

## Оглавление

стр.

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  |    |
| 1 Литературно-патентный обзор .....  |    |
| 1.1 Обзор существующих технологий приготовления кормов .....               |    |
| 1.2 Классификация и типы кормоцехов.....                                   |    |
| 1.3 Обзор конструкций смеситель кормов .....                               |    |
| 2 Технологическая часть .....  |    |
| 2.1 Описание кормоцеха КОРК – 15 .....                                     |    |
| 2.2 Определение расхода кормов на ферме .....                              |    |
| 2.3 Расчет технологических линий кормоцеха .....                           |    |
| 3 Конструкторская часть .....  |    |
| 3.1 Обоснование конструкторской разработки .....                           |    |
| 3.2 Выбор и расчет основных параметров смесителя .....                     |    |
| 3.3 Кинематический расчет привода смесителя .....                          |    |
| 3.4 Расчет цепной передачи шнека.....                                      |    |
| 3.5 Прочностной расчет рабочих органов смесителя.....                      |    |
| 3.6 Подбор подшипников .....   |    |
| 3.7 Расчет шпоночного соединения .....                                     |    |
| 3.8 Правила эксплуатации и технического обслуживания кормосмесителя .....  |    |
| 3.9 Безопасность жизнедеятельности.....                                    |    |
| 3.9.1 Меры безопасности при эксплуатации проектируемого кормосмесителя ... |    |
| 3.9.2 Требования безопасности в чрезвычайных ситуациях .....               |    |
| 3.10 Экологичность проекта.....  |    |
| 3.11 Технико – экономическое обоснование .....                             | 64 |
| Заключение .....   | 69 |
| Список литературы .....  | 70 |

## **Введение**

Животноводство – одна из важнейших отраслей сельского хозяйства. Она дает ценные продукты питания, сырье для промышленности. Для повышения эффективности этой отрасли необходимо повысить продуктивность дойного стада, улучшить качество молока. Шире использовать возможность роста производства мяса путем интенсивного выращивания молодняка крупного рогатого скота, сокращение сроков откорма. Необходимо увеличить выход продукции с каждой головы скота.

Для решения этой задачи необходимо увеличить выпуск высокоэффективных машин и оборудования, обеспечивающих возможность внедрения этих технологий по различным типовым и нетиповым проектам.

Комплексная механизация в животноводстве представляет собой механизацию всех основных и вспомогательных процессов, связанных с содержанием животных, производством продукции. Комплексная механизация может быть достигнута при условии создания прочной кормовой базы, надежного энергоснабжения при наличии необходимых энергетических средств, хорошо подготовленных кадров, а также при условии создания высокопроизводительных машин, оснащенных автоматическими средствами управления. Внедрение комплексной механизации животноводства – это длительный и сложный процесс. Для этого разработана и разрабатывается система машин для каждого вида животных.

# **1 Литературно-патентный обзор**

## **1.1 Обзор существующих технологий приготовления кормов**

Первоисточник энергии для животных – корма, максимальный коэффициент преобразования химической энергии которых наиболее скороспелыми животными в мясо и жиры не превышает 35%.

Примерно половина продукции растениеводства используется на корм животным. В стоимости продуктов животноводства затраты на корм достигают 70%

Одно из основных условий умелого использования кормов – сбалансированность рационов по основным питательным веществам, протеину, макро– и микроэлементам, витаминам. Наиболее эффективны в этом смысле полнорационные кормовые смеси. Доказано, что при оптимальном соотношении компонентов фактическая питательность смеси оказывается на 8–10% выше расчетной, получаемой от простого суммирования питательности входящих в нее кормов. Дело в том, что используемые в составе смеси корма, дополняя друг друга, компенсируют недостающие элементы питания. В результате повышается их перевариваемость и усвояемость, корма используются более экономно. Улучшается поедаемость грубых кормов с высоким содержанием клетчатки, снижаются потери отдельных компонентов смеси

Особенно важно рационально использовать зерновые концентраты. Это достигается скормливанием их в составе кормовой смеси, обогащенной минеральными и белково–витаминными добавками. Приготовление влажных или сухих многокомпонентных кормосмесей непосредственно перед скормливанием их животным осуществляется в межхозяйственных, общехозяйственных и прифермских кормоприготовительных цехах.

