

**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: **МЕХАНИЗАЦИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОСМЕСИ  
С РАЗРАБОТКОЙ СМЕСИТЕЛЯ**

Шифр ВКР.35.03.06.214.20.ЛСК.00.00.00.ПЗ

Студент группы Б262-06у

  
\_\_\_\_\_

Осипов Е.И.

Ф.И.О.

Руководитель

доцент

ученое звание

  
\_\_\_\_\_

Лушнов М.А.

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № 7 от 5 февраля 2020 г.)

Зав. кафедрой доцент

ученое звание

  
\_\_\_\_\_

Халиуллин Д.Т.

Ф.И.О.

**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

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ / Халиуллин Д.Т./

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

### **ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

Студенту Осипову Евгению Игоревичу

Тема ВКР **Механизация приготовления кормосмеси с разработкой смесителя**

утверждена приказом по вузу от «10» января 2020 г. №6

**2. Срок сдачи студентом законченной ВКР \_\_\_\_\_**

### **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
2. Технологическая схема приготовления кормов
3. Сборочный чертеж и детализовка

**6. Консультанты по ВКР**

Раздел (подраздел)	Консультант

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный обзор		
2	Технологические расчеты		
3	Конструктивные расчеты		

Студент \_\_\_\_\_ (Осипов Е.И.)

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

## АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Осипова Евгения Игоревича на тему: Механизация приготовления кормосмеси с разработкой смесителя.

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 разработка смесителя кормов.

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

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает \_\_\_ рисунков, \_\_\_\_\_ таблиц. Список использованной литературы содержит \_\_\_ наименований.

## Abstract

To the final qualifying work of Osipov Evgeny Igorevich on the topic: Mechanization of preparation of feed mixtures with the development of the mixer.

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 the technology for preparing animal feed 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 develop a feed mixer.

WRC consists of an explanatory note on \_\_\_ sheets of typewritten text and a graphic part on 5 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes \_\_\_ figures, \_\_\_\_\_ tables. The list of used literature contains \_\_\_ items.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	9
1.1. Анализ существующих конструкций.....	9
2. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ НА СВИНОФЕРМЕ .....	16
2.1 Основные требования к кормам для свиней и особенности их приготовления. ....	6
2.2. Состав рациона и определение количества кормов.....	18
2.3. Поточные линии для приготовления и раздачи влажных кормовых смесей на свиноводческих фермах.....	3020
2.4. Постановка задачи конструкторской разработки. ....	3125
3. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СМЕСИТЕЛЯ.....	3326
3.1. Обоснование схемы смесителя. ....	3326
3.2. Расчет смесителя. ....	3427
3.2.1. Определение геометрических параметров смесителя.....	3427
3.2.2. Определение мощности и подбор электродвигателя. ....	3528
3.2.3. Приближенный расчет вала мешалки. ....	3629
3.2.4. Подбор муфты. ....	3730
3.2.5. Расчет шпонки вала смесителя. ....	3730
3.2.6. Подбор подшипников вала смесителя. ....	3831
3.3. Расчет заземления. ....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 33
3.4 Состояние охраны труда.....	934
3.4.1 Основные мероприятия для улучшения охраны труда при выполнении работ. ....	4034
3.4.2 Инструкция по технике безопасности при работе на территории свинофермы. ....	4035
3.4.3 Физическая культура на производстве.....	37

3.5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТИРУЕМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	4038
3.5.1. Установление базы для сравнения. ....	4338
3.5.2. Расчет технико-экономических показателей смесителя.....	4439
3.5.2.1. Расчеты балансовой стоимости и массы проектируемого смесителя. .....	4439
3.5.2.2. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции смесителя. ....	4742
ВЫВОДЫ.....	5349
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b>	<b>КОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ</b>
<b>ОПРЕДЕЛЕНА.50</b>	
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 смесителя.

## 1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

## Патент РФ 2527235 Лопастной смеситель

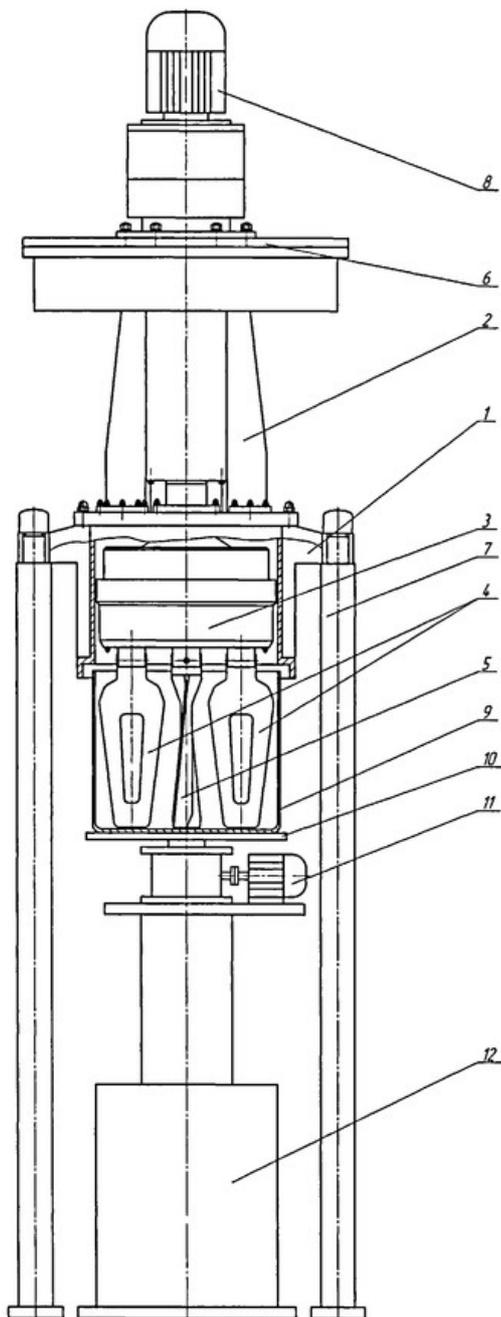


Рисунок 1.1 - Лопастной смеситель (патент РФ 2527235)

Смеситель состоит из корпуса 1, привода 2, редуктора 3. На валах привода перемешивающего устройства установлены мешалки 4 и 5, соответственно периферийные и центральная. Мешалки имеют сложную геометрическую форму, обеспечивающую эффективное перемешивание компонентов в сопря-

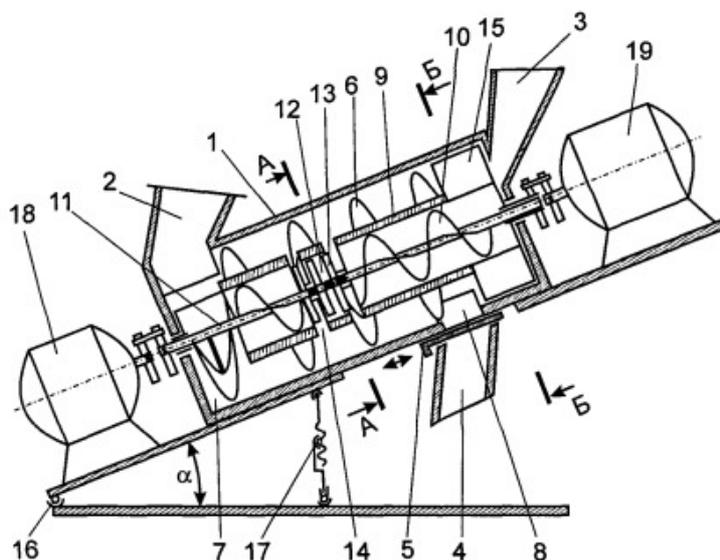
жении между собой. Редуктор 3 предназначен для передачи вращения от привода 2 к мешалкам 4 и 5. Привод 2 сверху закрыт крышкой 6. Корпус 1 закреплен на направляющих 7. На крышке 6 установлен мотор-редуктор 8, обеспечивающий вращение мешалок. К верхнему фланцу корпуса 1 крепится привод 2. Под нижним фланцем корпуса располагается емкость 9 для приготовления смеси на поворотном столе 10, в которой находятся компоненты смеси и размещаются мешалки. Вращение стола 10 осуществляется от электродвигателя 11. Емкость 9 перемещается в вертикальном направлении с помощью подъемного механизма 12.

Смеситель работает следующим образом. В емкость 9 смесителя, находящуюся в верхнем положении и соединенную с корпусом 1, через патрубки, расположенные на вертикальной стенке корпуса, загружаются исходные компоненты. Включается мотор-редуктор 8, который через привод 2 передает вращение мешалкам 4 и 5. При вращении мешалок компоненты смеси перемешиваются в емкости 9. Затем включается электродвигатель 11, который обеспечивает круговое вращение стола 10 и установленной на нем емкости 9 относительно мешалок 4 и 5 и корпуса 1. После достижения требуемой степени однородности смеси вращение мешалок и стола прекращаются. Емкость 9 опускается вниз с помощью механизма 12, снимается с перемещаемого стола 10, устанавливается на тележку и передается на следующую технологическую операцию. После выгрузки смеси из емкости 9 цикл технологических операций по приготовлению смеси повторяется.

### **Патент РФ2705334 Смеситель для сыпучих кормов**

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для смешивания кормов на животноводческих фермах. Смеситель включает корпус и механизм изменения угла наклона корпуса, загрузочный бункер, бункер добавок и выгрузной патрубков, перекрываемый заслонкой, шнековый

рабочий орган для смешивания кормов, загрузочная и выгрузная части которого соединены каналом обратного хода, расположенным внутри шнекового рабочего органа. Внутри канала обратного хода установлен дополнительный шнек с плоскими лопатками, расположенными вдоль вала в зоне диффузионного смешивания. Напротив лопаток в канале обратного хода имеются выгрузные отверстия в виде щелей, шириной, превышающей размер характерных частиц. В конце шнекового рабочего органа закреплены тангенциально изогнутые лопасти с наклоном навстречу движению корма. Максимальный угол наклона корпуса к горизонту не превышает углы внутреннего и внешнего трения корма. Техническим результатом изобретения является получение необходимого качества кормосмеси за меньшее время при пониженных энергозатратах за счет интенсификации движения компонентов корма. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1 Схема смесителя сухих рассыпных кормосмесей

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для смешивания сыпучих кормов на животноводческих фермах.

