

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки  
сельскохозяйственной продукции

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

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

Тема: **ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ**  
**ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ С РАЗРАБОТКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ**  
**СМЕШИВАНИЯ**

Шифр ВКР.35.03.06.132.20.КРС.00.00.00

Студент – выпускник группы Б261-04  Гайнутдинов И.Р.

подпись

Ф.И.О.

Руководитель доцент  
ученое звание

  
подпись

Лушнов М.А.  
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол №12 от 17 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой доцент  
ученое звание

  
подпись

Халиуллин Д.Т.  
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки  
сельскохозяйственной продукции

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

*Халиуллин Д.Т.*

«24» апреля 2020 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

Студенту\_Гайнутдинову Ильназу Ринатовичу

**Тема ВКР: ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ  
ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ С РАЗРАБОТКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ  
СМЕШИВАНИЯ**

утверждена приказом по вузу от «22» мая 2020 г. №178

**2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 20 июня 2020 года**

**3. Исходные данные**

Патенты РФ

**4. Перечень подлежащих разработке вопросов**

1. Литературно-патентный обзор
2. Технологическая часть
3. Конструктивная часть

**5. Перечень графических материалов**

1. Обзор конструкций кормораздатчиков смесителей

2. Классификация кормораздатчиков смесителей
3. Технологическая схема приготовления кормов
4. Сборочный чертеж и детализовка

#### 6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант

7. Дата выдачи задания 11 мая 2020 года.

#### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный обзор	11.05.20-25.05.20	
2	Технологические расчеты	26.05.20-5.06.20	
3	Конструктивные расчеты	6.06.20-20.06.20	

Студент группы Б261-04 Гайнутдинов И.Р. (Гайнутдинов И.Р.)

Руководитель ВКР Лушнов М.А. (Лушнов М.А.)

## АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Гайнутдинова Ильназа Ринатовича на тему: Проект технологической линии приготовления кормов с разработкой установки для смешивания

Удельный вес продукции животноводства в денежном выражении составляет около половины стоимости всей валовой продукции сельского хозяйства, а в районах интенсивного животноводства – более 60 %. Животноводство дает человеку ценные продукты питания, а также сырье для легкой и пищевой промышленности.

В связи со значительным развитием технологии приготовления кормов для животных и повышенным спросом на оборудование средних и малых мощностей по производству кормов у потребителей следует обратить внимание на их разработку, так как большинство существующих крупных кормозаводов морально устарело и на их модернизацию требуются большие капитальные вложения. А значительные расстояния между изготовителями и потребителями увеличивают транспортные расходы.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проект технологической линии приготовления кормов с разработкой кормораздатчика смесителя.

ВКР состоит из пояснительной записки на 52 листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 6 рисунков, 4 таблиц. Список использованной литературы содержит 18 наименований.

## ABSTRACT

To graduate qualification work of Gainutdinov Ilnaz Rinatovich on the topic: Design of a technological line for preparing feed with the development of a mixing plant.

The share of livestock products in monetary terms amounts to about half the value of the total gross agricultural output, and in areas of intensive livestock production - more than 60%. Livestock provides people with valuable food products, as well as raw materials for the light and food industries.

Due to the significant development of animal feed preparation technology and the increased demand for equipment for medium and small feed production capacities among consumers, attention should be paid to their development, since most of the existing large feed plants are outdated and require large capital investments to modernize them. And significant distances between manufacturers and consumers increase transportation costs.

The aim of this final qualification work is to design a feed preparation line with the development of a mixer feed distributor.

VKR consists of the explanatory note on 52 sheets of the typewritten text and a graphic part on 5 sheets of the A1 format.

The note consists of introduction, three sections, conclusions and includes 6 drawings, 4 tables. The list of the used literature contains 18 names.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	8
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	.....23
2.1 Проектирование технологической линии кормления	.....23
2.2 Обоснование и выбор рациона	.....26
2.3 Расчет потребности в кормах и кормораздатчиках	27
3. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОРМОРАЗДАТЧИКА СМЕСИТЕЛЯ	.....30
3.1 Обоснование схемы кормораздатчика смесителя	.....30
3.2 Расчет кормораздатчика смесителя кормов	.....32
3.3 Требования по технике безопасности при работе с кормораздатчиком смесителем кормов	.....37
3.3.1 Физическая культура на производстве	.....39
3.4 Расчет технико-экономических показателей кормораздатчика смесителя кормов	.....43
ВЫВОДЫ	.....49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	.....50
СПЕЦИФИКАЦИИ	.....52

## ВВЕДЕНИЕ

В новых условиях хозяйствования необходимо увеличивать темпы технического и технологического перевооружения сельского хозяйства. В первую очередь это касается животноводства.

Удельный вес продукции животноводства в денежном выражении составляет около половины стоимости всей валовой продукции сельского хозяйства, а в районах интенсивного животноводства – более 60 %. Животноводство дает человеку ценные продукты питания, а также сырье для легкой и пищевой промышленности.

По организационно – экономической структуре животноводство наиболее близко подходит к промышленному производству с круглогодичным производственным процессом, строгой ритмичностью работы стационарного оборудования.

В связи со значительным развитием технологии приготовления кормов для животных и повышенным спросом на оборудование средних и малых мощностей по производству кормов у потребителей следует обратить внимание на их разработку, так как большинство существующих крупных кормозаводов морально устарело и на их модернизацию требуются большие капитальные вложения. А значительные расстояния между изготовителями и потребителями увеличивают транспортные расходы.

Поэтому целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование кормоцеха с разработкой установки для смешивания.

## 1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАЩИХ СМЕСЕЙ (патент РФ № 2296001)

Устройство для перемешивания содержит резервуар, мешалку с рабочими органами и привод с валом. Мешалка выполнена в виде верхнего и нижнего рабочих органов, причем нижний рабочий орган расположен на приводном валу с деревянным подшипником скольжения, а верхний рабочий орган выполнен с отверстиями и соединен с приводом гидроцилиндра. Верхний и нижний рабочие органы соединены между собой направляющими, выполненными в виде вертикальных стержней, жестко закрепленных на нижнем рабочем органе и проходящих через отверстия верхнего рабочего органа, которые служат для перемешивания смеси и для движения верхнего рабочего органа по высоте резервуара.

На рисунке 1 изображен общий вид устройства и сопряжение верхнего и нижнего рабочих органов.

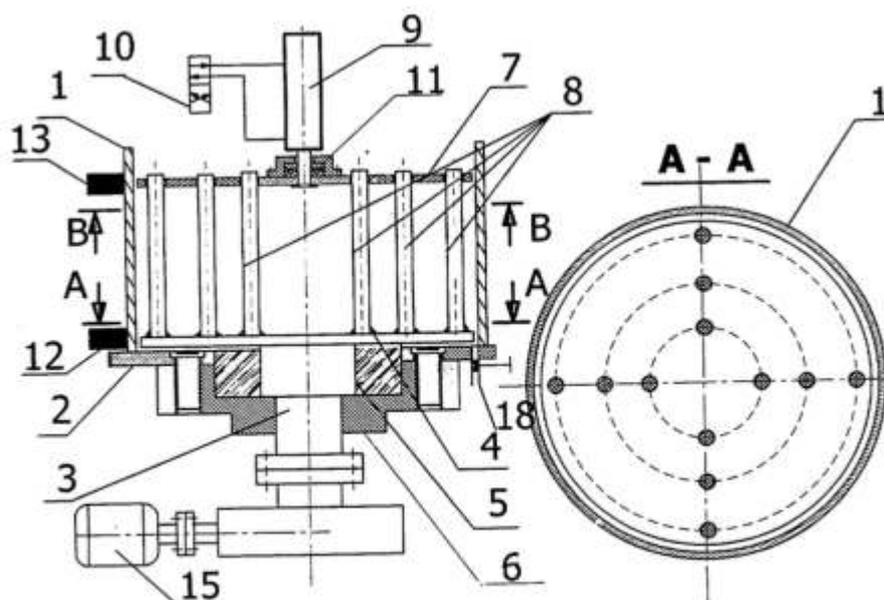


Рисунок 1 - Устройство для перемешивания влажосодержащих смесей (патент РФ № 2296001)

Устройство для перемешивания содержит резервуар 1, закрепленный на основании 2, вал 3 нижнего рабочего органа 4, пропущенного через деревянный подшипник скольжения 5, который установлен в корпусе 6, верхний рабочий орган 7 с отверстиями для направляющих стержней 8, которые жестко закреплены на нижнем рабочем органе 4, гидросистему привода гидроцилиндра 9 двухпозиционного распределителя 10, упорный подшипник 11, соединенный с верхним рабочим органом 7, датчики 12 и 13 системы включения реверса 14, электродвигатель 15, электромагнитный привод 16, плунжерный насос 17, магистраль слива 18. Подшипник скольжения 5 является самоуплотняющимся за счет впитывания влаги из перемешиваемой смеси.

Устройство для перемешивания работает следующим образом (рисунок 1).

Перемешиваемые компоненты помещаются в резервуар через отверстия в верхнем рабочем органе. Включается электродвигатель.

Электродвигатель одновременно передает крутящий момент на редуктор и на плунжерный насос привода гидроцилиндра.

Перемещение верхнего рабочего органа по направляющим осуществляется при помощи гидроцилиндра, имеющего возможность изменять направление движения за счет переключения двухпозиционного распределителя, установленного в гидросистеме привода гидроцилиндра. При работе устройства вертикальные направляющие стержни, воздействуют на перемешиваемую смесь и на верхний рабочий орган, заставляя его вращаться синхронно с нижним рабочим органом. При этом перемешиваемая смесь перемещается в горизонтальной плоскости за счет вращения нижнего рабочего органа и одновременно перемещается через отверстия в вертикальной плоскости за счет движения по направляющим верхнего рабочего органа.

