

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 Агроинженерия
Направленность (профиль) Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции
Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии приготовления комбикорма для КРС с разработкой смесителя непрерывного действия

Шифр ВКР.35.03.06.140.18.СНД.00.00.00.ПЗ

Студент группы 244 _____ Бектин Э.В.
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель _____ Салахов И.М.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №__ от _____ 20__ г.)

Зав. кафедрой д.т.н., профессор _____ Адигамов Н.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 Агроинженерия
Направленность (профиль) Технологическое оборудование для хранения и
переработки сельскохозяйственной продукции
Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой _____ / Адигамов Н.Р. /
« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студенту _____ Бектину Эдуарду Вячеславовичу

Тема ВКР _____ Совершенствование технологии приготовления
комбикорма для КРС с разработкой смесителя непрерывного действия

утверждена приказом по вузу от « ____ » _____ 20 ____ г. № _____

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____ 15 июня 2018 года

2. Исходные данные

_____ Техническая литература
_____ Научные статьи и патенты на изобретения
_____ Данные преддипломной практики

3. Перечень подлежащих разработке вопросов

_____ 1. Литературно-патентный обзор по теме ВКР
_____ 2. Технологические расчеты
_____ 3. Конструкторская разработка смесителя непрерывного действия
_____ 4. Технико-экономическое обоснование разработанной конструкции
_____ 5. Охрана труда и окружающей среды при производстве комбикормов

4. Перечень графических материалов

Лист 1. Технологическая схема приготовления комбикормов

Лист 2. Обзор существующих конструкции смесителей

Листы 3 и 4 Сборочные и рабочие чертежи разработанной конструкции

Лист 5. Технологическая карта

Лист 6. Техничко-экономические показатели конструкции

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Нормо-контроль	Салахов И.М.
Техничко-экономическое обоснование	Сафиуллин И.Н.
Охрана труда и окружающей среды	Гаязиев И.Н.

6. Дата выдачи задания 07 мая 2018 года

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Раздел 1	До 15.05.2018	
2	Раздел 2	До 20.05.2018	
3	Раздел 3	До 05.06.2018	
4	Оформление ВКР	До 15.06.2018	

Студент группы 244 _____ Бектин Э.В.
подпись Ф.И.О.

Руководитель ВКР ст. преподаватель _____ Салахов И.М.
ученое звание подпись Ф.И.О.

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Бектина Э.В. на тему
«Совершенствование технологии приготовления комбикорма для КРС
с разработкой смесителя непрерывного действия»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 63 листах и графической части на 6 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, 3 разделов, выводов и включает 13 рисунков, 8 таблиц, список использованной литературы содержит 17 наименований.

В первом разделе пояснительной записки приводятся характеристики комбикормов для КРС и основные требования к их приготовлению, а также проведен обзор технологических линии производства комбикормов и существующих конструкции смесителей. В конце первого раздела приводятся обоснование темы выпускной работы.

Второй раздел пояснительной записки приведены технологические расчеты предлагаемой технологии приготовления комбикормов, обоснованы необходимое количество технологического оборудования. В данном разделе также рассмотрены вопросы обеспечения экологической, пожарной и взрывобезопасности и охраны труда при производстве комбикормов.

Третий раздел пояснительной записки содержит обоснование и описание разрабатываемой конструкции смесителя, определены его конструктивные параметры и технико-экономические показатели, а также приведены указания по эксплуатации, техническому обслуживанию смесителя и техники безопасности при его эксплуатации.

Пояснительная записка заканчивается заключением.

В приложении приводится технологическая карта и образец журнала проведения технического обслуживания смесителя.

ABSTRACT

for final qualifying work Bectina E.V. on the subject
"Improvement of technology of preparation of compound feed for cattle
with the development of continuous mixer»

The final qualifying work consists of an explanatory note on 63 sheets and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

Explanatory note consists of an introduction, 3 sections, conclusions and includes 13 figures, 8 tables, a list of references contains 17 titles.

The first section of the explanatory note presents the characteristics of feed for cattle and the basic requirements for their preparation, as well as a review of the production line of feed and the existing design of mixers. At the end of the first section provides justification for the theme of the final work.

The second section of the explanatory note presents the technological calculations of the proposed technology for the preparation of feed, justified the required amount of technological equipment. This section also deals with the issues of environmental, fire and explosion safety and labor protection in the production of animal feed.

The third section of the explanatory note contains the justification and description of the developed design of the mixer, its design parameters and technical and economic indicators, as well as instructions on the operation, maintenance of the mixer and safety during its operation.

The explanatory note ends with the conclusion.

The Annex provides a flow chart and a sample log of the maintenance of the mixer.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	8
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	9
1.1 Характеристика комбикормов для крупного рогатого скота	9
1.2 Зоотехнические требования к процессу смешивания кормов	10
1.3. Технологический процесс производства комбикормов	10
1.4 Технологические линии производства комбикормов	13
1.5 Обзор и анализ смесителей кормов	15
1.6 Обоснование темы выпускной квалификационной работы	22
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	23
2.1 Описание технологической схемы производства комбикорма для КРС	23
2.2 Характеристика оборудования для производства комбикормов	25
2.3 Подбор и расчет технологического оборудования	27
2.4 Расчёт линии дозирования и смешивания	30
2.5 Охрана труда при производстве комбикормов	33
2.5.1 Опасные и вредные производственные факторы	33
2.5.2 Безопасность труда при производстве комбикормов	34
2.5.3 Обеспечение пожарной и взрывобезопасности при производстве комбикормов	36
2.5.4 Применение производственной физкультуры для работников комбикормовых предприятий	38
2.6 Охрана окружающей среды при производстве комбикормов	40

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях в удовлетворении растущих потребностей населения страны в основных продуктах питания, а лёгкой промышленности в сырье большая роль отводится развитию животноводства и птицеводства. Поэтому сельскохозяйственные предприятия должны быть обеспечены необходимыми кормами в достаточном количестве, т.е. должна быть развитая и прочная кормовая база. Комбикорма играют большую роль в обеспечении животных всеми необходимыми веществами: белками, углеводами, жирами, минеральными элементами и витаминами [8].

Одной из основных задач комбикормовой промышленности является снабжение животноводческих и птицеводческих хозяйств комбикормами высокой питательности, которые будут способствовать повышению продуктивности животноводства на 10...12%, а при обогащении их витаминами, антибиотиками, микроэлементами и другими средствами эффективность их повышается на 25...30% [5].

Почти все животноводческие и птицеводческие хозяйства нуждаются в собственном комбикормовом производстве. Для этого необходимо приобретать весь комплекс необходимого оборудования, т.к. технологический процесс производства комбикорма состоит из следующих основных операций: подготовка зерна и компонентов, их измельчение, дозирование компонентов и смешивание.

Смешивание является важным этапом производства комбикормов, т.к. для полноценного питания животные должны получать все необходимые питательные вещества, которые смешаны в определённом соотношении с учетом возраста и характера продуктивности данного вида животного. Основным показателем качества смешивания является однородность комбикормовой смеси. Однородность смеси обеспечивает одинаковую питательную ценность всего комбикорма.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Характеристика комбикормов для крупного рогатого скота

Комбикорма являются основным кормом для сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Комбикорм - это однородная смесь очищенных и измельченных в необходимой степени различных кормовых компонентов, которые составлены по научно обоснованным рецептам для наиболее эффективного использования питательных веществ [5].

В настоящее время предприятиями комбикормовой промышленности производятся следующие виды комбикормовой продукции: полнорационные комбикорма; комбикорма-концентраты; белково-витаминные добавки (БВД); премиксы; карбамидный концентрат; белково-витаминные добавки на основе карбамидного концентрата; кормовые смеси.

Для кормления крупного рогатого скота (КРС) применяют как полнорационные комбикорма, так и различные концентраты. Для каждой отдельной технологической группы КРС разработаны несколько вариантов рецептов комбикормов. В Российской Федерации состав комбикормов для КРС регламентирован ГОСТ 9268-2015 «Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия», согласно которому основными требованиями к качеству комбикормов для КРС являются:

- влажность сухих и брикетированных кормов и добавок – до 14,5%;
- количество целых семян на 1 кг – 0,3-0,7%;
- количество целых семян для полнорационных смесей – 0,3-0,5%;
- количество семян сорняков – до 0,1%;
- количество вредителей на 1 кг (пауки, насекомые) – до 5 особей.

Таким образом, достоинствами применения комбикорма для кормления КРС являются:

- повышение сопротивляемости организма животных и защищенности их от болезней;
- положительное влияние на воспроизводительные функции животных;
- повышение удоев, жирности молока и содержание в нем белка.

1.2. Зоотехнические требования к процессу смешивания кормов

Корма, приготовленные для животных должны отвечать определенным требованиям. Для того, чтобы различные кормовые материалы соответствовали этим требованиям, выполняются различные операции. Смешивание является важным этапом производства комбикормов. В основном применяют механическое смешивание в устройствах, которые называются смесителями. Основным показателем качества смешивания является однородность комбикормовой смеси.

Зоотехнические требования предусматривают следующие требования [5]:

1. Равномерность смешивания при приготовлении кормовых смесей: для КРС - не менее 80% (при вводе в кормосмесь карбамида - не менее 90%); для свиней – не менее 90% (при использовании пищевых отходов – не менее 80%); для овец – не менее 75...80%.
2. Кормовые компоненты должны быть точно дозированы и вводиться в кормосмесь в определенном порядке, особенно, если в состав кормосмеси добавляются микроэлементы, витамины и антибиотики.
3. Кормовые компоненты должны тщательно перемешиваться.
4. Не допускается наличие посторонних запахов и вредных примесей в кормосмесях.

1.3 Технологический процесс производства комбикормов

Технологический процесс производства комбикормов состоит из совокупности операций, которые выполняются последовательно для получения из различных кормовых компонентов комбикорм с заданными параметрами в соответствии с рецептурой. При этом полученный комбикорм должен учитывать вид, пол, возраст, состояние и цель кормления сельскохозяйственных животных.

Производство комбикормов включает в себя следующие операции [12]:

- прием, взвешивание сырья (различных компонентов). Далее сырье направляется на склад для хранения или непосредственно в приемные бункера на поточной линии;

- очистку сырья от посторонних примесей;
- шелушение пленчатых зерновых (например, овса и ячменя);
- влаготермическая обработка зерна, дробление зерна и других компонентов;

- сушку и измельчение минерального сырья;
- подготовку смеси микродобавок с наполнителем;
- ввод в комбикорма жидких добавок;
- дозирование компонентов согласно рецептам;
- смешивание компонентов;
- гранулирование или брикетирование смесей;
- учет и выдача комбикормов.

В настоящее время существует 4 метода организации производства комбикормов [12]:

- параллельно-последовательная обработка сырья и однократное взвешивание;
- параллельная подготовка сырья и двукратная дозировка;
- параллельная подготовка сырья и однократная дозировка;
- последовательный (прямопоточный) метод.

Параллельно-последовательный метод организации предусматривает разделение сырья на отдельные части. Одна часть обрабатывается отдельно от основного потока, а другая - друг за другом, то есть последовательно. После обработки и очистки от посторонних примесей каждое отдельное сырье размещают в отдельных контейнерах. Затем производится взвешивание отдельных компонентов в соответствии с рецептом, их смешивание и фасовка. Данный метод отличается простотой организации производства, однако для этого требуется кормоприготовительный цех

большой площади для расположения всех необходимых контейнеров. Кроме того, такой метод организации производства требует больших трудозатрат, особенно, на подготовительном этапе.

Второй метод предусматривает предварительную подготовку несколько видов смесей (например, зерновых, мучнистых, белково-минеральных). Далее производится повторное взвешивание отдельных видов смесей и смешивание согласно рецепту. Такой метод организации производства требует меньших производственных площадей, однако, затрудняется переналадка производства комбикормов по другому рецепту.

Отличие третьего метода от второго состоит в том, что все предварительные смеси готовятся в строгих пропорциях, тем самым исключается необходимость их повторного взвешивания. Такой метод позволяет одновременно изготавливать комбикорм по нескольким рецептам. Но в этом случае снижается степень использования оборудования (часто работает в холостую).