В зависимости от назначения кормоцеха оснащают различными кормоприготовительными машинами и оборудованием выполняющими прием, хранение и обработку всех известных кормов. Многообразие последних и широкий диапазон требований потребителей кормов определяет и многообразие

технологических схем и наборов оборудования кормоцехов, от правильного выбора которых во многом зависит эффективность производства продукции животноводства [6].

## **1.2 Классификация и типы кормоцехов**

Кормоприготовительные цехи предназначены для приема, накопления, обработки и подачи кормового сырья (зерна, корнеплодов, соломы, сена и др.); приема, накопления и подачи отдельных компонентов в готовом виде (комбикормов, травяной муки, травяной резки, мелассы и др.), приготовления кормосмесей и их выдачи.

Они делятся на две группы: цехи, предназначенные для приготовления сухих кормов в рассыпном или гранулированном виде; цехи для приготовления влажных кормосмесей крупному рогатому скоту, свиньям, овцам, птице и др.

Кормоцехи могут обеспечивать кормосмесями одну или несколько ферм.

В проектах кормоцехов необходимо предусматривать прогрессивную технологию, исключающую потери кормов и обеспечивающих приготовление качественных кормовых полнорационных смесей при минимальном уровне издержек производства и затрат труда.

В целях сокращения затрат труда на приготовление кормосмесей следует предусматривать комплексную механизацию технологических процессов и дистанционное автоматизированное управление цехом.

Кормоцех следует размещать в кормовой зоне фермы или на границе производственной зоны фермы или на кормовом дворе в соответствии с общей организацией производственных процессов предприятия, расположением его зданий и сооружений, а также требованиями обеспечения оптимальных условий доставки сырья к кормоцеху и транспортировки готовых кормосмесей к местам скармливания.

Расстояния между кормоцехами и отдельными зданиями (сооружениями) фермы, а также возможности блокировки следует определять согласно

требованиям норм технологического проектирования соответствующих предприятий и норм строительного проектирования.

Площадки перед кормоцехами и подъездные пути к ним должны иметь твердые покрытия и обеспечивать возможность разворота транспортных средств.

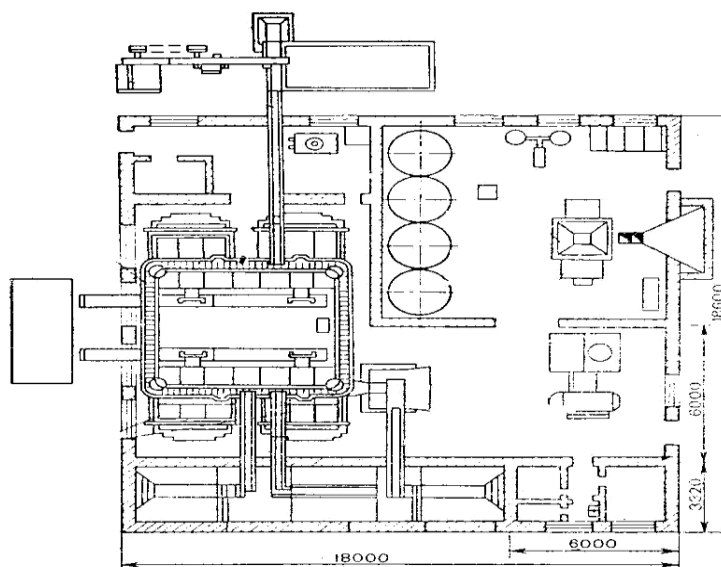
Для обслуживания кормоцехов ширина проезжей части подъездных дорог с двусторонним движением должна быть 6 м, а с односторонним – 3,5 м с учетом обеспечения возможности разъезда транспортных средств, в специально предусмотренных местах [15].

Для приготовления влажных кормосмесей непосредственно на фермах и комплексах из кормов собственного производства были разработаны десятки типовых и экспериментальных проектов.

Приведем краткое описание некоторых кормоцехов для крупного рогатого скота.

Кормоцех (рисунок 1.1) предназначен для молочнотоварных ферм на 1600 коров. Здание кормоцеха кирпичное, одноэтажное с размерами в плане 18×18,6 м и высотой 6,6 м. Фундаменты под стены – ленточные, бутобетонные, под – колонны – сборные железобетонные, покрытие сборное железобетонное.

