661

К фланцу электродвигателя 1 прикреплен корпус 2 с размещенным в нем ротором 3. Молотки 4 шарнирно закреплены на пальцах 5 ротора 3. Внутри корпуса 2 помещен классификатор в виде перфорированного цилиндра 6 с участками, на каждом из которых размеры отверстий одинаковы, но отличаются от размеров отверстий других участков. На фиг.1 отверстия 7 имеют наибольший размер, отверстие 8 меньше по размеру отверстия 7, отверстие 9 еще меньше. Внутри перфорированного цилиндра 6 соосно с ним размещается броневая плита в виде кругового желоба 10, на внутренней поверхности которого имеются противорез-ребра, причем ребро 11 характеризуется наибольшей высотой, ребро 12 имеет меньшую высоту, ребро 13 еще меньше. Все ребра располагаются параллельно оси вращения ротора в серповидном зазоре между внутренней поверхностью желоба 10 и окружностью, описываемой внешними концами молотков 4.

Серповидный зазор образован за счет смещения ротора 3 вниз относительно корпуса 2, цилиндра 6 и желоба 10, расположенных соосно между собою. Центральный угол, в пределах которого размещается участок перфорированного цилиндра 6 с отверстиями одинакового размера, больше центрального угла раскрытия желоба 10. В результате к желобу 10 примыкает нижняя часть цилиндра 6, на которой все отверстия имеют одинаковый размер.

Корпус 2 закрыт крышкой 14 с прикрепленным к ней загрузочным бункером 15. В нижней части корпуса 2 имеется выгрузное окно 16.

Измельчитель работает следующим образом.

Подлежащий измельчению корм, например свекла, фуражное зерно, поступает в загрузочный бункер 15, затем под действием сил веса перемещается в центральную часть ротора 3, где вовлекается во вращательное движение и под воздействием центробежных сил накапливается в рабочей зоне молотков 4. Происходят соударения частиц измельчаемого сырья с молотками 4, ребрами 11, 12 и 13, поверхностями желоба 10 и нижней частью цилиндра 6. Ребра 11, 12 и 13 предназначены для измельчения частиц кормов с использованием удара, а также препятствуют вращательному движению продукта вокруг оси вращения ротора 3. При этом окружная скорость погашается, а частицы падают вниз, попадая под удары молотков 4. Установка на поверхности желоба 10 ребер 11, 12 и 13 разной высоты обеспечивает эффективное торможение частиц сырья с разными размерами, что расширяет область применения измельчителя, уменьшает время пребывания измельчаемого продукта в устройстве и удельные энергозатраты, увеличивает производительность.

Частицы, размеры которых меньше размеров отверстий классификатора, проходят эти отверстия и через выгрузное окно 16 удаляются из измельчителя. Более крупные частицы, не прошедшие через отверстия цилиндра 6, подвергаются дополнительному измельчению. Если нужно изменить размеры частиц получаемого продукта, что может быть связано с измельчением другого вида кормов или применением измельченного продукта по новому назначению, оператор выключает электродвигатель 1 и после остановки ротора 3 открывает крышку 14 и поворачивает цилиндр 6 на угол, необходимый для использования в качестве классифицирующей перегородки той части цилиндра 6, где располагаются отверстия нужного размера. Постоянство зазора между внешними концами молотков 4 и ребрами 11, 12 и

13 обеспечивает высокую эффективность ребер как противорезов и как средств, препятствующих вращению измельчаемого продукта в сторону вращения ротора 3.

За счет описанных особенностей конструкции устройства и создается положительный эффект, заключающийся в упрощении конструкции измельчителя с целью повышения надежности и снижения себестоимости, увеличения долговечности, уменьшения удельных энергозатрат и увеличения производительности при измельчении сырья различной исходной крупности.

Получены положительные результаты при испытании модели молоткового измельчителя на корнеклубнеплодах.

На рисунке 1.8 изображена безрешетная молотковая дробилка.

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.

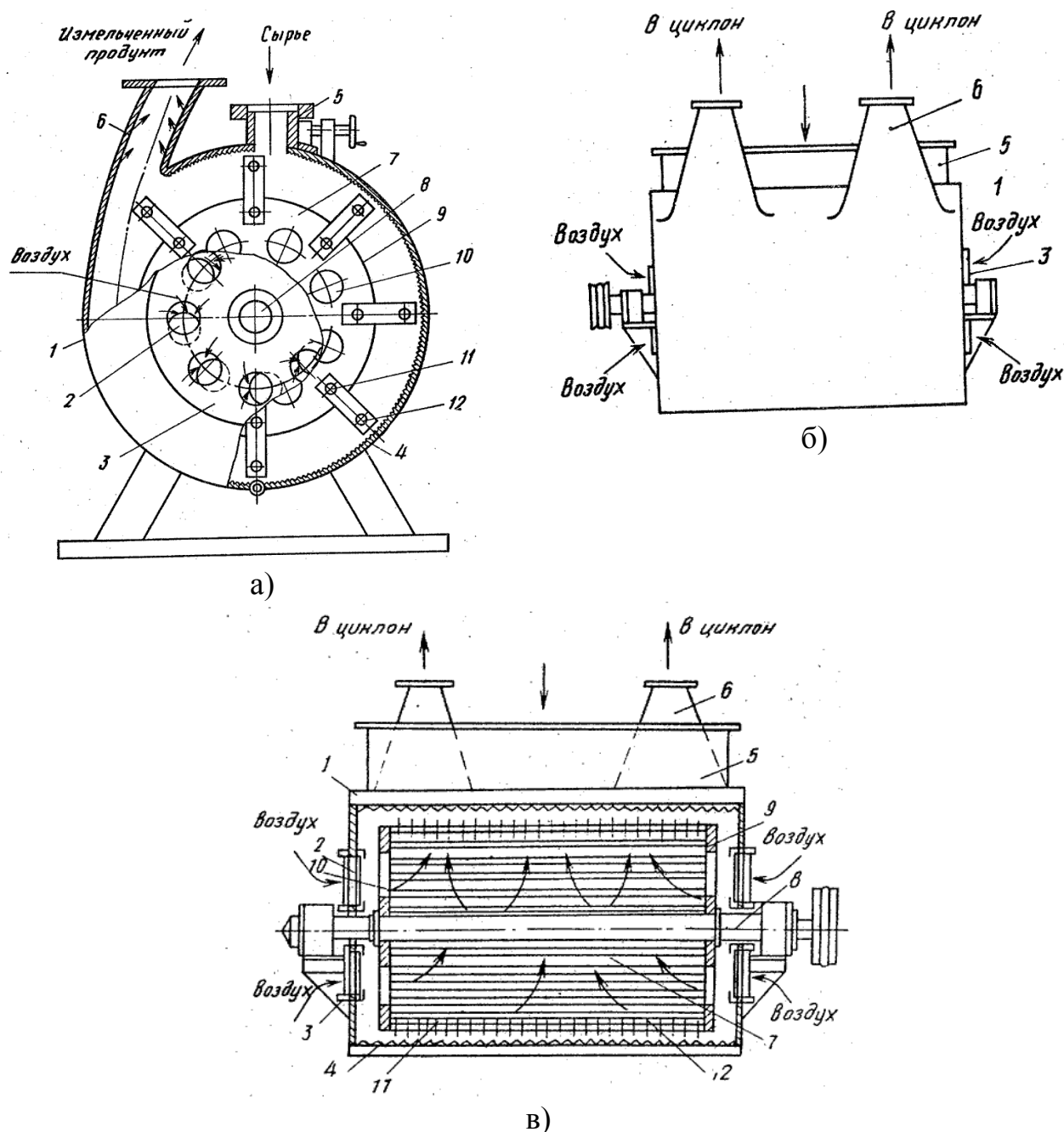


Рисунок 1.8 – Безрешетная молотковая дробилка (А.С. №1719059)

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

Таким образом, установив молотки, обеспечивающие определенный зазор для исследуемого режима, заслонкой 3 регулируют подачу воздуха в

дробильную камеру, снижая сопротивление дробилки, подключенной к пневмотранспорту. Предлагаемое устройство регулировки подачи воздуха широко применяется в различных конструкциях машин. Однако, в роторных дробилках регулируемое устройство подачи воздуха в дробильную камеру в сочетании с пневмотранспортным выносом продукта через два и более разгрузочных патрубков не применяется.