Известен универсальный смеситель кормов (см. а.с. №179110 СССР, МПК А01F), включающий корпус с рабочим органом для смешивания кормов, механизм, позволяющий изменять угол наклона корпуса, загрузочный бункер

и выгрузной патрубков, рабочий орган выполнен в виде двух встречно вращающихся шнеков, расположенных в направляющих желобах в корпусе и установленного над шнеками лопастного вала. Недостатком данного смесителя является сложность конструкции, а также наличие застойных зон в нижней части бункера и низкий коэффициент наполнения бункера.

Технической задачей является снижение энергозатрат при смешивании сыпучих кормов. От использования смесителя может быть получен следующий результат: получение сухой смеси высокого качества по заданному рецепту, низкая энергоемкость приготовления смеси. Указанный эффект достигается за счет применения смесителя сухих сыпучих кормов и добавок.

Устройство поясняется чертежами, где на фиг. 1 - показана схема смесителя; фиг. 2 - то же, разрез А-А; на фиг. 3. - то же, разрез Б-Б.

Смеситель включает корпус 1, загрузочный бункер 2, бункер 3 добавок и выгрузной патрубок 4, перекрываемый заслонкой 5, шнековый рабочий орган 6, загрузочная 7 и выгрузная 8 части которого соединены каналом 9 обратного хода, расположенного внутри шнекового рабочего органа 6. Внутри канала 9 обратного хода установлен дополнительный шнек 10 с валом 11, имеющий диффузионные участки 12 с плоскими лопатками 13 вдоль вала 11. Напротив лопаток 13 в канале 9 обратного хода имеются выгрузные отверстия 14 в виде щелей шириной, превышающей размер характерных частиц корма. В конце шнекового рабочего органа 6 закреплены тангенциально изогнутые лопасти 15 с наклоном навстречу движения корма. Корпус 1 смесителя установлена на оси 16 и может изменять угол  $\alpha$  своего наклона к горизонту с помощью винтового механизма 17.

Для выгрузки корма имеется патрубок 4, перекрываемый заслонкой 5. Рабочий 6 и дополнительный 10 шнеки имеют приводы 18 и 19 соответственно.

Технологический процесс работы смесителя осуществляется следующим образом. Смешиваемые компоненты из загрузочного бункера 2 поступают в

загрузочную часть 7 корпуса 1. Одновременно добавки из бункера 3 подаются в канал 9 и затем дополнительным шнеком 10 в загрузочную часть 7 корпуса 1. Шнековый рабочий орган 6 перемещает смешиваемые компоненты из загрузочной части 7 по наклонному корпусу 1 вверх к выгрузной части 8. При этом под действием шнековой навивки происходит перемешивание компонентов смеси.

В выгрузной части 8 рабочего органа кормовая смесь поднимается тангенциально изогнутыми лопастями 15 и пересыпается в канал 9 обратного хода. Для исключения сегрегации при самопроизвольном пересыпании корма величина угла  $\alpha$  наклона корпуса 1 устанавливается меньше угла трения корма. Перемещение компонентов корма внутри канала 9 обратного хода от выгрузной части 8 к загрузочной части 7 происходит под действием дополнительного шнека 10 и вращения канала 9 обратного хода.

В зоне диффузионного смешивания 12 под действием вращающихся лопаток 13 корм перемешивается и частично через щелевые отверстия 14 из канала 9 обратного хода пересыпается на шнековый рабочий орган 6, а частично по каналу 9 обратного хода перемещается в загрузочную часть 7 шнекового рабочего органа 6.

По окончании перемешивания открывается заслонка 5 и готовая смесь выгружается через патрубок 4.

В результате принятой схемы смесителя снижается время смешивания за счет разделения потоков кормовой смеси в зоне диффузионного смешивания при движении по каналу обратного хода под действием лопаток в дополнительном шнеке и щелевых отверстий в канале обратного хода, а также взаимопроникновению потоков материала при движении кормосмеси под действием шнекового рабочего органа от зоны загрузки к зоне выгрузки.

Наклонное расположение корпуса к горизонту дает возможность устанавливать заданный режим движения материала при смешивании различных компонентов корма.

### Патент №2033038 Смеситель кормов

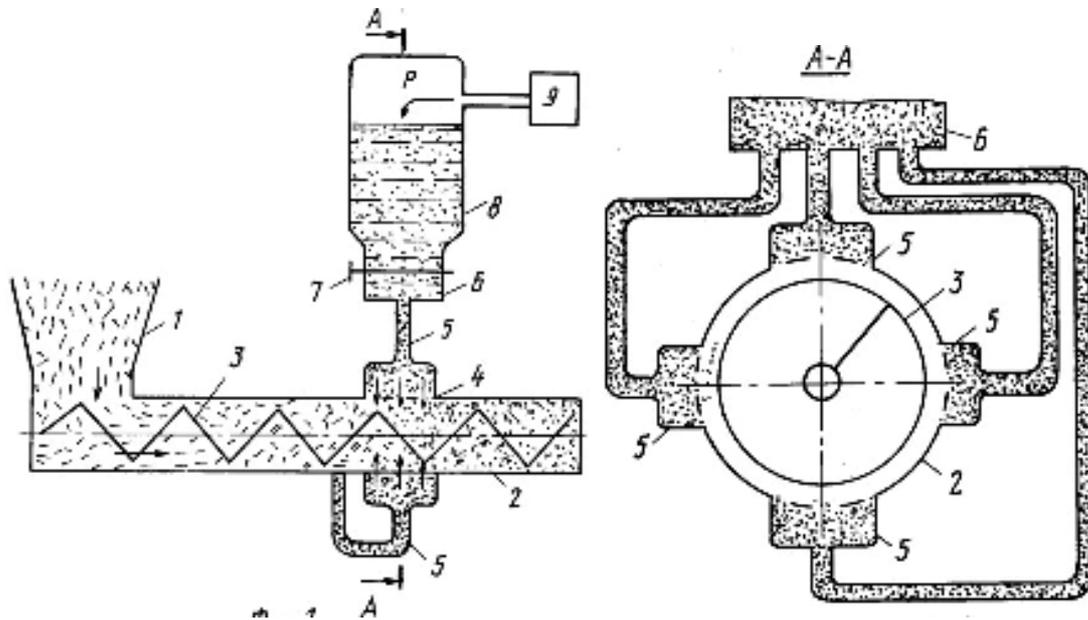


Рисунок 1.3 - Смеситель кормов (патент №2033038)

Использование: механизация сельскохозяйственного производства. Сущность изобретения: грубые корма подаются в шнековый транспортер и перемещаются по нему. В зоне приемного лотка грубых кормов установлены патрубки подачи полужидких кормов. Эта часть шнекового транспортера выполнена перфорированной. Полужидкие корма, проходя через перфорацию, дополнительно гомогенизируются, грубые корма, направляемые шнековым транспортером, при перемещении захватывают гомогенную массу и обволакиваются ею, что приводит к эффективному смешению кормов. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.

Изобретение относится к области механизации сельского хозяйства, а именно к смесителям кормов, предназначенных для приготовления корма для животных.

Известен смеситель-дозатор, содержащий трубчатый корпус с загрузочными бункерами для грубых и полужидких кормов в отдельности и шнековый транспортер.

Недостатком этого устройства является высокий разброс степени смешивания полужидких кормов по общей массе грубых кормов, что снижает равномерность распределения полужидких кормов по массе грубых кормов.

Известно также устройство, содержащее шнековый транспортер, емкости для загрузки грубых и полужидких кормов, питатель, выполненный в виде круглого кормопровода, и опоясывающий кожух шнекового транспортера на участке ближе к выходу смесителя.

Недостатком этого устройства также является низкая степень равномерности распределения полужидких кормов по массе грубых кормов.

Цель изобретения повышение равномерности распределения полужидких кормов по массе грубых кормов.

Это достигается тем, что в устройстве, содержащем загрузочный бункер для грубых кормов, шнековый транспортер, выполненный в виде трубчатого корпуса и шнека, емкость для загрузки полужидких кормов, связанный с компрессором, и питатель, связанный с емкостью для полужидких кормов через кран (вентиль), питатель выполнен в виде отдельных патрубков питателей, одним концы которых по отдельности равномерно укреплены по окружности корпуса шнекового транспортера, а другие концы по отдельности подключены к емкости для полужидких кормов, а часть корпуса шнекового транспортера, захватываемая патрубками, выполнена в виде сетки с равномерно распределенными отверстиями, причем патрубки-питатели укреплены в начале шнекового транспортера по ходу движения кормов.

Изобретение поясняется чертежами.

На фиг. 1 изображен предложенный смеситель кормов, где 1 загрузочный бункер для грубых кормов; 2 трубчатый корпус шнекового транспортера; 3 шнек; 4 участок трубчатого корпуса с отверстиями (рабочий участок); 5 патрубки-питатели; 6 распределитель; 7 кран; 8 емкость для полужидких кормов; 9 компрессор; на фиг.2 разрез А-А на фиг.1.

Смеситель кормов состоит из загрузочного бункера 1 для грубых кормов, емкости 8 для полужидких кормов, связанной с компрессором 9, шнекового транспортера с трубчатым корпусом 2 и шнеком 3, рабочий участок 4 которого выполнен с отверстиями, патрубков-питателей 5, одни концы которых подключены по отдельности через кран 7 к емкости для полужидких кормов, другие концы имеют расширенный участок и укреплены на рабочем участке транспортера так, что расширенный участок патрубков захватывает все отверстия в корпусе транспортера. Патрубки-питатели укреплены в начале шнекового транспортера.

Смеситель кормов работает следующим образом.

Загрузочный бункер для грубых кормов загружают грубыми кормами, а емкость 8 полужидкими кормами.

При вращении шнека грубые корма подаются к рабочему участку 4 шнекового транспортера. Под действием давления, создаваемого компрессором 9 в емкости 8, полужидкие корма по патрубкам 5 поступают на рабочий участок шнекового транспортера и через отверстия в трубчатом корпусе полужидкие корма равномерно по окружности проникают в зону с грубыми кормами.

Из-за расположения рабочей зоны смешивания в начале шнекового транспортера по мере дальнейшего движения грубых и полужидких кормов внутри транспортера обеспечивается дальнейшее механическое их смешивание.

Норма ввода полужидких кормов регулируется при помощи крана 7 и скоростью вращения штока 3.

