

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Совершенствование технологии заготовки и приготовления кормов
с разработкой конструкции измельчителя»

Шифр ВКР 35.03.06.426.18.00.00 ПЗ

Студент	<u>студент</u>	_____	<u>Иванов И.Л.</u> Ф.И.О.
		подпись	

Руководитель	<u>ст. препод.</u> ученое звание	_____	<u>Иванов Б.Л.</u> Ф.И.О.
		подпись	

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №___ от _____ 2018 г.)

и.о.зав. кафедрой	<u>доцент</u> ученое звание	_____	<u>Халиуллин Д.Т.</u> Ф.И.О.
		подпись	

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/_____/_____
« _____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Иванову И.Л.

Тема ВКР «Совершенствование технологии заготовки и приготовления кормов с разработкой конструкции измельчителя»

утверждена приказом по вузу от « _____ » _____ 2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 01.02.2018

3. Исходные данные

1. Материалы преддипломной практики;

2. Научно-техническая и справочная литература

3. Патенты измельчителей кормов

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1 Анализ существующих технологий приготовления кормов;

2. Анализ существующих конструкций измельчителей кормов

3 Расчет основных технологических параметров конструкции;

4 Разработка и расчет новой конструкции;

5 Безопасность и экологичность проекта;

6 Технико-экономический анализ проектируемых мероприятий.

5. Перечень графических материалов

1. План кормоцехов.
2. Технологическая линия приготовления кормов.
3. Обзор существующих конструкций измельчителей-смесителей кормов.
4. Сборочный чертеж предлагаемой конструкции измельчителя-смесителя кормов.
5. Рабочие чертежи предлагаемой конструкции.

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания 09.01.2018

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	1 раздел	16.01.18	100%
2	2 раздел	24.01.18	100%
3	3 раздел	01.02.18	100%

Студент _____ /Иванов И.Л./

Руководитель ВКР _____ /Иванов Б.Л./

ABSTRACT

Graduation qualification work consists of text documents on ____ sheets of typewritten text and a graphic part on ____ sheets of A1 format.

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

In the first section a literary-patent review is performed. The review of the existing feeding plants and their technology of preparation of feeds, analysis of the construction of grinders and feed mixers was conducted.

In the second section, the feed mill and feed preparation technology were chosen. Selection and calculation of technological equipment for the production line was made.

In the third section, a new design of the shredder-feed mixer has been developed, and a design-technological calculation of the proposed plant has been carried out. The rules of safe and ecological operation of the proposed installation are given and the calculation of technical and economic parameters of the structure is made. The Graduation work ends with conclusions.

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) состоит из текстовых документов на ____ листах машинописного текста и графической части на ____ листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, выводов и предложений и включает ____ рисунков, ____ таблиц и приложения. Список использованной литературы содержит ____ наименований.

В ВКР предложена новая технология приготовления кормов. Так же предлагается конструкция измельчителя кормов с целью улучшения качества приготавливаемой смеси.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: 1. Проанализировать существующие конструкции измельчителей-смесителей кормов. 2. Подобрать оборудование для технологической линии приготовления кормов. 3. Разработать конструкцию измельчителя-смесителя кормов. 4. Обосновать конструктивные и рабочие параметры установки. 5. Оценить экономическую эффективность внедрения конструкторской разработки.

В первом разделе выполнен литературно-патентный обзор. Проведен обзор существующих кормоцехов и их технология приготовления кормов, анализ конструкций измельчителей-смесителей кормов.

Во втором разделе выбран кормоцех и технология приготовления кормов. Произведен выбор и расчет технологического оборудования для линии производства.

В третьем разделе разработана новая конструкция измельчителя-смесителя кормов, произведен конструктивно-технологический расчет предлагаемой установки. Приведены правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой установки и произведен расчёт технико-экономических показателей конструкции. ВКР завершается выводами.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ	
1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Классификация и типы кормоприготовительных цехов.....	
1.2 Анализ существующих конструкций измельчителей.	
1.3 Цели и задачи проектирования	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Обзор и анализ предлагаемой технологической линии приготовления кормов.....	
2.2 Определение расхода кормов на ферме	
2.3 Технологический расчет линии приготовления кормов	
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Описание и обоснование выбранной конструкции измельчителя- смесителя кормов..	
3.2 Конструктивный расчет измельчителя-смесителя кормов.....	
3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции плющилки	
3.4 Физическая культура на производстве	
3.5 Расчет технико-экономических показателей предлагаемой конструкции измельчителя-смесителя кормов	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

ВВЕДЕНИЕ

Первоисточником энергии для животных являются корма, максимальный коэффициент преобразования химической энергии которых наиболее скороспелыми животными в мясо и жиры не превышает 35%.

Примерно половина продукции растениеводства используется на корм животным. В стоимости продуктов животноводства затраты на корм достигают 70%

Одно из основных условий умелого использования кормов – сбалансированность рационов по основным питательным веществам, протеину, макро- и микроэлементам, витаминам. Наиболее эффективны в этом смысле полнорационные кормовые смеси. Доказано, что при оптимальном соотношении компонентов фактическая питательность смеси оказывается на 8...10% выше расчетной, получаемой от простого суммирования питательности входящих в нее кормов. Дело в том, что используемые в составе смеси корма, дополняя друг друга, компенсируют недостающие элементы питания. В результате повышается их перевариваемость и усвояемость, корма используются более экономно. Улучшается поедаемость грубых кормов с высоким содержанием клетчатки, снижаются потери отдельных компонентов смеси

Особенно важно рационально использовать сочные корма. Это достигается скормливанием их в составе кормовой смеси, обогащенной минеральными и белково-витаминными добавками. Приготовление влажных или сухих многокомпонентных кормосмесей непосредственно перед скормливанием их животным осуществляется в межхозяйственных, общехозяйственных и прифермских кормоприготовительных цехах.

Применение высокопроизводительных машин и оборудования с низкими энергетическими затратами для производства кормов является основой рентабельности отрасли животноводства хозяйств[6].

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Классификация и типы кормоприготовительных цехов

Цеха для приготовления кормов используются и предназначаются для приема, хранения, обработки и раздачи кормового сырья животным (зерна, корнеплодов, соломы, сена и др.); приема, накопления и раздачи отдельных компонентов в готовом виде животным (комбикормов, травяной муки, травяной резки, мелассы и др.), приготовления кормовых смесей и их раздачи.

Цеха для приготовления кормов делятся на две группы: для приготовления сухих кормов в рассыпном или же гранулированном виде; для приготовления влажных кормовых смесей крупному рогатому скоту, свиньям, овцам, птице и др.

Кормоприготовительные цехи могут обеспечивать кормовыми смесями одну или несколько животноводческих ферм.

В проектах кормоцехов необходимо предусматривать прогрессивную технологию, исключающую потери кормов и обеспечивающих приготовление качественных кормовых полнорационных смесей при минимальном уровне издержек производства и затрат труда.

Для снижения затрат труда на приготовление кормовых смесей необходимо внедрять и использовать комплексную механизацию и автоматизацию технологических процессов и дистанционное управление цехом с инновационными решениями.

Кормоприготовительные цехи необходимо размещать в кормовой зоне животноводческих комплексов и ферм или на границе производственной зоны, а также кормовом дворе в соответствии организацией производственных процессов предприятия, расположением зданий и сооружений, а также для сокращения времени доставки сырья в кормоцех и транспортировки готовых кормовых смесей в кормовой стол.

Расстояния между кормоцехами и отдельными зданиями (сооружениями) фермы, а также возможности блокировки следует

определять согласно требованиям норм технологического проектирования соответствующих предприятий и норм строительного проектирования.

Площадки перед кормоцехами и подъездные пути к ним должны иметь твердые покрытия и обеспечивать возможность разворота транспортных средств.

Для обслуживания кормоцехов ширина проезжей части подъездных дорог с двусторонним движением должна быть 6 метров, а с односторонним – 3,5 метров, с учетом обеспечения возможности разъезда транспортных средств, в специально предусмотренных местах.

Для приготовления влажных кормовых смесей непосредственно на фермах и комплексах из кормов собственного производства были разработаны десятки типовых и экспериментальных проектов.

Приведем краткое описание некоторых кормоцехов для крупного рогатого скота.

Кормоцех Липецксельхозтехпроката (рисунок 1.1) предназначен для молочно-товарных ферм на 1600 коров. Здание кормоцеха кирпичное, одноэтажное.

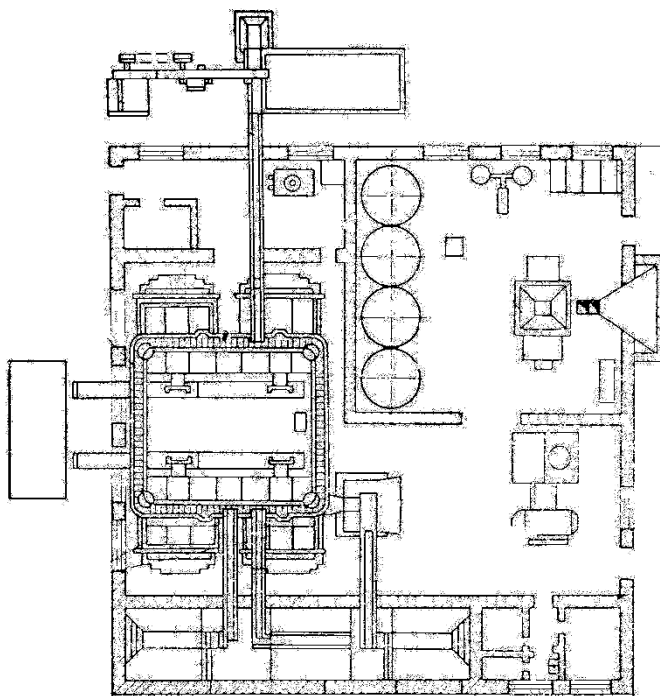
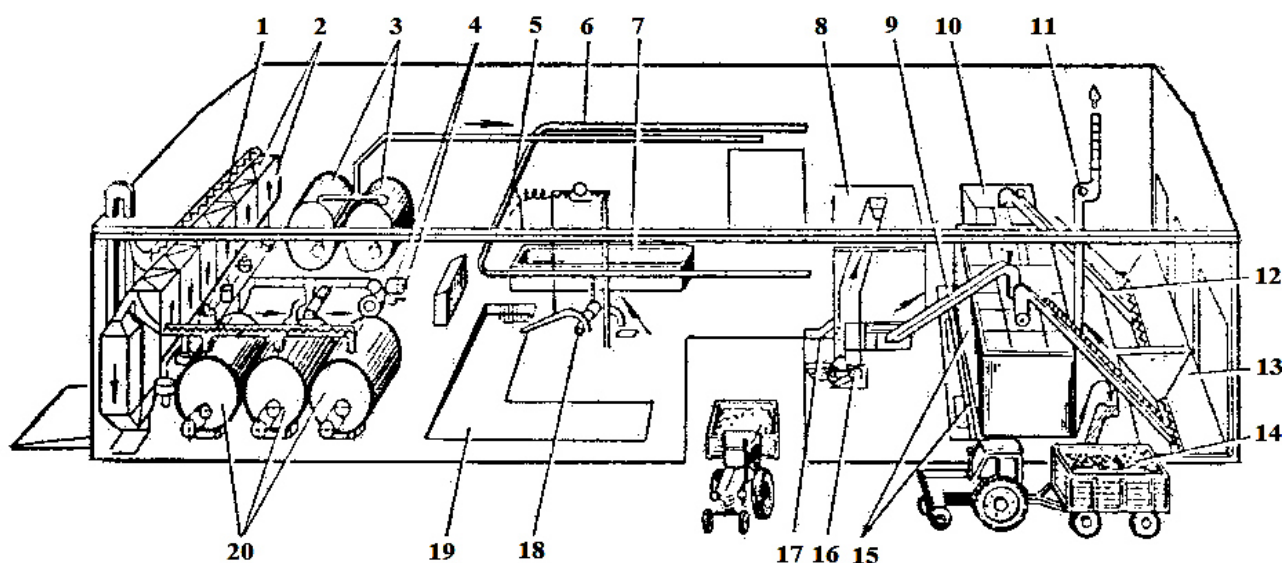


Рисунок 1.1 – План кормоцеха Липецксельхозтехпроката

Кормоцех Ставрополькрайколхозпроекта (рисунок 1.2) предназначен для ферм на 1500 голов крупного рогатого скота. Здание кормоцеха кирпичное, одноэтажное, с размерами в плане 14×42 м и высотой 6,5 м.



1 – распределительный шнек; 2 – бункера концентратов; 3 – емкости РМГЦ-6; 4, 18 – фекальные насосы НФ-2,5; 5 – электротельфер ТЭ 1-611; 6 – монорельс; 7 – ванна для обработки соломы; 8 – питатель сеной муки; 9 – транспортер ТС-40С; 10 – измельчитель ИКС-5М; 11 – вентилятор; 12 – транспортер ТК-5Б; 13 – питатель для концентратов ПК-6; 14 – кормораздатчик; 15 – смесители-запарники С-12; 16 – дробилка КДУ-2; 17 – измельчитель «Волгарь-5А»; 19 – площадка для обработанной щелочью соломы; 20 – дрожжерастительные агрегаты ФГ-6,5М

Рисунок 1.2 – Схема кормоцеха Ставрополькрайколхозпроекта

В кормоцехе размещены отделения для приготовления влажных кормовых смесей, для химической обработки соломы, для приготовления жидких концентрированных кормов и заменителя молока, котельная и санитарно-бытовые помещения.