Для прохода перемешиваемой смеси в вертикальном направлении в верхнем рабочем органе имеются отверстия. При контакте верхнего рабочего органа с нижним рабочим органом срабатывает датчик системы включения реверса, вращение привода электродвигателя нижнего рабочего органа изменяется на противоположное и одновременно переключается двухпозиционный гидравлический распределитель гидроцилиндра привода верхнего рабочего органа, он начинает двигаться вверх. Переключение распределителя осуществляется электромагнитным приводом по получении сигналов от датчиков. При достижении верхнего рабочего органа максимально возможной высоты по уровню резервуара срабатывает датчик включения реверса и одновременно переключается двухпозиционный гидравлический распределитель гидроцилиндра. Нижний рабочий орган изменяет направление вращения, а верхний рабочий орган начинает двигаться вниз.

При достижении верхнего рабочего органа максимально возможной глубины по уровню резервуара срабатывает датчик включения реверса и одновременно переключается двухпозиционный гидравлический распределитель гидроцилиндра. Нижний рабочий орган изменяет направление вращения, а верхний рабочий орган начинает двигаться вверх.

При достижении необходимой консистенции смеси отключается электродвигатель, заглушаются пробками отверстия в верхнем рабочем органе, открывается магистраль слива.

За счет установки заглушек верхний рабочий орган становится поршнем, способным вытеснять смесь из резервуара.

Включается электродвигатель готовая смесь за счет перемещения верхнего рабочего органа выдавливается из резервуара. При закрытии отверстий пробками верхний рабочий орган выполняет функцию поршня для выгрузки смеси через магистраль слива.

Таким образом, в предложенном устройстве перемешивания обеспечивается сложное движение смеси (как вращательное, так и возвратно-поступательное) и процессе получения однородной массы происходит гораздо интенсивней, чем при обычном перемешивании, и занимает меньшее время и позволяет получить однородную массу большого объема за минимальное время работы. Устройство позволяет достичь эффективного сочетания двух видов воздействия на перемешиваемую смесь: совместно реверсивного вращения верхнего и нижнего рабочих органов в сочетании с возвратно-поступательным движением нижнего рабочего органа. Скорости возвратно-поступательного и реверсивного вращательного движений выбираются в зависимости от состава перемешиваемой композиции.

## **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ – РАЗДАТЧИК КОРМОВ (патент №2714731)**

**Многофункциональный измельчитель – раздатчик кормов** включает раму с ходовой частью и бункер в виде горизонтального вращающегося цилиндрического барабана с передней и задней стенками. Передняя стенка барабана закреплена на раме неподвижно и имеет проем, в котором в корпусе с выгрузными окнами размещен лопастной ротор-крыльчатка, лопасти которого снабжены измельчающими ножами. Ротор установлен подвижно в осевом направлении с возможностью выдвижения внутрь бункера, а на передней стенке внутри бункера размещена подъемно-поворотная заслонка, установленная с возможностью перекрытия проема ротора. Изобретение обеспечивает повышение надежности работы кормораздатчика, повышение производительности и расширение его функциональных возможностей за счет улучшения процесса измельчения и смешивания кормов, снижения его забиваемости.



ротора, и подниматься, освобождая его. Выдвижение ротора и подъем заслонки должны быть заблокированы и могут выполняться одним из известных способов – гидравлическим, электрическим приводом, или вручную.

Передняя часть бункера вставлена в отбортовку передней стенки 13, а заднее днище 4 имеет ось 14, через которую передается вращение на бункер от двигателя 15, а также через подшипниковый корпус 16 и стойку 17 бункер опирается на раму.

Устройство работает следующим образом.

При работе измельчителя -раздатчика корма загружаются в бункер, который установлен с небольшим уклоном вперед и приводится во вращение. В результате происходит пересыпание кормов внутри бункера, при необходимости их смешивание, и постепенное перемещение в зону вращающегося ротора, где происходит их выгрузка и, при необходимости, измельчение.

Предлагаемый измельчитель -раздатчик представляет собой по существу многофункциональную машину, в работе которой можно выделить 3 режима:

1. Измельчение кормов, предпочтительно заготовленных в виде рулонов, с одновременной их раздачей. Заслонка при этом поднята, ротор выдвинут в бункер, ножи внедряются в рулон и режут корм, измельченные частицы подхватываются воздушным потоком, проходят через ротор и выгружаются наружу в кормушку или на кормовой стол.

2. Смешивание кормов предварительное, в процессе подготовки их к раздаче. Ротор утоплен в корпусе, неподвижен, заслонка опущена, отделяет его от бункера и предохраняет от забивания, бункер вращается и перемешивает предварительно загруженные в него различные корма.

3. Раздача готового корма производится после подъема заслонки и раскручивания ротора на малых оборотах.

При использовании данной многофункциональной машины расширяются её технологические возможности, исключаются забивания ротора, повышается производительность измельчения и другие показатели.

## **МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ (патент №2685201)**

Многофункциональный смеситель-измельчитель включает корпус с загрузочной горловиной, на внутренней поверхности которого установлены направляющие ребра, шнек, режущий элемент и решетка, а также лопасти смешивания и выпусную горловину. Смеситель-измельчитель дополнительно снабжен бункером для зерна с дозатором регулирования нормы высева семян, ленточным транспортером для сапропели и поддонами для проращивания сапропелезерновой смеси. Использование изобретения позволит получить витаминно-кормовую добавку повышенного качества.

Динамика современных рыночных условий в сельскохозяйственной отрасли РФ требует интенсификации процессов производства мяса и молока, при сокращении расходов на составляющие компоненты кормления поголовья.

Существует острая необходимость в массовом производстве витаминно-кормовых добавок на основе природных ресурсов органического сырья, одним из которых является сапропель - донные отложения пресноводных водоемов, богатые витаминами и минеральными веществами.

Одним из наиболее эффективных методов применения сапропеля является проращивание на нем зеленой массы зерновых культур, в результате которого, поголовье получает целый спектр витаминов и

минеральных веществ, а корм обладает вкусовыми свойствами. Такая витаминно-кормовая добавка на основе сапропеля дает возможность приблизить параметры зимнего содержания животных к летним.

В силу специфичности производства необходимо предусмотреть ряд пошаговых технических и технологических операций: дозированная подача зерна и сапропеля, с последующим перемешиванием перед проращиванием зеленой массы; проращивание побегов зерновых культур 6-7 дней до 10-12 см (период проращивания определяется максимальным содержанием в зеленой массе аскорбиновой кислоты и каротина), далее следует перемешивание и измельчение компонентов данного продукта (выращенной зеленой массы на сапропеле, связанной с ним корневой структурой), согласно зоотехнических норм для определенного типа животных.

Для выполнения всего цикла операций технологического процесса необходим надежный агрегат с широким набором функций и рабочими органами, приспособленными под физико-механические свойства как сапропелезернового (перемешивание зерна и сапропеля перед проращиванием), так и сапропелерастительного (выращенная зеленая масса, связанная с сапропелем корневой структурой) материала. Кроме того, для равномерной подачи зерна в конструкции должен быть предусмотрен бункер для зерна с дозатором регулирования нормы высева семян. Целесообразно предусмотреть ленточный транспортер для поточной подачи сапропеля и поддоны для проращивания сапропелезерновой смеси.

В связи с сезонностью производства витаминно-кормовой добавки (зимний период выращивания животных), в остальное время своего использования, предлагаемое нами изобретение должно быть пригодно для смешивания влажных кормовых смесей, комбикормов, то есть

постоянно быть задействованным в различных технологических операциях.

На рисунке 3 изображен предлагаемый многофункциональный смеситель-измельчитель.

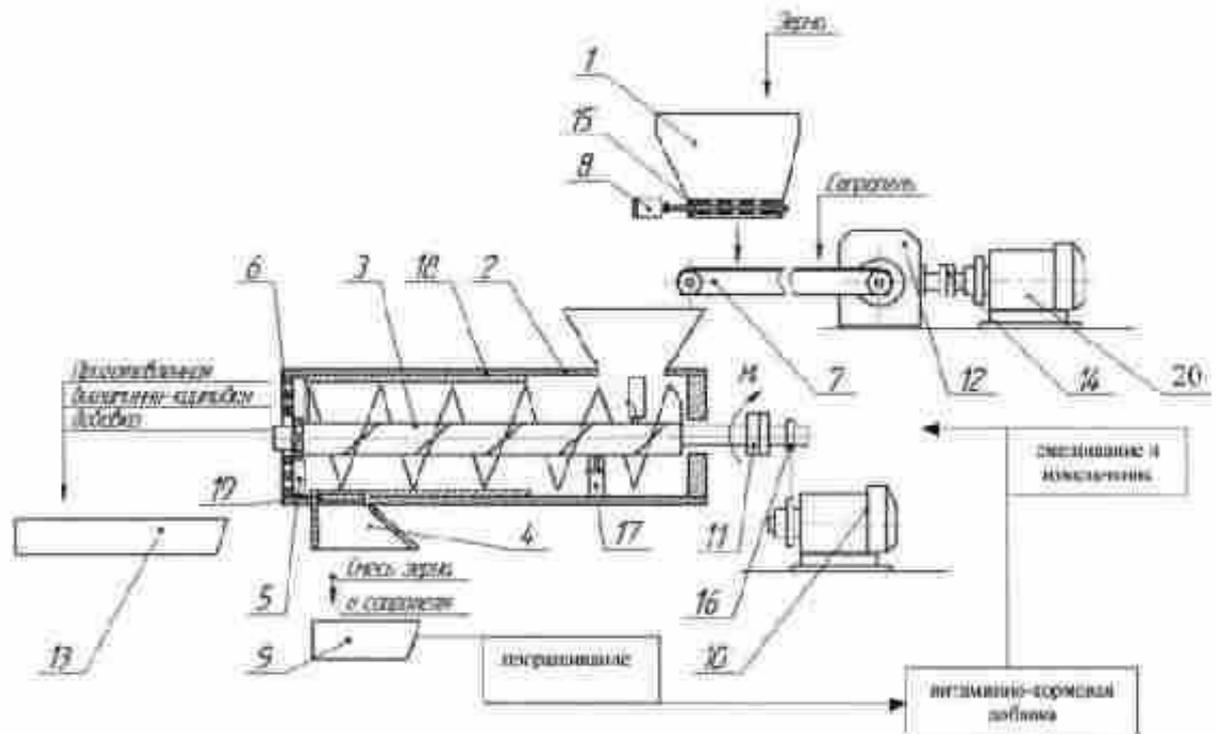


Рисунок 3 - Многофункциональный смеситель-измельчитель (патент №2685201)