Данное изобретение позволяет повысить эффективность работы роторной дробилки.

1.2 Выводы по разделу

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

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Проектирование кормоприготовительных цехов

Корм для скота должен быть легко перевариваемым, хорошо усвояемым, быть вкусным, питательным, не содержать в себе вредных примесей. Но корма в первоначальном виде, в основном, этим требованиям не отвечают и поэтому должны подвергаться соответствующей обработке. Обработка кормов дает возможность повысить усвояемость их организмом животных, увеличить питательность, сократить расходы энергии на пережевывание, повысить вкусовые качества, продуктивность, предупредить заболевание животных.

Определение производительности кормоцеха.

Производительность кормоцеха определяется по максимальному суточному расходу каждого вида корма. Исходными данными является рацион и количество животных обслуживаемых кормоцехами.

Кормоцех обслуживает 600 голов.

Рацион молочных коров, кг, по виду корма запишем в таблицу.

Таблица 2.1 - Рацион молочных коров, кг

Вид корма	Количество, кг
Силос кукурузный	25
Солома	7
Свекла	8
Концентраты	2
Микро-макро добавки	0,8

Суточный расход каждого вида корма подсчитывается по формуле

$$q = a_1 m_1 + a_2 m_2 + \dots + a_n m_n \quad (2.1.)$$

где a_1, a_2, a_n - масса данного корма по максимальному суточному рациону на одно животное, кг;

m_1, m_2, m_n - количество животных каждой группы,

Суточный расход силоса: $q_1 = 26 * 600 = 15\ 000$ кг

Суточный расход соломы: $q_2 = 7 * 600 = 4\ 200$ кг

Суточный расход концентратов: $q_3 = 2 * 600 = 1\ 200$ кг

Суточный расход свеклы: $q_4 = 8 * 600 = 4\ 800$ кг

Суточный расход макро-микро добавок: $q_5 = 0,8 * 600 = 480$ кг

Суточный расход всех кормов или суточная производительность:

$Q_{\text{сут}} = 15\ 000 + 4\ 200 + 1\ 200 + 4\ 800 + 480 = 25\ 680$ кг/сут.

На рисунке изобразим график расхода кормов по часам суток.

Кормление два раза в течение 2 часов с 8 до 10 часов и с 11 до 13 часов.

Расход кормов за 1 дачу составит $Q_{\text{сут}}/2$. Запишем величины максимального разового расхода.

$$q_{\text{мах разд}} = 25680/2 = 12840 \text{ кг}$$

$$q_{\text{разд силоса}} = 7500 \text{ кг}$$

$$q_{\text{разд соломы}} = 2100 \text{ кг}$$

$$q_{\text{разд корнеклуб}} = 1200 \text{ кг}$$

$$q_{\text{разд концент}} = 600 \text{ кг}$$

$$q_{\text{разд микро-макро добавки}} = 240 \text{ кг}$$

Кормление с 8 до 10

2-е кормление

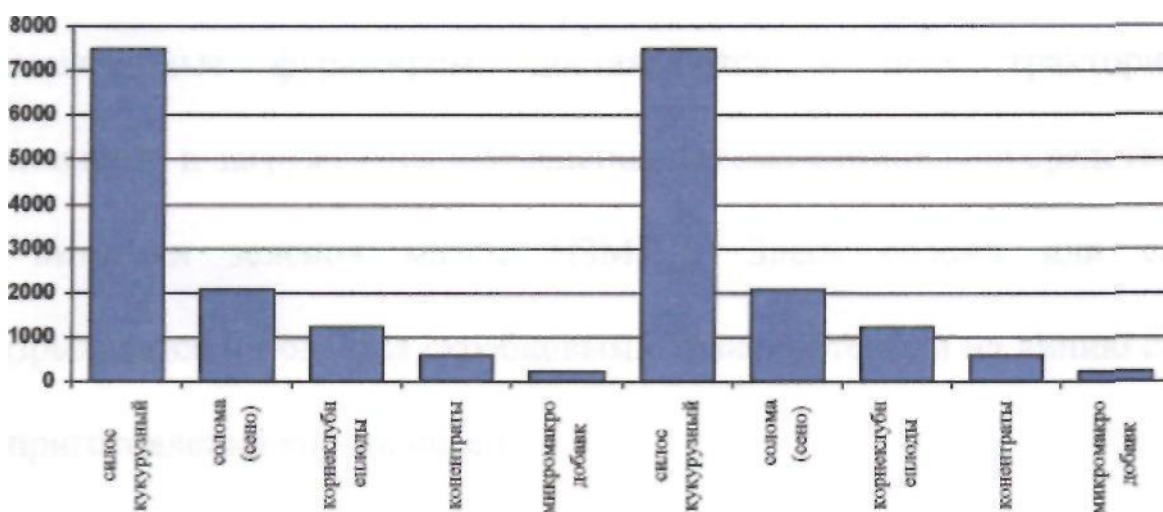


Рисунок 2.1 – График расхода кормов по часам суток

2.2. Разработка технологического процесса

Разработка технологического процесса кормоприготовления составляет основную, наиболее ответственную часть проекта. Принимаем следующие схемы обработки корма:

а) Схема обработки корнеклубнеплодов: мойка - резка -доизмельчение – смешивание

б) Схема обработки концентрированных кормов: дозирование - смешивание.

Солома из скирд, силос и сенаж из хранилищ, предварительно измельченные фуражиром, доставляются к цеху тракторными прицепами и загружаются в отделения приема кормов непосредственно в питатели зеленой массы ПЗМ-1,5. Здесь солома или силос разрыхляется и подается скребковыми транспортерами на линию сбора и приготовления кормосмесей (рисунок 2.2).

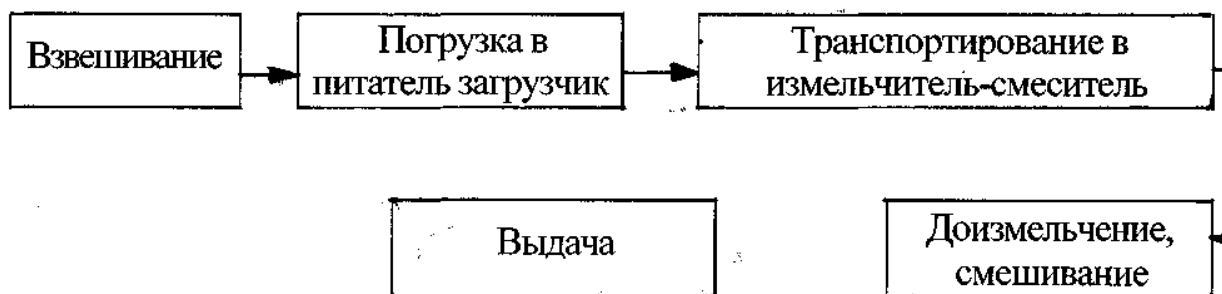


Рисунок 2.2 – Диаграмма обработки грубых кормов и силоса

Корнеклубнеплоды доставляются транспортными средствами, выгружаются в зовальную яму, откуда транспортером ТК-5,06 направляются в измельчитель-камнеуловитель ИКМ-5, где очищаются от грязи, измельчаются и через бункер-дозатор подаются на линию сбора и приготовления кормосмеси (рисунок 2.3).

