

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 технологической линии приготовления кормов с
разработкой измельчителя

Шифр ВКР.35.03.06.173.20.ИККП.00.00.ПЗ

Студент Б252-01 группы


подпись

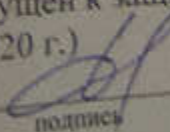
Исмагилов Р.И.
Ф.И.О.

Руководитель доцент
ученое звание


подпись

Лукманов Р.Р.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 12 от «17» июня 2020 г.)
За кафедрой доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа состоит из текстовых документов на ____ листах машиннописного текста и графической части на ____ листах формата А1.

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

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

В первом разделе приводится анализ существующих конструкций измельчителей кормов. Так же анализируются существующие технологии приготовления кормов и приводятся зоотехнические требования к машинам для приготовления кормов.

Во втором разделе обосновывается тема ВКР, приводятся технологические расчеты.

В конструкторской части обоснован и выбран разрабатываемый измельчитель кормекстубнеплодов. Разработаны мероприятия по улучшению условий труда оператора измельчителя, приведены конструктивные расчеты. Так же дан расчет технико-экономических показателей проектируемой и существующей конструкции. Подсчитан экономический эффект от использования новой конструкции.

В выводах отражена сущность выполненной работы, оценка полученных результатов от внедрения разработанной конструкции и технологии.

ABSTRACT

Final qualifying work consists of text documents on ___ sheets of typewritten text and graphic part on ___ sheets of A1 format.

The explanatory note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes ___ figures, ___ tables and annexes. The list of references contains ___ titles.

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

The first section provides an analysis of existing designs of feed shredders. Also analyzes the existing technologies of preparation of forages and livestock are the requirements for machinery for preparation of forages.

In the second section, the topic of WRC is justified, technological calculations are given.

In the design part, the developed feed shredder is justified and selected. Measures to improve the working conditions of the operator of the shredder are developed, constructive calculations are given. The calculation of technical and economic indicators of the designed and existing design is also given. The economic effect of using the new design is calculated.

The conclusions reflect the essence of the work performed, the evaluation of the results from the implementation of the developed design and technology.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Измельчители кормов	
1.2 Существующие технологии приготовления кормов	
1.3 Зоотехнические требования к машинам для приготовления кормов	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1. Обоснование темы	
2.2. Расчет генерального плана молочной фермы	
2.2.1. Исходные данные молочной фермы	
2.2.2. Расчет генерального плана. Определение размера территории	
2.3 Технологический расчет	
2.3.1. Разработка технологической схемы кормоцеха	
2.3.2. Расчет производительности кормоцеха	
2.3.3. Расчет поточно-технологической линии (ПТЛ) приготовления корнеклубнеплодов	
2.3.4. Расчеты приготовления концентрированных кормов	
2.3.5. Расчет ПТЛ приготовления грубых кормов	
2.3.6. Расчет ПТЛ приготовления силоса	
2.3.7. Расчет ПТЛ сбора, смешивания и выдачи кормосмеси	
2.3.8. Построение графика работы машин и оборудования кормоцеха	
2.3.9. Построение графика использования электроэнергии	
2.3.10. Расчет расхода пара и построение графика расхода пара	
2.3.11. Расход воды в кормоцехе	
2.3.12. Определение площади и размеров кормоцеха	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1. Описание и обоснование выбранной конструкции	
3.2 Конструкторский расчет	
3.2.1 Расчет элементов ротора	

3.2.2 Энергетический расчет	
3.2.3 Кинематический расчет	
3.2.4 Расчет на прочность основных деталей	
3.3 Требования безопасности к конструкции измельчителя кормов	
3.4 Инструкция по безопасности труда на оператора измельчителя	
3.5 Рекомендации по улучшению экологической обстановки на предприятии	
3.6 Физическая культура на производстве	
3.7 Экономическое обоснование конструкции измельчителя корнеклубнеплодов для КРС	
3.7.1 Выбор прототипа для сравнения	
3.7.2. Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение	
3.8 Выводы по разделу	
ВЫВОДЫ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей сельскохозяйственного производства является надежное обеспечение страны продовольствием и сельскохозяйственным сырьем. Продукция животноводства составляет около половины стоимости всей валовой продукции сельского хозяйства, а в районах интенсивного животноводства — более 60%.

Для достижения новых рубежей в производстве продуктов животноводства требуется существенно повысить продуктивность скота. Это можно сделать, используя достижения генетики и селекции, новых биологических методов улучшения стада, а также на основе укрепления кормовой базы. Перевод животноводства на промышленную технологию также повышает показатели продуктивности скота. Внедрение промышленной технологии связано с применением средств механизации и автоматизации, которые не только облегчают труд животноводов, но и резко сокращают затраты рабочего времени на единицу полученной продукции.

В последнее время в стране началась реорганизация старых ферм, внедрение новых машин и механизмов.

Приготовление кормов в животноводческих комплексах является одной из трудоемких операций и составляет примерно 30-40% всех трудовых затрат, идущих на обслуживание животных. Поэтому механизации этого процесса уделяется большое внимание.

Задачей ВКР является повышение уровня механизации процесса приготовления кормов и повышение, тем самым, продуктивности крупного рогатого скота.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Измельчители кормов

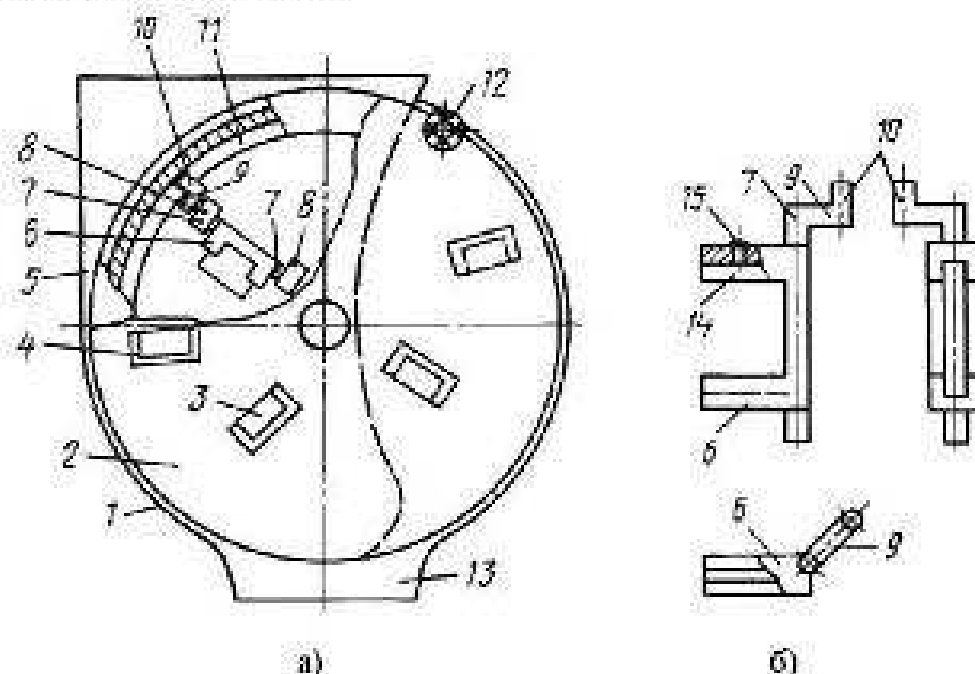
Обеспечение животных полноценными и сбалансированными по питательности кормами, является одним из важных условий увеличения продуктивности животных и повышения эффективности производства продуктов животноводства. Для производства продукции животноводства применяются различные виды кормов, такие как грубые, сочные, концентрированные. Ценным видом сочных кормов, за счет высокой урожайности, легкой усвояемости, хорошей поедаемости и благотворного влияния на физиологическое состояние животных являются корнеклубнеплоды. При переработке и подготовке к скармливанию корнеплодов, обязательной операцией является измельчение, для осуществления которого разработаны различные конструкции измельчителей, рассмотрим некоторые из них более подробно.

Известен измельчитель корнеплодов (Патент РФ № 2232495), технической задачей конструкции является достижение качества измельчаемого продукта в соответствии с запрошенными соднательными, зоотехническими и технологическими требованиями обработанного продукта [14].

Повышение качества технологического процесса достигается путем расположения сменных ножей в желобах U-образных рамок, которые жестко закреплены на осях, а оси через подшипники на диске, при этом ножи закреплены в рамках с возможностью перемещения по ним на заданную величину выступания из прорезей диска и быть зафиксированными в них на определенную длину резки, причем поворотные рамки в своем основании крепятся к осям, а оси через подшипники на диске со стороны кожуха. Оси поворотных рамок на наиболее удаленных концах от оси вращения вала диска оснащены кривошипными, которые размещены с возможностью кругового скольжения в пазу направляющего кольца, изготовленного в виде обечайки внутри кожуха, имеющего возможность перемещаться в кожухе,

параллельно оси вращения диска регулируемыми винтами, а через них задавать угол поворота рамки с ножом и соответственно угол резания, т.е. управлять дистанционно, без остановки машины, качеством технологического процесса.

На рисунке 1.1 а изображена принципиальная схема измельчителя, на рисунке 1 б изображены основные проекции поворотной рамки для крепления сменных ножей.



а – принципиальная схема измельчителя; б – основные проекции поворотной рамки для крепления сменных ножей

Рисунок 1.1 – Измельчитель корнеплодов (Патент РФ № 2232495)

Предлагаемое изобретение состоит (рисунок 1.1) из рамы, на которой в подшипниках установлен вал с диском 2, закрытый кожухом ограждения 1, внутри которого на валу закреплен диск 2 со сменными ножами 3, выступающими через радиальные прорези 4 диска 2 внутрь загрузочной воронки 5; U-образной рамки 6, закрепленной на оси 7 посредством подшипников 8, жестко закрепленных на диске 2; кривошипа 9 с осью 10, входящей в паз направляющего кольца 11 в виде подвижной обечайки; регулировочного винта 12 для перемещения направляющего кольца 11 параллельно оси вала диска 2 и установки угла резания.

Поворотная U-образная рамка 6 (рисунок 1.1 б) состоит из рамки с желобом 14 для установки и возможного перемещения ножа 3; стопорного винта 15 для фиксации величины выступания ножа из прорези 4 диска 2 на заданную толщину резания продукта.

Установка работает следующим образом.

Исходное сырье (рисунок 1.1) загружается произвольно в загрузочную воронку 5. При вращении диска 2 с прорезями 4 через них выступают из U-образных рамок сменные ножи на зоотехнически обоснованную величину, причем ножи зафиксированы в них стопорным винтом 15. Ножи 3 повернуты совместно с рамками 6 на угол от 0 до 90 с помощью регулировочного винта 12 в соответствии с требованиями технологии на качество поверхности отрезаемых частиц.

Корнеплоды, находящиеся в загрузочной воронке 5, отрезаются ножами 3 в виде частичек (стружка, ломтики, мезга и т.д.), проходят в прорезь 4 в диске 2, падают вниз на стенки кожуха ограждения 1 и скатываются по выходному лотку 13 из измельчителя.

Регулировки измельчителя

- замена ножей плоских, рифленых, гребенчатых и др. форм или износившихся производится путем их введения в желоб 14 (рисунок 1.1 б) или извлечения из поворотных U-образных рамок 6 и фиксации или расфиксацией их с помощью стопорного винта 15;

- регулировка толщины стружки достигается перемещением ножа 3 в желобе 14 по прорези 4 (рисунок 1.1 б) на требуемую величину над плоскостью диска 2 (рисунок 1.1 а) и закрепления ножа 3 в поворотной рамке 6 стопорным винтом 15 на зоотехнически обоснованную величину;

- настройка ножей 3 на требуемую технологическую шероховатость поверхности отрезаемых частичек производится вращением регулировочного винта 12 (рисунок 1.1 а), который переместит направляющее кольцо 11, имеющее паз с размещенными в нем осями 10 кривошипов 9 (рисунок 1.1 б). Поворот кривошипа 9 приведет к повороту оси рамок 7 (рисунок 1.1 б),

задаст, таким образом, угол поворота U-образных рамок 6, в которых находятся ножи 3. Поворот ножа 3 на угол 0 обеспечивает гладкую поверхность среза частиц; поворот ножа на угол 16 обеспечивает шероховатую поверхность; поворот ножа на 31 - соответственно рваную и при 71 - от поверхности со множеством сколов и трещин до мезги.

Использование изобретения позволит:

- расширить функциональные назначения устройства от операций, выполняемых измельчителем, по производству ломтиков, стружек до операций, выполняемых терочными аппаратами, по производству крошки, мезги из корнеклубнеплодов;
- повысить эксплуатационные показатели устройства, упростить схему управления технологическим процессом, что снизит себестоимость конечной продукции и создаст комфортные условия труда оператора;
- цель изобретения достигнута.

Вызывает интерес устройство для мойки и резки корнеклубнеплодов (Патент РФ № 2073474) [16]. Целью настоящего изобретения является повышение качества очистки клубней, ускорение процесса и повышение производительности моечного устройства, обеспечение бактерицидного эффекта процесса мойки и сокращение расхода воды и потребляемой мощности.

Для достижения этой цели используется действие ультразвуковых колебаний воды. Ультразвуковые колебания воды создаются дополнительно встроенным в водную приемную ванну магнитоэстрикционным преобразователем ультразвуковых колебаний в механические колебания воды, заполняющей ванну.

На чертеже изображен общий вид заявляемого устройства (рисунок 1.2).

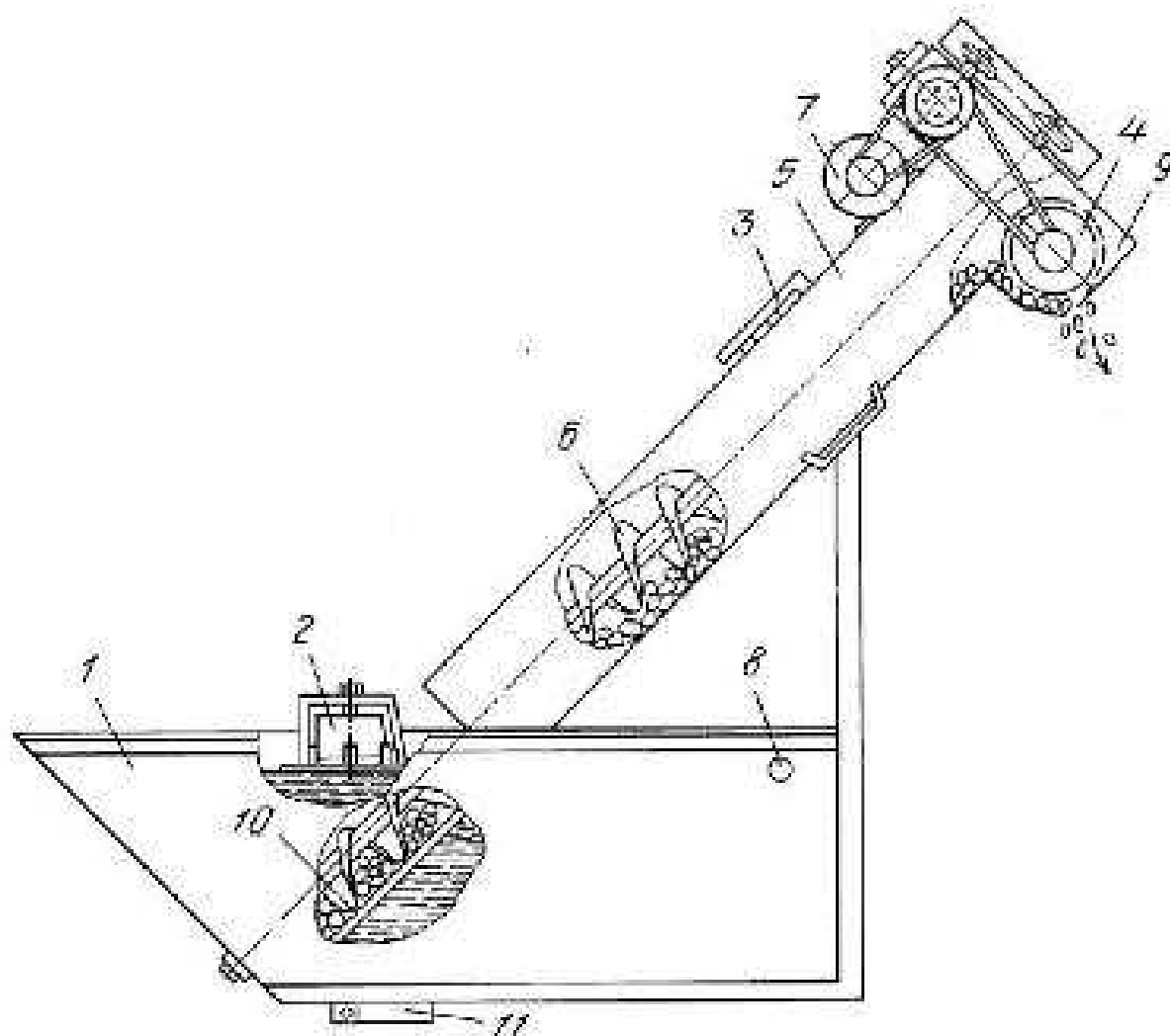


Рисунок 1.2 - Устройство для мойки и резки корнеклубнеплодов
(Патент РФ № 2073474)

Устройство содержит ванну 1, магнитоэлектрический преобразователь 2, наклонный шнек 6, распылитель воды 3, электродвигатель 7 с редуктором, измельчитель корнеклубнеплодов 4, рециркуляционный насос с патрубком 8 воды из ванны, выгрузное окно 9, сетку шнека 10 и кожух шнека 5, сливной люк грязи 11. С целью сохранения физико-механических свойств корнеклубнеплодов, исключения их повреждения в результате соприкосновения с преобразователем 2 и с целью уменьшения потребляемой мощности преобразователь расположен сверху водяной ванны и выполнен плавающим на поверхности воды.

