

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 кормораздатчика

Шифр

ВКР.35.03.06.273.18

Студент

гр. 2311

  
подпись

Ли В.А.

Ф.И.О.

Руководитель

доцент

ученое звание

  
подпись

Лушнов М.А.

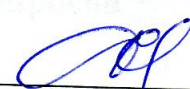
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол №14 от 13 июня 2018 г.)

И.о. зав. кафедрой

доцент

ученое звание

  
подпись

Халиуллин Д.Т.

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 *Ли В.А.*

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

утверждена приказом по вузу от «18» мая 2018 г. № \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 10.06.2018 г.

**3. Исходные данные**

Патенты РФ;

объем бункера не менее, 3м<sup>3</sup>

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 |
|--------------------|-------------|
|                    |             |

7. Дата выдачи задания 25.04.2018 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

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

Студент \_\_\_\_\_ (Лу В.А.)

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

## АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Ли В.А. на тему: Механизация приготовления и раздачи кормов с разработкой 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 \_\_\_\_ листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

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

### Abstract

To the final qualification work Li VA on the topic: Mechanization of cooking and distribution of feed with the development of 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 \_\_\_\_ sheets of typewritten text and graphic parts on 5 sheets of A1 format.

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

## Содержание

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                                                             | 7  |
| 1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....                                                                        | 9  |
| 1.1 Типы существующих кормораздатчиков.....                                                               | 9  |
| 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....                                                                              | 17 |
| 2.1. Анализ существующего состояния кормоприготовления и раздачи<br>кормов.....                           | 17 |
| 2.2. Существующие технологические схемы приготовления кормов.....                                         | 19 |
| 2.3 Расчёт в потребности в кормах и ёмкостях для их хранения.....                                         | 24 |
| 2.4 Расчёт суточного потребления корма.....                                                               | 25 |
| 2.5 Расчёт хранилищ для силоса.....                                                                       | 27 |
| 3. Конструкторская часть.....                                                                             | 28 |
| 3.1 Выбор кормораздатчика.....                                                                            | 28 |
| 3.2 Расчет болтовых соединений.....                                                                       | 29 |
| 3.3 Расчет сварного соединения.....                                                                       | 31 |
| 3.4 Расчёт вала.....                                                                                      | 31 |
| 3.5 Выбор подшипников вала.....                                                                           | 36 |
| 3.6 Выбор муфты.....                                                                                      | 39 |
| 3.7 Безопасность жизнедеятельности на производстве.....                                                   | 39 |
| 3.7.1 Основные мероприятия для улучшения охраны труда<br>при механизации приготовления корма для КРС..... | 39 |
| 3.7.2 Обеспечение безопасности в конструкции мобильного смесителя-<br>раздатчика кормов.....              | 40 |
| 3.7.3 Охрана окружающей среды.....                                                                        | 41 |
| 3.7.4 Физическая культура на производстве.....                                                            | 43 |
| 3.8 Экономическая часть.....                                                                              | 44 |
| Выводы.....                                                                                               | 50 |
| Библиографический список.....                                                                             | 51 |
| Спецификации.....                                                                                         | 53 |

## 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 целом.

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.

Комплексная механизация - основа технического прогресса в скотоводстве. Комплексно механизированными считаются те фермы, на которых осуществлена механизация поения, удаления навоза, раздачи кормов [2].

Раздача кормов считается механизированной в том случае, когда транспортировка внутри фермы и подача кормов, а также и раздача их животным осуществлена при помощи стационарного оборудования или передвижных машин и механизмов, работающих от двигателей внутреннего сгорания или электродвигателей. К средствам механизации раздачи кормов относится также использование насосов и пневмотранспортирования.

Цель выполнения выпускной квалификационной работы состоит в том, чтобы разработать кормораздатчик, состоящий из транспортера и шнекового смесителя, позволяющего осуществить несколько операций одновременно. Рассчитать конструктивные параметры, разработать мероприятия по технике безопасности и охране труда, провести технико-экономическое обоснование разработанной конструкции.

# 1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Типы существующих кормораздатчиков

### 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 подающий транспортёр, 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.

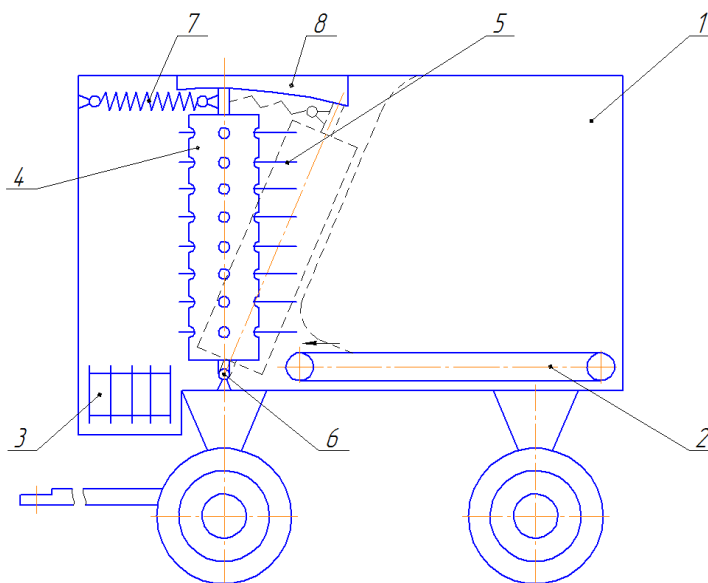


Рисунок 1.2 - Раздатчик кормов патент №2050772

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 бiteraми 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.

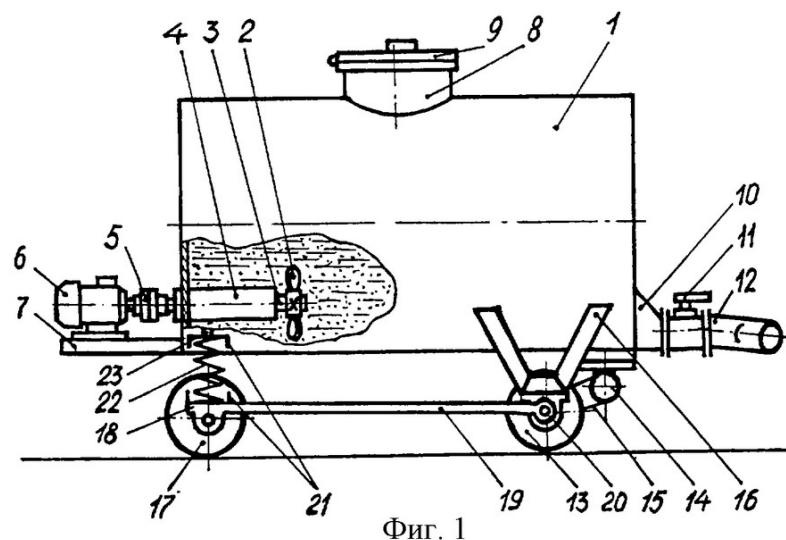


Рисунок 1.3 – Мобильный смеситель-кормораздатчик

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.

Модернизированные смесители-кормораздатчики РСП-10 (рисунок 1.4), у которых изменен г: барит по высоте до 2445 мм, а без надставных угольнике л — 2325 мм. Выгрузной конвейер перенесен ближе к передней части, что улучшает обзор трактористу при раздаче корма в кормушки. Особенность конструкции РСП-10 позволяет применять его при небольшом дооборудовании, на приготовления кормов.

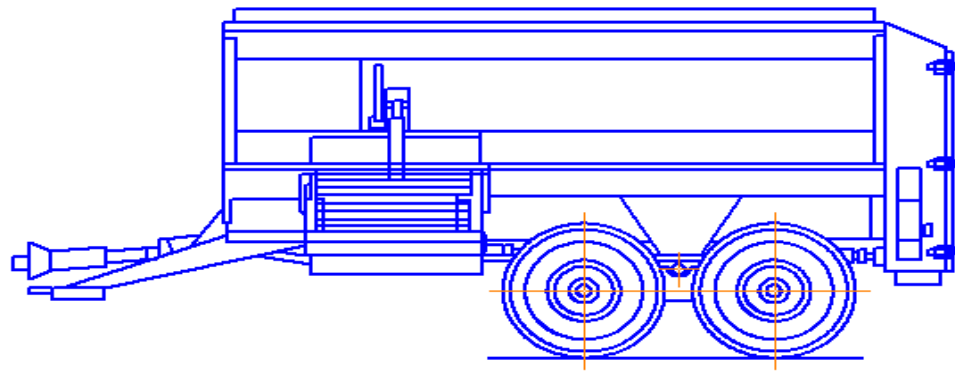


Рисунок 1.4- Модернизированный смеситель-кормораздатчик РСП-10

Кормораздатчик с выгрузными лопастями (рисунок 1.5) относится к устройствам для раздачи стебельчатых кормов на фермах. Кормораздатчик содержит бункер с боковыми и задней стенками, продольный транспортер, на выходе которого установлен на валу и заключен в камеру, имеющую окно для выгрузки корма и открытую со стороны продольного транспортера, выгрузной ротор и рыхлитель. Бункер снабжен примыкающим к его боковой стенке и расположенным над продольным транспортером направляющим элементом клинообразной формы, содержащим боковые, верхнюю и нижнюю грани, вершину и основание.