Четвертый метод организации производства комбикормов предусматривает постоянный и непрерывный процесс обработки сырья и компонентов, их дозирование и смешение. Такая схема является самой эффективной, т.к. при этом устраняются недостатки других методов. Однако, следует отметить, что при таком производстве необходима предварительная очистка сырья, т.к. в технологических линиях не предусмотрен процесс очистки.

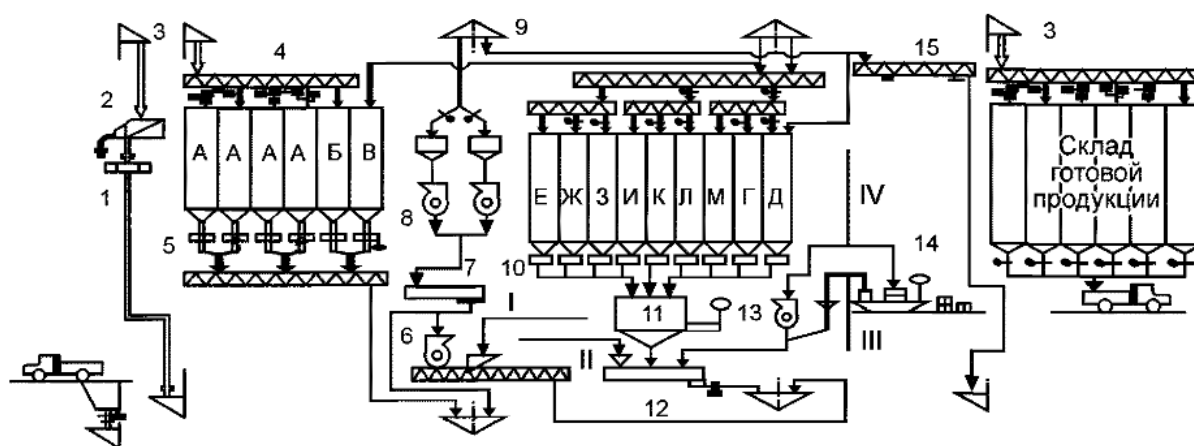
При любых схемах организации технологический процесс производства комбикормов должен обеспечивать прием, обработку и рациональное использование сырья, подготовку и подачу его в производство, смешивание всех компонентов в соответствии с рецептом, соблюдение режимов работы технологического оборудования, выпуск продукции, по качеству отвечающей требованиям стандарта [8].

1.4 Технологические линии производства комбикормов

Комбикорма для нужд животноводства и птицеводства производятся крупными комбикормовыми заводами и комбикормовые предприятия, которые по характеру работ подразделяются:

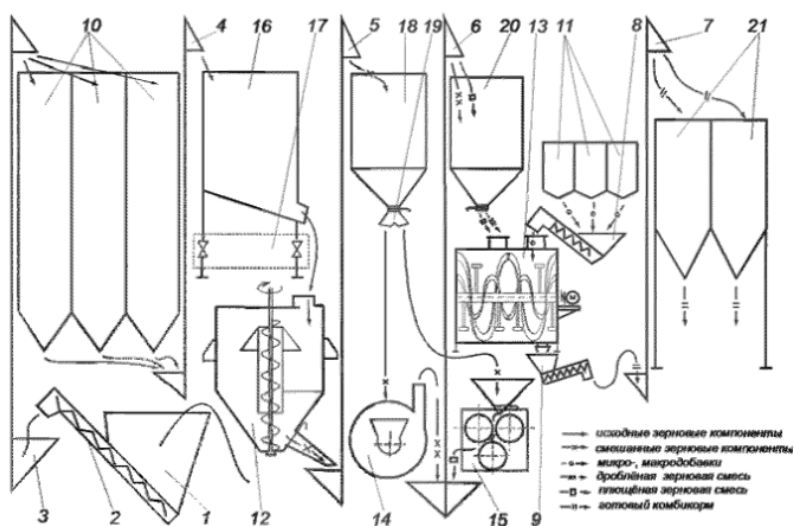
- на межхозяйственные комбикормовые заводы, в которых используются, как правило, комбикормовые агрегаты производительностью 4...6 т/час (рисунок 1.1);
- на комбикормовые цеха, которые оборудованы комбикормовыми агрегатами производительностью 2...4 т/час (рисунок 1.2);
- на комбикормовые цеха производительностью 1...2 т/час (рисунок 1.3).

Рассмотрим несколько вариантов принципиальных схем технологического процесса производства комбикормов, которые представлены на рисунках



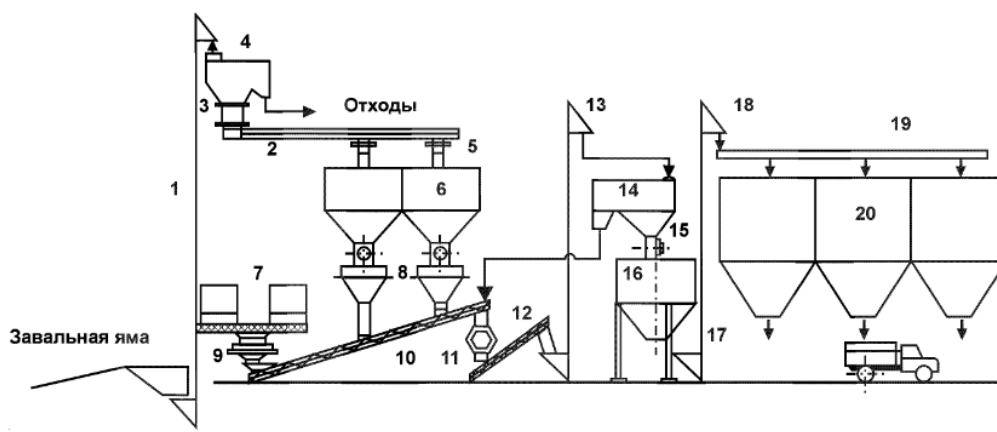
- А - зерно; Б - шрот; В - предварительная смесь БВМД; Г - карбоксилит;
 Д - фосфат диаммония; Е - соль поваренная; Ж - бентонит; З - лизин кормовой;
 И - мука рыбная; К - мел; Л - премикс; М - зерно измельченное; I - трудносыпучего сырья;
 II - жидких компонентов; III - компонентов, не требующих измельчения; IV - смесь
 микроэлементов с наполнителем; 1 - магнитная колонка; 2 - зерновой сепаратор;
 3 и 9 нория; 4 и 15 - винтовой конвейер; 5 - шнековый дозатор; 6 - дробилка минерального
 сырья; 7 - смеситель; 8 - дробилка зерна; 10 - питатель шнековый;
 11 - многокомпонентные весы; 12 - смеситель; 13 - микромельница; 14 - весы

Рисунок 1.1 - Принципиальная технологическая схема производства
 рассыпных комбикормов



1 - приемник зерновых компонентов; 2, 8, 9, 19 - распределительное устройство;
3, 4, 5, 6, 7 - нории; 10 - приемный бункер зерновых компонентов; 11 - приемный бункер микро- и макродобавок; 12 - смеситель зерновых компонентов; 13 - смеситель микро- и макродобавок; 14 - дробилка; 15 - двухступенчатая плющилка; 16 - промежуточный весовой бункер; 17 - весы-дозатор; 18 - промежуточный бункер зерновой смеси;
20 - промежуточный бункер измельченного зерна;
21 - бункер-накопитель готового продукта

Рисунок 1.2 - Принципиальная технологическая схема цеха-модуля для приготовления комбикормов



1, 13, 18 - нории; 2, 19 - распределительные транспортеры; 3 - магнитная колонка;
4 - скальператор; 5 - перекидные клапаны; 6 - бункеры основных компонентов с питателями (4 шт.); 7 - бункеры кормовых добавок с питателями (4 шт.);
8, 9 - весовые устройства (3 шт.); 10 - сборный транспортер; 11 - дробилка;
12 - выгрузной транспортер дробилки; 14 - просеивающая машина;
15 - перекидной клапан; 16 - смесители (2 шт.); 17 - задвижки смесителей (2 шт.);
20 - бункеры готовой продукции

Рисунок 1.3 - Схема технологического процесса приготовления комбикормов в хозяйствах

1.5 Обзор и анализ смесителей кормов

В настоящее время для приготовления кормов в животноводстве применяются разнообразные смесители. Это объясняется тем, что необходимо приготовить различные кормовые смеси, которые отличаются по своим физико-механическим свойствам: составу, плотности, размером частиц, влажностью, консистенцией и т.д.

Смесители, применяемые для приготовления кормовых смесей можно классифицировать по следующим признакам [8] (рисунок 1.4):

- по виду приготавливаемой смеси - смесители для сыпучих, влажных и жидких кормов;
- по принципу действия - смесители периодического и непрерывного действия;
- по способу воздействия на смесь - смесители гравитационные, центробежные, с механическим воздействием рабочих органов;
- по конструктивному признаку - смесители с перемешивающими устройствами, с быстроходными роторами, вибрационные.

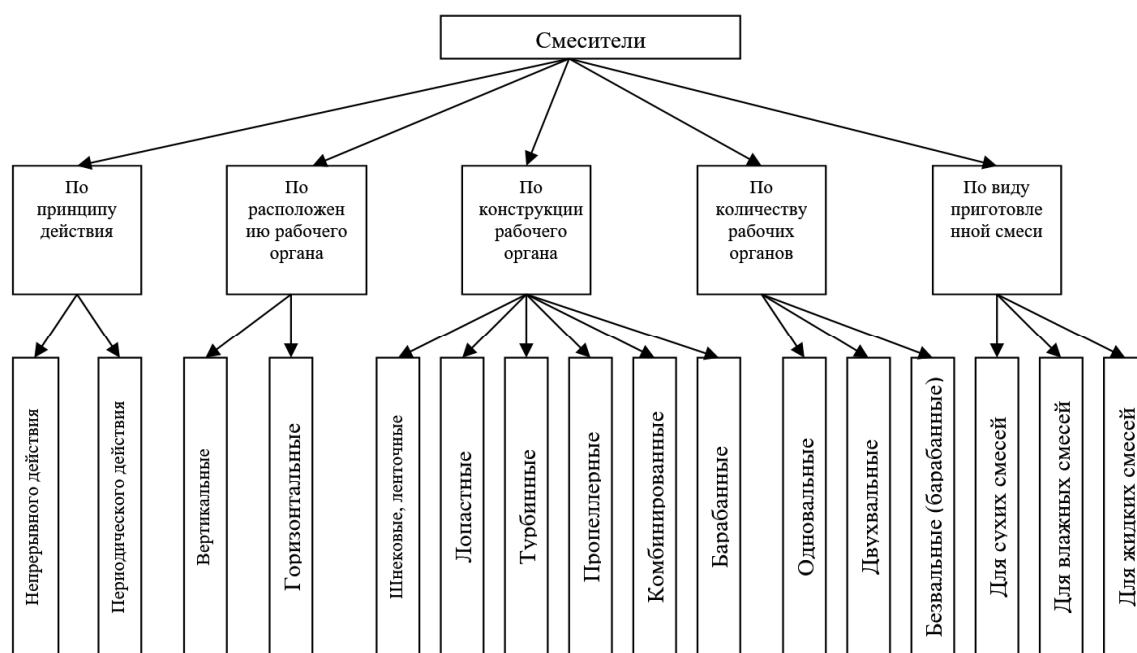
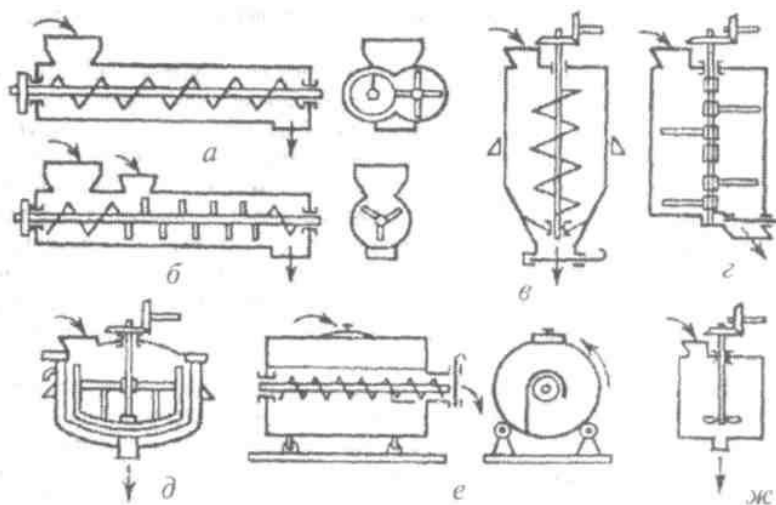


Рисунок 1.4 – Классификация смесителей кормов

По конструктивной схеме смесители разделяются на: шнековые, лопастные, барабанные, циркуляционные, комбинированные. Основные конструктивные схемы смесителей представлены на рисунке 1.5.