Для последовательного выполнения основных и вспомогательных операций машины и оборудование кормоцеха образуют три технологические линии: приготовление влажных кормосмесей, химической обработки соломы и приготовления жидких дрожжеванных кормов.

Кормоцех Кургансельхозтехпроката (рисунок 1.3) предназначен для молочно-товарных ферм на 1400 коров 3600 голов откормочного молодняка.

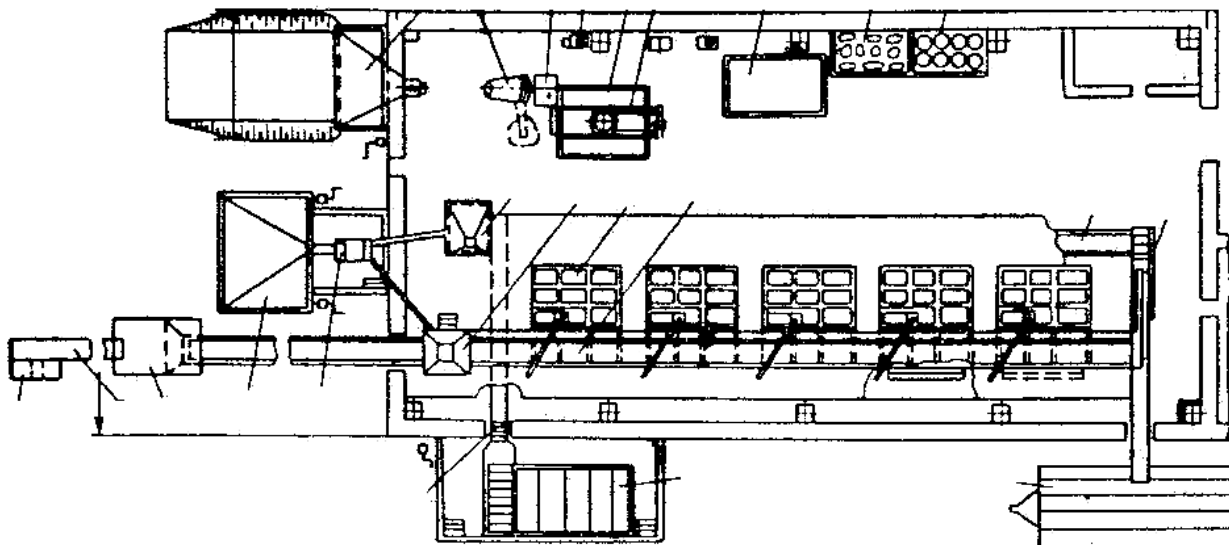


Рисунок 1.3 – План кормоцеха Кургансельхозтехпроекта

Здание кормоцеха кирпичное, одноэтажное с размерами в плане 24×12 м высотой 6,5 м, фундамент под стены столбчатый.

Оборудование кормоцеха позволяет выполнять следующие операции: готовить и подавать 3%-ное известковое молоко вместе с мочевиной и солью в каждый запарник-смеситель с предварительно измельченной соломой; принимать и включать силос в кормовую смесь; принимать и дозировать готовые концентрированные корма; смешивать компоненты рациона и выгружать их в кормораздающие средства [9].

1.2 Анализ существующих конструкций измельчителей

Рассмотрим измельчитель сочных кормов ВНИИМС ОПИ, который относится к машинам для измельчения растительных отходов. По авторскому свидетельству № 481419 конструкция состоит из рамы, на которой установлены приводные барабаны с ножами и имеет кожух с отражателями и выпускным окном. В барабане поочерёдно установлены ножи, которые имеют режущую кромку, расположенную перпендикулярно к продольной оси барабана,

Недостатком прототипа (измельчителя сочных кормов) является то, что воздушные потоки от первого и второго барабанов встречаясь в

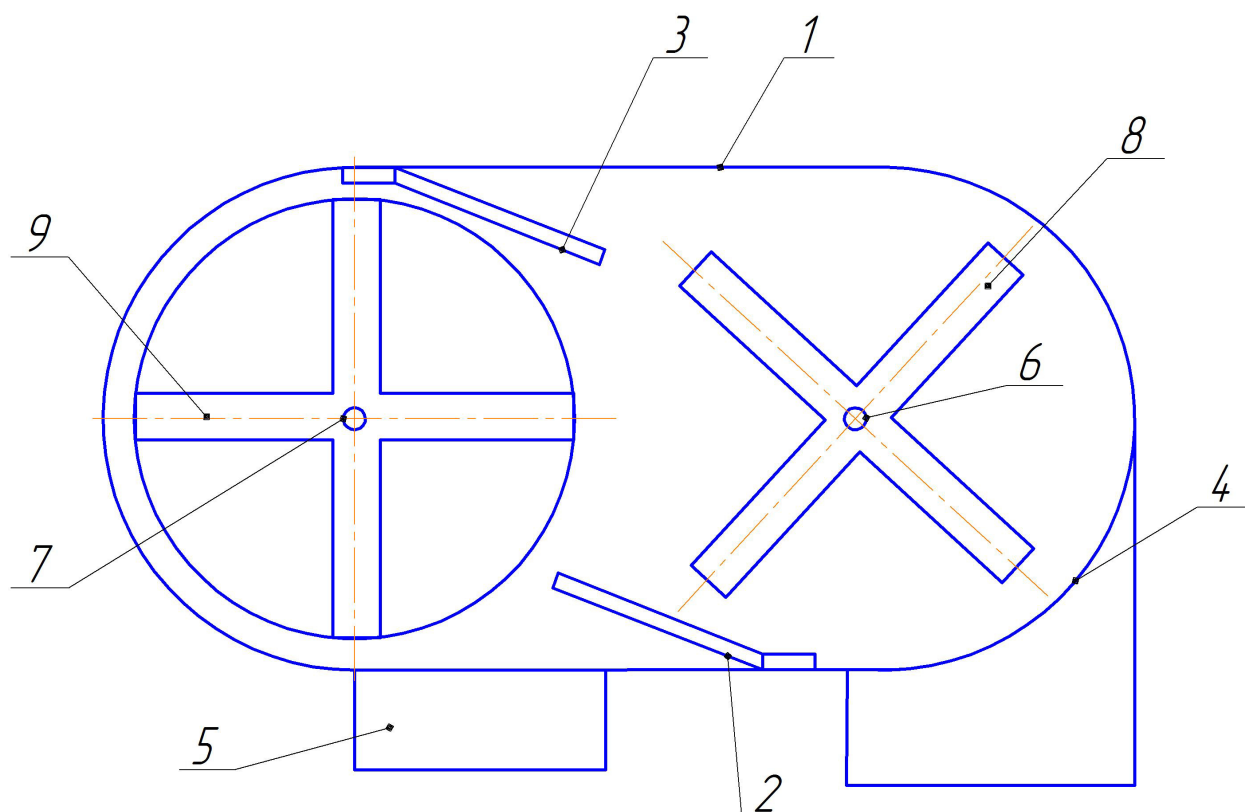
межбарабанном пространстве, затрудняют прохождение обрабатываемого сырья, в связи с чем существенно снижается качество и степень измельчения, тем самым повышается энергоёмкость конструкции.

Цель изобретения – повышение качества измельчения и снижение энергоёмкости путём улучшения прохождения воздушного потока и растительных отходов через межбарабанное пространство.

Поставленная цель достигается тем, что отражатель, закреплённый в нижней части кожуха, выполнен в виде наклонной пластины, направленной в сторону барабана вторичного измельчения и расположенной в плоскости, проходящей от его центра на расстоянии, равном $0,2-0,35$ диаметра окружности, описанной из центра барабана вторичного измельчения по внешним концам его ножей, а отражатель, закреплённый в верхней части кожуха, выполнен в виде наклонной решётки с вертикальными пазами, направленной в сторону барабана первичного измельчения.

Измельчитель (рисунок 1.4) включает кожух 1 с отражателями 2 и 3, закреплёнными соответственно в его нижней и верхней частях. Кожух имеет впускное окно 4 и выпускное окно 5. Внутри кожуха установлены приводной барабан 6 первичного измельчения и приводной барабан 7 вторичного измельчения, снабжённые соответственно ножами 8 и 9. Ножи 8 выполнены из ножей двух видов, чередующихся между собой. Первый вид ножей имеет режущую кромку. Расположенную перпендикулярно к продольной оси барабана. Отражатели 2 и 3 размещены между барабанами. Отражатель 2 выполнен в виде наклонной пластины, направленной в сторону барабана 7 и расположенной в плоскости, проходящей от его центра на расстоянии, равном $0,2...0,35$ диаметра окружности, описанной из центра барабана 7 по внешним концам его ножей 9. Отражатель 3 выполнен в виде наклонной решётки с вертикальными пазами, направленной в сторону барабана 6. Непосредственно над выпускным окном 5 предусмотрен отражатель с рифлёной рабочей поверхностью.

При работе измельчителя срезанные ветви подаются внутрь кожуха 1 через впускное окно 4 к ножам 8 барабана 6 первичного измельчения. Ножи 8 осуществляют предварительное измельчение ветвей в зону измельчения ножами 9 барабана 7 вторичного измельчения, которыми они измельчаются дополнительно.



1 – кожух; 2,3 – отражатели; 4 – впускное окно; 5 – выпускное окно; 6,7 – барабан; 8,9 – ножи.

Рисунок 1.4 – Измельчитель-смеситель кормов по авторскому свидетельству № 481419

Полностью измельчённые растительные отходы выбрасываются через окно 5. При этом благодаря выполнению отражателей 2 и 3 описанным выше образом достигается улучшение прохождения воздушного потока через межбарабанное пространство и обеспечиваются оптимальные условия прохождения этого пространства растительными отходами, что существенно повышает качество измельчения и снижает энергоёмкость.

Измельчитель-смеситель ЦНИИМ и ЭСХНЗ относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к машинам для

непрерывного измельчения и смешивания стебельчатых кормов с различными компонентами.

Рассмотрим измельчитель кормов с функцией непрерывного действия, который содержит рабочую камеру с вертикальными роторами, снабжёнными ножами и двухлопастными швырялками.

Недостатком устройства являются высокие энергетические потери на холостой ход и на отвод кормов из измельчителя-смесителя.

Измельчитель-смеситель, содержит бункер, вертикально установленную рабочую камеру с режущими элементами и расположенную под ней выгрузную камеру с швырялкой и с выгрузным патрубком, при этом ножи и швырялка установлены на валу, соосно с ними.

Недостатком данного измельчителя-смесителя являются высокие энергетические потери, как на холостой ход, так и на отвод кормов из выгрузной камеры измельчителя-смесителя, поскольку швырялка работает как центробежный вентилятор, а также то, что он имеет ограниченную возможность регулирования степени измельчения и смешивания кормов.

Цель изобретения - снижение энергоёмкости при улучшении качества получаемого корма и расширение эксплуатационных возможностей.

Цель достигается тем, что швырялка выполнена в виде пальцев, установленных на валу с перекрытием их зон действия по винтовой линии, направление которой противоположно направлению перемещения материала в выгрузной камере, а последняя снабжена шибером, имеющим скошенную нижнюю часть.

Кроме того, на верхних и нижних пальцах швырялки выполнены отражательные фаски.

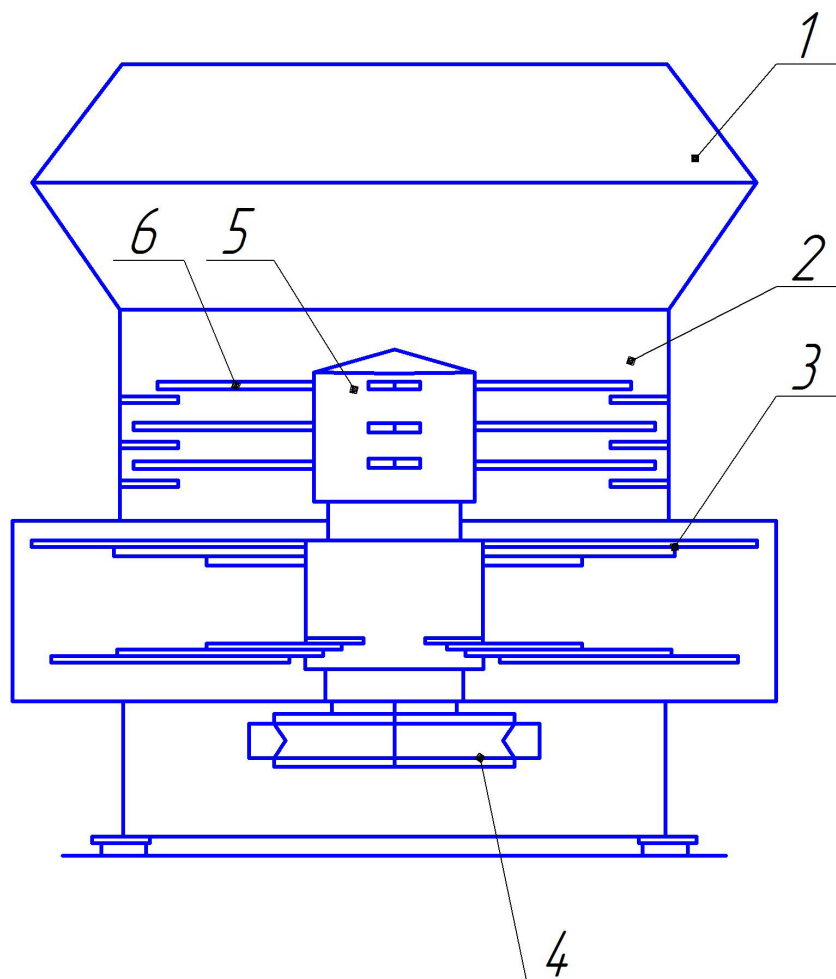
Выгрузной патрубок снабжён подпружиненной заслонкой, установленной во вращающихся направляющих и имеющей зацеп, взаимодействующий с шибером.