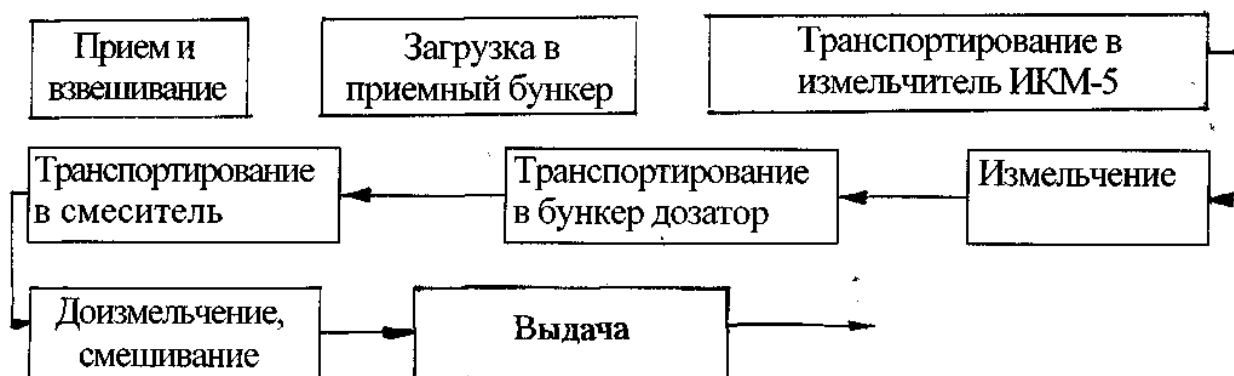


Рисунок 2.3 – Диаграмма обработки корнеклубнеплодов

Концорма поступают в кормоцех готовыми (в виде мучнистых комбикормов) с комбикормового цеха и вводятся в кормосмесь. Концорма доставляют автозагрузчиком ЗСК-10 который подает их в бункеры-дозаторы. Из бункеров через винтовой конвейер УШ2-4201 концорма поступают на линию сбора и приготовления кормосмеси (рисунок 2.4).

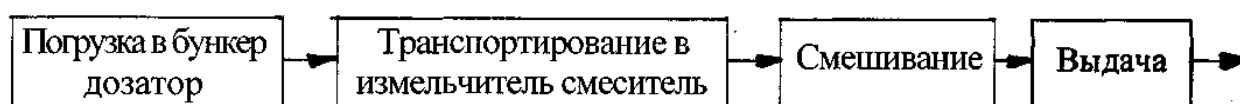


Рисунок 2.4 – Диаграмма обработки комбикорма

2.3 Установление количественных и качественных показателей по каждой операции обработки

Все количественные и качественные показатели по каждой операции процесса обработки кормов заполняются в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Количественные и качественные показатели обработки кормов

Вид корма	Операция обработки	Кол-во, т	Качественные показатели
1	2	3	4
Грубые корма	измельчение	4,2	Длина частиц соломы и грубого стеблистого сена при измельчении для КРС должна быть 25-50 мм. Чтобы корм был мягким, целесообразно его дополнительно растирать или расщеплять вдоль волокон.
Силос	измельчение		Процесс измельчения должен обеспечивать минимальные потери сока. Измельчение должно производиться незадолго до скармливания. Должен быть измельчен до 15-20 мм.
Корнеклубнеплоды	мойка, измельчение	4,8	Мойка должна вестись по возможности до полного удаления земли, но процесс мойки не должен быть длительным, т.к. при этом могут быть потери питательных веществ, например крахмала и сахара. Измельчение корнеклубнеплодов для КРС должно осуществляться в виде ломтиков толщиной 5-12 мм. Мойка, резка должны вестись незадолго до скармливания во избежание почернения и потери свежести.
Концентрированные корма		1,2	размер частиц дробленого зерна должен быть для КРС 1,8 ... 2,6 мм (крупное дробление) и 0,2 ... 1,0 мм (мелкое дробление). При любой степени дробления в

2.4 Технологический расчет

Задачей технологического расчета является определение количества, емкости и производительности всех машин и вспомогательного оборудования кормоцеха. Технологический расчет оборудования, работающего по непрерывному процессу имеет свои особенности.

Прежде всего нужно определить требуемую часовую производительность линии машин в целом.

Исходя из заданного суточного расхода каждого вида корма часовая производительность линии:

$$Q = q / t, \quad (2.1)$$

где q - максимальный суточный расход корма;

t - продолжительность рабочего периода, $t = 2$.

Линии приготовления кормосмеси:

$$Q = 12\,840 / 2 = 6420, \text{кг/ч}$$

Линии силоса или сенажа:

$$Q = 7500 / 2 = 3750, \text{кг/ч}$$

Линии соломы:

$$Q = 2\,100 / 2 = 1\,050, \text{кг/ч}$$

Линии корнеклубнеплодов

$$Q = 2400 / 2 = 1\,200, \text{кг/ч}$$

Линии концентрированных кормов;

$$Q = 600 / 2 = 300, \text{кг/ч}$$

Линии микро-макродобавок:

$$Q = 240 / 2 = 120, \text{кг/ч.}$$

Т.к. кормоцех непрерывного действия фактическое время работы каждой линии и кормоцеха в целом равно 2 ч.

Подбираем по расчетной производительности машины и записываем в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Подбор машин по расчетной производительности.

Вид корма	Наименование операции	q, т/сут	т, ч	Q, т/ч	Марка машины	Производительность, м ³ /ч	Действительное время, ч
Солома, силос	Разрыхление, подача на линию сбора и приготовления кормосмеси	2,1	2	1,05	ПЗМ-1,5	3,75	2
Корне-клубне-плоды	Подача в измельчитель, мойка, измельчение	2,4	2	1,2	ТК-5,06 ИКМ-5 бункер дозатор	5 т/ч 7 т/ч 5 т/ч	2
Комби-корма	Дозирование, подача на линию сбора и приготовления кормосмеси	0,6	2	0,3	БСК-10 УШ2-4	4	2

Все подобранные марки машин настроены на расчетную производительность (рекомендуемую настройку оборудования кормоцехов).

Настройка оборудования кормоцехов на необходимую производительность.

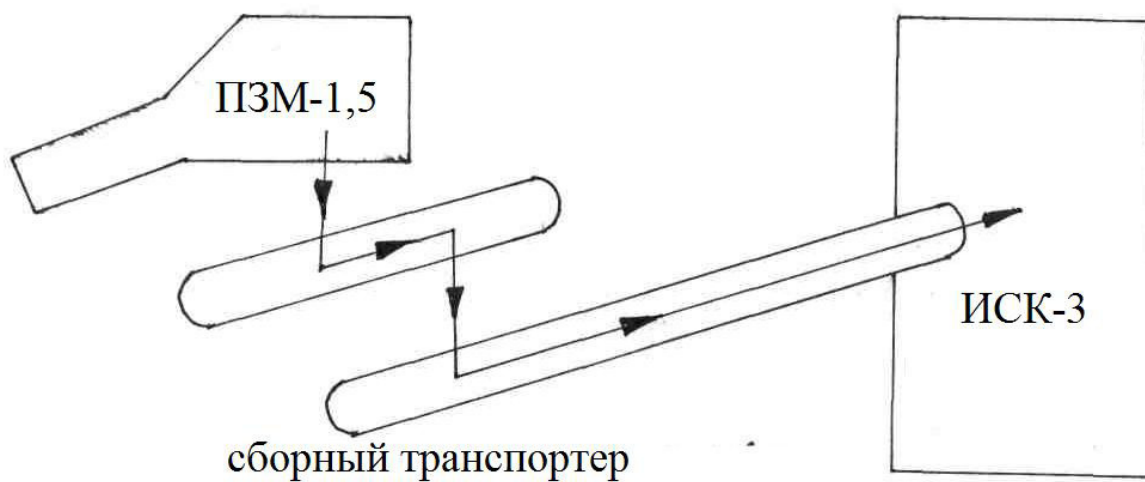


Рисунок 2.5 – Графическая схема линии дозированной подачи и обработки
силоса, сена