Таким образом достигается равномерность распределения полужидких кормов по общей массе грубых кормов. Причем при проходе полужидких кормов через сетки происходит их гомогенизация, что облегчает их захват грубыми кормами и способствует полному обволакиванию одних кормов другими при перемещении по транспортеру.

1. СМЕСИТЕЛЬ КОРМОВ, содержащий шнековый транспортер с приемным лотком для грубых кормов и сообщенный со шнековым транспортером питатель полужидких кормов, отличающийся тем, что питатель полужидких кормов сообщен со шнековым транспортером посредством патрубков, выходные концы которых равномерно расположены по окружности корпуса транспортера в зоне его приемного лотка для грубых кормов и имеют диаметр, превышающий диаметр их приемной части, причем корпус шнекового транспортера в зоне сочленения с выходными концами патрубков выполнен перфорированным.

2. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что часть корпуса, имеющая перфорацию, выполнена из сетчатого материала.

### **Патент №2311753 Способ приготовления кормосмеси в бункерном смесителе и смеситель кормов**

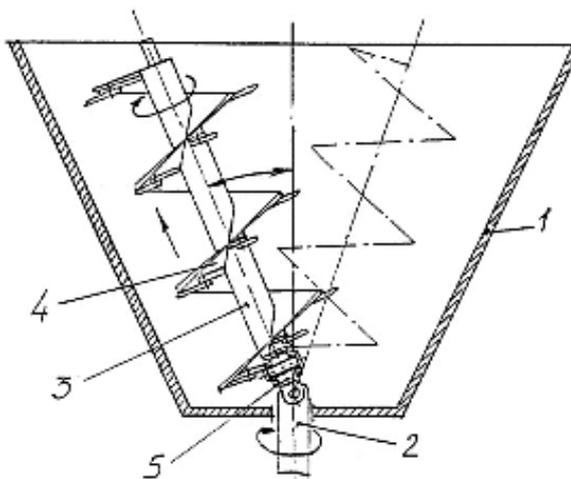


Рисунок 1.4 - Способ приготовления кормосмеси в бункерном смесителе и смеситель кормов (патент №2311753)

Смеситель кормов для осуществления способа приготовления кормосмесей в бункерном смесителе содержит вертикальный бункер 1, в днище которого вмонтирован приводной вал 2, кинематически связанный с электродвигателем, валом отбора мощности трактора или любым другим источником механической энергии.

Внутри бункера 1 установлен рабочий орган в виде цилиндрического или конического шнекового транспортера 3 со спиральными витками 4 для подъема материала в верхнюю часть бункера, кинематически связанного с приводным валом 2 посредством карданного механизма 5 (например, серьга с двумя взаимно перпендикулярными скрещивающимися осями шарниров или любой другой известный в технике вариант конструкции механизма) для возможности передачи вращения от зафиксированного относительно бункера приводного вала 2 к транспортеру 3, поворотному в пространстве бункера 1 относительно вала 2 с возможностью движения по нефиксированной траектории.

На витках 4 с нерабочей стороны размещены режущие пластины 6 с зубчатой рабочей гранью 7, которые установлены на кронштейнах 8, закрепленных на нерабочей поверхности витков 4, с расположением плоскости пластины 6 перпендикулярно к оси вращения транспортера 3, при котором зубчатая грань 7 расположена тангенциально к окружности, огибающей виток 4 в плоскости пластины 6, и выходит за габарит витка 4.

В первом примере конструктивного исполнения шнекового транспортера (фиг.3) образующая АВ зубчатой грани 7 выполнена прямолинейной длиной  $l$ , выбранной из условия  $l \leq r \cdot \operatorname{tg} \alpha_p$ , где  $r$  - радиус окружности, огибающей виток в плоскости пластины, а  $\alpha_p$  - предельный угол резанья грани.

Во втором примере конструктивного выполнения транспортера (фиг.5) образующая зубчатой грани 7 изогнута по линии, имеющей форму логарифмической спирали, у которой касательная в произвольной точке (т. С) расположена к радиусу вращения этой точки  $R_C$  под углом  $\alpha$ , определяемым из условия  $\alpha \geq \pi/2 - \alpha_p$ .

Во втором примере конструктивного выполнения смесителя приводной вал 2 верхней частью размещен в придонной зоне бункера 1 и снабжен винтовой лопастью 9 для подачи материала к коническому шнековому транспортеру 3, расположенному над днищем бункера 1, при этом лопасть 9 также снабжена режущими пластинами 6.

Смеситель снабжен также указателем пространственного положения транспортера 3 в виде штыря 10, закрепленного на свободном конце транспортера 3 и выступающего над бункером 1 в вертикальном положении транспортера 3. На конце штыря 10 может быть установлен сигнальный источник света 11 с прерывателем, отключающим питание от источника 11 при угловом отклонении от вертикали оси вращения транспортера 3.

Работа смесителя кормов для осуществления предлагаемого способа приготовления кормосмеси в бункерном смесителе производится следующим образом.

В исходном положении шнековый транспортер 3 располагается внутри бункера 1 у его стенки с максимальным наклоном своей оси вращения к оси вращения приводного вала 2, определяемым кинематической возможностью карданного механизма 5. При вращении приводного вала 2 шнековый транспортер 3 под действием карданного механизма 5 приводится во вращение вокруг собственной оси, наклонной к оси вращения приводного вала 2, одновременно исходные компоненты кормосмеси (сыпучие - силос, комбикорм, минеральные добавки и т.п. и несипучие - неизмельченное сено, солома в рассыпном виде или в тюках или рулонах) последовательно загружаются в бункер в свободное пространство между транспортером 3 и противоположной стенкой бункера 1.

При контакте витков 4 транспортера 3 с материалом начинается процесс разрыхления материала с измельчением стебельчатого компонента режущими пластинами 6 и подъемом материала вверх витками 4. Под действием неоднородной в радиальном направлении плотности материала кормосмеси вращающийся транспортер 3 начинает поворачиваться в пространстве бункера своей осью относительно вертикальной оси вращения приводного вала 2 по нефиксированной траектории с переменным угловым смещением указанных осей, зависящим от степени неоднородности плотности материала по одну и другую сторону от витков 4 транспортера 3, при этом в любом положении

транспортера 3 зубчатые грани 7 режущих пластин 6 благодаря перпендикулярному к оси вращения транспортера 3 расположению плоскости пластин 6 осуществляют распиливание стеблей при их скольжении вдоль образующей зубчатой грани 7.

В процессе поворота наклонного шнека 3 в пространстве бункера 1 вокруг вертикальной оси вращения приводного вала 2 под разрыхляющим воздействием на материал витков 4 и их транспортирующем вверх воздействием на материал производится разрыхление уплотненных зон материала и продольно-поперечная циркуляция материала внутри бункера с повышением однородности фракционного состава и физико-механических свойств у приготавливаемой кормосмеси.

После образования однородной по плотности массы кормосмеси по окружности бункера 1 в результате взаимодействия витков 4 наклонно вращающегося шнека 3 с однородным материалом происходит смещение материала по окружности витков с его уплотнением снизу под транспортером в сторону стенки и днища бункера и разрежением сверху над транспортером в сторону центральной части бункера, в результате чего транспортер 3, «всплывая» в материале, переходит по спиральной траектории в устойчивое вертикальное положение, при котором ось вращения транспортера 3 стабилизируется в вертикальном положении при совпадении с осью вращения приводного вала 2, что соответствует условию минимального энергопотребления на вращение в устойчивом положении транспортера 3, погруженного в однородный по плотности (фрикционным и другим физико-механическим свойствам) материал.

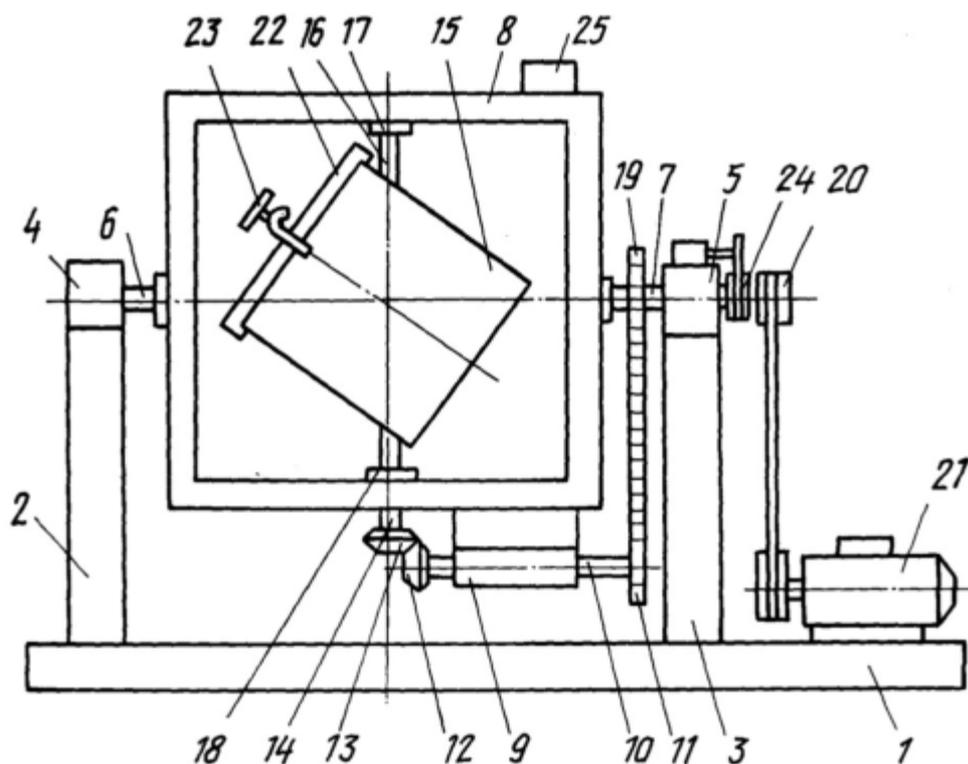
В вертикальном положении вращающегося транспортера 3 указатель 10, выступающий своим концом над монолитом материала в бункере 1, дистанционно сигнализирует оператору об окончании процесса образования однородной кормосмеси и возможности завершения процесса перемешивания материала при остановке вращения приводного вала 2. При плохой видимости в условиях работы в затемненном помещении или в вечернее время о верти-

кальном положении рабочего органа сигнализирует источник света 11 на верхнем конце указателя 10. После завершения процесса перемешивания готовая однородная по физико-механическим свойствам кормосмесь направляется потребителю (кормушка, кормовой стол и т.п.).