Измельчитель-смеситель кормов (рисунок 1.5) содержит приёмный бункер 1, вертикальную рабочую камеру 2, закреплённую на выгрузной

камере 3, в днище которой установлен консольный привод вала 4. Соосно рабочей и выгрузной камер установлен вал 5, на котором закреплены ножи 6 и пальцевая швырлялка 7, размещённая в выгрузной камере 3, при этом пальцы швырлялки 7 установлены на валу 5 с перекрытием их зон действия по правой винтовой линии, направление которой от днища выгрузной камеры противоположно вращению вала. В выгрузной камере 3 установлен шибер 8, выполненный двухступенчатым и копирующим боковую поверхность выгрузной камеры 3, причём первая ступень шибера, удалённая от выгрузного отверстия, в развёрнутом виде представляет собой прямоугольник, а нижняя кромка второй ступени шибера 8 выполнена наклонной от нижней части первой ступени к верхнему основанию выгрузной камеры, перемещение шибера осуществляется по направляющим секторам 9 шибера устройства. В выгрузном патрубке установлена подпружиненная заслонка 10, перемещающаяся по вращающимся направляющим 11, при этом заслонка имеет зацеп 12, который контактирует с выступом, выполненным на границе ступеней шибера 8, и установлена с возможностью копирования границы «мёртвой» зоны 13 выгрузного патрубка по мере перекрытия его первой ступенью шибера. Фиксация шибера от перемещения осуществляется стопорным винтом 14. Кроме того, два верхних пальца 15 и два нижних пальца 16 швырлялки 7 имеют отражательные фаски, выполненные под углом 45 градусов к горизонтальной плоскости и установленные с возможностью отражать корма. Остальные пальцы 17 швырлялки выполнены круглыми.

Измельчитель-смеситель работает следующим образом. Кормам загружаются в приёмный бункер 1 и попадают в рабочей камере 2 под действием ножей 6, где они измельчаются и смешиваются, и под действием вихревого потока и силы тяжести по спирали перемещаются вниз в выгрузную камеру 3. В выгрузной камере корм попадает под действие пальцевой швырлялки 7, сбрасывающей его к боковым стенкам выгрузной камеры 3, а так как зазор между пальцами и боковыми стенками выгрузной

камеры 3 минимален (2 мм), пальцы, внедряясь в корм, транспортируют его к выгрузному окну, при этом транспортировка корма осуществляется каждым пальцем малыми порциями и равномерно распределённого по всей высоте зоны действия пальцев, что позволяет осуществлять выгрузку кормов с большей интенсивностью.



1 – приемный бункер; 2 – рабочая камера; 3 – выгрузная камера; 4 – шкив; 5 – вал; 6 – ножи.

Рисунок 1.5 – Измельчитель-смеситель ИСК-3

Поскольку пальцы швырялки установлены на валу 5 с перекрытием их зон действия по винтовой линии, направление которой противоположно направлению вращения вала 5, и нижние пальцы 16 имеют отражательные фаски, то транспортировка кормов к окну выгрузной камеры 3 происходит как бы в «кипящем» слое.

Повышение качества кормов достигается устранением потерь ценных микроэлементов кормов, так как пальцевая швырялка производит незначительный воздушный поток и корма выводятся из измельчителя-смесителя практически лишь за счёт приобретённой ими кинетической энергии.

Обеспечение бесступенчатого регулирования степени измельчения и смешивания кормов достигается путём прикрытия выгрузного окна ступенчатым шибером 8. Так как при уменьшении сечения выгрузного окна уменьшается скорость воздушного потока, проходящего через измельчитель-смеситель, и соответственно скорость прохождения кормов через рабочую камеру 2, что позволяет подвергать более интенсивному измельчению и смешиванию корма. Притом, поскольку шибер 8 выполнен ступенчатым, первоначально осуществляетсякрытие верхней части выгрузного окна, и корма по мере перемещения их вниз в выгрузной камере 3 подвергаются дальнейшему смешиванию, так как степень смешивания определяется временем пребывания исходного материала в выгрузной камере и зависит от размера выгрузного окна по высоте. По мере выдвижения шибера 8 выгрузное окно начинает перекрываться первой ступенью шибера, в этот момент шибер взаимодействует с выступом подпружиненной заслонки 10 выгрузного патрубка и перемещается вместе с ней, что устраняет завихрения и забивание кормом в выгрузном патрубке.

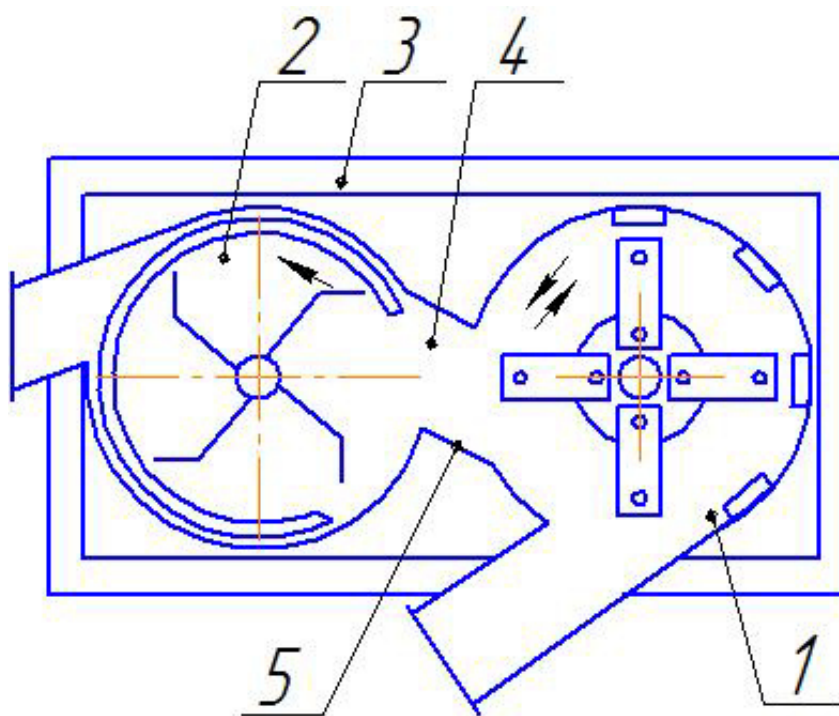
Применение в измельчителе-смесителе пальцевой швырялки и шиберного устройства позволяет уменьшить энергозатраты на холостой ход в 2 раза, на отвод кормов на 20%, устранить потери ценных микроэлементов при смешивании многокомпонентных кормов и повысить равномерность работы измельчителя-смесителя.

Рассмотрим следующую конструкцию измельчителя (рисунок 1.6), патент №2296011 С2. Изобретение относится к сельскохозяйственному производству, в частности к устройствам, предназначенным для измельчения кормов.

В данной конструкции измельчителя угол сопряжения передней стенки канала с образующей корпуса молотковой дробилки постоянный. Известно, что скорость удара молотка в рабочей камере дробилки по материалу оказывает существенное влияние на энергоемкость процесса, время измельчения, модуль помола. Увеличение скорости молотков приводит к снижению удельных затрат энергии. Поэтому все молотковые дробилки работают при окружной скорости молотков 70-95 м/с. Однако дальнейшее увеличение скорости молотков приводит также к увеличению вентиляционных потерь. Поэтому необходимо увеличить скорость соударений частиц измельчаемого материала и молотков дробилки. Также скорость соударения будет влиять и на размеры частиц получаемого продукта. Известно, что для различных видов животных нужен свой помол материала. Достичь это в существующей конструкции измельчителя не представляется возможным. Так как частота вращения роторов режущей машины и молотковой дробилки постоянные, угол вхождения предварительно измельченного материала из режущей машины в дробильную камеру также постоянен. Указанная задача достигается в измельчителе кормов, содержащем молотковую дробилку и режущую машину, цилиндрические корпуса которых сообщены между собой каналом, при этом боковые стенки канала выполнены из двух частей, одна из которых закреплена на цилиндрическом корпусе молотковой дробилки, а другая часть - на цилиндрическом корпусе режущей машины с возможностью поворота вокруг оси их крепления и перемещения относительно друг друга, при этом каждый цилиндрический корпус установлен с возможностью поворота вокруг своей оси по или против часовой стрелки для изменения угла сопряжения стенок канала с корпусами молотковой дробилки и режущей машины.

Измельчитель кормов состоит из молотковой дробилки 1 и режущей машины 2, установленных на раму 3. Режущая машина и дробилка кормов соединяются при помощи канала 4, стенки 5 которого состоят из двух частей,

одна часть принадлежит молотковой дробилке, а вторая - режущей машине. Причем стенки, принадлежащие как молотковой дробилке, так и режущей машине, могут располагаться как снаружи, так и внутри канала. В предлагаемой конструкции измельчителя предусмотрена возможность поворота цилиндрического корпуса молотковой дробилки или режущей машины вокруг своей оси.



1 – молотковая дробилка; 2 – режущая машина; 3 – рама; 4 – канал; 5 – стенка.

Рисунок 1.6 – Схема измельчителя кормов (патент №2296011 С2)

Стенки канала имеют отдельное крепление к каждому цилиндрическому корпусу, как молотковой дробилки, так и режущей машины. При этом боковые стенки канала имеют возможность вращаться вокруг оси крепления к цилиндрическому корпусу и перемещаться относительно друг друга в горизонтальной плоскости. Поворачивая цилиндрический корпус, например, молотковой дробилки по или против часовой стрелке, добиваемся изменения угла соединения канала с цилиндрическими корпусами молотковой дробилки и режущей машины. Тем самым меняется и угол вхождения предварительно измельченного материала из режущей машины в дробильную камеру. Это позволит менять скорость соударений частиц измельчаемого материала и молотков дробилки, что в

свою очередь позволит получать различный помол измельченного продукта и снизить затраты на измельчение материала.

1.3 Цели и задачи проектирования

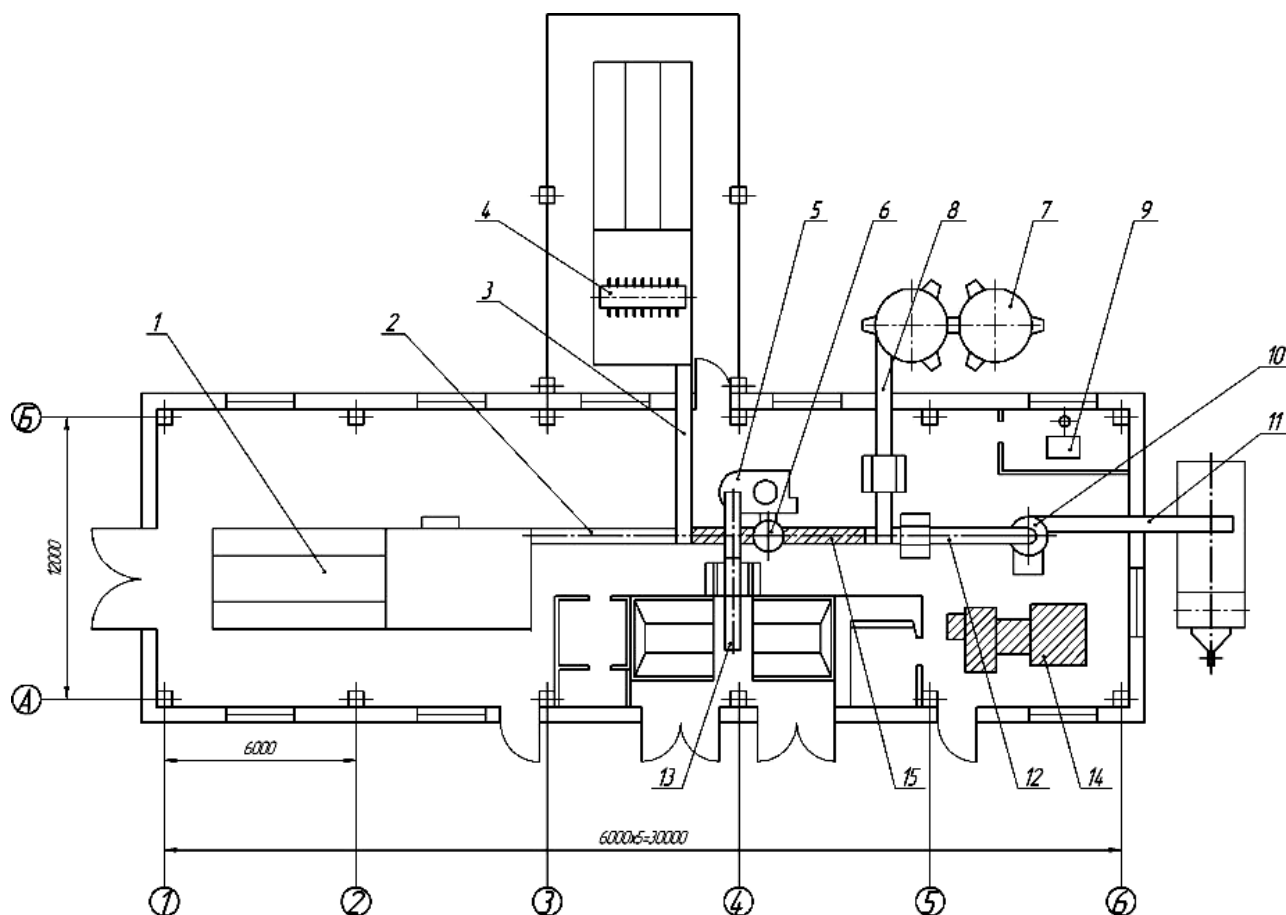
Изучив существующие кормоприготовительные цехи, технологические линии приготовления кормов и конструкций измельчителей кормов пришли к выводу, что дальнейшее их применение экономически не целесообразно. С учетом выше изложенного, нами были определены цели и задачи работы:

1. Разработать новую технологическую линию приготовления полнорационных кормов, которая отвечает зоотехническим требованиям.
2. Разработать новую высокопроизводительную конструкцию измельчителя.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Обзор и анализ предлагаемой технологической линии приготовления кормов

На фермах нашей страны по производству мяса и молока наибольшее применение нашел кормоцех с непрерывным технологическим процессом на базе комплекта КОРК–15 (рисунок 2.1). Он рекомендуется для использования во всех климатических зонах страны [1].