Устройство работает следующим образом.

Корнеклубнеплоды загружаются в водяную ванну 1 с помощью внешнего транспортера. В ванне 1 корнеклубнеплоды получают основную очистку благодаря высокочастотному колебанию воды, создаваемому магнитострикционным преобразователем 2. Происходит интенсивное отделение частиц грязи от корнеклубнеплодов в результате возникновения усиленного турбулентного движения воды под действием ударных волн, создаваемых колеблющейся частью ультразвукового генератора высокочастотных импульсов.

Затем из ванны 1 корнеклубнеплоды захватываются вращающимся наклонным шнеком 6 от электродвигателя 7 с редуктором и направляются к измельчителю 4, приводимому от того же электродвигателя 7, где измельчаются и выгружаются через выгрузное окно 9.

В процессе движения корнеклубнеплодов по шнеку 6 они получают дополнительную, окончательную мойку с помощью распылителей 3 воды, соединенных с водопроводной сетью.

В результате частых упругих колебаний воды уменьшается время на отмоkanie грязи, прилипшей к корнеклубнеплодам, и ускоряется ее отделение от поверхности, в результате чего уменьшается общее технологическое время пребывания корнеклубнеплодов в воде. Это увеличивает производительность устройства и позволяет выполнить электропривод шнека 6 и измельчителя 4 с меньшим передаточным числом в 2 раза (например, вместо $i = 1500/250 = 6$ принять $i = 1500/500 = 3$), т. е. увеличить общую производительность устройства в 2 раза. Уменьшение времени пребывания корнеклубнеплодов в воде снижает вымывание питательных веществ из них.

Вода, поступающая в ванну, многократно рециркулируется с помощью плавающего рециркуляционного насоса (не показан). Грязь, смываемая с корнеклубнеплодов, накапливается в сливном лотке 11, откуда она периодически удаляется открытием крышки лотка 11.

Ультразвуковые колебания помимо ускорения процесса мойки и повышения качества обеспечивают обеззараживающее воздействие, губительно влияющее на микроорганизмы. Повышается бактерицидная чистота корнеклубнеплодов и моечной воды. Это позволяет увеличить многократность использования воды путем увеличения длительности ее рециркуляции (сокращения количества полных спусков воды через люк 11) в 3 раза и, следовательно, сократить общий расход воды соответственно в 3 раза.

Технико-экономическая эффективность достигается в повышении качества очистки корнеклубнеплодов в связи с интенсивным воздействием высокочастотных ударных волн воды, создаваемых ультразвуковым преобразователем.

Ускоряется процесс мойки и повышается производительность устройства в 2 раза в связи с уменьшением технологического времени на мойку (отмокание грязи и ее отделение от корнеклубнеплодов под действием ударных волн) и увеличением частоты вращения электропривода шнека и измельчителя.

Обеспечивается непрерывность технологического процесса обработки корнеклубнеплодов в связи с ускорением процесса мойки.

Обеспечивается бактерицидный эффект мойки продукта в связи с губительным действием ультразвуковых колебаний на микроорганизмы.

Повышается качество продукта в связи с уменьшением потерь питательных веществ корнеклубнеплодов от вымывания водой в результате сокращения технологического времени пребывания их в водной ванне.

В связи с повышением бактерицидной чистоты воды увеличивается длительность рециркуляции ее в ванне (сокращается количество спусков через люк) и снижается общий расход воды 3 раза.

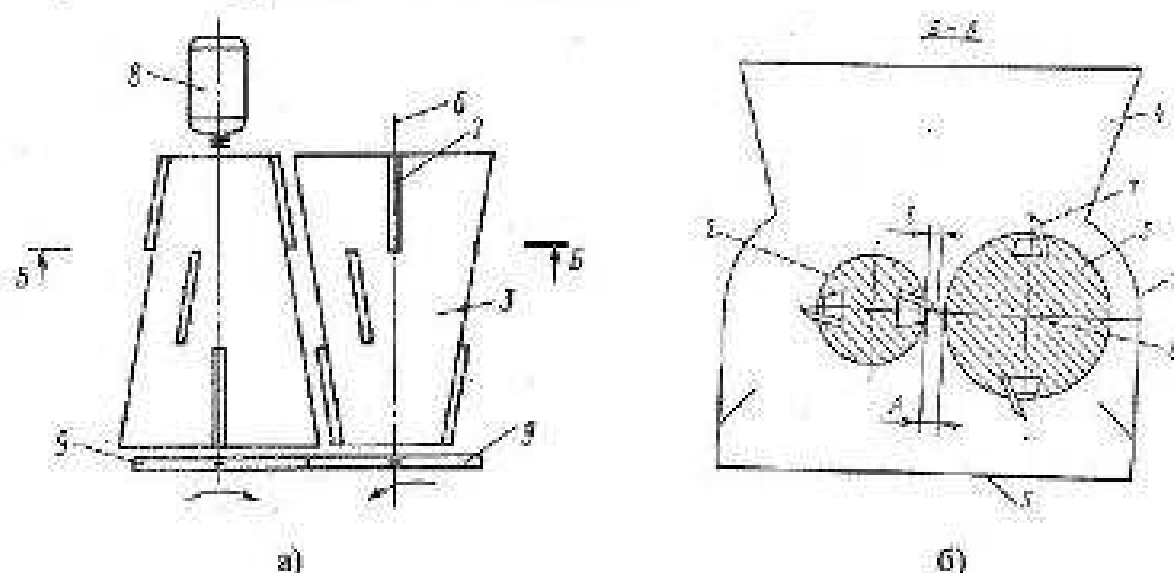
Улучшается состояние здоровья и продуктивность животных в связи с общим более высоким качеством кормов.

Создаются условия для получения экологически чистых продуктов животноводства без использования химических и лекарственных веществ.

Заслуживает внимания измельчитель кормов (Патент РФ № 1790339) представленный на рисунке 1.3 [15]. Выполнение измельчителя кормов согласно данного изобретения позволит повысить производительность за счет выполнения горизонтально размещенных параллельно установленных валов конусными, с расположением на их поверхности по винтовой линии с постоянным шагом, имеющей в проекции на большем основании форму логарифмической спирали, режущих элементов, выполненных в виде ножей с прямолинейной режущей кромкой, ориентированной параллельно образующей усеченного конуса; интенсифицировать измельчение резанием путем равномерного распределения поступающего материала по измельчающей поверхности валов за счет расположения валов, выполненных в виде усеченных конусов, одноименными основаниями в противоположные стороны; уменьшить материалоемкость конструкции и ее габариты за счет совмещения в одном узле режущего и противорежущего устройств; повысить качество измельчения материала за счет взаимодействия поверхности одного вала с ножами другого вала, расположенными на валах по винтовым линиям, начала которых смещены по отношению друг к другу на половину длины окружности.

Использование всей совокупности существенных признаков, характеризующей описываемое устройство, позволяет получить малогабаритную конструкцию измельчителя (сочных) кормов с высокой производительностью. Для достижения указанного технического результата предлагаемый измельчитель кормов, также как и известный, содержит корпус, в котором горизонтально установлены валы с ножами. Ножи расположены на валу по винтовой линии с постоянным шагом с возможностью взаимодействия с противорезами при вращении. Однако предлагаемый измельчитель отличается тем, что оба вала выполнены в виде усеченных конусов, направленных одноименными основаниями в

противоположные стороны, а винтовые линии, по которым расположены режущие ножи на валу, в проекции на большее основание, имеют форму логарифмической спирали и смещены друг относительно друга на половину окружности. Режущие элементы выполнены в виде ножей с прямолинейной режущей кромкой, расположенной параллельно образующей конуса, а противорезы выполнены в виде поверхности противоположного вала и при их смыкании осуществляется взаимодействие всей режущей кромки с поверхностью противоположного вала.



а – вид сверху измельчителя; б – поперечное сечение измельчителя

Рисунок 1.3 – Измельчитель кормов (Патент РФ № 1790339)

Измельчитель содержит корпус 1, в котором расположено измельчающее устройство, представленное горизонтально расположенными параллельными валами 2 и 3. Корпус оснащен загрузочным 4 бункером и выгрузным отверстием 5. Валы 2 и 3, выполненные в виде усеченных конусов, направлены одноименными основаниями в противоположные стороны и установлены с возможностью вращения в противоположные стороны на горизонтальных осях 6. На поверхностях валов 2 и 3 установлены режущие ножи 7, имеющие прямолинейную режущую кромку. Режущие ножи 7 расположены на валах 2 и 3 по винтовой линии с постоянным шагом. Винтовая линия имеет в проекции на большее основание усеченного конуса форму логарифмической спирали. Измельчающее устройство снабжено

приводом 8 с шестернями 9. Предлагаемый измельчитель кормов работает следующим образом. Измельчаемый материал (например, сочный корм) поступает в загрузочный бункер 4. Вращающиеся вокруг осей 6 от привода 8 и шестерен 9 валы 2 и 3 захватывают ножами поступающий из бункера 4 материал. Центробежными силами куски материала увлекаются в движение по боковой поверхности в сторону большего диаметра конусных валов 2 и 3, равномерно распределяясь по всей измельчаемой поверхности. (Поскольку валы направлены одноименными основаниями в противоположные стороны), Ножи 7, выступающие над поверхностью вала на величину, подают материал в заранее установленный зазор "А". В последнем каждый из режущих ножей 7, взаимодействуя с поверхностью противоположно вращающегося вала, разрезает подаваемый материал. Зазором "А" между валами 2 и 3 задают размер получаемых измельченных частиц корма. Чем больше зазор "А" между поверхностями валов 2 и 3, тем больше размер измельченных частиц. При этом вылет ножей 7 устанавливают таким, чтобы расстояние между противорезом (поверхностью противоположного вала) и режущей частью ножа 7 оставалось наименьшим.

Известен измельчитель кормов (А.С. № 1762797) состоящий из вертикально установленной камеры 1 с противорезущими элементами 2 (рисунок 1.4) [1]. Соосно с камерой 1 установлен вал 3, на котором в верхних ярусах радиально установлены ножи 4, а в нижних - чередующиеся в одной плоскости вращения радиально установленные ножи 5 и несущие элементы 6, не перекрывающие рабочую зону противорезущих элементов 2. На внутренней и наружной плоскостях каждого несущего элемента 6 посредством оси 7 закреплены режущие элементы 8, выполненные в виде пластин и имеющие в поперечном сечении форму трапеции, причем их меньшие основания обращены друг к другу.

Измельчитель работает следующим образом. Загружаемый в рабочую камеру 1 корм, подвергаясь воздействию ножей 4 верхних ярусов, частично измельчается и равномерно распределяется по периметру рабочей камеры 1.

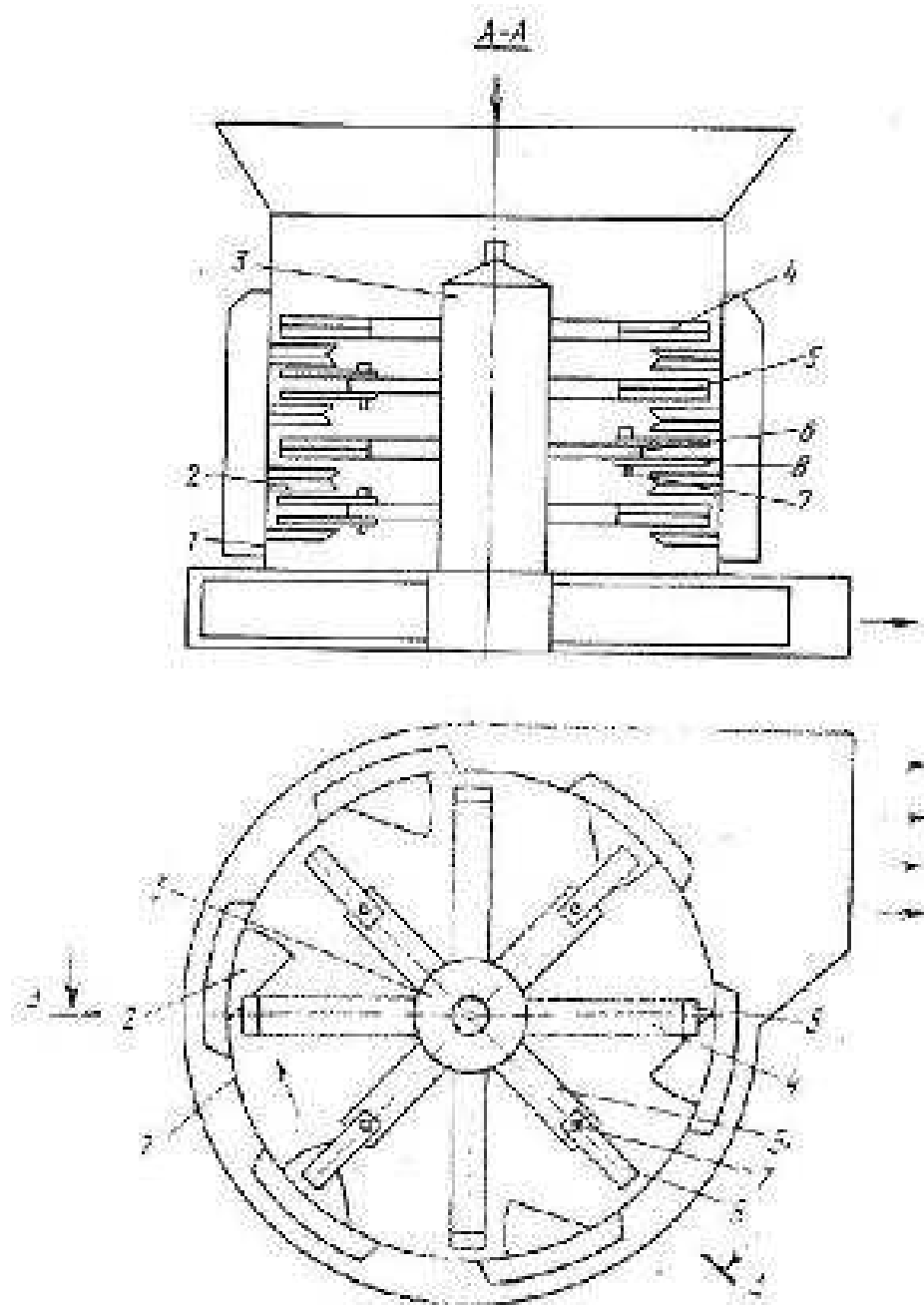


Рисунок 1.4 – Измельчитель кормов (А.С. № 1762797)