Многофункциональный смеситель-измельчитель состоит из корпуса 2, в котором расположен шнек 3 и на его ступице нож 5. Для перемешивания компонентов сапропелерастительного материала на ступице шнека 3 установлены также лопатки 17. Направляющие ребра 18 прикреплены к внутренней стенке корпуса 2, вдоль оси шнека 3, только в той части устройства, где происходит уплотнение и измельчение корма. Сверху над ленточным транспортером 7 расположен дозатор 1, откуда поступают на перемешивание с сапропелем семена зерновых культур. Перемешанные зерна и сапропель попадают на поддоны 9, где идет проращивание, после чего данная витаминно-кормовая добавка опять поступает по ленточному

транспортеру 7 в смеситель-измельчитель, где перемешивается лопатками 17 и шнеком 3, затем измельчается режущей парой нож 5 и противорежущая решетка 6. Выход сапропелезерновой смеси при проращивании осуществляется через выгрузную заслонку 19 выгрузной горловины 4, установленную перед режущей парой. При смешивании и измельчении витаминно-кормовой добавки, полученной после выращивания зеленой массы на сапропеле, выгрузная заслонка 19 закрыта.

Вращение рабочего органа дозатора 15 осуществляется с помощью электродвигателя 8. На вал шнека 3 смесителя-измельчителя крутящий момент передается через ременную передачу 16 от электродвигателя 10. Перемещение ленты транспортера происходит при включении электродвигателя 20, который, в свою очередь, соединен втулочно-пальцевой муфтой 14 с червячным редуктором 12.

Многофункциональный смеситель – измельчитель работает следующим образом.

Для получения сапропелезерновой смеси и дальнейшего проращивания зеленой массы зерновых культур на сапропеле, зерно из бункера, через дозирующее устройство 15 высевается на сапропель, перемещаемый ленточным транспортером 7. После чего сапропелезерновой материал поступает через загрузочную горловину на лопатки смешивания 17 и шнек 3, где перемешивается, транспортируется шнеком к выгрузной горловине 4. В итоге через открытую заслонку 19 на поддоны падает однородная сапропелезерновая смесь, готовая к проращиванию.

Продолжительность проращивания побегов зерновых культур 6-7 дней, высота до 10-12 см. Полученная, в результате этого, витаминно-кормовая добавка снова подается ленточным транспортером 7 в многофункциональный смеситель-измельчитель на лопатки 17 и шнек 3, перемешивается, транспортируется к режущей паре (нож 5 и решетка 6) и

выходит через отверстия решетки в виде готового к скармливанию продукта (соответствие по гранулометрическому составу и однородности). При этом выгрузная заслонка 19 закрыта.

Изготовлен опытный образец заявляемого устройства, проведены испытания, подтверждающие работоспособность конструкции.

### **УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГОМОГЕННОЙ СМЕСИ ЛЕЧЕБНЫХ КОРМОВ, ВИТАМИННЫХ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ ПРЕМИКСОВ (патент №2706584)**

Установка включает **измельчитель-смеситель** для первичных премиксов и сообщающийся с ним **измельчитель-смеситель кормовых смесей**, устройства загрузки и выгрузки. Сферический корпус **измельчителя-смесителя для первичных премиксов** в нижней части выполнен в виде цилиндра. В цилиндре установлен диск с насечкой на рабочей поверхности в форме Архимедовой спирали с загибом ее в сторону, противоположную вращению двухсторонней лопасти. Лопасть закреплена на валу привода с регулируемым зазором 0,6-1,2 мм. Ее рабочая плоскость срезана под углом трения  $\alpha=12-15^\circ$ . Угол защемления между лезвием бича и насечкой на диске составляет  $\beta=18-20^\circ$ . Конструкция диска с насечкой **измельчителя-смесителя кормовой смеси** аналогична. Двухсторонний бич в поперечном сечении выполнен в форме квадрата. Верхняя часть сферического корпуса усечена на  $70^\circ$ , ее замещает направляющий обтекатель. **Измельчитель-смеситель для первичных премиксов** расположен над **измельчителем-смесителем кормовой смеси** и герметично сообщен с ним посредством патрубка. Устройство выгрузки выполнено в виде выгрузного патрубка с заслонкой. Использование изобретения позволит повысить качество приготавливаемых кормов.

Конвективное смешивание в псевдооживленном слое отличается высокой эффективностью, малым временем смешивания, простой конструкцией, однако при работе смесителя происходит сегрегация смеси – рассортирование компонентов по удельной массе частиц и размерам. Поэтому, для каждого типа смесителя и вида смеси необходимо экспериментально установить режим работы смесителя: соотношение компонентов, число оборотов вала смесителя, время смешивания, степень загрузки емкости смесителя и др.

Диффузионное смешивание осуществляется способом взаимной диффузии компонентов при совместном смятии, в результате из двух гетерогенных (неоднородных) компонентов образуется гомогенный (однородный) продукт – вещества находятся в одном агрегатном состоянии и при последующем смешивании не разделяются. Диффузионное смешивание представляется как процесс взаимного проникновения молекул одного вещества между молекулами другого, что приводит к выравниванию их концентрации по всему занимаемому объему. При этом происходит перенос вещества с мест высокой концентрации в места низкой концентрации и наоборот. Атомы соприкасающихся материалов перемешиваются на границе соприкосновения рабочих органов.

В измельчителе-смесителе кормовой смеси рабочим органом является не лопасть, а двусторонний прямоугольный бич, который плоской стороной перпендикулярной к рабочей поверхности диска обеспечивает воздушный поток, как вентилятор, и образует псевдооживленный слой по всей внутренней поверхности сферического корпуса.

На рисунке 6 представлена схема установки для приготовления гомогенной смеси лечебных кормов, витаминных термолабильных и минеральных премиксов:



под углом  $\alpha$ , между диском и двухсторонней лопастью имеются регулировочные прокладки 8, в нижней части измельчителя -смесителя для первичных премиксов установлен патрубок 9 с заслонкой 10.

Измельчитель -смеситель кормовой смеси 11 включает корпус в виде усеченной сферы с направляющим обтекателем 12, устройство загрузки 13 с загрузочным шлюзом 14. В нижней части на рамы 15 установлен диск 16, а на валу привода 17 закреплен двухсторонний бич 18, стороны его, прилегающие к диску, срезаны под углом трения  $\alpha$ . Между двухсторонним бичем и диском 16 установлены регулировочные прокладки 19, внизу измельчителя -смесителя кормовой смеси расположен шлюз выгрузки 20 с задвижкой 21.

Работает установка для приготовления гомогенной смеси лечебных кормов, витаминных термолабильных и минеральных премиксов следующим образом.

В измельчитель -смеситель для первичных премиксов 1 с корпусом сферической формы 2 при открытой крышке 3 и закрытой заслонке 10 помещают лечебный премикс и наполнитель в соотношении 1:1 или 1:3. Включают в работу привод вала 6 и закрепленную на нем двухстороннюю лопасть 7. Сторона, прилегающая к диску 5, закрепленному на раме 4, срезана под углом трения  $\alpha = 12-15^\circ$ . При ее вращении смесь собирается в зазоре 0,6-1,2 мм между лезвиями лопастей и насечкой на диске в форме Архимедовой спирали 22 зажимается под постоянным углом защемления  $18 - 20^\circ$ , где при совместном смятии компонентов происходит процесс взаимной диффузии, механическое вдавливание одного компонента в другой. Двухсторонняя лопасть выбрасывает смесь измельчаемой массы с воздухом на внутреннюю сферическую поверхность измельчителя -смесителя для первичных премиксов, создается устойчивый поток – псевдооживленный слой, в котором компоненты равномерно распределяются, а вакуум, в зоне вертикальной оси сферы, устойчиво

направляет поток на рабочую поверхность диска в зону диффузии; достигается замкнутый устойчивый процесс одновременного измельчения и смешивания препаратов и наполнителя – смешивание способом диффузии. При необходимости зазор регулируется прокладками 8. Процесс смешивания в измельчителе-смесителе для первичных премиксов происходит в течение 30-40 с. Полученный первичный премикс через патрубок 9 при открытой заслонке 10 и шлюз 14 высыпается в измельчитель-смеситель кормовой смеси 11 и в него из загрузочного устройства 13 добавляют 15-20% от установленной дозы наполнителя. Приводится в работу вал привода 17 с закрепленным на нем двухсторонним бичем 18, который срезанной плоскостью под углом трения  $\alpha$ , примыкающей к диску 16, закрепленного на раме 15, захватывает смешиваемую массу, прижимает к насечке на диске, измельчает и равномерно выбрасывает по всему периметру ( $360^\circ$ ) внутренней сферической поверхности измельчителя-смесителя кормовой смеси поднимая его вверх, где направляющий обтекатель 12 плавно переводит направление движения псевдооживленного слоя снизу-вверх в движение сверху-вниз, чему способствует вакуум, создаваемый по оси сферического корпуса большого смесителя плоскими сторонами бича 18 и достигается устойчивый процесс диффузионного смешивания компонентов, который продолжается 3-4 мин. Работа привода останавливается, добавляется оставшаяся доза наполнителя, приводятся в работу двухсторонний бич, смешивание продолжается 4-5 мин, затем привод вала отключается и при открытой задвижке 21 через выгрузной шлюз 20 готовая смесь выгружается в тару.