1–питатель сенажа и силоса ПЗМ–1,5; 2–транспортер сенажа и силоса ЛИС–3.02.00; 3–транспортер соломы АБВ–04.00; 4–питатель соломы с измельчающим барабаном ПЗМ–1.5М; 5–измельчитель–камнеуловитель ИКМ–5; 6–дозатор корнеклубнеплодов КОРК–15.03.01; 7–бункер–дозатор комбикормов ОПК–2.12.00; 8–конвейер винтовой УШГ–2016; 9–пульт управления; 10–измельчитель–смеситель кормов ИСК–3; 11–выгрузной транспортер АБВ–04.00; 12–сборный транспортер КОРК–15.05.01; 13–транспортер корнеклубнеплодов ТК–5Б; 14–смеситель СМ–1,7 или оборудование ОМК–2 для внесения мелассы и карбамида в кормосмесь; 15–транспортер ТС–40С (ТС–40М)

Рисунок 2.1 – Схема расстановки оборудования кормоцеха КОРК–15

Кормоприготовительный цех с комплектом оборудования КОРК–15, предназначен для приготовления кормовых смесей на молочных фермах. Оборудование кормоцеха позволяет приготовить полнорационные многокомпонентные кормовые смеси из концентратов, корнеклубнеплодов, сенажа, силоса, сена, карбамида, а также мелассы в непрерывном режиме дозирования, измельчения и смешивания в потоке необходимых компонентов кормов. Оборудование размещается в одноэтажном здании.

Комплект оборудования состоит из следующих технологических линий: концентрированных кормов; корнеклубнеплодов; сена; силоса (сенажа); мелассы карбамида; хранения, измельчения, смешивания и раздачи кормовой смеси.

Технологическая линия сена используется для приема, измельчения дозированной выдачи корма. Основным оборудованием линии является: питатель-измельчитель кормов и транспортер-дозатор. Загрузчик кормов представляет модернизированный питатель агрегата АВМ-1,5 и состоит из рамы, лотка, подающего конвейера, подъемного лотка, подающего и отбойного битеров, гидросистемы подъема лотка, привода битеров, измельчающего устройства и подающего конвейера. Транспортер–дозатор оборудован дозирующим устройством, включающим заслонку, пластину и выключатель.

Линия силоса (сенажа) обеспечивает прием и дозированную подачу силоса или сенажа в соответствии с принятым рационом кормления. Она состоит из питателя зеленой массы и транспортера–дозатора агрегата АВМ-1,5.

Линию корнеклубнеплодов используют для приема, накопления, мойки, измельчения дозированной выдачи кормовой свеклы, картофеля, моркови и т.д. Она включает блок транспортеров, измельчитель-камнеуловитель и дозатор корнеклубнеплодов. Блок транспортеров состоит из двух шнековых питателей и наклонного скребкового транспортера. Шнеки и скребковый транспортер имеют независимые приводные станции.

Измельчитель–камнеуловитель предназначен для отделения от корнеклубнеплодов инородных предметов, мойки клубней и их измельчения. Состоит из ванны, скребкового транспортера, вертикального шнека и измельчающего аппарата. Установленный на измельчителе двухскоростной электродвигатель позволяет регулировать качество измельчения корма. Дозатор корнеклубнеплодов состоит из бункера, установленного на опорах дозирующего устройства.

Линия концкормов предназначена для приема, хранения и дозированной выдачи продуктов. Она состоит из двух бункеров–дозаторов и двух винтовых конвейеров.

Линия мелассы и карбамида обеспечивает прием, приготовление и выдачу обогатительных добавок в зависимости от выбранного рациона кормления. Линия представляет собой оборудование для ввода карбамида и мелассы в кормосмеси. Узлы и механизмы технологической линии смонтированы на общей раме. Это обеспечивает удобную транспортировку, облегчает и упрощает монтаж. Основное оборудование линии: загрузочный шнек. Емкость карбамида со шнеком–питателем, емкость мелассы, подогреватель воды, система растворения карбамида, система подогрева мелассы, трубопровод, форсунки и электрошкаф.

Линия сбора, доизмельчения, смешивания и выдачи кормосмеси служит для непрерывного дозирования исходных компонентов, доизмельчения, смешивания и выдачи готовых кормосмесей в кормораздатчики. Она состоит из сборного транспортера и измельчителя–смесителя кормов.

Технологический процесс: силос или сенаж предварительно измельчают погрузчиком стебельчатых кормов, с помощью самосвального транспортера доставляют в цех и загружают в латок питателя ПЗМ–1.5. Питатель подает массу на транспортер–дозатор ЛИС–3.02.00, который направляет в линию сбора и смешивания.

Сено россыпью, в тюках или рулонах подвозят самосвальным транспортом и загружают в лоток питателя–измельчителя ПЗМ–1,5М. При помощи двух гидроцилиндров свободный конец лотка поднимают и сено под собственным весом направляется на конвейер питателя. Из питателя она поступает в битерное устройство для измельчения и дозирования. Измельченную солому подают на транспортер–дозатор АВБ–04.00, битер которого регулирует толщину слоя массы, а транспортер подает ее в линию сбора и смешивания.

Корнеклубнеплоды самосвальным транспортом доставляют в цех и загружают в бункер транспортера ТК–5Б, который подает их в измельчитель–камнеуловитель ИКМ–5 для мойки и измельчения. Измельченные корнеклубнеплоды через бункер–дозатор КОРК–15.05.01 поступают в линию сбора и смешивания.

Концорма (комбикорма или обогащенные смеси концентратов) загружают в бункеры–дозаторы ОПК–2.12.00 и с помощью винтовых конвейеров дозировано подают в линию сбора и смешивания.

Питательные растворы приготавливают в оборудовании ввода мелассы и карбамида ОМК–2. Растворенный в воде гранулированный карбамид и подогретая меласса по двум отдельным технологическим линиям насосами–дозаторами через форсунки подают в линию сбора и смешивания.

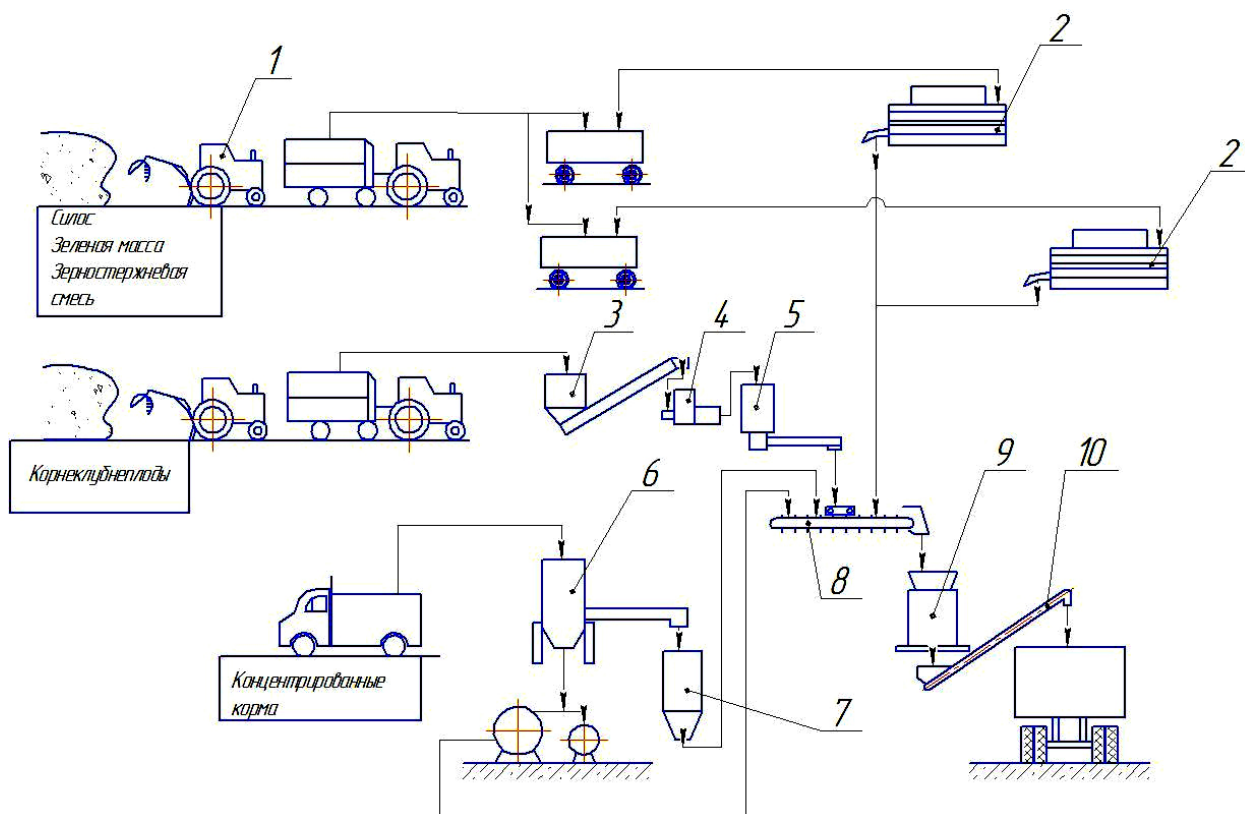
Компоненты рациона, загруженные на транспортер линии сбора и смешивания ТС–40С дозировано при помощи транспортёра КОРК 15.03.01, послойно поступают в измельчитель–смеситель ИСК–3 для доизмельчения, смешивания и обогащения питательными растворами. Готовую кормовую смесь транспортером измельчителя–смесителя загружают в кормораздатчик.

Для управления работой оборудования кормоцеха предусмотрена комплектная система управления с центральным пультом.

Предлагаемая технологическая линия представлена на рисунке 2.2.

Предлагаемая технологическая линия предполагает приготовление полнорационных кормов: из силоса, зеленой массы, разного рода смесей, корнеклубнеплодов и добавлением концентрированных кормов.

Такая технология восполняет всеми необходимыми компонентами организм животного с лучшими условиями содержания. Данная линия выгодно отличается от существующих коротким временем приготовления, высокой производительностью машин и оборудования, точностью дозирования.



1 – Фуражир; 2 – Дозатор кормов; 3 – Транспортер; 4 – Измельчитель кормов; 5 – Дозатор ДС-15; 6 – Бункер концентрированных кормов; 7 – Дозатор ДК-10; 8 – Транспортер ТЛ-65; 9 – Смеситель кормов; 10 – Транспортер ТС-40М.

Рисунок 2.2 – Предлагаемая технологическая линия приготовления кормов

2.2 Определение расхода кормов на ферме

В хозяйствах средней мощности годовой удой на одну корову в год составляет 3901 кг молока. Это не очень высокий показатель. При дальнейшем расчете, в качестве допущения принимаем, что все поголовье животных является лактирующим. Чтобы получить удой у коров 4000 в год

или 13 кг среднесуточный удой на одну корову с живой массой 400...500 кг жирностью молока 3,8 – 4% необходимое количество кормовых единиц в день составляет 11,5 к.е. [3]

Составим рацион кормления животных из кормов собственного производства. Рацион составляем по литературе [12].

