

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 - Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

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

Тема: Совершенствование технологии приготовления кормов с разработкой
смесителя

Шифр ВКР.35.03.06.216.20.СК.00.00.ПЗ

Студент Б262-06 группы

Закиров Р.Р.
подпись

Закиров Р.Р.
Ф.И.О.

Руководитель доцент
ученое звание

Лукманов Р.Р.
подпись

Лукманов Р.Р.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 7 от «05» февраля 2020 г.)

Зав. кафедрой доцент
ученое звание

Халиуллин Д.Т.
подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Анализ состояния механизации приготовления комбикормов	
1.2 Краткий обзор существующих технологических схем и конструкций комбикормовых агрегатов	
1.3 Выводы по разделу	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Зоотехнические требования, предъявляемые к комбикормам	
2.2 Составление рецептов комбикормов	
2.3 Контроль технологического процесса приготовления кормов	
2.4 Рекомендации для выбора основных видов комбикормов	
2.5 Разработка технологической линии приготовления комбикормов	
2.6. Выбор технологического оборудования приготовления комбикормов	
2.7. Обоснование и выбор смесителя кормов	
2.8. Расчет технологической линии смешивания	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Разработка конструкции и расчет конструктивных параметров смесителя	
3.1.1 Предварительный расчет вала	
3.1.2 Расчет подшипников на долговечность	
3.1.3 Расчет шпоночных соединений	
3.1.4 Уточненный расчет вала	
3.2 Требования безопасности к конструкции смесителя кормов	
3.3 Инструкция по безопасности труда на оператора смесителя комбикормов	
3.4 Рекомендации по улучшению экологической обстановки на предприятии	
3.5 Физическая культура на производстве	

3.6 Экономическое обоснование конструкции смесителя комбикормов	
3.7 Выводы по разделу	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
ЛИТЕРАТУРА	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей сельскохозяйственного производства в современных условиях является обеспечение поголовья животных и птиц качественными кормами, в частности комбикормами, сбалансированными по питательности.

Вместе с производством комбикормов на промышленной основе расширяется и производство комбикормов непосредственно в колхозах и совхозах. При этом используется зерно самих этих хозяйств и различные белково-витаминные добавки.

Наукой и практикой установлено, что скормливание полнорационных комбикормов повышает продуктивность животных на 25-30%, сокращая при этом сроки откорма и на 15-20%, уменьшается расход кормов на единицу продуктивности [1].

Производство комбикормов непосредственно в хозяйствах экономически оправдано, так как сокращаются затраты на доставку сырья к месту его переработки и приготовленного комбикорма к месту его скормливания.

При удалении пункта, затраты на перевозки резко возрастают и значительно перекрывают производственные затраты [3].

Отечественная и зарубежная практика показывают, что совокупные затраты на производство - капитальные вложения, эксплуатационные издержки и транспорт меньше при использовании цехов и агрегатов для производства комбикормов непосредственно из собственного зернового сырья и промышленных белково-витаминных и минеральных добавок. В результате только за счет сокращения перевозок стоимость комбикормов местного производства ниже на 10-15% [3].

Необходимо отметить также, что при этом эффективно используются все кормовые ресурсы, считая и отходы производств, которыми располагают хозяйства.

Важное преимущество выработки комбикормов на местах заключается и в том, что отпадает необходимость в их длительном хранении.

Кроме того, фермы хозяйств бесперебойно обеспечиваются свежими комбикормами, а как известно, скармливание свежих комбикормов дает значительно больший эффект.

Использование готовых промышленных белковых и минеральных добавок обеспечивает приготовление комбикормов нужного качества и значительно упрощает технологию и механизацию производства.

Производство комбикормов на местах должно осуществляться в соответствии с рецептами, разработанными с учетом возраста, группы и вида животных. При этом необходимо придерживаться рекомендаций по ограничению норм ввода того или иного ингредиента и соблюдать технологию производства.

Кормовые смеси могут состоять из небольшого количества ингредиентов. Ограниченное количество их (2 или 3 вида зерна), обогащенное активно действующими веществами, позволит получить тот же эффект, что и одновременное введение многих ингредиентов. Основным фактором положительного действия будет являться не набор зерновых ингредиентов в комбикорме, а уровень и соотношение питательных и биологически активных веществ. Поэтому комбикорм, состоящий из ограниченного количества зерновых ингредиентов, имеющихся в хозяйствах, но обогащенный белково-витаминными добавками и премиксами, становится полноценным и экономически эффективным [2].

В связи с возрастанием экономической самостоятельности колхозов и совхозов, а также возникновением фермерских хозяйств, в настоящее время появляется необходимость возобновления или расширения производства комбикормов на местах, то есть непосредственно на животноводческих фермах.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Анализ состояния механизации приготовления комбикормов

Известно, что наиболее высокая продуктивность животных и птицы получается при кормлении их сбалансированными полнорационными кормами. Это происходит потому, что при наличии потребного количества питательных веществ происходит их полное освоение животными. Одним из эффективных способов получения сбалансированных рационов является применение комбикормов.

Однако, как показали обследования, целого ряда хозяйств в Татарии, специалисты по целому ряду причин не создают сбалансированные рационы и, прежде всего, по микроэлементам и минеральным добавкам. Необходимые привесы и надои получают за счет увеличения содержания концентратов в рационе.

Основными причинами такого подхода являются две:

- 1) отсутствие необходимых технических средств;
- 2) нерегулярное обеспечение хозяйств микродобавками.

При отсутствии в рационе микроэлементов и минеральных добавок или их нехватка снижает эффективность использования концентратов, так как часто его питательная ценность идет транзитом и не усваивается животным. Однако с переходом экономики на рыночные отношения значительно возросла стоимость зерна. В связи с этим остро возникла задача более эффективного его использования. Экономически более целесообразно при тех же расходах концентратов улучшить их усвоение животными. С этой целью необходимо подойти более строго к внесению в рацион комбикормов микроэлементов и минеральных добавок. Как показали опыты ряда хозяйств в Татарстане и зарубежная практика, этот способ является более эффективным.

Однако в существующих комбикормовых агрегатах недостаточно решены технические вопросы, связанные с внесением малых количеств микродобавок в большие объемы концентратов и других компонентов при получении комбикорма.

1.2 Краткий обзор существующих технологических схем и конструкций комбикормовых агрегатов

Для создания современных комбикормовых предприятий требуется различное технологическое, транспортное, вентиляционное и другое вспомогательное оборудование, исполнительные механизмы, датчики, расходомеры, приборы контроля, пробоотборники, лабораторное оборудование, весовые устройства различных конструкций и назначения, регистраторы производства, устройства связи пульта управления, ЭВМ, автоматы, специально разрабатываемые для управления технологическими процессами.

На современном комбикормовом заводе используются новейшие достижения науки и техники. Результатом этого следует считать высокую производительность труда, возможность гибкого приспособления программы производства и нуждам потребителя, и изменяющейся ситуации рынка сырья, полное владение обширной информацией о состоянии производства в любой текущий момент, а также возможность прогнозировать различные ситуации.

В решении технологических задач первостепенная роль отводится технологическому оборудованию. Все ведущие машиностроительные фирмы, специализирующиеся на производстве комбикормового оборудования, имеют тенденцию предлагать на рынке, как правило, целую гамму однотипного оборудования различной производительности.

Следует отметить, что в связи с наступлением века автоматизации и ЭВМ к технологическому оборудованию предъявляются требования высокой надежности, большой единичной мощности, возможности дистанционного пуска и регулирования, контроля за состоянием рабочих органов, качеством обработанного материала, возможность дистанционной смены рабочих органов и ряд специальных требований.

В США наряду с промышленным производством комбикормов широкое распространение получило приготовление полноценных комбикормов

непосредственно на фермах из зерна хозяйств и белково-витаминных и минеральных добавок (БВМД) заводского изготовления. По разработанным рецептам составляют смеси из нескольких видов зерна и протеиновых добавок. В зависимости от вида животных и птиц комбикорма, производимые в хозяйствах состоят из 4...13 компонентов [2].

В зависимости от размеров и направлений ферм применяются разные по сложности и технологическому процессу схемы кормоцехов. Особенностью в технологии и механизации приготовления концентрированных кормов в США является то, что процессы уборки, сушки, очистки зерна, приготовления и раздачи кормов животным находятся в неразрывной связи. Поэтому машины и помещения для этих процессов составляют единый комплекс.

Наибольшее распространение в США на фермах средних и мелких размеров получили схемы приготовления комбикормов, в которых дозирование, измельчение и смешивание выполняются одной и той же машиной.

Оборудование технологической схемы приготовления и раздачи кормов на фермах по откорму крупного рогатого скота обеспечивает не только обработку концентрированных кормов, но и смешивание их с силосом или сенажом и раздачу кормовых смесей по кормушкам.

Комбикорма готовят на размольно-смесительной установке. В зависимости от производительности выгрузчика силоса и соотношения концентратов и силоса с помощью дозатора выдается нужное количество комбикормов из бункера - накопителя. При транспортировании шнеком силоса и комбикормов по кормушкам происходит их смешивание. Такой комплект обслуживает фермы на 200-400 гол.

Большое распространение в Англии получили агрегаты производительностью 0,5; 1,0; 2,0 т/час. Агрегат фирмы "Бентал" предназначен для приготовления полноценных кормов на фермах. Агрегат состоит из бункера, дробилки и смесителя. Концентрированные добавки засыпают в приемный бункер смесителя вручную.

Итальянская фирма "Горторелли-Ниагара" выпускает серию агрегатов для приготовления комбикормов непосредственно на фермах из зерновых компонентов и БВМД. В агрегатах этих марок используется в основном аналогичное оборудование. Необходимая производительность осуществляется перестановкой дробилки нужной производительности и соответствующего электродвигателя для привода смесителя.

Вызывает интерес агрегат марки МА-400/1. На легкой раме закрепляется дробилка с циклоном и фильтром, а также горизонтальный смеситель периодического действия. Преимуществом этого агрегата является снижение распыла и запыленности помещений, хорошее качество приготовления кормов. Однако агрегаты этого типа не решают вопрос о снижении затрат труда, так как загрузка сырья и отгрузка комбикормов выполняется вручную.