Таким образом, в одной установке реализуется одновременно конвективный и диффузионный способ смешивания, в результате которого достигается высокооднородная гомогенная смесь лечебных кормов, витаминных термолабильных и минеральных премиксов.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Проектирование технологической линии кормления

Технология приготовления влажных кормовых смесей включают в себя следующие основные операции: измельчение всех видов компонентов, дозирование и смешивание. При подаче отдельных компонентов в смеситель необходимо обеспечить дозирование их в следующем пределе: для концентрированных кормов отклонение от заданной нормы должно быть не более 5%.

Применение кормосмесей в измельченном виде обеспечивает улучшение поедаемости кормов животными на 15-20%, лучшее использование питательных веществ и их усвоение повышает отдачу корма. Кормовые смеси более компактны, удобны для транспортировки и раздачи. Набор кормов, методы их подготовки, а также технология приготовления смесей для животных определяются особенностями кормопроизводства и типом кормления животных.

Поскольку все кормовые смеси содержат большое количество влаги (40-75%), то давать их животным необходимо сразу же после приготовления, создавая запас не более чем на сутки, иначе корм начинает портиться и теряет свои питательные свойства.

В последнее время получила широкое распространение технология приготовления кормовых смесей в кормоцехах.

Кормоцех представляет собой капитальное производственное помещение, предназначенное для поточного приготовления различных кормов и кормовых смесей в нужном количестве, а также в соответствии с зоотехническими требованиями.

Наиболее распространенным типом кормоцеха является кормоцех для приготовления полнорационных кормосмесей из различных компонентов без термической, химической и биологической обработки.

В таких цехах различные корма перед скармливанием лишь измельчают и смешивают, технология в них наиболее проста и не требует значительных финансовых расходов. Такая технологическая схема кормоцеха представлена на рис.2.1.

В этом кормоцехе грубые корма, сено, предварительно измельчают фуражиром ФН-1,4 или погрузчиком ПСК-5, доставляют в цех с кормовой зоны комплекса с помощью тракторных прицепов и подают на дозаторы типа ДСК-30 или ПЗМ-1,5.

Затем выровненным потоком корма поступают на ленточный транспортер ТЛ-65 линии сбора, смешивания, доизмельчения и выдачи кормосмеси.

Корнеплоды из приемного бункера ТК-50Б, загружаемого самосвальным транспортером, поступают в мойку-корморезку ИКМ-5, где очищаются, моются, измельчаются до нужного размера и направляются в дозатор сочных кормов ДС-15, а затем на ленточный транспортер ТЛ-65 линии смешивания кормов.

Концентрированные корма доставляются загрузчиком ЗСК-10, который загружает их в бункер БСК-10, откуда они по наклонному транспортеру подаются в дозатор ДК-10, обеспечивающий дозированную подачу корма на ленточный транспортер ТЛ-65.

Питательные растворы (мелассовый, мелассы с корбидом) приготавливаются в смесителе СМ-1,7. Приготовленные компоненты рациона по конвейеру ТЛ-65 подаются на смеситель-измельчитель ИС-30, ИСК-3 для смешивания, размельчения и увлажнения питательными растворами. Готовая продукция выгружается скребковым транспортером ТС-40 в кормораздатчики.

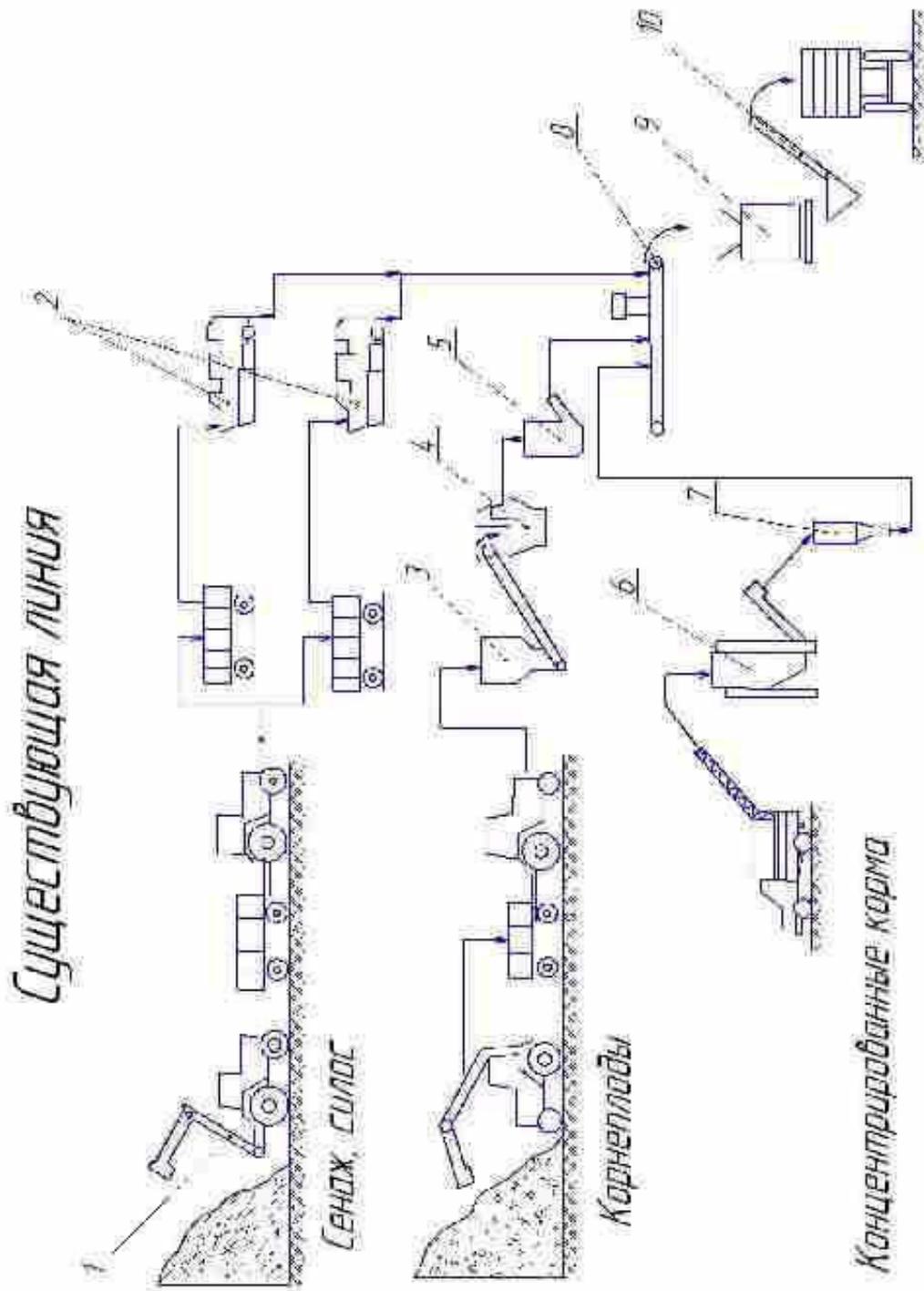


Рисунок 2.1 – Существующая технологическая схема приготовления кормов

1-Фуражир ФН – 1.4, 2-Дозатор кормов ДСК – 30, 3-Транспортер ТК – 5.0Б, 4-Измельчитель ИКМ – 5,

5-Дозатор ДС – 15, 6-Бункер конц кормов БСК – 10, 7-Дозатор ДЖ – 10, 8-Транспортер ТЛ – 65,

9-Смеситель ИСК – 3, 10-Транспортер ТС – 40М

Приготовление кормосмеси в кормоцехах связано со знач. затратами электроэнергии, с использованием дорогостоящего оборудования, значительными текущими затратами, связанными с обслуживанием и

ремонт. Также в летнее время кормоцеха простаивают, поэтому предлагается иная технология приготовления кормосмеси, изложенная ниже.

## 2.2 Обоснование и выбор рациона

Разнообразие кормов в рационах и их высокое качество – негременное условие повышения полноценности кормления и улучшение использования питательных веществ.

Высокая продуктивность КРС и эффективность использования кормов могут поддерживаться на основе применения научно-обоснованных систем кормления.

Рационы должны удовлетворять ряду условий [7]:

- удовлетворять потребности пище в питательных веществах,
- состоять из кормов, соответствующих природе и вкусу,
- благотворно влиять на пищеварение,
- быть разнообразными по составу.

Сбалансированный рацион соответствует потребностям животного в питательности. Большое значение в приготовлении рациона имеет соотношение кормов входящих в рацион. Соблюдение этого соотношения играет огромную роль в процессе пищеварения животного.

Составляются рационы следующим образом: сначала по справочным данным определяют необходимую норму кормления, затем в соответствии с кормовым планом определяют суточные дачи кормов в зависимости от их питательности и от уровня продуктивности кур-несушек.

Оптимальное количество концентратов в рационах дойных коров находится в пределах 150-350г. на один литр молока.

Структура рациона для дойных коров в зависимости от их среднесуточного удоя дана в таблице 2.1

Таблица 2.1 - Структура рациона для дойных коров.