а, в - шнековые; б, г, д - лопастные; е - барабанные; ж – пропеллерные.

Рисунок 1.5 - Конструктивные схемы смесителей

В настоящее время в производстве комбикормов наибольшее распространение получили горизонтальные смесители непрерывного действия лопастного типа и горизонтальные лопастные и спирально-ленточные порционного типа. Основными преимуществами горизонтальных смесителей являются небольшие габариты по высоте, простота в эксплуатации, возможность изменения в широком диапазоне кинематических параметров в зависимости от смешиваемых компонентов.

Горизонтальный лопастной смеситель серии «Кормоцех» (рисунок 1.6) предназначен приготовления многокомпонентных комбикормов, премиксов, белково-витаминно-минеральных добавок в условиях небольших сельскохозяйственных предприятий, фермерских и личных подсобных хозяйств.

Смеситель оснащен функцией саморазгрузки и прост в управлении. При применении данного смесителя при смешивании компоненты комбикорма не перегреваются и не подвергаются чрезмерному измельчению.



Рисунок 1.6 - Горизонтальный лопастной смеситель серии «Кормоцех»

Таблица 1.1 - Технические характеристики смесителя «Кормоцех»

Технические характеристики	250	500	1000	2000
Рабочая вместимость смесителя, м	0,25	0,5	1,0	2,0
Мощность, кВт	1,5	4	7,5	11
Время смешивания, ми	л 3	3	3	3

Двухроторный смеситель производства компании «Агромаш» предназначен для перемешивания различных компонентов с различной вязкостью. Данный смеситель состоит из корпуса 4 (рисунок 1.7), который установлен на станине 10. Внутри корпуса устанавливаются два горизонтальных вала 6 с лопастями 5 развернутыми относительно осей валов на 60° . Такое расположение, а также форма лопастей способствуют эффективному смешиванию компонентов смеси.

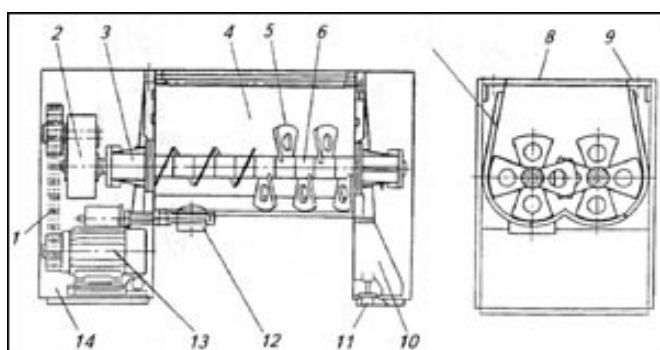
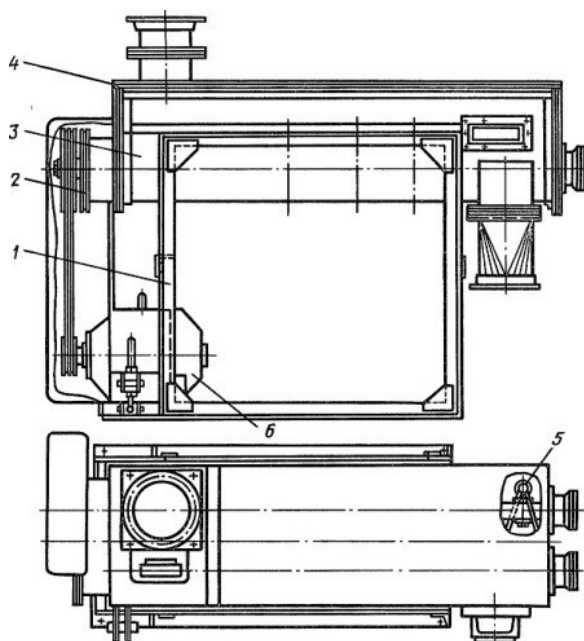


Рисунок 1.7 - Двухроторный смеситель

Смеситель непрерывного действия МСН предназначен для смешивания сыпучих компонентов комбикормов (зерновых, белково-витаминных добавок, премиксов и их смесей) с добавлением жидких компонентов, а также для смешивания муки. Общий вид смесителя МСН представлена на рисунке 1.8. Конструктивно этот смеситель выполнен с двумя горизонтальными шнековыми рабочими органами, которые вращаются в противоположных направлениях.

Рабочие органы представляют собой вал, на котором смонтированы лопасти сегментной формы. Лопасти могут быть установлены под любым углом к оси вращения вала. Привод рабочих органов смесителя осуществляется от электродвигателя через ременную передачу и редуктор.

Смесители типа МСН отличаются надежностью, простой конструкции и эксплуатации.



1 - станина; 2 -редуктор; 3,5 - шнеки; 4 - крышка; 6 - электродвигатель

Рисунок 1.8 – Общий вид смесителя МСН

Технические характеристики смесителя МСН представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Технические характеристики смесителя МСН

Показатели	Значения
Производительность (при объемной массе 0,5...0,8), т/ч	5,0-5,5
Шнеки: частота вращения, об/мин	500
диаметр, мм	160
Угол наклона лопастей подающего шнека к оси вращения, град.	14
Шаг подающего шнека, мм	120
Угол наклона лопастей возвращающего шнека к оси вращения, град.	12
Шаг возвращающего шнека, мм	105
Установленная мощность, кВт	1,1
Габариты, мм: длина	1520
ширина	532
высота	1125
Масса, кг	240

Произведем патентный обзор конструкции смесителей кормов.

Известен смеситель кормов (патент РФ №2325097), схема которого представлена на рисунке 1.9. Смеситель кормов включает кожух 1 с размещенным в нем горизонтальным шнеком 2 с чередующимися разрывами навивки 3. На противоположных концах кожуха 1 установлены загрузочный бункер 4 и выгрузное окно 5. Загрузочный бункер 4 разделен на секции вертикальными перегородками 6. В нижней части секций установлены дозаторы 7, которые могут быть выполнены, например, в виде заслонок. На концах витков шнека 2 параллельно его оси и симметрично относительно нее установлены стержни 8. Внутри кожуха 1, вдоль наружной поверхности шнека 2, установлен спиральный винт 9. Шнек 2 и спиральный винт 9 снабжены отдельными приводами 10 и 11, частоты вращения которых можно регулировать, например, с помощью вариаторов.

Смеситель работает следующим образом. Компоненты корма подаются по отдельности в секции загрузочного бункера 4, откуда поступают во внутреннюю полость кожуха 1. Требуемое соотношение компонентов, поступающих в кожух, задается при помощи дозаторов 7. Далее компоненты

корма захватываются навивкой шнека 2 и спиральным винтом 9, который вращается между кожухом 1 и шнеком 2 вдоль стержней 8, установленных на концах витков шнека 2 параллельно его оси и симметрично относительно нее. Стержни 8 ограничивают поперечное перемещение спирального винта 9. При вращении с различными частотами шнека 2 с установленными на нем стержнями 8 и спирального винта 9 компоненты корма интенсивно перемешиваются и одновременно перемещаются к выгрузному окну 5.

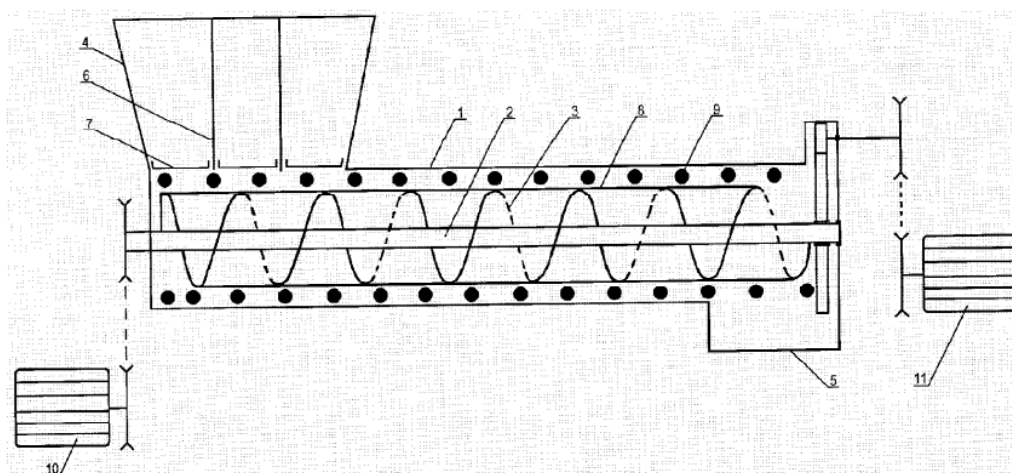


Рисунок 1.9 – Смеситель кормов (патент РФ №2325097)

Повышение качества смешивания кормов достигается тем, что компоненты корма беспорядочно перемещаются между навивкой шнека с установленными на концах витков шнека стержнями и спиральным винтом. За счет вращения с различными частотами шнека и спирального винта происходит интенсивное смешивание компонентов кормов при их одновременном перемещении от загрузочного бункера к выгрузному окну, тем самым улучшается качество получаемой смеси [14].

На рисунке 1.10 приведена схема смесителя кормов (патент РФ №2381725), содержащий снабженный выгрузными патрубками 1 корпус 2. В нижней части корпуса 2 параллельно размещены два противотранспортирующих перемешивающих рабочих органа, каждый из которых выполнен составным из двух частей 3 и 4, причем части имеют

автономные приводы 5 и вращаются в противоположные стороны. Часть 3 выполнена в виде винтовой навивки 6 и перемешивающе-транспортирующих лопаток 7. Часть 4 выполнена в виде перемешивающе-транспортирующих лопаток 8 и перебрасывающих лопастей 9. Перемешивающе-транспортирующие лопатки 7 и 8 установлены под противоположными углами друг к другу относительно продольной оси рабочего органа. Выгрузные патрубки 1 снабжены заслонками 10 с механизмами управления 11.

Смеситель кормов работает следующим образом. Загружается корм в корпус 2. Включаются приводы 5 частей 3 и 4 рабочих органов. Под действием винтовой навивки 6 и перемешивающе-транспортирующих лопаток 7 корм, перемешиваясь, движется к выгрузному патрубку 1.

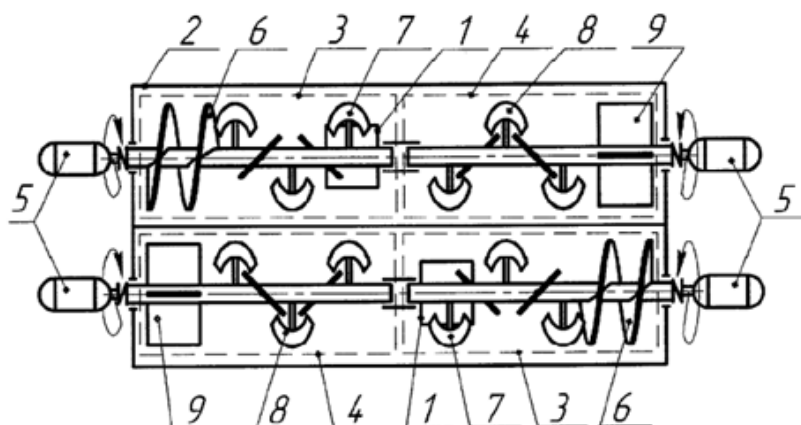


Рисунок 1.10 – Смеситель кормов (патент РФ №2381725)

Вращение части 3 рабочего органа осуществляется в таком направлении, при котором корм смещается к боковой стенке корпуса 2. Так как часть 4 рабочего органа вращается в противоположную сторону относительно части 3, то перемешивающе-транспортирующие лопатки 8 перемешивают и перемещают корм к перебрасывающим лопастям 9, частично перебрасывая его в зону работы второго рабочего органа. Окончательный переброс корма в зону работы второго рабочего органа выполняют перебрасывающие лопасти 9. Аналогично, с тем же эффектом смешивания, но в противоположном

направлении перемещает корм второй рабочий орган. По окончании перемешивания открываются заслонки 10 механизмами управления 11 и готовая кормосмесь выгружается через патрубки 1. Предложенный смеситель за счет регламентации движения корма в корпусе интенсифицирует процесс смешивания и позволяет получить необходимое качество кормосмеси за меньшее время при пониженных удельных затратах энергии [15].