Из данных таблицы 2.1 видно, что суточная норма кормовой смеси на одну корову составляет 35,34 кг. В хозяйстве используется трехразовое доение коров. Корма суточного рациона будем выдавать коровам за три кормления: утреннее, дневное и вечернее. Разделение рациона по кормлениям представим таким образом, чтобы можно было при необходимости готовить кормовые смеси, а также была бы возможность раздельной раздачи кормов, когда не работает кормоцех. Распределение суточного рациона по кормлениям представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Рацион кормления коров

Вид корма		Питательность 1 кг корма, к.е.	В к.е. от общей питательности рациона	Количество корма в рационе, кг
Грубые корма	сено	0,45	1,62	3,61
Сочные корма	корнеплоды	0,25	1,20	4,80
Сочные корма	силос	0,20	3,96	19,8
Провяленные	сенаж	0,4	1,57	3,90
Концентрированные корма		1,0	3,18	3,18
Минеральные добавки	соль	—	—	0,02
	мел	—	—	0,03
Итого:		—	11,53	35,34

Таблица 2.2 – Распределение кормов по кормлениям

Кормление	Вид корма	Всего кормов, кг		
		на одну голову	всего на одну голову	на 800 коров
Утреннее	Сенаж	3,9	7,7	6160
	Сено	1,2		
	Корнеплоды	1,6		
	Концентрированные корма	1,0		
Дневное	Сено	1,20	11,83	9464
	Силос	8,0		
	Корнеплоды	1,6		
	Концентрированные корма	1,0		
	Минеральные добавки	0,025		
Вечернее	Сено	1,20	15,81	12648
	Концентрированные корма	1,18		
	Силос	11,80		
	Корнеплоды	1,6		
	Минеральные добавки	0,025		
Итого:			35,34	28272

В качестве расчетного возьмем вечернее кормление, при котором следует приготовить и раздать 12648 кг кормовой смеси.

Объемную массу кормовой смеси γ_c вычисляем по формуле [13]:

$$\gamma_c = \frac{q_1\gamma_1 + q_2\gamma_2 + q_3\gamma_3 + q_4\gamma_4 + q_5\gamma_5}{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5} \quad (2.1)$$

где q_1, q_2, q_3, q_4, q_5 – соответственно количество сена, силоса, концентрированных кормов, корнеплодов и минеральных добавок в смеси, кг

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5$ – соответственно объемная масса сена, силоса, концентрированных кормов и корнеплодов, минеральных добавок, кг/м³.

Принимаем:

$$\gamma_1 = 80 \text{ кг} / \text{м}^3; \gamma_2 = 450 \text{ кг} / \text{м}^3; \gamma_3 = 600 \text{ кг} / \text{м}^3; \gamma_4 = 700 \text{ кг} / \text{м}^3;$$

$$\gamma_5 = 1200 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$\gamma_c = \frac{1,2 \cdot 80 + 11,8 \cdot 450 + 1,18 \cdot 600 + 1,6 \cdot 700 + 0,025 \cdot 1200}{1,2 + 11,8 + 1,18 + 1,6 + 0,025} = 490 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Обычно кормовая смесь готовится влажностью 65...75%, смесь по влажности не проверяем, готовить будем без добавления воды, так как в коровнике есть автопоилки, перевозить лишнюю воду в смеси нет никакой необходимости.

2.3 Технологический расчет линии приготовления кормов

Расчет технологических линий кормоцеха проведем по литературе [10]. Так как производительность цеха зависит от применяемого смесителя, а в качестве смесителя используется проектируемый, то первоначально определим производительность цеха.

Вычисление ведут после установления годовой потребности в кормах и суточной выдаче полнорационных кормов для фермы (формула 2.1). Количество потребных кормов за год для фермы определяется по отдельным видам кормов:

$$K_{\text{год}} = \frac{\Sigma K \cdot D_{\text{пр}} \cdot Y_{\text{б}}}{100}, \quad (2.2)$$

где $K_{\text{год}}$ – потребное количество данного вида корма для фермы за год, ц/год;

$D_{\text{пр}}$ – длительность кормления в году, данным видом корма, сут;

$Y_{\text{б}}$ – коэффициент, учитывающий убыль при заготовке и хранении данного вида корма.

Суточная производительность кормоцеха должна соответствовать суммарной суточной потребности в кормах всей фермы. Принимая во

внимание кратность кормления, определяем производительность кормоцеха в смену.

$$Q_{ц см} = \frac{Q_{ц}}{K_k}, \quad (2.3)$$

где $Q_{ц}$ – суточная производительность кормоцеха, кг/сут;

$Q_{ц см}$ – производительность кормоцеха в смену, кг/смену;

K_k – кратность кормления, $K_k = 2 - 3$.

Технологическая линия концентрированных кормов

Если на ферму концентрированные корма поступают в виде комбикормов с предприятий комбикормовой промышленности, то необходимо подобрать оборудование для приема, транспортировки, хранения и дозированной выдачи на смешивание.

Вместимость приемного бункера ВПБ для комбикормов, а также для зерна рассчитывается не менее как суточный запас.

$$V_{ПБ} = \frac{G_{сут к}}{\rho \cdot \beta}, \quad (2.4)$$

где $G_{сут к}$ – суточная потребность в комбикормах, кг;

ρ – объемная масса комбикорма, кг/м³

β – коэффициент использования вместимости бункера.

Если в хозяйстве используется зерно, то определяют необходимую производительность дробилки и выбирают по технической характеристике марку машины

$$Q = \frac{G_{сут}}{r}, \quad (2.5)$$

где Q – производительность дробилки, кг/ч;

$G_{сут}$ – суточная потребность в зерне, кг;

r – продолжительность рабочей смены, ч.

Транспортировку концевиков производят шнековыми, скребковыми, ковшовыми, спирально-пружинными, пневматическими транспортерами

Технологическая линия корнеплодов

Определяют производительность линии корнеклубнеплодов

$$Q_{кп} = \frac{G_{раз}}{r}, \quad (2.6)$$

где $Q_{кп}$ - производительность линии корнеклубнеплодов, т/ч;

$G_{раз}$ - масса корнеклубнеплодов на разовую дачу, т;

r - допустимая продолжительность переработки и хранения корнеклубнеплодов, $r = 2$ ч.

Необходимое количество измельчителей корнеклубнеплодов.

$$n_{изм} = \frac{Q_{кп}}{Q_{изм}}, \quad (2.7)$$

где $n_{изм}$ - количество измельчителей;

$Q_{изм}$ - производительность шнековой мойки-измельчителя, т/ч;

$$Q_{изм} = 0,047(D^2 - d^2) \cdot S \cdot \rho \cdot n \cdot f_1 \cdot f_2, \quad (2.8)$$

где D - диаметр винта шнека, $D = 0,4$ м;

d - диаметр вала шнека, $d = 0,08$ м;

S - шаг винта, $S = 0,35 \dots 0,40$ м;

ρ - объемная масса корнеклубнеплодов, кг/м³ (приложение 23,33);

n - частота вращения вала шнека, об/мин, ($n=170 \dots 200$);

f_1 - коэффициент заполнения рабочего пространства шнека, $f_1 = 0,4$;

f_2 - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона шнека β к горизонту, ($f_2 = 0,44$ при $\beta=45^\circ$, $f_2 = 0,3$ при $\beta=90^\circ$).

Полученную расчетную пропускную способность $Q_{изм}$ сравнивают с паспортной и выбирают марку мойки-измельчителя корнеклубнеплодов шнекового типа.

Транспортировку корнеклубнеплодов могут производить скребковыми, шнековыми, ковшовыми, ленточными транспортерами.

Технологическая линия силоса и сенажа

Определяют необходимую объемную производительность фрезерных погрузчиков (ПСС – 5, ПСК – 5А, ФН – 1,4) по формуле

$$G_{\text{фп}} = \frac{V_c}{T_y}, \quad (2.9)$$

где $G_{\text{фп}}$ - производительность фрезерных погрузчиков, м³/ч;

V_c - объем массы, срезаемой за один рабочий цикл, м³;

T_y - продолжительность рабочего цикла, ч.

$$V_c = h_r \cdot v \cdot H_b \cdot R_H, \quad (2.10)$$

где h_r - глубина фрезерования, принимается равной половине диаметра фрезбарабана, м ($h_r = 0,35 \dots 0,40$ м);

v - ширина фрезбарабана, м;

H_b - высота бурта, м;

R_H - коэффициент, зависящий от высоты бурта, таблица 2.3.

Таблица 2.3. – Значение коэффициента R_H

Высота бурта, м	до 1,25	до 2,5	до 3,75	до 5,0
R_H	0,625	0,75	0,81	0,717

Продолжительность одного рабочего цикла $T_{\text{ц}}$ определяется из формулы (2.9) подставив паспортную производительность погрузчика.

Технологическая линия соломы

При смешивании грубых кормов с другими кормами, а также при запаривании рекомендуется их измельчать. Длина резки должна быть в пределах 0,05 – 0,06 м. Производительность измельчителей зеленых и грубых кормов $Q_{\text{рез}}$ равняется:

$$Q_{\text{реж}} = 60 \cdot m_p \cdot n_{\text{б}} \cdot \epsilon_n \frac{a_{\text{max}} + a_{\text{min}}}{2} \cdot \ell_p \cdot \rho, \quad (2.11)$$

где t_p - число ножей;

$n_{\text{б}}$ - частота вращения, об/мин;

ϵ_n - ширина горловины питателя, м (принимается равной длине питающих валцов или ширине питающих транспортеров);

$a_{\text{max}}, a_{\text{min}}$ - максимальное и минимальное расстояние между питающими валцами или транспортерами, м;

ℓ - длина резки, м;

ρ - объемная масса кормов, сжатых валцами или транспортерами, кг/м³.

Производительность измельчителей барабанного типа определяют:

$$Q_{\text{реж}} = 0,06 \cdot V_k \cdot m_p \cdot n_{\text{б}} \cdot \rho, \quad (2.12)$$

где V_k - объем отрезанных кормов одним ножом за один оборот, м³;

Для соломосилорезок

$$V_k = a_c \cdot \epsilon_c \cdot \ell_p, \quad (2.13)$$

где a_c, ϵ_c - ширина и высота горловины, м;

ℓ_p - длина резки, м.

При расчетной производительности выбирают по технической характеристике необходимый измельчитель. Определяют действительную продолжительность работы измельчителя.

$$t_{\text{д}} = \frac{G_{\text{рд}}}{Q_{\text{реж}}}, \quad (2.14)$$

где $t_{\text{д}}$ - действительное время работы измельчителя, ч;

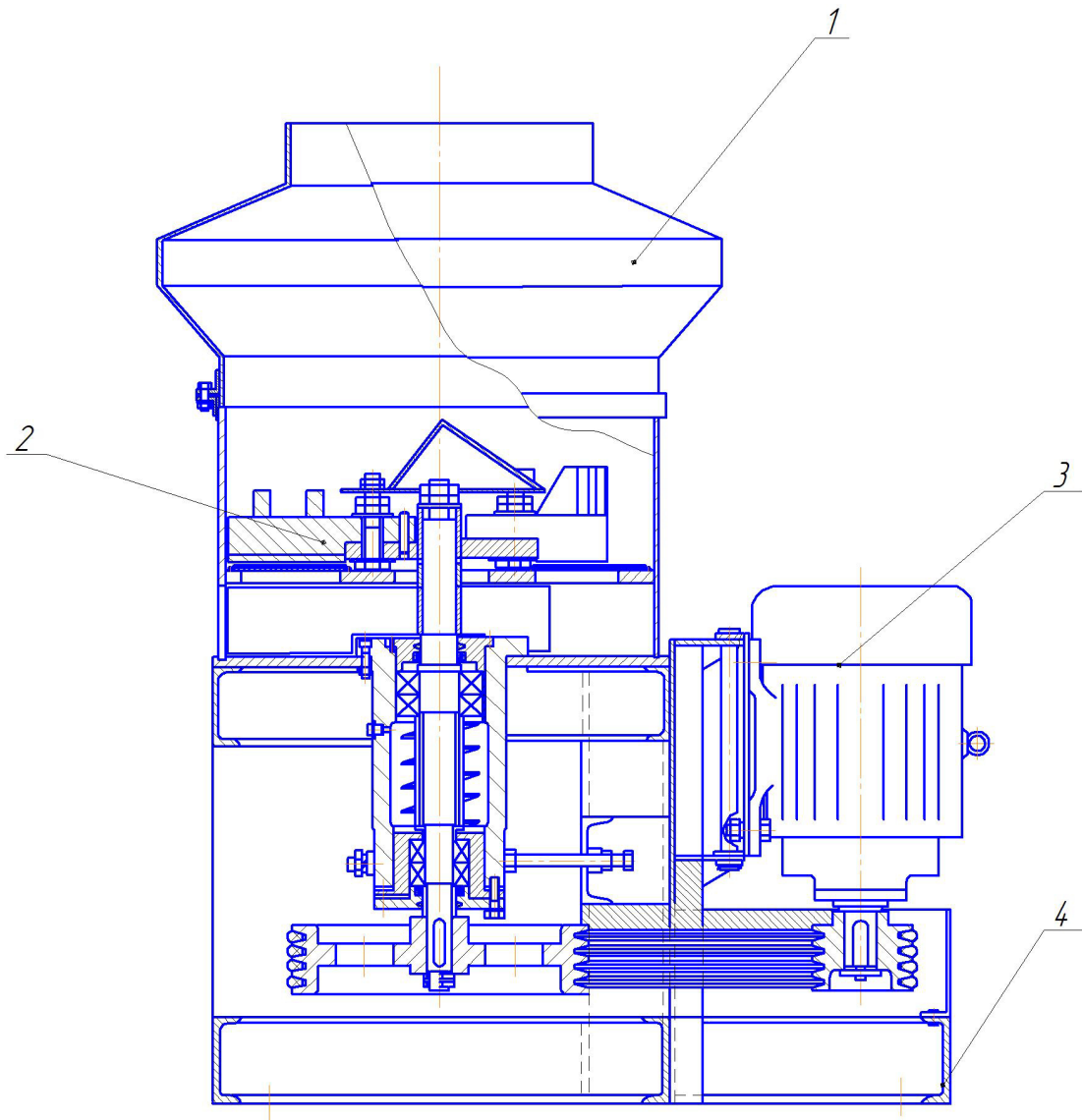
$G_{\text{рд}}$ - масса соломы на разовую дачу, т;

$Q_{\text{реж}}$ - производительность измельчителя, т/ч;

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание и обоснование выбранной конструкции измельчителя-смесителя кормов

Проанализировав существующие конструкции измельчителей-смесителей кормов и выявив недостатки, предлагаем свою конструкцию измельчителя-смесителя кормов (рисунок 3.1).



