

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление *35.03.06 «Агроинженерия»*

Профиль *Технические системы в агробизнесе*

Кафедра *машин и оборудования в агробизнесе*

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: *Механизация приготовления и раздачи кормов с разработкой мобильного кормораздатчика*

Шифр ВКР.35.03.06.243.18

Студент _____ *Клементьев Д.А.*
подпись Ф.И.О.

Руководитель *доцент* _____ *Лушнов М.А.*
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №9 от 5 февраля 2018 г.)

И.о. зав. кафедрой *доцент* _____ *Халиуллин Д.Т.*
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»*

Профиль *Технические системы в агробизнесе*

Кафедра *машин и оборудования в агробизнесе*

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/ *Халиуллин Д.Т./*

« ____ » _____ 2018 г.

**ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу**

Студенту *Клементьеву Д.А.*

Тема ВКР *Механизация приготовления и раздачи кормов с разработкой мобильного кормораздатчика*

утверждена приказом по вузу от «12» января 2018 г. №9

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

3. Исходные данные

Патенты РФ;

объем бункера не менее, 3м³

грузоподъемность, 1200 кг

Среднее поголовье коров равно 400, молодняка 150 гол

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

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

5. Перечень графических материалов

1. Обзор конструкций
2. Технологические схемы
3. Сборочный чертеж и детализовка

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
БЖ	

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

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

Студент _____ (*Клементьев Д.А.*)

Руководитель ВКР _____ (*Лущнов М.А.*)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Клементьева Д.А. на тему: Механизация приготовления и раздачи кормов с разработкой мобильного кормораздатчика.

Основными задачами агропромышленного комплекса является достижение устойчивого роста сельскохозяйственного производства, надежное обеспечение страны продуктами питания и сельскохозяйственным сырьем.

Интенсификацию животноводства необходимо осуществлять путем перевода отрасли на промышленную основу с использованием преимуществ специализации и концентрации предприятий на базе сельскохозяйственной кооперации и агропромышленной интеграции.

Целью ВКР является: Механизация приготовления и раздачи кормов.

ВКР состоит из пояснительной записки на 51 листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 6 рисунков, 6 таблиц. Список использованной литературы содержит 16 наименований.

Abstract

To the final qualification work Klementyeva DA on the topic: Mechanization of cooking and distribution of feed with the development of a mobile feed dispenser.

The main tasks of agriculture is to achieve sustainable growth in agricultural production, reliable providing of the country with food products and agricultural raw materials.

Intensification of livestock must be done by the translation industry on an industrial basis with the use of the advantages of specialization and concentration of enterprises on the basis of agricultural cooperation and agroindustrial integration.

The purpose of the final qualification work is: Mechanization of the preparation and distribution of feed.

The final qualification work consists of the explanatory note on 51 sheets of typewritten text and graphic parts on 5 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three chapters, conclusion and includes 6 figures, 6 tables. The bibliography contains 16 items.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	8
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1 Обоснование и выбор рациона.....	17
2.2 Зоотехнические требования, предъявляемые к кормовым смесям...	18
2.3 Обзор технологической линии и приготовления и раздачи кормов.....	20
2.4 Расчет потребности в кормах.....	20
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	26
3.1 Зоотехнические требования к раздатчикам кормов.....	26
3.2 Задачи и параметры проектирования.....	27
3.3 Конструктивные расчеты.....	30
3.3.1 Расчет производительности ленточного транспортера.....	30
3.3.2 Расчет и выбор ленты транспортера.....	33
3.3.3 Расчет передаточного числа и выбор геометрических параметров звездочек.....	35
3.4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	37
3.5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИИ.....	43
3.5.1 Расчет технико-экономических показателей малогабаритного кормораздатчика.....	43
3.5.1.1 Расчет массы и балансовой стоимости конструкции.....	43
3.5.1.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции малогабаритного кормораздатчика.....	43
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	50
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	52

ВВЕДЕНИЕ

В данный момент, линии кормопроизводства находятся в упадке, и появляется необходимость создания новых кормозаготовочных линий и кормосмесителей. На разработку данной темы натолкнуло нынешнее состояние сельского хозяйства и животноводства в общем.

На сегодняшний день, отрасль животноводства и в отдельности, мясное производство, находится в упадке. И в связи с последними тенденциями как в мировой политике, так и во внутренней политике страны, необходимо восстановление объемов производства мяса и остальной продукции животноводства. Без хорошей материально-технической базы и при отсутствии качественных кормов достижение этой цели является труднодоступной. Поэтому разработка и усовершенствование конструкций для смешивания кормов и раздачи является, если не основным, то одним из главных в направлении животноводства. Ведь внедрение усовершенствований в оборот, принесет в производственный процесс большие удобства для персонала, за счет механизации процесса приготовления кормов и их раздачи, а так же за счет повышения производительности кормозаготовочных линий можно достигнуть высоких результатов производства, что является очень важным экономически выгодным условием на сегодняшний день.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

Патент №2129773

Машина предназначена для использования на животноводческих фермах и комплексах.

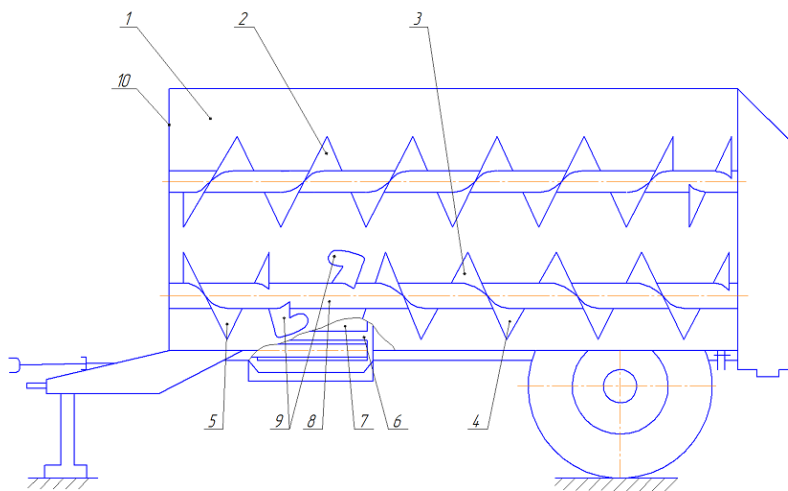


Рисунок 1.1 - Кормораздатчик-смеситель патент №2129773

Машина (рисунок 1.1) включает в себя бункер 1, шнеки 2 и 3, навивки 4 и 5, выгрузное окно 6, заслонка 7, вал 8, лопасть 9, стенки 10 и 11, передняя кромка 12, верхняя кромка 13, болт 14, ножи 15 и 16, задняя стенка 17, кронштейн-уголок 18.

Место выгрузочного шнека 3, размещенный в области выгрузочного окна 6 (изображение 1), исполнен с определенными согласно винтообразной линии на его валу 8 лопастями 9 валенкообразной формы, которые зафиксированы под углом 40-500 к радиальной плоскости поперечного разреза вала 8, при этом установленный участок выгрузочного шнека 3 исполнен протяженностью, соответствующей $1/5 - 1/6$ длины этого шнека, и находится от передней стенки 10 бункера 1 на расстоянии, превышающем диаметр навивок выгрузочного шнека 3.

Лопасть 9 выполнена валенкообразной формы, на передней стенке 11 у передней 12 и верхней 13 кромок посредством болтов 14 закреплены ножи 15 и 16, выполненные в виде прямоугольника, длинные стороны которых

выполнены острыми. Угол заточки ножей составляет 60° . Ножи 16, установленные на верхней кромке 13, в два раза короче ножа 15, установленного у передней кромки 12. Один угол ножа 16 выступает за кромки лопасти. На задней стенке 17 жестко закреплен кронштейн-уголок 18, а лопасть 9 с кронштейном-уголком 18 жестко закреплены на трубчатом валу 8 выгрузного шнека 3.

Раздатчик-смеситель кормов работает следующим образом.

Загружаемую массу ингредиентов кормов подают на разгрузочный транспортер 3, который навивками 4 и 5 отправляет массу корма к лопастям 9, а последние, установленные на валу 8, подают силос к верхним шнекам 2. Верхние шнеки 2 захватывают массу корма и посылают к задней стенке, где силос опускается в выгрузочный (нижний) транспортер 3.

На протяжении 5-8 мин. составляющие кормов размешивают. Далее готовую смесь транспортируют в животноводческое помещение, в каком разгружают её в кормушки животным.

Осуществление выгрузного (нижнего) шнека 3 с навивками 4 и 5 и лопастями 9, которые зафиксированы под углом 40-500 к радиальной плоскости поперечного разреза вала 8, дает возможность сократить сопротивление подачи корма к верхним шнекам, устранить заедание корма между верхней кромкой 13 лопасти 9 и дном и, как результат, уменьшить энергоемкость процесса смешивания.

Использование данной машины позволит сократить энергоемкость рабочего процесса в 2 раза, улучшить качество смешивания компонентов кормов на 15%, равномерность выдачи на 20% и снизить металлоемкость.

Патент №2050772

Машина имеет отношение к различным областям сельскохозяйственного назначения и может быть применено на животноводческих фермах для осуществления процесса раздачи кормов.