В результате анализа существующих конструкции горизонтальных смесителей непрерывного действия было установлено, что многие из применяемых агрегатов для приготовления полнорационных комбикормов сложны по конструкции и не надежны в работе, качество получаемой кормовой смеси не всегда полностью соответствует зоотехническим требованиям.

1.6 Обоснование темы выпускной квалификационной работы

Смешивание является завершающим и наиболее важным этапом производства комбикормов, т.к. при смешивании необходимо обеспечить однородность комбикормовой смеси, которая по зоотехническим требованиям должна быть не менее 90%.

В связи с этим в ходе выполнения выпускной квалификационной работы решаются следующие вопросы:

- 1) Разработка мероприятий по совершенствованию технологической линии производства комбикормов для КРС в условиях сельскохозяйственных предприятий.
- 2) Конструирование и расчет смесителя непрерывного действия.
- 3) Разработка мероприятий охраны труда и окружающей среды при производстве комбикормов.
- 4) Экономическое обоснование разрабатываемого смесителя.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание технологической схемы производства комбикорма для КРС

В данном разделе на основании рецепта комбикорма и принципиальной технологической схемы производства комбикормов разрабатывается технологическая схема линии производства комбикорма концентрата К 60-17-89 (для коров на стойловый период), состав которого представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Рецепт комбикорма концентрата К 60-17-89 (для коров на стойловый период)

Компоненты комбикорма	Единица измерения	Содержание
Ячмень	%	15
Пшеница фуражная	%	30
Овес	%	30
Горох	%	6
Травяная мука	%	9
Шрот рапсовый	%	6
Мочевина	%	1
Монокальций фосфат	%	1
Соль поваренная	%	1
Премикс (П 60-5М)	%	1

Технологическая схема производства комбикормов с двойным предварительным дозированием представлена на рисунке 2.1.

Предлагаемая технологическая линия работает по схеме непрерывно-поточного производства комбикормов, при котором обеспечивается стабильная и непрерывная работа основного узла дозирования и смешивания компонентов, которые предварительно взвешены и смешаны в отдельные комплексные смеси.

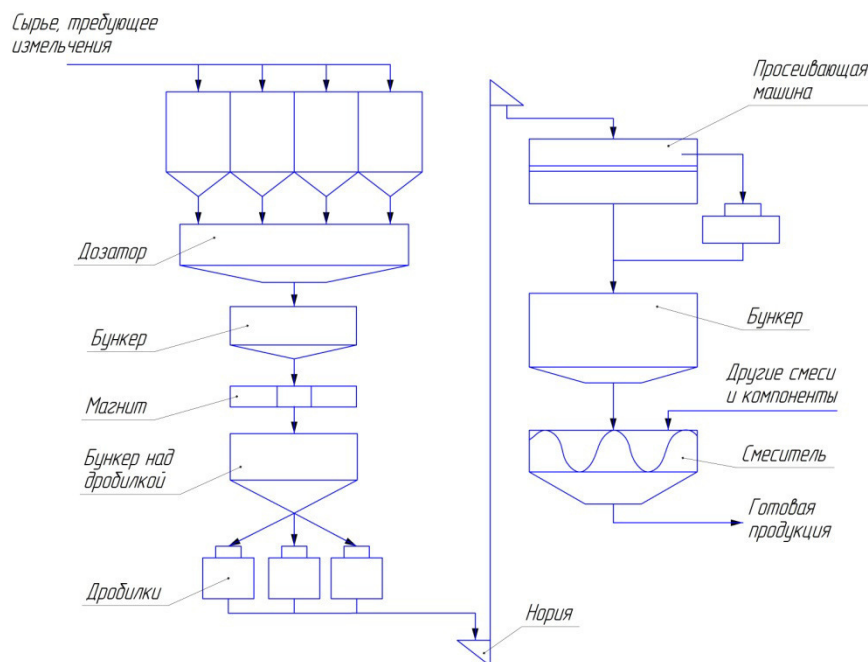


Рисунок 2.1 – Технологическая линия производства комбикормов с двумя узлами предварительного дозирования

Первая комплексная смесь состоит из рапсового шрота и минерального сырья, которая готовится отдельно уже на складе для хранения минерального сырья. При этом часть шрота используется как наполнитель. Далее приготовленная смесь направляется на линию предварительного дозирования трудно сыпучего сырья. Сюда также поступает вторая смесь, состоящая из дрожжи, мясокостная, рыбная мука, премиксы и другие. Вторая смесь состоит из премикса, соли и смеси сырья минерального происхождения со шротом. Третья смесь состоит из зернового сырья (пшеница, ячмень, овес, горох), травяной муки, шрота, которые предварительно дозируют и смешивают. Смесь этих видов сырья как один компонент направляют на измельчение, а после измельчения на главную линию дозирования и смешивания. На главной линии создается непрерывный поток предварительно подготовленных компонентов, который обеспечивает ритмичное производство комбикорма.

2.2 Характеристика оборудования для производства комбикормов

На комбикормовых заводах машины и механизмы по разгрузке железнодорожных вагонов, автомобилей, транспортное, зерноочистительное и весовое оборудование используют общие для зерноперерабатывающих предприятий. На линиях подготовки сырья, дробления, дозирования - смешивания, гранулирования и ввода жидких компонентов устанавливают специализированное оборудование, которое не применяют на других предприятиях по хранению и переработке зерна [6].

При проектировании необходимо знать производительность и характеристику рабочих органов всех видов оборудования, их основные размеры, площадь входных и выходных отверстий.

Для очистки зернового сырья от примесей, отличающихся от него шириной, толщиной и аэродинамическими свойствами, применяют воздушно-ситовые сепараторы. Для расчета принимают паспортную производительность сепараторов с понижающим коэффициентом 0,8. Для контроля крупности измельченных видов сырья и готовой продукции применяют просеивающую машину А1-ДСМ и ей модернизированный вариант, просеивающие машины А1-ДМК, А1-ДМП. Производительность этих машин зависит от требований, к крупности готового продукта.

Для выделения металломагнитных примесей из сырья и готовой продукции устанавливают электромагнитный сепаратор А1-ДЭС производительностью на зерне 20 т/ч, на рассыпном комбикорме - 9... 12 т/ч, магнитные колонки БКМЗ-7, БКМ4-5, БКМА2-500А, БКМА2-300А, БКМА2-15А, БКМАШ-3. Магнитные колонки подбирают, исходя из необходимой длины фронта магнитного поля.

Для шелушения зерна пленчатых культур применяют машины Л1-ЗШН-3, обоечные с наждачным цилиндром. Для измельчения зернового сырья используют молотковые дробилки реверсивного типа А1-ДМР-6, А1-ДМР-12, А1-ДМР-20, А1-ДДР, А1-ДДП, ДМ, ДМ-440-У. Для грубого измельчения

кускового продукта, минерального сырья используют молотковые дробилки СМД-Ш.

В комбикорма вводят в дробленном виде практически все зерновые и зернобобовые культуры. Дробят также гранулированное, кусковое и имеющее крупные частицы комбикормовое сырье. Разнообразие сырья, обладающего разной размолот-способностью при доведении его частиц до требуемого размера, затрудняет расчет производительности молотковых дробилок. Кроме того, на их производительность оказывает влияние влажность, начальная и конечная крупность частиц продукта. Паспортная производительность зерновых дробилок дается по переработке ячменя влажностью 13%. Иногда дается производительность дробилки по основным видам зернового сырья и в зависимости от размера отверстий сита.

Для получения стандартного по крупности продукта в линии зернового сырья на многих заводах после дробилок стоят просеивающие машины. В этом случае в рабочей камере молотковых дробилок устанавливают штампованное сито с отверстиями 0,5...6 мм, а в просеивающей машине подбирают сита с отверстиями определенного размера.

Для дозирования устанавливают автоматические многокомпонентные дозаторы 6ДК-100, 5ДК-200, 16ДК-1000, ЮДК-2500, двух-диапазонные АД-500-Ж, АД-2000-2К, горизонтальные АД-3000-ГК. Производительность дозаторов в зависимости от их грузоподъемности и длительности цикла взвешивания может быть от 1 до 36 т/ч. Компоненты из бункеров подаются двухскоростными: шнековыми или роторными питателями. Причем в зависимости от производительности применяют различные шнековые питатели. Питатели малой длины и для компонентов с небольшим процентным содержанием в смеси целесообразно устанавливать не горизонтально, а с уклоном вверх на 8.. 10 градусов в сторону выпускного отверстия. Для комбикормового производства применяют горизонтальные смесители периодического действия производительностью 1...36 т/ч: А9-ДСГ-0,1; А9-ДСГ-0,2; А9-ДСГ-0,5; А9-ДСГ-1,5; А9-ДСГ-2Д; А9-ДСГ-3

СГК-2,5М; СГК-1.

Для ввода жидких компонентов используют агрегаты Б6-ДАБ для мелассирования комбикормов производительностью 30 т/ч, установки для ввода жира Б6-ДСЖ в рассыпные комбикорма производительностью 10 т/ч. В состав агрегатов для ввода мелассы входят подогреватель мелассы, мелассосмеситель, насос, фильтры и необходимая арматура. В состав установки Б6-ДСЖ входят смеситель, баки расходный и накопительный, насосная установка с фильтрами, жироловушка, жиротопка, электроталь с захватным устройством и необходимая арматура.

Для рассыпных комбикормов применяют установки ДГ, Б6-ДГВ, Б6-ДГЕ. В комплект входят охладитель, измельчитель, сепаратор, вентилятор, пульт управления с электрооборудованием, трубопроводы с арматурой для пара и жидких компонентов. Производительность в основном зависит от диаметра отверстий (фильтры) в матрице. Обычно за расчетную принимают производительность при установке матрицы с отверстиями 0...4,7 мм. Для растаривания тканевых и бумажных мешков используют пылеуловители А1-БПУ. Пылеуловитель обеспечивает нормальное санитарное состояние помещения в результате создания вакуума над приемной решеткой.

Для упаковки готовой рассыпной продукции применяют весовой полуавтоматический дозатор ДВК-50П в комплекте с мешкозашивочной машиной ЗЗЕ-М, которую в настоящее время заменяют на К4-БУА.

2.3 Подбор и расчет технологического оборудования

Для расчета производительности оборудования технологических линий необходимо знать мощность завода, максимальное количество сырья, направляемое на данную технологическую линию в процентах от суточной производительности завода (таблица 2.2), коэффициент использования оборудования и время его работы [12].

Таблица 2.2 – Максимальное количество сырья (в процентах от суточной производительности)

№ п/п	Наименование сырья	Для производства комбикормов
1	Зерновое и зернобобовое сырье	80
2	Травяная мука	30
3	Шроты	20
4	Минеральное сырье	5
5	Премиксы	1

Производительность технологических линий подготовки сырья определяют по формуле:

$$q_i = \frac{Q \cdot a_i}{100 \cdot \tau_i}, \quad (2.1)$$

где g_i -производительность i - й технологической линии, т/ч;

Q - производительность комбикормового цеха, т/сут;

a_i - максимальное количество сырья, %;

τ_i - время работы i - линии, ч.

Потребное число оборудования для очистки, измельчения, шелушения и находят по формуле:

$$N_m = \frac{q \cdot k}{q_m}, \quad (2.2)$$

где k - коэффициент использования оборудования (для дозирования – 0,9; для дробления и гранулирования – 0,8; для остального оборудования – 1,0);

q_m – производительность подбираемого оборудования на данной линии, т/ч.