1 – бункер; 2 – рабочий орган конструкции; 3 – электропривод; 4 – рама.

Рисунок 3.1 – Предлагаемая конструкция измельчителя-смесителя кормов

Измельчитель-смеситель состоит из режущего аппарата. Режущий аппарат предназначен для измельчения сочных кормов и перемешивания с другими компонентами. Режущий аппарат измельчителя-смесителя состоит (по патенту) из: цилиндрического корпуса, на котором закреплены режущие ножи; ротора, содержащего ступицу, на которой установлены противорежущие ножи с крылачами. На роторе установлена разгрузочная крыльчатка. В корпусе режущего аппарата имеется: разгрузочный патрубок, служащий для удаления готового измельчённого продукта; разгрузочное окно, которое служит для подачи предварительно измельчённого продукта в молотковую дробилку для измельчения; цилиндрическая заслонка с окном, с помощью которого соединяются рабочие камеры режущего аппарата и молотковой дробилки для последовательной работы режущего аппарата.

Работа происходит следующим образом: подготовленный для измельчения материал, (например корнеплоды) подаётся в рабочую камеру режущего аппарата. В рабочей камере корнеплоды измельчаются под действием режущих ножей и противорежущих ножей. Крылачи с противорежущими ножами прижимают корнеплоды к режущим ножам и в результате вращения происходит процесс резания.

Во время работы измельчителя-смесителя сочные корма из-за вращения крылачей с противорежущими ножами приобретает вращательное движение. При этом под воздействием центробежной силы измельчаемый материал отбрасывается на периферию и прижимается к внутренней поверхности рабочей камеры, где установлены режущие ножи.

Измельчитель-смеситель сочных кормов состоит из: цилиндрического корпуса; плиты с закреплённой на ней рабочей камерой, на которой закреплены режущие ножи типа «чижик»; ротора и, содержащего ступицу, на которой установлен крылач или нож противорежущий. На роторе также закреплена разгрузочная крыльчатка. В корпусе измельчителя-смесителя имеется разгрузочный патрубок. Привод осуществляется от электродвигателя

через клиноремённую передачу. Корпус измельчителя-смесителя, ротор и электродвигатель установлены на раме.

Работа измельчителя-смесителя осуществляется следующим образом: подготовленный к измельчению материал подаётся в рабочую камеру измельчителя-смесителя. Под действием противорежущих ножей материал приобретает вращательное движение. Материал под действием центробежной прижимается к рабочей камере и соответственно к режущим ножам. Процесс измельчения сочных кормов происходит также как на обычной тёрке для овощей. Режущие ножи срезают с вращающихся и прижимающих под действием противорежущих ножей материала ломтики определённого размера.

Измельчитель-смеситель (рисунок 3.1), состоящий из: цилиндрического корпуса; диска, с закреплённой рабочей камерой и рифлёными ножами; ротора, содержащего ступицу с противорежущими ножами и разгрузочной крыльчаткой; разгрузочного патрубка, отличается от аналога тем, что рифлёные ножи установлены вертикально на рабочей камере.

Для определения качества измельчения рекомендуется использовать свеклу кормовую. Масса одной свеклы составляет 2...4,5 кг. Свеклу перед измельчением предварительно необходимо очистить.

Загрузка бункера измельчителя-смесителя осуществляется при помощи транспортеров. Регулируя скорость подачи материала, соответственно можно изменить нагрузку на измельчитель. При расчете максимальной производительности предлагаемой конструкции корнеплоды в количестве 30 кг загружаются мгновенно. Время измельчения измеряется при помощи секундомера. Начало, и конец отсчета определяется по поступлению измельченного корма из разгрузочного окна.

Качество измельчения корнеплодов определяется методом проб. Размеры измельченных частиц измеряется при помощи штангенциркуля,

процентное соотношение измельченных частиц определенного размера выводится путем взвешивания на весах ценой одного деления 10 г.

Зазор между режущим и противорежущими ножами выставляется при помощи штангенциркуля и щупами.

3.2 Конструктивный расчет измельчителя-смесителя кормов

3.2.1 Расчет и определение основных параметров, и прочностной расчет деталей измельчителя-смесителя сочных кормов

Основными факторами, обуславливающими рабочий процесс измельчителей, являются производительность, число оборотов ротора и число ножей.

Для определения основных параметров измельчения рассмотрим силы, действующие на корнеплоды. В результате анализа рабочего процесса центробежного измельчителя-смесителя установлено, что она будет работать в том случае, если происходит перемещение продукта от центра к периферии. Это возможно, когда центробежная сила больше силы, препятствующей перемещению, то есть силы трения. Это условие будет

$$fmg \leq m\omega^2 r \quad (3.1)$$

или

$$r \frac{\pi^2 n^2}{30 \cdot 30} \geq fg \quad (3.2)$$

где m - масса продукта, находящаяся в бункере, кг·с²/м;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

ω - угловая скорость крылача, с⁻¹;

r - минимальный радиус в начале движения продукта, м;

n - число оборотов крылача, мин⁻¹;

f - коэффициент трения корнеклубнеплодов.

При движении корнеплодов вдоль лопасти на них будут действовать следующие силы:

$$G = m \cdot g \text{ - сила веса;}$$

$f \cdot m \cdot g$ - сила трения, возникающая от действия силы веса при перемещении продукта по диску;

$2 \cdot f \cdot m \cdot \omega \cdot v_0$ - сила трения продукта по лопасти, возникающая от силы Кориолиса $2 \cdot m \cdot \omega \cdot v_0$.

Преодолевать силы трения будет центробежная сила $m \cdot \omega^2 \cdot R_p$.

Очевидно, что перемещение продукта в направлении ножей возможно в том случае, если центробежная сила больше сил трения.

3.2.2 Определение производительности измельчителя-смесителя

Производительность измельчителя-смесителя определяют по формуле:

$$Q = 60 \cdot V_1 \cdot n \cdot \gamma \cdot \eta, \quad (3.3)$$

где Q - производительность измельчителя-смесителя, кг/ч;

V_1 - объем продукта, срезаемого за один оборот крылача, м³;

n - число оборотов крылача, мин⁻¹;

γ - плотность корнеплодов, кг/м³ ($\gamma=600$ кг/м³);

η - коэффициент наполнения, ($\eta = 0,3 \div 0,5$).

$$Q = 60 \cdot 0,0008 \cdot 300 \cdot 600 \cdot 0,4 = 3456 \text{ кг/ч.}$$

Объем продукта определяется по формуле:

$$V_1 = \pi \cdot D_p \cdot b \cdot L \cdot z \cdot k_k \quad (3.4)$$

где D_p - диаметр камеры резания, м;

L - длина ножа, м ($L=0,2$ м);

b - толщина срезанного ломтика, м ($b=0,002$ м);

z - число ножей ($z=2 \div 5$);

k_k - конструктивный коэффициент использования ножей

($k_k = 0,6 - 0,8$).

$$V_1 = 3,14 \cdot 0,36 \cdot 0,002 \cdot 0,2 \cdot 3 \cdot 0,6 = 0,0008 \text{ м}^3.$$

3.2.3 Определение потребной мощности для измельчителя-смесителя

При установлении потребной мощности привода предлагаемой конструкции измельчителя необходимо использовать расчетные данные силы резания. В соответствии с теорией резания, процесс осуществляется в результате воздействия ножа на продукт, как клина, который проходит через корнеплод. В данном случае будет происходить рубящее резание.

Процедура резания корнеплодов проходит последующим способом. В начальный момент нож с углом заточки α под действием силы P снимает элемент на пути a . Сжатие происходит до тех пор, пока сила P не достигнет максимума, при котором осуществляется скалывание элемента длиной l , которая больше пути сжатия a . Линия скалывания опережает лезвие клина и в начале несколько углубляется в толщу продукта, а потом направляется вверх.

Усилие резания лезвием ножа корнеплодов изменяемое: вначале, перед резанием, оно равно нулю, а по мере продвижения ножа на пути сжатия усилия достигает максимума и в момент скалывания падает до нуля, после чего процесс повторяется.

Общее усилие P резания корнеплодов определяется из зависимости:

$$P_{cp} = P_o + P_d + P_v, \quad (3.5)$$

где P_o - усилие резания лезвием ножа, Н;

P_d - сопротивление деформации отрезаемого слоя, Н;

P_v - усилие, затраченное на отбрасывание стружки, Н.

Приведенная формула и расчетные величины для определения среднего усилия резания громоздки. Поэтому при расчетах величину удельного сопротивления резанию принимают в пределах $14,8 \div 19,6$ Н.

Мощность, потребная для работы измельчителя-смесителя, распределяется на преодоление сил сопротивления резанию корнеплодов и на преодоление сил трения, возникающих при соприкосновении с диском.

Мощность, необходимая для преодоления сил сопротивления резанию корнеплодов, определяется как произведение средней силы резания на скорость резания из следующего выражения:

$$N_p = \frac{P_{cp} \cdot L \cdot z \cdot V_{cp} \cdot k \cdot k_k}{102}, \quad (3.6)$$

где P_{cp} - среднее усилие резания в кг/см (Н/м), $P_{cp}=1342,8$ Н/м (2 часть);

L - длина ножа в см;

V_{cp} - средняя скорость резания, м/с.

$$N_p = \frac{1342,8 \cdot 0,2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 0,62 \cdot 0,3}{102} = 5,8 \text{ кВт.}$$

$$V_{cp} = \frac{\pi \cdot n}{120} (D_p + d), \quad (3.7)$$

где n - частота вращения ротора, мин⁻¹;

D_p - внешний диаметр, описываемый ножами, м;

d - внутренний диаметр, описываемый ножами, м.

$$V_{cp} = \frac{3,14 \cdot 300(0,36-0,12)}{120} = 2 \text{ м/с.}$$

Мощность, потребляемая для преодоления сил трения, возникающих при соприкосновении корнеклубнеплодов с диском, при условии приложения сил трения на плече 2/3 будет равна:

$$N_m = \frac{\pi \cdot f \cdot G \cdot R^2 \cdot n \cdot \beta}{102 \cdot 45}, \quad (3.8)$$

где R - внешний радиус, описываемый корнеплодом, м;

β - коэффициент, учитывающий уменьшение силы нормального давления за счет срезания стружки ножами (0,4 – 0,6);

G - масса продукта, находящегося в бункере, кг.

$$N_m = \frac{3,14 \cdot 0,35 \cdot 9 \cdot (0,310)^2 \cdot 300 \cdot 0,5}{102 \cdot 45} = 0,031 \text{ кВт.}$$

$$G = V_\delta \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (3.9)$$

где V_δ - объем бункера, м³;

γ - плотность корнеплодов, кг/м³.

$$G = 0,015 \cdot 600 = 9 \text{ кг.}$$

$$V_{\delta} = \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} \cdot H, \quad (3.10)$$

где H - высота бункера, м.

$$V_{\delta} = \frac{3,14 \cdot (0,36)^2 \cdot 0,15}{4} = 0,015 \text{ м}^3$$

Общая мощность, необходимая для привода измельчителя-смесителя,

$$N = \frac{N_p + N_m}{\eta \cdot \eta_m}, \quad (3.11)$$

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

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

$$N = \frac{5,8 + 0,031}{0,97 \cdot 0,94} = 6,39 \text{ кВт.}$$

В соответствии с требуемой мощностью выбираем по каталогу электродвигатель: трехфазный асинхронный двигатель А О2-51-6 по ГОСТ 13589-68. Мощность – 7,0 кВт, частота вращения – 965 мин⁻¹.

По требованию ряда хозяйств РТ необходимо обеспечить измельчение мороженных корнеплодов. С этой целью целесообразно установить электродвигатель мощностью 7,5 кВт.

3.2.4 Расчет клиноременной передачи

Дано: мощность на валу электродвигателя $N_{\text{э}} = 7,0$ кВт; частота вращения вала электродвигателя $n_{\text{э}} = 965$ мин⁻¹; частота вращения вала ротора $n_p = 300$ мин⁻¹.

Определяем угловую скорость, номинальный вращающий момент на валу электродвигателя

$$\omega_{\text{э}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{э}}}{30}, \text{ с}^{-1} \quad (3.12)$$

где $\omega_{\text{э}}$ - угловая скорость вала электродвигателя, с⁻¹;

$$\omega_9 = \frac{3,14 \cdot 965}{30} = 101 \text{ c}^{-1}.$$

$$M_9 = \frac{N_9}{\omega_9}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.13)$$

где M_9 - номинальный вращающий момент на валу электродвигателя, Н·м.

$$M_9 = \frac{7,0}{101} = 69 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

При таком значении M_9 рекомендуемое сечение ремня Б с площадью поперечного сечения $F = 138 \text{ мм}^2$ Выбираем диаметр D_1 , ведущего шкива. Для обеспечения большой долговечности ремня рекомендуется не ориентироваться на $D_{\min} = 125 \text{ мм}$, а брать шкив на 1...2 номера больше.