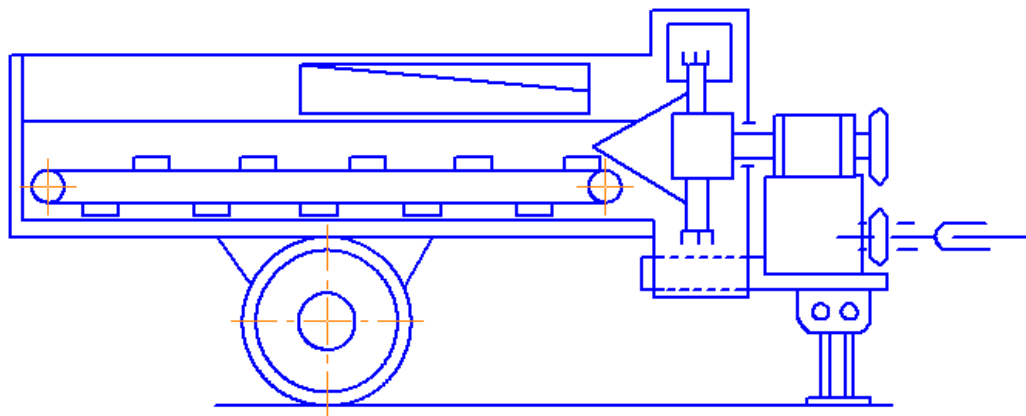


Рисунок 1.5- Кормораздатчик с выгрузными лопастями

Вершина обращена к задней стенке бункера, а основание - к ротору и рыхлителю. Повышенная эксплуатация надежность кормораздатчика,

снижаются затраты энергии на выгрузку корма в направляющих боковых граней кожуха, с упора и имеют возможность вертикального перемещения. Тяги соединяют упоры с осью заслонки. На валу, установленном в кожухе, при помощи шпонок и жестко закреплены кулачки и рычаг поворота соответственно. Секторная заслонка имеет узел управления, включающий электромагниты открытия и закрытия, связанные через системы рычагов и с секторной заслонкой. Управление электромагнитами и осуществляется от конечных выключателей и, взаимодействующих с упорами и, один из которых расположен в начале, а другой - в конце кормушки. Кормораздатчик работает следующим образом. Кормораздатчик, двигаясь вдоль кормового прохода, достигает очередной кормушки, конечный выключатель наезжает на упор, установленный в начале кормушки. В результате этого срабатывает электромагнит и через систему рычагов открывает секторную заслонку, происходит подача корма в кормушку. По окончании кормушки конечный выключатель наезжает на упор. В результате этого срабатывает электромагнит закрытия и через систему рычагов закрывает секторной заслонкой выгрузное окно. Для изменения дозы выдачи оператор перемещает рычаг. Кулачки действуют на упоры и перемещают их в вертикальной плоскости, что приводит к изменению общей высоты скребков. Одновременно с этим тяги воздействуют на ось заслонки и перемещают ее, оставляя неизменным зазор между заслонкой и подвижной пластиной.

При движении скребков в зоне выгрузного окна их выступы взаимодействуют с неподвижными направляющими, что увеличивает общую высоту скребков до максимума, исключая, таким образом, возможность скапливания корма на дне кожуха. Кормораздатчик, включающий установленный на мобильной тележке бункер с загрузочными окнами в нижней части и размещенные под загрузочными окнами кожухи с выгрузными рабочими органами и выгрузными окнами, каждый кожух снабжен секторной заслонкой, установленной на выгрузном окне направляющими, прикрепленными к внутренней поверхности боковых

граней кожуха в зоне выгрузного окна, выгрузной рабочий орган, скребки которого имеют направляющие пластины и подвижные пластины с выступами на боковых кромках, размещенными в направляющих, установленные в направляющих пластинах с возможностью перемещения в плоскости, параллельной плоскости скребка, а направляющая в зоне загрузочного окна бункера выполнена подвижной перпендикулярно транспортеру и с расширяющейся входной частью, и снабженной отсекающей плоской заслонкой, расположенной в загрузочном окне бункера, отличающийся тем, что рабочий орган выполнен в виде ленточного скребкового транспортера, снабженного механизмом изменения высоты скребков и размещенного в зоне загрузочного окна, содержащего подвижные направляющие, закрепленные с возможностью перемещения в вертикальной плоскости на подвижной секции, состоящей из подвижных пластин с осями, установленными в направляющих боковых граней кожуха и связанными с упорами, взаимодействующими с кулачками, и неподвижные направляющие, закрепленные в зоне выгрузного окна.

Кормораздатчик (рисунок 1.6) относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для доставки и раздачи кормов на животноводческих фермах. 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.

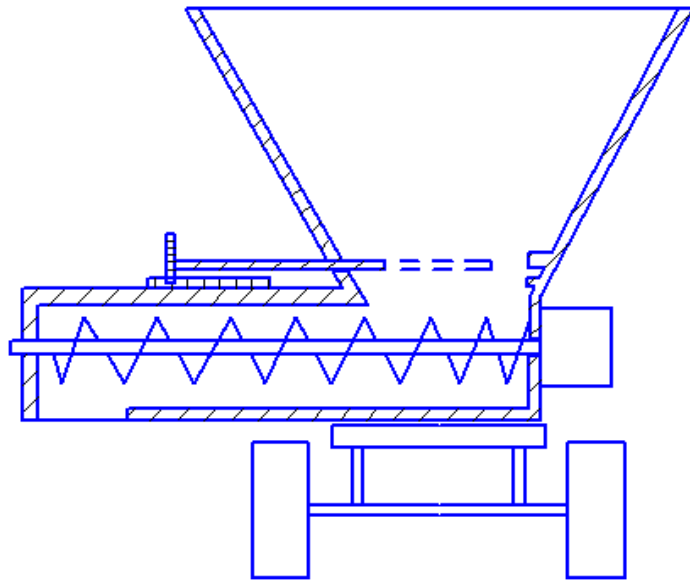


Рисунок 1.6 - Кормораздатчик с выгрузным шнеком

Кормораздатчик, содержит шнек, расположенный в кожухе, который сообщен с бункером через загрузочное окно, состоящий из загрузочного и выгрузного участков, отличающийся тем, что шнек в зоне загрузочного окна выполнен с увеличивающимся в сторону выгрузного окна шагом, причем навивка загрузочного участка шнека выполнена длиной, равной длине загрузочного окна. Заслонка связана с механизмом регулировки дозы, состоящим из стрелки-указателя 8 и шкалы. Привод шнека осуществляется при помощи электродвигателя и редуктора. Кормораздатчик работает следующим образом. В начале работы кормораздатчика для настройки на минимальную дозу выдачи корма заслонка устанавливается по шкале в положение, соответствующее минимальной дозе выдачи корма  $L_{mjн}$ . При этом с бункером, в зоне загрузочного окна, сообщается загрузочный участок шнека с минимальным шагом навивки  $S_{mjн}$ . Шнек захватывает минимальную дозу корма и транспортирует ее к выгрузному окну 6. Для увеличения дозы выдачи корма заслонка перемещается в сторону выгрузного окна 6 в соответствии со шкалой в положение  $L$ , ( $L_{min} < L_i < L_{max}$ ). В зоне загрузочного окна с бункером

сообщается загрузочный участок шнека с увеличенным шагом навивки, при этом обеспечивается выдача заданной дозы корма, которая контролируется при помощи шкалы. 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.

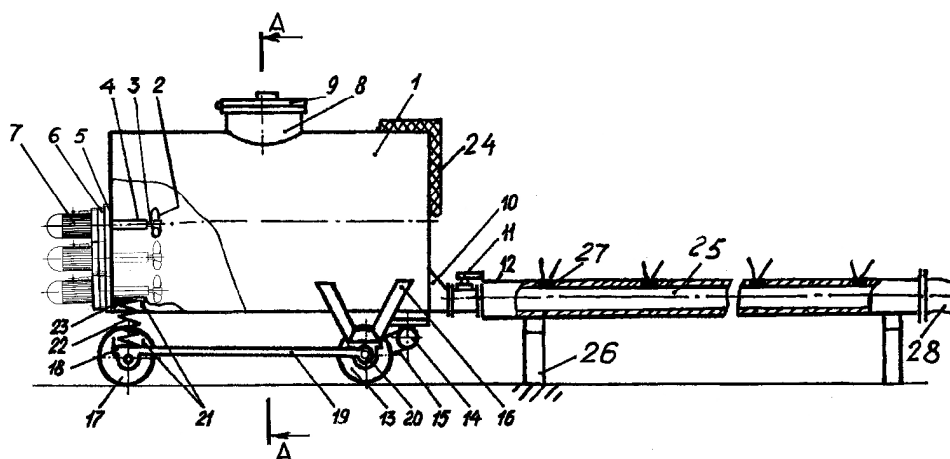


Рисунок 1.7 – Лабораторное устройство для испытания трубопроводов с полужидкими кормами

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 подстаканники 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 испытываемых трубопроводов. Трубопроводы выполнены с термопарами, размещенными в специальных вставках, которые врезаны в испытываемые трубы сверху на определенном, расстоянии друг от друга. Термопары 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 Анализ существующего состояния кормоприготовления и раздачи кормов

Состояние здоровья, продуктивность животных и птиц не только зависит от качества и полноценности их питания, но в значительной мере от современности выдачи кормов. Нарушения технологической дисциплины обслуживающим персоналом, распорядка дня и времени допусков приводит к разрушению стереотипа в обслуживании животных, а вместе с тем и к снижению их продуктивности. Вот почему правильная организация раздачи кормов животных имеет весьма важное значение, которую предстоит решить с помощью существующего дипломного проекта.

На фермах крупного рогатого скота широкое распространение получили прицепные бункерные кормораздатчики с приводом от вала отбора мощности трактора. Практика показывает, что мобильные кормораздатчики могут применяться с наибольшей эффективностью при наличии на территории фермы кормовых площадок и подъездных путей с твердым покрытием. Это позволяет обеспечить удобный проезд трактора с кормораздатчиком к местам складирования кормов, животноводческим помещениям, непосредственно к кормушкам и исключить возможность загрязнения колесами агрегата кормовых проходов в помещениях. Кормовые проходы должны иметь ширину не менее 2м, а кормушки – высоту задней стенки не более 0,75м.

Внутрифермерские перевозки кормов производят на небольшие расстояния. Цикловая производительность мобильных кормораздатчиков зависит главным образом от продолжительности нахождения их по погрузкой, поэтому для загрузки необходимо иметь механические загрузчики.

К кормораздающим устройством предъявляются следующие зоотехнические требования: обеспечить равномерность и точность раздачи кормов, его дозировку индивидуально каждому животному (например,

концентраты – по суточному надою) или группе животных (силос, сенаж и другие грубые корма или зеленая подкормка); исключить загрязнения корма, расслаивание его по фракциям; исключить травмирование животных; обеспечить электробезопасность. Отклонение дозы от предписанной нормы на 1 голову для стебельных кормов допускается в пределах 15%. Возвратимые потери не допускаются. Продолжительность операции раздачи кормов в одном помещении не должна превышать 30 минут при использовании мобильных средств и 20 минут - при раздаче стационарными средствами.

Кормораздатчик выполняет две операции: перемещение, т.е. транспортировку, корма от места загрузки до точки выдачи и дозирования, распределение его вдоль фронта кормления с выдачей в кормушку порции, равной установленной норме. Функция дозированного распределения является главной и отличает кормораздаточные устройства от обычных транспортирующих средств. Именно этим обусловлено многообразие конструкции кормораздатчиков, учитывающих различные типы животноводческих помещений, системы и способы содержания животных и птиц, физико-механические свойства кормов и способы кормления.

На рисунке 2.1 приведена классификация основных типов кормораздатчиков, на рисунке 2.2 - классификация мобильных кормораздатчиков.