При использовании данной машины можно добиться увеличения равномерного процесса дозирования кормовой массы по ходу её убывания в бункере.

Добиться этого можно тем, что в раздатчике кормов, содержащего бункер, дном которого является подающим транспортёром, выходящий на поперечный конвейер для осуществления процесса выгрузки, и расположенный между ними дозатор, который выполнен в виде битеров для счёсывания, которые размещены в вертикальной плоскости на всей площадке бункера, согласно изобретённой конструкции битеры своей самой нижней точкой опоры расположены на дне бункера при помощи шарнира, а самой верхней точкой опоры - пружинами относительно передней стенки бункера с возможностью вращения этих битеров вокруг оси шарнира.

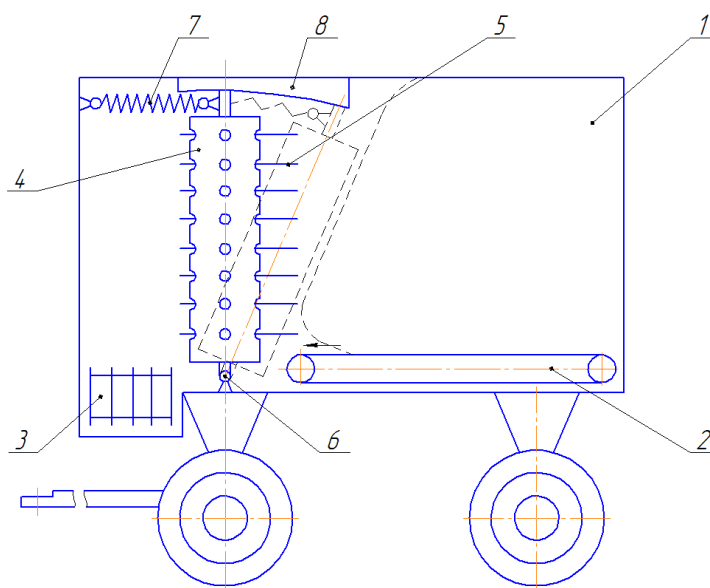


Рисунок 1.2 - Раздатчик кормов патент №2050772

Устройство данной машины (рисунок 1.2) состоит из бункера 1, дном которого является подающий транспортёр 2, выходящий на поперечный конвейер 3 для осуществления процесса выгрузки, расположенный между ними дозатор, который выполнен в виде битеров для счёсывания 4, также имеются пальцы 5. Битеры своей самой нижней точкой опоры расположены на дне бункера при помощи шарнира 6, а самой верхней точкой опоры -

пружинами 7 относительно передней стенки бункера с возможностью вращения по направляющим 8 этих битеров вокруг оси шарнира.

Кормораздатчик работает следующим образом.

Движение массы в бункере 1 (рисунок 1.1) раздатчика-смесителя кормов осуществляют так, как указано стрелками на рисунке.

При работе кормораздатчика корм подающим транспортером 2 перемещается к счесывающим битерам 4, вращающиеся навстречу друг другу пальцы 5 осуществляют захват порций корма и сбрасывают их через межбитерное пространство на выгрузной конвейер 3. Вертикальное размещение счесывающих битеров 4 уменьшает излишнее перемещение слоев корма в зоне счесывания и обеспечивает их одинаковую плотность.

При слеживании кормового материала около счесывающих битеров и подающего транспортера образуется пустое пространство, особенно в верхней части бункера (рисунок 1.2), так как корм частично может сползать вниз под собственной тяжестью. При этом корм не поступает к выгрузочному конвейеру 3. В исходном положении (при полной загрузке бункера) пружины 7 зажаты битерами 4 к передней стенке бункера 1 из-за напора кормового материала. По мере выгрузки и в случае образования пустого пространства в бункере 1 уменьшается усилие напора кормового материала на битеры 4 с пружинами 7. В результате пружины 7 разжимаются, поворачивая битеры 4 вокруг шарниров 6. При этом счесывающие битеры 4 наклоняются в сторону массы кормового материала (рисунок 2, штрих), устраняя образовавшееся пространство между битерами 4 и сложившимся кормовым материалом. При этом пальцы 5 вновь соприкасаются с кормовым материалом и начинают захват порций корма. В результате устраняются перебои раздачи корма, что повышает равномерность его дозирования. Таким образом, установка нижних концов битеров 4 шарнирно позволяет им наклон в сторону большей пустоты (в верхней части бункера), что повышает площадь контакта рабочих элементов

битеров 4 с кормовым материалом. Это повышает эффективность счесывания корма.

Пружины 7 способствуют принудительному напору битеров 4 к кормовому материалу, что устраняет перебои в раздаче корма.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет эффективно счесывать битерами кормовой материал и повысить равномерность дозирования кормов.

Патент №№2202177

Мобильный смеситель-кормораздатчик (патент RU №2202177) представлен на рисунке 1.3 [11]. Мобильный смеситель-раздатчик работает следующим образом. В емкость 1 через заливную горловину 8 загружают исходные компоненты кормосмеси, при закрытом запорном устройстве 11. Закрывается крышка 9 и пуском электродвигателя 6, приводящим во вращение пропеллер 2, начинают смешивание компонентов в емкости 1.

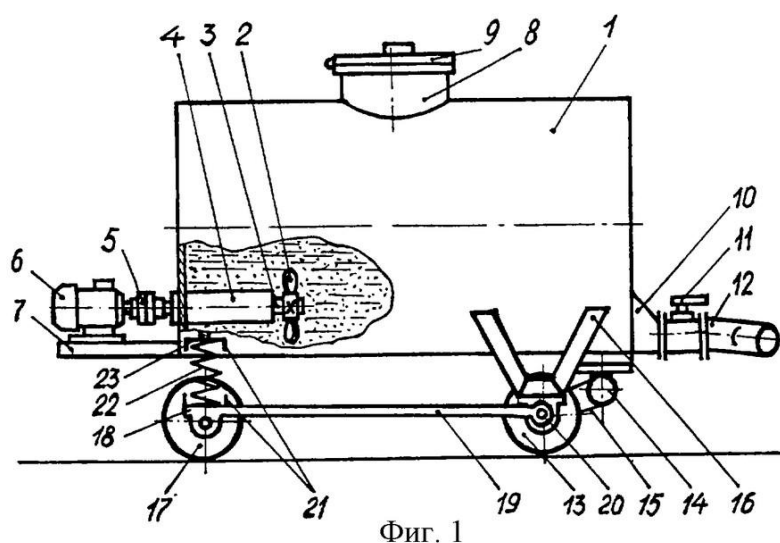


Рисунок 1.3 – Мобильный смеситель-кормораздатчик

Смешивание компонентов кормосмеси производится за счет совместного действия пропеллера 2 и вибрации емкости 1, создающейся вращением вала 3 вместе с прикрепленным к нему дебалансом 24. Вибрационное воздействие способствует интенсификации процесса путем большего проникновения частиц корма в разные слои и лучшего отрыва частиц корма от стенок емкости 1.

При раздаче кормов используется способность пропеллера создавать осевой напор, что совместно с вибрационным эффектом способствует лучшему истечению смеси из емкости 1. После освобождения емкости от части корма, пружины 22 разжимаются, осуществляя наклон емкости 1 в сторону патрубка 10. По мере уменьшения кормов этот наклон увеличивается. При этом пропеллер 2 начинает выступать над поверхностью жидкости, что приводит к снижению создаваемого им осевого напора. Сохранению заданной производительности и равномерности выдачи кормосмеси способствует увеличенный наклон емкости 1 и ее колебание на пружинах 22 с возрастающей амплитудой, которое возбуждается центробежной силой, возникающей при вращении дебаланса 24. После завершения раздачи кормов, запорное устройство 11 закрывается и цикл повторяется.

Недостатками данной конструкции является узкий спектр применения в кормлении животных (жидкие и полужидкие корма (свиньи и молодняк), необходимость создания соответствующих путей для передвижения данного раздатчика. Так же наличие разводящих рукавов повышают трудоемкость работы с данным смесителем.

Патент №1264879

Кормораздатчик содержит шнек, расположенный в кожухе, который сообщен с бункером через загрузочное окно. Шнек состоит из загрузочного и выгрузного участков. Шнек в зоне загрузочного окна выполнен с увеличивающимся в сторону выгрузного окна шагом. Навивка загрузочного участка выполнена длиной, равной длине загрузочного окна. Повышается эксплуатационная надежность.

На рисунке 1.4 [12] приведена схема кормораздатчика ($S_{\min}$, S_i , $S_{\max}$ - минимальный, текущий и максимальный шаг навивки шнека соответственно; $L_{\min}$, L_i , $L_{\max}$ - минимальное, текущее и максимальное открытие заслонки).