Принимаем $D_1 = 160 \text{ мм}$.

Определяем передаточное отношение i без учета скольжения по формуле:

$$i = \frac{n_2}{n_p}, \quad (3.14)$$

где n_p - частота вращения вала ротора, мин^{-1} .

$$i = \frac{965}{300} = 3,21$$

Находим диаметр D_2 ведомого шкива, приняв относительное скольжение $\varepsilon = 0,015$

$$D_2 = i \cdot D_1 (1 - \varepsilon), \text{ мм} \quad (3.15)$$

где ε - относительное скольжение ремня.

Ближайший стандартный диаметр $D_2 = 500 \text{ мм}$.

$$D = 3,21 \cdot 160 (1 - 0,015) = 505,89 \text{ мм}.$$

Уточняем передаточное отношение i с учетом ε :

$$i = \frac{D_2}{D_1 (1 - \varepsilon)}$$

$$i = \frac{500}{160 (1 - 0,015)} = 3,172$$

Пересчитываем: $n_p = \frac{n_{\text{э}}}{i}$.

$$n_p = \frac{965}{3,172} = 304,22 \text{ мин}^{-1}.$$

Допустимое Δ до 3 %.

$$\text{Расхождение с заданием } \Delta = \frac{304,22 - 300}{304,22} \cdot 100\% = 1,38\%.$$

Принимаем: $D_1=160$ мм, $D_2=500$ мм по ГОСТ 17383-73.

Определяем межосевое расстояние « a »:

$$a_{\max} = 2(D_1 + D_2), \text{ мм} \quad (3.16)$$

$$a_{\min} = 0,55(D_1 + D_2) + 10,5, \text{ мм} \quad (3.17)$$

$$a_{\max} = 2(160 + 500) = 1320 \text{ мм},$$

$$a_{\min} = 0,55(160 + 500) + 10,5 = 318,5 \text{ мм}.$$

Принимаем близкое к среднему значению $a=700$ мм.

Расчетная длина ремня определяемая по формуле:

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a}, \text{ мм} \quad (3.18)$$

$$L_p = 2 \cdot 700 + 3,14(160 + 500) + \frac{(500 - 160)^2}{4 \cdot 700} = 2518,7 \text{ мм}$$

Принимаем по ГОСТ 1284.1-80 длину ремня $L=2500$ мм.

Определяем окружное усилие:

$$P = \frac{N}{V}, \quad (3.19)$$

где V - скорость вращения ротора, м/с.

$$V = 0,5\omega_{\text{э}} \cdot D \quad (3.20)$$

Находим расчетную скорость ремней

$$V = 0,5 \cdot 101 \cdot 160 \cdot 10^{-3} = 8,08 \text{ м/с}.$$

Окружное усилие:

$$P = \frac{7,0 \cdot 1000}{8,08} = 866 \text{ Н}.$$

$$z = \frac{P}{[P]}, \quad (3.21)$$

где $[P]$ - допускаемое окружное усилие на один ремень, Н.

$$z = \frac{866}{312} = 2,77$$
$$[P] = P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L \cdot C_p, \quad (3.22)$$

где P_0 - окружное усилие, передаваемое одним ремнем, Н;

C_α - коэффициент, учитывающий влияние угла обхвата ($C_\alpha = 0,93$);

C_L - коэффициент, учитывающий влияние длины ремня ($C_L = 1$).

$$[P] = 335 \cdot 0,93 = 312 \text{ Н.}$$

Находим угол охвата:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60 \cdot \frac{D_2 - D_1}{a}, \quad (3.23)$$

Исходя из расчетов, для измельчения мороженных корнеплодов целесообразно иметь количество ремней $z=3$.

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60 \cdot \frac{500 - 160}{700} = 150^\circ.$$

Определяем усилие в ременной передаче, приняв напряжение от предварительного натяжения $\sigma_0 = 1,6 \text{ Н/мм}^2$.

$$S = \sigma_0 \cdot F, \quad (3.24)$$

где F - площадь поперечного сечения ремня, мм^2 .

$$S = 1,6 \cdot 138 = 221.$$

Определяем усилие на валу

$$Q = 2 \cdot S_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (3.25)$$

$$Q = 2 \cdot S_0 \cdot 2 \cdot \sin \frac{150^\circ}{2} = 848 \text{ Н.}$$

3.2.5 Расчет вала ротора

Предварительный расчет диаметра ведомого вала или ротора режущей машины производим по формуле:

$$d = 3 \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M}{\pi \cdot [\tau]_K}}, \quad (3.26)$$

где M - суммарный момент от крутящего и изгибающего моментов, Н·м;

$[\tau_K]$ - допускаемое напряжение, $\left([\tau_K]_K = 20 \text{ Н} / \text{мм}^2\right)$;

$$M = \sqrt{M_{изг}^2 + M_{кр}^2}; \quad (3.27)$$

$$M_{кр1} = \frac{N_1}{\omega_1}, \quad (3.28)$$

где N_1 - мощность электродвигателя, кВт;

ω_1 - угловая скорость вала электродвигателя, с^{-1} .

$$M_{кр1} = \frac{7,0 \cdot 1000}{101} = 69,3 \text{ Н·м.}$$

Определяем крутящий момент вала ротора:

$$M_{кр2} = M_{кр1} \cdot i, \quad (3.29)$$

где i - передаточное отношение клиноременной передачи.

$$M_{кр2} = 69,3 \cdot 3,21 = 222,4 \text{ Н·м.}$$

Определяем диаметр ведомого вала.

$$d = 3 \sqrt{\frac{16 \cdot 222,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20}} = 38,4 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 6636-69 из стандартного ряда выбираем диаметр вала $d=45$ мм.

Предварительно определяем диаметр вала на крыльце

$$M_{изг} = P \cdot h, \quad (3.30)$$

где P - полное сопротивление резанию ($P=15 \text{ Н}$);

h - длина вала, м.

$$M_{изг} = 1154 \cdot 0,38 = 438 \text{ Н·м.}$$

$$M = \sqrt{438^2 + 222,4^2} = 491 \text{ Н·м.}$$

$$d = 3 \sqrt{\frac{491 \cdot 16 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20}} = 50 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 6636-69 принимаем $d=55$ мм.

3.2.6 Уточненный расчет вала

Проверяем сечение А-А – место посадки крылача, где концентрацию напряжения вызывает шпоночный паз.

Материал вала – сталь 43.

Предел прочности $\sigma_B = 780 \text{ Н/мм}^2$.

Предел выносливости при симметричном цикле изгиба

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_B, \quad (3.31)$$

где σ_B - временное сопротивление, Н/мм^2 .

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot 780 = 335 \text{ Н/мм}^2.$$

Определяем коэффициенты запаса прочности:

$$n = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \geq [n], \quad (3.32)$$

где n_σ - коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям;

n_τ - коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям;

$[n]$ - допускаемый коэффициент прочности $[n] = 2,5$

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma \cdot \beta} \cdot \sigma_v + \psi_\sigma \cdot \sigma_m}, \quad (3.33)$$

где k_σ - эффективный коэффициент концентрации нормальных напряжений;

ε_σ - масштабный фактор для нормальных напряжений;

β - коэффициент, учитывающий влияние шероховатости поверхности

$$\beta = 0,97 \div 0,9;$$

σ_v - амплитуда цикла нормальных напряжений;

ψ - относительное сужение:

δ_m - среднее напряжение цикла нормальных напряжений, $\delta_m = 0$, так как нагрузка P_a отсутствует или пренебрежно мала.

$$n_\delta = \frac{335}{\frac{1,6}{0,82 \cdot 0,9} \cdot 5 + 0,20} = 37,6.$$

Определяем коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям:

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau \cdot \beta} \cdot \tau_\beta + \psi_\tau \cdot \tau_m}, \quad (3.34)$$

где τ_{-1} - предел выносливости при кручении, Н/мм²

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot 335 = 193 \text{ Н/мм}^2 \quad (3.35)$$

$$n_\tau = \frac{193}{\frac{1,65}{0,84 \cdot 0,9} \cdot 2,81 + 0,1 \cdot 2,81} = 30,1$$

Остальные обозначения имеют тот же физический смысл, только относятся к напряжениям кручения.

Определяем момент сопротивления при кручении по формуле:

$$W_k = \frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{bt(d-t)^2}{2d}, \quad (3.36)$$

где d - диаметр вала, ($d = 55$ мм);

b - ширина шпоночного паза, мм ($b = 6$ мм);

t - высота шпоночного паза, мм ($t = 6$ мм).

$$W_k = \frac{3,14 \cdot 55^3}{16} - \frac{12 \cdot 8(55-8)^2}{2 \cdot 55} = 30723 \text{ мм}^3.$$

Определяем амплитуду и среднее напряжение цикла по формуле:

$$\tau_V = \tau_m = \frac{M_{кр}}{2 \cdot W_k} = \frac{173 \cdot 1000}{2 \cdot 30723} = 2,81 \text{ Н/мм}^2.$$

$$n = \frac{37,6 \cdot 30,1}{\sqrt{37,6^2 + 30,1^2}} = 23,5 \geq [n].$$

Полученный коэффициент запаса прочности удовлетворяет условно $n \geq [n]$, то есть в опасном сечении А-А прочность обеспечена.

3.2.7 Прочностной расчет основных деталей измельчающего органа

Определяем прочность ножа на срез.

Общее усилие резания – 1150 Н.

Нагрузка на один нож – 115 Н.

Материал ножа – сталь ХВГ.

Общую сумму резания 1150 раскладываем на две силы: на нормальную и потенциальную составляющие. Расчет ведем по нормальной составляющей, так как потенциальная составляющая, по сравнению с нормальной незначительна.

$$P_p^N = P_p \cdot \cos 30^\circ, \text{ Н} \quad (3.37)$$

$$\tau_{cp} = \frac{2 \cdot M_{\max} \cdot r_{\max}}{I_p}, \quad (3.38)$$

где $M_{\max}$ - максимальный момент сечения, Н/мм;

$r_{\max}$ - плечо действия силы, мм;

I_p - полярный момент инерции сечения, мм⁴.

$$M_{\max} = P_p^N \cdot r_{\max}, \quad (3.39)$$

$$I_p = k \cdot b^3 \cdot h, \quad (3.40)$$

где k - коэффициент прямоугольного сечения;

b - ширина сечения, мм;

h - высота сечения, мм.

Условие прочности выполняется.

$$I_p = 0,141 \cdot 12^3 \cdot 10 = 2436 \text{ мм}^4.$$

$$M_{\max} = 115 \cdot 25 = 2875 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\tau_{cp} = \frac{2 \cdot 2875 \cdot 25}{2436} = 59 \text{ Н/мм}^2 < [\tau]_{cp}.$$

$[\tau]_{cp} = 110 \text{ Н/мм}^2$ - допускаемое контактное напряжение.

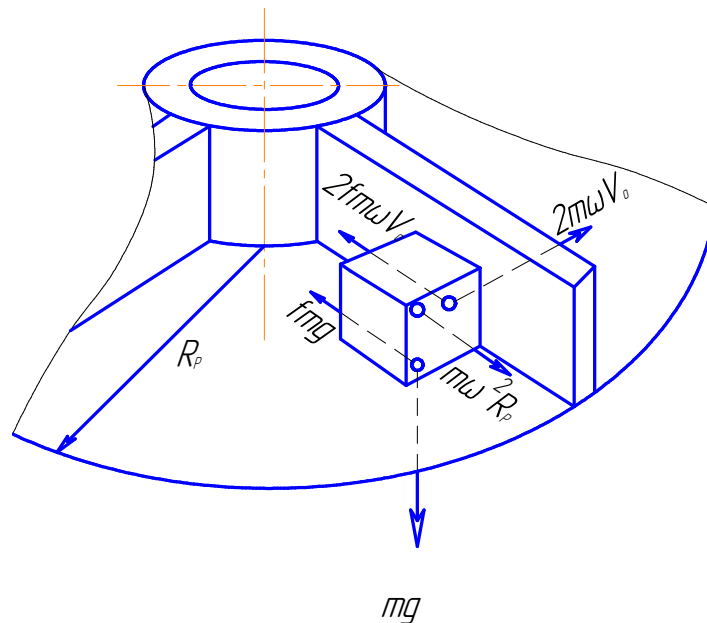


Рисунок 3.2 - Схема сил, действующих на корнеплоды.

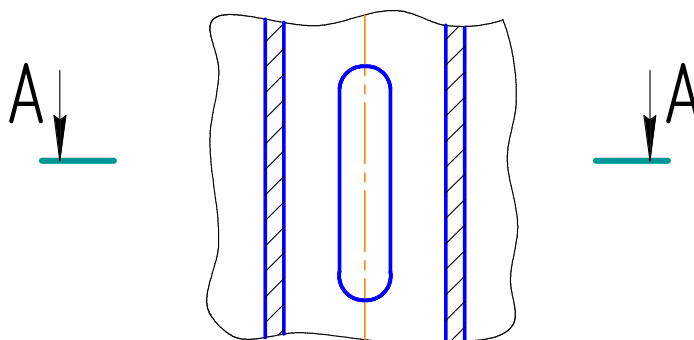


Рисунок 3.3 - Схема к расчету крылача.