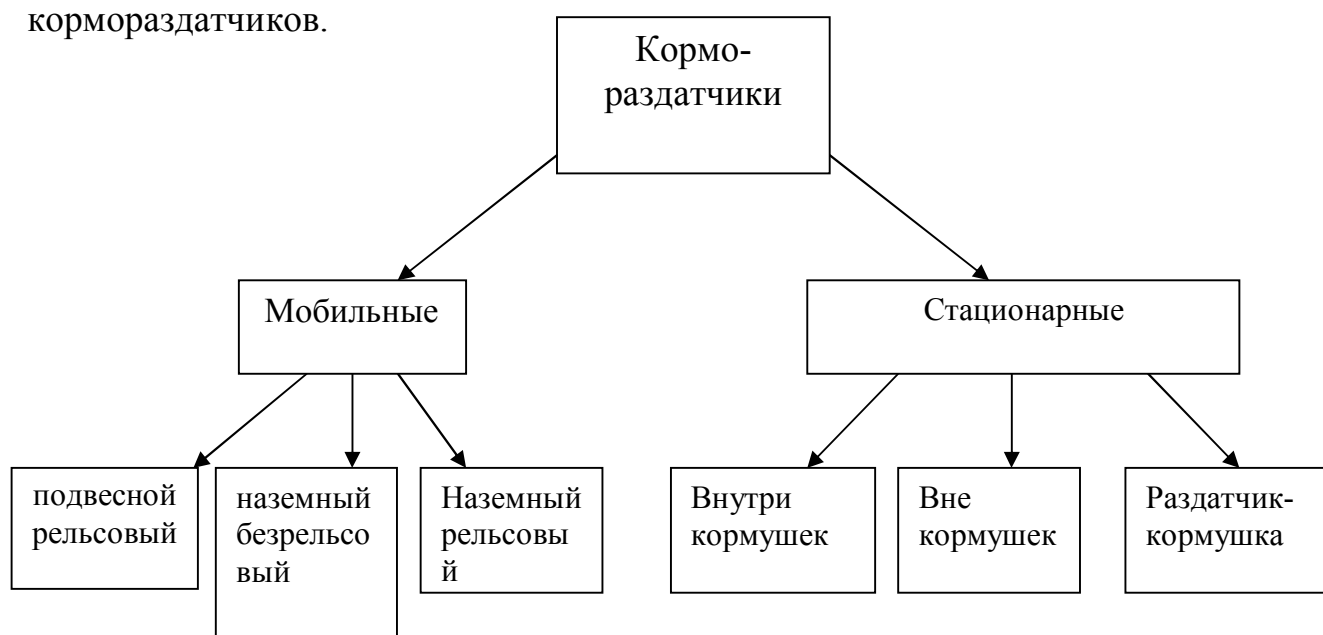


Рисунок 2.1 - Классификация кормораздатчиков.

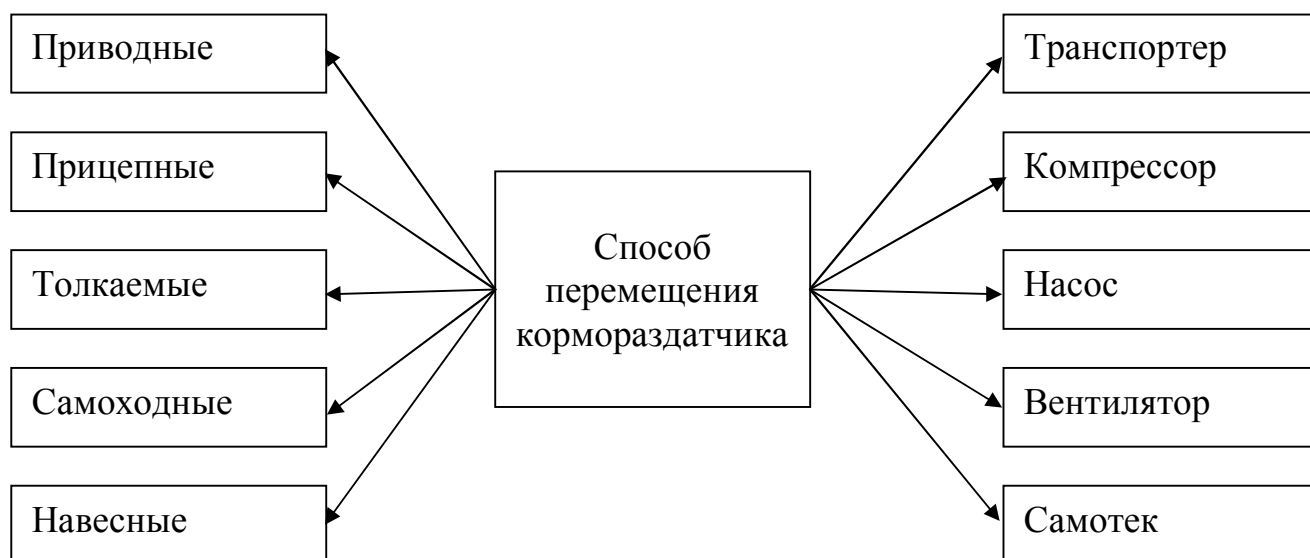


Рисунок 2.2 - Классификация мобильных кормораздатчиков.

## 2.2 Существующие технологические схемы приготовления кормов

Подготовку грубых кормов проводят по одной из следующих схем:

1) Измельчение-смешивание; 2) измельчивание- запаривание- смешивание; 3)измельчение- химическая обработка-запаривание-смешивание; 4)сушка-измельчение в муку- дозирование-смешивание; 5)сушка-измельчение в муку-гранулирование.

Большое производственное значение имеет обработка соломы. В северных и северо-западных районах страны солому измельчают главным образом на саломосилосорезках. Полученные резку затем запаривают или обрабатывают известью или щелочами. В южных районах широкое распространение получило измельчение соломы на специальном измельчителе ИГК-30Б.

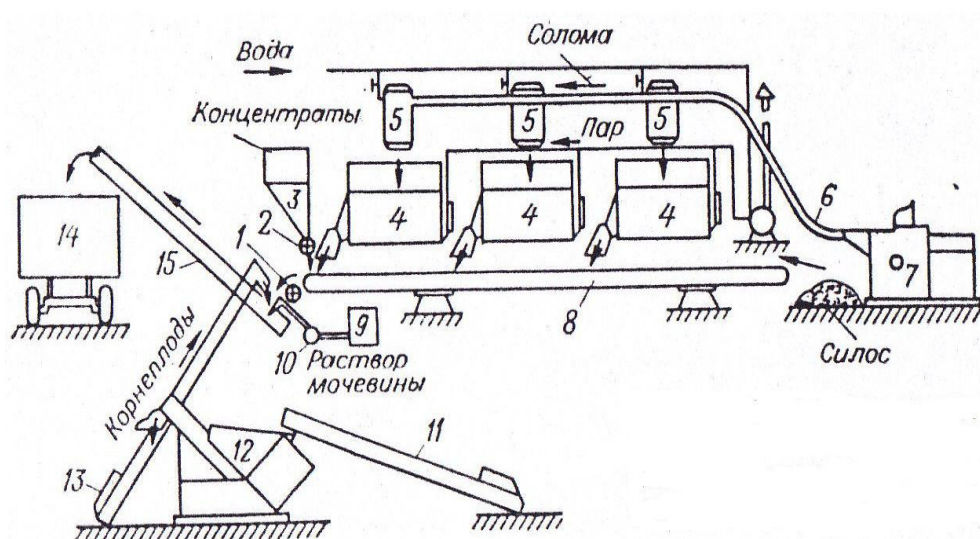
Обработку стебельчатых зеленых кормов ведут по одной из следующих схем: 1) измельчение-смешивание; 2)грубое измельчение- сушка- тонкое измельчение в муку; 3) грубое измельчение- сушка- тонкое измельчение в муку - гранулирование; 4) грубое измельчение- сушка- дозирование-смешивание- брикетирование (с целью получения полнорационных брикетов)

При обработке корнеклубнеплодов применяют следующие схемы: 1) мойка ; 2) мойка- измельчение; 3 мойка- измельчение- дозирование- смешивание; 4) мойка- запаривание (варка)- разминание- дозирование- смешивание. Первые две схемы характерны для фермах крупного рогатого скота, ели картофель скармливают без запаривания. По третьей и четвертой схемам обрабатывают картофель, преимущественно на свинофермах.

Приведенные технологические схемы (рисунок 2.3) приготовления грубых и сочных кормов являются наиболее распространенными, но они не исчерпывают всего многообразия применяемых технологии. Так, в свиноводстве при откормке на пищевых отходах готовят жидкие текущие корма, и среди операции по подготовке их к скармливанию наиболее важное значение имеют стерилизация и варка.

При выращивании молодняка требуется готовить заменители молока, в жидком или порошкообразном виде.

Поточные линии обработки соломы и корнеплодов составляют основу кормоцеха (показано на рисунке), разработанного УКРНИИГипросельхозом.



1-битер; 2-дозатор; 3-бункер; 4-запарные камеры; 5-циклоны; 6-труба; 7-измельчитель; 8-транспортер; 9-бак; 10-насос; 11-скребковый транспортер; 12-измельчитель; 13-скребковый транспортер; 14-кормораздатчик.

Рисунок 2.3- Конструктивно-технологическая схема кормоцеха для молочной фермы

Согласно схеме солома, расположенная на площадке под навесом около кормоцеха, измельчается на измельчителе 7 и по трубе 6 подается в

кормоцех. Проходя через циклоны 5, соломенная дерть кольцевым оросителем смачивается водой или известковым молоком и затем загружается в одну из запарных камер 4 вместимостью 10 м<sup>3</sup> каждая; после заполнения сюда подается пар. Обработка паром ведется 2 часа, после этого солома выдерживается в течение 6-8 часов без подачи пара. Запаренная солома из камеры выдается на ленточный смесительный транспортер 8 для приготовления кормовой смеси.

При другом варианте солому не заправляют, а только измельчают и смешивают вручную с силосом (для увлажнения) на площадке под навесом, затем ее загружают на транспортер.

Данным типовым проектом кормоцеха предусмотрена также поточная линия приготовления корнеплодов, созданная на базе измельчителя сочных кормов ИКС-5М. подвезенные к кормоцеху корнеплоды скребковым транспортером 11 подаются в измельчитель 12, где моются и тщательно измельчаются штифтовым барабаном. Измельченные корнеплоды сбрасываются на наклонной скребковой транспортер 13 для последующего смешивания с запаренной соломой и концентратами. Производительность линии 5 т\ч. Запаренная солома из камеры выдается на ленточный транспортер. Сверху из бункера 3 через дозатор 2 солома посыпается концентратами. При перевалке с ленточного транспортера на наклонный транспортер 15 кормовая масса интенсивно перемещается битаром 1. Здесь же из бака 9 насосом 10 в смесь вводится раствор мочевины, и затем измельченные корнеплоды смешиваются с другими компонентами. Полученная смесь выгружается в кормораздатчик 14. Окончательное смешивание всех компонентов производится шнеками кормораздатчика при раздаче кормов в кормушки.