Далее, перемещаясь под действием гравитационных сил, корм поступает в зону измельчения нижних ярусов ножей 5 и режущих элементов 6. При измельчении сочных и зеленых стебельчатых кормов активно выделяется клеточный сок, способствующий прилипанию мелких частиц на внутреннюю поверхность рабочей камеры 1. В предложенном измельчителе, жестко закрепленные на роторе ножи 5 нижних ярусов, вращаясь, захватывают натиснувшийся корм и перемещают его до противорежущих элементов 2, при прохождении активной рабочей зоны которых они

разрезаются. Таким образом, жестко закрепленные ножи 5 очищают внутреннюю поверхность рабочей камеры 1 от прилипших мелких частиц корма и осуществляют процесс его измельчения. Идущие по следу жестко закрепленных ножей 5 шарнирно закрепленные режущие элементы 8 несущих элементов 6 испытывают активного сопротивления движению. В этом случае режущие элементы 8 не отклоняются от своего радиального положения, исключая тем самым возникновение резонанса частоты колебаний режущих элементов 8 и частоты вращения вала 3, увеличивая тем самым эксплуатационную надежность измельчителя. При прохождении рабочей зоны противорежущих элементов 2 шарнирно закрепленные режущие элементы 8 осуществляют процесс резания корма. Возникающая при этом сила резания вызывает торможение режущих элементов 8, в результате чего происходит их отклонение вокруг оси крепления в сторону, противоположную направлению вращения (2). Перерезанные шарнирно закрепленными режущими элементами 8 частицы корма перемещаются по их фаскам. Так как режущие фаски ножей каждого несущего элемента 6 обращены друг к другу, то потоки отрезанных частиц направляются в межножевое пространство, где внедряются в движущийся между режущими элементами 8 слой корма. Следовательно при осуществлении процесса резания в межножевом пространстве каждого несущего элемента 6 пересекаются три потока частиц корма, скорости и движения которых не совпадают по направлению. При пересечении этих потоков частиц скорость их движения несколько гасится. Кроме того, количество корма в межножевом пространстве увеличивается, что ведет к росту силы трения частиц и поверхности режущих элементов 8, а следовательно и к снижению скорости частиц корма в их межножевом пространстве. Поскольку режущие элементы 8 в этот период поворачиваются вокруг оси крепления 7, то вместе с ними движется и корм в межножевом пространстве. Так как скорость движения режущих элементов 8 больше скорости движения потока частиц в межножевом пространстве, то последний под действием центробежных сил и

воздушного потока удаляется из межножевого пространства. Следовательно, при повороте режущих элементов 8 на некоторый угол, поток частиц корма из межножевого пространства изменяя направление, движется во внутрь рабочей камеры 1. В этом случае ширина перемещающегося на внутренней поверхности рабочей камеры 1 слоя корма увеличивается. Поскольку несущие элементы 6 не перекрывают рабочую зону противорежущих элементов 2, то ширина слоя несколько больше длины их активной режущей части. Идущие по следу шарнирно закрепленных на несущих элементах 6 ножей 8 жестко закрепленные ножи 5 в этом случае осуществляют процесс резания всей длиной режущей кромки, что уменьшает удельную энергоемкость процесса измельчения. Кроме того, уменьшается трение между торцами ножей 5 и внутренней поверхностью рабочей камеры 1, и равномерно распределяется нагрузка по лезвию ножа 5, а следовательно уменьшается неравномерный износ ножей 5 и увеличивается эксплуатационная надежность измельчителя. После прохождения рабочей зоны противорежущих элементов 2 закрепленные на оси режущие элементы 8 занимают под действием центробежных сил радиальное положение и сохраняют его до встречи с последующими противорежущими элементами 2. Для уменьшения вероятности залипания кормом межножевого пространства режущие элементы 8 выполнены в виде пластин с трапециодальным сечением. Такая форма режущих элементов 8 позволяет уменьшить потери давления воздуха в межножевом пространстве и за ним, так как режущие элементы 8, обращенные режущими фасками друг к другу, образуют диффузор. В этом случае отрыв воздушного потока на выходе из межножевого пространства осуществляется без завихрения, то есть воздух движется в ламинарном режиме, и полного торможения кормового потока не происходит, а следовательно и залипания кормом межножевого пространства. Таким образом, режущие элементы 8, закрепленные посредством оси 7 на несущих элементах 6, осуществляют процесс резания кормов и увеличивают ширину перемещающегося по внутренней поверхности рабочей камеры 1 кормового

слоя. Следовательно, чередование радиально закрепленных на валу 3 измельчителя ножей 5 несущих элементов 6 с закрепленными на их наружных и внутренних плоскостях режущими элементами 8 позволяет исключить условие возникновения резонанса колебаний режущих элементов 8 и вала 3, увеличить ширину перемещающегося по внутренней поверхности рабочей камеры 1 кормового слоя и тем самым уменьшить удельную энергоёмкость процесса измельчения и увеличить надёжность измельчителя.

На рисунке 1.5 представлен измельчитель корнеклубнеплодов (А.С. № 1611265) [2].

Измельчитель корнеклубнеплодов состоит из загрузочной горловины 1, станины 2, режущего аппарата выполненного в виде неподвижных параллельно установленных ножей 3 и прижимного механизма 4, выполненного в виде вертикально установленной на шарнирах 5 толкающей плиты. Механизм 4 снабжен приводными гидроцилиндрами 7, соединенными с верхним краем плиты и станиной 2 посредством шарниров 8. Ножи 3 установлены зигзагообразно посредством штифтов на пластинах 10 которые размещены по обеим сторонам плиты с образованием У-образной камеры измельчения 11, под которой размещен лоток 12 для отвода измельченных корнеклубнеплодов.

Корнеклубнеплоды через загрузочную горловину 1 поступают в пространство между плитой и одной из ножевых стенок камеры измельчения 11. Плита под действием гидроцилиндров 7 совершает "возвратно" поступательные перемещения на шарнирах 5 и продавлиывает корнеклубнеплоды между ножами 3, которые перерезают их на ломтики определенной толщины, последние под действием собственного веса падают вниз и по лотку 12 отводятся для последующего использования. Данное изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к машинам для резания корнеклубнеплодов, на пластинки, преимущественно на животноводческих фермах.

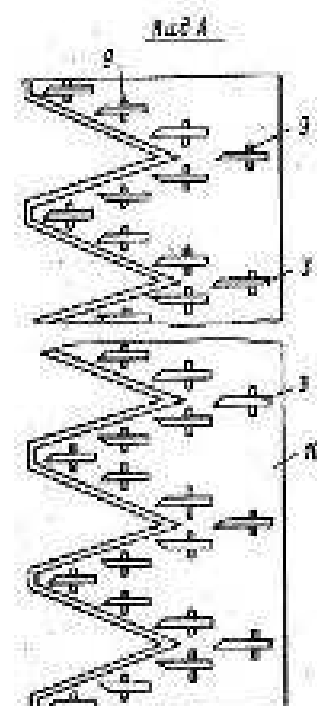
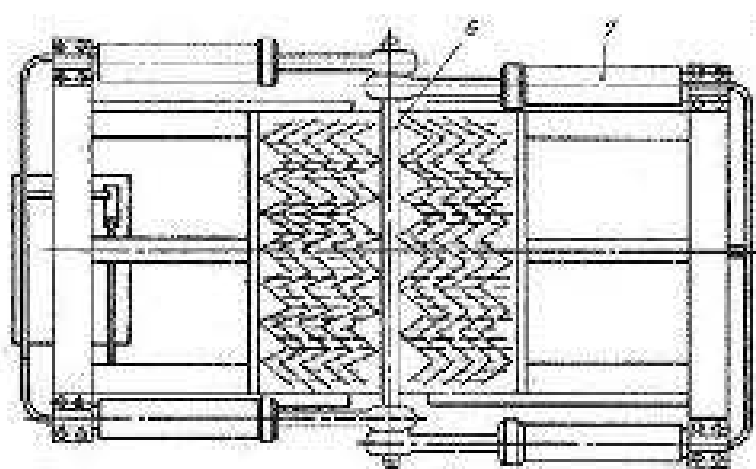
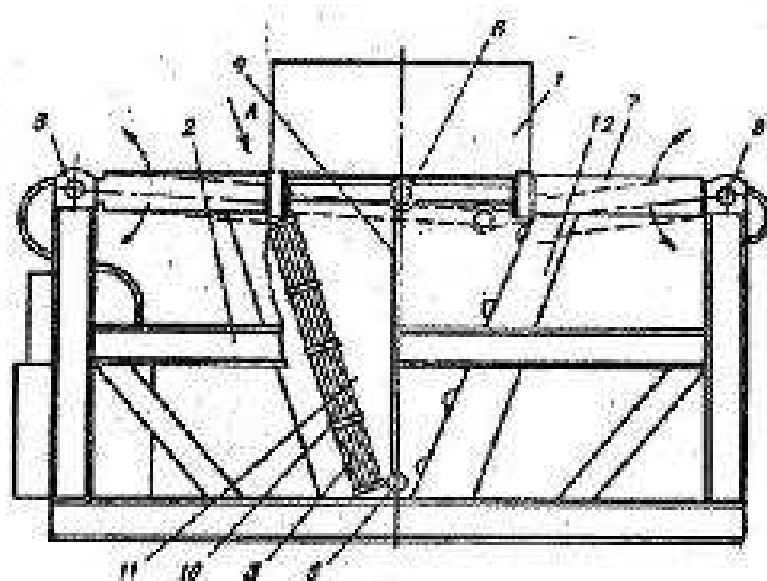


Рисунок 1.5 – Измельчитель корнеклубнеплодов (А.С. № 1611265)

Цель изобретения - повышение производительности. Измельчитель корнеклубнеплодов состоит из загрузочной горловины 1, станины 2, режущего аппарата, выполненного в виде неподвижных параллельно установленных ножей 3 и призмного механизма 4, выполненного в виде вертикально установленной на шарнирах 5 толкающей плиты 6. Механизм 4 снабжен приводными гидроцилиндрами 7, соединенными с верхним краем плиты 6 и станиной 2 посредством шарниров 8. Ножи 3 установлены зигзагообразно посредством штифтов 9 на пластинах 10, которые размещены

по обеим сторонам плиты 6 с образованием У-образной камеры 11 измельчения, под которой размещен лоток 12 для отвода измельченных корнеклубнеплодов.

Измельчитель работает следующим образом.

Корнеклубнеплоды через загрузочную горловину 1 поступают в пространство между плитой 6 и одной из ножевых стенок камеры 11 измельчения. Плита 6 под действием гидроцилиндров 7 совершает возвратно-поступательные перемещения на шарнирах 5 и продавливая корнеклубнеплоды между ножами 3, которые перерезают их на ломтики определенной толщины. Последние под действием собственного веса падают вниз и по лотку 12 отводятся для последующего использования.

Предлагаемый измельчитель корнеклубнеплодов позволяет осуществлять процесс резания непрерывно без холостого хода на загрузку, что увеличивает производительность.

1.2 Существующие технологии приготовления кормов

Одним из главных вопросов увеличения производства продукции ферм и комплексов крупного рогатого скота, является сбалансированным рационом по основным питательным веществам, протенну, микроэлементам, витаминам.

Наиболее рационально скормливать крупному рогатому скоту многокомпонентные смеси, состоящие из грубых, сочных, концентрированных кормов и различных добавок. Это позволяет полностью механизировать раздачу кормов, улучшать усвояемость корма, так же обеспечивается сокращение времени корытения животных, что снижает их травмированность.

Используемые в составе смеси дополняют друг друга, компенсируют недостающие элементы питания, в результате повышается их перевариваемость, корма используются более экономно. Улучшается поедаемость грубых кормов с высоким содержанием клетчатки, в том числе и

соломы, снижаются потери отдельных компонентов, меньше расходуется энергии животными и перевариваемость пищи.

В составе кормосмеси экономятся комбикорма, которые служат основной энергетической и белковой добавкой к рациону крупного рогатого скота.

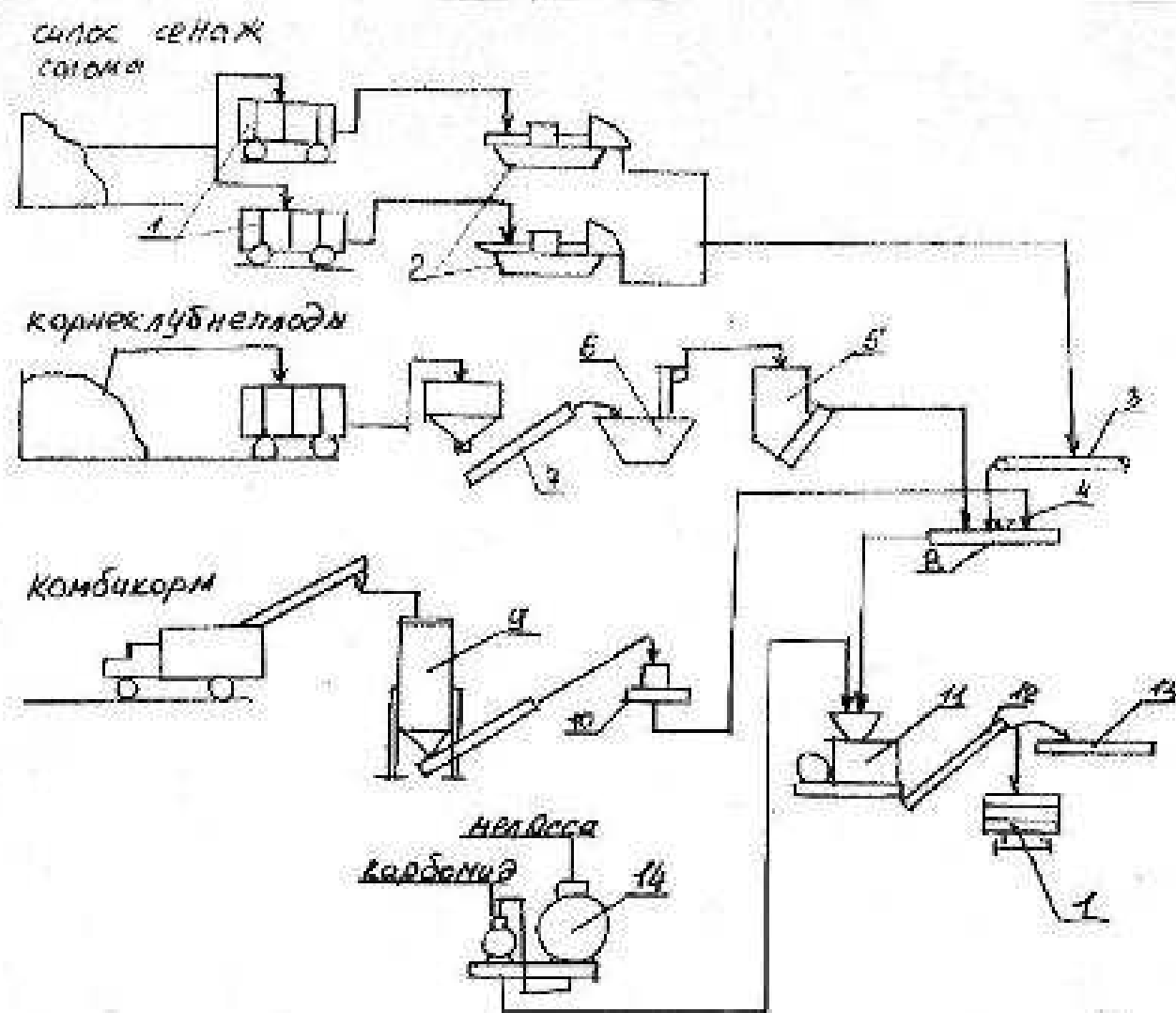
В настоящее время на крупных фермах и комплексах крупного рогатого скота построены кормоцеха, в которых производится подготовка кормов к скармливанию. В различных хозяйствах страны насчитывается более 50 тысяч кормоцехов с различными технологическими приемами обработки кормов и набором оборудования.

В последнее время в связи со сложным финансовым положением, происходит снижение поголовья скота, и кормоцеха эксплуатируются мало.

По способу приготовления кормов, по способу смешивания компонентов кормоцеха бывают на базе закрытых смесителей С-12, со смесителями периодического действия и смесителями непрерывного действия. Последние являются более совершенными, они обеспечивают поточность процессов, более высокую производительность.