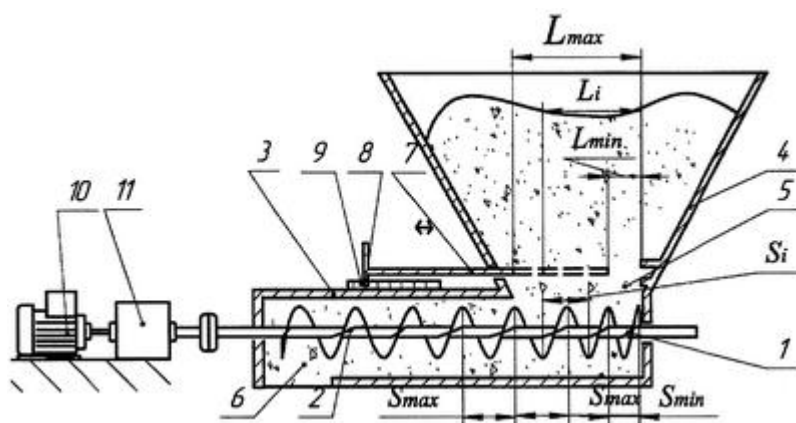


Рисунок 1.4 - Кормораздатчик патент №2290788

Кормораздатчик, содержит шнек, состоящий из загрузочного 1 и выгрузного 2 участков, расположенный в кожухе 3, который сообщен с бункером 4 через загрузочное окно 5 отличающийся тем, что шнек в зоне загрузочного окна выполнен с увеличивающимся в сторону выгрузного окна 6 шагом, причем навивка шнека в зоне загрузочного окна 5 выполнена длиной, равной длине этого окна. В зоне загрузочного окна 5 установлена подвижная заслонка 7, с возможностью перемещения вдоль оси шнека в сторону выгрузного окна 6.

Заслонка 7 связана с механизмом регулировки дозы, состоящим из стрелки-указателя 8 и шкалы 9. Привод шнека осуществляется при помощи электродвигателя 10 и редуктора 11.

Кормораздатчик работает следующим образом.

В начале работы кормораздатчика для настройки на минимальную дозу выдачи корма заслонка 7 устанавливается по шкале 9 в положение, соответствующее минимальной дозе выдачи корма $L_{\min}$ (см. рис. 1.4.). При этом с бункером 4, в зоне загрузочного окна 5, сообщается загрузочный участок шнека 1 с минимальным шагом навивки $S_{\min}$. Шнек захватывает минимальную дозу корма и транспортирует ее к выгрузному окну 6.

Для увеличения дозы выдачи корма заслонка 7 перемещается в сторону выгрузного окна 6 в соответствии со шкалой 9 в положение L_i ($L_{\min} \leq L_i \leq L_{\max}$). В зоне загрузочного окна 5 с бункером 4 сообщается

загрузочный участок шнека 1 с увеличенным шагом навивки S_i ($S_{\min} \leq S_i \leq S_{\max}$), при этом обеспечивается выдача заданной дозы корма, которая контролируется при помощи шкалы 9.

Для прекращения выдачи доз корма животным заслонка 7 перемещается в крайнее правое положение (в соответствии с чертежом), отсекая бункер 4 от загрузочного участка шнека 1.

Эксплуатационная надежность повышается за счет возможности оперативного изменения дозы выдачи корма в непрерывный ряд кормушек при постоянной угловой скорости вращения шнека, а в случае необходимости и полного прекращения раздачи.

Патент на полезную модель № 148035

Лабораторное устройство для испытания трубопроводов с полужидкими кормами (патент на полезную модель № 148035) [14], содержит емкость с пропеллером внутри, который, закреплен на валу установочного узла, другой конец установочного узла с валом выходит из емкости наружу и крепится на ее вертикальной стенке.

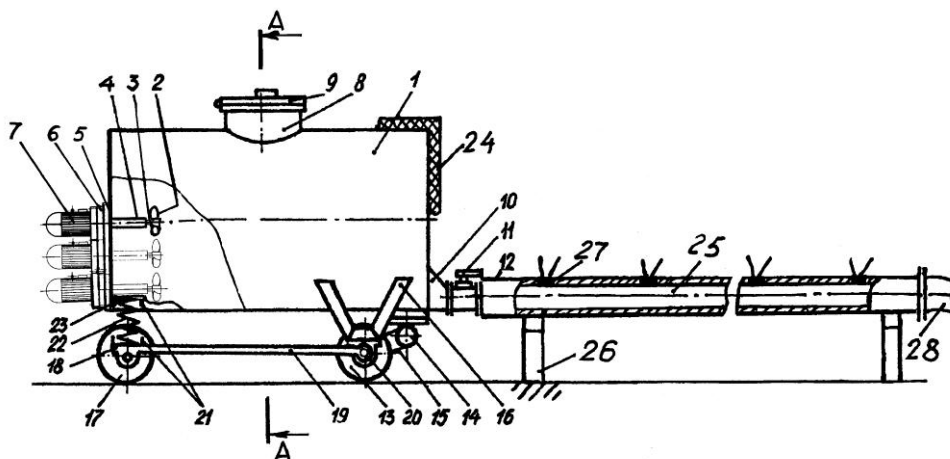


Рисунок 1.5 – Лабораторное устройство для испытания трубопроводов с полужидкими кормами

Наружный конец вала соединен с электродвигателем, в верхней части емкости имеется загрузочный люк с крышкой, с противоположной от пропеллера стороны емкость имеет выгрузной патрубок, запорное устройство и рукав или трубу, одна колесная пара соединена с электродвигателем цепной

передачей и закреплена на емкости с помощью стоек, другая колесная пара установлена на упругой подвеске, подвеска состоит из рычагов, которые с одной стороны шарнирно закреплены на осях колесной пары, а с другой соединены с колесной парой и имеют подстанники для пружин, верхние концы которых прикреплены к упорным элементам, находящимся на емкости. Внутри установочного узла на валу смонтирован дебаланс, который размещен между опорными подшипниками. Внутренняя полость установочного узла герметично закрыта крышками, емкость со всех сторон снабжена утеплителем и набором испытуемых трубопроводов. Трубопроводы выполнены с термopарами, размещенными в специальных вставках, которые врезаются в испытуемые трубы сверху на определенном, расстоянии друг от друга. Термopары соединены с измерительной аппаратурой, фиксирующей температуру транспортируемой полужидкой и вязкой массы. Концы трубопроводов снабжены гибкими рукавами, отличающиеся тем, что вертикальная стенка емкости со стороны установочного узла в нижней ее части снабжена большим отверстием с фланцем со шпильками и соответствующей крышкой с фланцем, который снабжен отверстиями под шпильки фланца емкости, с возможностью перестановки крышки как на один шаг шпилек, так и на 90^0 , 180^0 и далее, вплоть до 360^0 . Большая крышка снабжена эксцентрическим отверстием с фланцем со шпильками под присоединительный фланец малой крышки с отверстиями под шпильки с возможностью аналогичного поворота кругом большей крышки относительно шпилек фланца емкости.

Малая крышка имеет отверстие с фланцем с отверстиями под фланец установочного узла, который снабжен еще одним: фланцем для присоединения фланцевого электродвигателя с уплотнительными прокладками.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор рациона кормления

Высокая продуктивность животных и эффективность использования кормов могут поддерживаться на основе применения научно-обоснованных систем кормления. Потребность животных в питательных веществах называется кормовой нормой. На основе норм кормления составляются рационы. Рационом называется набор и количество кормов, отвечающее по основным показателям питательности определенной норме кормления.

Рационы должны удовлетворять ряду условий [5]:

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

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

Недостаточное количество грубых и сочных кормов и низкое их качество приводят к значительному перерасходу концентратов при кормлении животных. Низкокачественные и несбалансированные корма хуже перевариваются и имеют меньше обменной энергии и кормовых единиц, их низкое качество вызывает необходимость балансировать рационы путем повышенного расхода концентратов, что невыгодно экономически и неоправданно в физиологическом отношении. Перегрузка рационов концентратами может привести к различным нарушениям в обмене веществ, и в частности к ацидозу и кетозу.

Количество концентратов в рационах определяется несколькими факторами: их себестоимость, необходимостью балансирования рационов, уровнем продуктивности кормов. Оптимальное количество концентратов в рационах дойных коров находится в пределах 150-350г. на один литр молока.

Структура рациона для дойных коров в зависимости от их среднесуточного удоя дана в таблице 2.1[5]:

Таблица 2.1. - Структура рациона для дойных коров

Удельный вес кормов %	Среднесуточный удой, кг				
	10	15	20	25	30
Сочные корма	70-75	65-70	60-65	55-60	50-56
в т.ч. силос	60-65	53-58	47-50	36-40	34-36
Грубые корма	15-20	15-18	15-17	13-15	10-12
концентраты	10-15	15-20	20-23	28-32	34-40

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

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

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

2.2 Зоотехнические требования, предъявляемые к кормовым смесям

Кормами называют используемые для кормления сельскохозяйственные продукты растительного, животного, микробиологического и минерального происхождения, содержащие питательные вещества в усвояемой для животных форме.

Грубые корма являются необходимым компонентом рационов для КРС. Они содержат большое количество трудноперевариваемой клетчатки (до 40%), вследствие чего являются весьма жесткими и без предварительной подготовки плохо поедаются животными.

Сено хорошего качества, отвечающее стандарту ГОСТ 4808-49 можно скармливать без подготовки, но условия механизации раздачи кормов

требуют их измельчения. Солома, сено низкого качества и другие грубые корма подвергают измельчению с целью повышения поедания.