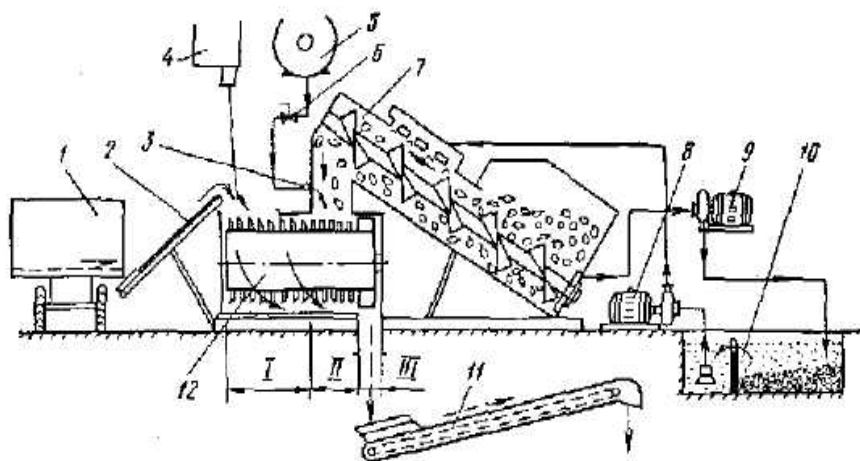
На рисунке 2.4 показана конструктивно - технологическая схема кормоцеха для откормочной фермы крупного рогатого скота на 5 тыс. голов. Проект разработан КазНИИМЭСХом и Казгипросовхозводсроем; в нем предусмотрено использование некоторых видов экспериментального



Линия смешивания состоит из сборного транспортера 18 и лопастного смесителя 14 непрерывного действия (2СМ-1), снабженного насосом для подачи и разбрызгивания обогатительных растворов.

Линия выдачи готовой кормовой смеси включает наклонный планчатый транспортер 13 и бункер 11 готовой смеси вместимостью 30 м<sup>3</sup>. Бункер изготовлен на базе тракторного прицепа 2ПТС-4, оборудованного разгрузочным цепочно-планчатым транспортером. Выдача готового корма производится в кормораздатчик 12.

Агрегат АПК-10А на рисунке 2.5 предназначен для приготовления в непрерывном режиме кормовых смесей из грубых кормов, силоса, корнеклубнеплодов, концентрированных кормов и других добавок. АПК – 10А одновременно выполняет мойку, измельчение, дозирование корнеклубнеплодов, а также смешивание грубых кормов любой влажности, силоса, сенажа, корнеклубнеплодов, дробленых концентрированных кормов или сухих сыпучих добавок и различных питательных растворов.



1 — бункер-дозатор стебельчатых кормов; 2— приемный транспортер ТС-40М, 3— распылитель питательных растворов, 4 — дозатор концентрированных кормов и сухих сыпучих добавок; 5 — смеситель растворов, 6 — дозатор растворов, 7— шнековая мойка-дозатор корнеклубнеплодов, 8, 9 — соответственно водяной (2К-20/30) и фекальный(ФГ 57,5/9,5) насосы, 10 — отстойник для воды, 11 — выгрузной транспортер ТС-40М, 12 — измельчитель - смеситель;

I — зона ножей, II — зона молотков, III — зона выгрузки кормосмесей

Рисунок 2.5- Технологическая схема агрегата АПК – 10А

Работает агрегат следующим образом. Грубые корма, силос, сенаж из бункеров-дозаторов 1 дозированно подаются по приемному транспортеру 2 в зону I ножей барабана, где измельчаются, а затем в зоне II расщепляются молотками вдоль волокон. В I зону из дозаторов 4 поступают также концентрированные корма и другие сыпучие добавки.

Корнеклубнеплоды периодически загружают транспортером ТК-5 в приемный бункер вместимостью до 1 т. Из мойки они дозированно подаются в зону II, где измельчаются до мезги. В эту же зону через распылитель из смесителя (СМ-1,7 и др.) дозированно поступают различные питательные растворы. Готовая смесь подается в раздатчик КТУ-10А или в другие транспортные средства.

### 2.3 Расчёт в потребности в кормах и ёмкостях для их хранения

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        |                   | Кэф-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  $T_p$  – время работы за смену, ч;

$D_p$  – число дней работы машины в году, дней;

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

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

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

## 2.5 Расчёт хранилищ для силоса

Силос будут хранить в полузаглубленные траншеи. Объем хранилища – 5000 (м<sup>3</sup>).

$$\eta = \frac{V}{V_{\text{хран}} \times k} \cdot \text{м}^3, \quad (2.4)$$

где  $V$  – объем корма;

$V_{\text{хран}}$  – объем хранилища;

$k$  – коэффициент использования хранилища;

$\eta$  – потребность в хранилищах.

$$\eta = \frac{13384}{5000 \times 0,95} = 2,2 \approx 2 \text{ хранилищ.}$$

Размеры хранилищ: высота – 4м, длина – 62,5м, ширина – 20м. Облицовывать будут железобетонными плитами. Наземную часть обваловывают грунтом. Накрывают двумя слоями пленки и засыпают землей.

## 2.7 Расчёт хранилищ для сена

Сено будет храниться в сеновале: длина – 60м; ширина – 16м; высота – 5м. Следовательно объём одного сеновала будет составлять:  $60 \times 16 \times 5 = 4800 \text{ м}^3$ . Количество необходимых хранилищ: объем корма – 8 215; объем

одного хранилища – 8400; коэффициент использования одного хранилища – 0,9;  $\eta$  (хранилищ) =  $8\,215 / (4800 \times 0,9) = 1,91 \approx 2$  (хранилища).

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Выбор кормораздатчика

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.

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.

Кормораздатчик относится сельскохозяйственному машиностроению (рисунок 3.1), в частности к раздатчикам-смесителям кормов, используемым на животноводческих фермах и комплексах. Сущность изобретения: раздатчик-смеситель кормов содержит бункер с размещенными продольно

|                                                                                                                                                                                                |                        |          |         |      |                                                                                                                         |   |           |  |  |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------|--|--|-------------------|
| внутри него шнеками. Верхние шнеки расположены вдоль боковых стенок бункера, а выгрузной шнек — в его днище. В передней части боковой стенки бункера выполнено выгрузное окно с заслонкой, под |                        |          |         |      | которой установлен механизм                                                                                             |   |           |  |  |                   |
| Изм.                                                                                                                                                                                           | Лист                   | № докум. | Подпись | Дата | <div style="text-align: center;"> <p><i>Кормораздатчик</i></p> <p><i>ВКР.35.03.06.243.18.МКР.00.00.00.13</i></p> </div> |   |           |  |  |                   |
| Разр.                                                                                                                                                                                          | Выгрузной транспортер. |          |         |      |                                                                                                                         |   |           |  |  |                   |
| Провер.                                                                                                                                                                                        | Лишнов М.А.            |          |         |      |                                                                                                                         |   |           |  |  |                   |
| Т. Контр.                                                                                                                                                                                      |                        |          |         |      |                                                                                                                         |   |           |  |  |                   |
| Реценз.                                                                                                                                                                                        |                        |          |         |      |                                                                                                                         |   |           |  |  |                   |
| Н. Контр.                                                                                                                                                                                      | Лишнов М.А.            |          |         |      | Лис                                                                                                                     | 1 | Листов 21 |  |  |                   |
| Утверд.                                                                                                                                                                                        | Халдеев Д.Т.           | Подпись  | Дата    |      | <div style="text-align: center;"> <p><i>ВКР.35.03.06.243.18.МКР.00.00.00.13</i></p> </div>                              |   |           |  |  | Лист<br>2311<br>2 |

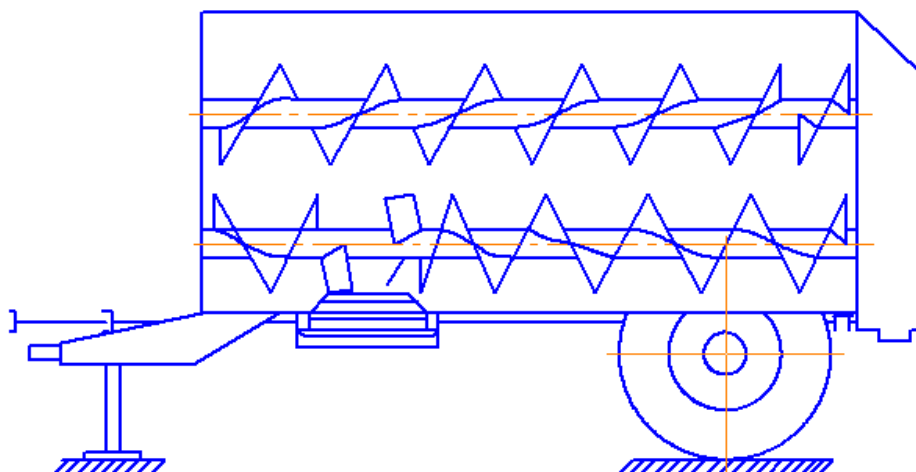


Рисунок 3.1- Кормораздатчик-смеситель с выгрузным транспортером

На внутренней поверхности днища бункера в зоне выгрузного окна установлены положительные электроды из анодно нерастворимого материала. Между электродами и днищем бункера выполнены изоляционные прокладки, площадь которых больше площади электродов. В днище бункера выполнены отверстия, в которых установлены изоляторы, посредством которых изолированный провод соединяют с электродами.

Раздатчик-смеситель кормов, содержащий бункер с расположенными продольно внутри него шнеками, два из которых расположены у боковых стенок бункера, а выгрузной шнек в его днище, выгрузное окно с заслонкой и выгрузной транспортер, отличающийся тем, что на внутренней поверхности днища бункера в зоне выгрузного окна установлены положительные электроды из анодно нерастворимого материала, между электродами и днищем бункера выполнены изоляционные прокладки, причем площадь последних больше площади электродов.

Раздатчик-смеситель кормов отличающийся тем, что в днище бункера выполнены отверстия, в которых установлены изоляторы, посредством которых изолированный провод от положительного полюса источника

постоянного тока соединен с электродами. Раздатчик-смеситель кормов отличающийся тем, что к днищу бункера закреплен провод от отрицательного полюса источника постоянного тока

### 3.2 Расчет болтовых соединений

Проверочный расчет болтового соединения вала мешалки.

Материал болта Ст3. Класс прочности 3,6

Предел прочности  $T_b=30=30 \text{ кг/мм}^2=30 \text{ МПа}$

Предел прочности  $T_m=36=18 \text{ кг/мм}^2=180 \text{ МПа}$

Допустимое напряжение на растяжении определяется по формуле:

$$[T_p] = T_m / [n], \quad (3.1)$$

где  $[n]$ - требуемый коэффициент запаса прочности.