Линия зернового сырья:

$$q_i = \frac{180 \cdot 80}{100 \cdot 24 \cdot 1} = 6 \text{ т/ч.}$$

Выбираем сепаратор А1-БМС-6 производительностью 6 т/ч [].

$$N_m = \frac{6 \cdot 1}{6} = 1.$$

Количество электромагнитного сепаратора марки А1-ДЭС:

$$N_m = \frac{6 \cdot 1}{20} = 0,3. \text{ Принимаем } 1.$$

Количество дробилок:

$$N_{\text{м}} = \frac{6 \cdot 0,8}{6} = 0,8.$$

Принимаем 1 дробилку А1-ДМР-6 и еще 1 резервную.

Количество шелушительно-шлифовальной машины:

$$N_{\text{м}} = \frac{6 \cdot 1}{5} = 1,2.$$

Принимаем 2 машины марки ЗНМ-5.

Линия шротов:

$$q_i = \frac{180 \cdot 20}{100 \cdot 24 \cdot 1} = 1,5 \text{ т/ч.}$$

Количество просеивающих машин:

$$N_{\text{м}} = \frac{1,5 \cdot 1}{2} = 0,75.$$

Принимаем 1 просеивающую машину.

Количество дробилок:

$$N_{\text{м}} = \frac{1,5 \cdot 0,8}{2} = 0,6.$$

Принимаем 1 дробилку марки РІ-БДК-М.

Линия травяной муки:

$$q_i = \frac{180 \cdot 30}{100 \cdot 24 \cdot 1} = 2,25 \text{ т/ч.}$$

Количество просеивающих машин:

$$N_{\text{м}} = \frac{2,25 \cdot 1}{4} = 0,56.$$

Принимаем 1 просеивающую машину.

Количество дробилок:

$$N_{\text{м}} = \frac{2,25 \cdot 0,8}{2} = 0,9.$$

Принимаем 1 дробилку марки РІ-БДК-М.

Линия минерального сырья:

$$q_i = \frac{180 \cdot 5}{100 \cdot 24 \cdot 1} = 0,375 \text{ т/ч.}$$

Количество просеивающих машин:

$$N_m = \frac{0,375 \cdot 1}{1,4} = 0,26.$$

Принимаем 1 просеивающую машину А1-ДСМ.

Количество дробилок:

$$N_m = \frac{0,375 \cdot 0,8}{5} = 0,06.$$

Принимаем 1 дробилку марки СДМ-112.

Линия подготовки премиксов:

$$q_i = \frac{180 \cdot 1}{100 \cdot 24 \cdot 1} = 0,075 \text{ т/ч.}$$

2.4 Расчёт линии дозирования и смешивания

Линия дозирования - смешивания завершает процесс производства рассыпных комбикормов, здесь формируется готовая продукция комбикорм в соответствии с заданный рецептом. Емкость бункеров над дозаторами принимается от 4 до 8 часов производительности цеха.

Емкость и количество наддозаторных бункеров для отдельных компонентов зависят от содержания компонентов в каждом рецепте в (%), его объемной массы, коэффициента использования емкости бункера и времени (ч), в течение которого обеспечивается работа линии дозирования. При применении предварительного дозирования и смешивания компонентов комбикормов время (т) принимается равным 4 ч, без применения предварительного дозирования емкость наддозаторных бункеров рассчитывают на 8 часов производительности завода.

Одноэтажное расположение бункеров принимают для комбикормовых заводов производительностью до 300 т/с, а свыше - двухэтажное. Это позволяет снизить занимаемую ими производственную площадь и обеспечивает минимальную длину питателей, подающих компоненты в многокомпонентные весы [6].

Необходимое количество наддозаторных бункеров определяют по формуле:

$$n = \frac{Q \cdot T \cdot M}{a \cdot h \cdot g \cdot K_u \cdot 100 \cdot 24}, \quad (2.3)$$

где Q - производительность комбикормового завода,

T - запас емкости в часах;

M - количество сырья, подлежащее хранению, %;

a - размер стороны бункера квадратного сечения, м
(принимаем 0,5х1,5 м);

h - высота бункера в м, (принимаем 4,8 м);

g - объемный вес данного вида сырья, т/м²;

K_u - коэффициент использования объема силосов (принимаем $K_u = 0,9$).

Линия дозирования и смешивания для зерна:

$$n = \frac{180 \cdot 8 \cdot 80}{1,5 \cdot 4,8 \cdot 0,63 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 24} = 11,75.$$

Принимаем 12 бункеров для зерна.

Линия шротов:

$$n = \frac{180 \cdot 8 \cdot 20}{1,5 \cdot 4,8 \cdot 0,5 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 24} = 3,75.$$

Принимаем 4 бункера для шротов.

Линия минерального сырья:

$$n = \frac{180 \cdot 8 \cdot 5}{1,5 \cdot 4,8 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 24} = 0,03.$$

Принимаем 1 бункер для минерального сырья.

Линия премиксов:

$$n = \frac{180 \cdot 8 \cdot 1}{1,5 \cdot 4,8 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 24} = 0,07.$$

Принимаем 1 бункер для премиксов.

Расчёт общего количества наддозаторных бункеров:

$$\sum n = 12 + 4 + 1 + 1 = 18.$$

При определении количества и марки весовых дозаторов учитывают число бункеров, под которыми устанавливают дозаторы, и общую производительность линии дозирования.

Производительность линии дозирования - смешивания рассчитывают по вместимости смесителя E (т), которую определяют по формуле:

$$E = \frac{Q}{K_n \cdot \tau \cdot n}, \quad (2.4)$$

$$E = \frac{180}{0,9 \cdot 24 \cdot 10} = 0,8 \text{ т/ч.}$$

При установке двух и трех дозаторов нужно учитывать, что сумма наибольшего предела взвешивания должна быть больше вместимости смесителя. Это вызвано тем, что в каждом дозаторе дозируют определенные компоненты и их общее количество в различных комбикормах разное. Обычно дозаторы не заполняют до максимального предела взвешивания.

При проектировании линии дозирования - смешивания время одного цикла дозирования принимают 6 мин. Оно складывается из времени заполнения смесителя, смешивания и разгрузки смесителя.

В течение 1 ч смеситель любой вместимости смешивает десять дозированных порций (совершает десять циклов). Таким образом, производительность смесителя равна его вместимости, умноженной на число циклов:

$$q_{\text{см}} = E \cdot n. \quad (2.5)$$

Производительность смесителя:

$$q_{\text{см}} = 0,8 \cdot 10 = 8 \text{ т/ч.}$$

Многокомпонентные весовые дозаторы подбирают исходя из следующих условий: количество любого компонента должно быть не меньше минимально допустимой взвешиваемой порции дозатора. Однако масса суммы компонентов, направляемых в дозатор, не должна быть больше его предела взвешивания; компоненты с малым процентным содержанием в комбикорме следует направлять в дозаторы с меньшим пределом взвешивания, так как у них небольшая погрешность дозирования.

2.5 Охрана труда при производстве комбикормов

2.5.1 Опасные и вредные производственные факторы

Основными опасными и вредными производственными факторами при производстве комбикормов являются:

- движущиеся машины и механизмы; подвижные части технологического оборудования; перемещающиеся изделия, заготовки, материалы;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха в рабочей зоне;
- повышенный уровень шума и вибрации на рабочих местах;
- отсутствие или недостаточная степень освещенности рабочих мест;
- повышенная или пониженная влажность и температура воздуха в рабочей зоне;
- применение в электрической сети комбикормового цеха повышенного напряжения, замыкание которой может пройти через тело человека;
- работа на высоте (рабочие места могут быть размещены на значительной высоте относительно поверхности пола (земли)).

Кроме этого, к неблагоприятным факторам относятся психофизиологические факторы, которые связаны с монотонностью работы, физическими и эмоциональными перегрузками.

В связи с этим, для безопасного производства работ необходимо соблюдать требования, установленные Правилами по охране труда при приготовлении кормов.

2.5.2 Безопасность труда при производстве комбикормов

Весь производственный процесс приготовления комбикормов должен быть организован таким образом, чтобы исключались технологические операции, при которых работники будут вынуждены контактировать с приготавливаемым кормом или его компонентами, находиться в рабочей зоне механизма, технологического оборудования или в зоне движения транспорта [3].

Управление технологическими операциями приготовления комбикормов должно быть дистанционным с общего пульта управления с возможностью местного управления оборудованием для устранения аварийных и опасных ситуаций и при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

На рабочих местах должна быть вывешена информация (надписи, схемы и др.) о последовательности действий при возникновении опасной или аварийной ситуации.

Зерновые и другие компоненты комбикормов перед переработкой должны быть очищены от металлических и других примесей. Магниты, которые предназначены для удаления металлических примесей из кормовых компонентов, необходимо систематически проверять и очищать. Очистка магнитов производится через люки с помощью деревянных скребков. Для удаления примесей из-под питателей, норий, конвейеров необходимо применять скребки или чистики. Все примеси должны собираться в специальные поддоны или контейнеры.

Технологические процессы переработки кормовых компонентов происходят с выделением пыли. Необходимо герметизировать все места и источники пылеобразования. Должна быть предусмотрена аспирация воздуха с содержанием пыли, которая должна включаться за 0,5 мин до включения технологических линий и отключаться через 2..3 мин после их остановки.

Все машины и оборудования технологических линий следует пускать в работу в определенной последовательности, в соответствии с технологическими картами. Такие машины, как измельчители и дробилки должны иметь систему автоматического регулирования подачи продукта с обратной связью по загрузке двигателя.

Перед включением двигателя необходимо произвести пробное прокручивание рабочих органов для проверки отсутствия посторонних предметов внутри машин и оборудования. После включения двигателя машина некоторое время должна проработать на холостом ходу до набора полного числа оборотов. В это время необходимо проверить отсутствие вибрации рамы машины, посторонних стуков и шумов. Не допускается работа на измельчителях и дробилках с несбалансированным ротором и незакрепленными рабочими органами.

После выхода ротора измельчителя или дробилки на рабочий режим производится подача кормовых компонентов. При этом необходимо обеспечить равномерность подачи материала. Во время работы на машинах необходимо следить за тем, чтобы скорость и направление вращения рабочих органов соответствовали величинам, указанным в инструкции по эксплуатации. В случае забивания рабочих органов машин необходимо включить обратный ход. Если таким образом не получается устранить забивание, то необходимо отключить электропривод от сети и очищать рабочие органы специальными чистиками. При этом необходимо принять меры, исключающие случайный пуск машины и повесить на пусковое устройство табличку с надписью «Не включать. Работают люди!».

Во время работы дробилки не допускается выход пыли в местах соединения транспортирующих труб с корпусом дробилки и циклоном. Пылеуловители не должны иметь повреждений. Не допускается накопление мучнистой пыли на полу, строительных конструкциях, самом оборудовании. Необходимо проводить влажную уборку пыли в соответствии с утвержденным графиком.

Жидкие компоненты комбикормов должны вноситься через шлюзовые затворы, дозаторы, инжектирующие устройства, исключаящие их разбрызгивание.

Работа с минеральным сырьем должна производиться с применением средств индивидуальной защиты органов дыхания, зрения, кожных покровов (белковые, минеральные, лекарственные добавки) при работающей системе аспирации или местной вентиляции.

Технологическое оборудование и механизмы, при работе которых образуется повышенный шум или вибрация должны быть установлены на виброизолирующих основаниях или в изолированных помещениях.

Работы по обслуживанию и ремонту бункеров-накопителей и смесителей должны производиться с площадок, имеющих ограждение высотой не менее 1 м.

Готовая продукция не должна содержать посторонние примеси (металлические предметы, стекло, песок и другие), т.к. они могут стать причиной травм животных или привести к созданию опасных и аварийных ситуаций.

2.5.3 Обеспечение пожарной и взрывобезопасности при производстве комбикормов

Комбикормовые цеха или заводы относятся к пожаро- и взрывоопасным объектам, т.к. минимальная концентрация зерновой пыли в воздухе в случае возгорания может стать причиной взрыва, пожара и значительных разрушений.