Предлагаемые технические решения обеспечивают адаптивный процесс приготовления кормосмеси с измельчением стебельчатого компонента в бункерном смесителе при смешивании неоднородных по плотности и физико-механическим свойствам компонентов с учетом возможных колебаний указанных параметров материала, что оптимизирует рабочий процесс бункерного смесителя по степени завершенности получения однородной по массе и фракционному составу кормосмеси.

#### **Патент РФ 2130335 Смеситель периодического действия**

Изобретение может быть использовано для приготовления смесей, суспензий, паст из зернистых, пылевидных и жидких материалов, в том числе, для приготовления стержневых смесей, литейных красок, натирочных паст, взбалтывания осадка длительно хранившихся в банках суспензий. Смеситель содержит смесительную камеру, водило и планетарный привод. Камера вращается одновременно вокруг двух взаимно перпендикулярных осей. Одна из осей расположена в диагональной плоскости смесительной камеры. Камера установлена в подшипниках, закрепленных на водиле. Последнее вращается вокруг своей оси от того же привода, что и вал камеры. Сложное вихревое движение смешиваемых компонентов в смесительной камере обеспечивает однородность смеси при минимальном времени перемешивания. 1 ил.



Изобретение относится к литейному производству и может быть использовано для приготовления смесей, суспензий, паст из зернистых, пылевидных и жидких материалов, в том числе для приготовления стержневых смесей, литейных красок, натирочных паст, взбалтывания осадка длительно хранившихся в банках суспензий.

Известны смесители для приготовления формовочных и стержневых смесей на песчаных основах с пылевидными и жидкими добавками, перемешивание которых происходит благодаря воздействию на них перемешивающих органов (катков, плужков, лопастей и т.п.) [1].

Однако такие смесители имеют следующие недостатки: смесь получается неоднородной по плотности и требует дополнительной операции после смешивания-рыхления комков; приготовляемая в таком смесителе стержневая смесь (в частности, самотвердеющая) налипает на рабочие органы, изменяет их геометрию, нарушается стабильность режима смешивания, что вызывает необходимость частой очистки смесителя, обычно, путем скалывания, приводящего к деформации его частей. Оставшиеся в смесителе отвердевшие ку-

сочки предыдущих порций засоряют последующие, что приводит к браку изготовленных из них стержней.

Известен смеситель периодического действия без перемешивающих органов, содержащий съемную цилиндрическую рабочую камеру с планетарным приводом [2].

Основной недостаток такого смесителя заключается в том, что компоненты с частицами разных размеров и разного удельного веса в камере, вращающейся только вокруг вертикальных осей, сегрегируют, не образуя однородной смеси.

Технической задачей изобретения является повышение однородности получаемой смеси при минимальном времени перемешивания, а также расширение технологических возможностей смесителя.

Технический результат достигается тем, что смесительная камера вращается одновременно вокруг двух взаимно перпендикулярных осей, причем одна ось расположена в диагональной плоскости смесительной камеры и вращается в подшипниках, закрепленных на водиле, которое вращается вокруг своей оси от того же привода, что и ось камеры.

Сложное вихревое движение смешиваемых компонентов в смесительной камере обеспечивает однородность смеси при минимальном времени перемешивания.

Компоненты, образующие самотвердеющую смесь с ограниченной живучестью или химически агрессивные, можно загружать в смесительную камеру в мешке из мягкого, непроницаемого для жидкостей, химически стойкого материала, например полиэтилена.

Суспензии с осадком загружают в смесительную камеру для взбалтывания в закрытой упаковочной таре (например, в банке с малярной или другой краской), которую фиксируют с помощью известных устройств.

На чертеже схематично изображен смеситель.

Смеситель содержит станину 1, на стойках 2 и 3 которой установлены подшипники 4 и 5 для цапфы 6 и солнечного вала 7 водила 8 с подшипником 9 для планетарного вала 10 с установленными на нем планетарной звездочкой 11 и конической шестерней 12, образующей пару с конической шестерней 13, установленной на валу 14, являющимся одной из полуосей смесительной камеры 15. Другая полуось камеры 15 - цапфа 16. Полуоси установлены в подшипниках 17 и 18, закрепленных на водиле 8. На валу 7 установлены солнечная звездочка 19 и шкив 20, передающий крутящий момент от привода 21. После загрузки материалов камеру 15 закрывают крышкой 22 с быстросействующим запором 23.

Для установки смесительной камеры 15 в положение, удобное для загрузки-выгрузки, водило 8 отключается от привода 21 кулачковой сцепной муфтой 24. Для уравнивания масс на водиле установлен противовес 25.

Смеситель работает следующим образом. Подлежащие смешиванию материалы загружают в камеру 15 в нужной дозировке одним из способов: непосредственно в камеру; в мешке из мягкого материала, химически стойкого и непроницаемого для жидких компонентов, например из полиэтилена; в дополнительной емкости (например, банке с малярной краской), фиксируемой в камере с помощью известных устройств. После загрузки материалов камеру 15 закрывают крышкой 22. При включении привода 21 и муфты 24, благодаря планетарной паре 11, 19, конической паре 12, 13 и жесткому креплению водила 8 на валу 7, смесительная камера 15 вращается одновременно вокруг двух взаимно перпендикулярных осей: собственной оси 14, 16 в подшипниках 17, 18, закрепленных на водиле, и вокруг оси водила 6, 7.

По прошествии заданного времени перемешивания (для сыпучих смесей 20... 30 с.) привод 21 останавливают, отключают кулачковую муфту 24, смесительную камеру 15 располагают в удобное для разгрузки положение и разгружают.

Благодаря сложной траектории движения находящиеся в смесительной камере 15 материалы интенсивно перемешиваются, образуя гомогенную смесь.

#### Формула изобретения

Смеситель периодического действия, содержащий смесительную камеру, установленную с помощью вала в подшипниках, закрепленных на водиле, с возможностью одновременного вращения вокруг двух осей, планетарный привод вращения водила и камеры, отличающийся тем, что оси вращения смесительной камеры взаимно перпендикулярны, а одна из осей вращения камеры расположена в ее диагональной плоскости.

## 2. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ НА СВИНОФЕРМЕ

2.1. Основные требования к кормам для свиней и особенности их приготовления.

При приготовлении кормов для свиней надо учитывать факторы условий кормления, поения и ухода за животными. Они должны учитывать их биологические особенности и направлены на максимальный выход продукции и минимальные затраты труда и средств.

Промышленная технология производства свинины на крупных и небольших фермах, включает в себя ряд требований:

1. зоотехнических;
2. ветеринарных;
3. организационно-экономических;
4. строительных;
5. инженерно-технических.

Для приготовления кормосмесей большинство сельскохозяйственных кормов измельчают, подвергают термической обработке и смешивают. Так измельченное зерно легче перемешивать с другими компонентами смеси. Степень измельчения назначается в зависимости от качества корма, вида и возраста животных, которым скармливается корм, [3].

Измельчение зерновых компонентов комбикорма, используемого в рационах кормления как в смеси с другими кормами, и без смешивания, облегчает действие на них пищеварительных соков и ферментов, в результате чего повышается перевариваемость и усвояемость питательных веществ.

При измельчении зерна разрушается его оболочка, содержащая большое количество клетчатки и лигнина) которые плохо перевариваются и препятствуют доступу пищеварительных соков к питательным веществам. Свиньи же плохо пережевывают корку, особенно в жидком виде. Поэтому дробление и

плющение зерна - необходимый процесс подготовки его к скармливанию. На размол зерна, вернее на степень его измельчения (тонину размола) существуют разные точки зрения. Последние исследования и практические результаты показывают, что высокая тонина размола особенно нежелательна для пшеницы, ячменя, сорго и кукурузы. Свиньям при откорме рекомендуется давать комбикорм среднего размола с размерами частиц 1,2...1,8 мм [6].

Отдельные части смеси должны быть тщательно перемешаны, а микродобавки равномерно распределены по всему объему корма. Кормовая смесь в виде пасты более охотно поедается животными, потери кормов при этом бывают незначительными. Продолжительность смешивания в смесителе должна быть 15-20 мин, после подачи исходных доз компонентов. После смешивания корма следует немедленно раздать животным. Весь процесс приготовления смеси и ее раздача должны занимать не более 1,5-2 часа.

Мясорыбные перед скармливанием необходимо измельчать до частиц не более 5 мм, овощи - до 1,0...1,5 см зерно и другие сухие корма - до 0,5...0,8 мм.

Все корма, предназначенные для замеса, взвешивают с точностью до 3%. Витаминные, минеральные и лечебные препараты в виде добавок должны точно соответствовать дозировке. Последовательность подачи компонентов рациона в смеситель зависит в основном от объема каждого вида корма, его питательности и специфических свойств, а также от температуры тепловой обработки кормовой массы.

При отсутствии подогрева в смеситель в первую очередь закладывают горячие (вареные) корма, которые содержат мало витаминов и потери их при продолжительной обработке в смесителе не сказываются на витаминной полноценности кормосмеси в целом.

Корма с высоким содержанием витаминов (печень, дрожжи и т.п.) и витаминные препараты загружаются в смеситель в последнюю очередь.

Максимальная степень пригодности корма достигается чаще в том случае, когда после добавления последнего компонента кормового рациона сме-

шивание производится не менее 20...25 мин. Чаще всего время смешивания и весь процесс приготовления кормов зависит от применяемой технологии, используемых технических средств и исходных составляющих приготавливаемого корма.

В процессе приготовления кормосмеси учитываются также способность компонентов удерживать или поглощать влагу, взаимное сцепление частиц и другие физико-механические свойства.

## 2.2. Состав рациона и определение количества кормов

В настоящее время наибольшее распространение получили следующие рационы кормления:

концентратно-пармофельный;

концентратный;

рацион на базе пищевых отходов и отходов перерабатывающей промышленности.

Последний рацион в последнее время применяется редко, так как резко уменьшился сбор пищевых отходов, в связи с отсутствием данной службы.

Принятый рацион и типы кормления определяют систему машин для приготовления, транспортировки и раздачи кормов. Как показывает опыт передовых хозяйств, наиболее эффективными рационами являются концентраты в смеси с корнеклубнеплодами и другими сельскохозяйственными кормами с добавлением витаминов и других микродобавок, увеличивающих питательную ценность кормов в зависимости от сезона года и содержания свиней.