По конструктивному признаку кормоцеха бывают с поточным способом приготовления кормосмесей. Они подразделяются на 2 типа: с одновременным дроблением и смешиванием компонентов в дробилко-смесителе, и со смешиванием заранее измельченных компонентов в смесителях непрерывного действия.

На рисунках 1.6 и 1.7 приведены технологические схемы различных кормоцехов.



- 1 – кормораздатчик КТУ-10; 2 – дозатор стебельных кормов ДСК-30; 3,8 – транспортер ТА 65.0; 4 – электромагнит; 5 – дозатор сочных кормов ДС-15; 6 – измельчитель кормоуловитель ИКМ-5; 7 – транспортер ТК-5В; 9 – бункер БСК-10; 10 – дозатор концентрированных кормов ДК-10; 11 – измельчитель-смеситель ИСК-3; 12 – транспортер ТС-40М; 13 – стационарный транспортер раздачи кормов; 14 – смеситель мелкосы С-17.

Рисунок 1.7 - Схема технологического процесса типового кормоцеха

Типовой проект кормоцеха (рисунок 1.6) обеспечивает поточное приготовление полнорационных кормовых смесей из силоса или сенажа, термохимическая обработка соломы или сена, корнеклубнеплодов, а также выдачу кормосмесей в мобильные кормораздатчики, или на стационарные линии раздачи кормов.

Цех имеет следующие уровни: технологические приемы и дозированные подачи соломы, силоса, сенажа, зеленой массы; термохимическая обработка соломы; прием, мойка, измельчение и дозированная подача корнеклубнеплодов; прием и дозированная подача комбикорма; приготовление и дозированная подача обогащенных растворов, смешивание, измельчение и выдача готовой кормосмеси.

На рисунке 1.7 представлен кормоцех, обеспечивающий приготовление полнорационных рассыпных кормовых смесей, а также выдачу кормосмесей в мобильные кормораздатчики или на стационарную линию раздачи кормов.

Кормоцех предназначен для комплексов 400-100 голов крупного рогатого скота.

Производительность кормоцеха 10-15 т/час. Установленная мощность электродвигателя 102,2 кВт, расход пара на подогрев меласы 170 кг/с; продолжительность рабочего дня – 4 часа; общее число обслуживающего персонала – 2 человека.

1.3. Зоотехнические требования к машинам для приготовления кормов

Кормодробилка предназначена для измельчения фуражного зерна, сена, соломы в муку. Рабочие органы машины должны измельчать корма в соответствии с зоотехническими требованиями: при измельчении фуражного зерна, сена и соломы (тонкий, средний и грубый помол) модуль помола должен быть в пределах 1,0...2,6. при крупном измельчении продукта, количество нераздробленных зерен не должно превышать 2%, а при тонком измельчении наличие нераздробленных частиц не допускается, при измельчении корнеклубнеплодов частиц размером до 5 мм должно быть не менее 70% по массе. В остальной массе они не должны превышать 10 мм.

При измельчении силоса частиц длиной до 10 мм должно быть не менее 70%, а в остальной массе допускаются частицы длиной до 40 мм не более 5% от массы.

При измельчении влажных кормов и подготовке смесей потери сока не допускаются.

Машины для мойки и измельчения кормов:

Рабочие органы мойки должны обеспечивать хорошую мойку и измельчение корнеклубнеплодов в виде ломтиков без потерь сока измельченного продукта. Для крупного рогатого скота толщина ломтиков измельченных корнеклубнеплодов не должна превышать 3%, а потери корма не более 0,1%. Производительность машины должна быть регулируемой (от 5 до 10 т/ч). В зависимости от назначения и качества подаваемого в нее продукта средний расход воды не должен превышать 150 л. На 1 т. перерабатываемого корма.

Размольно-смесительные агрегаты предназначены для приготовления комбикормов непосредственно на фермах. Они обеспечивают процессы смешивания, дозирования и размола зерновых компонентов, а также прием и введение в зерновую смесь готовых белково-витаминных добавок. Смесь может содержать до 90% зерновых компонентов, белково-витаминных добавок до 20%. Качество дробления должно отвечать требованиям ГОСТ и обеспечивать крупный (2,6-1,8 мм), средний (1,0-2,0) модуль размола.

В приготовлении кормов допускается относительная погрешность дозаторов: объемных 10-12%, массовых 1-3%.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Обоснование темы

Известно, что животные усваивают лишь 20-25% содержащихся в корме питательных веществ, примерно 30% расходуется на физиологические нужды, а оставшая часть выделяется с отходами. Задача переработки и приготовления кормов – уменьшить эти потери путем повышения перевариваемости и усвояемости кормов. Назначение технологической схемы приготовления кормов – обеспечить своевременное и качественное приготовление кормовых смесей с учетом зоотехнических требований, прогрессивных технологий переработки кормов и местной кормовой базы.

Для механизаций приготовления кормов из местного сырья в нужных количествах и в соответствии с зоотехническими требованиями служат кормоприготовительные предприятия (кормоцеха).

Кормоцех – это механизированное предприятие, обеспечивающее сезонное или круглогодичное производство влажных многокомпонентных кормосмесей в требуемом количестве непосредственно перед кормлением животных.

Эффективность приготовления кормов – существенная в плане усвояемости и поедаемости, улучшения питательности и перевариваемости кормов.

При скармливании кормов, приготавливаемых в кормоцехах, увеличиваются привесы животных до 30%.

В целом переработка кормов в кормоцехах на кормовых площадках, заводах, способствует повышению их использования (перевариваемости и усвояемости) на 30%.

2.2. Расчет генерального плана молочной фермы.

2.2.1. Исходные данные молочной фермы.

Таблица 2.1 – Исходные данные

Наименование	Показатели
Структура стада	50%
Количество 1 Коровы, гол.	200
в т.ч. дойные, гол.	150
Сухостойные, гол.	26
Новостельные и глубоkostenные, гол.	24
2 Нетели, гол.	24
Телята до 10-20 дневного возраста, гол.	12
3. Телята	
в т.ч. от 20 дней до 4-х месяцев, гол.	60
От 4-х месяцев до 6 месяцев, гол.	60
4. Молодняк, гол.	70

Примечание: При расчете потребности в кормах принята усредненная питательность кормов в к. ед.:

Сено – 0,45;

Силос – 0,2;

Корнеплоды – 0,12;

Комбикорм – 0,93.

2.2.2. Расчет генерального плана. Определение размера территории.

Размер территории фермы определяем по формуле:

$$F = m \cdot f, \quad (2.1)$$

где m – количество животных, гол.;

f – удельная норма земельной площади на голову ($f=150 \text{ м}^2$)

$$F = 200 \cdot 150 = 30000 \text{ м}^2$$

Принимаем прямоугольный участок 212x141 м (7)

Определяем годовой запас кормов

Годовой запас кормов определяем по формуле:

$$G_{год} = D_{ст} \cdot g_{сут} \cdot k \cdot 10^{-3} \quad (2.2)$$

где $D_{ст}$ – стойловый период, дн. ($D_{ст} = 230$ дн.)

$g_{сут}$ – суточный рацион на 1 гол. кг

k – коэффициент потерь ($k=1,15$)

Таблица 2.2. – Примерные рационы кормления коров, телят, молодняка

Корма (суточная норма)	Коровы и нетели	Телята от 10-20 дней до 4-х месяцев	Телята от 4 до 6 месяцев	Молодняк
Сено, кг.	3,5	0,25	1,0	1,0
Силос, кг.	18	1,7	12,0	15,0
Комбикорм, кг.	3,5	1,25	1,8	2,0
Корнеплоды, кг.	6	–	–	–

Коровы и нетели.

Сено: $G_{год} = 230 \cdot 3,5 \cdot 224 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} = 207$ т.

Силос: $G_{год} = 230 \cdot 18 \cdot 224 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} = 1066$ т.

Корнеплоды: $G_{год} = 230 \cdot 6 \cdot 224 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} = 355$ т.

Комбикорм: $G_{год} = 230 \cdot 224 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} = 180$ т.

Телята от 10-20 дней до 4 месяцев.

Молоко цельное: $G_{год} = 1,75 \cdot 60 = 105$ кг.

Обрат свежий: $G_{год} = 3,35 \cdot 60 = 200$ кг.

Сено: $G_{год} = 0,25 \cdot 60 = 15$ кг.

Силос: $G_{год} = 1,7 \cdot 60 = 100$ кг.

Комбикорм: $G_{год} = 1,25 \cdot 60 = 75$ кг.

Телята от 4 до 6 месяцев.

Сено: $G_{год} = 230 \cdot 1,0 \cdot 60 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} = 16$ т.

Силос: $G_{год} = 230 \cdot 12 \cdot 60 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} = 190$ т.

Комбикорм: $G_{год} = 230 \cdot 1,8 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 25$ т.

Молодняк.

$$\text{Сено: } G_{\text{год}} = 230 \cdot 1,0 \cdot 70 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} = 16 \text{ т.}$$

$$\text{Силос: } G_{\text{год}} = 230 \cdot 15 \cdot 70 \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} = 278 \text{ т.}$$

$$\text{Комбикорм: } G_{\text{год}} = 230 \cdot 2 \cdot 70 \cdot 10^{-3} = 32 \text{ т.}$$

На основании расчетов определили общий годовой запас кормов по ферме:

$$G_{\text{год сена}} = 240 \text{ т.}$$

$$G_{\text{год силоса}} = 1535 \text{ т.}$$

$$G_{\text{год корнеплодов}} = 355 \text{ т.}$$

$$G_{\text{год комбикорма}} = 240 \text{ т.}$$

Определяем количество и размеры хранилищ для кормов.

Количество хранилища определяется по формуле:

$$N_{\text{хр}} = G_{\text{год}} / G_{\text{хр}} \quad (2.3)$$

где $G_{\text{год}}$ – общий запас кормов по ферме;

$G_{\text{хр}}$ – вместимость стандартного хранилища;

Сено: $N_{\text{хр}} = 240 : 500 = 0,48$ принимаем 1 сарай размером 13х4х3 м.

Силос: $N_{\text{хр}} = 1535 : 1500 = 1,02$ принимаем 1 траншею размером 49,5х12х3 м.

Комбикорм: $N_{\text{хр}} = 237 : 100 = 2,37$ принимаем 2 склада размером 18х12 м. и 1 склад размером 9х9 м.

Текущий запас комбикорма хранится в бункере БСК-10.

Определяем площадь склада под корнеплоды:

$$F = G_{\text{год}} / \Delta \rho_k \quad (2.4)$$

Где $\Delta \rho_k$ – удельная нагрузка для хранилища;

$$F = 355 : 1,5 = 237 \text{ м}^2$$

Корнеплоды храним в складе площадью 237 м², размером 19х13 м.

Зона хранения навоза.

$$G_{\text{год}} = (g_k \cdot g_m \cdot g_n) \cdot n \cdot D_n \cdot 10^{-3} \quad (2.5)$$

Где g_k – суточный выход кала на одного животного, кг.

g_m – суточный выход мочи на одного животного, кг.

g_n – норма подстилки в сутки, кг.

D_n – длительность хранения, дн. (=120 дн.)

$$G_{\text{год коров}} = (35 + 20 + 1,5) \cdot 200 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 1356 \text{ т.}$$

$$G_{\text{год телок}} = (5 + 2 + 1) \cdot 120 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 21,4 \text{ т.}$$

$$G_{\text{год детеныши}} = (20 + 7 + 1,5) \cdot 24 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 82 \text{ т.}$$

Таблица 2.3 – Суточный выход экспериментов и норм потребления подстилки

Вид животных	Выход на одного животного, кг.		Норма потребления подстилки (солома), кг/сут.
	моча	кал	
коровы	20	35	1,5
телки	7	20	1,5
молодняк	4	10	1,0
телята	2	5	1,0

$$G_{\text{год молодняк}} = (10 + 4 + 1,0) \cdot 70 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 126 \text{ т.}$$

$$\sum G_{\text{год}} = G_{\text{год коров}} + G_{\text{год телок}} + G_{\text{год детеныши}} + G_{\text{год молодняк}} \quad (2.6)$$

$$\sum G_{\text{год}} = 1356 + 21,4 + 82 + 126 = 1585 \text{ т.}$$

Принимаем навозохранилище на 2000 т. Размером 25х65 м.

2.3 Технологический расчет

2.3.1. Разработка технологической схемы кормоцеха

Процесс приготовления кормов протекает в оборудованном кормоцехе. Кормоцех для комплексов и ферм предназначен для приготовления влажных кормовых смесей из силоса и сенажа, грубых кормов (сено, солома), корнеклубнеплодов, концентратов, смешивание, дозирование и выдача их в кормораздатчики. Кормосмеси готовятся на технологическом оборудовании КОРК-15. это оборудование размещено в одноэтажном здании из железобетона размерами в плане 24х12 м, включающего отделение для приема стебельчатых кормов, площадью 145,1 м² и отделение кормосмесей площадью 137,9 м².

Технологический процесс приготовления кормосмесей осуществляется в следующих поточно-технологических линиях: приема, предварительного

измельчения и дозирования грубых кормов; приема и дозированной подачи сенажа; приема, мойки, измельчения и дозированной подачи корнеклубнеплодов; приема и дозированной подачи комбикормов; смешивание компонентов и выдача готовой кормосмеси. Производительность кормоцеха до 16 т/с. Потребляемая электрическая мощность 129 кВт/ч.

Солому, сено доставляют тракторным прицепом Г-ПТС-4М, разгружают в питатель загрузчик ЦЗМ-1,5, где все предварительно измельчается.

Комбикорма доставляют и загружают в бункер-дозатор КОРК-15 автомобильным загрузчиком ЗСК-10, бункер-дозатор обеспечивает накопление оперативного запаса и дозированную выдачу комбикормов через винтовой кошвейер на линию смешивания.

Управление технологическим процессом приготовления кормов осуществляется оператором.

Технологическая схема кормоцеха представлена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 - Технологическая схема кормоцеха.

2.3.2. Расчет производительности кормоцеха.

Расчет кормоцеха ведем на 450 голов крупного рогатого скота периода доращивания и откорма. Мяса на откорм до 130 кг, привес 561 гр. в сутки.

Корма и их соотношение выбираем с таким расчетом, чтобы оптимальная влажность готовой кормосмеси была не более 60-70 %. В этом случае смесь рассыпчатая, ее легко транспортировать и раздавать животным.

На основании зоотехнических норм (8) рациона кормления сельскохозяйственных животных и возможностей СПК «Авангард»

выбираем рацион кормления, определяя суточный расход кормов, обрабатываемых в кормоцехе.

$$Q_{\text{сут}} = g \cdot k \quad (2.7)$$

Где $Q_{\text{сут}}$ – суточное количество корма данного вида, подлежащего обработке в кормоцехе, т.

g – суточная норма данного корма на одно животное, кг.

k – количество животных, гол.

Определяем годовое количество кормов, приготовленных в кормоцехе по формуле:

$$Q_{\text{год}} = \sum_{\text{д}} g_{\text{д}} \cdot k \quad (2.8)$$

где $g_{\text{д}}$ – количество дней кормления

Полученные данные сводим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Сводная таблица расхода кормов.

Наименование кормов	Суточный рацион, кг.	Суточный расход, т.	Количество дней корм- ления, дн.	Годовой расход кормов, т.
корнеплоды	6	2,7	230	621
Концентрированные корма	4	1,8	230	414
Грубые корма	5	2,3	230	529
Сочные корма	20	9	230	2070

Устанавливаем трехразовое кормление животных и назначаем часы:

- 1) утреннее кормление с 6 до 7 часов;
- 2) дневное кормление с 13 до 14 часов;
- 3) вечернее кормление с 20 до 21 часа.

В течение суток корма расходуются неравномерно, суточный рацион распределяется неодинаково для каждой дачи, как по весу, так и по числу

видов кормов. Зная кратность кормления, время начала кормления составляем таблицу 2.5.

Технологический процесс приготовления кормовых смесей.

Для проектирования кормоцеха производительностью 16 тонн в сутки используем комплект оборудования кормоцеха КОРК-15 предназначенный для приготовления рассыпных кормосмесей.