При измельчении соломы и сена размер резки должен быть для КРС 40-50мм. Более мелкую резку (5-10мм) готовят, если в дальнейшем не смешивают с сочными кормами [9].

С целью повышения эффективности использования питательных веществ грубых кормов их смешивают с другими видами кормов (корнеплоды, силос, концентраты, кормовые дрожжи и др.)

Сочные корма подвергаются мойке (картофель, корнеплоды), резке и смешиванию. Корнеплоды рекомендуется скармливать коровам в цельном виде (кроме мелких). Толщина резки корнеплодов при скармливании должна быть 10-15мм.

Картофель скармливают КРС сырым в измельченном виде. Размер не разрушенных частиц не должен превышать 10мм и число таких частиц не более 5 % от общей массы.

Все корнеклубнеплоды необходимо скармливать непосредственно перед скармливанием во избежание порчи.

Концентрированные корма должны быть очищены от земли, камней, семян сорных растений и солоmistых примесей, а также металлических частиц.

Содержание минеральных примесей (песок) в концентрированных кормах допускается не более 0,5 % для молодняка, по ГОСТ 18691-73. Содержание металлических примесей размером до 2мм допускается не более 30мг на 1кг корма. Размер частиц в концентрированных кормах допускается не более 3мм.

Стандарт на концентрированные корма (ГОСТ 8770-58) определяет три степени размола, которые характеризуются средними размерами частиц: от 0,2 до 1мм-мелкий размол, от 1 до 1,8 – средний и от 1,8-2,6мм – крупный размол.

Смесь должна быть однородна. Показатель однородности смеси должен быть 90-95 %.

Кормовые смеси должны быть приготовлены строго по рецепту. Так при производстве комбикормов отклонения от рецептурного состава допускается в пределах не более $\pm 15\%$, сочных $\pm 3,5\%$, жидких кормов $\pm 2,5\%$, минеральных добавок $\pm 1\%$ от количества дозированного корма по массе. При подготовке влажных, рассыпных кормосмесей отклонение от рецепта допускается для грубых кормов $\pm 15\%$, концентрированных кормов $\pm 5\%$. Степень неравномерности, (неоднородности) смешивания для отдельных компонентов допускается в два раза больше установленной предельной нормы отклонения при дозировании этого компонента.

Кормосмесь готовят не более чем за два часа до раздачи животным.

2.3 Обзор технологической линии приготовления и раздачи кормов

В последнее время получила широкое распространение технология приготовления кормовых смесей в кормоцехах [8].

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

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

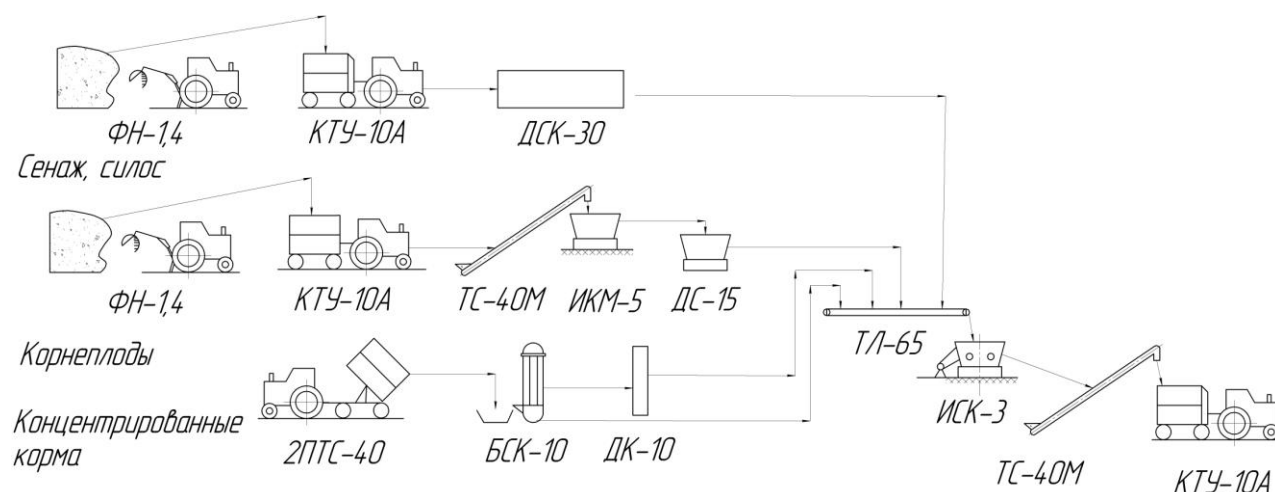
В таких цехах различные корма перед скармливанием лишь измельчают и смешивают, технология в них наиболее проста и не требует значительных финансовых расходов. Такая технологическая схема кормоцеха представлена на рисунке 2.1[7].

В этом кормоцехе грубые корма, силос, предварительно измельчают фуражиром ФН-1,4 или погрузчиком ПСК-5, доставляют в цех с кормовой

зоны комплекса с помощью тракторных прицепов и подают на дозаторы типа ДСК-30 или ПЗМ-1,5.

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

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



1-Фуражир ФН – 1.4; 2-Дозатор кормов ДСК – 30; 3-Транспортер ТК – 5.0Б; 4-Измельчитель ИКМ – 5; 5-Дозатор ДС – 15; 6-Бункер конц.кормов БСК – 10; 7-Дозатор ДК – 10; 8-Транспортер ТЛ – 65; 9-Смеситель ИСК – 3; 10-Транспортер ТС – 40М

Рисунок 2.1- Технологическая схема кормоцеха

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

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

продукция выгружается скребковым транспортером ТС-40 в кормораздатчики.

Приготовление кормосмеси в кормоцехах связано со значительными затратами электроэнергии, с использованием дорогостоящего оборудования, значительными текущими затратами, связанными с обслуживанием и ремонтом. Также в летнее время кормоцеха простаивают, поэтому предлагается иная технология приготовления кормосмеси, изложенная ниже.

2.4 Расчет потребности в кормах

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

Среднегодовой удой молока составляет 4492 кг/гол, продуктивность животных на откорме составляет 502 кг/гол. Поэтому нормы кормления для коров равны 47,1 ц.к.ед, а у животных на откорме 26,3 ц.к.ед на одну голову за год [5].

Расход кормов за год определяется по формуле:

$$P = H \cdot n, \quad (2.1)$$

где P - расход кормов за год, ц.к.ед;

H - норма расхода, ц.к.ед;

n – поголовье животных, гол.

Среднее поголовье коров равно 350, а молодняка 172 гол., соответственно находим:

$$P_k = 49,7 \times 350 = 17395 \text{ ц.к.ед.}$$

$$P_m = 26,5 \times 172 = 4558 \text{ ц.к.ед.}$$

Из структуры рациона находим процентное соотношение вида кормов и по коэффициенту питательности приведем корма в натуральном весе, для коров и молодняка, по данным расчета заполним таблицу 2.2.[5]:

Таблица 2.2 - Процентное соотношение вида кормов

Наименование кормов	Молодняк		Коровы		Коеф-т питательности	Всего кормов в натуральном весе, т
	% в структуре	Требуется т.к.ед.	% в структуре	требуется т.к.ед.		
концентраты	27	212,5	27	244,2	1,05	434,95
Грубые всего	19	149,5	19	171,8		
В т.ч. сено	6	47,2	9	81,4	0,47	273,62
Сенаж	7	55,1	8	72,3	0,3	424,67
Солома	6	47,2	2	18,1	0,24	272,08
Сочные всего	22	173,2	23	208,		
В т.ч. силос	18	141,7	20	180,9	0,18	1792,22
Прочие	4	31,5	20			
корнеплоды			3	27,1	0,12	225,83
Зеленые всего	27	212,5	31	280,32	0,18	2737,89
Молочные всего	5	39,35				
Молоко	3	23,6			0,4	59
Обрат	2	15,75			0,08	196,87
Всего		787,05		904,32		

Силос в рационе кормов для коров составляет 20%, а для молодняка 18%.

Доля силоса в рационе определяется из формулы [7]:

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

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

P – расход кормов, т.к.ед,

a – процент силоса в рационе.

Для коров:

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

Для молодняка:

$$K_m = 4558 \times \frac{18}{100} = 820,44 \text{ т.к.ед}$$

Общий расход силоса определяется [7]:

$$\sum K = K_k + K_m, \text{ т.к.ед} \quad (2.3)$$

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

Определяем расход корма в натуральном весе [7]:

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

где P – коэффициент питательности кормов, к ед.

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

Смешивание и раздачу корма производим на кормораздатчике КСМ с потребной мощностью 1,29 кВт и часовой производительностью 2,4 т/ч.

Число часов работы машины за год определяется из формулы, ч [7]:

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

где $\Omega_{\text{год}}$ - годовой объем работы, т.

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

$$T_{\text{маш}} = \frac{23885,8}{2,4} = 9952,4 \text{ час.}$$

Потребное количество машин определяется [7]:

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

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

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

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

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

$$W_{\text{г}} = 2,4 \cdot 1,5 \cdot 365 = 1314 \text{ т/год,}$$

$$n = \frac{23885,8}{1314} = 18 \text{ штук.}$$

Для выполнения данной операции требуется 18 кормораздатчиков КСМ. Количество обслуживающего персонала на один кормораздатчик -1 человек.