Интерес представляет агрегат непрерывного действия венгерского предприятия "ЭЛГЭП" - завода по производству и монтажу машин пищевой промышленности производительностью 3 т/час. Ручные работы в цехе сведены до минимума. Работа обслуживающего персонала цеха заключается лишь в загрузке компонентов комбикормов и проверке работы оборудования. Общая мощность установленных электродвигателей 45 кВт.

Во Франции фирма "Пэк-инжиниринг" разработана схему автоматизированного комбикормового завода производительностью 40 т/час.

Автоматический агрегат АК-1,2 предназначен для приготовления сухих комбикормов из 4...6 основных компонентов: фуражного зерна, жмыхов и концентратов, минеральных и микродобавок. Рабочие органы агрегата приводятся в действие от электродвигателей мощности 10 и 2,8 кВт. Производительность агрегата при среднем помоле кормов составляет 1 т/час.

Малогабаритный комбикормовой агрегат АМК-2, предназначен для приготовления комбикормов для птиц и крупного рогатого скота. Каждый из бункеров оборудован объемным дозатором. Компоненты кормов через дозаторы подают в сборный шнек-смеситель. На агрегате установлено шесть

электродвигателей мощностью 29,3 кВт. Производительность агрегата составляет 2...3 т/час.

Особое место в приготовлении комбикормов занимают смесители, рассмотрим некоторые из них. Смеситель кормов (рисунок 1.1) состоит из наклонного корпуса (бункера) 1, загрузочного 2 и выгрузного 3 устройств, разделителя 4, однозаходного шнека 5 с участком обратной навивки 6, электродвигателя 7 и понижающего редуктора 8.

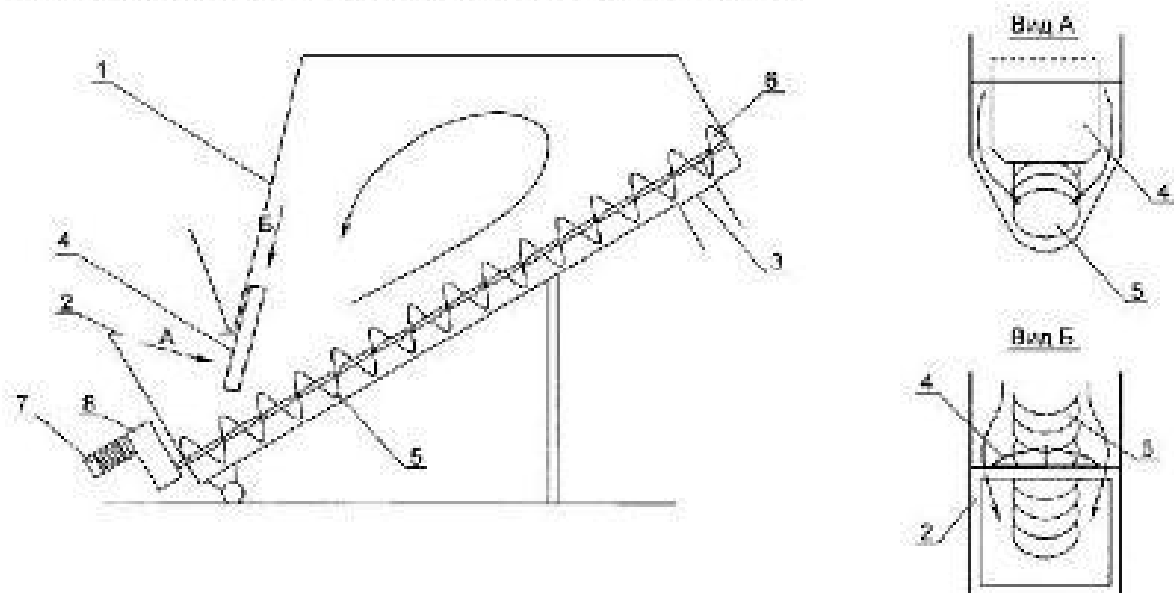


Рисунок 1.1 – Смеситель кормов (Патент РФ № 2328950)

Смеситель кормов работает следующим образом. Разделитель 4 установлен на передней наклонной стенке бункера 1 с внутренней стороны, причем ширина его меньше внутренней ширины бункера смесителя, и нижний край разделителя установлен практически вплотную к шнеку, таким образом, по боковым сторонам разделителя образуются вертикальные зазоры для частичного просыпания перемешиваемых компонентов. Также отличительной особенностью разделителя является его поперечное сечение, представляющее собой клин с тупым углом.

В загрузочное устройство 2 при включенном приводе шнека 5 засыпают ингредиенты поочередно или сразу. Компоненты для смешивания продвигаются шнеком 5 вверх и заполняют бункер 1, выгрузное устройство 3 при этом закрыто. В процессе работы смесителя небольшая часть компонентов

просыпается из бункера через вертикальные зазоры, образованные разделителем 4 и внутренними поверхностями боковых стенок бункера 1, обратно в загрузочное устройство 2, захватывается шнеком 5 и снова подается в бункер 1. Таким образом, вносимые микродобавки не остаются в загрузочном устройстве (в зазоре между шнеком 5 и дном бункера 1), а полностью подаются в рабочую зону смесителя, что позволяет приготавливать высококачественные кормосмеси с минимальным отклонением от рецепта и максимально возможной однородностью за счет интенсивного процесса смешивания на границе раздела бункера и загрузочной горловины. После загрузки последнего компонента кормосмеси закрывают загрузочное устройство 2, и происходит окончательное смешивание в течение 12-15 минут. Для выгрузки готовой смеси при включенном приводе шнека 5 открывают выгрузное устройство 3. На чертеже стрелками условно показаны направления движения основной массы смеси и «подмешивающего» потока у разделителя (вид А, Б).

Из практики применения смесителей известно, что образуется «застойная» зона между рабочими органами смесителя и его внутренней поверхностью, особенно по углам корпуса (или в торцах). Разделитель 4 позволяет просыпаться основным компонентам смеси в зону внесения добавок за счет выполнения его с поперечным сечением в виде клина с тупым углом $140...150^\circ$ между его боковыми поверхностями, и, таким образом, разделитель 4 способствует полному продвижению добавок в основную зону смешивания, что крайне важно при использовании современных препаратов - витаминов, антибиотиков, БМВД - с дозой внесения от 0,05%. Остаток указанных добавок в зоне их загрузки вызывает отклонение от рецептуры (соотношения компонентов) приготовленной кормосмеси. Неоднородность кормосмеси может вызвать ряд причин, влекущих за собой неравномерную подачу остатка добавок из зоны их загрузки (например, вибрация или удары), применение же данной конструкции смесителя с разделителем полностью исключает застой добавок в зоне загрузки и, как следствие, способствует повышению однородности приготовленной кормосмеси и исключает отклонения от ее рецептуры.

Таким образом положительный эффект предлагаемого смесителя кормов проявляется в повышении однородности приготовленной кормосмеси при минимальных требованиях к подающим устройствам и возможности ручного внесения различных добавок.

Вызывает интерес смеситель кормов представленный на рисунке 1.2. Смеситель кормов содержит раму 1, на которой установлен корпус 2 с камерой смешивания 3 шаровой формы. В камере смешивания 3 установлен вал 4 с побудительным ротором 5, выполненным в форме части шарового сегмента. На внутренней образующей камеры смешивания 3 размещены под углом чередующиеся полосы с различными коэффициентами трения: с малым 6 и большим 7. Вал 4 проводится в действие от привода 8 через клиноременную передачу 9.

Смеситель кормов работает следующим образом. Заполняют емкость смесителя 3 компонента смеси в соответствии с рецептурным составом. Наличие центробежных сил при взаимодействии лопаток ротора 5 на компоненты смеси способствует перемещению компонентов первичной смеси к периферии емкости, а затем вверх по стенкам емкости 3. При воздействии материала полос 6, 7 на компоненты смеси, из которого выполнены стенки емкости, смесь будет разделяться на две части: одна будет замедлять движение, попадая на полосы с высоким коэффициентом трения 7, следовательно, другие будут ускоряться. За счет этого будет происходить более качественное смешивание компонентов. При достижении верхней точки компоненты смеси под действием силы тяжести и формы емкости возвратятся к центру емкости.