Таблица 2.5 - Распределение суточного рациона по отдельным дачам

Наименование кормов	Утреннее кормле- ние		обед		Вечернее кормление	
	%	m _т	%	m _т	%	m _т
корнеплоды	—	—	100	2,7	—	—
комбикорма	35	0,63	35	0,63	30	0,54
сено	50	1,15	—	—	50	1,15
силос	30	2,7	40	3,6	30	2,7

В состав комплекта входят: линия грубых кормов, линия силоса, линия корнеплодов, линия концентрированных кормов, линия сбора, смешивания кормов и выдача кормосмесей, комплект электрооборудования.

Технологический процесс приготовления кормосмеси проектируемого цеха происходит так: сено, грубые корма выгружают из транспортных средств на питатель-погрузчик. Здесь режущими барабанами грубые корма частично измельчаются с одновременным разрыхлением. Далее по транспортеру с одновременным дозированием масса поступает на сборный транспортер.

Силос выгружается из транспортного средства на питатель-загрузчик, откуда он по транспортеру с одновременным дозированием поступает также на сборный транспортер.

Концентрированные корма загружают в бункер-дозатор ЗСК-10, а из него по винтовому конвейеру корма направляются на сборный транспортер.

Собранные на непрерывно движущемся транспортере компоненты кормосмеси постоянно подаются этим транспортером в измельчитель-смеситель. Сюда же при необходимости через форсунки измельчителя смесителя поступает раствор мелассы, карбамид и другие обогатительные добавки. Равномерно перемешанные и измельченные в измельчителе корма в виде однородной массы выгружаются с транспортера в кормораздатчик и отвозятся для раздачи животным.

2.3.3. Расчет поточно-технологической линии (ПТЛ) приготовления корнеклубнеплодов

Определяем среднюю часовую производительность поточно-технологической линии приготовления корнеклубнеплодов.

$$W_{cp} = Q_{сут} / t_{сут} \quad (2.9)$$

Где $Q_{сут}$ – суточный расход корма, т.

$t_{сут}$ – время работы линии по зоотехническим требованиям (≤ 4 часа до скармливания)

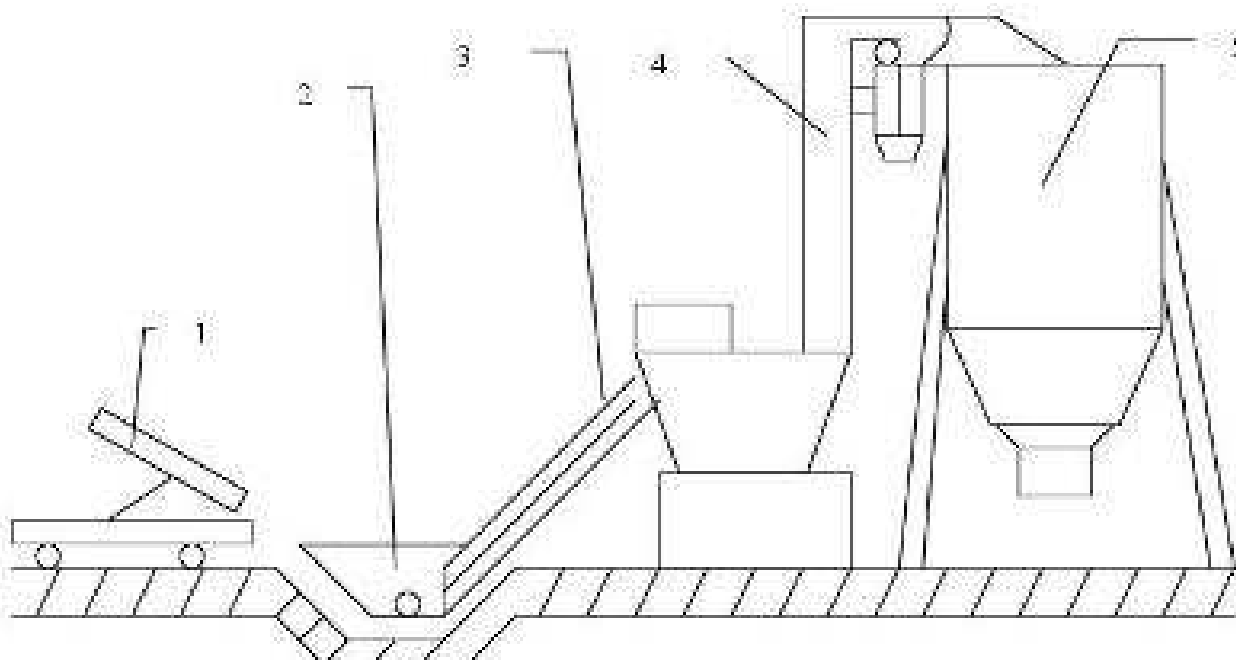
$$W_{cp} = 2,7 : 2 = 1,35 \text{ т/ч}$$

Выбираем основную машину НКМ-5, ее техническую характеристику вносим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Техническая характеристика машин и оборудования ПТЛ приготовления корнеклубнеплодов.

Показатели	НКМ-5	Транспортер ТК-50Б	Бункер- дозатор ДС-15
Производительность, т/ч	5	6	3-15
Мощность электродвигателя, кВт	10,5	3,7	3
Размеры:			
Длина, мм	2200	6736/405	2300
Ширина, мм	1300	730/675	1280

Высота, мм	2860	116/1500	2300
Масса, кг.	160	1500	1150



1 – транспортное средство; 2 – приемный бункер; 3 – транспортер;
4 – измельчитель камнеуловитель; 5 – бункер дозатор.

Рисунок 2.2 – ПТЛ приготовления кормов

Определяем действительную производительность ПТЛ

$$W_{\text{д}} = W(0,75 \div 0,8) = 5 \cdot 0,8 = 4 \text{ т/ч} \quad (2.10)$$

Где W – производительность машины по паспорту

Определяем действительное время работы ПТЛ

$$t_{\text{д}} = Q_{\text{сум}} / W_{\text{д}} \quad (2.11)$$

определяем объем завальной ямы для кормов из расчета
трехкратного запаса кормов.

$$V = (2,5 \div 3) Q_{\text{сум}} / \rho \cdot \beta \quad (2.12)$$

Где ρ – объемная плотность корма (0,65-0,8)

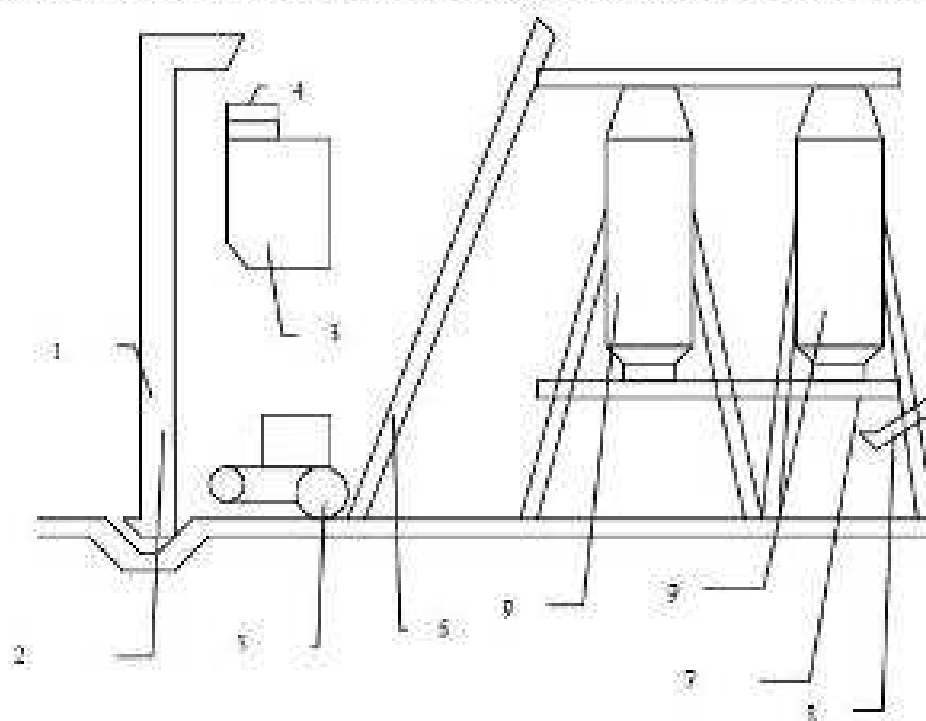
β – коэффициент использования завальной ямы (0,85-0,95)

$$V = (2,5 \div 3) 2,27 / 0,75 \cdot 0,85 = 10,6 \text{ м}^3$$

Вспомогательное оборудование для ПТЛ приготовления корнеклубнеплодов из таблицы 2.6.

2.3.4. Расчеты приготовления концентрированных кормов

Перед измельчением зерновые корма должны быть очищены от земли и металлических примесей. Качество дробления должно отвечать ГОСТ, кроме того, обеспечивать крупный, средний и мелкий размол. Допустимое отклонение от заданной нормы при дозировании составляет 1,5 %.



1 – завальная яма; 2 – транспортер; 3 – промежуточный зерновой бункер; 4 – магнитный аппарат; 5 – дробилка; 6,7,8 – винтовые конвейеры; 9 – бункеры дозаторы

Рисунок 2.3 – ПТЛ приготовления концентрированных кормов

Определяем среднечасовую производительность ПТЛ

$$W_{\text{ф}} = Q_{\text{сум}} / t_{\text{тех}} = 1,8 : 7 = 0,3 \text{ т/ч.}$$

Выбираем основную машину КДУ-20 и вспомогательное оборудование для ПТЛ приготовления концентрированных кормов, их техническая характеристика описана в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Техническая характеристика машин и оборудования ПТЛ приготовления концентрированных кормов.

показатели	Дробилка КДУ-2,0	Бункер дозатор СПК- 2,12	ИШК- 101	Конвейер винтовой УШ-2-4	Магнитная колошка ЭМ-1
Производительность, т/ч	1,11-2,16	9	9-10	3,0	2,1
Мощность электродвигателя, кВт	30	—	1	0,8	1,16
Размеры:					
Длина, мм	2800	—	1216	До 2000000	0,6
Ширина, мм	1550	2200	510	200	1,5
Высота, мм	3000	5000	1000	354	0,3
Масса, кг.	1100	1250	234	164	200

Определяем эксплуатационную производительность КДУ-2,0

$$W_{\text{эк}} = W(0,75 \div 0,8) = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2 \text{ т/ч}$$

Определяем действительное время работы дробилки

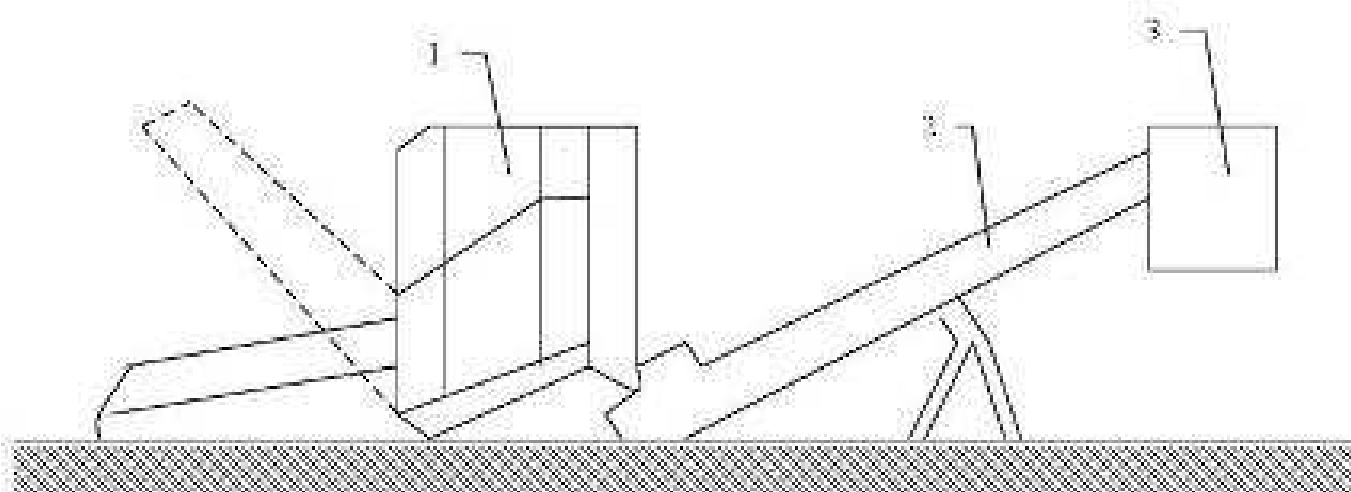
$$t_k = Q_{\text{зп}} / W_{\text{эк}} = 2,4 : 1,2 = 2 \text{ ч.}$$

Размол зерна производим один раз в неделю.

Определяем емкость промежуточного бункера

$$W = (2,5 \dots 3) \cdot Q / \rho - \beta = (2,5 \cdot 2,4)(0,8 - 0,65) = 9,6 \text{ м}^3$$

2.3.5. Расчет ПТЛ приготовления грубых кормов.



1 – питатель-загрузчик; 2 – скребковый дозирующий транспортер; 3 – переходник

Рисунок 2.4 - ПТЛ приготовления грубых кормов

Определяем среднегодовую производительность ПТЛ приготовления грубых кормов.

$$W_{\text{ф}} = Q_{\text{ср}} / t_{\text{год}} = 2,3 : 7 = 0,3 \text{ т/ч}$$

Выбираем основное оборудование для ПТЛ приготовления грубых кормов, его техническую характеристику заносим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 - Техническая характеристика машин и оборудования ПТЛ приготовления грубых кормов.

Показатели	Питатель-загрузчик ЦЗМ-1,5	Транспортер АБВ-0,4
Производительность, т/ч	5-10,9	10,9
Мощность электродвигателя, кВт	2,5	2,2
Размеры: длина, мм	2700	6400
Ширина, мм	3780	740
Высота, мм.	3050	1390
Масса, кг	7200	960

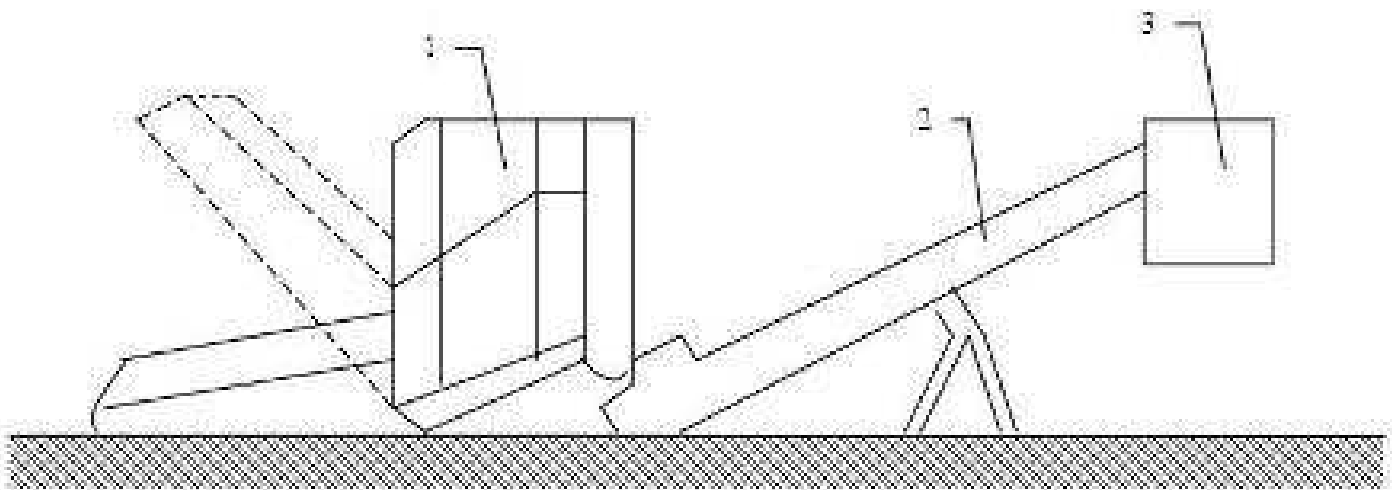
Определяем эксплуатационную производительность ПТЛ грубых кормов

$$W_{\text{эк}} = W(0,75 \div 0,8) = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ т/ч}$$

Определяем действительное время работы ПТЛ грубых кормов

$$t_n = 2,3 : 5,6 = 0,4 \text{ ч.}$$

2.3.6. Расчет ПТЛ приготовления силоса.