$[n]=4...5$  для болтов с диаметром резьбы,  $b=16 \text{ мм}$

$$[T_p] = 180 / 4,5 = 40 \text{ МПа}$$

Болт поставлен с зазором, в этом случае должно выполняться условие

$$F_{mp} > Q \quad (3.2)$$

$$F_{mp} = P \cdot f > Q, \quad (3.3)$$

где  $P$  - усилие затяжки,  $\text{МПа}$ ;

$f=0,1...0,5$  (без смазки), - коэффициент скольжения

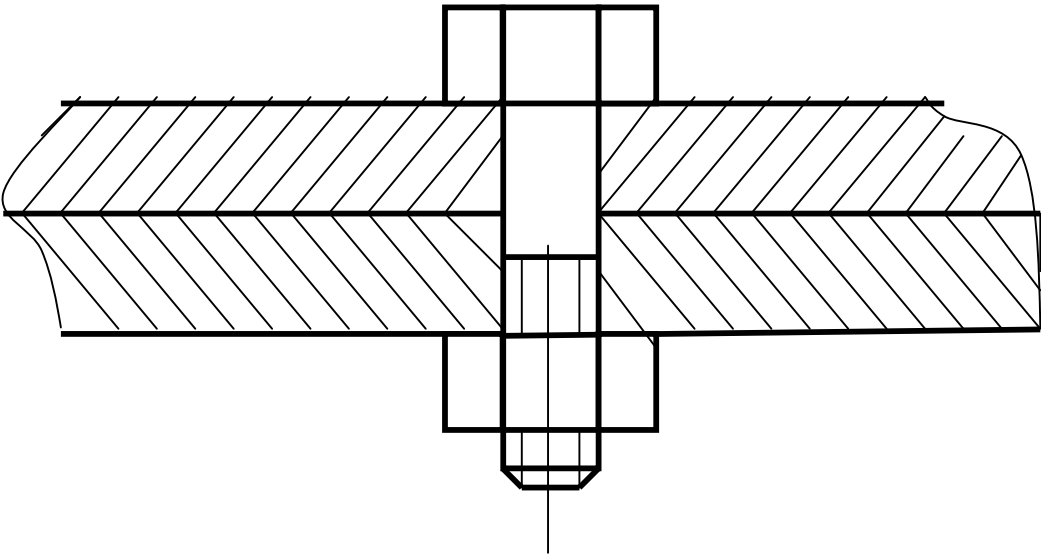


Рисунок 3.2 - Схема болтового соединения

$$f_p = K \cdot Q \quad (3.4)$$

|      |     |          |         |     |                                  |     |
|------|-----|----------|---------|-----|----------------------------------|-----|
|      |     |          |         |     | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лис |
| Изм. | Лис | № докум. | Подпись | Дат |                                  | 1   |

где  $K$ -коэффициент запаса прочности,  $K=0,6$

$$P = \frac{K \cdot Q}{(F \cdot i)}, \quad (3.5)$$

где  $i$ -число болтов

$$P = 1,7 \cdot 400 / (0,1 \cdot 1) = 2400 \text{ мПа} \quad P = \frac{0,6 \cdot 400}{(0,1 \cdot 1)} = 2400 \text{ мПа}$$

$$Tp < [T]p < 4P/d \quad Tp < [T]p < \frac{4P}{d}$$

$$\text{Отсюда} \quad dl > 4P \cdot 1,3 / (\Pi \cdot [Tp]) \quad d_1 > 4P \cdot \frac{1,3}{(\Pi \cdot [Tp])}$$

$$dl > 4 \cdot 2400 \cdot 1,3 / (3,14 \cdot 40) = 9,9 \text{ мм} \quad d_1 = \frac{4 \cdot 2400 \cdot 1,3}{(3,14 \cdot 40)} = 7,9 \text{ мм}$$

Диаметр стержня болта принимаем  $dl = 8 \text{ мм}$

Проверка на прочность определяется по формуле:

$$Tp < [Tp] \cdot 4P / (\Pi \cdot dl \cdot dl) \quad (3.6)$$

$$Tp < 4 \cdot 2400 / (3,14 \cdot 10 \cdot 10) = 30,5 \text{ мПа}$$

$$30,5 < 40$$

проверка на смятие определяется по формуле

$$T_{см} < [T_{см}] \quad (3.7)$$

$$T_{см} = Q / F_{см} = P \cdot i / F_{см}, \quad (3.8)$$

где  $F_{см}$ -площадь опорной поверхности стыка, без учета отверстия, мм

$$F_{см} = 160 \cdot 50 = 800 \text{ мм}^2$$

$$T_{см} = 2400 \cdot 1 / 800 = 3$$

$$3 < 14,4 \quad \text{Условие выполняется.}$$

### 3.3 Расчет сварного соединения

Детали, расположенные под углом  $90^\circ$  свариваются тавровым соединением.

Определение допускаемого усилия для растяжения

$$[P] = [\tau_\phi] \cdot 0,7 \cdot \kappa \cdot l, \quad (3.9)$$

|      |      |          |         |     |                                  |      |
|------|------|----------|---------|-----|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |     | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дат |                                  | 2    |

где  $[\tau_\phi]$  – допускаемое напряжение для сварного шва на срез, Н/м<sup>2</sup>;

$k$  – катет шва;

$l$  – длина шва;  $l = 200$  см.

$$[\tau_\phi] = 0,6 \cdot [\sigma_p], \quad (3.10)$$

где  $[\sigma_p]$  – допускаемое напряжение на растяжение, Н/см<sup>2</sup>,

$$[\sigma_p] = 1400 \text{ Н/см}^2$$

$$[\tau_\phi] = 0,6 \cdot 1400 = 8400 \text{ Н·см}^2$$

$$[P] = 8400 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 200 = 588000 \text{ Н}$$

Определение усилия растяжения

$$P = \frac{2M_k}{l}, \quad (3.11)$$

где  $l$  – величина длины шва, м

$$P = 2 \cdot 50 \cdot 10^3 / 1 = 100000 \text{ Н}$$

Итак,  $P < [P]$  условие выполняется.

### 3.4 Расчёт вала

Основными критериями работоспособности валов являются их прочность и жесткость. Прочность валов определяют величиной и характером напряжений, возникающих в них под влиянием сил, действующих со стороны установленных на них деталей машин. Переменные по величине или направлению силы, действующие на валы, вызывают в них переменные напряжения. Для расчета валов на выносливость необходимо знать их конструкцию и размеры. Поэтому при проектировании валов для предварительного определения размеров их рассчитывают на статическую прочность, а затем окончательно на выносливость. Основной расчетной нагрузкой являются крутящий момент  $T$  и изгибающий момент  $M$ . Влияние сжимающих или растягивающих сил обычно мало и поэтому не учитывается. Расчет осей является частным случаем расчета валов при  $T = 0$ . Перед началом расчета обычно известны крутящий момент  $T$  или мощность  $P$  и частота вращения  $n$ , нагрузка и размеры основных деталей, расположенных на валу (например, зубчатых колес). Требуется выбрать материал и размеры

|      |      |          |         |     |                                  |      |
|------|------|----------|---------|-----|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |     | ВКР.35.03.06.272.18.KPM.00.00 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |     |                                  | 3    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дат |                                  |      |

вала. На практике обычно используют следующий порядок проектного расчета вала:

1. Предварительно определяют наибольший диаметр вала ( $d$ ) из расчета на кручение при пониженных допускаемых касательных напряжениях (изгибающий момент пока не известен, так как неизвестно расположение опор и места приложения нагрузок). Напряжения кручения определяется по формуле

Обычно принимают для валов  $[\tau] = (15 \dots 20)$  МПа. Тогда диаметр вала:

$$d = \sqrt[3]{\frac{78,2}{0,2 \cdot 20 \cdot 10^6}} = 0,0269 \text{ м} \approx 27 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр вала  $d = 30$  мм.

2. Выполняют уточненный расчет валов полученной конструкции на сопротивление усталости и если необходимо, вносят изменения. При этом учитывают, что диаметр вала является одним из основных параметров, определяющих размеры и нагрузочную способность подшипников. На практике иногда диаметр вала определяется не прочностью самого вала, а прочностью подшипников. Поэтому расчеты вала и подшипников взаимосвязаны. Уточнённый расчёт валов начинают с выбора расчетной схемы и определения расчетных нагрузок. Действительные условия нагружения вала заменяют известной расчетной схемой. При переходе от конструкции к расчетной схеме производят схематизацию нагрузок, опор и форму вала. В расчетных схемах применяют шарнирно-неподвижную и шарнирно-подвижную опоры. При выборе типа опоры, если действительная конструкция опоры допускает хотя бы небольшой поворот или перемещение, то этого достаточно, чтобы считать ее шарнирной или подвижной. При этих условиях подшипники, одновременно воспринимающие осевые и радиальные нагрузки, заменяют шарнирно-неподвижными опорами, а подшипники, воспринимающие только радиальные нагрузки, шарнирно-подвижными.

Из опыта эксплуатации установлено, что для валов основным видом

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
| ИЗМ. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ЛЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                                  | 4    |

разрушения становится усталостное. Статическое разрушение встречается очень редко. Оно происходит под действием случайных кратковременных перегрузок. Для валов расчет на сопротивление усталости (уточненный расчет) считается основным. Расчет на статическую прочность выполняют как проверочный.