Для кормления животных на ферме используют корма собственного производства (солома или сено, корнеплоды, жом) и концентрированные корма. Для обогащения и сдабривания рационов применяют патоку, мелассу и другие добавки. Весь запас кормов на зимний период хранят на кормовой площадке фермы: солому – в скирдах, корнеплоды – в буртах, жом – в траншее. Корма в кормоцех подвозят мобильным транспортом.



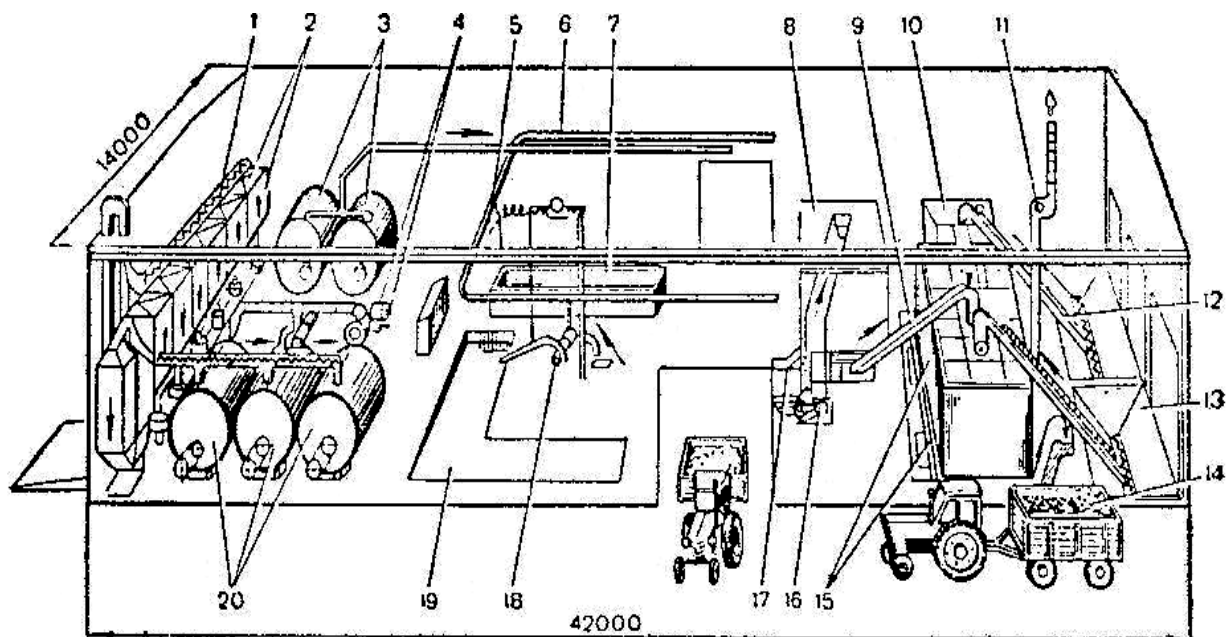
1–смесители запарники С–12; 2–транспартер ТС–40М; 3–транспартер ТСН–30Б; 4–измельчитель ИГК–30Б; 5–транспартер ТС–40С; 6–бак для приготовления раствора мочевины; 7–емкости для приготовления вытяжки; 8–нория НГЦ–10; 9–бункер концентратов; 10–смеситель ВКС–3М; 11–смеситель мелассы СМ–1,7; 12–измельчитель корнеплодов ИКС–5М; 13–транспартер ТК–5

Рисунок 1.1 – План кормоцеха Липецксельхозтехпроката:

Кормоцех другого проекта (рисунок 1.2) предназначен для ферм на 1500 голов крупного рогатого скота. Здание кормоцеха кирпичное, одноэтажное, с размерами в плане 14×42 м и высотой 6,5 м.

В кормоцехе размещены отделения для приготовления влажных кормовых смесей, для химической обработки соломы, для приготовления жидких концентрированных кормов и заменителя молока, котельная и санитарно–бытовые помещения.

Для последовательного выполнения основных и вспомогательных операций машины и оборудование кормоцеха образуют три технологические линии: приготовление влажных кормосмесей, химической обработки соломы и приготовления жидких дрожжеванных кормов.