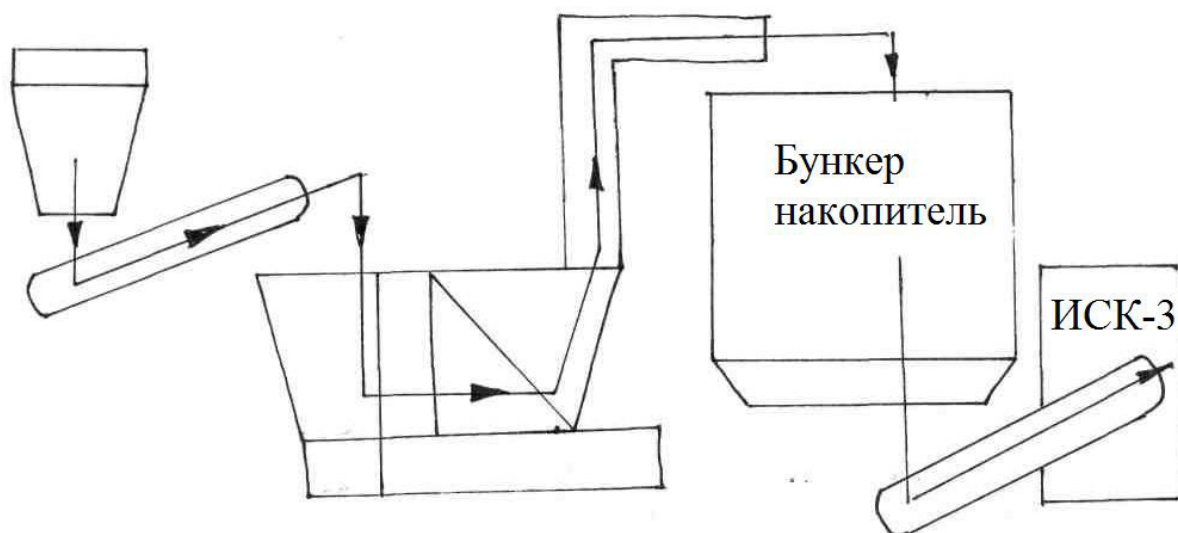


Рисунок 2.6 – Графическая схема линии дозированной подачи и обработки
корнеклубнеплодов.

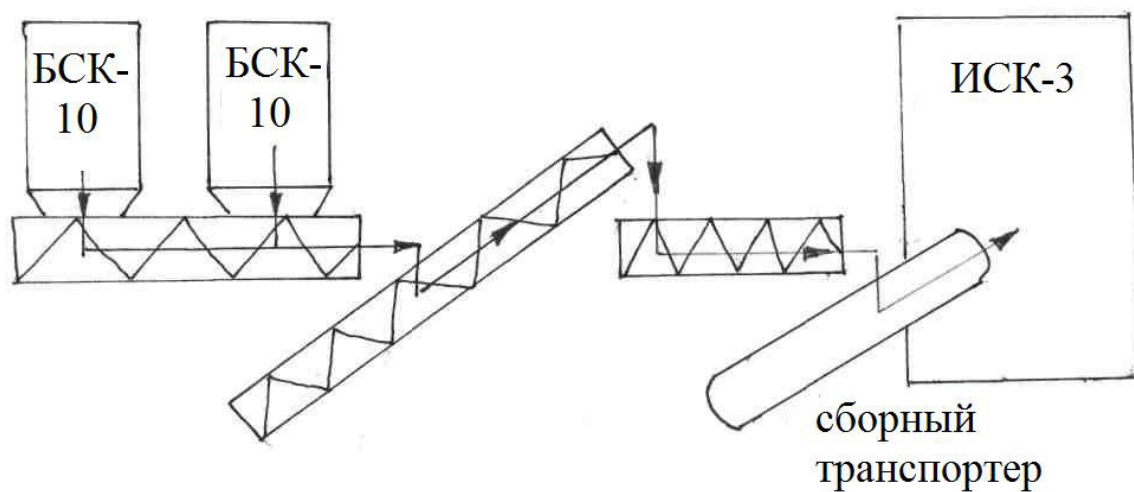


Рисунок 2.7 – Графическая схема линии кормов

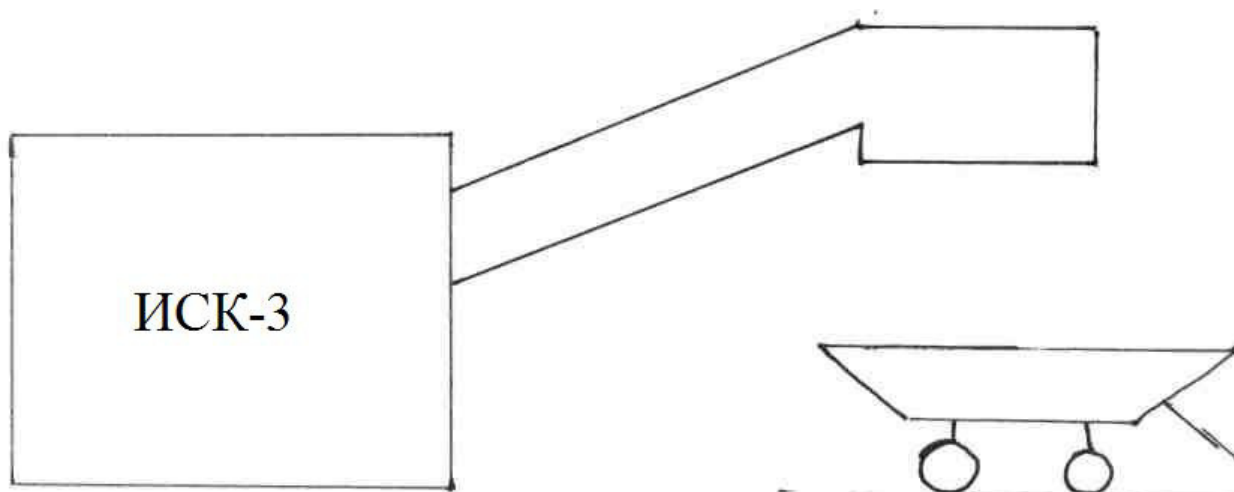


Рисунок 2.8 – Графическая схема линии выдачи кормосмесей

Оборудование КОРК-15 позволяет в широком диапазоне дозировать различные компоненты и составлять рацион в зависимости от имеющихся в хозяйстве кормов, но как показывает опыт эксплуатации кормоцехов с непрерывным потоком приготовления кормосмеси, операторы, управляющие этим оборудованием, не всегда могут быстро и, главное, правильно настроить оборудование на заданную производительность. Рекомендуется делать это по номограммам [21].

По номограмме I рисунка 2.9 определяется суточная или разовая потребность в том, или ином компоненте входящем в кормосмесь, в целом для фермы или отдельного животноводческого объекта.

На оси абсцисс номограммы отражена масса кормов, а на оси ординат суточная или разовая потребность в кормах каждого вида.

Лучи надписями 200, 400 и т.д. обозначают количество животных, для которых следует приготовить кормосмесь.

По номограмме II (рисунок 2.10) определяется часовая производительность каждой линии (грубых кормов, силоса или сенажа, комбикорма и кореклубнеплодов) согласно потребности в нормах по оси ординат - производительность на которую необходимо установить

оборудование, на оси абсцисс приведена суточная или разовая потребность в кормах. Настройка осуществляется следующим образом. Например, необходимо приготовить кормосмесь на 600 голов с рационом включающем 20 кг силоса, 10 кг корнеклубнеплодов, 4 кг комбикорма, и 3 кг соломы.