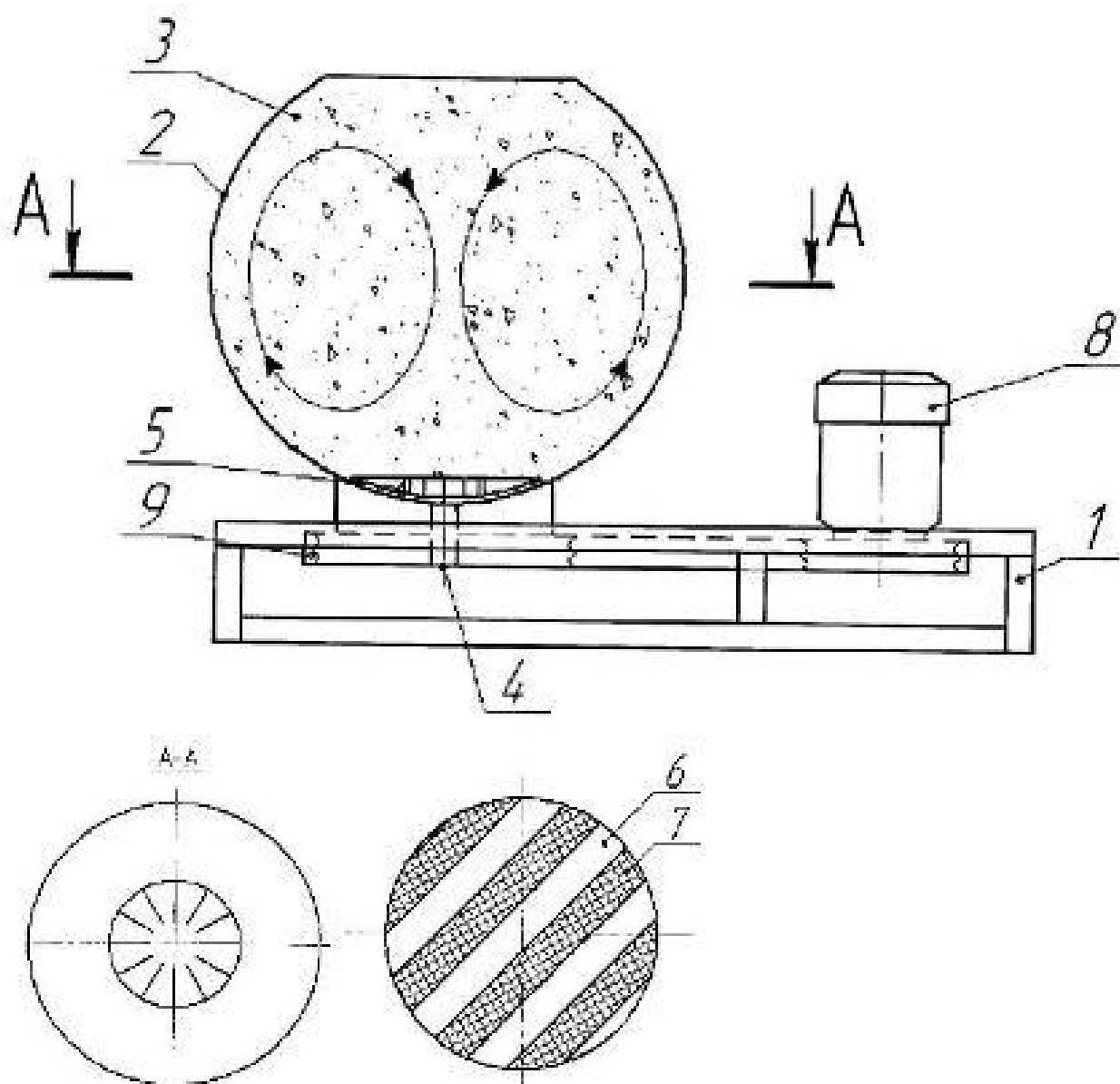


Рисунок 1.2 – Смеситель кормов (Патент РФ № 2442446)

Использование смесителя шаровой формы позволит повысить производительность и снизить энергоемкость за счет интенсификации процесса смешивания и обеспечения качественного смешивания компонентов смеси.

На рисунке 1.3 представлен смеситель кормов с горизонтальной емкостью, который содержит снабженный выгрузными патрубками 1 корпус 2.

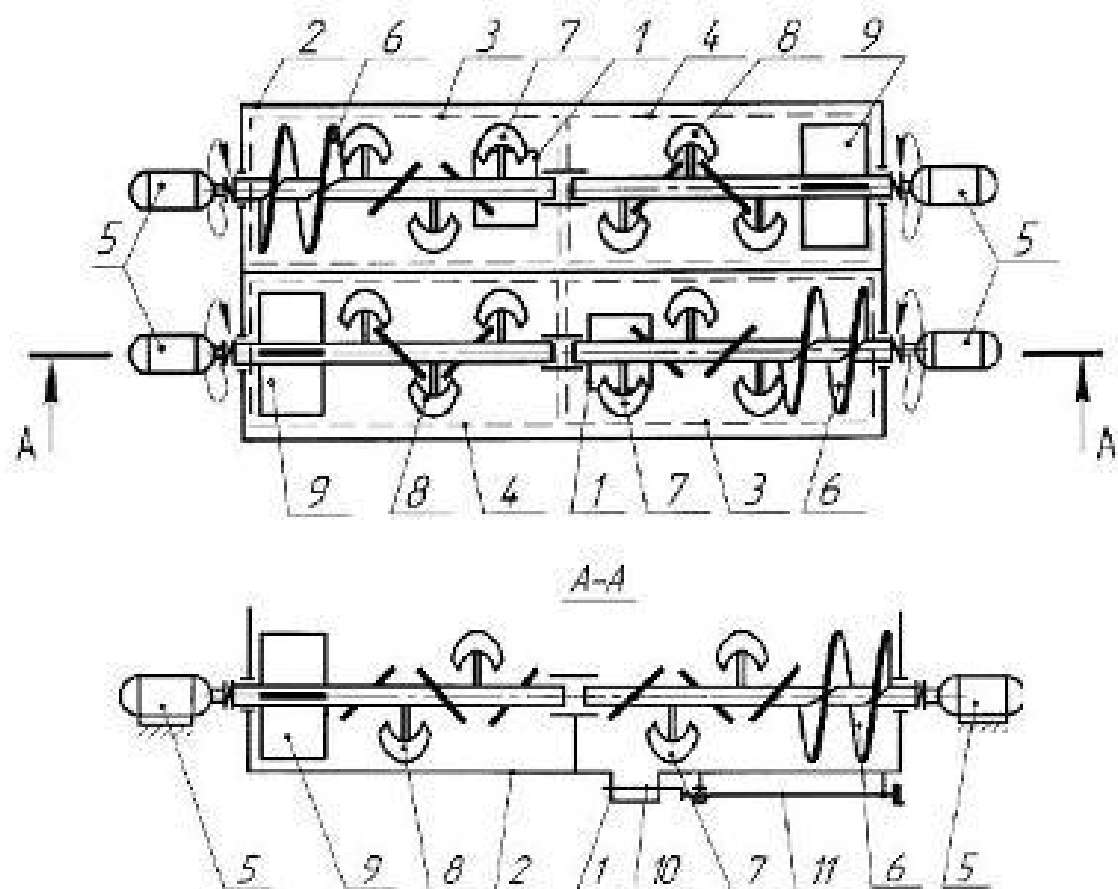


Рисунок 1.3 – Смеситель кормов (Патент РФ № 2381725)

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 наживки 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. Вырузные 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 наживки 6 и перемешивающе-транспортирующих лопаток 7 корм, перемешиваясь, движется к выгрузному патрубку 1. 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 лопасти 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.

Смеситель сыпучих и жидких кормов (рисунок 1.4) содержит вертикальный цилиндрический корпус 1, в котором соосно установлена мешалка с валом 2 и двумя ярусами лопастей 3 и 4. Для загрузки сыпучих компонентов кормов на корпусе предусмотрена крышка 5, а для жидких - воронка 6 с регулятором - краном 7. Верхняя половина вала 2 выполнена в виде трубки, в стенке которой предусмотрены расположенные в шахматном порядке радиальные отверстия 8, под которыми на нижнем конце трубки закреплен верхний ярус лопастей 3. При этом на всех внешних половинах на расстоянии $(L/2)$ лопастей 3 и 4 также имеются выполненные в шахматном порядке отверстия 9. Оба яруса лопастей 3 и 4 расположены в одной плоскости и наклонены к горизонту под углом 45° . Причем нижняя часть 10 корпуса имеет форму усеченного перевернутого конуса, ответно которой под углом $\alpha = 18...31^\circ$ скошены концы нижнего яруса лопастей 4. Для выгрузки готовой смеси предусмотрен патрубок 11 с регулируемым поворотным клапаном 12. Привод вала 3 мешалки осуществляется от электродвигателя 13 с ременной передачей 14.

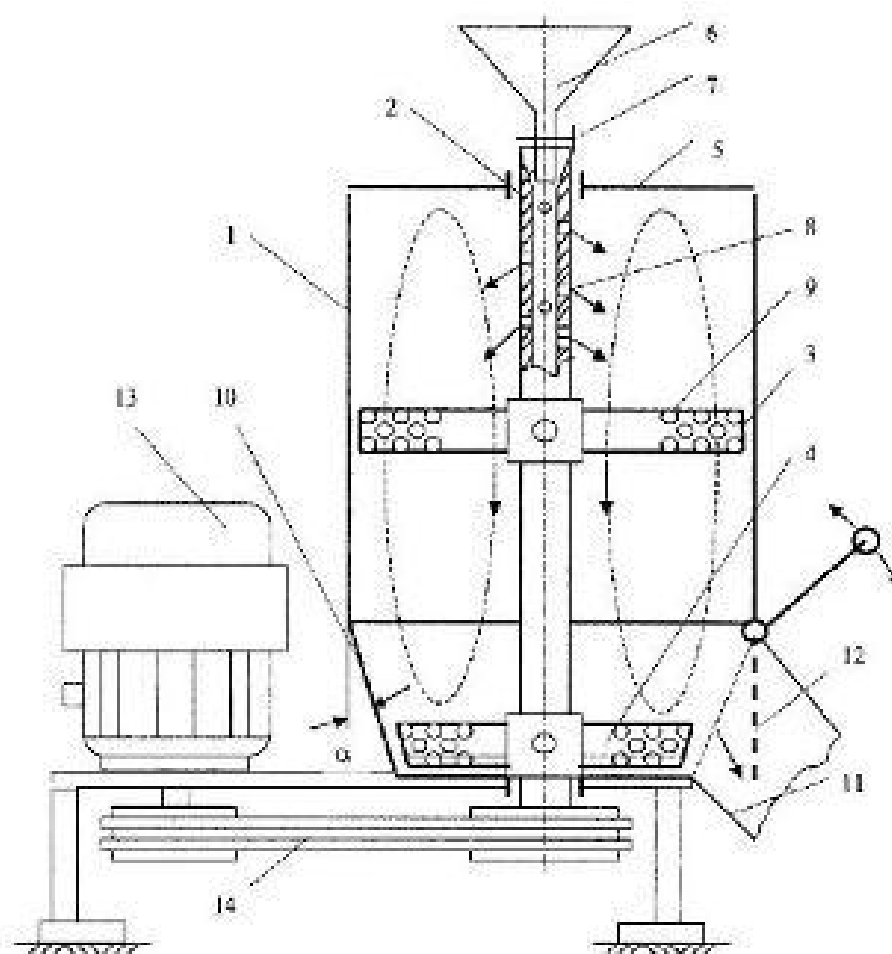


Рисунок 1.4 – Смеситель кормов (Патент РФ № 2201120)

Смеситель работает следующим образом. При открытой крышке 5 во внутрь корпуса 1 загружаются сыпучие компоненты корма. Крышка закрывается, включается двигатель 13 вала 2 мешалки, оба яруса лопастей 3 и 4 приводятся во вращение со скоростью 5,6-6,5 м/сек. При этом образуется воздушный круговой поток (см. фиг.1), который, продувая слой сыпучих компонентов корма, увеличивает его пористость, за счет чего образуется псевдоожженный слой и создаются благоприятные условия для получения оптимального процесса смешивания. При этом частицы корма, попадая на поверхности лопастей 3 и 4, под воздействием центробежной силы перемещаются от центра и попадают на отверстия 9 лопастей, расположенные в шахматном порядке, тормозятся и дополнительно перемешиваются, за счет чего исключается сепарация частиц различных размеров. Далее при установившемся режиме работы мешалки открывается на оптимальную величину кран 7 воронки 6, и жидкие компоненты корма поступают в полость

трубки-вала 2 и через радиальные отверстия 8 распыляются в верхней части корпуса и попадают на верхний ярус лопастей 3, дополнительно разбрызгиваются и перемешиваются с сыпучими компонентами, а далее падают в нижнюю коническую часть 10 корпуса на лопасти 4. При этом производится окончательная стадия смешивания и доведение смеси корма до его оптимального состава и влажности. Открывается на необходимую величину клапан 12, и готовая смесь при работающей мешалке выгружается через патрубок 11 в тару или другую емкость для дальнейшего использования. При этом коническая часть 10 корпуса с углом $\alpha=18...31^\circ$ и нижний ярус 4 лопастей 4 уменьшают возможность сводообразования, обеспечивают псевдооживление и равномерный процесс выгрузки смеси корма.