3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Зоотехнические требования к раздатчикам кормов

Раздача кормов — трудоемкий процесс, на долю которого приходится от 30 до 40 % от общих трудовых затрат на животноводческих фермах. Эти затраты зависят от типа кормления, способа содержания животных, типа построек и применяемых средств механизации. Так, на молочнотоварной ферме на 200 коров в сутки можно раздать до 10 т кормов. При этом многие корма сильно отличаются по своим физико-механическим свойствам, что затрудняет применение одного типа раздатчика. А раздавать корм надо 2...3 раза в сутки.

При ненормированном кормлении, которое применяется на фермах КРС при беспривязном содержании коров и избытке грубых кормов, раздача упрощается. Она заключается в своевременном подвозе корма и складировании его в доступном для животных месте. Однако из-за недостатка кормов в хозяйствах, как правило, используют нормированное кормление. При этом норма выдачи зависит от продуктивности коровы или возраста животного, откармливаемого на мясо. Индивидуальная нормированная раздача корма встречает известные затруднения и усложняет конструкцию раздатчиков. Чтобы упростить раздачу, животных подбирают в группы с примерно равной продуктивностью или одного возраста.

В этом случае раздача производится в групповые кормушки с нормой корма на всю группу. Такой способ раздачи особенно пригоден на откормочных фермах.

					<i>ВКР.35.03.06.243.18.МКР.00.00.00.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Мобильный кормораздатчик (пояснительная записка)</i>	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Клементьев Д.А.</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Лыцнов М.А.</i>					-	-
<i>Т. Контр.</i>						<i>Лист</i>	<i>1</i>	<i>Листов</i>
<i>Реценз.</i>						<i>Каз. ГАУ каф. МОА 24.11-2011гг</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Лыцнов М.А.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Халицкин Д.Т.</i>						

В настоящее время применяется большое количество типов раздатчиков, отличающихся рабочими органами и способами их привода. Выбор раздатчика предопределяется преимущественным видом корма, используемого на ферме, и способом содержания животных.

Большинство выпускаемых раздатчиков предназначено для одного вида и консистенции корма: грубых, концентрированных, сочных, влажных мешанок, влажных рассыпных или жидких кормосмесей. Встречаются и универсальные раздатчики. С зоотехнической и экономической точек зрения такие раздатчики наиболее целесообразны. Однако они сложны по устройству, малопроизводительны и поэтому требуют больших затрат труда.

Ко всем типам раздатчиков предъявляются определенные требования, которые устанавливаются зоотехнической наукой. Вот некоторые из них: - равномерность выдачи корма на фермах КРС не должна отклоняться от установленной нормы более чем на 15% по объемистым кормам и 5% - по концентрированным; максимальные потери корма не должны превышать 1% от розданного количества.

3.2 Задачи и параметры проектирования

В большинстве из хозяйств все еще сохранились животноводческие фермы с одним проходом. Они в основном в настоящее время используются для содержания молодняка.

Все приведенные выше кормораздатчики рассчитаны на коровники с поголовьем на 100...200 голов. Их применение на малых комплексах для молодняка проблематично из-за крупных размеров. К тому же они предполагают тракторную тягу, что может отрицательно отразиться на здоровье животных, так как выхлопные газы тракторного двигателя имеют большое содержание вредных примесей. Следует также отметить вредное шумовое воздействие.

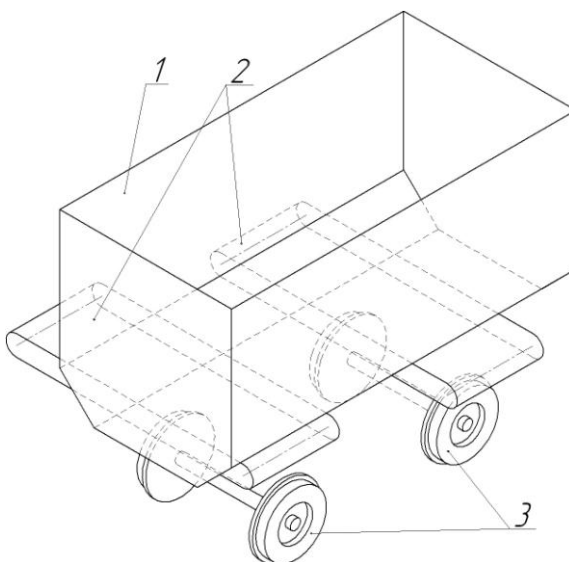
					<i>ВКР.35.03.06.243.18.МКР.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Для того чтобы избежать вышеприведенных недостатков, нужно спроектировать малогабаритный кормораздатчик с электрическим приводом. Конструкцию необходимо сделать максимально простым, для того чтобы снизить себестоимость изготовления и повысить надежность.

Данный кормораздатчик будет предназначен для использования при кормлении молодняка и послужит неплохую службу для фермерских хозяйств с малым числом крупного рогатого скота. Предполагается, что кормораздатчик сможет раздавать предварительно измельченные грубые и сочные корма с добавленными в них кормовыми добавками.

Наиболее эффективным будет использование хода на рельсах, благодаря чему снизятся расходы на электроэнергию на передвижение кормораздатчика. Питание переменным трехфазным электрическим током 380В будет осуществляться через кабель, который будет наматываться на катушку благодаря наматывающему механизму.

Предполагаемая конструктивная схема разрабатываемого кормораздатчика приведена на рисунке 3.1.



1- бункер; 2- поперечные транспортеры; 3- опорные колеса

Рисунок 3.1 – Конструктивная схема разрабатываемого кормораздатчика

Принцип работы предлагаемой конструкции будет заключаться в следующем. Предварительно измельченные и смешанные с кормовыми

					ВКР.35.03.06.243.18.МКР.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

добавками грубые или сочные корма загружаются в бункер 1. Далее кормораздатчик посредством ходового электродвигателя движется по рельсовым путям между рядов с кормушками. Выгрузка кормов на кормушки осуществляются благодаря поперечным транспортерам 2, одна из которых выгружает в левую, а другая в правую стороны. Регулирование подачи корма на поперечные транспортеры будет производиться путем открытия и закрытия задвижек, которые на схеме не указаны. Подачу электропитания можно осуществить по проводам, которые будут висеть на желобе.

Управляет технологическим процессом оператор.

Предлагаемая конструкция будет иметь ряд достоинств, таких как:

- 1) простота конструкции, что положительно отразится на надежности;
- 2) не требуется тракторная тяга;
- 3) конструкция малогабаритна;
- 4) благодаря отсутствию ДВС нет выделений вредных для здоровья животных выбросов газов и повышенного шума;
- 5) установив в бункер дополнительную перегородку можно загрузить разные корма и кормить скот разных возрастных групп;
- 6) поперечные транспортеры можно запускать как по отдельности, так и одновременно.

Зададимся основными конструктивными параметрами проектируемого кормораздатчика:

- объем бункера не менее, м ³	3
- грузоподъемность, кг	1200
- ширина колеи, м	1,2
- высота разгрузки, м	0,5
- ширина не более, м	2
- высота не более, м	1,5.

3.3 Конструктивные расчеты

3.3.1 Расчет производительности ленточного транспортера

Предлагаемая конструкция кормораздатчика предполагает позиционный рабочий процесс. Это означает, что не требуется синхронизировать скорость передвижения кормораздатчика со скоростью движения транспортеров.

Для ленточного транспортера производительность определяется по выражению [15]:

$$Q = B \cdot H \cdot v \cdot c \cdot k, \quad (3.1)$$

где Q – производительность, т/ч;

B – ширина потока корма, м;

H – высота слоя корма, м;

v – линейная скорость движения транспортера, м/с

c – коэффициент равномерности распределения корма (0,75...0,85);

k – коэффициент буксования корма (0,94...0,96).

Так как производительность кормораздатчика будет регулироваться только открыванием заслонки, определим линейную скорость движения транспортера при максимальной производительности. Зададимся временем разгрузки равным 5 мин. Тогда если один транспортер должен разгрузить 200 кг кормов. В этом случае производительность будет равна:

$$Q = \frac{V}{t}, \quad (3.2)$$

где V – объем кормов, т;

t – время разгрузки, с.

$$Q = \frac{0,2}{300} = 0,00667, \text{ т/с.}$$

Если ширина потока корма будет равна 0,3 м, высота слоя корма 0,1 м, скорость движения корма будет равна:

$$v = \frac{Q}{B \cdot H \cdot c \cdot k} = \frac{0,00667}{0,3 \cdot 0,1 \cdot 0,75 \cdot 0,94} = 0,315, \text{ м/с} \quad (3.3)$$

					ВКР.35.03.06.243.18.МКР.00.00.00.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим угловую скорость вращения приводного барабана [10].

$$\omega = \frac{v}{r}, \quad (3.4)$$

где ω – угловая скорость барабана, с^{-1} ;

r – радиус приводного барабана, м.

$$\omega = \frac{0,315}{0,05} = 6,3, \text{ с}^{-1}.$$

Определим частоту вращения приводного барабана.

$$n_0 = \frac{\omega \cdot 30}{\pi} = \frac{6,3 \cdot 30}{\pi} = 60,16, \text{ мин}^{-1} \quad (3.5)$$

Мощность, затрачиваемая на привод транспортеров при максимальной производительности, определяется по формуле [6]:

$$N = \frac{W(m_0 \cdot v + Q_{\text{разд}}) \cdot L \cdot g}{\eta}, \quad (3.6)$$

где W – коэффициент сопротивления перемещению нагруженного полотна ($W = 1,5$ [6])

m_0 – удельная масса полотна, кг/м ;

$Q_{\text{разд}}$ – производительность транспортера, кг/с ;

L – длина транспортера, м;

η – КПД передачи ($\eta = 0,85$).