Наименование корма	Кол-во корма на 1 гл. в день, кг.	Питательный рацион					
		Корм едлн.	Перевар протеин	Кальций г	Фосфор г	Повар. соль	Каротин, г
Сенаж	8	2,2	178	15,0	7,0	-	200
солома	15	1,8	150	32,0	4,5	37	-
Силос кукурузный	15	1,8	226	290	4,5	-	150
свекла	10	1,5	140	5,0	3,0	-	-
концентраты	3,5	3,77	420	5,3	16,2	-	-
Повар. соль	-	-	-	-	-	33	-
Итого	51,6	11,07	1114	163,3	58,2	70	350
Требуется по корм. норм.	-	1120	1750	55	55	75	470

Для того чтобы снизить затраты кормов на единицу продукции необходимо нормировать полноценные корма при типовых рационах для зимнего, весеннего, летнего и осеннего периодов.

Концентрированные корма необходимо скармливать в виде комбикормов, что обеспечивает повышение их полноценности.

Тип кормления и рационы для сельскохозяйственных животных должны соответствовать общей задаче интенсификации сельского хозяйства и определить требования к кормопроизводству.

### 2.3 Расчет потребности в кормах и раздатчиках

Ежегодно в хозяйствах составляется кормовой баланс и план кормопользования. Потребность в кормах определяют на основании расчета выхода продукции, расхода кормов на единицу продукции и структуры кормового рациона.

Из структуры рациона находим процентное соотношение вида кормов и по коэффициенту питательности приведем корма в натуральном весе, по данным расчета заполним таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Процентное соотношение вида кормов

Наименование кормов	Коровы		Кэф-т питательности	Всего кормов в натуральном весе, т
	% в структуре	требуется т.к.ед.		
концентраты	27	244,2	1,05	434,95
Грубые всего	19	171,8		
В т.ч сено	9	81,4	0,47	273,62
Сенаж	8	72,3	0,3	424,67
Солома	2	18,1	0,24	272,08
Сочные всего	23	208,		
В т.ч силос	20	180,9	0,18	1792,22
Прочие	20			
корнеплоды	3	27,1	0,12	225,83
Зеленые всего	31	280,32	0,18	2737,89
Молочные всего				
Молоко			0,4	59
Обрат			0,08	196,87
Всего		904,32		

Силос в рационе кормов для коров составляет 20%. Доля силоса в рационе определяется из формулы [3]:

$$K = P \cdot \frac{a}{100}, \text{ т.к.ед.} \quad (2.2)$$

где  $K$  – доля силоса в рационе, т.к.ед,

$P$  – расход кормов, т.к.ед,

$a$  – процент силоса в рационе.

Для коров:

$$K_s = 17395 \times \frac{20}{100} = 3479 \text{ т.к.ед}$$

Общий расход силоса определяется [3]:

$$\sum K = K_s + K_{\text{об}}, \text{ т.к.ед} \quad (2.3)$$

$$\sum K = 3479 + 820,44 = 4299,44 \text{ т.к.ед}$$

Определяем расход корма в натуральном весе [3]:

$$H = \frac{\sum K}{P}, \text{ т.} \quad (2.4)$$

где  $P$  – коэффициент питательности кормов, к ед.

$$H = \frac{4299,44}{0,18} = 23885,8 \text{ т.}$$

Смешивание и раздача корма производится на кормораздатчике РММ – 5с потребной мощностью 7,8 кВт и часовой производительностью 7 т/ч.

Число часов работы машины за год определяется из формулы, ч [21]:

$$T_{\text{маш}} = \frac{\Omega_{\text{год}}}{W_{\text{ч}}}, \text{ час} \quad (2.5)$$

где  $\Omega$  – годовой объем работы, т.

$W_{\text{ч}}$  – часовая производительность машины, ч.

$$T_{\text{маш}} = \frac{23885,8}{7} = 3412,3 \text{ час.}$$

Потребное количество машин определяется [21]:

$$n = \frac{\Omega_{\text{год}}}{W_{\text{г}}}; \quad (2.6)$$

где  $W_{\text{г}}$  – годовая производительность машины, т/год.

$$W_{\text{г}} = W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{р}} \cdot D_{\text{р}}; \quad (2.7)$$

где  $T_{\text{р}}$  – время работы за смену, ч;

$D_{\text{р}}$  – число дней работы машины в году, дней.

$$W_{\text{г}} = 7 \cdot 15 \cdot 365 = 3285 \text{ т/год.}$$

$$n = \frac{23885,8}{3285} = 7 \text{ штук.}$$

Для выполнения данной операции требуется семь кормораздатчиков.

Количество обслуживающего персонала на один кормораздатчик -1 человек.

### 3. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОРМОРАЗДАТЧИКА СМЕСИТЕЛЯ

#### 3.1 Обоснование схемы кормораздатчика смесителя

В сельскохозяйственных предприятиях и фермерских хозяйствах которые занимаются животноводством возникает необходимость иметь надежный и не дорогой смеситель кормов, который бы удовлетворял предъявляемым требованиям (надежность, мобильность, невысокая стоимость).

Также данный смеситель кормов должен иметь возможность перемешивать влажные и концентрированные корма. Это обусловлено тем, что к сочным кормам для КРС в рацион добавляют концентрированные корма, минеральные добавки и витамины, в зависимости от рациона кормления.

С учетом этих требований нами разработан смеситель кормов, схема которого представлена на рисунке 3.1.

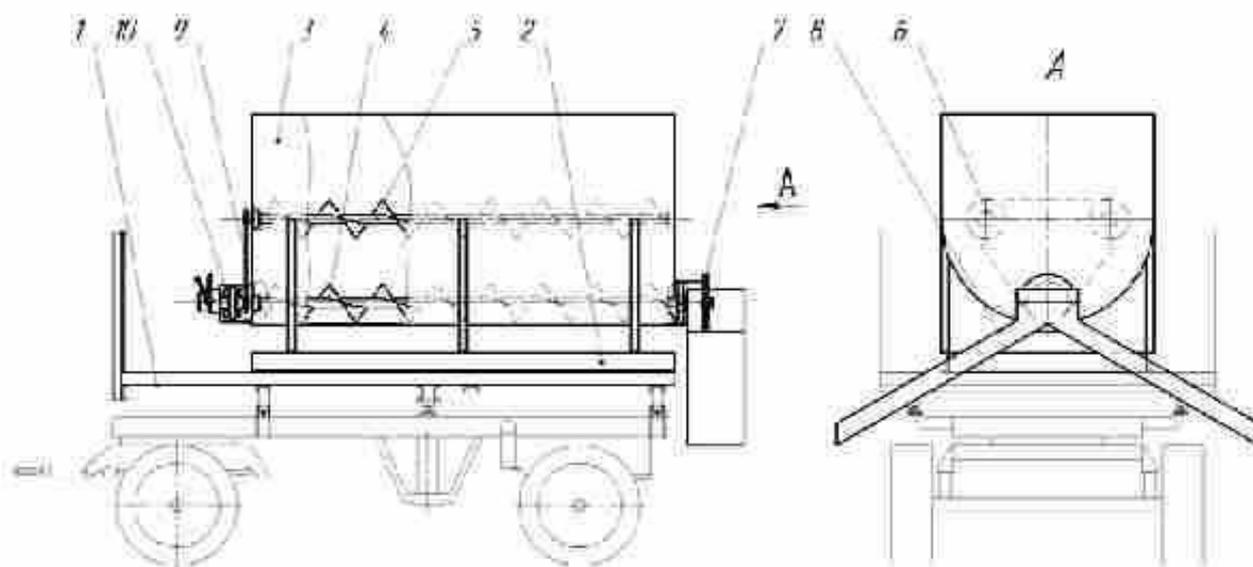
Конструкция смеситель кормов съемная. Он монтируется на тракторный прицеп и агрегируется с тракторами тягового класса 9...20 кН (Т-40, МТЗ-82 и МТЗ-1221).

На тракторный прицеп 1 установлена рама 2 с закрепленной на ней емкостью для смешивания кормов 3. Внутри емкости имеется нижний шнековый транспортер 4 для выгрузки кормосмеси и два верхних шнековых механизма 5 и 6 для перемешивания кормосмеси. К задней части емкости для кормов, где выходит нижний шнековый транспортер, установлен выгрузной люк 7 и наклонные желоба 8, по которым кормосмесь подается к кормушкам животных или далее по технологической линии для приготовления кормов.

Привод шнековых механизмов осуществляется с помощью цепной передачи 9 и гидравлического мотора 10.

					<i>ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>Кормораздатчик смеситель</i>	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.		<i>Гайнутдинов И</i>						
Провер.		<i>Лилин М А</i>						
Т. Контр.						лист 1	листо в 19	
Н. Контр.		<i>Лилин М А</i>			<i>КазГАУ каф. ИОА группа Б261-04</i>			
Утверд.		<i>Халиллин Д.Т.</i>						

Механизм привода имеет реверсивное движение. Это необходимо для того чтобы при перемешивании корма направление вращения нижнего шнекового транспортера было направлено в противоположную сторону от выгрузного люка.



1- тракторный прицеп; 2 – рама; 3- емкость для корма; 4 – нижний шнековый транспортер; 5, 6 – верхние шнековые механизмы; 7 – выгрузной люк; 8 – наклонные желоба; 9 – цепная передача; 10 – гидравлический мотор.

Рисунок 3.1 - Схема кормораздатчика смесителя кормов

Принцип работы смесителя кормов заключается в следующем.