Смеситель может быть использован как самостоятельно, так и в различных линиях и агрегатах для приготовления кормов животным.

Вызывает интерес смеситель (рисунок 1.5), состоящий из контейнера 1, выполненного в виде цилиндрической емкости и способный вращаться на цапфах 2 в течение фазы смешения вокруг оси 3, расположенной под углом относительно геометрической оси контейнера и пересекающей его торцы в крайних и диаметрально противоположных точках, горловину 4 для загрузки и выгрузки кормосмеси, герметически закрываемую крышкой 5. Внутри контейнера 1 на валу 6 находятся лопасти 7, которые выполнены с возможностью вращения с валом 6 относительно геометрической оси контейнера 1. Привод осуществляется от мотор-редуктора 8 посредством планетарного механизма, водилом которого является контейнер 1, а сателлитом - вал 6 с лопастями 7 и жестко закрепленным на нем с внешней стороны контейнера 1 коническим зубчатым колесом 9, находящимся в зацеплении с неподвижным при смещении центральным зубчатым колесом 10, выполненным заодно с тормозным барабаном 11. При выгрузке готовых кормосмесей центральное зубчатое колесо 10 и тормозной барабан 11, расположенные на одной из цапф 2, подвижны, так как снабжены автономным приводом 12 и нормально замкнутым тормозом 13 с управлением от электромагнита 14,

сблокированного электрической цепью с электродвигателем привода 8 контейнера 1. Аналогичный тормоз 15 имеется и для удержания контейнера при разгрузке горловины вниз. Лопастни 7 внутри контейнера 1 расположены по винтовой линии с углом атаки в сторону горловины 4. Сама горловина 4 расположена на образующей контейнера 1 у его торца для удобства как загрузки компонентов, так и выгрузки готовой кормосмеси.

Смеситель кормов работает следующим образом.

С помощью электропривода 8 контейнер 1 устанавливается таким образом, чтобы загрузочная горловина находилась в верхнем положении, после чего открывается крышка 5. Затем отдозированные компоненты корма через загрузочную горловину 4 загружаются в контейнер 1 смесителя, после чего горловина 4 герметически закрывается крышкой 5.

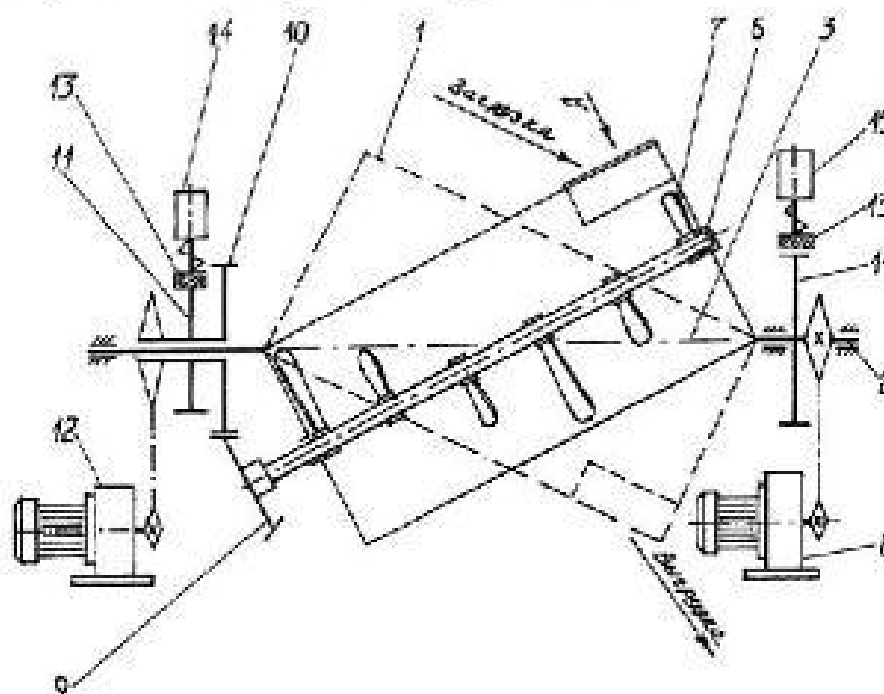


Рисунок 1.5 – Смеситель кормов (Патент РФ № 2014358)

Включается привод 8 и при неподвижном зубчатом колесе 10 и тормозном барабане 11, заторможенных нормально замкнутым тормозом 13. Начинается процесс смещения, при этом контейнер 1 вращается на цапфах контейнера 2 вокруг оси 3, расположенной под углом относительно геометрической оси контейнера 1. При этом зубчатое колесо 9 (сателлит), обкатываясь вокруг неподвижного центрального колеса 10, приводит во

вращение лопасти 7, расположенные внутри контейнера 1 на валу 6, переходящего через геометрическую ось контейнера 1. Во время смешения создается сложное пространственное движение смешиваемых компонентов с постоянно изменяющимися направлениями их движения под действием гравитационных сил, центробежных сил инерции и лопастей, что приводит к интенсивному и качественному приготовлению кормосмеси.

После окончания процесса смешения привод 8 отключается и контейнер 1 устанавливается разгрузочной горловиной 4 в нижнее положение, при этом с помощью электромагнита 14, заблокированного электрической цепью с электродвигателем привода 8, тормозной барабан 11, а следовательно, и центральное зубчатое колесо 10 растормаживаются. После чего открывают герметическую крышку 5 и включают привод 12. При неподвижном контейнере лопасти 7 с валом 6 начинают вращаться, способствуя быстрому и качественному опорожнению контейнера 1. В нижнем положении выгрузная горловина удерживается выключенным приводом 8 или любым другим механическим или электрическим устройством (аналогичным параллельно замкнутому тормозу 13 с управлением от электромагнита 14, расположенных на правой цапфе).

Из-за того, что лопасть 7, находящаяся у торца контейнера, имеет угол атаки в сторону выгрузной горловины, происходит качественная очистка как торцевой поверхности, так и внутренней части.

Предлагаемый смеситель позволяет производить смешение кормов любой консистенции, начиная от сухих при приготовлении комбикормов и кончая влажными мешанками, включающие измельченную зеленую массу.

Благодаря тому, что во время смешивания создается сложное пространственное движение смешиваемых компонентов с постоянно изменяющимися направлениями их движения под действием гравитационных сил, центробежных сил инерции и лопастей, происходит интенсивное взаимопроникновение компонентов, что в конечном итоге приводит к

интенсивному и качественному (до 2...3% неравномерности) приготовлению кормосмесей.

1.3 Выводы по разделу

Проведенный обзор существующих смесителей кормов позволяет сделать вывод о том, что существующие смесители кормов отличаются как по конструктивным особенностям, так и по способу смешивания кормов. В связи с этим необходимо разработать универсальный смеситель кормов, который удовлетворяет зоотехническим и санитарно-гигиеническим требованиям.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Зоотехнические требования, предъявляемые к комбикормам

В процессе производства комбикормов необходимо постоянно контролировать работу всей технологической линии. Контролируют работу отдельно каждой машины и в целом отдельных линий. При этом берут средние пробы продукта и определяют крупность измельчения, степень очистки от металломагнитных примесей, точность работы дозаторов, качество смешивания, крошимость и разбухаемость гранул и так далее.

Чтобы узнать качество исходного сырья, определяют его питательную ценность, внешний вид, цвет и запах, влажность, наличие в нем сорных примесей, зараженность амбарными вредителями и так далее. Все эти показатели должны соответствовать зоотехническим нормам, утвержденным соответствующими ГОСТами и ТУ. На нормы качества каждого вида сырья разработан свой ГОСТ. Только при постоянном контроле за работой технологического оборудования и за исходным сырьем, своевременной регулировкой и устранением возникающих неполадок можно получить комбикорм высокого качества, соответствующий рецепту.

Качество комбикорма характеризуется рядом зоотехнических и технологических требований. Нормы качества комбикорма для всех видов животных и птиц утверждены соответствующими ГОСТами (13299-71, 9267-68, 9268-70, 9266-70). [1].

В таблице 1 (смотри приложение) приведены нормы качества комбикормов-концентратов, предназначенных для отдельных групп свиней и крупного рогатого скота [1]. Степень измельчения в производственных условиях характеризуется так называемым модулем размола (М), представляющим собой средневзвешенный диаметр частиц. ГОСТом 8770-58 установлены три степени измельчения со следующими модулями размола:

крупное М - от 2,60 до 1,80 мм, среднее М - от 1,80 до 1,00 мм

мелкое М - от 1,00 до 0,20 мм.

Качество измельченного корма оценивается по остатку на сите 3 мм: мелкий помол - 5%, средний - 10% и крупный помол - 30%.