Поскольку кормление осуществляется жидкими кормами, необходимо определить нужное количество жидкости, при помощи которой влажность корма достигается равной 80-85% для лучшей транспортировки корма.

Оптимальная влажность корма составляет 60...65%. При такой влажности прирост веса у свиней на откорме бывает максимальный.

Потребность свиней на откорме в основных питательных веществах и элементах питания (в сутки на 1 голову) при интенсивном откорме приведены в таблице 2.1.

Среднее количество кормовых единиц составляет 2,65.

Определяем требуемое количество кормов на 1 голову для 4-х возрастных групп. из расчета, что 1 кг концентратов составляет 0,8 корм. ед.

2...3,5 месяца  $1,9/0,8 = 2,38$  кг.

3,5...5 месяцев  $2,4/0,8 = 3,0$  кг.

5...6,5 месяцев  $3,3/0,8 = 4,13$  кг.

6,5...8 месяцев  $3,8/0,8 = 4,75$  кг.

Таблица 2.1 – Потребность свиней в основных питательных веществах и элементах питания (в сутки на 1 голову) при интенсивном откорме

Возраст (месяцы)	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
Живой вес (кг)	15-25	25-37	37-53	53-70	70-88	88-100
Среднесуточный привес (гр)	300-400	350-450	450-550	550-600	600-650	650-700
Кормовые единицы	1,6	1,9	2,4	2,8	3,3	3,8
Перевариваемый протеин	190	221	259	294	330	342
Пизин	12,1	13,1	15,5	16,3	17,6	18,2
Метионин + цистин	8,9	9,8	9,9	11,2	12,6	13
Трилтофин	2,1	2,3	2,8	3Д	3,2	3,3
Клетчатка не более (гр)	95	115	164	198	264	304
Поваренная соль	16	19	22	27	33	35
Кальций, Са	10	12	14	16	19	20
Фосфор, Р	8	9	10	12	14	16
Каротин (гр)	5	7	8	15	15	15
Витамин Д (мг)	355	432	470	560	560	560
Рибофлавин (мг)	3,8	4,6	4,2	5	5,9	6,8
Протеиновая кислота	15,8	19,2	21,2	25,3	29,7	34,2
Витамин В (мг)	15,8	19,2	23,2	28	33	38

В среднем количество концентрированных кормов на 1 голову в сутки составляет:

$$(2,38+3+4,13+4,75)/4 = 3,57 \text{ кг.}$$

Общее количество кормов на 1 голову на период интенсивного откорма определяется по формуле:

$$M = N_{\text{дн}} * Q, \text{ кг.} \quad (2.1)$$

где  $N_{\text{дн}}$  – количество дней интенсивного откорма,  $N_{\text{дн}} \approx 170 \dots 180$  дней, [4];

$Q$  – суточный расход кормов на одну голову.

$$M = 3,57 * 180 = 642,6 \text{ кг.}$$

Годовое количество кормов определяется по формуле:

$$M_{\text{год}} = N_{\text{гол}} * M, \text{ кг.} \quad (2.2)$$

где  $N_{\text{гол}}$  – количество дней интенсивного откорма, принимаем  $N_{\text{гол}}=600$ .

$$M_{\text{гоя}} = 642,6 * 600 = 385560 \text{ кг.}$$

### 2.3 Поточная линия для приготовления влажных кормовых смесей

Как видно из данной технологической схемы, данный кормоцех позволяет производить помимо сырых смесей и запаренные смеси, при этом часть оборудования была заменена на более совершенное.

Ведомость оборудования представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Ведомость оборудования.

№ п/п	Оборудование	Количество
1	Измельчитель кормов “Волгарь – 5”	1
2	Котел – парообразователь Д – 721А	1
3	Дозатор сыпучих материалов	1
4	Транспортер корне- и клубнеплодов ТК – 5Б	1
5	Мойка – корнерезка ИКМ - 5	1
6	Запарник смеситель	1
7	Шнек загрузочный ШЗС – 40 М	1
8	Смеситель	1
9	Шнек выгрузной ШВС – 40 М	1
10	Кормораздатчик	1

Технологическая схема приготовления кормов представлена на рисунке 2.2.

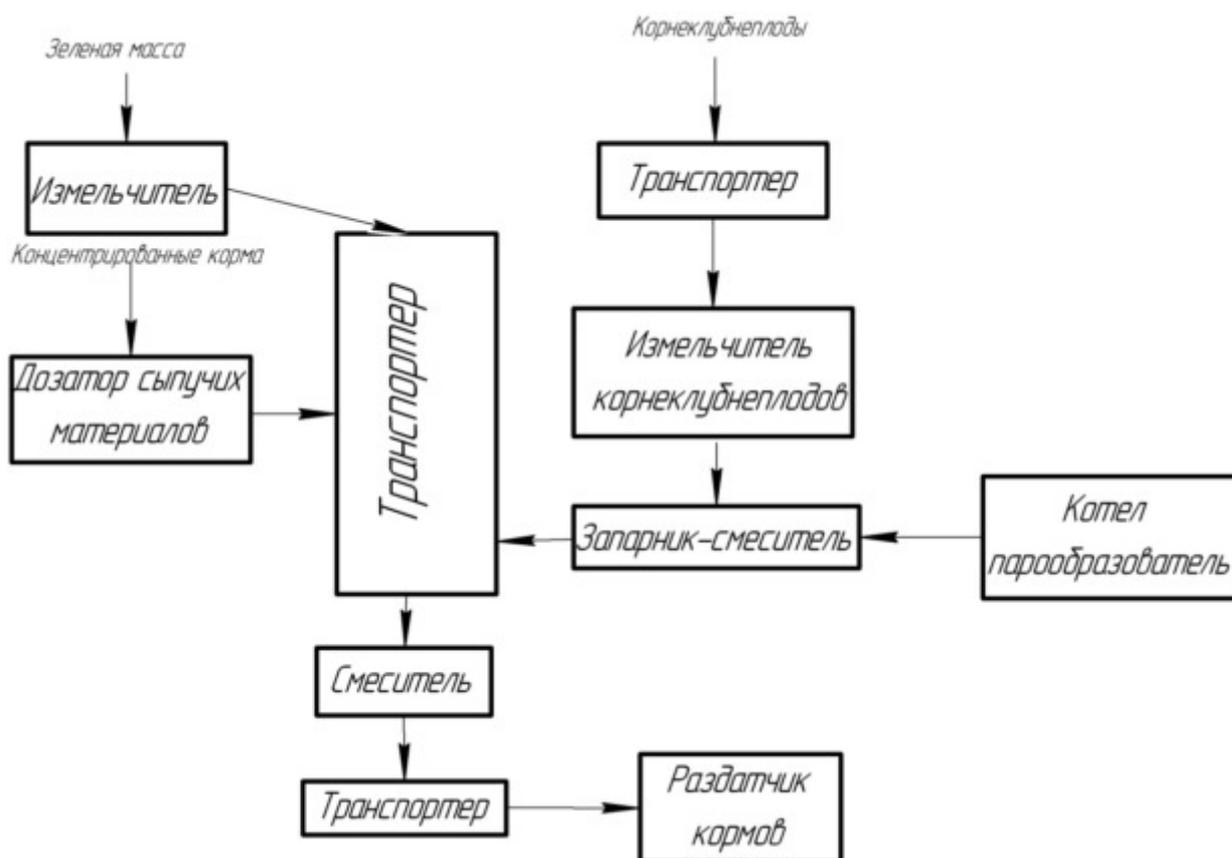


Рисунок 2.2 – Технологическая схема приготовления кормов

#### 2.4. Постановка задачи конструкторской разработки

При низком уровне механизации функционирующих ферм нередко проводят только их механизацию или неполное техническое перевооружение. Изучение состояния дел в механизации свиноводческих ферм, изучение тенденций развития машин и оборудования в этой отрасли обусловило разработку модельного оборудования для приготовления, транспортирования и раздачи влажных кормов. Оно может быть использовано на фермах с широким диапазоном поголовья.

Изучение рынка производителей сельскохозяйственной техники для животноводства показало, что последние разработки представляют мобильные агрегаты, приготовляющие и раздающие корма. Их широкое распространение обусловлено как преимуществами кормления животных кормосмесями, так и конструкцией смесителей, обеспечивающих выполнение операций с минимальными затратами труда.

Разработанный смеситель кормосмесей может применяться на малых и средних свинофермах. Также он может эффективно использоваться для определенных поло-возрастных групп на крупных свинофермах и комплексах.

Цель проектирования - увеличение производительности смешивания кормов, повышение равномерности, а также надежности работы агрегата.

### 3. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СМЕСИТЕЛЯ

#### 3.1 Обоснование схемы смесителя

В тех случаях, когда в небольших свиноводческих хозяйствах имеется в рационе большое количество корне – клубнеплодов, концентрированных кормов и зеленой массы, возникают дополнительные трудности в тщательном перемешивании и приготовлении кормов на их основе. В большинстве своем, становится необходимым увеличивать время на перемешивания для получения однородной массы.

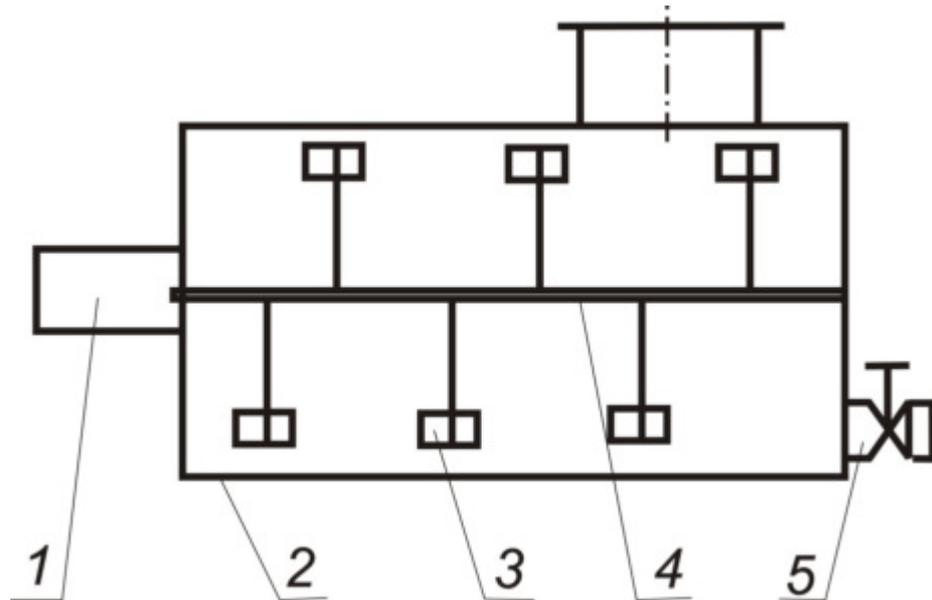
Учитывая эффективность применения лопастных смесителей для приготовления кормов, был разработан агрегат на основе лопастного смесителя с горизонтальным расположением вала смесителя. В нем, по сравнению с описанными выше агрегатами, расширены технологические возможности, заключающиеся в следующем:

агрегатом становится возможно перемешивать и выдавать в трубопровод корма пониженной влажности (до 60 %), которые являются более эффективными при откорме свиней;

предусмотрен реверсивный привод, снижающий вероятность возникновения застойных зон.