Выгрузной люк 7 закрыт, корма загружаются в емкость 3 в объеме не более  $4 \text{ м}^3$ . Затем начинается процесс перемешивания с помощью верхних шнековых механизмов 5,6 и нижнего шнекового транспортера 4. При этом направление вращения нижнего шнекового транспортера направлено в противоположную сторону от направления выгрузки. Привод шнековых механизмов осуществляется от гидромотора 10 и цепной передачи 9. Гидромотор подключаются к гидросистеме трактора.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ПЗ

Лист

2

### 3.2 Расчет кормораздатчика смесителя кормов

#### 3.2.1 Определение геометрических параметров смесителя кормов

Емкость смесителя представляет собой в нижней части полукруглое дно, а в верхней части вертикальные стенки. Верхняя часть емкости открытая для облегчения загрузки кормов. Вся конструкция жестко крепится на грузовую платформу тракторного прицепа.

Принимаем объем смесителя кормов, занимаемый кормами (рабочий объем)  $4\text{ м}^3$ .

Тогда полный объем определяется по формуле, [13]:

$$Q = \frac{Q_p}{K_3}, \quad (3.1)$$

где  $Q$  – полный объем смесителя кормов,  $\text{м}^3$ ;

$Q_p$  – рабочий объем смесителя кормов,  $\text{м}^3$ ;

$K_3$  – коэффициент заполнения смесителя кормов кормами,  $K_3 = 0,8$ , [7].

$$Q = 4/0,8 = 5 \text{ м}^3.$$

Полный объем кормораздатчика определяется из выражения, [7]:

$$Q = K * L * \frac{\pi^3}{4}, \quad (3.2)$$

где  $L$  – длина емкости, м;

$K$  – коэффициент учитывающий верхние вертикальные стенки, принимаем  $K=1,1$

$d$  – диаметр емкости, м.

Принимая во внимание, что отношение  $L/d = 1,2 \dots 2,5$ , [7], то принимаем  $L/d = 2$ . Тогда диаметр емкости будет равен

$$d = \sqrt[3]{\frac{K * 4 * Q}{2\pi}}, \quad (3.3)$$

										Лист
										3
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ПЗ					

$$d = \sqrt{\frac{1,1 * 4 * 5}{2 * 3,14}} = 1,52 \text{ м.}$$

Принимаем  $d = 1,5 \text{ м.}$ , тогда длина емкости будет равна:

$$L = 2 * 1,5 = 3 \text{ м.}$$

Принимаем  $L = 3 \text{ м.}$

### 3.2.3 Расчет шнекового механизма.

Для упрощения конструкции принимаем шнековые механизмы одинаковых размеров.

В дальнейшем расчет параметров шнекового механизма ведем для нижнего шнекового транспортера, как наиболее загруженного и ответственного.

Площадь заполнения поперечного сечения шнека определяется по формуле, [3]:

$$S = \varphi \frac{\pi D^2}{4}, \quad (3.4)$$

где  $\varphi$  - коэффициент заполнения сечения шнека с учетом диаметра вала и корпуса подшипника,  $\varphi = 0,2$ , [3];

$D$  – диаметр винта шнека, м.

Производительность шнекового механизма со сплошным винтом определяется по формуле:

$$Q = 3600 \varphi \frac{\pi D^2}{4} \rho_k \frac{m}{60} k = 47 \varphi * \rho_k * t * n * D^2 * k, \quad (3.5)$$

где  $t$  - шаг винта, м, принимаем  $t = D$ ;

$n$  - частота вращения вала винта,  $\text{мин}^{-1}$ , принимаем  $n = 35,5 \text{ мин}^{-1}$ , [3];

$k$  - коэффициент снижения производительности,  $k=0,25$ , [3].

Преобразуя формулу найдем диаметр винта.

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \cdot \varphi \cdot \rho_k \cdot n \cdot k}} \quad (3.6)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4}{47 \cdot 0,2 \cdot 1,05 \cdot 35,5 \cdot 0,25}} = 0,357 \text{ м.}$$

Принимаем диаметр винта шнека с учетом конструктивных особенностей  $D = 0,38 \text{ м}$ .

$$t = 0,38 \cdot 1 = 0,38 \text{ м.}$$

Принимаем  $t = 0,38 \text{ м}$ .

3.2.4 Определение мощности и подбор гидромотора для шнекового механизма.

При определении мощности привода шнековых механизмов необходимо учитывать их количество и КПД привода цепной передачи.

Расчетная мощность определяется по формуле:

$$N'_d = 3 \cdot (1 + c_0) \cdot \frac{QH}{367 \cdot \eta_{\text{пр}}}, \quad (3.7)$$

где  $N'_d$  - расчетная мощность двигателя, кВт;

$H$  - длина перемещения груза внутри кормораздатчика, м. Принимаем  $H \approx 3 \text{ м}$ ;

$c_0$  - коэффициент сопротивления,  $c_0 = 19,6$ , [3];

										Лист
										5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ПЗ					

$\eta_{\text{пр}}$  – КПД привода цепной передачи, принимаем  $\eta_{\text{пр}} = 0,7$ , [3].

$$N_{\text{д}} = 3 * (1 + 19,6) * 5 * 3 / (367 * 0,7) = 3,61 \text{ кВт.}$$

Гидромотор подбирают по требуемой мощности с учетом конструктивных параметров.

Берем реверсивный тихоходный гидромотор ВМНУ-200 со следующими характеристиками, [4].

Рабочий объем, см <sup>3</sup>	200;
Давление номин/макс, бар	140/160;
Крутящий момент номинальный/максимальный, Нм	250/300;
Частота вращения вала, мин	10...200;
Макс. расход масла, л/мин	49
Вес, кг	8,9

### 3.2.5 Приближенный расчет вала шнека

Диаметр вала шнека определяется по формуле, [3].

$$d \geq 3 \sqrt{\frac{16000 * T}{\pi [\tau]}}, \text{ мм.} \quad (3.8)$$

где  $d$  – расчетный диаметр вала шнека, мм;

$[\tau]$  – допускаемое напряжение,  $[\tau] = 15 \text{ МПа}$ , [3];

$T$  – крутящий момент передаваемый валом шнека,  $T = 300 \text{ Нм}$ , [3].

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16000 * 300}{3,14 * 35}} = 27,3 \text{ мм.}$$

### 3.2.6 Подбор муфты

Муфту подбирают по передаваемому крутящему моменту с учетом диаметров соединяемых валов.

$$T_M \geq K_M * T_D, \quad (3.9)$$

					Лист
					6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.13220.KPL.00.00.00.ПЗ

где  $T_M$  – максимальный момент передаваемой муфтой, Нм;

$K_M$  – коэффициент запаса прочности,  $K_M = 1,9 \dots 2,1$  [2].

$T_d$  – крутящий момент электродвигателя, Нм.

$$T_M = 2 * 300 = 600 \text{ Нм.}$$

Берем упругую муфту с торообразной оболочкой “Мультикросс”:

$$T_M = 900 \text{ Нм;}$$

$$d_M = 20 \dots 50 \text{ мм, [2].}$$

### 3.2.7 Расчет шпонки вала шнекового механизма.

$$L_P = \frac{2000T}{d * (h - t_1) * [\sigma]_{см}}, \text{ мм.} \quad (3.10)$$

$L_P$  – рабочая длина шпонки, мм;

$d$  – диаметр вала, принимаем  $d = 28$  мм;

$h$  – высота шпонки,  $h = 7$  мм., [3];

$t$  – глубина паза в валу под шпонку,  $t = 4$  мм., [3];

$[\sigma]_{см}$  – допускаемое напряжение смятия материала шпонки,  $[\sigma]_{см} = 350$  МПа., [3].

$$L_P = \frac{2000 * 300}{28 * (7 - 4) * 350} = 20,4, \text{ мм.}$$

$$L = L_P + b, \text{ мм} \quad (3.11)$$

где  $L$  – длина шпонки, мм;

$b$  – ширина шпонки,  $b = 8$  мм, [12].

$$L = 20,4 + 8 = 28,4, \text{ мм}$$

Берем шпонку 8x7x40 ГОСТ 23360 – 78.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ПЗ

Лист

7

### 3.2.8 Расчет грузины натяжного механизма цепи.

Диаметр проволоки грузины определяется по формуле, [9]:

$$d_{\text{ГП}} \geq \sqrt{\frac{\kappa * 8 * F_{\text{ГП}} * c}{\pi [\tau]}}, \quad (3.12)$$

где  $\kappa$  – поправочный коэффициент, принимаем  $\kappa = 1,2$ , [10];

$c$  – индекс грузины, принимаем  $c = 10$ , [10];

$[\tau]$  – допускаемое касательное напряжение поперечного сечения витка грузины,  $[\tau] = 500$  МПа, [10];

$F_{\text{ГП}}$  – усилие создаваемое пружиной, принимаем  $F_{\text{ГП}} = 800$  Н

$$d_{\text{ГП}} \geq \sqrt{\frac{1,2 * 8 * 800 * 10}{3,14 * 500}} = 6,99 \text{ мм.}$$

Принимаем  $d_{\text{ГП}} = 8$  мм, [1].

Средний диаметр грузины определяется по формуле:

$$D_0 \approx c d_{\text{ГП}}, \quad (3.13)$$

$$D_0 = 10 * 8 = 80 \text{ мм.}$$

Шаг грузины в свободном состоянии определяется по формуле:

$$t = d + \frac{\lambda_2}{z} + 0,1d, \quad (3.14)$$

где  $\lambda_2$  – длина грузины в сжатом состоянии, принимаем  $\lambda_2 = 100$  мм.

$z$  – число рабочих витков грузины, принимаем  $z = 10$ .

$$t = 8 + 100/10 + 0,1 * 8 = 18,8 \text{ мм.}$$

### 3.3 Требования по технике безопасности при работе с кормораздатчиком смесителем кормов

Перед запуском конструкции на постоянную работу мы предлагаем принять некоторые простые предосторожности.

					ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		8

Проверить правильную ориентацию вала мотора,

Необходимо сделать так, чтобы соединение не нагружалось осевыми и радиальными нагрузками.

Защитите уплотнение ведущего вала гидромотора во время покраски.

Проверьте чистоту поверхности контакта уплотнения и вала гидромотора: пыль может спровоцировать быстрый износ и утечки.

Удалите всю грязь, стружку и все посторонние тела от присоединительных фланцев входного и нагнетательного каналов.

При первом запуске установите предохранительный клапан на минимально возможное значение.

Избегайте работы гидромотора со скоростью ниже минимально допустимой и с давлением выше допустимого.

Не запускайте систему под нагрузкой при низкой температуре после длительной остановки.

Запустите систему и через несколько минут включите все компоненты, удалите воздух из контура для его правильного заполнения.

Требования охраны труда перед началом работ

1. Надеть специальную одежду, обувь.
2. Подготовить свое рабочее место для работы (убрать все лишние предметы), освободить проходы (течь масла не допускается).

Требования охраны труда во время работы

Для обеспечения безопасной работы со смесителем кормов, для предотвращения аварийных ситуаций, следует соблюдать меры безопасности:

Во время смешивания не допускается добавление кормов и нахождение на площадке прицепа

При загрузке кормов запрещается находиться непосредственно в зоне погрузки.

Требования безопасности в аварийной ситуации

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ПЗ

Лист

9

Во время работы со смесителем кормов могут возникнуть аварии или аварийные ситуации, которые могут привести к несчастным случаям.

При возникновении аварий и ситуаций, которые могут привести к авариям и несчастным случаям, необходимо немедленно прекратить работы и известить руководителя.

Требования безопасности по окончании работ

Очистить смеситель от остатков корма.

Промыть его чистой водой

Убрать инструмент.

Снять спецодежду, очистить от грязи и убрать в шкаф.

Вымыть руки и лицо с мылом.

Доложить о возникавших в процессе работы неисправностях в работе механизмов, о недостатках, влияющих на безопасность труда своему непосредственному руководителю.

### 3.3.1 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда.

Некоторые традиции недавнего прошлого стоило бы возродить. Одна из них – это производственная гимнастика. Такая практика существовала в нашей стране с 30-х годов и до прекращения деятельности СССР.

Занятия физкультурой считались важной составляющей воспитания, фактором повышения производительности труда и профилактики производственных заболеваний.

Как правило, такие занятия проходили два раза в день – за час до обеденного перерыва и за час до окончания работы, они назвались "пятиминутками бодрости". Порой такая гимнастика ограничивалась одной физкультпаузой в смену.

					ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ЛЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

В последние годы во многих регионах началось возрождения полезной советской традиции

Зарядка для профилактики гиподинамии.

Говоря о значении физических упражнений, нужно вспомнить замечательного российского физиолога И. М. Сеченова. Еще в конце 19 века он доказал, что лучшее восстановление организма происходит во время активного отдыха. Данный феномен и лег в основу физкультуры на рабочем месте. Главное понимать, что независимо от рода деятельности полезно переключаться на другие занятия.

Особое значение играет производственная гимнастика для работников умственного труда. Профилактика гиподинамии интересует сегодня многих людей. Все больше руководителей начинают понимать, что здоровый сотрудник принесет больше пользы, а поэтому внедряют физкультуру в офисах. Гиподинамия — это нарушение функций организма, которое возникает при ограничении двигательной активности. Доказано, что она ведет к ухудшению работы органов и болезням. Мало того, что менеджеры ведут малоподвижный образ жизни, но из-за компьютеров страдает еще и зрение. Установлено, что постоянное сидение сокращает поток импульсов к двигательным центрам коры головного мозга. Это снижает возбудимость нервных центров и отражается негативно на умственной деятельности. Кроме того влияние гиподинамии распространяется на обмен веществ, как следствие — ожирение и атеросклероз

Медики утверждают, что даже небольшая физическая нагрузка способна избавить от таких неприятных симптомов как покрасневшие глаза, боли в спине и шее, напряжения в мышцах. Кроме того, зарядка на рабочем месте способствует быстрому вхождению в рабочий режим.

Ежедневное выполнение простых упражнений — малозатратный способ профилактики гиподинамии.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ПЗ

Лист

11

Главная цель производственной гимнастики – снизить утомление. Физическая нагрузка значительно улучшает мозговое кровообращение. Также она создает множество нервных импульсов, которые обогащают мозг ощущениями. Это способствует устойчивому позитивному настрою. Если чередовать умственные занятия с физическими, то повышается устойчивость организма к стрессам, снижается вероятность возникновения нервных расстройств.

#### Виды производственной гимнастики.

Традиционно сложились три типа разминок во время рабочего дня. Это вводная гимнастика, физкультурная пауза и физкультурная минутка. Первый вид поможет зарядить тело энергией на день и гораздо легче войти в трудовой режим. Обычно делается прямо перед началом работы и занимает пять-семь минут.

Физкультпауза — это форма активного отдыха во время перерыва. Если выполнять ее правильно, она помогает значительно снизить утомление. Упражнения надо подбирать так, чтобы нагрузить те мышцы и органы, которые не были задействованы в течение дня. Такая зарядка тоже проводится в течение пяти-семи минут. Считается, что эффективнее выполнять ее в быстром темпе.

При физическом труде человек активно занят, поэтому рекомендуется применять упражнения на расслабление. Наоборот, офис-менеджерам полезнее двигаться, выполнять значительное напряжение мышц. Также нужно учитывать индивидуальные особенности сотрудников. Кроме того крайне полезен бег или ходьба. Поэтому вместо использования лифта лучше подниматься пешком.

Физкультминутка – это небольшой перерыв, который помогает снять локальное утомление. Обычно он длится не более двух минут и выполняется непосредственно на рабочем месте. Как правило, сам сотрудник подбирает несколько упражнений, которые помогут ему снять напряжение. Для этого

					<i>ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		12



### 3.4 Расчет технико-экономических показателей кормораздатчика смесителя кормов

Для сравнения выбираем типовой смеситель кормов.

В таблице 3.1. представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкции.

При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом  $X_0$ , а проектируемого  $X_1$ .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводим в такой последовательности.

Энергоемкость, металлоемкость и фондоемкость процесса вычисляется не на единицу мощности, а на единицу производительности, ввиду того, что потребляемые мощности и производительность разные.

Таблица 3.2–Технико-экономические показатели конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемый
Масса, кг	1200	1500
Балансовая, руб.	280000	300000
Потребляемая мощность, кВт	5	3,6
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел.ч	100	100
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	12	10
Годовая загрузка, ч	1000	1000
Срок службы, лет	10	10
Производительность т/ч	3,20	4,00

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводим в такой последовательности.

Часовая производительность конструкции определяется по формуле, [2]:

$$W_v = 60 \frac{\tau}{T_v} \quad (3.15)$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ПЗ

Лист  
4.

где  $\tau$  – коэффициент использования рабочего времени смены (0,6...0,9)

$T_{ц}$  – время одного рабочего цикла, мин

$$W_{ц1} = 60 \frac{0,8}{12} = 4 \text{ т/час}$$

$$W_{ц0} = 60 \frac{0,8}{15} = 3,2 \text{ т/час}$$

Металлоемкость конструкции определяется по формуле, [2]:

$$M_{e1} = \frac{G_1}{W_{ц1} \cdot T_{год} \cdot T_{ст}}; \quad (3.16)$$

$$M_{e0} = \frac{G_0}{W_{ц0} \cdot T_{год} \cdot T_{ст}},$$

где  $M_{e1}$ ,  $M_{e0}$  – металлоемкость проектируемой и существующих конструкций, кг/т;

$G_1$ ,  $G_0$  – масса проектируемой и существующей конструкции, кг;

$W_{ц1}$ ,  $W_{ц0}$  – производительность;

$T_{год}$  – годовая загрузка, час;

$T_{ст}$  – срок службы, лет.

$$M_{e1} = 1500 / (4 \cdot 1000 \cdot 10) = 0,038 \text{ кг/т},$$

$$M_{e0} = 120 / (3,2 \cdot 1000 \cdot 10) = 0,038 \text{ кг/т}.$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле, [2, стр.16]:

$$F_{e1} = \frac{C_{e1}}{W_{ц1} \cdot T_{год}}; \quad (3.17)$$

$$F_{e0} = \frac{C_{e0}}{W_{ц0} \cdot T_{год}},$$

где  $C_{e1}$ ,  $C_{e0}$  – балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкций, руб.;

$$F_{e1} = 300000 / (4 \cdot 1000) = 75 \text{ руб./т},$$

					ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		5

$$F_{\text{д}} = 280000 / (3,2 \cdot 1000) = 87,5 \text{ руб./т.}$$

Энергоемкость определяется по формуле, [2]:

$$\Theta_{\text{ел}} = \frac{N_{\text{ел}}}{W_{\text{эл}}}; \quad (3.18)$$

$$\Theta_{\text{е0}} = \frac{N_{\text{е0}}}{W_{\text{в0}}},$$

где  $\Theta_{\text{ел}}, \Theta_{\text{е0}}$  – энергоемкость проектируемой и существующей конструкции, кВт\*ч/т;

$N_{\text{ел}}, N_{\text{е0}}$  – мощность нагревателя, кВт;

$$\Theta_{\text{ел}} = 3,6/4 = 0,9 \text{ кВтч/т.}$$

$$\Theta_{\text{е0}} = 5/3,2 = 1,56 \text{ кВтч/т.}$$

Трудоемкость процесса, [2].

$$T_{\text{ел}} = \frac{n_{\text{пл}}}{W_{\text{чл}}}; \quad (3.19)$$

где  $n_{\text{пл}}$  – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{\text{д}} = \frac{1}{4} = 0,25, \text{ чел.ч/т.}$$

$$T_{\text{д0}} = \frac{1}{3,2} = 0,313 \text{ чел.ч/т.}$$

Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте находят из выражения, [2]:

$$S_1 = C_{\text{пл1}} + C_{\text{эл1}} + C_{\text{птд1}} + A_1; \quad (3.20)$$

$$S_0 = C_{\text{пл0}} + C_{\text{эл0}} + C_{\text{птд0}} + A_0$$

где  $C_{\text{пл1}}, C_{\text{пл0}}$  – затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./т.