3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции измельчителя смесителя

3.3.1 Общие требования безопасности эксплуатации измельчителя-смесителя кормов

К работе с кормосмесителем допускаются лица не моложе 18 лет, ознакомленные с правилами его эксплуатации и обслуживания, прошедшие соответствующий инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и медицинское освидетельствование.

Включать в работу только полностью исправный кормосмеситель.

Емкость смесителя должна быть герметичной. Не допускается подтекание жидкости из емкости смесителя на пол и токоведущие части.

Цепная передача должна быть закрыта защитным кожухом.

Электрические провода должны быть изолированы, повреждения изоляции не допускаются.

Кормосмеситель должен быть заземлен

3.3.2 Требования техники безопасности перед началом работ

Перед запуском измельчителя необходимо надеть спецодежду – халат, сапоги, берет, рукавицы и защитные очки.

Спецодежда должна плотно облегать тело, не иметь свисающих частей во избежание наматывания на вращающиеся части кормосмесителя.

Провести внешний осмотр кормосмесителя с целью обнаружения неисправностей и дефектов, способных привести к поломке во время его работы.

Проверить изоляцию проводов.

Проверить натяжение цепи и ремня.

Проверить исправность контуров заземления.

3.3.3 Требования техники безопасности во время работы

Во время ремонта измельчитель кормов должен быть обесточен.

Проводить ремонт и техническое обслуживание только исправным инструментом.

Работу с кормосмесителем осуществлять только в специальной одежде.

Во время работы у кормосмесителя должен находиться только обслуживающий его оператор. Не допускается нахождение посторонних лиц на рабочем месте.

Кожухи, закрывающие цепную и ремённую передачу, во время работы кормосмесителя должны быть надёжно закреплены.

3.3.4 Требования безопасности в чрезвычайных ситуациях

При возникновении пожара произвести отключение всех рубильников и элементов питания узлов. При невозможности устранения возгорания

собственными силами, вызвать пожарную охрану по телефону 01, произвести эвакуацию рабочего персонала, уцелевшего оборудования и узлов, а также готовой продукции. При тушении пожара персонал должен соблюдать строгую дисциплину и меры безопасности при борьбе с огнем.

3.3.5 Требования безопасности по окончании работ

После остановки кормосмесителя отключить рубильник, подающий напряжение на его привод и приборы контроля.

Перекрыть подачу воды в смеситель.

В конце рабочей смены привести рабочее место в порядок, снять и убрать спецодежду.

3.3.6 Экологичность проекта

Полноценное кормление — один из важнейших факторов в комплексе мероприятий по предупреждению заболеваний животных. Неполноценное кормление, а также скармливание недоброкачественных кормов снижают продуктивность и повышают восприимчивость животных к различным заболеваниям.

Корма могут стать недоброкачественными вследствие неблагоприятного воздействия на них окружающей среды в период вегетации, заготовки, транспортировки, хранения, подготовки к скармливанию, а также при попадании в них инородных тел и образования токсических веществ.

Такие корма оказывают на организм механическое, физическое, химическое, биологическое действие и обуславливают заболевания, отравления и гибель животных.

В стандарт по содержанию животных включены требования, касающиеся условий содержания животных в помещениях и на улице, в том числе, требования к пастбищным территориям. Запрещается регулярное профилактическое применение антибиотиков, все медицинские препараты должны применяться только по назначению врача.

Корма, получаемые животными, оказывают существенное влияние на безопасность конечной продукции. Стандарт требует подтверждения безопасности кормов, прослеживаемости их происхождения, отсутствия в кормах пестицидов, антибиотиков, ГМО компонентов. Отдельно включены требования к воде, которая используется для поения животных.

3.4 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения и увеличения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). 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 операторов кормоприготовительного цеха должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастика, спортивные игры и другие виды спорта.

3.5 Расчет технико-экономических показателей предлагаемой конструкции измельчителя-смесителя кормов

Расчет технико-экономической эффективности новой конструкции измельчителя кормов выполнен по сравнению с измельчителем корнеклубнеплодов ИКМ-5, используемый в настоящее время самостоятельно [1].

Стоимость базовой (сравниваемой) и разрабатываемой конструкции принимается одинаковой, так как не представляется возможным на данный период определить цену разрабатываемого устройства (в действительности стоимость измельчителя будет ниже стоимости ИСК, вследствие меньшей

металлоемкости, меньших габаритов, меньших затрат на ремонт и ТО и так далее).

Таблица 3.1 – Исходные данные

Показатели	ИКМ-5	ИСК
Масса, кг	900	450
Балансовая стоимость, руб.	120 000	70 000
Потребная мощность, кВт	10,7	7
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работ	IV	IV
Тарифная ставка, руб/чел.·ч	19,83	19,83
Норма амортизации, %	12,5	10
Годовая загрузка, ч	850,0	850,0
Производительность, т/ч	5...7	5...7

Определяем энергоёмкость процесса определяем по формуле:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W}, \quad (3.41)$$

где N_e - потребляемая мощность, кВт;

W - часовая производительность, т/ч.

$$\mathcal{E}_e' = \frac{N_e}{W} = \frac{7}{5,0} = 1,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т} ;$$

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W} = \frac{10,7}{5,0} = 2,14 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т} ;$$

Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.

Металлоемкость процесса определяем по формуле:

$$G_e = \frac{G}{W \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.42)$$

где G - масса конструкции, кг;

$T_{год}$ - годовая загрузка, ч;

$T_{сл}$ - срок службы, лет.

$$G_e' = \frac{450}{5,0 \cdot 850 \cdot 10} = 0,01 \text{ кг/т};$$

$$G_e = \frac{900}{5,0 \cdot 850 \cdot 8} = 0,026 \text{ кг/т};$$

Фондоемкость определяем по формуле:

$$F_e = \frac{C_{\bar{o}}}{W \cdot T_{год}}, \quad (3.43)$$

где $C_{\bar{o}}$ - балансовая стоимость, руб.

$$F_e' = \frac{70000}{5,0 \cdot 850} = 16,4 \text{ руб/т};$$

$$F_e = \frac{120000}{5,0 \cdot 850} = 28,23 \text{ руб/т};$$

Себестоимость определяем по формуле:

$$S = C_{зп} + C_{э} + C_{рто} + A, \quad (3.44)$$

где $C_{зп}$ - затраты на заработную плату, руб/т;

$C_{э}$ – затраты на электроэнергию, руб/т;

$C_{рто}$ – затраты на ремонт и ТО, руб/т;

A – амортизационные отчисления, руб/т.

$$C_{зн} = z \cdot T_e, \quad (3.45)$$

где z - часовая тарифная ставка, руб/чел·ч

$$T_e = \frac{n_p}{W}, \quad (3.46)$$

где n_p - количество рабочих, чел.

$$T_e' = \frac{1}{5,0} = 0,2 \text{ чел} \cdot \text{ч/т};$$

$$T_e = \frac{1}{5,0} = 0,2 \text{ чел} \cdot \text{ч/т} ;$$

$$C'_{3n} = 0,2 \cdot 19,83 = 3,9 \text{ руб/т};$$

$$C_{3n} = 0,2 \cdot 19,83 = 3,9 \text{ руб/т};$$

$$C_{\mathcal{E}} = C_{\mathcal{E}} \cdot \mathcal{E}_e, \quad (3.47)$$

где $C_{\mathcal{E}}$ – цена электроэнергии отпускная $C_{\mathcal{E}} = 2,05$ руб/кВт·ч.

$$C_{\mathcal{E}}^l = 2,05 \cdot 1,4 = 2,87 \text{ руб/т};$$

$$C_{\mathcal{E}} = 2,05 \cdot 2,14 = 4,38 \text{ руб/т};$$

$$C_{pmo} = \frac{C_{\mathcal{E}} \cdot H_{pmo}}{100 \cdot W \cdot T_{год}}, \quad (3.48)$$

где H_{pmo} – суммарная норма затрат на ремонт и ТО, $H = 13$ %.

$$C'_{pmo} = \frac{70000 \cdot 13}{100 \cdot 5,0 \cdot 850} = 2,14 \text{ руб/т};$$

$$C_{pmo} = \frac{120000 \cdot 13}{100 \cdot 5,0 \cdot 850} = 3,67 \text{ руб/т};$$

$$A = \frac{C_{\mathcal{E}} \cdot a}{100 \cdot W \cdot T_{год}}, \quad (3.49)$$

где a – норма амортизации;

$$A' = \frac{70000 \cdot 10}{100 \cdot 5,0 \cdot 850} = 1,64 \text{ руб/т};$$

$$A = \frac{120000 \cdot 12,5}{100 \cdot 5,0 \cdot 850} = 3,52 \text{ руб/т};$$

Себестоимость определяем по формуле:

$$S^l = 3,9 + 2,87 + 2,14 + 1,64 = 10,55 \text{ руб/т};$$

$$S = 3,9 + 4,38 + 3,67 + 3,52 = 15,47 \text{ руб/т};$$

Приведенные затраты определяем по формуле:

$$C_{прив} = S + E_H \cdot k = S + E_H \cdot F_e, \quad (3.50)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений = 0,13.

$$C'_{прив} = 10,55 + 0,15 \cdot 16,4 = 13,01 \text{ руб/т};$$

$$C_{прив} = 15,47 + 0,15 \cdot 28,23 = 19,7 \text{ руб/т};$$

Годовая экономия определяем по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = (S - S') \cdot W_1 \cdot T_{год}, \quad (3.51)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (15,47 - 10,55) \cdot 5,0 \cdot 850 = 20910 \text{ руб};$$

Годовой экономический эффект:

$$E_{год} = (C_{прив} - C'_{прив}) \cdot W_1 \cdot T_{год}, \quad (3.52)$$

$$E_{год} = (19,7 - 13,01) \cdot 5,0 \cdot 850 = 28050 \text{ руб};$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_{б}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.53)$$

$$T_{ок} = \frac{70000}{28050} = 2,49 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности капитальных вложений определяем по формуле:

$$E_{эф} = \frac{1}{T_{ок}}, \quad (3.54)$$

$$E_{эф} = \frac{1}{2,49} = 0,4$$

Таким образом, применение нового измельчителя кормов, позволит существенно повысить производительность труда, снизить металло- и энергоемкость процесса.

Годовой экономический эффект от внедрения составит около 28050 руб. на один измельчитель.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании вышеизложенного материала, можно сделать следующие основные выводы и предложения:

- Разработанный измельчитель-смеситель кормов, обладающий более высокими технико-экономическими показателями. Снижена энергоемкость на 8-10 %, уменьшена металлоемкость до 30-35 %.

- Измельчитель позволяет получить хорошее качество измельчаемого продукта без потерь сока. Измельченный продукт получается в виде соломки, что заставляет животного более активно использовать жевательный процесс и тем самым активизировать усвояемость корма.

- В зависимости от мощности установленного электродвигателя один и тот же измельчитель-смеситель можно использовать на следующие производительности:

- Конструкторскую документацию, состоящую из технического задания, технических условий, спецификаций, чертежей и соответствующих расчётов можно успешно использовать для серийного производства.

- Годовой экономический эффект от внедрения измельчителя составляет около 28050 рублей на одну машину.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев Л.Е., Квашенников В.И.» Мельников С.В, и др. Эксплуатация технологического оборудования животноводческих ферм и комплексов. –2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2006. – с. 367.
2. Алешкин В.Р. Механизация животноводства. Агропромиздат, 1985.
3. Анурьев В.Н. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.1-3. М.: Машиностроение, 1967.
4. Брагинец И.В., Палишкин Д.А. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. М.: Колос, 1978.
5. Вагин Ю.Т. Техническое обеспечение процессов в животноводстве. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие для вузов, под общ. ред. Ю.Т. Вагина. - Минск : Техноперспектива, 2007. - 546 с.
6. Генеральные планы животноводческих и птицеводческих предприятий: методические указания к расчету и проектированию / БГАТУ, Кафедра технологии и механизации животноводства; [сост.: Д.Ф. Кольга и др.]. - Минск, 2008. - 69 с.
7. Зайцев А.Т. механизация производственных процессов в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1986-350 с.
8. Клецкин М.И. Справочник конструктора с/х машин. М.: Машиностроение. Т. 1-4, 1969.
9. Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С. и др. Машины и оборудование для приготовления кормов. М.: Россельхозиздат, 1987-285 с.
10. Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С. Машины и оборудование для обработки зерна и корнеклубнеплодов. М.: Россельхозиздат, 1986-53 с.
11. Лисовский И.В. Справочная книга по механизации кормопроизводства. Л.: Лениздат, 1984-268 с.
12. Макаров А.П. Механизация приготовления и раздачи кормов на фермах. М.: Колос, 1966.
13. Мельников С.В. Механизация животноводческих ферм. М.: колос, 1969.

14. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. Л.: Колос, 1978.

15. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. Л.: Агропромиздат, 1985-639 с.

16. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Издание 5-ое, переработанное. М.: Колос, 1969-123с.

17. Ходанович Б.В. Проектирование и строительство животноводческих объектов: учебник для студентов вузов по спец. «Зоотехния» и «Ветеринария» / Б. В. Ходанович. - Москва : ВО «Агропромиздат», 2005. - 255 с.