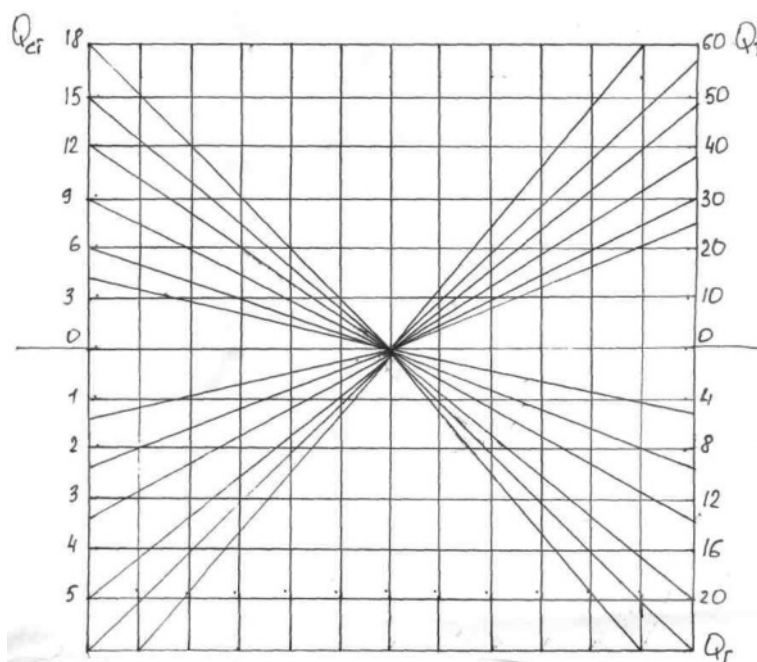


Рисунок 2.9 – Номограмма I для определения суточной и разовой потребности в кормах

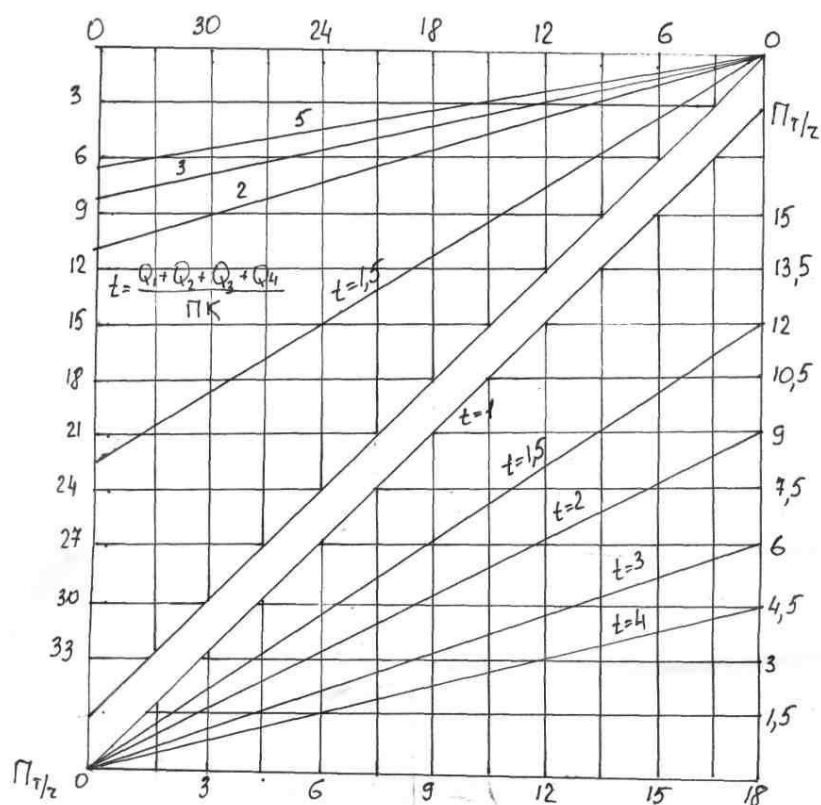


Рисунок 2.10 – Номограмма II для определения часовой производительности линии

Определяем необходимую массу по каждому виду корма. Весь ход поиска на номограмме показан стрелками. Устанавливаем общую массу кормов равную:

$$Q_{\text{об}} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \quad (2.2.)$$

Исходя из общей потребности в кормосмеси и производительности оборудования, определяем время работы кормоцеха [21].

$$t = Q_{\text{об}} / Пк \quad (2.3.)$$

Зная время работы кормоцеха, необходимо производительность оборудования каждой линии установить с учетом работы оборудования каждой линии.

Зная время работы кормоцеха, необходимо производительность оборудования каждой линии установить с учетом работы оборудования каждой линии. По оси абсцисс берем общую массу корма линии и по вертикали поднимаемся вверх до пересечения с лучом, соответствующему времени работы. Из точки пересечения идем вправо по горизонтали и на оси ординат находим производительность отдельной линии. Определив часовую производительность по каждому виду корма, устанавливаем дозирующие устройства силоса, грубых кормов, комбикормов, корнеплодов и других компонентов на необходимую производительность. Для этого например, рукоятку управления скоростью подачи питателя силоса устанавливаем на отметке 6, что будет соответствовать производительности 12 т/ч и т.д.

Рассмотрим теперь частные вопросы выбора оборудования. Организация производственного процесса следующая: при 2-х разовом кормлении кормоцех работает в 2 полусмены производительностью 6.42 т/ч продолжительностью 2ч. Определим количество рейсов необходимое для доставки силоса, корнеклубнеплодов, соломы (сена) в течение 1 полусмены.

За 1 рейс доставляется силоса 5,0 т.

Корнеклубнеплодов - 5,0 т.

Соломы - 0,7 т.

Необходимо сделать два рейса силоса, один рейс корнеклубнеплодов, три рейса соломы.

Объем завальной ямы для корнеклубнеплодов должен быть таким, чтобы он мог вместить $q_{\max}$ разовое

$$W \geq q / \rho * \beta, \text{м}^3 \quad (2.4)$$

где q - суточный расход кормов

ρ - объемная масса корма

β – коэффициент заполнения

$$W = 2,4 / 670 * 0,9 = 4 \text{ м}^3$$

Концкорма поступают в кормоцех готовыми и загружаются в бункера - дозаторы. Автозагрузчик ЗСК-10 заводится 2 раза и выгружается в бункеры.

Общий объем бункеров $W = 8 \text{ м}^3$, потребность в концкормах будет обеспечена на 2 дня работы кормоцеха.

Завальная яма для корнеклубнеплодов - 4 м^3 , 2 бункера-дозатора для конкормов -5м.

1. Кратчайший путь сырья от начальной до конечной операции.
2. Соблюдение последовательности в расстановке оборудования.
3. Минимальную потребность в различных перегрузочных операциях.
4. Максимальное сокращение коммуникационных линий.
5. Создание максимальных удобств.
6. Соблюдение норм охраны труда, техники.

Необходимую площадь кормоцеха определим методом моделирования.

Метод заключается в том, что из бумаги вырезаются в масштабе 1:100 или 1:200 фигуры, подобные горизонтальным проекциям машин. Эти фигуры размещают на листе миллиметровой бумаги в соответствии с выбранной схемой технологического процесса и оставляют между ними необходимые по

нормам эксплуатационные разрывы. Далее, зафиксировав фигуры, наносим на бумаге линии стен. Таким образом, определяется площадь пола кормоцеха.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Основные требования, предъявляемые к конструкции дробилки

Известны различные способы регулирования степени измельчения. Например, с помощью сепаратора, как у ДБ - 5. В этом случае сепаратор выполняет роль решета, но только вынесенную из рабочей камеры. Известны также такие способы, когда регулирование происходит за счет конструктивных изменений как ротора так и статора, а также комбинированным способом.

Как показали исследования и анализ существующих конструкций, наиболее эффективным и простым способом является комбинированный способ, когда изменение степени измельчения происходит за счет интенсификации процесса дробления материала. Достигается это путем конструктивных изменений статора безрешетной дробилки и специальных устройств.

3.2 Обоснование и описание выбранной конструкции

Дробилка состоит из сварной рамы, корпуса дробильной камеры (2), горизонтального ротора (28), представляющего собой молотковый барабан (1), установленный на горизонтальном валу, который вращается в подшипниковых узлах (11, 27). Привод осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу. Имеется приемный бункер, загрузочная и выгрузная горловины. На внутренней поверхности рабочей камеры установлены сменные бичи (10) и поворотные жалюзи.

Рабочий процесс осуществляется следующим образом. Исходный материал (зерно) загружается в определенном количестве в приемный бункер. Зерно через загрузочную горловину поступает в рабочую камеру дробилки, где происходит измельчение за счет ударных действий молотков, удара о внутреннюю поверхность рабочей камеры, истирания в воздушно-продуктовом слое. Измельченный материал удаляется из камеры через выгрузную горловину.

Регулирование степени измельчения осуществляется несколькими способами.

Во-первых, изменением времени пребывания t материала в рабочей камере дробилки.