Основными причинами взрывов являются [3]:

- нарушения правил эксплуатации или неисправность оборудования;
- самовозгорание сырья и продуктов его переработки;
- проведение огневых работ с нарушением требований пожаро- и взрывобезопасности;
- нарушение правил эксплуатации зерносушильных установок;
- нарушение правил пожарной безопасности, в том числе требований взрывобезопасности при тушении пожаров.

К основным техническим мероприятиям, направленным на снижение аварийности на комбикормовых предприятиях относятся:

- оснащение технологического оборудования средствами технического контроля (контроля частоты вращения ротора машины, контроля схода ленты и т.д.);
- оснащение технологического оборудования (нории, дробилки, зерносушилки, циклоны) взрыворазрядными устройствами;
- установка взрывоопасного технологического оборудования в отдельных блоках;
- применение системы масляного орошения, которая позволяет снизить концентрация зерновой пыли внутри транспортирующего оборудования;
- применение современных и безопасных аспирационных систем.

К организационным мероприятиям относятся проведение инструктажей и обучения персонала по пожаро- и взрывобезопасности, а также учебных тревог по ликвидации аварий на предприятий.

Основные мероприятия по пожарной безопасности [17]:

1. Проектирование и планировка комбикормовых предприятий в соответствии с противопожарными требованиями (расположение зданий и помещений предприятия по отношению друг к другу и по отношению к жилым массивам).

2. Противопожарная безопасность технологического оборудования:

- контроль режима работы оборудования;
- теплоизоляция нагреваемых частей и поверхностей оборудования;
- герметизация оборудования и его аспирация;
- применение специальных средств защиты электроустановок и электрических сетей от короткого замыкания и токовых перегрузок;
- применение системы технического обслуживания и ремонта технологического оборудования и другие.

3. Обеспечение электробезопасности на комбикормовых предприятиях:

- соблюдение правил электрообезопасности при выполнении технологических операции и работе на машинах и оборудовании;
- организация обучения персонала;
- установка знаков безопасности;
- ограждение токоведущих частей оборудования и рабочего места;
- применение заземляющих устройств и другие.

4. Оснащение комбикормовых предприятий пожароохранной сигнализацией.

2.5.4 Применение производственной физкультуры для работников комбикормовых предприятий

В своей профессиональной деятельности работники перерабатывающих производств должны опираться не только на свои знания и опыт, но должны быть психо-физический подготовлены. Психо-физическая подготовленность рабочего обуславливается рядом качеств, которые основываются на его физические, психические и духовные возможности. К таким качествам человека можно отнести высокую работоспособность, физические и функциональные возможности организма, способность к полному восстановлению утраченных сил за заданный отрезок времени. Эти качества необходимы для быстрой адаптации рабочего к изменениям

производственных условий, внешней среды, объёма и интенсивности труда. Поэтому выполнение физических упражнений производственной гимнастики, характерных для каждой профессиональной деятельности, должно быть направлено прежде всего на формирование физических, психических и духовных качеств, которые будут способствовать успешной профессиональной деятельности [7].

Характерными для работников перерабатывающих производств являются следующие группы профессиональных заболеваний:

- вызываемые действием физических факторов (заболевания нервно-мышечного и костно-суставного аппарата, вибрационная болезнь, профессиональная тугоухость);
- вызываемые действием пыли (пылевые бронхиты, пневмокониозы и др.);
- вызываемые действием биологических факторов (инфекционные и паразитарные заболевания);
- обусловленные повышенной чувствительностью организма человека к веществам химической природы, растительного и животного происхождения (бронхиальная астма, аллергические дерматиты).

В связи с этим предлагается следующая схема построения комплекса упражнений производственной гимнастики для трактористов-машинистов [7]:

1. Потягивание глубоким дыханием, заканчивающееся расслаблением мышц рук и плечевого пояса.
2. Наклоны, повороты, вращения туловища.
3. Приседания, подскоки, бег.
4. Упражнения для мышц рук и плечевого пояса (для улучшения подвижности в грудино-ключичных суставах и увеличения подвижности грудной клетки)
5. Упражнения на координацию движений.

Таким образом, производственная гимнастика — использование физических упражнений в режиме рабочего дня с целью повышения профессиональной работоспособности, снятия утомления, профилактики профессиональных заболеваний [7]. Правильно организованный режим рабочего дня и отдыха с сочетанием комплекса физических упражнений производственной гимнастики в процессе профессиональной деятельности помогает сохранить высокую работоспособность и укрепить здоровье.

2.6 Охрана окружающей среды при производстве комбикормов

Производство комбикормов считается одной из безопасных с точки зрения воздействия на экологию по сравнению с другими отраслями промышленности. Это связано с тем, что при производстве комбикормов применяются нетоксичные органические компоненты, которые отвечают требованиям стандартов и технических условий. Все компоненты и добавки на комбикормовых заводах при поступлении проходят многоуровневую проверку. Кроме этого, производится тщательный контроль качества готовой продукции. Таким образом, продукция комбикормовых предприятий считается наиболее экологически безопасной.

Несмотря на это, технологические процессы приготовления комбикормов не должны оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Основными факторами комбикормовых предприятий, которые могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду являются загрязнение атмосферы пылевидными частицами, загрязнения прилегаемой территории отходами производства и пылью, слив в канализацию неочищенной воды, которое используется в технологических процессах, создание повышенного уровня шума при работе технологического оборудования. Эти факторы имеют особое значение, когда комбикормовые предприятия располагаются в крупных населенных пунктах.

Зерновая пыль может образовываться при очистки и обработки зерновых компонентов, при их измельчении, а также при транспортировки зерна и отходов производства комбикормов. Для уменьшения негативного воздействия пылевидных частиц на окружающую среду необходимо герметизировать все оборудование и коммуникации предприятий, установить системы аспирации, для очистки воздуха использовать системы обеспыливающих устройств (фильтры, циклоны и т.п.).

Вода, которая используется может содержать значительное количество взвешенных механических частиц и микроорганизмов. Такая вода перед сливом в канализацию должна пройти процессы очистки и обеззараживания. При этом необходимо применять такую систему очистки воды, которая позволил бы повторное ее использование.

В настоящее время разработаны технологии мойки зерновых компонентов, которые позволяют снизить расход воды в 8...10 раз. Например, технология мокрого шелушения зерна [16].

Основными техническими мероприятиями по снижению уровень шума являются установка технологического оборудования на звукопоглощающие фундаменты или в отдельных изолированного от основного производства помещениях, а также установка на аспирационных и пневмотранспортных сетях специальных глушителей.

На современном этапе наиболее важное значение в сфере охраны окружающей среды приобретают технологии приготовления комбикормов с использованием побочных продуктов и отходов пищевой промышленности. Такие технологии производства комбикормов позволяют произвести глубокую переработку побочных продуктов и отходов пищевой промышленности, снизить себестоимость производства самого комбикорма, расширить ассортимент кормовой базы животноводства и птицеводства, что в конечном итоге обеспечивает экологическую безопасность пищевых и перерабатывающих предприятий [4].

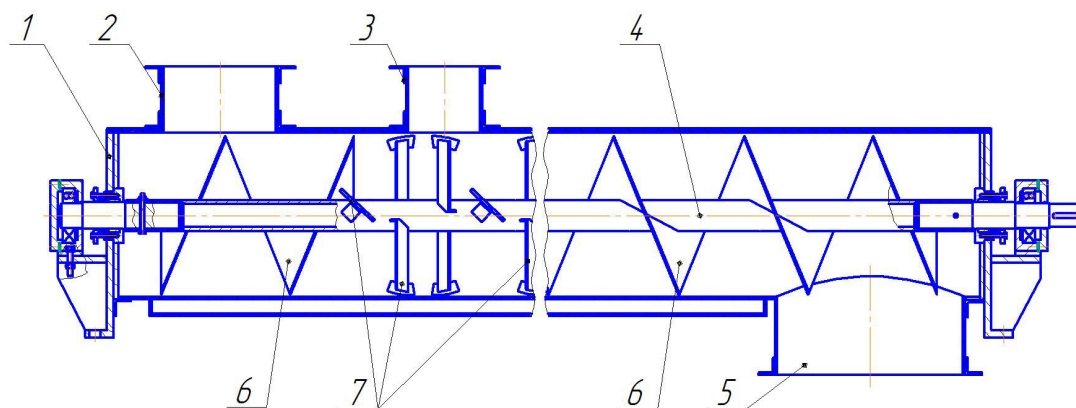
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание конструкторской разработки

В данной работе разрабатывается смеситель, который предназначен для приготовления кормовых смесей из витаминно-минеральных компонентов и премиксов, комбикормов с высокой степенью однородности.

Общий вид разрабатываемого смесителя представлен на рисунке 3.1.

Смеситель состоит из корпуса 1, на котором закреплены загрузочные 2, 3 и выгрузной 5 патрубки и рабочий орган. Рабочий орган выполнен в виде вала 4 со шнековым 6 и лопастными 7 участками.



1 – корпус; 2 и 3 – загрузочные патрубки; 4 – вал; 5 – выгрузной патрубок;
6 и 7 – шнековый и лопастной участки рабочего органа

Рисунок 3.1 – Общий вид смесителя комбикормов

Принцип действия смесителя заключается в следующем. Измельченные и дозированные в соответствии с рецептом приготовления комбикорма кормовые компоненты (зерновые, шрот и другие) подаются через загрузочный патрубок 2, компоненты минерального происхождения (соли, премиксы и т.п.) через патрубок 3. При этом включают привод смесителя, который приводит в действие рабочий орган. Происходит непрерывный процесс смешивания компонентов.

Наличие на рабочем органе лопастного участка способствует более интенсивному протеканию процесса смешивания компонентов кормов. Далее готовая смесь выгружается через выгрузной патрубок за счет работы шнековой части рабочего органа.

Предлагаемая конструкция рабочего органа смесителя способствует получению однородной комбикормовой смеси, компоненты смеси не подвергаются дополнительному нагреву и переизмельчению.

3.2 Конструктивные расчеты смесителя

3.2.1 Расчет конструктивных параметров смесителя

Основными конструктивными параметрами смесителя являются: диаметр шнека D рабочего органа, шаг шнека S , диаметр вала d , длина рабочего органа L .

Диаметр и шаг шнека смесителя можно определить по его производительности по следующей формуле [10]:

$$Q = 47 \cdot \psi \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot \rho_c \cdot k \cdot c, \quad (3.1)$$

где ψ – коэффициент заполнения шнека (принимается $\psi = 0,3 \dots 0,4$);

D – диаметр шнека, м;

S – шаг шнека, м;

n – частота вращения шнека, мин⁻¹;

ρ_c – объемная плотность комбикормовой смеси, кг/м³ (принимается $\rho_c = 800$ кг/м³);

k – коэффициент, зависящий от вида материала (для легкосыпучих грузов $k = 0,75 \dots 1,0$ []);

c – коэффициент учитывающий угол наклона шнека (в нашем случае $c = 1$).

Согласно [10] шаг шнека принимается $S = (0,8 \dots 1) D$.

Из формулы 3.1 можно определить диаметр шнека:

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \cdot \psi \cdot 0,8 \cdot n \cdot \rho_c \cdot k \cdot c}} \quad (3.2)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{8000}{47 \cdot 0,3 \cdot 0,8 \cdot 40 \cdot 800 \cdot 0,8 \cdot 1}} = 0,253 \text{ м.}$$

Принимаем диаметр шнека $D = 0,25 \text{ м.}$

Тогда шаг шнека равняется $S = 0,8 \cdot 0,25 = 0,2 \text{ м.}$

Согласно [10] диаметр вала шнека принимается $d = (0,2 \dots 0,35) D$.