Дозирование ингредиентов является процессом, от которого зависят качество и себестоимость комбикормов. При отклонении от заданной дозы БЗД и ячменя от 2 до 10% содержание сырого протеина изменяется в каждом килограмме комбикормов на 4...20 г, а при отклонении дозирования кукурузы и рыбной муки на 2...5% изменение сырого протеина составляет 9...23 г; стоимость комбикормов соответственно увеличивается [3]. Отклонение от установленных норм ввода эффективно действующих добавок и лекарственных препаратов вызывает заболевание животных. Строгое выполнение пределов точности дозирования гарантирует содержание заданного количества питательных веществ в рецепте и доброкачественность комбикормов. Отклонение микродобавок и их смесей допускается $\pm 3\%$ от заданной производительности дозаторов.

Неудовлетворительное смешивание не позволяет вводить в состав комбикормов такие необходимые составляющие, как поваренная соль и лекарственные препараты. Плохое смешивание приводит к неполному поеданию кормов и неэффективному их использованию. Практика показывает, что из ингредиентов и добавок, входящих в рецепт в количестве менее 1%, целесообразно делать смесь с использованием специальных смесителей и такую смесь дозировать. Качество смешивания зависит от степени заполнения смесителей и поэтому ее необходимо поддерживать оптимально 0,30...0,35 для барабанных смесителей, 0,4...0,6 - для горизонтальных и 0,8...0,9 - для вертикально-шнековых.

Не следует допускать потерь дорогостоящих добавок при разгрузке смесителей, а так же самосортирование комбикорма на составляющие при их разгрузке.

2.2 Составление рецептов комбикормов

Как отмечалось ранее, комбикорма не должны обладать кислым, затхлым или прогорклым запахом, иметь следы плесени, вредителей и не должны содержать посторонних и вредных примесей выше допустимых норм, поэтому комбикорма приготавливаются из свежих и доброкачественных компонентов. Питательная ценность комбикормов оценивается:

- количеством кормовых единиц в 100 кг комбикорма;
- содержанием переваримого белка;
- процентным содержанием сырой клетчатки;
- содержанием кальция в 1 кг комбикорма;
- отношением минеральных веществ: Na – натрия, K – калия, P – фосфора, Ca – кальция;
- кислотностью по вытяжке в градусах;
- крупностью помола компонентов;
- выравненностью частиц смеси, %.

Общим правилом при производстве комбикормов стало составление смеси не менее чем из 4...5 компонентов. Каждый вид комбикорма предназначен для конкретных животных и птиц. Комбикорма, скормленные не по назначению, не дают ожидаемого эффекта и могут принести вред животному или птице.

Соответственно рецепты комбикормов составляются для животных соответствующих возрастных и производственных групп с учетом регламентирующих документов на комбикорма.

При производстве комбикормов в фермерских хозяйствах наиболее часто используется местное сырье. Поэтому стандартные рецептуры приходится корректировать с учетом местных условий. Однако общим является последовательность их составления. Рекомендуется вначале определить содержание в комбикорме сырого протеина, а для свиней и птицы и незаменимых аминокислот (лизина, метионина с цистином) и сравнить их с

требованиями стандартов. Далее, с учетом имеющегося в хозяйствах сырья, подбираются компоненты, которые могут быть использованы с учетом допустимых норм для производства данного комбикорма. На завершающем этапе оценивается полученная смесь на сбалансированность комбикорма по всем другим питательным веществам.

Рассмотрим последовательность составления рецепта, приведенного П.Г. Демидовым.

Например, для выработки комбикорма для свиней сального откорма имеется сырье: овес, ячмень, кукуруза в зерне, отруби пшеничные, шрот хлопковый и минеральные продукты (мел, соль).

По нормам (приложение 1.1 его книги) в данный комбикорм должно вводиться не более (в %):

овса.....	15
ячменя.....	60
кукурузы.....	30
отрубей пшеничных.....	50
шрота хлопчатникового.....	10
меля.....	2,5
соли поваренной.....	1

В соответствии с этим примерный рецепт комбикорма (в %) будет:

овес.....	15
ячмень.....	22
кукуруза.....	20
отруби пшеничные.....	30
шрот хлопчатниковый.....	10
мел.....	2,25
соль поваренная.....	0,75
Всего	100

Для расчета рецептур комбикорма с учетом местного сырья и видов животных Б. Лукьянов и П. Лукьянов предложили решать эту задачу с

помощью вычислительной техники и компьютерной программы «КОРАЛЛ – кормление...». Работа этой программы происходит следующим образом: выбрав комбикорм определенного назначения, определяются его компоненты, устанавливается для каждого из них диапазон допустимого процентного содержания в комбикорме. При необходимости полученные результаты в зависимости от структуры комбикорма можно скорректировать, задаваясь требованиями к питательности комбикорма.

Программа позволяет минимизировать стоимость комбикорма, оптимизируя состав смеси с учетом местного сырья и соблюдения пропорциональности между концентрированными и объемными кормами.

2.3 Контроль технологического процесса приготовления кормов

Независимо от объемов производства качество кормов должно обеспечивать нормальное функционирование животных и птицы.

Для этого, в первую очередь, проверяются компоненты смесей, поступающих на переработку. Необходим определенный набор оборудования для контроля основных параметров кормов, кроме визуального контроля.

Определение качества кормов ведется по действующим стандартам и разработанным для хозяйств техническим условиям.

На течение биологических процессов в организме животного влияет как недостаток, так и избыток в корме питательных веществ. Получение в условиях личных подсобных и фермерских хозяйств комбикорма, соответствующего всей номенклатуре показателей питательности, представляет сложную задачу. Единственным положительным моментом при этом является то, что контролером качества кормов является их потребитель (владелец животных) и не на кого перекладывать собственную вину.

Например, затраты на подготовку компонентов к скармливанию могут снижаться до тех пор, пока привесы не начнут падать. Рекомендованные значения компонентов могут корректироваться с учетом реакции животного на эти действия.

Следует помнить, что дробленое зерно нежелательно хранить более трех дней летом и недели зимой. Отруби после месяца хранения всегда становятся токсичными. Барда, дробина и отходы сортировки семян часто также бывают токсичными.

С повышением продуктивности животных увеличиваются и затраты на продуктивный корм, но общая сумма производственных затрат снижается за счет окупаемости дополнительным ростом продукции. Ошибочно считают, что чем корма дешевле, тем себестоимость продукции ниже.

В зависимости от наличия в сырье инородных примесей необходимо принять меры по их удалению или измельчению до размеров, которые могут быть выделены на последующих машинах.

Работа шелушильных машин контролируется по составу отходов и недоруша. Появление в зарешетном пространстве целого или дробленого зерна говорит о нарушении целостности ситовой поверхности машины. Значительное количество «недоруша» возможно из-за износа абразивных поверхностей.

Качество дробленой массы оценивается визуально и ситовым методом.

Не допускается попадание целого зерна в смесь. При его обнаружении определяется причина (установлено сито с излишне крупными отверстиями, снизились обороты ротора, износ молотков и т.п.).

Своевременный контроль и очистка магнитных уловителей способствует увеличению работоспособности рабочих элементов дробильной камеры, абразивных поверхностей, рифлей вальцовок, целостности валов и др.

Использование различного рода дозаторов требует проведения работ по оценке их надежной работы (будь то объемный или весовой дозатор). Периодически надо отбирать навески для взвешивания их на контрольных весах и вводить поправки по нормам подачи продукции ими.

В ряде случаев (реакция животных на корм) целесообразно передавать пробы корма на анализ в специализированные районные лаборатории.

Поддержание стабильного качества кормов в малом хозяйстве возможно путем соблюдения требований по измельчению, смешиванию и рецептуре.

Некоторые параметры: внешний вид, цвет, запах, крупность помола, наличие металломагнитных и других примесей (минеральных, органических) определяются непосредственно в малом хозяйстве. Своевременный контроль этих параметров способствует устранению возможных отказов оборудования.

Применение профилактических мер по поддержанию чистоты и уничтожению возможных вредителей способствует снижению вероятности заражения кормов.

Основными параметрами производства кормов, отличающихся от нормы, являются изменение режима работы оборудования, изменение технологического процесса, поступление (использование) нестандартного сырья и др.

Наиболее часто ухудшаются следующие показатели кормов: содержание металломагнитных примесей, содержание минеральных примесей (песка), нарушение рецептуры комбикормов и их гранулометрического состава, а также наличие оболочки для отдельных видов зерновых. Своевременное устранение замеченных недостатков снизит количество брака. Нестандартная продукция может быть подработана или подмешана к аналогичной более высокого качества продукции.

К химическим анализам кормов относятся определение: влажности, сырого протеина, белка, сырого жира, сырой клетчатки, золы, безазотистых экстрактивных веществ, общей кислотности, содержания поваренной соли и др.

К технологическим анализам относится определение: природы и засоренности зерна, песка в комбикорме, металломагнитных примесей, не размолотых плодов и семян культурных и дикорастущих растений, степени размола, зараженности амбарными вредителями и пр. В известной литературе приведена методика проведения этих анализов.

2.4 Рекомендации для выбора основных видов комбикормов

Комбикорма - это сложная гетерогенная полидисперсная смесь различных кормовых компонентов, очищенных и измельченных, составленная по научно обоснованным рецептам, обеспечивающим наиболее эффективное использование содержащихся в них питательных веществ. С целью повышения продуктивности птицы и животных в состав комбикормов вводят высокобелковые, минеральные, витаминные компоненты, лекарственные препараты и биостимуляторы роста. В состав комбикормов входят от 35 до 75% указанных компонентов.

Балансирующие добавки - белковые, белково-витаминные (БВД), белково-витаминно-минеральные (БВМД) и другие представляют смесь кормов с большим содержанием протеина, минерального вещества, витаминов, аминокислот и предназначены для производства комбикормов в колхозах и совхозах на основе собственного фуража.

Комбикорма полнорационные и комбикорма-концентраты изготавливаются для различных (по возрасту и продуктивности) групп птиц и животных и предназначены для скармливания животным дополнительно к грубым, сочным и прочим кормам.

С учетом вышеперечисленного необходимо уделить особое внимание к выбору и производству видов комбикормов.

2.5 Разработка технологической линии приготовления комбикормов

При немеханизированных или частично механизированных процессах операции обычно разобщены и не составляют единого производственного потока. Машинный способ производства требует объединения всех последовательных операций в единый производственный процесс. Это достигается устройством поточной линии, то есть системой взаимосвязанных машин и механизмов, которые в определенной последовательности обрабатывают и передают продукт.