Во-вторых, для регулирования степени измельчения внутри рабочей камеры в цилиндрическом корпусе в промежутке между бичами установлено несколько поворотных жалюзи, соединенных с регулировочным устройством. Степень измельчения зависит от угла и направления поворота жалюзи. Поворот жалюзи осуществляется с помощью регулировочного устройства.

В третьих, регулировать степень измельчения материала можно меняя количество съемных бичей, расположенных на внутренней поверхности рабочей камеры дробилки.

Конструкция установки позволяет:

- изменять:

- а) производительность дробилки;
- б) модуль помола измельчаемого продукта;
- в) время пребывания материала в рабочей камере;

3.3 Конструктивные расчеты

3.3.1 Расчет осей молотков

Во время вращения барабана оси нагружены центробежными силами, действующими на молотки:

$$Q_0 = m \cdot \omega^2 \cdot r, \quad (3.1)$$

где m - масса молотка, кг;

ω - угловая скорость вращения, $1/c^{-1}$;

r - радиус окружностей центров масс молотков, м.

Ось проходит через три диска (рисунок 3.1), которые служат опорами. На нагруженную ось действуют 17 сил Q_0 , т.к. на ней расположены 17 молотков.

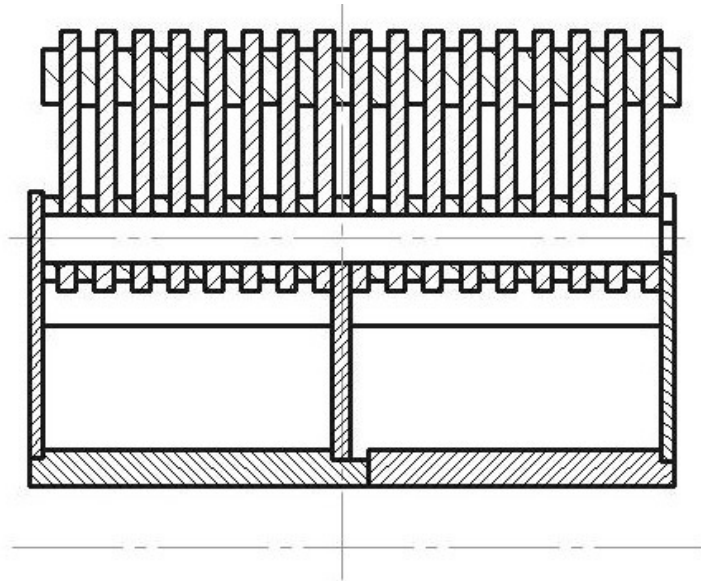


Рис.3.1. Схема расположения молотков барабана

Прогиб в центре балки под равномерно распределенной нагрузкой q и моментом M определяется из выражения:

$$f_q = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} - \frac{M \cdot l_0^2}{16 \cdot E \cdot I}, \quad (3.2)$$

где l_0 - расстояние между опорами, м;

q - распределенная нагрузка, Н/м.

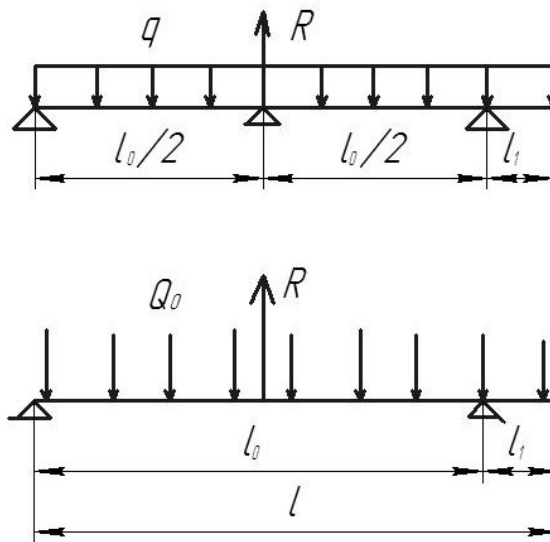


Рис.3.2. Расчетная схема оси молотков

Прогиб под действием силы R в этом сечении (нагрузка на консоли заменяется изгибающим моментом M) определяется:

$$f_R = \frac{R \cdot l_0^3}{48 \cdot E \cdot I}, \quad (3.3)$$

Отсюда

$$f_q - f_R = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} - \frac{M \cdot l_0^2}{16 \cdot E \cdot I} - \frac{R \cdot l_0^3}{48 \cdot E \cdot I}. \quad (3.4)$$

Прогибы и напряжения для балки (рисунок 3.4) определяются как для балки на 2-х опорах, нагруженной рядом сосредоточенных сил.

В результате проведенных расчетов для молотков массой 0,15 кг, при частоте вращения вала 3500 мин^{-1} , максимальной угловой скорости $366,5 \text{ с}^{-1}$, радиусе окружности центров масс молотков 0,2 м был определен диаметр оси молотков d_{oc} равной 20 мм.

Ось молотков рекомендуется изготавливать из стали 40 X с HRC 40...45.

Запас прочности оси по пределу текучести определяется выражением

$$K = \frac{[\sigma_s]}{\sigma_{sp}}, \quad (3.5)$$

где $[\sigma_s]$ - допустимый предел текучести, мПа;

σ_{sp} - расчетный предел текучести, мПа.

$$\kappa = \frac{[\sigma_B]}{\sigma_{Br}}, \quad (3.6)$$

где $[\sigma_B]$ - допустимый предел прочности, мПа;

$[\sigma_{Br}]$ - расчетный предел прочности, мПа.

Запас прочности по пределу текучести κ_1 равен 1,6, по пределу прочности κ_2 равен 2,06.

Полученное значение запаса прочности больше нормативного значения минимально-допустимого значения запаса прочности $[h_{доп}] = 1,5 \dots 2,0$.

Делаем вывод, что прочность оси обеспечивается.

3.3.2 Расчет молотков

На молоток действует сила Q_0 (рисунок 3.5).

Предел прочности определяется из выражения:

$$\tau = \frac{Q_0}{2c\delta} \quad (3.7)$$

где Q_0 - действующая на молоток, Н;

δ - толщина молотка, м;

c - расстояние от кромки до отверстия молотка, м. Предел прочности на срез определяется из выражения:

$$\tau_s = 0,4 \cdot [\sigma_s] \quad (3.8)$$

где $[\sigma_s]$ - допустимый предел текучести, мПа.

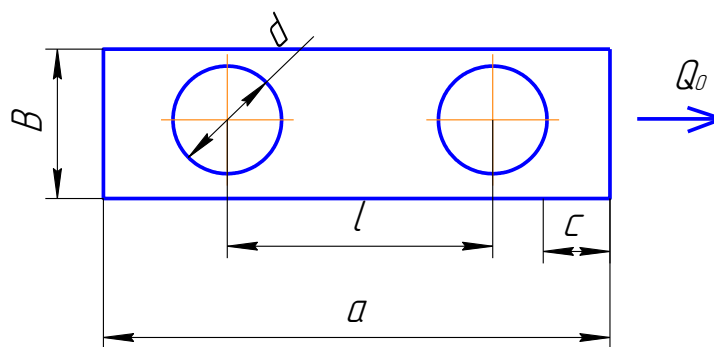


Рис.3.3. Расчетная схема молотка дробилки

Исходя из конструктивных особенностей и условий работы выбираем материал молотка сталь 20. При $\delta = 0,04$ м, $c=0,025$ запас прочности примерно равен 6,7.

Таким образом при работе ротора молотковой дробилки при максимальной угловой скорости $\omega = 366,5 \text{ с}^{-1}$, запас прочности отдельных деталей молоткового барабана обеспечивает надежную их работу. С учетом возможности появления экстремальных условий нагрузки, которые могут возникнуть во время эксплуатации дробилки, принимаем номинальную угловую скорость ротора дробилки равной $\omega = 360 \text{ с}^{-1}$.