Схема агрегата приведена на рисунке 3.1.

Отмеченные выше дополнительные технологические возможности агрегата обусловлены тем, что привод рабочих органов осуществлен от электродвигателя с возможностью включения реверса. Это позволяет регулировать интенсивность смешивания и устранять застойные зоны.



1 – электропривод; 2 – смесительная емкость; 3 - рабочий орган; 4 – вал смесителя; 5 - отводящая труба.

Рисунок 3.1 – Общий вид винтового смесителя

Частота вращения вала смесителя подбирается такой, чтобы обеспечить наилучшее перемешивание.

Лопатки смесителя расположены под углом к плоскости вращения и направлены в одну сторону, что обеспечивает создание напора перемешиваемой смеси при ее выгрузке из смесителя.

### 3.2. Расчет смесителя.

#### 3.2.1. Определение геометрических параметров смесителя.

Емкость смесителя представляет собой цилиндр с загрузочным люком и выходным отверстием. Емкость располагают под небольшим углом в сторону выходного отверстия, для лучшей выгрузки кормовой смеси.

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

Тогда полный объем определяется по формуле, [13]:

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

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

$Q_P$  – рабочий объем смесителя  $\text{м}^3$ ;

$K_3$  – коэффициент заполнения смесителя кормами,  $K_3 = 0,8$ , [13].

$$Q = 3/0,8 = 3,75 \text{ м}^3.$$

Полный объем смесителя определяется по формуле, [13]:

$$Q = L * \frac{\pi d^2}{4}, \quad (3.2)$$

где  $L$  – длина емкости, м;

$d$  – диаметр емкости, м.

Принимая во внимание что отношение  $L/d = 1 \dots 1,5$ , [13], то принимаем  $L/d = 1,4$ . Тогда диаметр емкости будет равен:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4Q}{1.4\pi}}, \quad (3.3)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 * 3,75}{1.4 * 3.14}} = 1,505 \text{ м.}$$

Принимаем  $d = 1,5$  м., тогда длина емкости будет равна:

$$L = 1,4 * 1,5 = 2,1 \text{ м.}$$

Принимаем  $L = 2,1$  м.

### 3.2.2. Определение мощности и подбор электродвигателя.

Мощность для привода вала смесителя определяется по формуле:

$$N_2 = Z_L * K_B * \frac{d_L * \varpi_L * b * L_L * \rho_{см} * g}{1000}, \quad (3.6)$$

где  $N_2$  – мощность для привода вала лопастного смесителя, кВт;

$Z_{\text{л}}$  – количество лопастей в смесителе, принимаем  $Z_{\text{л}} = 6$  шт;

$K_{\text{в}}$  – коэффициент учитывающий вязкость перемешиваемой среды,  $K_{\text{в}}=1,12$ , [13];

$d_{\text{л}}$  – диаметр лопастей, принимаем  $d_{\text{л}} = 1,2$  м.;

$L_{\text{л}}$  – длина лопасти, принимаем  $L_{\text{л}} = 0,3$  м.;

$b$  – ширина лопасти, принимаем  $b = 0,05$  м.;

$\rho_{\text{см}}$  – удельная плотность смешиваемой среды,  $\rho_{\text{см}} = 1300$  кг/м<sup>3</sup>, [13];

$g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>, [12]

$\omega_{\text{л}}$  – угловая частота вращения вала лопастного смесителя, принимаем  $\omega_{\text{л}} = 3,72$  рад/с (35,5 мин<sup>-1</sup>), [12];

$$N_2 = 6 * 1,12 * 1,3 * 3,72 * 0,06 * 0,3 * 1300 * 9,81 / 1000 = 7,46 \text{ кВт.}$$

По требуемой мощности с учетом частоты вращения берется мотор – редуктор МПз2 – 80 ГОСТ 21355-75, [12].

Мощность электродвигателя 7,5 кВт частота вращения вала 1455 мин<sup>-1</sup>, крутящий момент на выходном валу мотор – редуктора  $T = 1920$  Нм [12].

### 3.2.3. Приближенный расчет вала мешалки.

Диаметр вала мешалки определяется по формуле, [12].

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16000 * T}{\pi [\tau]}}, \text{ мм.} \quad (3.7)$$

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

$[\tau]$  – допускаемое напряжение,  $[\tau] = 20$  МПа, [15];

$T$  – крутящий момент передаваемый валом мешалки,  $T = 1920$  Нм, [12].

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16000 * 1920}{3,14 * 20}} = 78,8 \text{ мм.}$$

### 3.2.4. Подбор муфты.

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

$$T'_M \geq K_M * T_D, \quad (3.8)$$

где  $T'_M$  – максимальный момент передаваемой муфтой, Нм;

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

$T_D$  – крутящий момент электродвигателя, Нм.

$$T'_M = 2 * 1920 = 3840 \text{ Нм.}$$

Берем упругую муфту с торообразной оболочкой “Мультикросс”:

$$T_M = 4000 \text{ Нм;}$$

$$d_M = 50 \dots 120 \text{ мм, [11].}$$

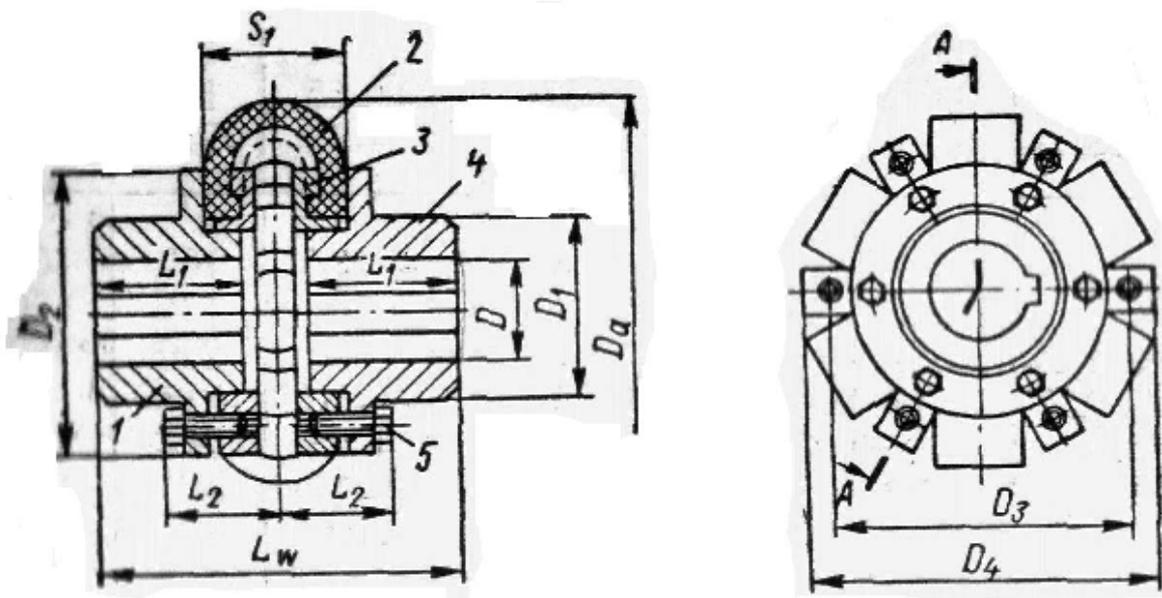


Рисунок 3.5. Упругая муфта “Мультикросс”.

### 3.2.5. Расчет шпонки вала смесителя.

$$L_P = \frac{2000T}{d * (h - t_1) * [\sigma]_{cm}}, \text{ мм.} \quad (3.8)$$

$L_P$  – рабочая длина шпонки, мм;

$d$  – диаметр вала, принимаем  $d = 80$  мм;

$h$  – высота шпонки,  $h = 14$  мм., [12];

$t$  – глубина паза в валу под шпонку,  $t = 9$  мм., [12];

$[\sigma]_{\text{см}}$  – допускаемое напряжение смятия материала шпонки,  $[\sigma]_{\text{см}} = 350$  МПа., [15].

$$L_P = \frac{2000 * 1920}{80 * (14 - 9) * 350} = 27,4, \text{ мм.}$$

$$L = L_P + b, \text{ мм} \quad (3.9)$$

где  $L$  – длина шпонки, мм;

$b$  – ширина шпонки,  $b = 22$  мм, [12].

$$L = 27,4 + 22 = 49,4, \text{ мм}$$

Берем шпонку 22x14x100 ГОСТ 23360 – 78.

### 3.2.6. Подбор подшипников вала смесителя.

Подшипники подбирают по конструктивным параметрам с учетом нагрузки, действующей на них.

Для опор вала применяем сферические шариковые подшипники № 1320 ГОСТ 5720-75 со следующими параметрами, [10]:

Внутренний диаметр	$d = 100$ мм;
Наружный диаметр	$D = 180$ мм;
Ширина подшипника	$B = 34$ мм;
Грузоподъемность динамическая	$C = 54,4$ кН;
Грузоподъемность статическая	$C_0 = 41,2$ кН.