- 1 – питатель-загрузчик; 2 – скребковый дозирующий транспортер;
3 – переходник

Рисунок 2.5 – ПТЛ приготовления силоса:

Зеленую массу и силос в кормоцех подвозят в количестве необходимом для приготовления кормосмеси в каждую смену и хранят в специальном помещении или под навесом. Длительность хранения в кормоцехе зеленой массы и силоса не должно превышать 3 часа.

Определяем среднечасовую производительность ПТЛ приготовления силоса

$$W_{cp} = Q_{срт} / t_{нот} = 9 : 3 = 3 \text{ т/ч}$$

Определяем эксплуатационную производительность ПТЛ приготовления силоса

$$W_{экc} = W(0,75 \div 0,8) = 3 \cdot 0,8 = 2,4 \text{ т/ч}$$

Определяем действительное время работы ПТЛ приготовления силоса

$$t_n = Q_{срт} / W_{экc} = 9 : 2,4 = 3,75 \text{ ч.}$$

Выбираем действительное основное оборудование ПТЛ приготовления силоса, его технические характеристики заносим в таблицу 2.9.

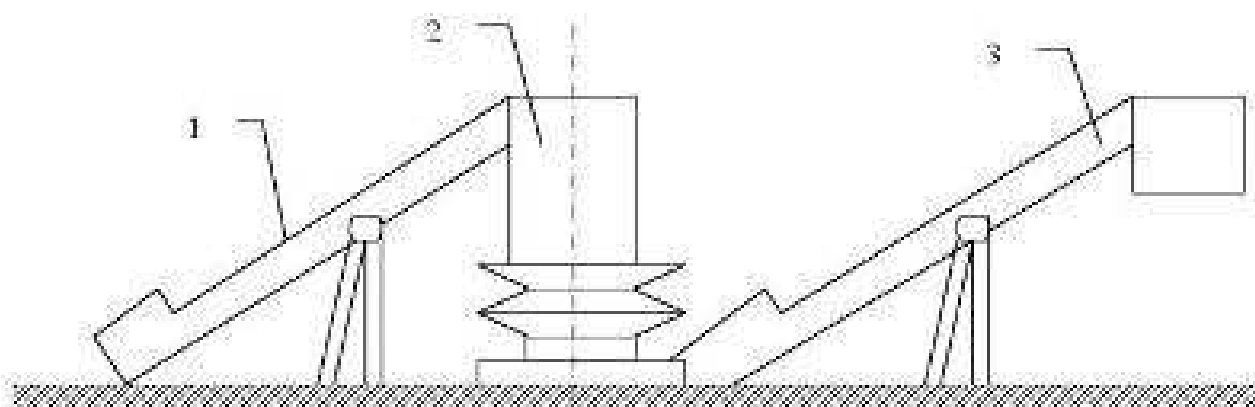
Таблица 2.9 - Технические характеристики машин и оборудования ПТЛ приготовления силоса.

Показатели	Транспортер загрузчик ПЗМ-1,5	Транспортер АВВ-0,4
Производительность, т/ч	10-20	10-20
Мощность электродвигателя, кВт	2,5	2,2
Размеры: длина, мм	2700	6400
Ширина, мм	3780	740
Высота, мм	3050	1320
Масса, кг	7200	960

2.3.7. Расчет ПТЛ сбора, смешивания и выдачи кормосмеси

Кормовые смеси должны быть приготовлены строго по рецепту. При подготовке влажных рассыпчатых кормосмесей отклонение от рецепта допускается: для грубых кормов $\pm 15\%$, концентрированных кормов $\pm 5\%$.

Степень неравномерности смешивания для отдельных компонентов допускается в 2 раза больше установленной нормы отклонения при дозировке этого компонента. Кормосмеси со значительным содержанием корнеклубнеплодов и зелени готовятся не более чем за 2 часа до раздачи животным.



1 – сборочный транспортер; 2 – измельчитель-смеситель; 3 – выгрузной транспортер

Рисунок 2.6 – ПТЛ сбора, смешивания и выдачи кормосмеси

Определяем среднечасовую производительность ПТЛ сбора, смешивания и выдачи кормосмеси.

$$W_{\text{оп}} = Q_{\text{сут}} / t_{\text{сут}} = 16 : 3 = 5,3 \text{ т/ч}$$

Выбираем основную машину ИСК-3 и вспомогательное оборудование, их технические характеристики вносим в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 – Технические характеристики машин и оборудования ПТЛ сбора, смешивания и выдачи кормосмеси.

Показатели	ИСК-3	Сборочный транспортёр ТС-40С	Выгрузной транспортёр ТС-40М
Производительность, т/ч	20	40	40
Мощность электродвигателя, кВт	39,2	3,0	3,0
Размерял: длина, мм	1750	7440	6155
Ширина, мм	1070	680	675
Высота, мм.	1200	1450	1925
Масса, кг.	1080	550	650

Определяем эксплуатационную производительность ПТЛ сбора, смешивания и выдачи кормосмеси:

$$W_{\text{зак}} = W (0,75 : 0,8) = 20,5 \cdot 0,8 = 16 \text{ т/ч}$$

Определяем действительное время работы ПТЛ сбора, смешивания и выдачи кормосмеси:

$$t_{\text{д}} = Q_{\text{сут}} / W_{\text{зак}} = 16 : 16 = 1 \text{ ч.}$$

2.3.8. Построение графика работы машин и оборудования кормоцеха.

Для правильного распределения электрических нагрузок по часам суток и увязка с расписанием работы кормоцеха, составляем график суточной работы технологического оборудования.

Исходными данными для расчетов и построения графика служат результаты технологического расчета и технические характеристики принятых машин.

График работы машин в кормоцехе служит основой для расчета необходимого числа рабочих кормоцеха, построения графиков расхода пара и электроэнергии.

2.3.9. Построение графика использования электроэнергии.

График расхода электрической энергии служит для определения величины максимальной одновременной потребляемой мощности и характера ее изменения в течение суток.

При построении графика, кроме установленной мощности машин учитываем мощность для освещения кормоцеха.

$$P = \rho F \quad (2.13)$$

Где P – общая мощность на освещение, кВт;

ρ – удельная мощность на освещение 1 м² площади кормоцеха, кВт/м²;

F – площадь кормоцеха (по внутреннему измерению), м².

$$P = 0,027 \cdot 432 = 11,7 \text{ кВт}$$

Установленные мощности машин для построения графика берем из графика работы машин кормоцеха.

2.3.10. Расчет расхода пара и построение графика расхода пара.

В связи с тем, что пар для работы фермы вырабатывается общефермской котельной, а для кормоцеха требуется всего лишь пар для приготовления технологической воды и отопления кормоцеха, отдельно для кормоцеха котельную не проектируем, а подключаем к общефермской.

Таблица 2.11 – Расход пара на кормоцех.

Наименование операции	Удельный расход пара, кг/м ³	Объем кормоцеха, м ³	Общий расход пара, кг/сут.
Отопление кормоцеха	0,31-0,34	2022	631
Нагрев воды	0,18	1700	306

Суточную потребность пара определяем из выражения:

$$Q_{\text{пара}} = Q_{\text{от}} + Q_{\text{н.в.}} \quad (2.14)$$

Где $Q_{\text{от}}$ – количество пара на отопление кормоцеха;

$Q_{\text{н.в.}}$ – количество пара на нагрев воды;

$$Q_{\text{пара}} = 631 + 306 = 937 \text{ кг.}$$

При определении расхода пара на отопление кормоцеха учитываем только помещение дояровки грубых и сочных кормов, отделение приготовления кормосмеси и бытовые помещения.

2.3.11. Расход воды в кормоцехе.

Суточный расход воды в кормоцехе определяется как сумма расходов воды на отдельные операции. Потребность в воде для каждой операции определяем из выражения:

$$Q_{\text{вод}} = g \cdot n \quad (2.15)$$

Где g – норма расхода воды на единицу обрабатываемого корма, кг м²;

n – количество единиц корма или площадь пола, кг м².

Значение расчетных единиц и нормы расхода воды берем из (4).

При определении расхода воды на мойку пола, учитываем, что пол моется лишь в отделении обработки корнеклубнеплодов, приготовления кормосмесей и бытовых помещениях. Полученные данные сводим в таблицу 2.12.

Таблица 2.12 – Расход воды в кормоцехе

Наименование операций	Норма расхода воды, л/кг, л/м ²	Количество единиц корма, кг или машин	Общий расход воды, л.
Мойка корнеклубнеплодов	0,8-1,5	—	—
Мойка машин	50	6	300
Мойка полов	3,0-5,0	207	681
Бытовые нужды	60	2	120
всего	—	—	1100

2.3.12. Определение площади и размеров кормоцеха.

Необходимая общая площадь кормоцеха складывается из следующих площадей:

$$F_{\text{общ}} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \quad (2.16)$$

Где F_1 – площадь, занятая технологическим оборудованием, м^2 ;

F_2 – площадь для комнаты отдыха, м^2 (15 м^2);

F_3 – площадь для душевой с раздевалкой, м^2 (5 м^2);

F_4 – площадь для санузла, м^2 (5 м^2).

Площади вспомогательных помещений определяем по соответствующим нормам (5).

Площадь, занятую технологическим оборудованием, определяем по формуле:

$$F_1 = F_{\text{тех.об.}} / k_f \quad (2.17)$$

Где k_f – коэффициент, учитывающий технологические проходы ($\approx 0,3$)

$$F_1 = 135,2 : 0,3 = 405,6 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{общ}} = 405,6 + 15 + 5 + 5 = 430,6 \text{ м}^2$$

Полученную площадь округляем до стандартной площади: $12 \cdot 24 = 432 \text{ м}^2$

По требованиям санитарных норм высота кормоцеха не должна быть ниже 3,5 м, ввиду высоты технологического оборудования принимаем высоту здания (от пола до потолка) 6,5 м.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Описание и обоснование выбранной конструкции

Разрабатываемый измельчитель кормов состоит из загрузочного окна, корпуса, внутри которого установлен ротор. Внутри ротора расположены неподвижный направляющий конус и шарнирно закрепленные на опорных пластинах прижимы с постоянным радиусом кривизны 150...170 мм, с возможностью смещения на $20...75^\circ$ от своего крайнего положения относительно опорных пластин. На стенке ротора расположены блоки горизонтальных и вертикальных ножей. Каждый нож блока горизонтальных ножей повернут относительно предыдущего и находятся на одной линии резания. При этом ножи горизонтального блока располагаются по винтовой линии с равным смещением относительно друг друга на $20...65^\circ$ к опорной пластине. Блок вертикальных ножей устанавливается под углом $10...25^\circ$ к внутренней стенке ротора. В пространстве между ротором и корпусом закреплены выгрузные лопатки.

На рисунке 3.1 изображен предлагаемый измельчитель кормов. Сам измельчающий аппарат представлен на рисунке 3.2

Измельчитель кормов содержит загрузочное окно 1, корпус 2, внутри которого установлен ротор 3. Внутри ротора расположены неподвижный направляющий конус 4 и шарнирно расположенные на опорных пластинах 5 прижимы 6 с постоянным радиусом кривизны $R=150...170$ мм, с возможностью смещения на $\alpha=20...75^\circ$ относительно опорных пластин. На стенке ротора 3 расположены блоки горизонтальных 7 и вертикальных 8 ножей. Каждый нож блока горизонтальных ножей 7 повернут относительно предыдущего и находятся на одной линии резания. При этом ножи горизонтального блока располагаются по винтовой линии с равным смещением относительно друг друга на $\beta=20...65^\circ$ к опорной пластине. Блок

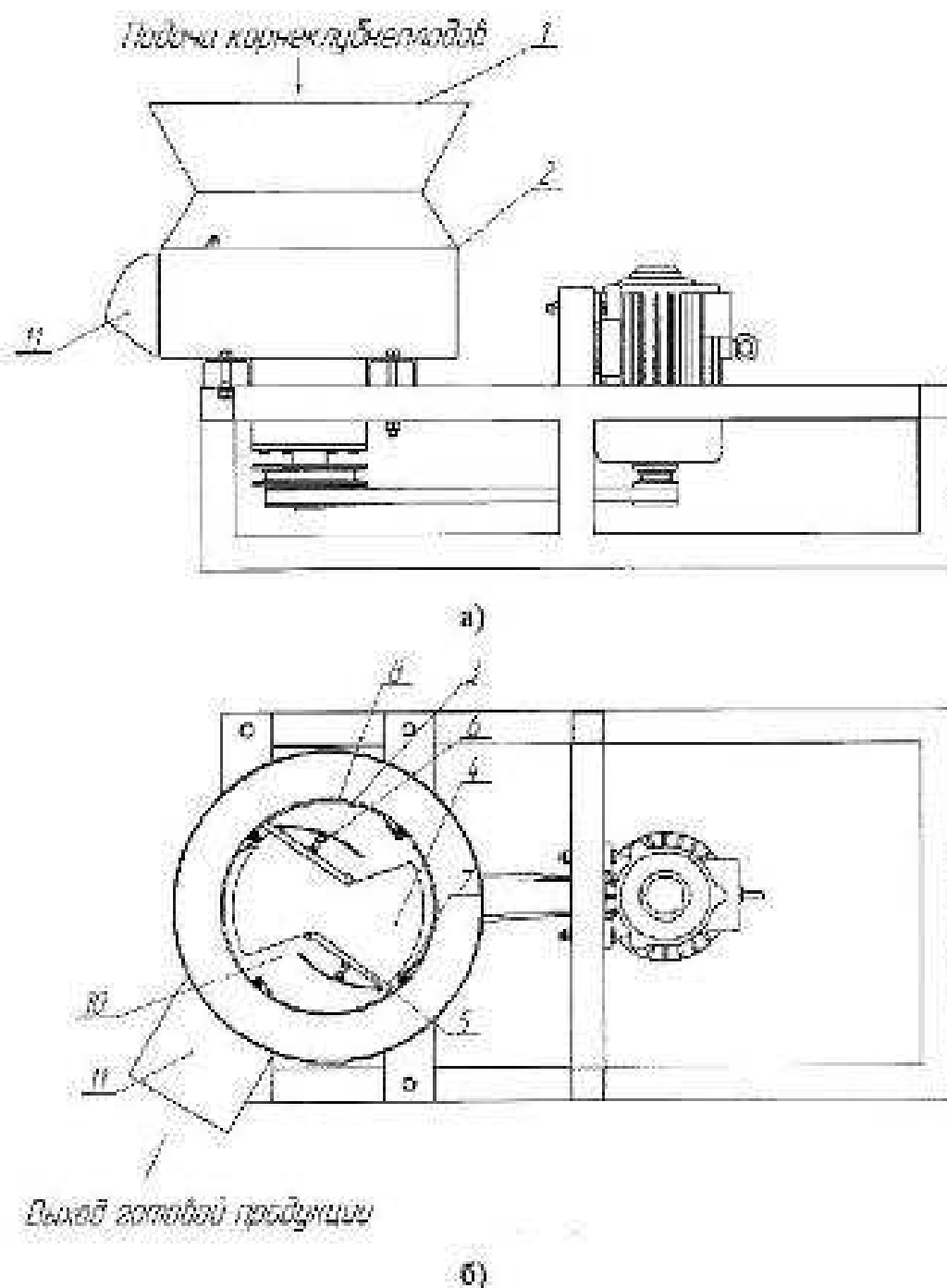


Рисунок 3.1 – Измельчитель кормов: а – вид сбоку, б – вид сверху

вертикальных ножей 8 устанавливается под углом $\gamma=10...25^\circ$ к внутренней стенке ротора. В пространстве между ротором 3 и корпусом 2 закреплены выгрузные лопатки 9.