3.3.3. Определение производительности дробилки

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

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

$$Q = \frac{3,6 \cdot \kappa \cdot \rho \cdot D^2 \cdot L \cdot n}{60}, \quad (3.9)$$

где ρ — плотность кг/м^3 ;

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

L — длина ротора в м;

n — число оборотов в минуту;

k — эмпирический безразмерный коэффициент;

$$Q = \frac{3,6 \cdot 0,00040 \cdot 850 \cdot 0,327 \cdot 0,27 \cdot 3000}{60} = 5 \text{ т/ч.}$$

3.3.4 Определение мощности, потребной для работы дробилки и выбор электродвигателя

Распределение затрат энергии по отдельным элементам рабочего процесса дробилки характеризуется уравнением баланса мощности

$$N = N_{изм} + N_{ц} + N_{х.х}, \quad (3.10)$$

где $N_{изм}$ — мощность, расходуемая непосредственно на разрушение материала, Вт;

$N_{ц}$ — мощность, расходуемая на создание циркуляции материала в камере, Вт;

$N_{х.х}$ — мощность холостого хода дробилки, Вт.

Мощность $N_{изм}$ может быть выражается через конструктивные параметры дробилки;

согласно уравнению

$$N_{изм} = q_p \cdot \psi \cdot DL(1 + f_{сл})v_{отн}^2. \quad (3.11)$$

При этом производительность дробилки принимается пропорциональной площади диаметрального сечения DL дробилки.

$$N_{изм} = 5 \cdot 0,49 \cdot 0,570 \cdot 0,27 \cdot (1 + 0,1) \cdot 60^2 = 1493,13 \text{ Вт}$$

Расход мощности на циркуляцию определяют следующим образом. Барабан дробилки, создавая воздушный поток и обеспечивая циркуляцию

материала в камере, работает подобно вентилятору, у которого в качестве лопастей служат молотки, навешанные на штыри.

При рабочем ходе дробилки расход мощности на вентиляцию несколько возрастает, так как барабан (вентилятор) будет дополнительно расходовать энергию на перемещение слоя материала. Увеличение расхода мощности учитывают, вводя коэффициент концентрации материала i_n (кг/кг).

При этом расход мощности на циркуляцию будет

$$N_{\text{ц}} = \kappa_{\text{в}} (1 + K_{\text{ц}} \mu_{\text{ц}}) v_{\text{м}}^3 \quad (3.12)$$

где $K_{\text{ц}}$ — кратность циркуляции материала.

$$N_{\text{ц}} = 0,05 \cdot (1 + 3 \cdot 0,6) 20^3 = 1497,5 \text{ Вт}$$

Расход мощности $N_{\text{х.х}}$ на холостой ход в формуле предусматривает работу барабана со снятыми молотками, так как затрата энергии на создание воздушного потока учтена вторым слагаемым ($N_{\text{ц}}$) этого выражения.

Однако из-за отсутствия экспериментальных данных при расчетах часто принимают расход мощности на холостой ход дробилки в размере 15—20% от $N_{\text{изм}}$, включая сюда и расход на вентиляцию.

С учетом этого замечания полный расход мощности составит

$$N_{\text{х.х}} = (1,15 - 1,2) N_{\text{изм}} \quad (3.13)$$

$$N_{\text{х.х}} = 1,2 \cdot 1493,13 = 1791,75 \text{ Вт}$$

Общая мощность, потребная для привода дробилки:

$$N = 1493,13 + 1497,5 + 1791,75 \approx 4860 \text{ Вт}$$

$$N = \frac{N}{\eta \cdot \eta_m} = \frac{4860}{0,97 \cdot 0,94} = 5400 \text{ Вт} \quad (3.14)$$

где η - к.п.д. подшипников, (0,97- для подшипников качения);

η_m - к.п.д. трансмиссии, (0,94- для ременной передачи).

Для обеспечения полноценной работы дробилки кормов увеличиваем приводную мощность машины.

Выбираем по каталогу электродвигатель: трехфазный асинхронный двигатель А О2-71-6 по ГОСТ 13589-68. Мощность – 7,0 кВт, частота вращения – 1500 мин⁻¹.

3.4 Экономическое обоснование конструкции

Расчет технико-экономической эффективности от внедрения безрешетного молоткового измельчителя «БМИ-5» выполнен по сравнению с безрешетной молотковой дробилкой «Кама-50Д», используемый в настоящее время самостоятельно или в составе поточных технологических линий кормоцехов.

Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.

Исходные данные:

Таблица 3.1.

Показатели	Кама-50Д	БМИ-5
Масса, кг	400	250
Балансовая стоимость, руб.	120 000	65 000
Потребная мощность, кВт	30	5,0
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работ	IV	IV
Тарифная ставка, руб/чел.·ч	10	10
Норма амортизации, %	16,6	16,6
Годовая загрузка, ч	850,0	850,0
Производительность, т/ч	6	5

Часовая производительность машин определяется из конструктивных расчётов:

$$W_1=5000 \text{ кг/ч};$$

$$W_0=6000 \text{ кг/ч.}$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathfrak{N}_e = \frac{N_t}{W_r}, \quad (3.15)$$

где N_e – потребляемая мощность, кВт;

W_r – часовая производительность, л/ч.

Учитывая, что $N_0=30$, $N_1=5$, $W_0=6000$, $W_1=5000$, находим:

$$\begin{aligned} \dot{Y}_0 &= \frac{30}{6000} = 0,005 \text{ л/ч}, \\ \dot{Y}_1 &= \frac{5}{5000} = 0,001 \text{ л/ч}. \end{aligned}$$

Металлоёмкость процесса определяется по формуле:

$$M = \frac{G}{W_r \cdot T_{\text{год}} \cdot T_c}, \quad (3.16)$$

где G – конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка машины;

T_c – срок службы машин, лет.

Учитывая, что $G_1=250$, $G_0=400$, $W_1=5000$, $W_0=6000$, $T_{\text{год}1,0}=1350$,

$T_{c1,0}=5$, находим:

$$\begin{aligned} \dot{I}_0 &= \frac{400}{6000 \cdot 1350 \cdot 5} = 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ л/ч}, \\ \dot{I}_1 &= \frac{250}{5000 \cdot 1350 \cdot 5} = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ л/ч}. \end{aligned}$$

Фондоёмкость процесса определяется по формуле:

$$F = \frac{C_{\delta}}{W_{\varepsilon} \cdot T_{\varepsilon o \delta} T_{\varepsilon \lambda}}, \quad (3.17)$$

где C_{δ} – балансовая стоимость конструкции, руб.;

Принимая из расчетов, что $C_{\delta 1}=65000$ руб., $C_{\delta 0}=120000$ руб., определяем:

$$F_0 = \frac{120000}{6000 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,0036 \text{ жóá / êã}$$

$$F_1 = \frac{65000}{5000 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,0024 \text{ жóá / êã}$$

Себестоимость исходного и проектируемого варианта определяется:

$$S = C_{\varepsilon . \lambda .} + C_{\varepsilon} + C_{\varepsilon \mu o} + A, \quad (3.18)$$

где $C_{\varepsilon . \lambda .}$ – затраты оплату труда, руб./кг;

C_{ε} – затраты на электроэнергию, руб./кг;

$C_{\varepsilon \mu o}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции, руб./кг;

A – амортизационный отчисления на продукцию, руб./ кг;

$$C_{\varepsilon . \lambda .} = z \cdot T_{\varepsilon} \cdot K_{\delta} \cdot K_{\varepsilon \mu} \cdot K_{\varepsilon o \mu} \cdot K_{\varepsilon \varepsilon}, \quad (3.19)$$

где z – тарифная ставка, руб.;

T_{ε} – трудоёмкость, чел/ кг.

$$T_{\varepsilon} = \frac{\Pi p}{W_r}, \quad (3.20)$$

$$T_{eo} = \frac{1}{6000} = 0,00017 \text{ ч / кг},$$

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

$$C_{з.н0} = 150 \cdot 0,00017 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 0,045 \text{ руб / кг},$$

$$C_{з.н1} = 150 \cdot 0,0002 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 0,053 \text{ руб / кг}.$$

Определяем затраты на электроэнергию:

$$C_{э} = C_{э} \cdot \mathcal{E}_c, \quad (3.21)$$

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

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

Принимая во внимание, что $C_{э}=2,88$ руб./кВт·ч, $\mathcal{E}_{c0}=0,005$; $\mathcal{E}_{c1}=0,001$, находим:

$$C_{э0} = 2,88 \cdot 0,005 = 0,0144 \text{ руб / кг},$$

$$C_{э1} = 2,88 \cdot 0,001 = 0,00288 \text{ руб / кг}.$$

Затраты на РТО конструкции определяется по формуле:

$$C_{пто} = \frac{C_{б} \cdot H_{пто}}{100 \cdot W_c \cdot T_{год}}, \quad (3.22)$$

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

$$\tilde{N}_{\partial \partial \hat{1} 0} = \frac{120000 \cdot 19,8}{100 \cdot 6000 \cdot 1350} = 0,0036 \text{ руб / кг}$$

$$\tilde{N}_{\partial \partial \hat{1} 1} = \frac{65000 \cdot 19,8}{100 \cdot 5000 \cdot 1350} = 0,0023 \text{ руб / кг}.$$

Амортизационные отчисления определяются как:

$$A = \frac{C_{б} \cdot a}{100 \cdot W_c \cdot T_{год}}, \quad (3.23)$$

где a – норма амортизации, %.