Тогда $d = 0,2 \cdot 0,25 = 0,05 \text{ м.}$

Согласно [10] длина рабочего органа (шнека) должно быть в пределах $L = 1,2 \dots 2,5 \text{ м.}$ В нашем случае принимаем $L = 2,5 \text{ м.}$

3.2.2 Определение потребной мощности для привода смесителя

Потребная мощность для привода смесителя определяется по формуле [10]:

$$N = 9,81 \cdot Q \cdot L \cdot \omega \cdot k_3 \cdot 10^{-3}, \quad (3.3)$$

где Q - производительность смесителя, кг/с;

ω – коэффициент сопротивления движению материала ($\omega = 4 \dots 5$);

k_3 – коэффициент запаса мощности ($k_3 = 1,2 \dots 1,25$).

$$N = 9,81 \cdot 2,2 \cdot 2,5 \cdot 5 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} = 0,35 \text{ кВт.}$$

Мощность электропривода определяется по следующей формуле [10]:

$$N_{\text{дв}} = N / \eta, \quad (3.4)$$

где η – КПД привода (принимаем $\eta = 0,85 \dots 0,9$).

$$N_{\text{дв}} = \frac{0,35}{0,85} = 0,4 \text{ кВт.}$$

Согласно ГОСТ 19523-74 «Двигатели трехфазные асинхронные короткозамкнутые серии 4А мощностью от 0,06 до 400 кВт. Общие технические условия» выбираем электродвигатель 4А80В8У3 с частотой вращения 750 мин^{-1} и мощностью 0,55 кВт.

Передаточное число редуктора привода смесителя:

$$i = n_{\text{дв}}/n. \quad (3.5)$$

$$i = 750/40 = 19,1.$$

Для привода смесителя выбираем редуктор типа Ц2У-100-20 ГОСТ 21426-75 с передаточным числом $i = 20$ [13].

3.3 Требования к монтажу смесителя

1. Монтаж смесителя производится в помещениях, которые относятся к категории «Б» по СНиП 31-03-2001 (ВП по ПУЭ).

2. Подготовка к монтажу включает в себя следующие операции: проверку комплектности смесителя и наличия крепежных изделий, подготовку необходимого инструмента, материалов и грузоподъемного средства, подготовку площадки для монтажа.

3. Площадка для монтажа смесителя должен иметь ровную поверхность с бетонным или асфальтобетонным покрытием толщиной не менее 150 мм.

4. Установить смеситель на место. Смонтировать транспортные средства подачи компонентов в смеситель и отвода готового продукта.

5. Установить в удобном для эксплуатации месте пульт управления (в комплект не входит).

6. Заземлить корпус смесителя и пульта.

7. Проверить наличие и уровень масла в редукторе привода смесителя. Установить сапун в верхнюю точку редуктора.

8. Произвести проверку комплектности и технического состояния электродвигателя, а также сопротивления его обмоток, которое должно быть не менее 1 МОм. Монтаж электрооборудования и защитных устройств производится в соответствии с правилами установки электрооборудования и правилами промышленной безопасности ПБ 14-586-03, подключение электроснабжения выполняется в соответствии с ГОСТ Р 51330.13 – 99 «Электрооборудование взрывозащищенное». Рекомендуемая схема подключения электрооборудования смесителя представлена на рисунке 3.2.

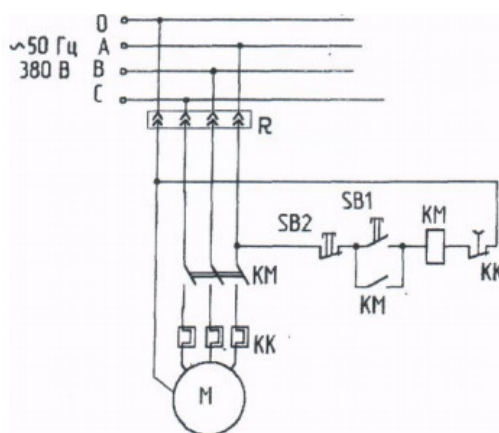


Рисунок 3.2 - Рекомендуемая схема подключения электрооборудования смесителя

9. После окончания монтажных работ произвести проверку работоспособности смесителя на холостом ходу в течение 15 минут. При этом не должно быть посторонних шумов и вибрации. Выявленные неисправности устранить.

3.4 Указания по эксплуатации смесителя

1. При подготовке смесителя к работе

При подготовке к работе производится осмотр смесителя, предварительно отключив его от электрической сети; проверка общего технического состояния смесителя и его комплектности; проверка надежности соединения транспортных средств подачи компонентов в

смеситель и отвода готового продукта, а также узлов и агрегатов самого смесителя; проверка наличия и состояния защитных и заземляющих устройств смесителя; проверка отсутствия посторонних предметов и материала внутри смесителя и транспортных магистральных.

2. Проверка работы смесителя на холостом ходу

Перед началом работы смесителя в технологическом режиме производится пробный пуск смесителя и проверка его работы на холостом ходу в течении 15 мин. Для этого необходимо подключить смеситель к электрической сети и нажать кнопку «ПУСК» на выключателе. При работе в режиме холостого хода производится проверка направления вращения рабочего органа, оценивается работа смесителя на слух. В случае обратного вращения рабочего органа или наличия посторонних шумов и вибрации следует немедленно отключить смеситель от электрической сети и сообщить о выявленных неисправностях обслуживающему персоналу для их устранения. После устранения неисправностей еще раз произвести пробный пуск смесителя. Возможные неисправности смесителя и способы их устранения представлены в приложении 1.

3. При работе смесителя

К началу работы смесителя можно приступать после выполнения операции по подготовке к работе и его пробного пуска. Включить смеситель и привод транспортных средств подачи компонентов в смеситель и отвода готового продукта. Производится загрузка в смеситель предварительно взвешенных компонентов согласно рецептуре. Выгрузка готовой продукции происходит при работающем смесителе из выгрузного патрубка.

4. После окончания работы

Продукт должен быть полностью выгружен из смесителя. Запрещается отключать заполненный продуктом смеситель.

Выключить электродвигатель. Отключить подачу электроэнергии.

3.5 Указания по техническому обслуживанию смесителя

Для обеспечения и поддержания работоспособности и исправности смесителя предусмотрены следующие виды технического обслуживания (ТО): ежедневное ТО, которое проводится перед началом и по окончании работы; ТО-1 через 150...200 часов работы; ТО-2 через 500...550 часов работы.

Содержание работ, проводимых при технических обслуживаниях смесителя приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Содержание работ при ТО смесителя

№ п/п	Содержание работ	Технические требования	Инструмент, приспособления, материалы и методика выполнения работ
Ежедневное техническое обслуживание (ЕТО)			
1.	Осмотр оборудования, проверка наружных крепежных элементов	Ослабшие крепежные соединения подтянуть	Визуально. Слесарный инструмент.
2.	Проверка подтекания смазки в подшипниковых узлах	Подтекание и выброс смазки не допускается	Устранить причины подтекания (выброса) смазки. Слесарный инструмент
3.	Очистка оборудования и производственного помещения от пыли, грязи		
Техническое обслуживание № 1 (ТО-1)			
1.	Выполнить работы по ежедневному ТО		
2.	Проверить температурный режим работы подшипников	Температура нагрева подшипников не должна превышать 60°C	Контактный термометр
3.	Проверить состояние подшипников	При необходимости произвести дополнительную смазку подшипников	Литол-24
Техническое обслуживание № 2 (ТО-2)			
1.	Выполнить работы по ТО-1		
2.	Замерить сопротивление изоляции силовых сетей	Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм	Мегаомметр М4100/3
3.	Замерить сопротивление изоляции обмоток электродвигателя	Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм	Мегаомметр М4100/4

Информация о проведении работ по техническому обслуживанию смесителя заносится в журнал. Образец журнала технического обслуживания смесителя приведен в приложении 2.

3.6 Требования безопасности при эксплуатации смесителя

1. К обслуживанию смесителя допускается персонал, прошедший обязательное обучение и аттестацию по промышленной безопасности в соответствии с разделом 3 ПБ-14-586-03.

2. К обслуживанию электрооборудования допускаются лица, прошедшие подготовку и имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей.

3. Монтаж, наладка и обслуживание смесителя должны осуществляться в строгом соответствии с «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ) и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителем».

4. Обслуживающий персонал должен уметь практически оказывать первую помощь при поражении электрическим током.

5. Для надежной и безаварийной работы, обслуживающий персонал должен знать устройство смесителя, правила техники безопасности, своевременно и качественно проводить технические обслуживания.

6. Категорически запрещается:

- работать с открытым люком на крышке смесителя;
- производить чистку оборудования, устранять завалы продукта при включенной машине;
- открывать дверку пульта, находящегося под напряжением;
- производить ремонт электрооборудования под напряжением.

7. При эксплуатации и ремонте электрооборудования соблюдать следующие требования безопасности:

- корпус машины должен быть заземлен;
- электропроводка не должна иметь нарушений изоляции;

- сопротивление изоляции обмоток электродвигателя, электропроводки должно быть не менее 1 МОм;
- электродвигатели должны иметь степень защиты IP54 ГОСТ14254, предназначенную для работы в помещениях класса В-Па;
- сопротивление между заземляющим болтом и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью машины, которая может оказаться под напряжением, не должно превышать 0,1 Ом.

8 При ремонте электрооборудования и машины необходимо:

- отключить рубильник;
- убрать предохранители;
- проверить отсутствие напряжения на клеммах;
- вывесить табличку «Не включать! Работают люди!».

9 В помещении должна быть обеспечена пожарная безопасность согласно Федеральному закону РФ №123-ФЗ от 22.07.08 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Помещение должно быть оборудовано огнетушителями, пожарным инвентарем (пожарные щиты, пожарные ведра, бочки для воды, ящики для песка и др.) и ручным пожарным инструментом (пожарные ломы, багры, топоры и др.) Комплектация пожарных щитов и стендов должна соответствовать ФЗ РФ №123-ФЗ для данной категории объекта, согласованным с органами пожарной охраны.

10. Нормы естественного и искусственного освещения производственного помещения должны соответствовать строительным нормам и правилам, и санитарно-гигиеническим нормам. Освещенность рабочего места не менее 150 люкс.

11. Микроклимат производственного помещения должен соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005.

12. При проведении огневых работ в здании (электросварка, газосварка, газозлектрорезка и т.д.) необходимо руководствоваться Типовой инструкцией по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах РД -09-364-00, правилами безопасности ПБ-14-586-03.

13. Уровень звука (дБА) и уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц) не должны превышать значений, допустимых по ГОСТ 12.1.003.

14. Величина параметров вибрации не должна превышать значений по ГОСТ 12.1.012

15. В соответствии п.2.2. ПБ 14-586-03 «Правил промышленной безопасности для взрывопожароопасных производственных объектов хранения, переработки и использования растительного сырья» предприятие опасного производственного объекта должно иметь план ликвидации аварий и защиты персонала.

3.7 Технико-экономическое обоснование разработанного смесителя

3.7.1 Определение массы и стоимости смесителя

Масса разрабатываемого смесителя определяется по формуле [2]:

$$G = (G_K + G_{II}) \cdot K, \quad (3.6)$$

где G_K – масса разрабатываемых деталей и узлов конструкции, кг;

G_{II} – масса покупных узлов конструкции, кг (принимаем $G_{II} \approx 35$ кг);

K – коэффициент, учитывающий массу монтажных материалов используемых при изготовлении конструкции ($K = 1,1 \dots 1,3$).

Расчет массы разрабатываемых деталей приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Расчет массы разрабатываемых деталей

Наименование детали	Масса детали, кг	Колич. детали, шт	Общая масса
Корпус	160	1	160
Лопатка	1	10	10
Шнек	39	1	39
Вал	0.77	1	0.77
Корпус подшипника	12.5	2	25
Крышка	0.3	1	0.3
Крышка	0.32	1	0.32
Ось	0.8	1	0.8
Втулка	1.7	2	3.4
Всего	-	-	239,6

$$G = (239,6 + 35) \cdot 1,2 = 315 \text{ кг.}$$

Стоимость разрабатываемой конструкции определяется по формуле [2]:

$$C_{\text{б}} = (G_{\text{к}} \cdot (C_{\text{з}} \cdot E + C_{\text{м}}) + C_{\text{пд}}) \cdot K_{\text{нач}}, \quad (3.7)$$

где $C_{\text{з}}$ – издержки изготовления, приходящиеся на 1 кг массы конструкции, руб, ($C_{\text{з}} = 0,02 \dots 0,15$), [2] ;

E – коэффициент изменения стоимости изготовления конструкции в зависимости от объема выпуска, руб;

$C_{\text{м}}$ – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы конструкции, $C_{\text{м}}=100$ руб/кг;

$C_{\text{пд}}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб;

$K_{\text{нач}}$ – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости, $K_{\text{нач}} = 1,1 \dots 1,4$ [2].

$$C_{\text{б}} = (239,6 \cdot (0,15 \cdot 1,5 + 0,95) + 120000) \cdot 1,4 = 168400 \text{ руб.}$$

3.7.2 Определение технико-экономических показателей

В качестве исходных данных к расчету рассмотрим технико-экономические показатели базовой и разрабатываемой конструкции (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Техничко-экономические показатели разрабатываемой и базовой конструкции

Наименование	Варианты	
	Базовой	Проектируемой
Масса конструкции, кг	240	315
Балансовая стоимость, руб.	90000	168400
Часовая производительность, т/ч	1.1	0.55
Количество обслуживающего персонала, чел.	5.5	7.5
Тарифная ставка, руб./чел-ч.	250	250
Норма амортизации, %	16.6	16.6
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	2100	2100

Расчет показателей эффективности сравниваемых установок будет производиться по следующим формулам [2]. При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом X_0 , а проектируемого X_1 .