В простейшем случае схема поточной линии имеет вид цепочки, состоящей из элементарных звеньев, где в каждое звено поступает поток

подачи, а выход из него поток расхода. Основными требованиями при разработке поточных линий являются: детальное разделение процесса производства на операции, непрерывность потока в технологически определенное время, синхронизация операций. При поточном производстве все процессы выполняются различными системами машин, причем могут применяться несколько однотипных машин. Число их в группе зависит от соотношения производительности машин различных типов. Количество звеньев поточных линий зависит от зоотехнических требований, установленных для конкретного вида процессов, и определяется предварительно разработанной схемой технологического процесса. При разработке обобщены отдельные родственные операции и определены экономически целесообразные системы машин и тип оборудования.

Показана технологическая схема малогабаритного комбикормового агрегата, предназначенного для производства полнорационных комбикормов непосредственно в хозяйствах. Технологический процесс протекает следующим образом. Зернобобовые и травяная мука подвозятся и выгружаются в приемные бункеры, откуда шнековым транспортером через магнитную колонку подаются в дробилку. Травяная мука, минуя дробильную камеру, подается непосредственно в горизонтальный шнековый смеситель.

Смешивание и дозирование промежуточной смеси микроэлементов и минеральных добавок происходит в бункерах дозаторов-смесителей. Частичное смешивание компонентов происходит в дробилке, основное смешивание в горизонтальном шнековом смесителе. Приготовленный таким образом комбикорм подается в бункере, готовой продукции или в кормораздатчик.

2.6. Выбор технологического оборудования приготовления комбикормов

Исходя из составленной общей схемы технологического процесса производства комбикорма, с учетом рационального перечня последовательных и вспомогательных операций и производительности малогабаритного комбикормового агрегата подбираем конкретные машины»

При этом отдаем предпочтение универсальным, высокопроизводительным, обеспечивающим минимальные затраты труда и заданный ритм потока. Производительность машин в звене потока не постоянна, она зависит от различных факторов, и первую очередь от физико-механических свойств обрабатываемого материала, поэтому время пребывания продукта, тормозящего процесс внутри машины каждого последующего звена, должно быть меньше или равно времени предыдущего звена потока. Производительность машин, составляющих отдельные звенья производственного потока, может заметно превосходить производительность поточной линии [6].

Для приема исходного сырья предлагается приемные бункера объемом 6 м³ легко изготавливаемые в условиях хозяйства; шнековые питатели стандартные, унифицированы со шнековым смесителем. Подача исходного материала регулируется с помощью шиберных заслонок. Дробилке имеет производительность превышающую подачу предыдущего звена и позволяет вводить в смесь измельченную зеленую массу, корнеклубнеплоды для получения кормосмеси. Минеральные добавки и микроэлементы, в виде промежуточной смеси, смешиваются и дозируются в бункерах смесителей-дозаторов объемом 1,5 м³ каждая. Производительность машин отдельных технологических звеньев не нарушает непрерывность технологического потока.

2.7. Обоснование и выбор смесителя кормов

Вследствие того, что минеральные добавки и микроэлементы вводятся в состав комбикормов в малом количестве, возникает трудность в равномерном их распределении во всей смеси. Кроме того, смесь получается различного гранулометрического состава. Как показали исследования процесса смешивания компонентов различного гранулометрического состава, для получения однородной смеси требуется больше времени. Для качественного смешивания необходимо также чтобы соотношение компонентов было не более, чем 1:10

В первом разделе ВКР представлены различные схемы горизонтальных и вертикальных смесителей. Для получения однородной смеси, соответствующей зоотехническим требованиям, предлагается схема вертикального шнекового смесителя.

Вертикальная схема, смесителя выбрана исходя из того, что для предлагаемого смесителя порционного действия, необходимо промежуточную смесь, определенное время смешивания. Время смешивания у вертикальных смесителей меньше, чем у горизонтальных.

В предлагаемой конструкции комбикормового агрегата разработано дозирующее устройство, позволяющее менять подачу промежуточной смеси в широких пределах.

2.8. Расчет технологической линии смешивания

Технологический расчет смесителей предусматривает определение производительности и потребности мощности [7].

Производительность вертикальных шнековых смесителей порционного действия следует определять с учетом времени цикла смешивания одной порции, загруженной в бункер смесителя.

$$Q_{см} = \frac{V_{б} \cdot \rho \cdot \varphi_{н}}{\tau_{ц}} = \frac{V_{б} \cdot \rho \cdot \varphi_{н}}{\tau_{см} + \tau_{загр} + \tau_{выгр}},$$

где $V_{б}$ - вместимость бункера смесителя, m^3 , ($V_{б}=1,5$) m^3 ;

ρ - плотность материала (для комбикормов $\rho=500...550$ kg/m^3);

φ - коэффициент наполнения бункера (для вертикальных шнековых смесителей $\varphi_{н}=0,7...0,8$);

$\tau_{ц}$ - время цикла смешивания одной порции, с;

$\tau_{см}$ - время смешивания, с;

$\tau_{загр}$ - время загрузки, с;

$\tau_{выгр}$ - время выгрузки, с;

По результатам лабораторных испытаний время смешивания одной

порции составляет около 10 минут, время загрузки - 2 минуты, время выгрузки - 2 минуты,

$$\tau_{cm} = 10 \text{ мин.} = 600 \text{ с;}$$

$$\tau_{загр} = 2 \text{ мин.} = 120 \text{ с;}$$

$$\tau_{выгр} = 2 \text{ мин.} = 120 \text{ с;}$$

Время цикла равно $\tau_y = 600 \text{ с} + 120 \text{ с} + 120 \text{ с} = 840 \text{ с}$. Подставляя численные значения определяем производительность вертикального шнекового смесителя

$$Q_{cm} = \frac{1,5 \times 500 \times 0,75}{840} = 0,67 \text{ кг/с.}$$

Кратность циркуляции массы корма, загруженного в смеситель определяется из условия

$$\tau_{cm} = \tau_{о.с} * K_y, \text{отсюда}$$

$$K_y = \frac{\tau_{cm}}{\tau_{о.с}},$$

где $\tau_{о.с}$ время однократного воздействия рабочего органа смесителя (шнека) на материал.

$$\tau_{о.с} = \frac{V_{cm} * \rho * \varphi_n}{Q_{min}};$$

где Q_{min} - минимальная подача шнека, кг/с.

Минимальная подача шнеке определяется из условия, что материал частично вращается вместе со шнеком. Это вызывает расслоение части потока и отставание некоторых частиц от массы, движущейся с максимальной возможной скоростью.

Минимальная подача шнека определяется по формуле:

$$Q_{min} = 0,25\pi(D^2 - d^2) * \omega * r_c * \sin \alpha_c * (\cos \alpha_c - f \sin \alpha_c) * \rho * \varphi_n,$$

где D - диаметр шнека (D=0,35 м);

d - диаметр вала шнека (d=0,05 м);

ω - угловая скорость ($\omega = 14 \text{ с}^{-1}$);

r_c - средний радиус шнека ($r_c = 0,11 \text{ м}$);

α_c - средний угол развертки винта шнека ($\alpha_c = 20^\circ$)

f- коэффициент трения ($f = 0,46 \dots 0,52$ для комбикорма).

Подставляя численные значения определяем минимальная подачу шнека, смесителя.

$$Q_{min} = 0,25 * 3,14 * (0,35^2 - 0,05^2) * 14 * 0,11 * \sin 20^\circ (\cos 20^\circ - 0,5 * \sin 20^\circ) * 500 * 0,75 = 14,25 \text{ кг/с.}$$

Тогда время однократного воздействия рабочего органа на материал будет равно:

$$\tau_{об} = \frac{1,5 * 500 * 0,75}{14,25} = 39,5 \text{ с.}$$

Кратность циркуляции массы корма, загруженного в смесителе:

$$K_{ц} = \frac{\tau_{см}}{\tau_{об}} = \frac{600}{39,5} = 15.$$

Мощность, потребную для привода, вертикальных шнековых смесителей определяют по формуле:

$$N = \frac{Q_{min} * g * H}{\eta},$$

где H - высота загрузки материала, м ($H = 1,3 \text{ м}$);

g- ускорение силы тяжести ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$);

η - к.п.д. привода ($\eta = 0,8$).

$$N = \frac{14,25 * 9,81 * 1,3}{0,8} = 227 \text{ Вт.}$$

Потребная мощность для привода равна 227 Вт.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Разработка конструкции и расчет конструктивных параметров смесителя

3.1.1 Предварительный расчет вала

Расчет выполняется на кручение по пониженным допускаемым напряжениям.

Крутящий момент в поперечном сечении вала

$$M_{кр} = \frac{N}{\omega};$$

где N – мощность на валу, Вт;

ω – угловая скорость вала, 1/с.

$$M_{кр} = \frac{30 \cdot 10^3}{94} = 318 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Диаметр выходного конца вала при допускаемом напряжении

$$[I_k] = 25 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$$

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,2[I_k]}}$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент в поперечном сечении вала

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{318}{0,2 \cdot 25 \cdot 10^6}} = 0,036 \text{ м.}$$

Из конструктивных соображений диаметр выходного вала принимается

$$d_s = 0,050$$

3.1.2 Расчет подшипников на долговечность.