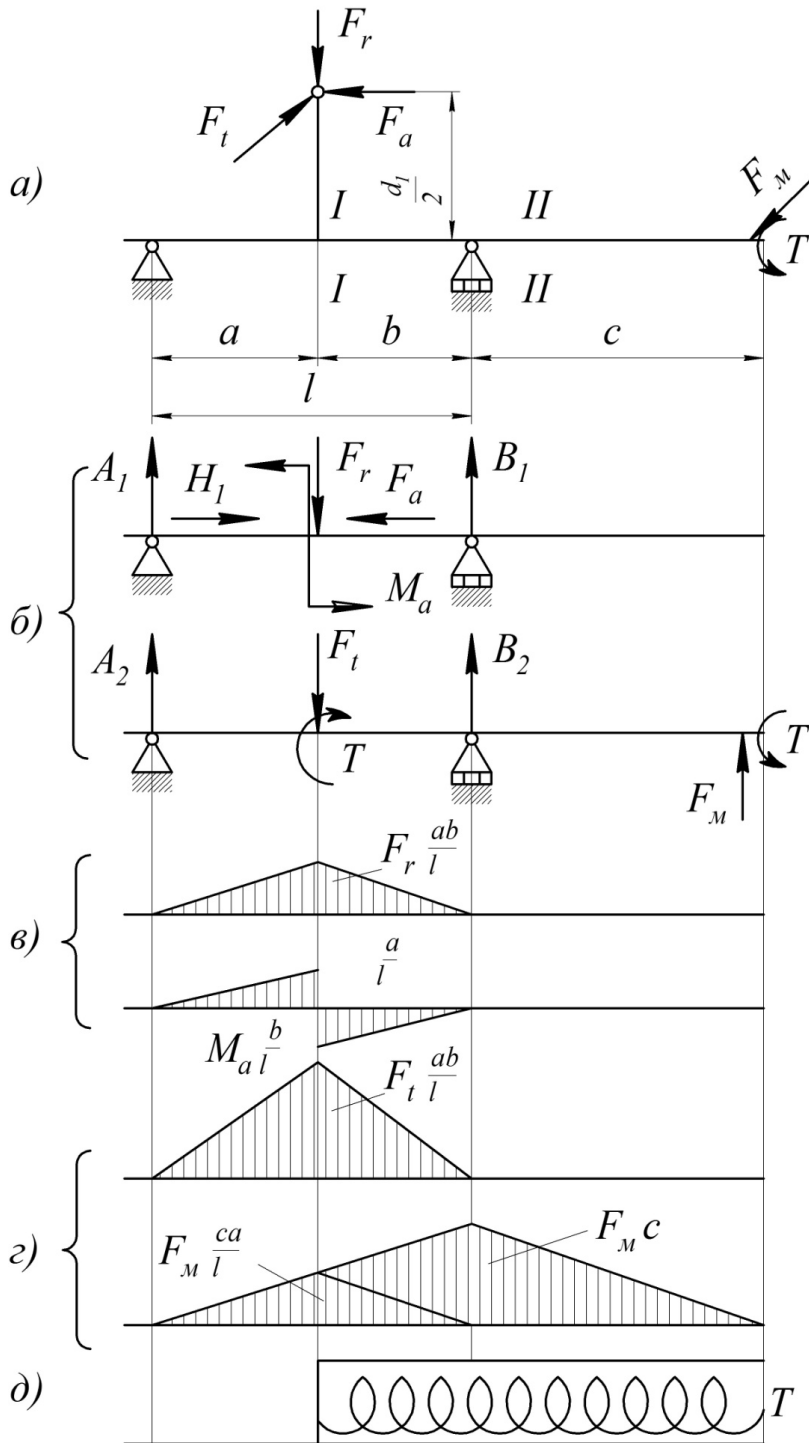


Рисунок 3.3 – К расчёту вала

Проверку статической прочности выполняют с целью предупреждения

пластических деформаций и разрушений при кратковременных перегрузках (например, пусковых и т. п.). При этом определяют эквивалентное напряжение по формуле (13.9) стр.182 [1],



= 409,77 МПа

Так как или 409,77 500 МПа, выбранный вал оставляем прежним.

*Расчет на жесткость.* Упругие деформации вала отрицательно сказываются на работе связанных с ним деталей: подшипников, зубчатых колес, катков фрикционных передач и т. п. От прогиба вала (рис. 2.7) в зубчатом зацеплении возникает концентрация нагрузки по длине зуба. При больших углах поворота  $\epsilon$  в подшипнике может произойти защемление вала. В металлорежущих станках перемещения валов (в особенности шпинделей) снижают точность обработки и качество поверхности деталей.

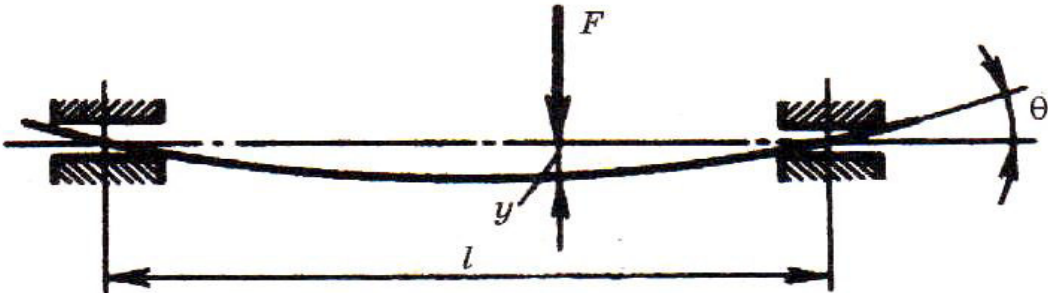


Рисунок 3.4 – Прогиб вала под нагрузкой

В делительных и отсчетных механизмах упругие перемещения снижают точность измерений и т. д. Допускаемые упругие перемещения зависят от конкретных требований к конструкции и определяются в каждом отдельном случае. Так, например, для валов зубчатых цилиндрических передач допустимая стрела прогиба под колесом  $[y] = 0,01m$ , где  $m$  - модуль зацепления.

Малое значение допускаемых перемещений иногда приводит к тому, что размеры вала определяет не прочность, а жесткость. Тогда нецелесообразно изготавливать вал из дорогих высокопрочных сталей. Перемещения при изгибе целесообразно определять, используя интеграл Мора или способ Верещагина.

### 3.5 Выбор подшипников вала

Опора качения обычно состоит из: корпуса, подшипника качения, устройства для закрепления подшипника на валу и в корпусе, защитных и смазочных устройств подшипника. Подшипники качения состоят из: наружного и внутреннего колец с дорожками качения; шариков или роликов (тел качения), которые катятся по дорожкам качения; сепаратора, разделяющего и направляющего шарики или ролики, обеспечивающего их правильную работу. В некоторых подшипниках качения для уменьшения их габаритов отсутствует одно или оба кольца, а в некоторых отсутствует сепаратор.

По сравнению с подшипниками скольжения подшипники качения имеют следующие *достоинства*: малые моменты сил трения, значительно меньшие пусковые моменты, небольшой нагрев, незначительный расход смазочных материалов, простое обслуживание. Эти преимущества подшипников качения обеспечивают им широкое распространение в различных областях машиностроения и приборостроения. Подшипники качения стандартизованы, производство их сосредоточено на специализированных заводах. Принцип массового изготовления подшипников качения позволяет их выпускать высокого качества при сравнительно небольшой стоимости.

Подшипники качения имеют следующие *недостатки*: меньшая долговечность при больших угловых скоростях и при больших нагрузках; ограниченная способность воспринимать ударные и динамические нагрузки; большие радиальные габариты при высоких нагрузках.

По нагрузочной способности (или по габаритам) подшипники делятся на семь серий диаметров и ширин: сверхлегкую, особо легкую, легкую, легкую

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                                  | 8    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                  |      |

широкую, среднюю, среднюю широкую и тяжелую. Примерное соотношение между габаритами различных серий для подшипников качения одного и того же внутреннего диаметра показано на рис. 2.9. По классам точности изготавливают: 0 (нормального класса); 6 (повышенного); 5 (высокого); 4 (особо высокого) и 2 (сверхвысокого). От точности изготовления зависит работоспособность подшипника, но одновременно возрастает его стоимость.

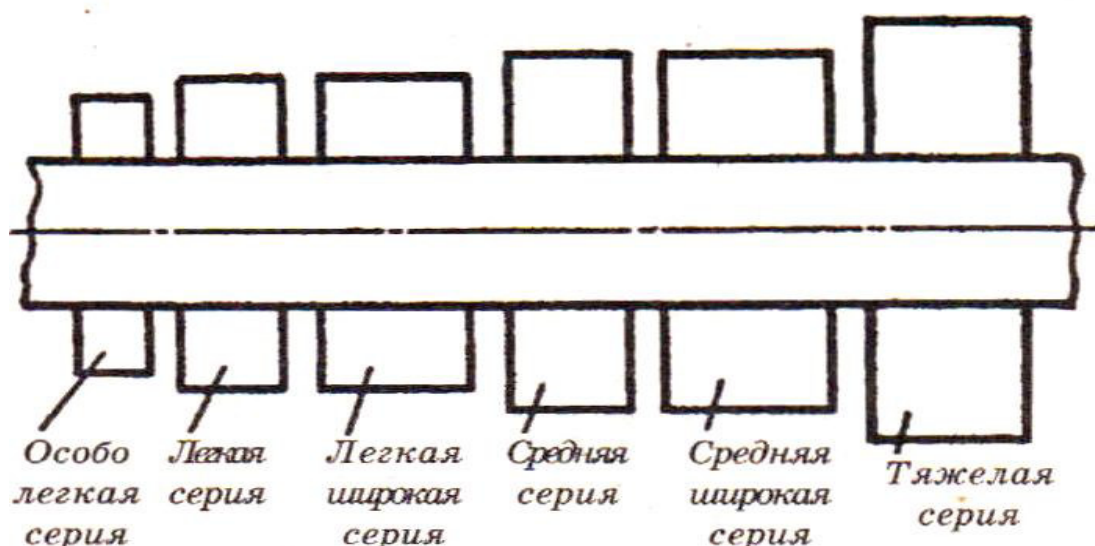


Рисунок 2.11 – Размерные серии подшипников качения

Все подшипники качения изготавливают из высокопрочных подшипниковых сталей ШХ15, ШХ15СГ, 18ХГГ и др., с термообработкой, обеспечивающей высокую твердость. Работоспособность подшипника существенно зависит от качества сепаратора. Большинство сепараторов выполняют штампованными из стальной ленты. При повышенных окружных скоростях (более 10 ... 15 м/с) применяют массивные сепараторы из латуни, бронзы, дюралюминия или пластмассы. Подшипники качения маркируют нанесением на торец колец ряда цифр и букв, условно обозначающих внутренний диаметр, серию, тип, конструктивные особенности, класс точности и др.

Выбор подшипников ведётся по их динамической грузоподъёмности, определяемая по формуле (14.2) стр. 189 [1],

$$C_{\pi} = R_A \cdot K_b \cdot K_T, \quad (3.15)$$

где  $C_{\pi}$  - динамическая грузоподъёмность, Н;

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                  | 9    |

$R_A$  – нагрузка на один подшипник, Н;

$K_6$  – коэффициент безопасности (при средних условиях  $K_6=1,3$ );

$K_T$  – температурный коэффициент (при обычных условиях  $K_T=1$ ).

$$C_{\Pi}=210 \cdot 1,3 \cdot 1=273 \text{ Н.}$$

Определяется расчётная долговечность подшипника по формуле (14.2) стр. 190 [1],

$$L=\frac{60n_6T}{10^6}, \quad (3.16)$$

где  $L$  - расчётная долговечность подшипника, млн. об;

$n_6$  – частота вращения, об/мин;

$T$  – суммарное время работы, ч.