Дополнительные капитальные вложения определяются по формуле:

$$\Delta K = C_{B0} - C_{B1}, \quad (3.8)$$

где C_{B1} , C_{B0} – балансовые стоимости проектируемой и базовой конструкции, руб.

$$\Delta K = 168400 - 90000 = 78400 \text{ руб.}$$

Металлоемкость конструкции определяется по формуле:

$$M_e = G / (W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}), \quad (3.9)$$

где M_e – металлоемкость конструкции, кг/т;

G – масса конструкции, кг;

$W_{\text{ч}}$ – часовая производительность конструкции, т/ч;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_{e0} = 240 / (5,5 \cdot 21000 \cdot 7) = 0,003 \text{ кг/т};$$

$$M_{e1} = 315 / (7,5 \cdot 21000 \cdot 7) = 0,002 \text{ кг/т}.$$

Фондоемкость выполнения работы определяется по формуле:

$$F_e = C_6 / (W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.10)$$

где C_6 – стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = 90000 / (5,5 \cdot 21000) = 7,8 \text{ руб./т};$$

$$F_{e1} = 168400 / (7,5 \cdot 21000) = 10,7 \text{ руб./т}.$$

Трудоемкость выполнения работы определяется по формуле:

$$T_e = n_p / W_{\text{ч}}, \quad (3.11)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e0} = 1 / 5,5 = 0,18 \text{ чел·ч/т}.$$

$$T_{e1} = 1 / 7,5 = 0,13 \text{ чел·ч/т}.$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_e = N / (W_{\text{ч}}), \quad (3.12)$$

где N – потребляемая мощность конструкции, кВт.

$$\mathcal{E}_{e0} = 1,1 / 5,5 = 0,2 \text{ кВт·ч/т}.$$

$$\mathcal{E}_{e1} = 0,55 / 7,5 = 0,07 \text{ кВт·ч/т}.$$

Себестоимость выполнения работы находится из выражения:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, \quad (3.13)$$

где $C_{\text{зн}}$ – затраты на оплату труда рабочим, руб./ т;

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

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции, руб./т;

A – амортизационные отчисления, руб./ т.

Затраты на оплату труда рабочим определяются из выражения:

$$C_{\text{зн}} = z_{\text{ч}} \cdot T_{\text{е}}, \quad (3.14)$$

где $z_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка рабочих, руб./ч.

$$C_{\text{зн}0} = 250 \cdot 0,18 = 45,5 \text{ руб./ т};$$

$$C_{\text{зн}1} = 250 \cdot 0,13 = 33,3 \text{ руб./ т.}$$

Затраты на электроэнергию определяются из выражения:

$$C_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{е}}, \quad (3.15)$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – стоимость электроэнергии, руб./кВт-ч.

$$C_{\text{э}0} = 4,5 \cdot 0,2 = 0,9 \text{ руб./ т};$$

$$C_{\text{э}1} = 4,5 \cdot 0,07 = 0,33 \text{ руб./ т.}$$

Затраты на ремонт и ТО конструкции определяются из выражения:

$$C_{\text{рто}} = C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}} / (100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.16)$$

где $N_{\text{рто}}$ – норма затрат на ремонт и ТО конструкции, %.

$$C_{\text{рто}0} = 90000 \cdot 15 / (100 \cdot 5,5 \cdot 2100) = 1,17 \text{ руб./ т};$$

$$C_{\text{рто}1} = 168400 \cdot 15 / (100 \cdot 7,5 \cdot 2100) = 1,6 \text{ руб./ т.}$$

Амортизационные отчисления определяются из выражения:

$$A_i = C_{\text{б}} \cdot a / (100 W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}), \quad (3.17)$$

где a – норма амортизационных отчислений, % ,

$$A_0 = 90000 \cdot 16,6 / (100 \cdot 5,5 \cdot 2100) = 1,3 \text{ руб./ т};$$

$$A_1 = 19620 \cdot 14 / (100 \cdot 7,5 \cdot 2100) = 1,7 \text{ руб./ т.}$$

Тогда получим себестоимость выполнения работы:

$$S_{\text{эксн}0} = 45,5 + 0,9 + 1,17 + 1,3 = 48,8 \text{ руб./ т};$$

$$S_{\text{эксн}1} = 33,3 + 0,33 + 1,6 + 1,7 = 37 \text{ руб./ т}.$$

Приведенные затраты в руб/т определяются из выражения:

$$C_{\text{пр}} = S_{\text{эксн}} + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}}, \quad (3.18)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_{\text{н}}=0,15$.

$$C_{\text{пр}0} = 48,8 + (0,15 \cdot 7,8) = 50 \text{ руб./ т}.$$

$$C_{\text{пр}1} = 37 + (0,15 \cdot 10,7) = 38,6 \text{ руб./ т}.$$

Годовая экономия в рублях определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{чл}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.19)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (48,8 - 37) \cdot 7,5 \cdot 2100 = 185455,8 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект в рублях определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_{\text{н}} \cdot \Delta K, \quad (3.20)$$

где ΔK – дополнительные капитальные вложения, руб.

$$E_{\text{год}} = 185455,8 - 0,15 \cdot 78400 = 173695,8 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = C_{\text{бл}} / \mathcal{E}_{\text{год}}, \quad (3.21)$$

$$T_{\text{ок}} = 168400 / 185455,8 = 0,9 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \mathcal{E}_{\text{год}} / C_{\text{бл}}, \quad (3.22)$$

$$E_{\text{эф}} = 185455,8 / 168400 = 1,1.$$

Результаты расчета показателей эффективности сравниваемых конструкции приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Варианты	
	Базовый	Проектируемый
Производительность конструкции, т /ч	5,5	7,5
Фондоемкость выполнения работы, руб./ т	7,8	10,6
Металлоемкость установки, кг/ т	0,003	0,002
Трудоемкость выполнения работы, чел ч/ т	0,18	0,13
Себестоимость выполнения работы, руб./ т	48,8	37
Приведенные затраты, руб./ т	50	38,6
Годовая экономия, руб.	–	185455,8
Годовой экономический эффект, руб.	–	173695,8
Срок окупаемости капитальных вложений, лет.	–	0,9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе были рассмотрены характеристики комбикормов для КРС и основные требования к их приготовлению, а также проведен обзор технологических линии производства комбикормов и существующих конструкции смесителей. Произведены технологические расчеты предлагаемой технологии приготовления комбикормов, обоснованы необходимое количество технологического оборудования.

В данной работе сконструирован смеситель компонентов комбикормов, который состоит из корпуса с загрузочными и выгрузным патрубками, рабочего органа, выполненного в виде вала с шнековыми и лопастными участками. Определены основные конструктивные параметры смесителя.

Применение разработанного смесителя обеспечивает высокое качество смешивания кормовых компонентов, не подвергает их дополнительному нагреву и измельчению, а также повышает производительность труда и снижает трудоемкость выполнения работы. Внедрение разрабатываемого смесителя позволяет получить годовую экономию в размере 185455,8 руб. и годовой экономический эффект – 173695,8руб. В результате срок окупаемости конструкции составил около 1 года.

В данной работе также рассмотрены вопросы охраны труда и охраны окружающей среды при производстве комбикормов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т.: Т. 3. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2001. – 864 с.: ил.
2. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС). – Казань, 2012. – 64 с.
3. Зотов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям 311300, 311500, 311900 / В.И. Курдюмов. – 2-издание, переработанное и дополненное.-М.: Колос, 2003.-432с.
4. Использование отходов перерабатывающих отраслей в животноводстве: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 96 с.
5. Макарецев, Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных [Текст]: Учебник для вузов.- Изд.3-е переработанное и доп. / Н.Г. Макарецев.- Калуга: Изд-во «Ноосфера», 2012. – 640 с.
6. Методические рекомендации по технологическому проектированию предприятий по производству комбикормов РД-АПК 1.10-17.01-15.
7. Мельников В.С. Физическая культура: Учебное пособие / В.С.Мельников. Оренбург: ОГУ, 2002. 114 с.
8. Мишуков Н.П. Технологии и оборудование для производства комбикормов в хозяйствах: справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 204 с.
9. Нормы технологического проектирования сельскохозяйственных предприятий по производству комбикормов. НТП-АПК 1.10.16.002-03. М., 2003. 81 с.

10. Основы проектирования и расчет технологического оборудования пищевых предприятий: учеб. пособие / Г.И. Старшов, С.Н. Никоноров, А.И. Никитин. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2008. – 187 с.
11. Правила устройства электроустановок. – 6 изд., перераб. и допол., с измен. - М.: Госэнергонадзор, 2002.
12. Проектирование и расчет технологических процессов комбикормового производства: методические указания к расчетно-графической работе по дисциплине «Технология комбикормов» / В. В. Ваншин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 54 с.
13. Решетов Д. Н. Детали машин: учебник для студентов в машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989.- 496 с.: ил.
14. Смеситель кормов [Текст] : пат. 2325097 Рос. Федерация: МПК51 A23N 17/00 / Курдюмов В.И., Васильев А.А., Шафеев Р.К.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». — № 2006109957/13 ; заявл. 23.03.2006 ; опубл. 25.07.2008, Бюл. № 15.
15. Смеситель кормов [Текст] : пат. 2381725 Рос. Федерация: МПК51 A23N 17/00 / Видищев С.М. Свиридов М.М., Прохоров А.В., Усатюк Н.В., Самойлов Е.А., Хольшев Н.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «ТГТУ». — № 2008127080/13 ; заявл. 03.07.2008; опубл. 20.02.2010, Бюл. № 5.
16. Технология муки, крупы и комбикормов / О.П. Чеботарев [и др.]. - М., Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004 – 688 с.
17. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья» Серия 14. Выпуск 8. — М: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. — 142 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение 1 – Возможные неисправности смесителя
и способы их устранения**

№ п/п	Неисправность	Возможная причина неисправности	Способы устранения неисправности
1.	Комбикорм медленно выгружается	Механическое повреждение смешивающего вала	Выгрузить смеситель через крышку, проверить состояние смешивающего вала, устранить неисправность или заменить.
		Засорен патрубок выгрузки	Очистить патрубок выгрузки.
2.	Остановка электродвигателя	Перегрузка электродвигателя	Устранить причину перегрузки. Повторный пуск производить через 2...3 мин.
		Сбои в электрической сети	Обеспечить бесперебойную подачу электроэнергии.
		Заклинил подшипник вала смесителя	По результатам осмотра смазать или заменить подшипник
3.	Смеситель не перемешивает	Повреждены или отсутствуют смешивающие лопасти вала	Выгрузить смеситель через крышку, проверить состояние смешивающего вала, устранить неисправность или заменить.
4	Выход из строя подшипниковых узлов	Нарушена периодичность технического обслуживания	Соблюдение периодичности обслуживания. Смазать подшипники, при необходимости заменить.
		Попадание в смешивающую камеру механических предметов	Использовать продукт без металлических и минеральных примесей.
		Естественный износ	По истечении срока службы подшипников они подлежат замене

**Приложение 2 – Образец журнала проведения технического
обслуживания смесителя**

№ п/п.	Дата проведения обслуживания			Подпись с расшифровкой, ответственного лица, производившего работы по обслуживанию	Пометки о замене расходных материалов и установке запчастей
	Ежедн. ТО	ТО-1	ТО-2		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
...					