Для транспортеров будем применять ленту 2ПТУК-500-3-EP200-6-2-ПТ-РБ ТУ 38 1051542-83 ГОСТ 20-25 [1].

$$Q_{\text{разд}} = \frac{G}{t}, \quad (3.7)$$

где G – вес кормов, находящихся в бункере приходящееся на один транспортер, кг ;

t – время необходимое для раздачи при максимальной производительности, с.

$$Q_{\text{разд}} = \frac{600}{300} = 2, \text{ кг/с}.$$

$$L = 1,02 \cdot \pi \cdot L_p + \pi \cdot D_{пр} = 1,02 \cdot \pi \cdot 1,65 + \pi \cdot 0,1 = 3,7, \text{ м.} \quad (3.8)$$

$$N = \frac{1,5 \cdot 4,2 \cdot 0,315 + 2 \cdot 3,7 \cdot 9,8}{0,85} = 247,6 \text{ Вт.}$$

По требуемой частоте вращения $n = 1500$ об/мин и мощности $N = 250$ Вт примем электродвигатель RAM71B4.

По известной частоте вращения ротора электродвигателя и приводного барабана определим требуемое передаточное отношение

$$u = \frac{n_d}{n_o} = \frac{1415}{60,16} = 23,52. \quad (3.9)$$

Используя передаваемую мощность и требуемое передаточное отношение подбираем червячный одноступенчатый редуктор 2ЧМ-40, у которого параметры ближе всего к требуемым [1].

Определим мощность, затрачиваемую на передвижение кормораздатчика [15]:

$$N_{II} = \frac{M \cdot v_{II} \cdot f_k \cdot g}{r}, \text{ Вт} \quad (3.10)$$

где M — полная масса кормораздатчика, кг;

v_k — скорость его передвижения (рабочая и транспортная), м/с;

f_k — коэффициент трения качения колес по рельсам (для рельсовых раздатчиков $f_k = 0,5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ [15]), м;

r — радиус колеса, м.

Приняв полную массу кормораздатчика 2000 кг, скорость движения 1 м/с и радиус колеса равным 0,2 м определим требуемую мощность:

$$N_{II} = \frac{2000 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8}{0,2} = 490, \text{ Вт.}$$

По требуемой мощности подбираем асинхронный трехфазный электродвигатель общего назначения АИС80А4.

Привод к опорным колесам будет осуществляться через одноступенчатый червячный редуктор и цепной привод. Применение червячного редуктора дает такое преимущество как отпадение в установке

					ВКР.35.03.06.243.18.МКР.00.00.00.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

тормозного механизма благодаря тому, что движение через червячный редуктор не проходит в обратном направлении.

Определим частоту вращения приводных опорных колес:

$$n_{\Pi} = \frac{v_{\Pi} \cdot 30}{\pi \cdot r} = \frac{1 \cdot 30}{\pi \cdot 0,2} = 47,62, \text{ мин}^{-1}. \quad (3.11)$$

Определим потребное передаточное отношение

$$u_{\Pi} = \frac{n_{ДП}}{n_{\Pi}}, \quad (3.12)$$

где $n_{ДП}$ – частота вращения ротора приводного двигателя, мин^{-1} .

$$u_{\Pi} = \frac{1350}{47,62} = 28,35.$$

По передаваемой мощности и передаточному отношению подбираем червячный редуктор 2ЧМ-63, который рассчитан на передачу мощности равной 0,76 кВт и передаточным отношением 25.

$$u_{\Pi} = u_P \cdot u_{Ц}, \quad (3.13)$$

где u_P – передаточное отношение редуктора;

$u_{Ц}$ – передаточное отношение цепной передачи.

Из выражения (3.13) получим:

$$u_{Ц} = \frac{u_{\Pi}}{u_P} = \frac{28,35}{25} = 1,134, \quad (3.14)$$

3.3.2 Расчет и выбор ленты транспортера

Определяем сопротивление движения ленты [15]:

$$W = K_g \times L_r \times [(g_r + g_{рв} + g_{л}) \times \omega_{\epsilon} + (g_{л} + g_{рн}) \times \omega_{н}], \quad (3.15)$$

где K_g – обобщенный коэффициент местных сопротивлений на оборотных барабанах [15], Н

L_r – длина горизонтальной проекции расстояния между осями кольцевых барабанов, м

					ВКР.35.03.06.243.18.МКР.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

g_{Γ} , $g_{\text{л}}$, $g_{\text{рв}}$ и $g_{\text{рн}}$ – соответственно линейные силы тяжести груза, ленты и вращающихся на верхней и нижней частях ленты, Н/м

$\omega_{\text{в}}$ – коэффициент сопротивления движению верхней ветви ленты [15],

$\omega_{\text{н}}$ – коэффициент сопротивления движению нижней ветви ленты [15].

$$g_{\Gamma} = \frac{V_o \times \rho}{2 \times L_e} \times g, \text{ Н/м} \quad (3.16)$$

$$g_{\Gamma} = \frac{0,675 \times 300}{2 \times 2,2} \times 9,81 = 451,2 \text{ Н/м}$$

из таблицы 4.13 [15] при ширине ленты 500мм определяем

$$g_{\text{л}} = 46 \text{ Н/м}, g_{\text{рв}} = 82 \text{ Н/м}, g_{\text{рн}} = 27 \text{ Н/м}.$$

$$W = 4,5 \times 2,2[(451,5 + 82 + 46) \times 0,02 + (46 + 27) \times 0,018] = 127,8 \text{ Н}$$

Определяем натяжение на сбегающей ветви [15]:

$$S_{\text{сб}} = \frac{K_z \times W \times e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}; \text{ Н} \quad (3.17)$$

где K_z – коэффициент запаса [15],

α – угол обхвата барабана, рад

μ – коэффициент сопротивления движению [15]

$$S_{\text{сб}} = \frac{1,2 \times 127,8 \times e^{0,35}}{(e^{0,35} - 1)} = 518,3 \text{ Н}$$

Мощность, потребляемая на привод транспортера [10]:

$$N = \frac{K_z \times W \times V}{1000 \times \eta}, \text{ кВт} \quad (3.18)$$

где V – скорость движения ленты транспортера м/с,

η – КПД передачи;

$$N = \frac{1,2 \times 127,75 \times 0,35}{1000 \times 0,9} = 0,06 \text{ кВт}$$

Крутящий момент на валу барабана [10]:

$$M_{\text{кр}} = 0,5 \times K_z \times W \times D_o; \text{ Нм} \quad (3.19)$$

$$M_{\text{кр}} = 0,5 \times 1,2 \times 127,75 \times 0,1 = 7,7 \text{ Нм}$$

Условие прочности записывается в виде:

					ВКР.35.03.06.243.18.МКР.00.00.00.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\frac{S_{сб}}{B} \leq [S]. \quad (3.20)$$

[S] – допускаемая прочность при растяжении,

$$\frac{518,3}{500} \leq 1,03 \text{ Н/мм.}$$

Из таблицы 4.2 [15] выбираем ленту МК – 300/100 по ГОСТ 20-76 с [S]=300Н/мм.

3.3.3 Расчет цепной передачи

Зададимся числом зубьев приводной звездочки $z_1 = 20$.

$$z_2 = z_1 \cdot u_{II} = 20 \cdot 1,134 = 22,68, \quad (3.21)$$

Примем $z_2 = 23$.

В качестве приводной примем цепь роликовый ПР-31,75-8900 ГОСТ 13568-75 [19].

Определяем скорость цепи:

$$v = \frac{z_2 \cdot n_{II} \cdot t}{60 \cdot 1000}, \text{ м/с} \quad (3.22)$$

где t – шаг цепи, мм.

$$v = \frac{23 \cdot 47,62 \cdot 31,75}{60 \cdot 1000} = 0,58, \text{ м/с.}$$

О работоспособности роликовой цепи судят в основном по износу в ее шарнирах.