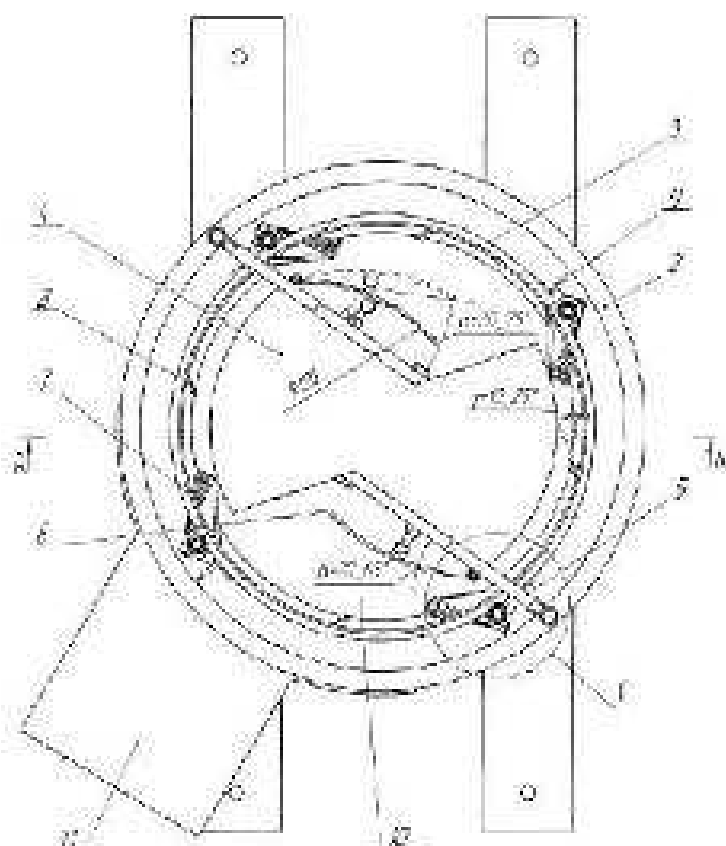


Рисунок 3.2 – Измельчающий аппарат

Измельчитель работает следующим образом. Корнеклубнеплоды непрерывно подаются через загрузочное окно 1 и, падая на направляющий конус 4, который опирается на основание конуса 10, корнеклубнеплоды равномерно распределяются внутри измельчающего аппарата. Вращающийся ротор 3 затягивает корнеклубнеплоды между ножами и прижимами. В зависимости от величины измельчаемых корнеклубнеплодов прижимы можно смещать на $\alpha = 20 \dots 75^\circ$ относительно опорных пластин 5. Вращаясь вместе с ротором 3, корнеклубнеплоды прижимаются к прижимам 6, зажимаются между ними и силой нормального давления нарезаются блоком горизонтальных ножей 7 на пластинки заданной толщины. Для обеспечения необходимой толщины получаемого продукта (в соответствии с зоотехническими требованиями), расстояние между ножами блоков горизонтальных ножей 7 регулируется посредством пайб. Полученные пластинки измельчаемых корнеклубнеплодов (нарезанные горизонтальным блоком ножей 7), измельчаются вертикальными ножами 8 и под действием центробежной силы выводятся во внутреннюю полость между ротором и

корпусом, где захватываются выпружными лопатками 9 и подаются к выпружному окну 11.

Предлагаемый измельчитель позволит снизить энергозатраты и повысить качество готового корма за счет сохранения клеточного сока.

3.2 Конструкторский расчет

3.2.1 Расчет элементов ротора

Определим разрушающую скорость ножей по формуле:

$$V_{раз} = \sqrt{K * (0.81 + 2.31g\lambda)} \quad (3.1)$$

где $V_{раз}$ — разрушающая скорость ножей;

K — поправочный коэффициент;

λ — степень измельчения.

$$K = Rg * \sigma_{ст} / \rho \quad (3.2)$$

Где $\sigma_{ст}$ — предел прочности;

ρ — плотность материала;

$$K = 0.9 * 300 / 0.65 = 415.4$$

$$V_{раз} = 20.4 \sqrt{0.81 + 2.31g\lambda} = 20.4 \sqrt{1.52} = 25.6 \text{ м/с}$$

Определим скорость ножей:

$$V'_н = V_{раз} / (1 - \beta) \quad (3.3)$$

Где β — коэффициент (0.4—0.5)

Определим диаметр ротора:

$$D = \sqrt{k g' / g}$$

где k — коэффициент пропорциональности 1...3;

g — удельная секундная производительность 2...4 кг/см²;

Длина ротора.

g' — величина удельной нагрузки 0.8.

$$D = \sqrt{2,3 * 0,874} = 0,63 \text{ м}$$

$$L = D * k \quad (3.5)$$

Где D — диаметр ротора;

k — коэффициент пропорциональности

$$L = 0,63 * 2,3 = 1,45 \text{ м.}$$

Для устойчивого движения ножа подбираем длину ножа l и радиус его установки R_n .

$$l = 0,09 * D$$

$$l = 0,09 * 0,63 = 0,056 \text{ м}$$

$$R_n = 0,046 * D$$

$$R_n = 0,046 * 0,63 = 0,029 \text{ м}$$

Рассчитываем ширину и толщину ножа:

$$a = 1,5 \cdot l$$

$$a = 1,5 * 0,056 = 0,084 \text{ м}$$

ширина:

$$b = 0,5 \cdot a$$

$$b = 0,5 * 0,084 = 0,042 \text{ м}$$

толщина:

$$c = 2 \cdot l - a/4$$

$$c = 2 * 0,056 - 0,084/4 = 0,007 \text{ м}$$

3.2.2 Энергетический расчет

Определяем энергию, затраченную на измельчение:

$$A_{изм} = C_{из} (C_v \lg \lambda^3 + C_1 (\lambda - 1)) \quad (3.6)$$

Где $A_{изм}$ — удельная работа измельчения корма, Дж/кг;

C_v — коэффициент: 0,19 кДж/кг;

$C_{из}$ — безразмерный коэффициент: 0,8;

C_1 — коэффициент: 1,9 кДж/кг;

λ — степень измельчения 3;

$$N_{изм} = A_{изм} * g \quad (3.7)$$

$$A_{изм} = 0,8(0,191g^3 + 1,90(3-1)) = 1,86 \text{ кДж/кг.}$$

Мощность измельчения:

Где g —производительность измельчения 4... 5;

$$N_{изм} = 1,86 * 5 = 9,3 \text{ кВт}$$

Полный расход энергии:

$$N_p = 1,2 * N_{изм} \quad (3.8)$$

$$N_p = 1,2 * 9,3 = 11,16 \text{ кВт}$$

Производительность измельчения

$$Q = 3,6 * V * n * \rho \quad (3.9)$$

Где V —объем материала, который срезается за один оборот рабочего органа;

n —частота вращения ротора;

ρ —плотность продукта.

$$V = \pi * D_p * h * L_m * Z * K_n * \phi_n \quad (3.10)$$

Где D_p —диаметр камеры резания;

h —длина ножа;

Z —число ножей;

L_m —расчетная длина срезаемой стружки;

$K_n = 0,75$ —конструктивный элемент использования длины ножа;

ϕ_n —коэффициент заполнения межлопастного пространства.

$$V = 3,14 * 1,75 * 0,0009 * 0,056 * 10 * 0,75 * 0,7 = 0,00187 \text{ м}^3$$

$$Q = 3,6 * 0,00187 * 980 * 0,65 = 4,28 \text{ т/ч}$$

Удельная металлоемкость измельчителя

$$W = N / Q \lambda \quad (3/11)$$

$$W=11,6/4,28*3=0,9 \text{ кВт/т.ед.ст.измер}$$

3.2.3 Кинематический расчет

Расчет клиноременной передачи:



$P_1=39,2 \text{ кВт}$ —мощность двигателя;

$n_1=980 \text{ мин}^{-1}$ —частота вращения ротора;

$i=3,5$ —передаточное отношение;

По графику выбираем сечение ремня Б, а также диаметр малого шкива

d_{p1}

$$d_{p1} = 315 \text{ мм} \quad \text{и} \quad P_2=21 \text{ кВт}$$

Определяем мощность, передаваемую одним ремнем:

$$P_p=P_2*C_a*C_1*C_2/C_3 \quad (3.12)$$

Где C_2 —коэффициент угла охвата;

C_1 —коэффициент длины ремня;

C_3 —коэффициент передаточного отношения;

C_2 —коэффициент режима нагрузки

$$P_p=21*1*0,8*1,04/1,2=14,56 \text{ кВт}$$

Определим число ремней:

$$Z=P_1/P_p*C_2 \quad (3.13)$$

$$Z=39,2/14,56*0,95=2,7 \approx 3 \text{ ремня}$$

Определяем силу предварительного натяжения одного ремня:

$$F_0 = 0.85 \cdot P \cdot C_2 \cdot C_3 / (Z \cdot v \cdot C_\alpha \cdot C_4) + F_2 \quad (3.14)$$

Где $F_0 = \rho \cdot A \cdot v^2$

A — площадь сечения, м^2 (по ГОСТ);

ρ — масса 1 м длины;

v — скорость

$$v = \pi \cdot d_p \cdot n / 60 \quad (3.15)$$

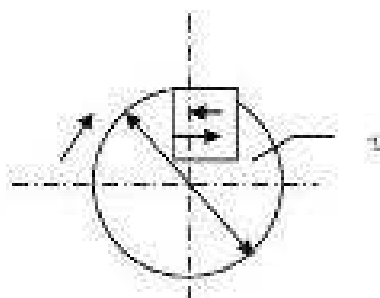
$$v = 3.14 \cdot 0.315 \cdot 980 / 60 = 16.1 \text{ м/с}$$

$$F_0 = 1250 \cdot 138 \cdot 10^{-6} \cdot 16.1^2 = 44.7 \text{ Н}$$

$$F_0 = 0.85 \cdot 40 \cdot 1.2 \cdot 0.8 / (3 \cdot 16.1 \cdot 1 \cdot 1.04) + 44.7 = 32.64 / 94.9 = 344 \text{ Н}$$

3.2.4 Расчет на прочность основных деталей.

Расчет шпонки на срез.



Определяем допустимое напряжение на срез:

$$\tau = 2T/b \cdot l_p \cdot d \leq (\tau) \quad (3.16)$$

$$\tau = 2 \cdot 980 / 22 \cdot 25 \cdot 80 = 45 \text{ Н/мм}^2$$

где τ — вращающий момент;

d — диаметр вала;

l_p — длина шпонки

b — ширина шпонки

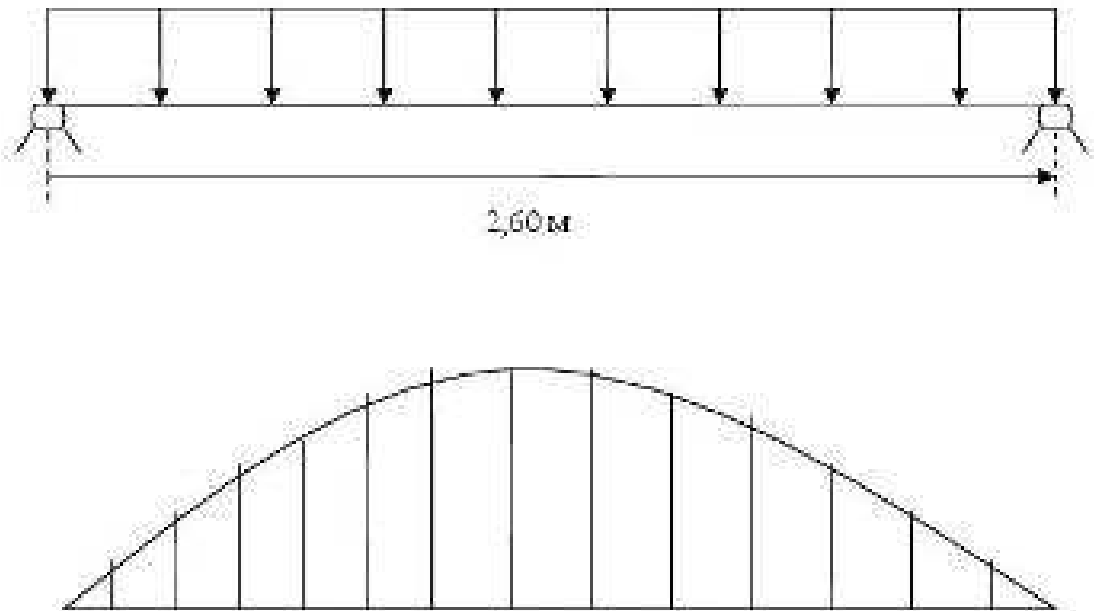
$$l_p = 2T/d \cdot (h - t_1) \cdot (\tau) \quad (3.17)$$

где h — высота шпонки;

l_1 — глубина врезания шпонки в паз вала;

$$l_p = 2 * 980 / 80 (14 - 9) * 190 = 25 \text{ мм}$$

Расчет вала на изгиб.



Максимальный изгибающий момент:

$$M_{\max} = g * l^2 / 8 \quad (3.18)$$

Где $M_{\max}$ — максимальный момент, Нм;

l — длина вала, м;

g — нагрузка на валу, Н/м;

$$M_{\max} = 83 * 2,6^2 / 8 = 70 \text{ Нм}$$

Диаметр вала:

$$D = \sqrt[3]{M / 0,1 [\sigma]} \quad (3.19)$$

Где σ — допустимое напряжение;

M — изгибающий момент на валу;

$$D = \sqrt[3]{70 / 0,1 * 400 * 10^3} = 0,12 = 120 \text{ мм}$$

3.3 Требования безопасности к конструкции измельчителя кормов

В помещении, где установлен измельчитель кормекубусилодов, должна иметься общая или местная канализация. Целесообразно в этом помещении сделать бетонный пол с уклоном в сторону канализационной решетки.

Ременные передачи от электродвигателей к измельчающим органам, механизм вращения питающих транспортеров ограничиваются защитными кожухами из листовой стали толщиной 2 мм.

Предупреждение и исключение причин, вызывающих несчастные случаи и травматизм работников, обслуживающих технологические машины и оборудование, создание оптимальных условий труда - главная задача техники безопасности в помещении. Поэтому проектируемая система должна удовлетворять требованиям действующих документов:

- ГОСТ 19348-82 "Изделия электротехнические сельскохозяйственного назначения. Общие технические условия";
- Правила устройства электроустановок (ПУЭ);
- Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ);
- Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ);
- ГОСТ 12.2042-79 "Машины и оборудование для животноводства и кормопроизводства. Общие требования безопасности." Система стандартов безопасности труда (ССБТ);
- Правил пожарной безопасности.

Согласно требованиям ГОСТ 12.2.042-79 ССБТ пуск механизмов в работу осуществляется при наличии:

- ограждения опасных зон; опасные зоны стационарных машин, а также места подключения силовой электроэнергии должны иметь ограждения и предупредительные таблички; в проходах и у ворот навозные каналы закрывают щитами; ремонтные и регулировочные работы необходимо

проводить при включенных электродвигателях;

- электробезопасности установок для уменьшения вероятности поражения людей и животных током при повреждении изоляции применяется защитное заземление; расчет защитного заземления проводят для того, чтобы определить количество труб заданной длины в зависимости от удельного сопротивления грунта, допустимого сопротивления заземления, формы и расположения заземлителей.

Защитное заземление должно быть $R_z \leq 10$ Ом. Заземляющие проводники изготавливаем из стальных труб $\varnothing 50$ мм, толщиной стенки 5 мм, длиной 2 м и соединяем эти трубы между собой стальной полосой, сечением 4х30 мм и проложенной на глубине 0,8 м. Соединение труб и полос осуществляется сваркой.

3.4 Инструкция по безопасности труда на оператора измельчителя

«Согласовано»

«Утверждено»

на заседании профсоюза

Директор

протоколом № _____ от _____

_____ 2020 года

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда для оператора измельчителя корнеклубнеплодов

Общие требования безопасности

1. Рабочий несет ответственность за невыполнение требований инструкции по БТ.

2. К работе на измельчителе допускаются лица, достигшие 18 – летнего возраста, прошедшие инструктаж по БТ и правилам эксплуатации оборудования, прошедшие медицинский осмотр, иметь удостоверение тракториста.

3. Опасные, вредные факторы: движущаяся техника, не закрытые механизмы, недостаточное освещение, скользкий пол, шум, микробы.

Требования безопасности перед началом работы.

4. Проверит исправность и одеть спецодежду. Получить наряд, уточнить особенности работы.

5. Необходимо проверить наличие, исправность и прочность крепления ограждений, предохраняющих все движущиеся и вращающиеся части, и остро выступающие детали.

6. Перед пуском оборудования следует убедиться в правильности положения рукояток и кнопок управления.

7. Перед пуском оборудования следует проверить, что это безопасно для окружающих и дать сигнал о пуске.

Требования безопасности во время работы.