Ресурс подшипника определяется по формуле:

$$L_h = \frac{10^6}{60 n} \left( \frac{C}{P} \right)^3, \quad (3.10)$$

где  $L_h$  – ресурс подшипника, ч;

$n$  – частота вращения вала смесителя,  $n = 35,5$  мин<sup>-1</sup>, [12];

$P$  – эквивалентная сила действующая на подшипник, Н;

$C$  – динамическая грузоподъемность подшипника,  $C = 54400$  Н, [10];

Эквивалентная сила, действующая на подшипник определяется по формуле:

$$P = (X V F_r + Y F_a) K_B K_T, \quad (3.11)$$

где  $X$  – коэффициент, учитывающий действие радиальной силы на подшипник,  $X=1$ , [10];

$Y$  – коэффициент, учитывающий действие осевой силы на подшипник,  $Y=0,6$ , [10];

$V$  – коэффициент, учитывающий какое кольцо подшипника вращается,  $V=1$ , [10];

$K_B$  – коэффициент безопасности,  $K_B = 1,2$ , [20];

$K_T$  – коэффициент, учитывающий температуру подшипника при работе,  $K_T=1,1$ , [10];

$F_r$  – радиальная сила действующая на подшипник  $F_r \approx 3000$  Н.;

$F_a$  – осевая сила, действующая на подшипник,  $F_a \approx 400$  Н.

$$P = (1*1*3000+0,6*400)*1,2*1,1 = 4276,8 \text{ Н.}$$

$$L_h = \frac{10^6}{60 * 35,5} \left( \frac{54400}{4276,8} \right)^3 = 996185 \text{ ч.}$$

Данный ресурс вполне допустим и удовлетворяет техническим требованиям, предъявляемым к конструкции смесителя.

### 3.4. Состояние охраны труда

3.4.1. Основные мероприятия для улучшения охраны труда при выполнении работ.

Издать приказ о назначении ответственного по охране труда.

Внедрить 3-х ступенчатый контроль.

Приобрести предохранительные приспособления.

Не допускать к работе лиц, не прошедших курс обучения Ответственный – инженер по технике безопасности;

На каждом участке и рабочем месте установить плакаты и инструкции по охране труда и технике безопасности.

3.4.2. Инструкция по технике безопасности при работе на территории свинофермы

Общие требования.

К работе допускаются лица не моложе 18-ти лет, прошедшие медицинскую комиссию на допуск к работе и прошедшие инструктаж по технике безопасности;

Соблюдать правила по обеспечению пожаро и взрывобезопасности;

Рабочий должен уметь оказывать первую доврачебную помощь;

За несоблюдение требований инструкции рабочий несет ответственность.

Требования безопасности перед началом работ.

Перед началом работ рабочий обязан одеть спецодежду;

Должен проверить исправность оборудования, приспособлений и инструмента, ограждений, сигнализации, заземления, местного освещения и т.п.

Ответственность за работу вентиляционных установок, наладку и наблюдение за их технической эксплуатацией, приказом директора предприятия должна возлагаться на одного из инженерно – технических работников;

Требование безопасности во время работы.

Следить за показаниями приборов;

Не залезать за защитные ограждения и под защитные кожухи во время работы оборудования.

Ежедневно и неоднократно производить очистку оборудования по мере их засорения;

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

При возникновении аварийной ситуации немедленно отключить оборудование и прекратить работу;

При получении травмы и ожогов оказать первую медицинскую помощь и сообщить руководству предприятия.

Требования безопасности по окончании работ.

Отключить оборудование;

Произвести очистку и технический осмотр оборудования;

Сдать в технически исправном состоянии оборудование;

Снять спецодежду, вымыть лицо и руки;

Сообщить начальнику цеха об окончании работ и о недостатках обнаруженных во время работы.

Мероприятия пожарновзрывобезопасности.

Для обеспечения пожарновзрывобезопасности необходимо выполнять следующие требования:

Использование открытого огня и курение в рабочей зоне категорически запрещено;

Применение неисправных электроприборов запрещается;

Лица, ответственные за состояние электроустановок, обязаны систематически контролировать состояние аппаратов защиты от перегрузок, коротких замыканий и других ненормальных режимов работы;

Поверхности оболочек с высокой температурой при работе должны быть отгорожены от случайного соприкосновения с ними в избежания получения ожогов;

Светильники для освещения помещений должны иметь защитные колпаки. Степень защиты от воздействия окружающей среды (ГОСТ 14254-80) должна быть IP54....IP64;

Открытая прокладка в стальных трубах электропроводов заподлицо с поверхностью пола не допускается. Трубы должны быть заглублены и защищены слоем цементного раствора толщиной не менее 30 мм.

Временные огневые работы должны проводиться в соответствии с “Инструкцией по организации безопасного проведения огневых работ в зданиях и сооружениях взрывопожароопасных производств согласованной с Федеральным горным и промышленным надзором России 11.06.96г № 02–35/263 и Главным управлением Государственной противопожарной службой МВД РФ 4.06 96г. № 20/2.1./1339;

При возникновении загорания необходимо немедленно прекратить работу всего оборудования аварийной кнопкой “СТОП” и сообщить в охрану предприятия.

Производственные помещения должны быть укомплектованы средствами пожаротушения, а также автоматической пожарной сигнализацией.

### 3.4.3 Физическая культура на производстве

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

Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;

- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

### 3.5 Экономическое обоснование проектируемых мероприятий

#### 3.5.1. Установление базы для сравнения.

Для того, чтобы оценить полезность проектируемого кормоцеха, необходимо провести сравнительный анализ ее показателей с уже существующим.

Для проведения организационно – экономических расчетов используем исходные данные для этого кормоцеха. С целью упорядочения сбора исходных данных используем накопительную ведомость (таблица 3.1).

В таблице 3.1. представлены сравнительные показатели существующего кормоцеха.

Таблица 3.1 – Нормативные и исходные данные для типового кормоцеха.

Наименование показателей	Единица измерения	Величина показателя
Суммарная мощность оборудования	кВт	32
Количество персонала	чел	2
Суммарная масса технологического оборудования	кг	16500

Стоимость типового кормоцепа (на 1000 откормочных голов).	т. руб.	8500
---	---------	------

### 3.5.2. Расчет технико-экономических показателей смесителя

3.5.2.1 Расчеты балансовой стоимости и массы проектируемого смесителя.

Балансовая стоимость конструкций определяется по формуле:

$$C_{\text{б}} = (C_{\text{к}} + C_{\text{о.д.}} + C_{\text{п.д.}} + C_{\text{з.п.}} + C_{\text{н}}), \quad (5.1)$$

где  $C_{\text{к}}$  – стоимость изготовления корпусных деталей (рам, каркасов), руб.;

$C_{\text{о.д.}}$  – затраты на изготовление оригинальных деталей (валы, втулки), руб.;

$C_{\text{п.д.}}$  – затраты на покупные детали, руб.;

$C_{\text{зп}}$  – зарплата с начислениями на сборку конструкции, руб.;

$C_{\text{н}}$  – накладные, общепроизводственные расходы и плановые накопления, руб.

Стоимость изготовления корпусных деталей (рама, бак, крышка бака и т.п.) определяется исходя из средней стоимости 1 кг готовых изделий:

$$C_{\text{к}} = \sum C_{\text{и}} \cdot G_{\text{к}}, \quad (5.2)$$

где  $C_{\text{и}}$  – средняя стоимость 1 кг готовых деталей по справочным данным, руб.

$G_{\text{к}}$  – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.  $C_{\text{к}} \approx 500$  кг.

$$C_{\text{к}} = 500 \cdot 20 = 10000 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей (вала, корпуса подшипника и т.п.):

$$C_{\text{о.д.}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{м}}, \quad (5.3)$$

где  $C_{зп}$  – зарплата производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб;

$C_m$  – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Зарплата определяется по формуле:

$$C_{зп} = n_{шт} \cdot z \cdot t_n \cdot k_3, \quad (5.4)$$

где  $n_{шт}$  – количество оригинальных деталей, шт;

$z$  – часовая ставка рабочих начислений по среднему размеру, руб/ч;

$t_n$  – средняя норма трудоемкости изготовления отдельных оригинальных деталей, чел.·ч;

$k_3$  – коэффициент, учитывающий различные виды доплат и начислений ( $k_3 = 1,25 \dots 1,45$ ), [16].

Согласно справочным данным:

часовая ставка рабочих начислений по среднему размеру  $Z = 100$  руб/ч;

средняя норма трудоемкости изготовления отдельных оригинальных деталей  $t_n \approx 8$  чел.·ч;

всего оригинальных деталей  $n_{шт} = 20$  шт.

$$C_{зп} = 20 \cdot 100 \cdot 8 \cdot 1,35 = 5400 \text{ руб.}$$

Стоимость материала для изготовления оригинальных деталей определяется:

$$C_m = C_i \cdot G_3, \quad (5.5)$$

где  $C_i$  – цена за 1 кг материала заготовки, руб/кг.

По справочным данным  $C_i = 15$  руб/кг.

Масса заготовки определяется по формуле:

$$G_3 = \frac{G_k}{k_3}, \quad (5.6)$$

где  $G_k$  – масса деталей, кг;

$\kappa_3$  – коэффициент использования массы заготовки ( $\kappa_3 = 0,7$ ), [14].

По чертежам  $G_k \approx 120$  кг;

$$G_3 = 120/0,7 = 171 \text{ кг.}$$

Тогда,

$$C_M = 15 \cdot 171 = 2565 \text{ руб.}$$

$$C_{од} = 5400 + 2565 = 7965 \text{ руб.}$$

Зарплата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяется по формуле:

$$C_{зп} = z_i \cdot t_{сб} \cdot \kappa_3, \quad (5.7)$$

где  $z_i$  – средняя часовая тарифная ставка, руб/ч;

$t_{сб}$  – трудоемкость сборки по инструкции, чел.·ч.

средняя часовая тарифная ставка  $z_i = 100$  руб/ч;

Трудоемкость сборки по инструкции определяется:

$$t_{сб} = \sum (t_{сбi} \cdot \kappa_{сбi}), \quad (5.8)$$

где  $t_{сбi}$  – трудоемкость сборки отдельных элементов конструкции, чел.ч;

$\kappa_{сбi}$  – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки ( $\kappa_{сбi} = 1,1$ ).

Трудоемкость сборки согласно технологии  $t_{сбi} = 6$  ч.

$$t_{сб} = 6 \cdot 1,1 = 6,6 \text{ ч.}$$

$$C_{зп} = 100 \cdot 6,6 \cdot 1,35 = 249 \text{ руб.}$$

Косвенные затраты на изготовление конструкции:

$$C_H = \frac{\sum C_{зп} \cdot R}{100}, \quad (5.9)$$

где  $\sum C_{зп}$  – сумма зарплат производственных рабочих, участвующих в изготовлении конструкции и сборке, руб;

R– процент косвенных расходов (R=50%).

$$C_H = (5400+249)*50/100 = 2825 \text{ руб.}$$

Затраты на покупные детали, узлы по прейскуранту определяются:

$$C_{п.д} = \sum C_i, \text{ руб};$$

где  $C_i$  – стоимость каждой детали, руб.