$C_{\text{эл1}}, C_{\text{эл0}}$  – затраты на электроэнергию, руб./т;

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.13220.КРС.00.00.00.13				

$C_{\text{рем1}}, C_{\text{рем0}}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./т,

$A_1, A_0$  – амортизационные отчисления, руб./т.

Затраты на оплату труда определяются из выражения, [2]:

$$C_{\text{м1}} = z_1 \cdot T_{\text{с1}}; \quad (3.21)$$

$$C_{\text{м0}} = z_0 \cdot T_{\text{с0}};$$

где  $z_1, z_0$  – часовая ставка рабочих, начисляемая по среднему разряду, руб./ч

Согласно данным производства:

$$z_1 = z_0 = 100 \text{ руб./ч.}$$

$$C_{\text{м1}} = 100 \cdot 0,25 = 25 \text{ руб./ т,}$$

$$C_{\text{м0}} = 100 \cdot 0,313 = 31,3 \text{ руб./ т.}$$

Затраты на топливо определяются по формуле, [2]:

$$C_{\text{эл1}} = \Xi_1 \cdot Ц_{\text{э}}; \quad (3.22)$$

$$C_{\text{эл0}} = \Xi_0 \cdot Ц_{\text{э}},$$

где  $Ц_{\text{э}}$  – цена электроэнергии, ( $Ц_{\text{э}}=5 \text{ руб./кВ,}$ ),

$$C_{\text{эл1}} = 0,9 \cdot 5 = 4,5 \text{ руб./ т ;}$$

$$C_{\text{эл0}} = 1,56 \cdot 5 = 7,81 \text{ руб./ т.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяют из выражения, [2]:

$$C_{\text{рем1}} = \frac{C_{\text{б1}} \cdot H_{\text{рем1}}}{100 \cdot W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}}}; \quad (3.23)$$

$$C_{\text{рем0}} = \frac{C_{\text{б0}} \cdot H_{\text{рем0}}}{100 \cdot W_{\text{ч0}} \cdot T_{\text{год}}},$$

где  $H_{\text{рем1}}, H_{\text{рем0}}$  – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рем1}} = 300000 \cdot 10 / (100 \cdot 4 \cdot 1000) = 7,5 \text{ руб./ т,}$$

$$C_{\text{рем0}} = 280000 \cdot 12 / (100 \cdot 3,2 \cdot 1000) = 10,5 \text{ руб./ т.}$$

Затраты на амортизацию определяют из выражения, [2]:

$$A_i = \frac{Cb_i \cdot a_i}{100 \cdot W_{чл} \cdot T_{год}}; \quad (3.24)$$

где  $a_1, a_0$  – норма амортизации, %,

$$A_1 = 300000 \cdot 10 / (100 \cdot 4 \cdot 1000) = 7,5 \text{ руб./т.}$$

$$A_0 = 280000 \cdot 10 / (100 \cdot 3,2 \cdot 1000) = 8,75 \text{ руб./т.}$$

Отсюда,

$$S_{эксн1} = 25 + 4,5 + 7,5 + 7,5 = 44,5 \text{ руб./т.}$$

$$S_{эксн0} = 31,3 + 7,81 + 10,5 + 8,75 = 58,31 \text{ руб./т.}$$

Приведенные затраты определяют из выражения, [2]:

$$C_{пр} = S_1 + E_H \cdot F_e \quad (3.25)$$

где  $E_H$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  $E_H = 0,15$ , [2].

$$C_{пр1} = 44,5 + (0,15 \cdot 75) = 55,74 \text{ руб./т.}$$

$$C_{пр0} = 58,31 + (0,15 \cdot 87,5) = 58,31 \text{ руб./т.}$$

Годовая экономия в рублях определяется по формуле, [2]:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_{чл} \cdot T_{год}, \quad (3.26)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (58,31 - 44,5) \cdot 4 \cdot 1000 = 55240 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле, [2]:

$$E_{год} = (C_{пр0} - C_{пр1}) \cdot W_{чл} \cdot T_{год}, \quad (3.27)$$

$$E_{год} = (58,31 - 55,74) \cdot 4 \cdot 1000 = 62740 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле, [2]:

					ВКР.35.03.06.13220КРС.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

$$T_{ок} = \frac{C_{д1}}{\mathcal{E}_{сод}}, \quad (3.28)$$

$$T_{ок} = 300000/55240 = 5,4 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле, [2]:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{сод}}{C_{д1}}, \quad (3.29)$$

$$E_{эф} = 55240/120000 = 0,18$$

Таблица 3.3– Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

Наименование показателей	Варианты		Проект в % к базовому
	Исходный	Проект	
Производительность т /ч	3,20	4,00	125,0
Металлоемкость, кг/ т	0,0375	0,0375	100,0
Фондоёмкость, руб./ т	87,50	75,00	85,7
Энергоёмкость, кВт/ т	1,563	0,900	57,6
Трудоемкость, чел·ч/ т	0,3125	0,2500	80,0
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ т	58,31	44,50	76,3
Приведенные затраты, руб./ т	71,44	55,75	78,0
Годовая экономия, руб.	–	55240	–
Годовой экономический эффект, руб.	–	62760	–
Срок окупаемости капитальных вложений, лет.	–	5,4	–
Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений	–	0,18	–

## ВЫВОДЫ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был произведен литературно-патентный обзор существующих машин и технологий были изучены новые направления в технологии приготовления кормов.

Разработанная технологическая линия отвечает последним требованиям в технологии производства кормов, что существенно позволит повысить качество вырабатываемой продукции, уменьшить ее себестоимость, улучшить условия труда, а также уменьшить загрязнение окружающей среды.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование технологической линии приготовления и раздачи кормов с разработкой устройства для смешивания.

В результате производственных расчетов было выявлено, что при внедрении этого проекта уменьшаются эксплуатационные затраты, затраты труда, металлоемкость процесса.

За счет внедрения новой технологии уменьшается число обслуживающего персонала. При внедрении проекта хозяйство получит годовую экономию в размере 55240 рублей. Срок окупаемости проекта составит 5,4 года.

Исходя из этого, рекомендуем внедрение проекта в производство сельскохозяйственной продукции, а в частности в хозяйство.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. / В.И. Анурьев 5-е изд. перераб. и доп. М: Машиностроение 1979г. в 3-х томах.
2. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, А.Р.Валиев Казань – 2009. – 64 с.
3. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности. Атлас конструкций. Учебное пособие для технических вузов. / А.А. Вайнсон Изд. 2-е, перераб. И доп. –М., “Машиностроение”, 1976 –150 с.
4. Девяткин А.И. Рациональное использование кормов./ А.И.Девяткин. –М.: Росагропромиздат, 1990.–256 с.
5. Кочетов, В.Т. и др. Сопротивление материалов./ В.Т.Кочетов, А.Д.Павленко, М.В. Кочетов. - Ростов н /Д: Феникс, 2001. - 368с.
6. Механизация приготовления кормов: Справочник М55 ник/ Сыроватка В.И., Демин А.В., Джашилов А.Х и др. – М.: Агропромиздат, 1985. –368 с.
7. Охрана труда./ Ф. М. Канарев, В. В. Бугаевский, М. А. Пережогин и др. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 351 с.
8. Перель Л.Я. Подшипники качения: Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справочник. / Л.Я. Перель– М.: Машиностроение, 1983.- 543 с
9. Поляков В.С Справочник по муфтам./ В.С.Поляков, И.Д. Барбаш, О.А. Ряховский.– 2-е изд., испр. и доп. – Л.: Машиностроение, 1979.-344с.
10. Проектирование механических передач: Учебно – справочное пособие для вузов./ С. А. Чернавский, Г. А. Снесарев, Б. С. Козинцов и др./ – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 560 с.
11. Рудаков А.И. Механизация приготовления и раздачи кормов на малых свинофермах. /А.И.Рудаков Казань. изд. КГСХА 1995. – 84 с.

12. Пат. 2714731 Российская Федерация, МПК А01К 5/00, А01F 29/00. Многофункциональный измельчитель - раздатчик кормов / Карпов В.П.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Заявл. 04.08.2019; - Опубл.: 19.02.2020 Бюл. № 5.
13. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. «Транспортирующие машины». Учебное пособие для машиностроительных вузов, 3-е изд. перераб. – М., Машиностроение, 1983.
14. Сыроватко В.И., Алябьев Е.В. «Методика проведения испытаний машин для смешивания кормов» - М., Научно-методический отдел ВИСХа, 1970.
15. Чернавский С.А. и др. «Курсовое проектирование деталей машин» - М., Машиностроение, 1980.
16. Патент №1176879 РФ, МПК. 7 А01К 5/00, – Опубл. 15.08.1985 Бюл. №33.
17. Патент №1135469 РФ, МПК. 7 А01К 5/00, – Опубл. 15.08.1985 Бюл. №3.
18. Патент №1264879 РФ, МПК. 7 А01К 5/00, – Опубл. 15.08.1986 Бюл. №39.

# СПЕЦИФИКАЦИИ