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

$$\dot{A}_0 = \frac{120000 \cdot 18}{100 \cdot 6000 \cdot 1350} = 0,0032 \text{ } \delta \acute{o} \acute{a} / \acute{e} \tilde{a},$$

$$\dot{A}_1 = \frac{65000 \cdot 18}{100 \cdot 5000 \cdot 1350} = 0,0021 \text{ } \delta \acute{o} \acute{a} / \acute{e} \tilde{a}.$$

$$S_0 = 0,045 + 0,0144 + 0,0036 + 0,0032 = 0,0212 \text{ руб} / \text{кг},$$

$$S_1 = 0,053 + 0,00288 + 0,0023 + 0,0021 = 0,06 \text{ руб} / \text{кг}.$$

Приведённые затраты на работу конструкции определяют по формуле:

$$C_{np} = S + E_n \cdot K = S + E_n \cdot F_t, \quad (3.24)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K – удельные капитальные вложения или фондёмкость.

Принимая, что $E_n=0,15$ находим:

$$C_{прив0} = 0,0212 + 0,15 \cdot 0,0036 = 0,022 \text{ руб} / \text{кг},$$

$$C_{прив1} = 0,06 + 0,15 \cdot 0,0024 = 0,06 \text{ руб} / \text{кг}.$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_r \cdot T_{год}, \quad (3.25)$$

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

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

$$\mathcal{E}_{год} = (0,06 - 0,0212) \cdot 5000 \cdot 1350 = 261900 \text{ руб}.$$

Годовой экономический эффект определяется:

$$E_{год} = (C_{прив0} - C_{прив1}) \cdot W_r \cdot T_{год},$$

$$E_{год} = (0,06 - 0,022) \cdot 5000 \cdot 1350 = 256500 \text{ руб}. \quad (3.26)$$

Срок окупаемости капитала вложений определяется:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.27)$$

$$T_{ок} = \frac{65000}{261900} = 0,25 лет$$

Коэффициент эффективности капитала вложений определяется:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{\text{зод}}}{C_{\text{б}}} = \frac{1}{T_{ок}},$$

$$E_{эф} = \frac{1}{0,25} = 4 \quad (3.28)$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

Таблица 3.2.

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	проектируемой
1.	Часовая производительность	кг/ч	6000	5000
2.	Фондоёмкость процесса	руб/кг	0,0036	0,0024
3.	Энергоёмкость процесса	кВт/кг	0,005	0,001
4.	Металлоёмкость процесса	кг/кг	0,0000076	0,000014
5.	Трудоёмкость процесса	ч-ч/кг	0,00017	0,0002
6.	Уровень эксплуатационных затрат	руб/кг	0,06	0,0212
7.	Уровень приведённых затрат	руб/кг	0,06	0,022
8.	Годовая экономия	руб	-	261900
9.	Годовой экономический эффект	руб	-	256500
10.	Срок окупаемости капитала вложений	лет	-	0,25
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-		4

3.5 Планирование мероприятий безопасности жизнедеятельности по улучшению условий труда

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. Безрешетный молотковый измельчитель устанавливается по уровню на специальный фундамент. Допускается наклон не более 5° .

3. Измельчитель должен быть закреплен на опорных болтах.

4. Включение измельчителя осуществляется без нагрузки.

Расчет заземления измельчителя

Наиболее распространенный и надежный метод защиты людей от поражения электрическим током являются защитные заземления – преднамеренные электрические соединения с землей или ее элементом посредством металлических токоведущих частей, которые могут оказаться под напряжением. В качестве искусственных заземлений используют стальные трубы или стержни длиной 2-3 метра.

Сопротивление растекания тока одиночного стержневого заземления определяется:

$$R_e = 0,366 \frac{\rho}{\ell} \left(\ell g \frac{2\ell}{d} + 0,5 g \frac{4h + \ell}{4h - \ell} \right), \quad (3.29)$$

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

ρ – сопротивление почвы, Ом см;

ℓ – длина стержня, см;

d – диаметр стержня, см;

h – глубина заделки, см;

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

Необходимое число заземлений определяется:

$$n = \frac{R_e \cdot k_c}{R_n \cdot \eta_\zeta}, \quad (3.30)$$

где n – необходимое число заземлений;

κ_c – коэффициент сезонности;

R_n – нормативное сопротивление заземлений, Ом;

η_z – коэффициент использования заземлений.

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

Принимая во внимание, что, находим.

Число заземлений – 4.

3.6 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 почвы;
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.

3.7. Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари и т.д.). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для специалистов должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

3.8. Выводы по разделу

Выполненные конструктивные расчеты показывают работоспособность предлагаемой машины, его надежность и высокие технико- экономические показатели. Экономический эффект от использования проектируемой кормодробилки составил 256500 руб.

ВЫВОДЫ

На основании вышеизложенного и выполненной работы можно сделать следующие выводы:

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

- На основе анализа конструкций разработана новая безрешетная молотковая дробилка кормов, обладающая более высокими технико-экономическими показателями. Снижена энергоемкость на 16 %, уменьшена металлоемкость до 15 %.

- Дробилка позволяет получить хорошее качество измельчаемого продукта. Измельченный продукт соответствует зоотехническим требованиям при измельчении кормов. Технические решения гарантированно обеспечивают это соответствие.

- Прделанная работа позволяет разработать конструкторскую документацию, состоящую из технического задания, технических условий, спецификаций, чертежей и соответствующих расчётов и которую можно успешно использовать для опытного производства дробилок кормов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешкин В.Р. Механизация животноводства. Агропромиздат, 1985.
2. Банников А.Г и др. Основы экологии и охраны окружающей среды. - М.: Колос, 1996 – 311.
3. Баутин В.Н. Механизация и электрификация с/х производства / В.Н. Баутин М.: - Колос, 2000.
4. Брагинец И.В., Палишкин Д.А. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. М.: Колос, 1978.
5. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных работ квалификационных работ – Казань, 2009.
6. Гордиенко Н., Быковская Н. Разведение и содержание крупного рогатого скота. Учебно- справочное пособие. М: БАО, 2011. – 64с.
7. Дегтерев Г.П. Технологии и средства механизации животноводства / Г.П. Дегтерев. М.: Столичная ярмарка, 2010 - 384 с.
8. Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С. и др. Машины и оборудование для приготовления кормов. М.: Россельхозиздат, 1987-285 с.
9. Лисовский И.В. Справочная книга по механизации кормопроизводства. Л.: Лениздат, 1984-268 с.
10. Мельников С.В. Механизация животноводческих ферм. М.: колос, 1969.
11. Миндубаев Э.Х. Основной цех фермы. Казань, Татарское книжное издательство, 1983- 95 с.
12. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ “Школа”, 2004-144с.
13. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Издание 5-ое, переработанное. М.: Колос, 1969-123с.

14. Хазанов Е.Е., Гордеев В.В., Хазанов В.Е. Модернизация молочных ферм. М: Агропромиздат, 2008. – 376 с.