Принимаем  $\sum C_i \approx 12000$  руб

$C_{п.д} = 12000$  руб.

Из полученных данных находим балансовую стоимость:

$$C_6 = 10000+7965+12000+249+2825 = 33039 \text{ руб.}$$

Масса конструкции проектируемого смесителя равна  $G_1 \approx 600$  кг  $\pm 2\%$ .

### 3.5.2.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции смесителя

Для сравнения выбираем смеситель с аналогичной производительностью модели С-7.

В таблице 3.2 представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкции.

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

Таблица 3.2 – Техничко-экономические показатели конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемой
Масса конструкций, кг	550	600
Балансовая стоимость, руб.	26000	33039
Потребляемая мощность, кВт	7,5	7,5
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел*ч.	100	100

Норма амортизации, %	16,7	16,7
Норма затрат на ремонт и ТО, %	10	11
Годовая загрузка конструкции, ч	1600	1600
Срок службы, лет	6	6
Производительность т/ч	7	8

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.

Металлоемкость конструкции определяется

$$M_{e1} = \frac{G_{к1}}{P_{z1} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ; \quad (5.10)$$

$$M_{e0} = \frac{G_{к0}}{P_{z0} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ,$$

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

$G_{к1}$ ,  $G_{к0}$ — масса проектируемой и существующей конструкции, кг;

$P_{z1}$ ,  $P_{z0}$ — производительность проектируемой и существующей конструкции, т/ч;

$T_{год}$ — годовая загрузка, час;

$T_{сл}$ — срок службы, лет.

$$M_{e1} = 600 / (8 \cdot 1600 \cdot 6) = 0,0078 \text{ кг/т};$$

$$M_{e0} = 550 / (7 \cdot 1600 \cdot 6) = 0,0082 \text{ кг/т}.$$

Фондоемкость процесса определяется:

$$F_{e1} = \frac{C_{б1}}{P_{z1} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ; \text{ руб./т}; \quad (5.11)$$

$$F_{e0} = \frac{C_{\delta 0}}{P_{z1} \cdot T_{z0d} \cdot T_{cl}}, \text{ руб./т.}$$

где  $C_{\delta 1}$ ,  $C_{\delta 0}$  – балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкции, руб.;

$$F_{e1} = 33039 / (8 \cdot 1600 \cdot 6) = 0,43 \text{ руб./т.};$$

$$F_{e0} = 26000 / (7 \cdot 1600 \cdot 6) = 0,39 \text{ руб./т.}$$

Энергоемкость определяется:

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{N_{e1}}{P_{z1}} ; \quad (5.12)$$

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{N_{e0}}{P_{z0}} ,$$

где  $\mathcal{E}_{e1}$ ,  $\mathcal{E}_{e0}$  – энергоемкость проектируемой и существующей конструкции, кВт\*ч/т;

$N_{e1}$ ,  $N_{e0}$  – потребляемая мощность, кВт;

$P_{z1}$ ,  $P_{z0}$  – производительность проектируемой и существующей конструкции, т/ч.

$$\mathcal{E}_{e1} = 7,5 / 8 = 0,94 \text{ кВт/т};$$

$$\mathcal{E}_{e0} = 7,5 / 7 = 1,07 \text{ кВт/т.}$$

Трудоемкость процесса, чел·ч/т.

$$T_{e1} = \frac{n_p}{P_{z1}} = 8 = 0,125 \text{ чел·ч/т}; \quad (5.13)$$

$$T_{e0} = \frac{n_p}{P_{z0}} = \frac{1}{7} = 0,143 \text{ чел·ч/т},$$

где  $n_p$  – количество обслуживающего персонала, чел.

Себестоимость работы (руб./т), выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте находят из выражения:

					<i>ВКР.35.03.06.214.20.СК.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$S_{эксн1} = C_{зн1} + C_{Э1} + C_{рмо1} + A_1; \quad (5.14)$$

$$S_{эксн0} = C_{зн0} + C_{Э0} + C_{рмо0} + A_0;$$

где  $C_{зн1}, C_{зн0}$  – затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./т.

$C_{Э1}, C_{Э0}$  – затраты на электроэнергию, руб./т;

$C_{рто1}, C_{рто0}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./т;

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

Затраты на оплату труда определяются из выражения:

$$C_{зн1} = z_1 \cdot T_{e1} \cdot K_d \cdot K_{ст} \cdot K_{от} \cdot K_{соц}; \quad (5.15)$$

$$C_{зн0} = z_0 \cdot T_{e0} \cdot K_d \cdot K_{ст} \cdot K_{от} \cdot K_{соц};$$

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

$K_d, K_{ст}, K_{от}, K_{соц}$  – коэффициенты дополнительной оплаты, оплаты за стаж, оплаты отпусков и начислений по социальному страхованию

Согласно данным производства:

$$z_1 = z_0 = 100 \text{ руб./ч.}$$

$$K_d = 1,3; K_{ст} = 1,1; K_{от} = 1,1; K_{соц} = 1,12.$$

$$C_{зн1} = 100 \cdot 0,125 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 6,17 \text{ руб./т};$$

$$C_{зн0} = 100 \cdot 0,143 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 7,1 \text{ руб./т.}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле

$$C_{Э1} = \frac{N_{y1} \cdot T_{Э}}{P_{z1}}; \quad (5.16)$$

$$C_{Э0} = \frac{N_{y0} \cdot T_{Э}}{P_{z0}},$$

где  $N_{y1}, N_{y0}$  – мощность проектируемой и существующих конструкции, кВт;

$T_{Э}$  – стоимость электроэнергии,  $T_{Э} = 1,26 \text{ руб./кВт}\cdot\text{час}$ .

$$C_{Э1} = 7,5 \cdot 1,26 / 8 = 1,18 \text{ руб./т};$$

$$C_{Э0} = 7,5 \cdot 1,26 / 7 = 1,35 \text{ руб./т.}$$

Затраты на ремонт и ТО (руб/т) определяют из выражения:

$$C_{pmo1} = \frac{C_{б1} \cdot H_{pmo1}}{100 \cdot P_{z1} \cdot T_{год}}; \quad (5.17)$$

$$C_{pmo0} = \frac{C_{б0} \cdot H_{pmo0}}{100 \cdot P_{z0} \cdot T_{год}},$$

где  $H_{pmo1}$ ,  $H_{pmo0}$  – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{pmo1} = 33039 \cdot 11 / (100 \cdot 8 \cdot 1600) = 0,28 \text{ руб./т};$$

$$C_{pmo0} = 26000 \cdot 10 / (100 \cdot 7 \cdot 1600) = 0,23 \text{ руб./т.}$$

Затраты на амортизацию (руб./т) определяют из выражения:

$$A_1 = \frac{C_{б1} \cdot a_1}{100 \cdot P_{z1} \cdot T_{год}}; \quad (5.18)$$

$$A_0 = \frac{C_{б0} \cdot a_0}{100 \cdot P_{z0} \cdot T_{год}};$$

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

$$A_1 = 33039 \cdot 16,7 / (100 \cdot 8 \cdot 1600) = 0,43 \text{ руб./т};$$

$$A_0 = 26000 \cdot 16,7 / (100 \cdot 7 \cdot 1600) = 0,39 \text{ руб./т.}$$

Отсюда,

$$S_{экс1} = 6,17 + 1,18 + 0,28 + 0,43 = 8,06 \text{ руб./т};$$

$$S_{экс0} = 7,1 + 1,35 + 0,23 + 0,39 = 9,07 \text{ руб./т.}$$

Годовая экономия в рублях определяется:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \cdot P_{z1} \cdot T_{год}, \quad (5.19)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (9,07 - 8,06) \cdot 8 \cdot 1600 = 12928 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется:

$$E_{год} = \mathcal{E}_{год} - E_H \left( \frac{C_{б1}}{P_{z1} * T_{год}} - \frac{C_{б0}}{P_{z0} * T_{год}} \right) * P_{z1} * T_{год}, \quad (5.20)$$

где  $E_H$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  $E_H = 0,2$ , [18].

$$E_{год} = 12928 - 0,2 \cdot (33039 / (8 \cdot 1600) - 26000 / (7 \cdot 1600)) \cdot 8 \cdot 1600 = 12263 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1} - C_{б0}}{\mathcal{E}_{год}} = (33039 - 26000) / 12928 = 0,54 \text{ лет.} \quad (5.21)$$

В таблице 3.3. представлены сравнительная технико-экономическая оценка эффективности конструкции смесителя.

Таблица 3.3 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции смесителя.

Наименование показателей	Варианты		Проект в %% к базовому
	Исходный	Проект	
Часовая производительность, т/ч	7	8	114,3
Фондоемкость конструкции, руб./т	0,39	0,43	110,3
Энергоемкость конструкции, кВт/т	1,07	0,94	87,9
Металлоемкость конструкции, кг/т	0,0082	0,0078	95,1
Трудоемкость конструкции, чел•ч/т	0,143	0,125	87,4
Уровень эксплуатационных затрат, руб./т	9,07	8,06	88,9
Годовая экономия, руб.	–	12928	–
Годовой экономический эффект, руб		12263	–
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	–	0,54	–

Вывод. Разработанная нами конструкция смесителя, по теоретическим расчетам, является экономически эффективной, так как срок окупаемости получился  $0,54 < 6$  лет.

## ВЫВОДЫ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был произведен литературно-патентный обзор существующих технологий по откорму свиней и 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.

Спроектированный смеситель имеет малые габаритные размеры, простой механизм смешивания кормов, небольшую массу и высокие технико-экономические показатели по сравнению с существующими конструкциями, что делает его использование более выгодным.

Спроектированный смеситель по технико-экономическим расчетам, является эффективным. Ожидаемая годовая экономия составит 12928 руб. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений 0,54 года при условии, что срок службы составляет 10 лет.

Эти технико-экономические показатели проектируемого смесителя показывают его преимущества в использовании по сравнению с существующими конструкциями, которые используются в комплексах технологического оборудования для приготовления кормов на свиноводческих фермах.

# СПЕЦИФИКАЦИИ