Определение суммарного времени работы насоса, формула (15.7) стр. 203 [1],

$$T=365K_r \cdot 24 \cdot K_c \cdot K_{\text{ч}} \frac{\text{ПВ}\%}{100} h, \quad (3.17)$$

где  $T$  - суммарного времени работы насоса, ч;

$K_r$  – коэффициент использования насоса в течении года (при двусменной работе  $K_r=0,5$ );

$K_c$  - коэффициент использования насоса в течении суток (при двусменной работе  $K_c=0,67$ );

$K_{\text{ч}}$  - коэффициент использования насоса в течении часа (при двусменной работе  $K_{\text{ч}}=2$ );

ПВ - относительная продолжительность включения (при среднем режиме работы ПВ=25%);

$h$  – срок службы насоса, лет.

$$T=365 \cdot 0,5 \cdot 24 \cdot 0,67 \cdot 2 \cdot 0,25=14673 \text{ ч.}$$

|      |     |          |         |     |                                  |     |
|------|-----|----------|---------|-----|----------------------------------|-----|
|      |     |          |         |     | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лис |
|      |     |          |         |     |                                  | 10  |
| Изм. | Лис | № докум. | Подпись | Дат |                                  |     |

$$L = \frac{60 \cdot 4000 \cdot 14673}{10^6} = 350,4 \text{ млн. об.}$$

Определяется расчётная приводная динамическая нагрузка по формуле (14.4) стр. 190 [1],

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{п}} \sqrt[3]{L}, \quad (2.18)$$

где  $C_{\text{пр}}$  - расчётная приводная динамическая нагрузка, Н;

$C_{\text{п}}$  - динамическая грузоподъёмность, Н;

$L$  - расчётная долговечность подшипника, млн. об.

$$C_{\text{пр}} = 273 \cdot \sqrt[3]{350,4} = 1924 \text{ Н.}$$

Выбираем радиальный шариковый сферический подшипник №205 по ГОСТ 5720 -75 с динамической грузоподъёмностью  $C = 3440$  Н. Параметры подшипника внутренний диаметр  $d=25$ мм, наружный диаметр  $D=47$ мм, ширина колец  $B=15$ мм.

### 3.6. Выбор муфты.

При выборе муфты исходными являются крутящийся момент и диаметры соединительных валов. Диаметр карданного вала  $d_{\text{гб}} = 50$  мм, диаметр вала установочного устройства  $d_{\text{б}} = 50$  мм, крутящийся момент  $M = 30$  Н м. Выбираем упругую втулочно-пальцевую муфту:

МУВП 250-32-I 1-45-I 1-93

ГОСТ 21424 – 75

### 3.7 Безопасность жизнедеятельности на производстве.

#### 3.7.1. Основные мероприятия для улучшения охраны труда при механизации приготовления корма для КРС.

1. Организовать обучение работников безопасным приемам труда согласно ГОСТу 12.0.004-79 пункт 4 (ОСТ 46.0.126-86).

2. Провести инструктажи по охране труда со всеми рабочими и зарегистрировать в журнале по технике безопасности согласно ГОСТа 12.0.004-79.

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                  | 11   |

3. Обеспечить выдачу спецодежды, спец.обуви и средств индивидуальной защиты в соответствии с установленными нормами и сроками, согласно «Инструкции о порядке обеспечения рабочих спецодеждой».

4. Для освещения установить светильник, удовлетворяющий требованиям ГОСТа 19348-82 и СНиП II-4-79.

5. Обеспечить допустимый уровень шума согласно ГОСТа 12.1.003-76.

6. В комнате отдыха установить умывальники (при умывальниках должны быть мыло и полотенце) согласно санитарно-гигиенических требований.

7. На всех движущихся и вращающихся элементах приводов кормоцефа СТФ установить защитные кожуха, согласно специальным требованиям к машинам для механизации животноводства.

8. Разработать требования и инструкции пожарной безопасности при приготовлении кормов для СТФ согласно общим требованиям пожарной безопасности.

9. Оборудовать места для курения.

10. На всех производственных пунктах установить противопожарные щиты согласно требованиям пожарной безопасности.

11. Обеспечить рабочий персонал новым слесарным инструментом, средствами пожаротушения и аптечками первой доврачебной помощи.

### **3.7.2 Обеспечение безопасности в конструкции мобильного смесителя-раздатчика кормов.**

Согласно "Единым требованиям к конструкциям машин для механизации животноводства" при эксплуатации технологического оборудования, установленного на ферме, необходимо обеспечение работающих следующими мероприятиями и средствами защиты [20]:

Кормораздатчик агрегатируется с трактором все его механизмы приводятся в работу от ВОМ трактора. Все части на кормораздатчике

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                  | 12   |

недоступны для случайного прикосновения, защищены от механического повреждения, имеется отдельная розетка низкого напряжения для освещения малодоступных мест при техническом осмотре и очистке машин.

Цепные соединительные муфты, машин и оборудования ограждены. Защитные ограждения откидные и легкоъемные.

Пульт управления кормораздатчика установлен на кабине трактора. Место оператора позволяет держать в поле зрения маршрут движения кормораздатчика.

На тракторе установлен звуковой сигнал для предупреждения движения раздатчика.

### 3.7.3 Охрана окружающей среды

Воздействие человека на окружающую среду стало почти повсеместным. Все возрастает влияние антропогенных факторов. Человек, распахивая целинные земли, создал сельскохозяйственные угодья (агроценозы). Кроме того, он вывел большое число новых видов и сортов растений, пород животных. Это созданная целенаправленная деятельность человека. С другой стороны, на растительный покров влияют развития промышленных центров, а так же механизация и химизация сельскохозяйственного производства.

В сознательной целенаправленной хозяйственной деятельности человека явно выделяются положительные и отрицательные последствия для природных экосистем. К числу положительных факторов влияния можно отнести следующие:

1. Обогащение флоры и фауны за счет введения (интродукции) новых сельскохозяйственных, лесных культур.
2. Создание рекреационных зон.
3. Строительство инженерных сооружений для предупреждения эрозионных процессов.

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                  | 13   |

4. Создание каскадов-запруд на оврагах.
5. Лесонасаждения с целью борьбы с суховеями.
6. Уменьшение выбросов выхлопных отработанных газов тракторов и автомобилей.

К неосознанной деятельности относят такие виды воздействия на природу, которые вызывают не предвиденные, чаще всего отрицательные последствия:

1. Обмеление рек;
1. Развитие эрозии почв;
2. Исчезновение видов растений животных;
3. Загрязнение воздушной среды, грунтовых вод;
4. Уничтожения полезных насекомых (пчел) и т.п.

При работе со стационарным смесителем-раздатчиком происходит следующие загрязнения:

1. Испарение влаги увеличивает влажность в помещении;
2. Происходит загрязнение воды, использованной на технологические нужды;
3. Происходит загрязнение территории отходами кормоприготовления;
4. Высокая шумность в помещении;
5. При загрузке комбикорма происходит выброс мучной пыли.

В результате влияния этих факторов происходит вредное влияние на здоровье обслуживающего персонала.

При работе с разработанным стационарным смесителем-раздатчиком влажных кормов необходимо предусмотреть:

1. Установление вентиляторов, которые увеличивают сохранность техники, а также снижение температуры, влажности воздуха в помещении.
2. Очистку воды, использованной на технологические нужды.
3. Сбор и утилизацию отходов кормоприготовления.
4. Допустимый уровень шума не должен превышать 5 Гц. или 49 Гц.
5. Озеленение прилегающей территории.

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                  | 14   |

Контроль параметров выхода после внедрения проекта должно вестись на основе закона "Охрана окружающей среды РФ" и непосредственно инженером по ТБ.

### 3.7.4 Физическая культура на производстве

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

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

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

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

### 3.8 Экономическая часть

|      |      |          |         |      |                                         |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | <i>ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                         | 15   |

### 3.8.1. Техничко-экономические показатели конструкции кормораздатчика

#### 3.8.1.1. Расчет массы и стоимости конструкции

При технико-экономической оценки за базу для сравнения принимаются показатели кормораздатчика РММ-5.

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_K + G_T) \cdot K, \quad (3.19)$$

где  $G_K$ -масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

$G_T$ -масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

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

Таблица 3.1 – Масса сконструированных и готовых деталей

| Наименование                 | Масса деталей, кг | Количество деталей, шт | Общая масса, кг |
|------------------------------|-------------------|------------------------|-----------------|
| 1                            | 2                 | 3                      | 4               |
| 1. Направляющий лоток        | 5                 | 2                      | 10              |
| 2. Выгрузной шнек            | 30                | 2                      | 60              |
| 3. Шибер                     | 1,5               | 2                      | 3               |
| 4. Рама                      | 600               | 1                      | 590             |
| 5. Приводная станция         | 40                | 1                      | 40              |
| 6. Опора                     | 80                | 2                      | 160             |
| 7. Муфта                     | 3                 | 1                      | 3               |
| 8. Механизм подъёма лопастей | 70                | 1                      | 67              |
| 9. Винт                      | 90                | 1                      | 70              |
| 10. Бункер                   | 210               |                        | 200             |
| ВСЕГО                        |                   |                        | 1222            |
| Готовые                      |                   |                        |                 |
| Болты                        | 0,05              | 21                     | 1,05            |
| Гайки                        | 0,03              | 30                     | 0,9             |

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                  | 16   |

|            |      |    |       |
|------------|------|----|-------|
| Шайбы      | 0,01 | 30 | 0,3   |
| Подшипники | 0,02 | 2  | 0,4   |
| Шпонки     | 0,02 | 2  | 0,04  |
| Колесо     | 10,7 | 4  | 42,8  |
| Редуктор   | 20   | 1  | 20    |
| ВСЕГО      |      |    | 65,94 |

$$G = (1222 + 65,94) \cdot 1,05 = 1350 \text{ кг.}$$

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по формуле:

$$C_{61} = \frac{C_{60} \cdot G_1}{G_0}, \quad (3.20)$$

где  $C_{60}$  - балансовая стоимость старой машины, руб;

$G_1$  - масса новой конструкции, кг;

$G_0$  - масса старой конструкции, кг.

$$C_{61} = \frac{210000 \cdot 1350}{1500} = 189000 \text{ руб.}$$

### **3.8.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение**

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, необходимо собрать исходные данные таблицы 3.2.