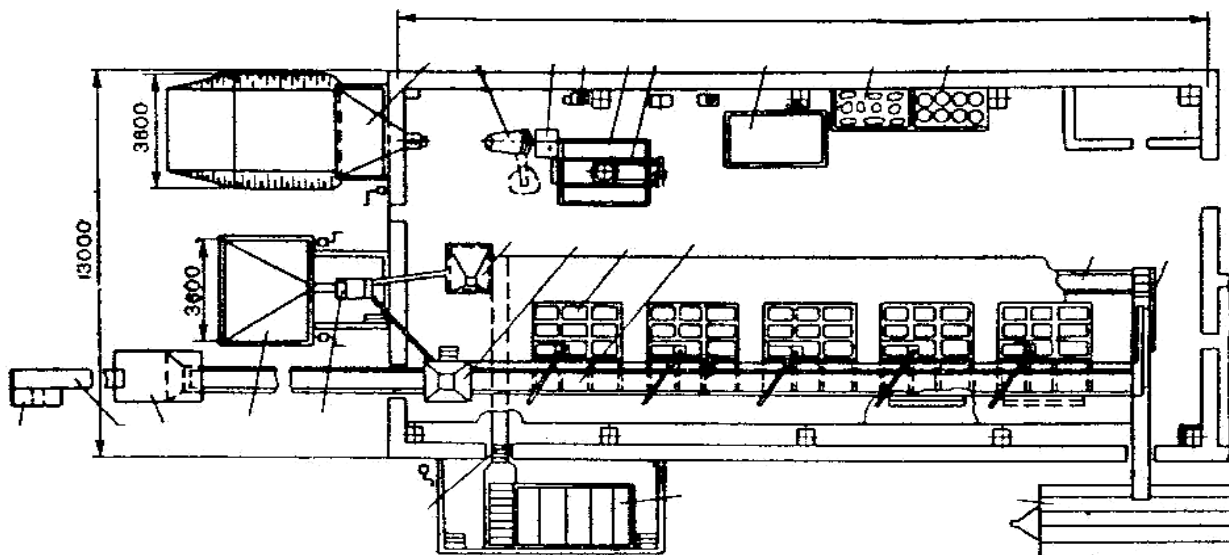
1–распределительный шнек; 2–бункера концкормов; 3–емкости РМГЦ–6; 4, 18–фекальные насосы 2,5–НФ; 5–электротельфер ТЭ 1–611; 6–монорельс; 7–ванна для обработки соломы; 8–питатель сеной муки; 9–транспартер ТС–40С; 10–измельчитель ИКС–5М; 11–вентилятор; 12–транспартер ТК–5Б; 13–питатель для концкормов ПК–6; 14–кормораздатчик; 15–смесители–запарники С–12; 16–дробилка КДУ–2; 17–измельчитель «Волгарь–5А»; 19–площадка для обработанной щелочью соломы; 20–дрожжерастительные агрегаты ФГ–6,5М

Рисунок 1.2 – Схема кормоцеха Ставрополькрайколхозпроекта:

Кормоцех (рисунок 1.3) предназначен для молочно–товарных ферм на 1400 коров 3600 голов откормочного молодняка.

Здание кормоцеха кирпичное, одноэтажное с размерами в плане 24×12 м высотой 6,5 м, фундамент под стены столбчатый.

Оборудование кормоцеха позволяет выполнять следующие операции: готовить и подавать 3%–ное известковое молоко вместе с мочевиной и солью в каждый запарник–смеситель с предварительно измельченной соломой; принимать и включать силос в кормовую смесь; принимать и дозировать готовые концентрированные корма; смешивать компоненты рациона и выгружать их в кормораздающие средства [9].