8. Не оставлять рабочее место.

9. Загрузку сырья производят равномерно не нагружая электродвигатель, в машину не должны попадать посторонние предметы.

10. Во время работы оборудования запрещается вводить руки в опасные зоны, подталкивать сырье, производить чистку загрузочной емкости, извлекать случайно попавшие в машину предметы, снимать или открывать кожух.

11. Запрещается работать со снятым предохранителем.

12. При работе оборудования запрещается ремонтировать, очищать, настраивать, смазывать его и заменять детали.

13. Работающий на оборудовании должен находиться на своем рабочем месте, не отвлекаться разговорами.

14. Запрещается допускать на свое рабочее место посторонних лиц, опираться на машину, передавать поверх нее какие-либо предметы.

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

15. При получении травмы немедленно сообщить об этом мастеру или администрации цеха.

16. Оказать помощь самому себе и пострадавшим.

Требования безопасности по окончании работ.

17. По порядку отключить, остановить, очистить приспособления и машины.

18. Привести в порядок рабочие места, соблюдать правила личной гигиены и производственной санитарии.

Специалист по ОТ

Разработал

Согласовано

Главный зоотехник

3.5 Рекомендации по улучшению экологической обстановки на предприятии

Для улучшения экологической обстановки на предприятии 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.

Задача, стоящая перед механизацией кормоприготовительных цехов – это соблюдение всех правил и требований к машинам и оборудованию кормоцеха, соблюдение экологических норм.

3.6 Физическая культура на производстве

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

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

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

Третье упражнение - пятками скользя по поверхности пола, необходимо вытянуть ноги вперед и поднимать руки вверх и далее прогибаются. Затем, нужно наклониться вперед, при этом касаясь руками до пола, далее выпрямляясь, руки нужно поднять вверх, ноги соединить и возвратиться в исходное положение. Упражнение повторяют шесть-восемь раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

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

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

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

3.7 Экономическое обоснование конструкции измельчителя корнеклубнеплодов

3.7.1 Выбор прототипа для сравнения

Для сравнения технико-экономических показателей определения годового экономического эффекта, показатели разработанной машины сравнивались с показателями измельчителя кормов ИСК - 3.

Таблица 3.1 –Расчет массы сконструированных деталей

Наименование детали	Объем детали, см ³	Удельный вес, кг/см ³	Масса детали, кг	Количество деталей, шт	Общая масса, кг
Вал	4560	0,002	9,12	1	9,12
Вал малый	352	0,002	0,7	1	0,7
Нож горизонтальный	38	0,002	0,076	24	1,83
Нож вертикальный	107	0,002	0,214	8	0,856
Шкив	7104	0,002	14	1	14

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G=(G_k+G_t) \cdot K, \quad (3.20)$$

где G_k - масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;
 G_r - масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;
 K - коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление

конструкции монтажных материалов ($K=1,05 \dots 1,15$).

$$G=(26,2+450) \cdot 1,15=547 \text{ кг.}$$

Балансовая стоимость конструкции определяется по формуле:

$$C_d^1 = \frac{G^1 \cdot C_p^0}{G^0}, \quad (3.21)$$

где G^0 – масса прототипа, кг;

G^1 – масса предлагаемой конструкции, кг;

C_p^1 – балансовая стоимость прототипа, руб.;

C_p^0 – балансовая стоимость предлагаемой конструкции, руб.

$$C_d^1 = \frac{58990 \cdot 547}{620} = 52044 \text{ руб.}$$

Необходимые данные для сравнения машин представлены в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Исходные данные для сравнения технико-экономических показателей

Показатели	Единица измерения	Предлагаемая конструкция	Прототип
1	2	3	4
Балансовая стоимость	руб	52044	58990
Производительность	т/ч	4,28	3
Масса конструкции	кг	547	620
Установленная мощность	кВт	11	11
Годовой фонд времени	ч	925	925
Количество обслуживающего персонала	чел	1	1
Норма амортизации	%	10	10

Нормы РТО	%	16	16
-----------	---	----	----

3.7.2. Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Производительность измельчения:

$$W_q = 3,6 \cdot V \cdot n \cdot \rho \quad (3.22)$$

где V — объем материала, который срезается за один оборот рабочего органа;

n — частота вращения ротора;

ρ — плотность продукта.

$$W_q = 3,6 \cdot 0,00187 \cdot 980 \cdot 0,65 = 4,28 \text{ т/ч.}$$

Металлоёмкость процесса определяется по формуле:

$$M_z = \frac{G^1}{W_q T_{год} T_{сл}}, \quad (3.23)$$

где W — часовая производительность;

$T_{год}$ — годовая загрузка;

$T_{сл}$ — срок службы машины ($T_{сл} = 10 \text{ лет}$).

$$M_z^1 = \frac{547}{4,28 \cdot 925 \cdot 10} = 0,014 \frac{\text{кг}}{\text{м.}}$$

$$M_z^0 = \frac{620}{3 \cdot 925 \cdot 10} = 0,022 \frac{\text{кг}}{\text{м.}}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_d = \frac{C_d^1}{W_q T_{год} T_{сл}}, \quad (3.24)$$

$$F_d^1 = \frac{52044}{4,28 \cdot 925 \cdot 10} = 1,31 \frac{\text{руб.}}{\text{м.}}$$

$$F_d^0 = \frac{58990}{3 \cdot 925 \cdot 10} = 2,13 \frac{\text{руб.}}{\text{м.}}$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_z^1 = \frac{\sum n_p^1}{W_q}, \quad (3.25)$$

где n_p — количество рабочих, обслуживающих машину, чел.

$$T_{\varepsilon}^1 = \frac{1}{4,28} = 0,23 \text{ чел.} \cdot \frac{\text{ч}}{\text{м}},$$

$$T_{\varepsilon}^0 = \frac{1}{3} = 0,33 \text{ чел.} \cdot \frac{\text{ч}}{\text{м}}.$$

Энергоемкость процесса определяется из выражения:

$$\mathfrak{D}_{\varepsilon}^1 = \frac{N_{\varepsilon}^1}{W_{\varepsilon}^1} \quad (3.26)$$

где N_{ε}^1 – мощность электродвигателя.

$$\mathfrak{D}_{\varepsilon}^1 = \frac{11}{4,28} = 2,57 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{ч}}{\text{м}},$$

$$\mathfrak{D}_{\varepsilon}^0 = \frac{11}{3} = 3,66 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{ч}}{\text{м}}.$$

Себестоимость выполнения работ определяется по формуле:

$$S_{\text{мг}}^1 = C_{\text{м}} + C_{\varepsilon} + C_A + C_{\text{рго}}, \quad (3.27)$$

где $C_{\text{м}}$ – заработная плата производственных рабочих, руб./год;

C_{ε} – стоимость электроэнергии, руб.

C_A – амортизационные отчисления, руб.;

$C_{\text{рго}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб.

Затраты на заработную плату определяются по формуле:

$$C_{\text{м}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_{\varepsilon} \cdot k_d \cdot k_{\text{см}} \cdot k_{\text{отп}} \cdot k_{\text{ссс}}, \quad (3.28)$$

где $Z_{\text{ч}}$ – тарифная ставка рабочих, руб., ($Z_{\text{ч}} = 50 \dots 80$ руб/ч);

$k_d, k_{\text{отп}}, k_{\text{см}}, k_{\text{ссс}}$ – коэффициенты дополнительной оплаты труда, оплаты за стаж, оплаты отпусков и начислений по социальному страхованию.

$$C_{\text{м}1} = 60 \cdot 0,23 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 \cdot 1,2 = 22,8 \frac{\text{руб}}{\text{м}},$$

$$C_{\text{м}0} = 60 \cdot 0,33 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 \cdot 1,2 = 32,5 \frac{\text{руб}}{\text{м}},$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{\varepsilon} = \mathfrak{D}_{\varepsilon} \cdot \Pi_{\varepsilon}, \quad (3.29)$$

где Π_{ε} – стоимость электричества, руб./кВт.

$$C_{\varepsilon}^1 = 2,57 \cdot 2,43 = 6,24 \frac{\text{руб}}{\text{м}},$$

$$C_3^0 = 3,66 \cdot 2,43 = 8,91 \frac{\text{руб}}{\text{м}},$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяются по формуле:

$$A = 0,01 \cdot \frac{C_6 \cdot a}{W_q \cdot T_{\text{сод}}}, \quad (3.30)$$

где a – коэффициент амортизационных отчислений за год.

$$A_1 = 0,01 \cdot \frac{52044 \cdot 10}{4,28 \cdot 925} = 1,31 \frac{\text{руб}}{\text{м}},$$

$$A_0 = 0,01 \cdot \frac{58990 \cdot 10}{3 \cdot 925} = 2,12 \frac{\text{руб}}{\text{м}}.$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяются по формуле:

$$C_{\text{РТО}} = 0,01 \cdot \frac{C_6 \cdot H_{\text{РТО}}}{W_q \cdot T_{\text{сод}}}, \quad (3.31)$$

где $H_{\text{РТО}}$ – норма затрат на ремонт и техническое обслуживание.

$$C_{\text{РТО}1} = 0,01 \cdot \frac{52044 \cdot 16}{4,28 \cdot 925} = 2,1 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{РТО}2} = 0,01 \cdot \frac{58990 \cdot 16}{3 \cdot 925} = 3,40 \text{ руб.}$$

$$S_{\text{эк}}^1 = 22,8 + 6,24 + 2,1 + 1,31 = 32,46 \text{ руб.}$$

$$S_{\text{эк}}^0 = 32,52 + 8,91 + 3,4 + 2,12 = 47 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$S_{\text{пр}} = S_{\text{эк}} + E \cdot k_{\text{уд}}, \quad (3.32)$$

где E – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений

($E=0,10$);

$k_{\text{уд}}$ – удельные капитальные вложения, руб./т.

Удельные капитальные вложения определяются по формуле:

$$\Delta K = \frac{C_6}{W^q T_{\text{сод}}}, \quad (3.33)$$

$$\Delta K1 = \frac{52044}{4,28 \cdot 925} = 13,1 \frac{\text{руб}}{\text{м}},$$

$$\Delta K0 = \frac{58990}{3 \cdot 925} = 21,25 \frac{\text{руб}}{\text{м}},$$

$$S_{\text{пр}1} = 32,46 + 0,1 \cdot 13,1 = 33,77 \text{ руб/м}$$

$$S_{\text{нр0}} = 47 + 0,1 \cdot 21,25 = 49,125 \text{ руб./т}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{э0}} = (S_{\text{нр}}^0 - S_{\text{нр}}^1) \cdot W_{\text{г}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.34)$$

$$\mathcal{E}_{\text{э0}} = (47 - 32,46) \cdot 4,28 \cdot 925 = 57563,9 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = (S_{\text{нр}}^0 - S_{\text{нр}}^1) \cdot W_{\text{г}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.35)$$

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = (49,125 - 33,77) \cdot 4,28 \cdot 925 = 60790 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{д}}}{\mathcal{E}_{\text{э0}}}, \quad (3.36)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{52077}{57563,9} = 0,9 \text{ год.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{э0}}}{\Delta k} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}, \quad (3.37)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{1}{0,9} = 1,11.$$

Таблица 3.3 – Технико-экономические показатели кормораздатчика

Показатели	Единица измерения	Предлагаемая конструкция	Прототип
1	2	3	4
Часовая производительность	т/ч	4,28	3
Металлоемкость	кг/т	0,014	0,023
Энергоемкость	кВт ч/т	2,57	3,65
Трудоёмкость	чел ч/т	0,23	0,33
Фондоёмкость	руб/т	1,31	2,13
Удельные кап. вложения	руб/т	13,1	21,25
Эксплуатационные затраты	руб/т	32,46	47
Приведенные затраты	руб/т	33,77	49,125
Годовой экономический эффект	руб	60790	-
Годовая экономия	руб	57563,9	-
Срок окупаемости	год	0,9	-
Коэффициент эффективности капиталовложений		1,11	-

3.8 Выводы по разделу

Выполненные конструктивные расчеты показывают работоспособность конструкции измельчителя корнеклубнеплодов. Проведенный анализ существующих конструкций позволил обосновать параметры нового измельчителя корнеклубнеплодов. Определенные технико-экономические показатели сведены в таблицу 3.3, из которой видно, что замена конструкции измельчителя корнеклубнеплодов на предлагаемый позволит существенно снизить затраты на производство продукции, с одновременным сокращением металлоемкости и энергоемкости процесса, что в конечном счете скажется на эффективности производства.

ВЫВОДЫ

На основании выполненной работы по разработке и модернизации конструкции измельчителя кормов можно сделать следующие основные выводы:

а) Выбрана, обоснована и технологически просчитана линия по приготовлению кормов в условиях хозяйства, которая позволит экономически выгодно приготовить корма в хозяйстве.

б) Модернизированный измельчитель кормов соответствует техническим требованиям, предъявляемым к аппаратам для измельчения клубней, соответствует санитарно-гигиеническим нормам в молочной промышленности.

в) В проекте разработаны мероприятия по охране окружающей среды, которые позволяют производить экологически чистую, следовательно, конкурентоспособную продукцию на современном рынке молочных продуктов.

г) Разработанные в проекте мероприятия по технике безопасности позволяют производить продукцию в соответствии с требованиями охраны труда и санитарно-гигиенических требований.

д) Разработанные в проекте мероприятия позволяют получить годовой экономический эффект в 60790 руб., при этом срок окупаемости дополнительных капиталовложений не превышает 0,9 лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 1762797, МПК А 01 F 29/00. Измельчитель корнеклубнеплодов [Текст] / Кигун А.В., Персняя В.И. (СССР). – 4855578/15; заявлено 31.07.90; опубл. 23.09.92, Бюл. 35. – С. 4.
2. А.С. 1611265, МПК А 01 F 29/00. Измельчитель корнеклубнеплодов [Текст] / Антонов Н.М., Дружинин Н.Ю., Гупалов В.К., Селиванов А.П., Заборский А.И., Шабанов Г.М. (СССР). – 4447257/30-15; заявлено 23.06.88; опубл. 07.12.90, Бюл. 45. – С. 3.
3. Алешкин В.Р. Механизация животноводства. Агропромиздат, 1985.
4. Банников А.Г и др. Основы экологии и охраны окружающей среды. - М.: Колос, 1996 – 311.
5. Баутин В.Н. Механизация и электрификация с/х производства / В.Н. Баутин М.: - Колос, 2000.
6. Брагинец И.В., Палишкін Д.А. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. М.: Колос, 1978.
7. Булгарнев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных работ квалификационных работ – Казань, 2009.
8. Гордиенко Н., Бяковская Н. Разведение и содержание крупного рогатого скота. Учебно-справочное пособие. М: БАО, 2011. – 64с.
9. Дегтерев Г.П. Технологии и средства механизации животноводства / Г.П. Дегтерев. М.: Столичная ярмарка, 2010 - 384 с.
10. Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С. и др. Машины и оборудование для приготовления кормов. М.: Россельхозиздат, 1987-285 с.
11. Лисовский И.В. Справочная книга по механизации кормопроизводства. Л.: Лениздат, 1984-268 с.
12. Мельников С.В. Механизация животноводческих ферм. М.: колос, 1969.

13. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие. - Казань: РИЦ "Школа", 2004-144с.

14. Патент 2232495, Российская Федерация, МПК А 01 В 29/00. Измельчитель корнеплодов: № 2002131633/12: заявл. 25.11.2002: опубл. 20.07.2004 / А.А. Овчинников, В.Ф. Маркин, В.Ф. Спирин, А.А. Дмитриев. – 6 с.

15. Патент 1790339, Российская Федерация, МПК А 01 В 29/00. Измельчитель кормов: № 4868583; заявл. 24.09.1990; опубл. 23.01.1993 / В.А. Дорогожупец, В.Н. Скороходов. – 4 с.

16. Патент 2073474, Российская Федерация, МПК А 23 В 12/02. Устройство для мойки и резки корнеклубнеплодов: № 4868583; заявл. 24.09.1990; опубл. 23.01.1993 / А.В. Захаров, В.В. Петров. – 4 с.

17. Технические средства для раздачи кормов на фермах КРС: устройство, эксплуатации и техническое обслуживание: Учебное пособие / Под ред. Д.Н. Файзрахманова – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. – 195 с.

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