Таблица 3.2 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

| Наименование                                   | Варианты           |               |
|------------------------------------------------|--------------------|---------------|
|                                                | Исходные (базовые) | Проектируемые |
| 1                                              | 2                  | 3             |
| 1. Масса конструкции, кг                       | 1500               | 1350          |
| 2. Балансовая стоимость, руб.                  | 210000             | 189000        |
| 3. Потребляемая (установленная) мощность, кВт. | 4,5                | 7,5           |
| Количество обслуживающего персонала, чел.      | 1                  | 1             |
| 5. Разряд работы.                              | 4                  | 4             |
| 6. Тарифная ставка, руб/чел.ч.                 | 55                 | 55            |
| 7. Норма амортизации, %.                       | 12,5               | 12,5          |
| 8. Норма затрат на ремонт и ТО, %              | 10                 | 10            |

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                                  | 17   |

|                                     |      |      |
|-------------------------------------|------|------|
| 9. Годовая нагрузка конструкции, ч. | 1152 | 1152 |
| 10. Производительность              | 0,83 | 0,98 |

Часовая производительность машин определяется по формуле:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.21)$$

где  $\tau$  - коэффициент использования рабочего времени смены (0,60...0,95);

$T_{\text{ц}}$  - время одного рабочего цикла, мин.

$$W_{\text{ч}}^0 = \frac{60 \cdot 0,9}{95} = 0,56 \text{ т/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^1 = \frac{60 \cdot 0,9}{55} = 0,98 \text{ т/ч}$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_{\text{в}}}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.22)$$

где  $N_{\text{е}}$  – потребляемая конструкцией мощность, кВт.

$$\mathfrak{E}_e^0 = \frac{4,5}{0,56} = 8,42 \text{ кВт}$$

$$\mathfrak{E}_e^1 = \frac{7,5}{0,98} = 7,65 \text{ кВт}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.23)$$

где  $G$  – масса по видам машин и орудий, кг;

$T_{\text{год}}$  – соответственно, годовая загрузка машин и орудий, час;

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

$$M_e^0 = \frac{1500}{0,56 \cdot 1152 \cdot 8} = 0,29 \text{ кг/т}$$

$$M_e^1 = \frac{1350}{0,98 \cdot 1152 \cdot 8} = 0,15 \text{ кг/т}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.24)$$

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                  | 18   |

где  $C_6$  – балансовая стоимость по видам машин и орудий в агрегате, руб./т.;

$$F_e^0 = \frac{210000}{0,56 \cdot 1152 \cdot 8} = 40,7 \text{ руб./т}$$

$$F_e^1 = \frac{189000}{0,98 \cdot 1152 \cdot 8} = 20,9 \text{ руб./т}$$

Трудоемкость процесса находится по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_q}, \quad (3.24)$$

где  $n_p$  – количество рабочих, чел.

$$T_e^0 = \frac{1}{0,56} = 1,78 \text{ чел} \cdot \text{час/т}$$

$$T_e^1 = \frac{1}{0,98} = 1,02 \text{ чел} \cdot \text{час/т}$$

Себестоимость работы определяется по формуле:

$$S_{\text{эксп}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, \quad (3.24)$$

Затраты на заработную плату определяются по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e, \quad (3.26)$$

где  $Z$  – часовая тарифная ставка рабочих, руб.

$$C_{\text{зп}}^0 = 100 \cdot 1,78 = 178 \text{ руб./т}$$

$$C_{\text{зп}}^1 = 100 \cdot 1,02 = 102 \text{ руб./т}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} \cdot \Theta_e, \quad (3.27)$$

где  $\Pi_{\text{э}}$  – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·час.

$$C_{\text{э}}^0 = 2,87 \cdot 8,42 = 20,5 \text{ руб./т}$$

$$C_{\text{э}}^1 = 2,87 \cdot 7,65 = 18,6 \text{ руб./т}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяются по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_6 \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_q \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.28)$$

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

$$C_{\text{рто}}^0 = \frac{210000 \cdot 10}{100 \cdot 0,56 \cdot 1152} = 32,55 \text{ руб./т}$$

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                  | 19   |

$$C_{\text{рто}}^1 = \frac{189000 \cdot 10}{100 \cdot 0,98 \cdot 1152} = 16,7 \text{ руб./т}$$

Амортизационные отчисления определяются по формуле:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.29)$$

где  $a$  – норма амортизации, %.

$$A^0 = \frac{210000 \cdot 12,5}{100 \cdot 0,56 \cdot 1152} = 40,69 \text{ руб./т}$$

$$A^1 = \frac{189000 \cdot 12,5}{100 \cdot 0,98 \cdot 1152} = 20,9 \text{ руб./т}$$

$$S_{\text{экс}}^0 = 97,9 + 20,5 + 32,5 + 40,69 = 201,64 \text{ руб./т}$$

$$S_{\text{экс}}^1 = 56,1 + 18,9 + 16,7 + 20,9 = 121,47 \text{ руб./т}$$

Приведенные затраты определяется по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S_{\text{экс}} + E \cdot k_{\text{уд}}, \quad (3.30)$$

где  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальны вложений,  
равный 0,10;

$k_{\text{уд}}$  - удельные капитальные вложения или фондоемкость процесса, руб./т.

$$C_{\text{прив}}^0 = 201,64 + 0,1 \cdot 7,4 = 202,38 \text{ руб/т}$$

$$C_{\text{прив}}^1 = 121,47 + 0,1 \cdot 8,4 = 122,31 \text{ руб/т}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_{\text{экс}}^0 - S_{\text{экс}}^1) \cdot W_1 \cdot T_{\text{год}} \quad (3.31)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (201,64 - 121,47) \cdot 0,98 \cdot 1152 = 90508,7 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.32)$$

$$E_{\text{год}} = (202,38 - 122,31) \cdot 0,98 \cdot 1152 = 90395,8$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений  
определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_6^1}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.33)$$

где  $C_6$  – балансовая стоимость спроектированной конструкции.

|      |      |          |         |      |                                  |      |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР.35.03.06.272.18.КРМ.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                  | 20   |

$$T_{\text{ок}} = \frac{189000}{90395,8} = 2,09 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_6^0} \quad (3.34)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{90395,8}{210000} = 0,43$$

Таблица 3.3 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

| Наименование показателей                       | Варианты              |                   | Проект<br>в % к<br>базовому |
|------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------|
|                                                | Базовый<br>(исходный) | Проектиру<br>емый |                             |
| 1. Часовая производительность, т/ час.         | 0,56                  | 0,98              | 175                         |
| 2. Фондоемкость процесса, руб./т.              | 40,7                  | 20,9              | 194                         |
| 3. Энергоемкость процесса, кВт·час/тонн.       | 8,42                  | 7,65              | 90,8                        |
| 4. Металлоемкость процесса, кг/ тонн.          | 0,29                  | 0,15              | 51                          |
| 5. Трудоемкость процесса, чел·час/ т.          | 1,78                  | 1,02              | 57,3                        |
| 6. Уровень эксплуатационных затрат, руб./т.    | 201,64                | 121,47            | 60,2                        |
| 7. Уровень приведенных затрат, руб./т.         | 202,38                | 122,31            | 60,4                        |
| 8. Годовая экономия, тыс. руб.                 | -                     | 90508,7           |                             |
| 9. Годовой экономический эффект, тыс. руб.     | -                     | 90395,8           |                             |
| 10. Срок окупаемости капитальных вложений, лет | -                     | 2,09              |                             |

По технико-экономическим показателям можно сказать, что проектируемая конструкция экономически эффективна, так как срок окупаемости получился менее 7 лет, а коэффициент эффективности капитальных вложений более 0,2.

## Выводы

Реализация транспортирующих устройств решает ряд важных экономических задач.

1. Сокращение времени проведения технологических процессов и снижения их трудоёмкости. Расход смесей при пульсирующем транспортировании снижается в 2 раза.

2. Повышение качества готового продукта и повышение продуктивности животных в конечном результате, за счёт получения высокой однородности кормосмесей, одновременной их раздачей, точностью дозирования, согласно заданному рациону. Годовая экономия от снижения стоимости продукции, за счёт увеличения её производства, (стоимость дополнительной продукции) от внедрения технологической линии с поголовьем равным 750 свиней составляет 685 тыс.руб.

3. Снижение энергозатрат технологических процессов смешивания и транспортирования. Так энергоёмкость пульсирующего транспортирования снижается при одинаковых расходах смеси в 1,5 – 2 раза.

4. Обеспечение экологической чистоты, универсальности и эффективности использования разработанных устройств и технологических линий смешивания, транспортирования и раздачи в различных животноводческих производствах.

### Библиографический список

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. - М.: Машиностроение, 1978. - 557с.
2. Брагинец Н.В., Палишкин Д.А. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. - М.: Колос, 1984. - 190 с.
3. Брагинский Л.Н., Бегичев В.И., Барабаш В.М. Перемешивание в жидких средах. - Л.: Химия, 1984. - 336 с.
4. Годовые отчеты за 2003...2005 г.г. ПХ "Энергетик" Тукаевского района.РТ.
5. Единые требования безопасности и производственной санитарии конструкций ремонтно-технологического оборудования. - М.: Россельхозиздат, 1975. - 78 с.
6. Клебан А.С., Фаянс Ю.А., Заушицын В.Е. Машины и оборудование для механизированных работ на свинофермах. - М.: Колос, 1975. - 284 с.
7. Коба В.Г., Брагинец Н.В., Мурусидзе Д.Н., Некрашевич В.Ф. Механизация и технология производства продукции животноводства. - М.: Колос, 2000.- 525 с.
8. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1987.- 904 с.
9. Мельников С.В.. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. - М.: Колос, 1978. - 559 с.
10. Мельников С.В.. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. - М.: Колос, 1978. - 639 с.
11. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов на факультете механизации сельского хозяйства, Казань – 1997. - 51 с.
12. Новиков Г.И.. Комплексная механизация в промышленном свиноводстве - М.: Колос, 1973. - 310 с.
13. Папанов В.В., Шпагин Н.Г. Сборник научных трудов Саратовского СХИ - 1978 г. Классификация и анализ смесителей кормов.

14. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. - Л.: Машиностроение, 1976. - 502 с.
15. Рощин П.М.. Механизация в животноводстве - М.: Агропромиздат, 1988. - 287 с.
16. Рудаков А.И. Механизация приготовления и раздачи влажных кормов на малых свинофермах. - Казань, 1995. - 84 с.
17. Рудаков А.И. Современные принципы разработки и совершенствования технических объектов в животноводстве. - Казань: Изд - во Казан. Ун-та, 2002. – 304 с..
18. Рудаков А.И. Технология и технические средства приготовления и раздачи кормов пониженной влажности в свиноводстве: Сб. науч. тр. - Казань: Изд-во КГСХА, 1997. - С. 219 - 226.
19. Рыженков В.Н. Механизация подготовки кормов из пищевых отходов. - М.: Агропромиздат, 1989. - 251 с.
20. Салуяков П.В. Практикум по охране труда. - М.: Колос, 1969. - 178 с.
21. Сиротин Н.Д., Карелин А.И. Гигиена кормления свиней, Россельхозиздат.- 1980, 76с.

# СПЕЦИФИКАЦИИ