1–бункер для извести; 2–бетономешалка С-739; 3–бак–отстойник для извести; 4–фекальный насос 2,5–НФ; 5–емкость для рабочего раствора; 6–смеситель рабочего раствора; 7–ларь для соли; 8–стелаж для мочевины; 9–стелаж для каустической соды; 10,13–ленточные транспортеры; 11,22–транспортеры ТС–40М; 12–кормораздатчик; 14–смеситель С-12; 15–бункер–дозатор; 16–смесительный бункер–дозатор ЭС–250; 17–нория НЦГ–10; 18–бункер для комбикормов; 19,21–кормораздатчики с электроприводом; 20–дробилка–измельчитель соломы

Рисунок 1.3 – План кормоцеха Кургансельхозтехпроекта:

### 1.3 Обзор конструкций смеситель кормов

Патент №2305472 рисунок 1.4. Смеситель кормов, включающий контейнер цилиндрической формы, закрепленный с возможностью вращения на цапфах в течение фазы смешения относительно оси, расположенной под углом относительно геометрической оси контейнера и пересекающей торцы контейнера в краевых и диаметрально противоположных точках, горловину для загрузки и выгрузки, закрываемую герметической крышкой, привод контейнера и вал с лопастями, установленный внутри контейнера, отличающийся тем, что вал с лопастями закреплен с возможностью вращения относительно геометрической оси контейнера посредством планетарного механизма, водилом которого



является контейнер, а сателлитом являются лопасти вместе с валом и жестко закрепленным на нем с внешней стороны контейнера коническим зубчатым колесом, находящимся в зацеплении с неподвижным при смешении и подвижным при выгрузке кормосмеси центральным зубчатым колесом с тормозным барабаном, расположенным на одной из цапф контейнера и снабженным автономным приводом и нормально замкнутым тормозом с управлением от электромагнита, сблокированного электрической цепью с электродвигателем привода контейнера, кроме того, лопасти на валу расположены по винтовой линии с углом атаки в сторону горловины, а горловина расположена на образующей контейнера у его торца.

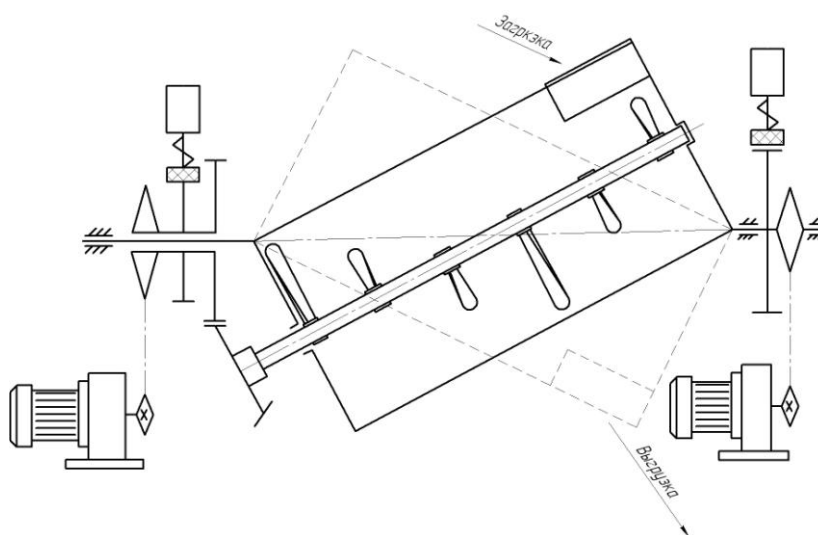


Рисунок 1.4 – Патент №2305472

Патент №2325097. Смеситель кормов, включающий кожух с размещенным в нем горизонтальным шнеком с чередующимися разрывами навивки, отличающийся тем, что на противоположных концах кожуха установлены загрузочный бункер и выгрузное окно, загрузочный бункер разделен на секции вертикальными перегородками, в нижней части секций установлены дозаторы, на концах витков шнека параллельно его оси и симметрично относительно нее установлены стержни, а внутри кожуха, вдоль наружной поверхности шнека, установлен спиральный винт, причем шнек и спиральный винт снабжены отдельными приводами с регулируемыми частотами вращения [16].