Расчетная долговечность L в млн. оборотов или L_h в часах определяется по динамической грузоподъемности C и величине эквивалентной нагрузки P_s

$$L = \left(\frac{C}{P_s} \right)^m,$$

где m – показатель степени, для шарикоподшипников $m = 3$;

C – динамическая грузоподъемность подшипника;

$C_2 = 48500$ Н у подшипника 310 ГОСТ 8338-75;

$C_3 = 81700$ Н у подшипника 314 ГОСТ 8338-75

P_s – эквивалентная нагрузка.

$$P_s = (x \cdot v \cdot F_r + y \cdot F_a) \cdot K_\beta \cdot K_t,$$

Где x – коэффициент радиальной нагрузки, $x = 1,0$;

y – коэффициент осевой нагрузки, $y = 0$;

v – коэффициент учитывающий вращение колец;

$v = 1,0$. Т.к. вращается внутреннее кольцо;

F_a – осевая нагрузка. $F_a = 859$ Н;

F_r – радиальная нагрузка. $F_{r1} = 2711$ Н. $F_{r2} = 1866$ Н;

K_β – коэффициент безопасности. $K_\beta = 1,4$. Т.к. допускается

крановременные перегрузки;

K_m – температурный коэффициент. $K_m = 1,1$.

$$P_{s1} = 1,0 \cdot 1,0 + 2711 + 0,437 \cdot 5) \cdot 1,4 \cdot 1,1 = 4175 \text{ Н.}$$

$$P_{s2} = (1,1 \cdot 1,1 \cdot 1866 + 0,437 \cdot 5) \cdot 1,4 \cdot 1,1 = 2874 \text{ Н}$$

Тогда

$$L_1 = \left(\frac{48500}{4175} \right)^3 = 1567 \cdot 10^6 \text{ об};$$

$$L_2 = \left(\frac{81700}{2874} \right)^3 = 22972 \cdot 10^6 \text{ об};$$

Долговечность подшипников в часах:

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n};$$

Где n – частота вращения подшипника. $n = 900$ об/мин;

$$L_1 = \frac{1567 \cdot 10^6}{60 \cdot 90} = 29019 \text{ ч};$$

$$L_2 = \frac{22972 \cdot 10^6}{60 \cdot 900} = 425407 \text{ ч.}$$

3.1.3 Расчет шпоночных соединений.

Принимается призматическая шпонка со скругленными торцами, имеющая $G_s \geq 590 \text{ Н/мм}^2$. Размеры сечения шпонки, паза и длины согласно СТ СЭВ 189-75.

$$d_1 = 44 \text{ мм}; b \cdot h = 14 \cdot 9 \text{ мм}; t = 5,5 \text{ мм}; l = 64 \text{ мм}.$$

Напряжение сжатия

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot M}{a \cdot (h - t) \cdot (l - b)} \leq [\sigma_{см}],$$

Где M – передаваемый вращающий момент, Н.м.

$$M = \frac{N}{\omega},$$

где N – мощность $N = 30000 \text{ Вт}$;

ω – угловая скорость вала, $\omega = 94 \text{ 1/с}$;

$$M = \frac{30 \cdot 10^3}{94} = 318 \text{ Н.м}$$

$$\text{Тогда } \sigma_{см} = \frac{318}{0,044(0,009 - 0,0055)(0,064 - 0,014)} = 82 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$$

$[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение сжатия;

$$[\sigma_{см}] = 100 \dots 120 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2;$$

$$\sigma_{см} < [\sigma_{см}].$$

Размеры сечения шпонки ,паза и длины шпонки согласно СТ СЭВ 189-75.

$$d_2 = 65 \text{ мм}; b \cdot h = 20 \cdot 12 \text{ мм}; t = 7,5 \text{ мм}; l = 264 \text{ мм}.$$

3.1.4 Уточненный расчет вала.

Уточненный расчет вала заключается в определении диаметров в опасных сечениях. Для расчета выбирается вал, на который действует силы.

Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{N}{\omega},$$

где N – передаваемая мощность, Вт;

ω – частота вращения вала, L/с .

$$M_{кр} = \frac{30 \cdot 10^3}{94} = 318 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

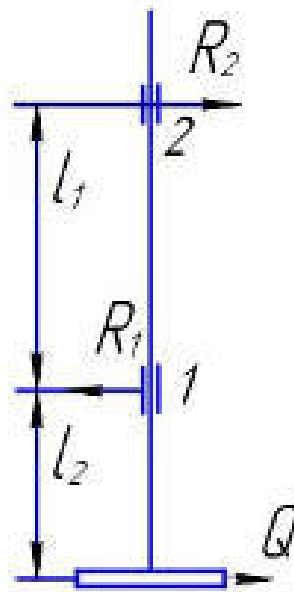


Схема действия сил на вал.

Для определения крутящих и изгибающих моментов составляем уравнение равновесия относительно точки I:

$$M_1 = Q \cdot l_2 - R_2 \cdot l_1 = 0;$$

$$R_2 = \frac{Q \cdot l_2}{l_1};$$

где Q – радиальная сила;

l_1, l_2 – длина пролетов; $l_1 = 0,27 \text{ м}$; $l_2 = 0,17 \text{ м}$;

$$R_2 = \frac{2914 \cdot 0,17}{0,27} = 1835 \text{ Н}$$

Реакция опоры I:

$$R_1 = Q + R_2;$$

$$R_1 = 2914 + 1835 = 4749 \text{ Н}.$$

Максимальный изгибающий момент равен

$$M_{max} = Q \cdot l_2 = 2914 \cdot 0,17 = 495 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Диаметр по крутящемуся моменту определяется по формуле:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,2 \cdot [\tau]}}$$

где $[I_{кр}]$ – ... допускаемое напряжение на кручение, равное $25 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$;

$$d = \sqrt[3]{\frac{318}{0,2 \cdot 25 \cdot 10^6}} = 0,03 \text{ м}$$

Определяется диаметр вала по изгибающему моменту

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{из}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} ;$$

где $M_{из}$ – изгибающий момент .Н*м;

$[\sigma_{-1}]_{из}$ – допускаемое напряжение изгиба, равное $50 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$.

$$d = \sqrt[3]{\frac{495 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 50 \cdot 10^6}} = 0,036 \text{ м}$$

Принимается вал диаметром $d=0,05 \text{ м}$.

3.2 Требования безопасности к конструкции смесителя кормов

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

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

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

- ГОСТ 19348-82 “Изделия электротехнические сельскохозяйственного назначения. Общие технические условия”;
- Правила устройства электроустановок (ПУЭ);
- Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ);

- Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ);
- ГОСТ 12.2042-79 "Машины и оборудование для животноводства и кормопроизводства. Общие требования безопасности." Система стандартов безопасности труда (ССБТ);
- Правил пожарной безопасности.

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

- ограждения опасных зон; опасные зоны стационарных машин, а также места подключения силовой электроэнергии должны иметь ограждения и предупредительные таблички; в проходах и у ворот навозные каналы закрывают щитами; ремонтные и регулировочные работы необходимо проводить при выключенных электродвигателях;
- электробезопасности установок; для уменьшения вероятности поражения людей и животных током при повреждении изоляции применяется защитное заземление; расчет защитного заземления проводят для того, чтобы определить количество труб заданной длины в зависимости от удельного сопротивления грунта, допустимого сопротивления заземления, формы и расположения заземлителей.

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

3.3 Инструкция по безопасности труда на оператора смесителя комбикормов

«Согласовано»

«Утверждаю»

на заседании профсоюза

Директор

протоколом № _____ от _____

_____ 2019 года

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда для оператора смесителя комбикормов

1 Общие требования безопасности.

К выполнению работ допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие производственное обучение, вводный и первичный на рабочем месте инструктаж по охране труда и обученные мерам противопожарной безопасности достигшие 18 лет.

Опасные и вредные факторы влияющие на оператора АКМ:

- механическая (вибрация, влажность);
- химическая (кислая, соленая среда);
- биологическая (микроорганизмы);

2 Требования безопасности перед началом работы:

- осмотреть специальную одежду и обувь. Если имеются недостатки в состоянии одежды и обуви, устранить их. Надеть одежду так, чтобы не было свисающих пол и концов, волосы убрать под головной убор;
- ознакомиться с заданием (получить дополнительные инструкции);
- проверить и подготовить к работе свое рабочее место;
- отметится в журнале приема смены.

3 Требования безопасности в процессе работы:

- запрещается открывать крышку АКМ;
- запрещается заниматься посторонними делами;
- запрещается трогать вращающиеся детали;
- запрещается пускать на рабочее место посторонних лиц;

- подготовка АКМ к работе осуществлять при выключенном электрооборудовании.
- следить за ходом технологического процесса;

4 Требования безопасности труда в аварийных ситуациях:

- При появлении напряжения на металлических частях машин и оборудования немедленно сообщить дежурному электрику и руководителю работ.
- При внезапном отключении электроэнергии сообщить руководителю работ.
- При возникновении пожара необходимо: немедленно сообщить об этом в добровольную пожарную дружину, пожарно-сторожевую охрану или ближайшую пожарную часть и руководителя работ; поднять тревогу звуковым сигналом (сирена, колокол, трансляция); приступить к тушению пожара имеющимися средствами (огнетушитель, кошма, внутренний пожарный кран и т.д.), при необходимости организовать эвакуацию людей и животных из опасной зоны.

5 Требования безопасности по окончании работы:

- Привести в порядок рабочее место.
- Доложить руководителю работ о всех нарушениях, которые были выявлены в процессе работы, а также о мерах, принятых к их устранению.
- Снять спецодежду и сдать на хранение в установленном порядке.
- Записать в журнал сведения об отклонениях в технологическом процессе и сообщить мастеру.

Ответственность за нарушение настоящей инструкции по БТ работник привлекается к административной, уголовной ответственности в зависимости от причины и последствий аварий.

Специалист по ОТ

Согласовано

Разработал

Главный зоотехник

3.4 Рекомендации по улучшению экологической обстановки на предприятии

Для улучшения экологической обстановки на предприятии нужно выполнить следующие задачи:

1. Отделить производственную зону от населенного пункта не менее чем на 500 м;
2. Механизировать и автоматизировать заправку тракторов и машин топливом с целью исключения попадания ГСМ в окружающую среду;
3. Усилить борьбу с образованием оврагов и размывания почвы;
4. Реконструировать очистное сооружение для сточных вод;
5. Запретить мойку автомашин вблизи водоемов;
6. Ужесточить контроль атмосферного воздуха согласно ГОСТа 17.2.1.04-
7. Канализация для отвода загрязненных стоков должна соответствовать ГОСТу 25150-82;
8. Шум и вибрации должны соответствовать ГОСТу 20444-85. Необходимо проводить исследования по изучению эффектов сочетания действия химических веществ с физическими факторами (шум, вибрации, повышенные температуры) с целью гигиенической оценки производственной среды;
9. Влияние электромагнитных полей согласно с влиянием на здоровье людей должны соответствовать «санитарным нормам и правилам защиты населения от воздействия электрического поля, образуемого воздушными ЛЭП.