Номинальную допустимую мощность, Вт, определяют по формуле:

$$N = \frac{P \cdot v}{k_3}, \quad (3.23)$$

где v – скорость цепи, м/с;

$P = p \cdot F$ – допустимая окружная сила, Н;

где p – допустимое давление в шарнире, МПа;

$F = d \cdot B$ – проекция площади опорной поверхности шарнира, мм²;

					ВКР.35.03.06.243.18.МКР.00.00.00.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где d – диаметр валика цепи, мм;

$$B = k_B \cdot B_{BH};$$

где $k_B = 1,4$ – коэффициент ширины внутреннего звена цепи;

B_{BH} – ширина внутреннего звена цепи, мм.

$$B = 1,4 \cdot 19,05 = 26,67, \text{ мм.}$$

$$F = 8,53 \cdot 26,67 = 227,46, \text{ мм}^2;$$

$$P = 35 \cdot 227,46 = 7961,1 \text{ Н}$$

k_9 – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации передачи:

$$k_9 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, [19] \quad (3.24)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий характер нагрузки (при спокойной нагрузке $k_1 = 1,0$);

k_2 – коэффициент, учитывающий способ смазки (при периодическом смазывании $k_2 = 1,5$);

k_3 – коэффициент, учитывающий продолжительность работы (при односменной работе $k_3 = 1,0$);

k_4 – коэффициент, учитывающий расстояние между осями ($k_4 = 1,0$).

$$k_9 = 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,5.$$

$$N = \frac{7961,1 \cdot 0,58}{1,5} = 3078,2, \text{ Вт.}$$

					ВКР.35.03.06.243.18.МКР.00.00.00.ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.4.1 Инструкция по безопасности труда для оператора при раздаче кормов на кормораздатчике

Утверждено на
заседании комитета

Утверждаю
председатель
протокол №__ от____

Инструкция по безопасности труда для оператора при раздаче кормов на кормораздатчике.

1 Общие требования

1.1 К работе допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие производственное обучение, вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по охране труда.

При перерыве в работе более одного года работник допускается после прохождения стажировки под руководством заведующего фермой, комплекса, бригадира или опытного работника, проработавшего по этой профессии не менее одного года, в течение 4 смен при уходе за животными и 12 смен при обслуживании машин и механизмов.

Запрещается использование труда лиц моложе 18 лет и женщин на тяжелых работах и на работах с вредными условиями труда:

- погрузка, выгрузка, сопровождение животных при транспортировании;
- обслуживание сосудов, работающих под давлением;
- работа в колодцах, жижеборниках, закрытых емкостях;
- работа по проведению дезинфекции, дезинсекции, дератизации.

Необходимо выполнять требования инструкции по пожарной безопасности, знать расположение и уметь пользоваться средствами сигнализации, пожаротушения; уметь оказывать первую (доврачебную) помощь пострадавшему.

В случае обнаружения неисправности оборудования, инструмента, приспособлений, а также при нарушении норм безопасности, пожаре,

травмировании работников необходимо немедленно сообщить об этом руководителю работ.

Работник, допустивший нарушения требований Инструкции по охране труда, может быть привлечен к дисциплинарной ответственности согласно правилам внутреннего распорядка предприятия. Если эти нарушения связаны с причинением материального ущерба предприятию, то работник несет материальную ответственность в соответствии с законодательством.

1.2 Опасные и вредные факторы:

- наличие вращающихся частей,
- возможность появления болезнетворных бактерий на остатках корма.

Запрещается работать на агрегате под действием наркотических веществ и в состоянии алкогольного опьянения.

Запрещается эксплуатация агрегата при отсутствии ограждения вращающихся частей и без статического заземления корпуса.

Соблюдать меры предосторожности от прикосновения к вращающимся и токоведущим частям.

2 Требования безопасности перед началом работы:

2.1 Одеть спецодежду и полностью застегнуться.

2.2 Убедиться в отсутствии посторонних предметов в кузове кормораздатчика и на выгрузном транспортере.

2.3 Проверить исправность агрегата, наличие и крепление защитных кожухов.

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

3 Требования безопасности во время работы:

3.1 Проверить состояние раздаваемого корма, отсутствие в нем посторонних включений, соблюдать меры предосторожности при транспортировании корма к ферме.

3.2 Запрещается:

- перевозить людей в кузове кормораздатчика,
- проводить регулировку и ремонт кормораздатчика при работающем кормораздатчике,
- работать на агрегате без спецодежды.

4 Требования безопасности при аварийных ситуациях:

4.1 При появлении нехарактерных для нормальной работы стуков и шумов в кормораздатчике необходимо немедленно прекратить движение и отключить от питания.

4.2 Ремонт раздатчика проводить только на территории центральной ремонтной мастерской хозяйства.

4.3 При несчастных случаях немедленно сообщить в пункт медицинской помощи и оказать доврачебную помощь.

5 Требования безопасности по окончании работы:

5.1 Разгрузить кузов кормораздатчика от остатков корма,

5.2 Поставить агрегат на отведенное место,

5.3 Привести в порядок рабочее место,

5.4 Снять спецодежду, выполнить личную гигиену,

5.5 Сообщить заведующему о обнаруженных недостатках во время работы.

Согласовано: специалист по охране труда

Главный
зоотехник

Анализ состояния безопасности труда при раздаче кормов

При раздаче корма животным необходимо соблюдать установленный режим и распорядок дня, что будет способствовать выработке у них спокойного нрава.

Управление работой механизмов кормораздатчика осуществляйте с сиденья при помощи кнопок, рукояток, рычагов.

Для загрузки кормораздатчика кормом установите его в кормоцехе или под транспортер, подающий из кормоцеха корм.

Затем включите, в бункер кормораздатчика подайте компоненты корма.

Загрузку компонентов корма в кормораздатчик производите через решетку, которая должна всегда находиться на загрузочной горловине.

При загрузке и смешивании компонентов кормосмеси рычаг скоростей должен находиться в нейтральном положении.

После заполнения бункера кормосмесью включите рычаг хода, подайте звуковой сигнал и убедитесь, что вблизи раздатчика нет посторонних лиц и животных.

Приблизив кормораздатчик к кормушкам, включите раздаточные транспортеры и откройте шиберы.

Раздав весь корм, закройте шиберы, выключите раздаточные транспортеры, включите обратный ход и раздатчик возвратите для повторной загрузки, если еще требуется корм животным.

Количество выдаваемого корма регулируется путем изменения величины открытия шиберов.

Регулировку плотности закрытия шиберов производите путем подтягивания болтов.

Следите за полами в кормовом проходе, полы должны быть ровными и нескользкими.

Проектирование мероприятий по улучшению условий труда

План улучшения условий труда оператора при работе на малогабаритном кормораздатчике

1. Разработать и установить в помещении кормоцеха вентиляцию и улучшить освещение

Ответственность: Зоотехник

2. Оснастить рабочие места медицинскими аптечками и средствами индивидуальной защиты.

Ответственность: Заведующий фермой

3. Обеспечить обслуживающий персонал специальной одеждой и обувью.

Ответственность: Заведующий складом

Требования безопасности к конструкции малогабаритного кормораздатчика

Кормораздатчик размещен на ферме КРС.

У кормораздатчика ребра жесткости и другие подобные элементы конструкции, стоек оснований изготовлены из уголков, швеллеров и других профилей, все эти элементы обращены внутрь с невидимой для глаз стороны.

Движущиеся и вращающиеся части ограждены кожухами, обеспечивающими безопасность обслуживающего персонала и не затрудняют обслуживанию.

Расположение и конструкция узлов и механизмов оборудования обеспечивает удобный доступ к ним, безопасность при монтаже, эксплуатации и техническом обслуживании.

Вращающиеся элементы окрашены в коричневый цвет, а сам кормораздатчик в красный.

Выводы:

Проведенные мероприятия позволяют:

- снизить количество несчастных случаев,
- улучшить условия труда 3 работников,

При выполнении работ необходимо выполнять требования по технике безопасности.

Надо оснастить все рабочие места плакатами и инструкциями по технике безопасности.

3.4.2 ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (водители, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для выпускников должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

3.6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИИ

3.6.1 Расчет технико-экономических показателей малогабаритного кормораздатчика

Для определения экономической эффективности разработанной конструкции мобильного кормораздатчика берем за базу сравнения существующий кормораздатчик РММ - 5.

3.6.1.1 Расчеты массы и балансовой стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле, [2]:

$$G = (G_K + G_G) \cdot K, \quad (3.25)$$

где G_K – масса конструкции без покупных деталей и узлов. Принимаем на основании расчета массы сконструированных деталей;

G_G – масса готовых деталей, узлов и агрегатов.

Принимаем $G_G \approx 100$ кг;

K - коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K = 1,05 \dots 1,15$).

Таблица 3.2 - Расчет массы сконструированных деталей

№ п/п	Наименование деталей.	Объём деталей, см ³ .	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	Задвижка	76,5	10	8	80
2	Каток опорный	123,4	20	1	20
3	Каток опорный приводной	125	20	1	20
4	Пульт управления	256	10	1	10
5	Рама сварная	174000	670	1	670
6	Транспортер поперечный	10800	50	2	100
	Всего				1000

$$G = (1000+100) \cdot 1,12 = 1200 \text{ кг.}$$

Принимаем массу конструкции проектируемой установки $G = 1200$ кг.

Балансовая стоимость конструкции определяется по формуле:

$$C_6 = G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_M) + C_{ПД} \cdot K_{НАЧ}, \quad (3.26)$$

где G_k – масса конструкции без покупных деталей и узлов;

C_3 – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб, ($C_3 = 0,02 \dots 0,15$), [2];

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

C_M – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы машины, $C_M = 50$ руб/кг;

$C_{ПД}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб;

$K_{НАЧ}$ – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости, $K_{НАЧ} = 1,15 \dots 1,4$, [2].

$$C_6 = (1200 \cdot (0,11 \cdot 1,2 + 50) + 75400) \cdot 1,3 = 190000 \text{ руб.}$$

3.6.1.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции малогабаритного кормораздатчика

В таблице 3.3 представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкции.