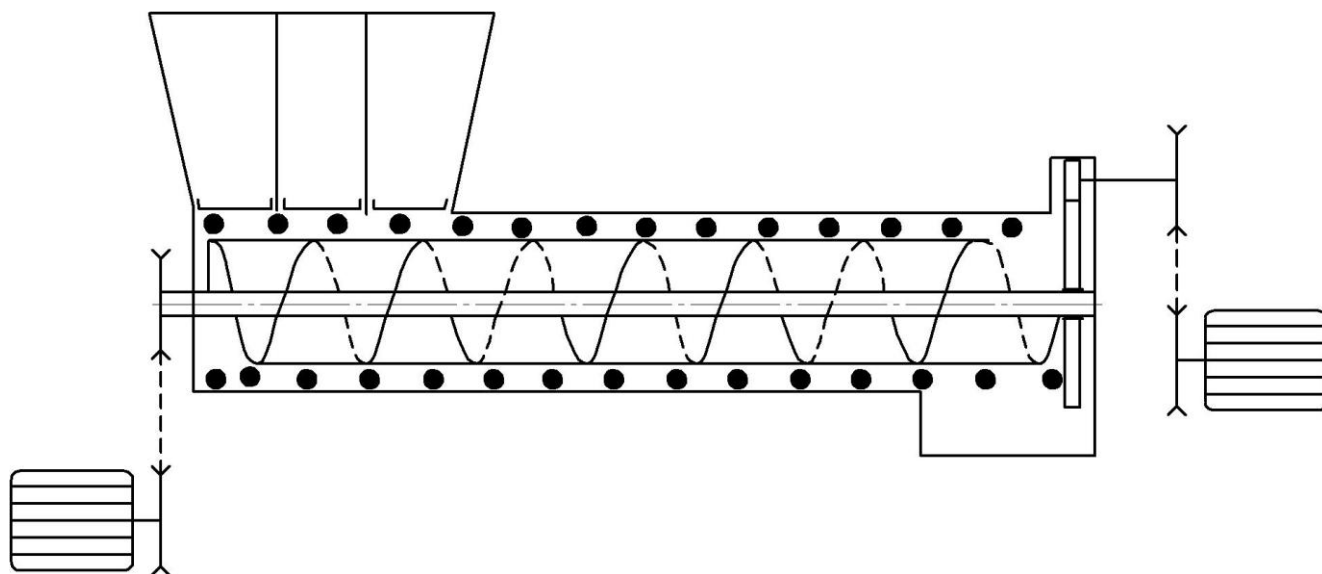


Рисунок 1.5 – Патент №2325097

Патент №2328950. Смеситель кормов, включающий наклонный бункер со шнеком, загрузочное и выгрузное устройства, привод, отличающийся тем, что имеет разделитель, установленный на передней наклонной стенке бункера с внутренней стороны бункера смесителя над шнеком, с поперечным сечением в виде клина с тупым углом и с шириной меньше внутренней ширины бункера смесителя, образуя по боковым сторонам вертикальный зазор для частичного обратного просыпания перемешиваемых компонентов.