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

3.5 Физическая культура на производстве

Комплекс некоторых упражнений физической культуры на сельскохозяйственном производстве для работников работающих стоя

(исходным положением во данных упражнениях, является положение сидя на стуле):

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

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

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

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

Пятое упражнение – в сидящем положении на стуле, руки необходимо вытянуть вдоль тела, далее, прогнуться назад при этом поднимать руки вверх а ноги также немножко приподнимать, носками касаться пола. Необходимо наклониться вперед, делать при этом хлопок руками под ногой, которая вытянута, далее возвращаются в первоначальное положение. И повторять то же

самое с другой ноги. Упражнение повторяют шесть-восемь раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

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

3.6 Экономическое обоснование конструкции смесителя комбикормов

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование	Варианта	
	Существующая	Проектируемый
Масса конструкции, кг	600	520
Балансовая стоимость, руб	40000	35000
Потребляемая мощность, кВт	4,5	4
Количество обслуж-го персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Тарифная ставка, руб/чел.ч.	23,8	23,8
Норма амортизации, %	20	20
Норма затрат на ремонт и ТО, %	19,8	19,8
Годовая загрузка конструкции, ч.	1750	1750
Часовая производительность, т/ч.	2,4	2,4

Энергоемкость процесса определяется :

$$Э_n = N / W ;$$

где, N- потребляемая мощность, кВт;

W – производительность , т/ч;

Разрабатываемая:

$$Э_{нр} = 4 / 2,4 = 1,66 \text{ кВт ч/ т};$$

Существующая:

$$\Xi_{\text{н1}} = 4,5 / 2,4 = 1,87 \text{ кВт ч/ т};$$

Металлосъемность определяется:

$$M_{\text{с}} = M_{\text{к}} / W * T_{\text{год}} * T_{\text{сл}};$$

где, $M_{\text{к}}$ – общая масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка машины, ч;

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

Разрабатываемая

$$M_{\text{с1}} = 520 / 2,4 * 1750 * 5 = 0,024 \text{ кг/т};$$

Существующая:

$$M_{\text{с0}} = 600 / 2,4 * 1750 * 5 = 0,028 \text{ кг/ т};$$

Фондосъемность процесса определяется :

$$F_{\text{с}} = C_{\text{б}} / W * T_{\text{год}};$$

где, $C_{\text{б}}$ – балансовая стоимость конструкций, руб;

Разрабатываемая

$$F_{\text{с1}} = 35000 / 2,4 * 1750 = 8,33 \text{ руб/т};$$

Существующая:

$$F_{\text{с0}} = 40000 / 2,4 * 1750 = 9,52 \text{ руб/т};$$

Трудосъемность процессов определяется :

$$T_{\text{р}} = n / W;$$

где, n – количество рабочих обслуживающих конструкцию.

Разрабатываемая

$$T_{\text{р1}} = 1 / 2,4 = 0,41 \text{ чел ч/т};$$

Существующая:

$$T_{\text{р0}} = 1 / 2,4 = 0,41 \text{ чел ч/т};$$

Уровень удельных эксплуатационных затрат определяется [17]

$$S_{\text{эксп}} = C_{\text{сл}} + C_{\text{з}} + C_{\text{рто}} + A;$$

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

C_2 - затраты на горюче- смазочные материалы, руб/т;

$C_{\text{рм}}$ - затраты на ремонт, руб/т;

A - амортизационные отчисления, руб/т;

Затраты на оплату труда определяется :

$$C_{\text{шт}} = (z * T_p * K_d * K_{\text{ст}} * K_{\text{от}} * K_{\text{соц}}) ;$$

где, z – тарифная ставка рабочих обслуживающих машину, руб;

T_p – трудоемкость, т/ч;

K_d – коэффициент дополнительной оплаты = 1,5;

$K_{\text{ст}}$ - коэффициент оплаты надбавок за стаж = 1,1;

$K_{\text{от}}$ – коэффициент оплаты отпусков = 1,1;

$K_{\text{соц}}$ - коэффициент оплаты по социальному страхованию = 1,2;

Разрабатываемая:

$$C_{\text{шт1}} = (23,8 * 1 * 1,5 * 1,1 * 1,1 * 1,2) = 51,83 \text{ руб/т};$$

Существующая:

$$C_{\text{шт2}} = (23,8 * 1,1 * 1,5 * 1,1 * 1,1 * 1,2) = 57,02 \text{ руб/т};$$

Затраты на электроэнергию определяется:

$$C_2 = \mathcal{E} * C_{\text{эл}};$$

где, $C_{\text{эл}}$ - отпускная цена электроэнергии, руб/кВт ч

$\mathcal{E}$ – энергоемкость процесса, кВтч/т;

Разрабатываемая:

$$C_{21} = 2,03 * 1,66 = 3,37 \text{ руб/т};$$

Существующая:

$$C_{22} = 2,03 * 1,87 = 3,79 \text{ руб/т};$$

Затраты на ремонт определяется:

$$C_{\text{рм}} = C_0 * N_{\text{рм}} / 100 * W * T;$$

где, $N_{\text{рм}}$ – норма затрат на ремонт;

Разрабатываемая:

$$C_{\text{рм1}} = 35000 * 19,8 / 100 * 2,4 * 1750 = 1,65 \text{ руб/т};$$

Существующая:

$$C_{\text{амл}} = 40000 * 19,8 / 100 * 2,4 * 1750 = 1,88 \text{ руб/т};$$

Амортизационные отчисления определяются:

$$C_A = C_5 * a / 100 * W * T,$$

где, a – норма амортизации;

Разрабатываемая:

$$C_{A1} = 35000 * 20 / 100 * 2,4 * 1750 = 1,66 \text{ руб/т};$$

Существующая:

$$C_{A0} = 40000 * 20 / 100 * 2,4 * 1750 = 1,9 \text{ руб/т};$$

Рассчитываем эксплуатационные затраты :

Разрабатываемая

$$S_{\text{эклл}} = 51,83 + 3,37 + 1,65 + 1,66 = 58,51 \text{ руб/т};$$

Существующая:

$$S_{\text{эклл}} = 57,02 + 3,79 + 1,88 + 1,9 = 64,59 \text{ руб/т};$$

Приведенные затраты определяется :

$$C_{\text{пр}} = S_{\text{эклл}} + E * K_{\text{уд}};$$

где, E – коэффициент эффективности капитальных вложений = 0,10;

$K_{\text{уд}}$ – удельные капитальные вложения производства, руб/ т;

$$K_{\text{уд}} = C_6 / W * T;$$

Разрабатываемая:

$$K_{\text{уд1}} = 35000 / 2,4 * 1750 = 8,33;$$

$$C_{\text{пр1}} = 58,51 + 0,10 * 8,33 = 59,34 \text{ руб /т};$$

Существующая:

$$K_{\text{уд0}} = 40000 / 2,4 * 1750 = 9,52;$$

$$C_{\text{пр0}} = 64,59 + 0,10 * 9,52 = 65,54 \text{ руб /т};$$

Годовая экономия:

$$\Delta_{\text{год}} = (S_0 - S_1) * W * T;$$

$$\Delta_{\text{год}} = (64,59 - 58,51) * 2,4 * 1750 = 25536 \text{ руб};$$

Годовой экономический эффект:

$$E_{\text{год}} = \Delta_{\text{год}} - E * \Delta K;$$

где, ΔK - дополнительные капитальные вложения, руб;

$$\Delta K = C_{61} - C_{60};$$

ΔK

$$= 40000 - 35000 = 5000 \text{ руб};$$

$$E_{\text{топ}} = 25536 - 0,10 \cdot 5000 = 25036 \text{ руб};$$

Срок окупаемости капитала вложений определяется:

$$T_{ок} = \frac{C_{61}}{E_{топ}},$$

$$T_{ок} = \frac{35000}{25536} = 1,37 \text{ года} = 2 \text{ года};$$

Коэффициент эффективности капитала вложений определяется:

$$E_{эф} = \frac{E_{топ}}{C_6} = \frac{1}{T_{ок}},$$

$$E_{эф} = \frac{1}{1,37} = 0,72$$

Таблица 3.2 – Показатели сравнительной оценки экономической эффективности проектируемой установки.

№ п/п	Наименование показателей	Варианты		Проект в % к исходному
		исходный	проектируемый	
1.	Фондоемкость, руб/т	9,52	8,33	87,5
2.	Энергоемкость, кВт.ч/т	1,87	1,66	88,7
3.	Металлоёмкость, кг/т	0,028	0,024	85,7
4.	Трудоемкость, чел ч/т	0,41	0,41	100
5.	Уровень удельных эксплуатационных затрат, руб/т	64,59	58,51	90,58
6.	Уровень приведенных затрат, руб/т	65,54	59,34	90,54
7.	Годовая экономия, руб	x	25536	x
8.	Годовой экономический эффект, руб	x	25036	x
9.	Срок окупаемости, лет	x	2	x
10.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	x	0,72	x

3.7 Выводы по разделу

Выполненные конструктивные расчеты показывают работоспособность конструкции смесителя комбикормов. Проведенный анализ существующих конструкций позволил обосновать параметры нового смесителя комбикормов. Определенные технико-экономические показатели сведены в таблицу 3.2, из которой видно, что замена конструкции смесителя комбикормов на предлагаемый позволит существенно снизить затраты на производство продукции, с одновременным сокращением металлоемкости и энергоемкости процесса, что в конечном счете скажется на эффективности производства.

ВЫВОДЫ

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

а) Согласно анализа отечественной и зарубежной литературы даны примеры рационов, при использовании которых можно будет увеличить продуктивность животных на 13-15%.

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

в) Модернизированный смеситель кормов соответствует техническим требованиям, предъявляемым к аппаратам для смешивания комбикормов, соответствует санитарно-гигиеническим.

г) В ВКР разработаны мероприятия по охране окружающей среды, которые позволяют производить экологически чистую, следовательно, конкурентоспособную продукцию.

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

е) Разработанные в проекте мероприятия позволяют получить годовой экономический эффект в 25036 руб., при этом срок окупаемости дополнительных капиталовложений не превышает 2 года.