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

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

Металлоемкость конструкции:

$$M_{e1} = \frac{G_{к1}}{P_{з1} \cdot T_{зод} \cdot T_{сл}}; \quad (3.27)$$

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

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

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

$T_{год}$ — годовая загрузка, час;

$T_{сл}$ — срок службы, лет.

$$M_{e1} = 1367/(3,5*1500) = 0,016 \text{ кг/т};$$

$$M_{e0} = 1900/(3*1500) = 0,035 \text{ кг/т}.$$

Таблица 3.3 - Техничко-экономические показатели конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемой
Масса конструкций, кг	1600	1367
Балансовая стоимость, руб.	300000	190000
Потребляемая мощность, кВт	3,5	2
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел*ч.	100	100
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	1500	1500
Срок службы, лет	10	10
Производительность т/ч	3	3,5

Фондоемкость процесса:

$$F_{e1} = \frac{C_{б1}}{W_{z1} \cdot T_{год}}, \text{ руб/т}; \quad (3.28)$$

где $C_{б1}, C_{б0}$ — балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкций, руб.;

$$F_{e1} = 190000/(3,5*1500) = 36,19 \text{ руб/т.};$$

$$F_{e0} = 300000/(3*1500) = 66,67 \text{ руб/т}.$$

Энергоемкость процесса:

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{N_{e1}}{P_{z1}}; \quad (3.29)$$

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

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

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

$$\Xi_{e1} = 2/3,5 = 0,57 \text{ кВт/т};$$

$$\Xi_{e0} = 3,5/3 = 1,16 \text{ кВт/т}.$$

Трудоемкость процесса:

$$T_{ei} = \frac{n_{pi}}{W_{zi}}, \quad (3.30)$$

$$T_{e0} = \frac{1}{3,5} = 0,28 \text{ чел*ч/т}$$

$$T_{e0} = \frac{1}{3} = 0,33 \text{ чел*ч/т},$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

Себестоимость работы:

$$S = C_{zn} + C_{\Xi} + C_{pmo} + A \quad (3.31)$$

где C_{zn1}, C_{zn0} – затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб/т.

$C_{\Xi1}, C_{\Xi0}$ – затраты на электроэнергию, руб./т;

C_{pmo1}, C_{pmo0} – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/т;

A_1, A_0 – амортизационные отчисления, руб/т.

Затраты на оплату труда:

$$C_{zn} = z \cdot T_e, \quad (3.32)$$

где z – часовая ставка рабочих, начисляемая по среднему разряду, руб/ч.

Согласно данным производства: $z = 100$ руб/ч.

$$C_{zn1} = 100 \cdot 0,28 = 28 \text{ руб/т};$$

$$C_{zn0} = 100 \cdot 0,3 = 33 \text{ руб/т}.$$

Затраты на электроэнергию:

$$C_{\Xi} = \Xi \cdot \Pi_{\Xi}; \quad (3.33)$$

где Π_{Ξ} – комплексная цена электроэнергии, ($\Pi_{\Xi} = 4,5$ руб/кВт).

$$C_{\varepsilon 1} = 0,57 \cdot 4,5 = 2,56 \text{ руб/т};$$

$$C_{\varepsilon 0} = 1,16 \cdot 4,5 = 5,22 \text{ руб/т}.$$

Затраты на ремонт и ТО:

$$C_{pmo} = \frac{C_{\bar{o}} \cdot H_{pmo}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}; \quad (3.34)$$

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

$$C_{pmo1} = 190000 \cdot 15 / (100 \cdot 3,5 \cdot 1500) = 5,43 \text{ руб/т};$$

$$C_{pmo0} = 300000 \cdot 15 / (100 \cdot 3 \cdot 1500) = 10 \text{ руб/т}.$$

Затраты на амортизацию:

$$A_i = \frac{C_{\bar{o}_i} \cdot a_i}{100 \cdot W_{\text{ч}_0} \cdot T_{\text{год}_i}}; \quad (3.35)$$

где a_1, a_0 – норма амортизации, %,

$$A_1 = 190000 \cdot 10 / (100 \cdot 3,5 \cdot 1500) = 3,62 \text{ руб/т};$$

$$A_0 = 300000 \cdot 10 / (100 \cdot 3 \cdot 1500) = 6,67 \text{ руб/т}.$$

Отсюда,

$$S_{\text{экп}1} = 28 + 2,56 + 5,43 + 3,62 = 40,11 \text{ руб/т};$$

$$S_{\text{экп}0} = 33 + 5,22 + 10 + 6,67 = 55,03 \text{ руб/т}.$$

Приведенные затраты:

$$C_{np} = S_1 + E_H \cdot F_e \quad (3.36)$$

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

$$C_{np1} = 40,11 + (0,15 \cdot 36,19) = 44,54 \text{ руб/т};$$

$$C_{np0} = 55,03 + (0,15 \cdot 66,67) = 63,03 \text{ руб/т}.$$

Годовая экономия:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}_1} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.37)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (63,03 - 44,54) \cdot 3,5 \cdot 1500 = 73080 \text{ руб}.$$

Годовой экономический эффект:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_{\text{н}} \cdot \Delta K, \quad (3.38)$$

где ΔK - дополнительные капитальные вложения, $\Delta K = 36,19$ руб./т.

$$E_{\text{год}} = 73080 - 0,15 \cdot 36,19 = 73074,6 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.39)$$

$$T_{\text{ок}} = 190000/73080 = 2,6 \text{ года.}$$

В таблице 3.4 представлена сравнительная технико-экономическая оценка эффективности конструкции мобильного кормораздатчика.

Вывод. Разработанная нами конструкция малогабаритного кормораздатчика по теоретическим расчетам, является экономически эффективной, так как срок окупаемости получился $2,6 < 10$ лет.

Таблица 3.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции малогабаритного кормораздатчика

Наименование показателей	Варианты	
	Исходный	Проект
Часовая производительность, т/ч	3	3,5
Фондоемкость конструкции, руб./т	66,67	36,19
Энергоемкость конструкции, кВт/т	5,22	2,56
Металлоемкость конструкции, кг/т	0,035	0,016
Трудоемкость конструкции, чел*ч/т	0,33	0,28
Уровень эксплуатационных затрат, руб./т	55,03	40,11
Годовая экономия, руб.	—	73080
Годовой экономический эффект, руб.		73074,6
Срок окупаемости капитальных вложений, года.	—	2,6

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Целью выпускной квалификационной работы является механизация подготовки и раздачи кормов на ферме КРС с разработкой мобильного кормораздатчика.

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

За счет внедрения новой технологии уменьшается число обслуживающего персонала. При внедрении конструкции годовая экономия составит 73080 рублей. Срок окупаемости составит 2,6 года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брагинец, Н.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства /Н.В. Брагинец// – 3-е изд., перераб. и доп. – М., Агропомиздат, 1991.
2. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных работ квалификационных работ / Г.Г. Булгариев, Р.К Абдрахманов, А.Р. Валиев – Казань, 2009.
3. Калашников, А.П., Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных /А.П. Калашников, Н.И. Клейменов и др.// М. - , Агропромиздат, 2005.
4. Коба, В.Г. Машины для раздачи кормов /В.Г. Коба// – Саратов, 2004.
5. Конаков, А.П. Механизация раздачи кормов /А.П. Конаков, Ю.Н. Юдаев, Р.Б. Козин // - М., Агропромиздат, 2001.
6. Мельников, С.В. Эксплуатация технологического оборудования ферм и комплексов /С.В. Мельников// - М., Агропромиздат, 2006.
7. Конопелькин, А.Ф. Механизация кормления крупного рогатого скота /А.Ф. Конопелькин, С.И. Вороневский// - М., Агропромиздат, 1985.
8. Омельченко, А.А. Кормораздающие устройства /А.А. Омельченко, Л.Н. Куцын // – М., Машиностроение, 2007.
9. Патент №2129773 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 07.01.2001 Бюл. №1.
10. Патент №2050772 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 20.02.2008.
11. Патент №№2202177 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 20.04.2014.
12. Патент №2270788 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 10.01.2007 Бюл. №1.
13. Спиваковский, А.О., Дьячков, В.К. «Транспортирующие машины» /А.О. Спиваковский, В.К. Дьячков// Учебное пособие для машиностроительных вузов, 5-е изд. перераб. – М., Машиностроение, 2008.

14. Технический каталог владимирского электромоторного завода. /Часть 1: Каталог/ - Владимир, 2003. – 64 с.
15. Феодосеев, В.И. Сопротивление материалов: учебник для вузов /В.И. Феодосеев // - 11-е изд., стереотип. – М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. -592 с.
16. Шкратак, В.С, Охрана труда /В.С. Шкратак, Г.К. Казлаускас// - М., Агропромиздат, 1989.

СПЕЦИФИКАЦИИ