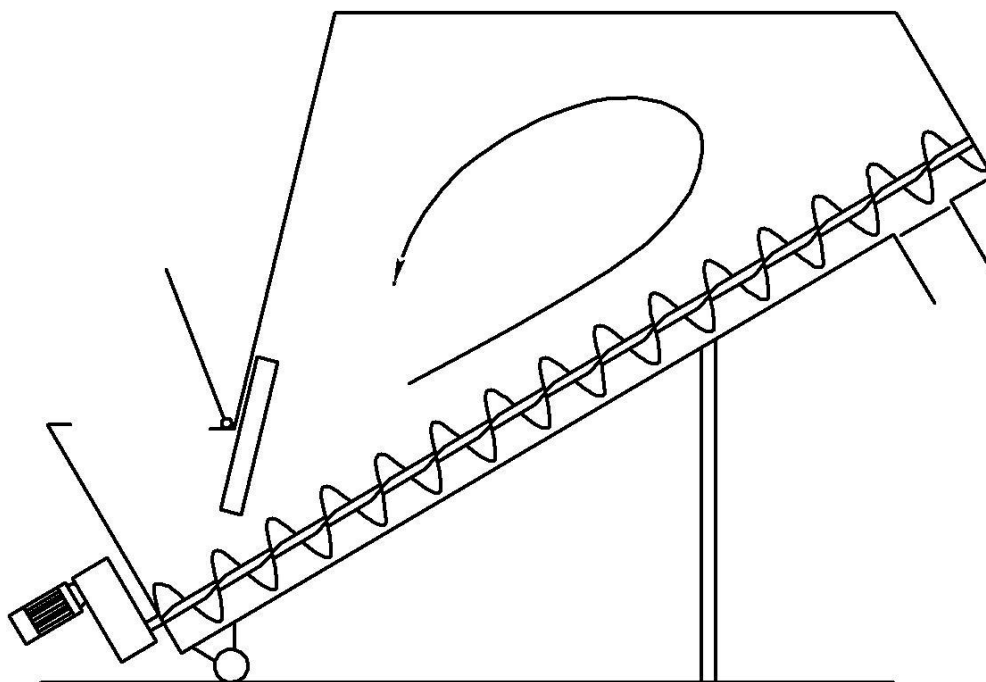


Рисунок 1.6 – Патент №2328950

Патент №2373810. Смеситель кормов, содержащий барабан, состоящий из секций, отличающийся тем, что секции выполнены разными по форме и размерам, увеличивающимися от загрузки к выгрузке, соединены последовательно и поочередно, при этом первая секция выполнена из двух подсекций, одна из которых смонтирована из двух больших разносторонних треугольников, соединенных своими основаниями с боковыми сторонами большой равносторонней трапеции, а вторая подсекция смонтирована из малой равносторонней трапеции, к боковым сторонам которой присоединены своими меньшими боковыми сторонами два малых разносторонних треугольника, основания которых равны большим боковым сторонам треугольников первой подсекции, которыми подсекции соединены друг с другом, причем верхние основания трапеций двух подсекций равны друг другу и равны малым боковым сторонам треугольников первой подсекции с образованием малого входного отверстия секции, а нижние основания трапеций равны друг другу и равны большим боковым сторонам треугольников второй подсекции с образованием большого выходного отверстия секции, к которому присоединена вторая секция, выполненная в виде прямой треугольной призмы, образованной сечением куба по диагонали.

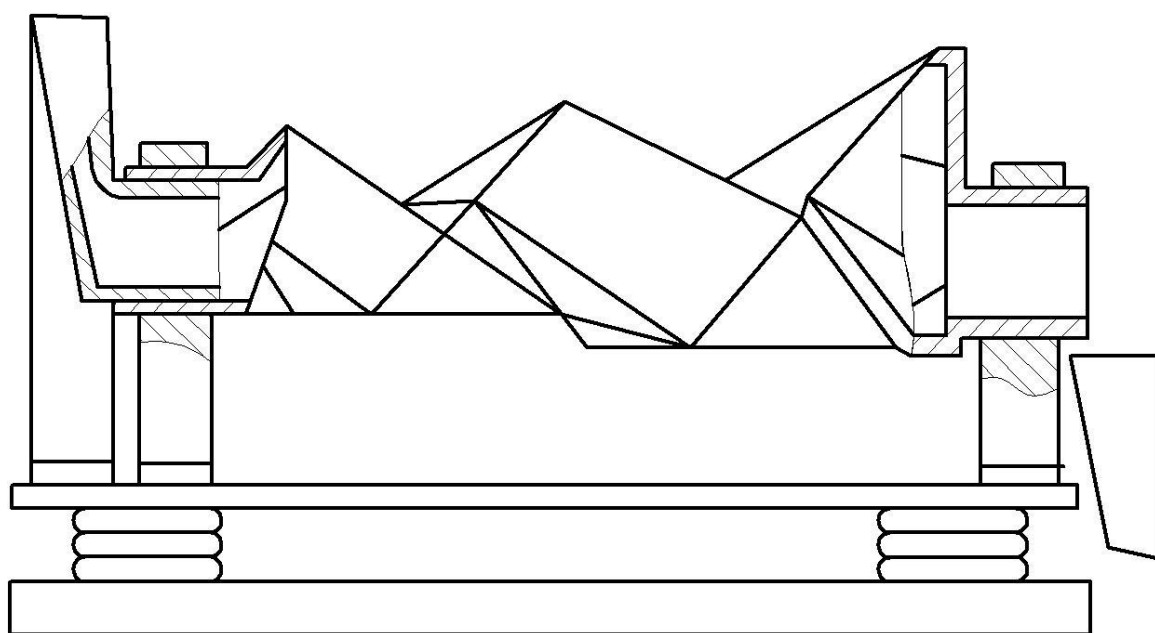


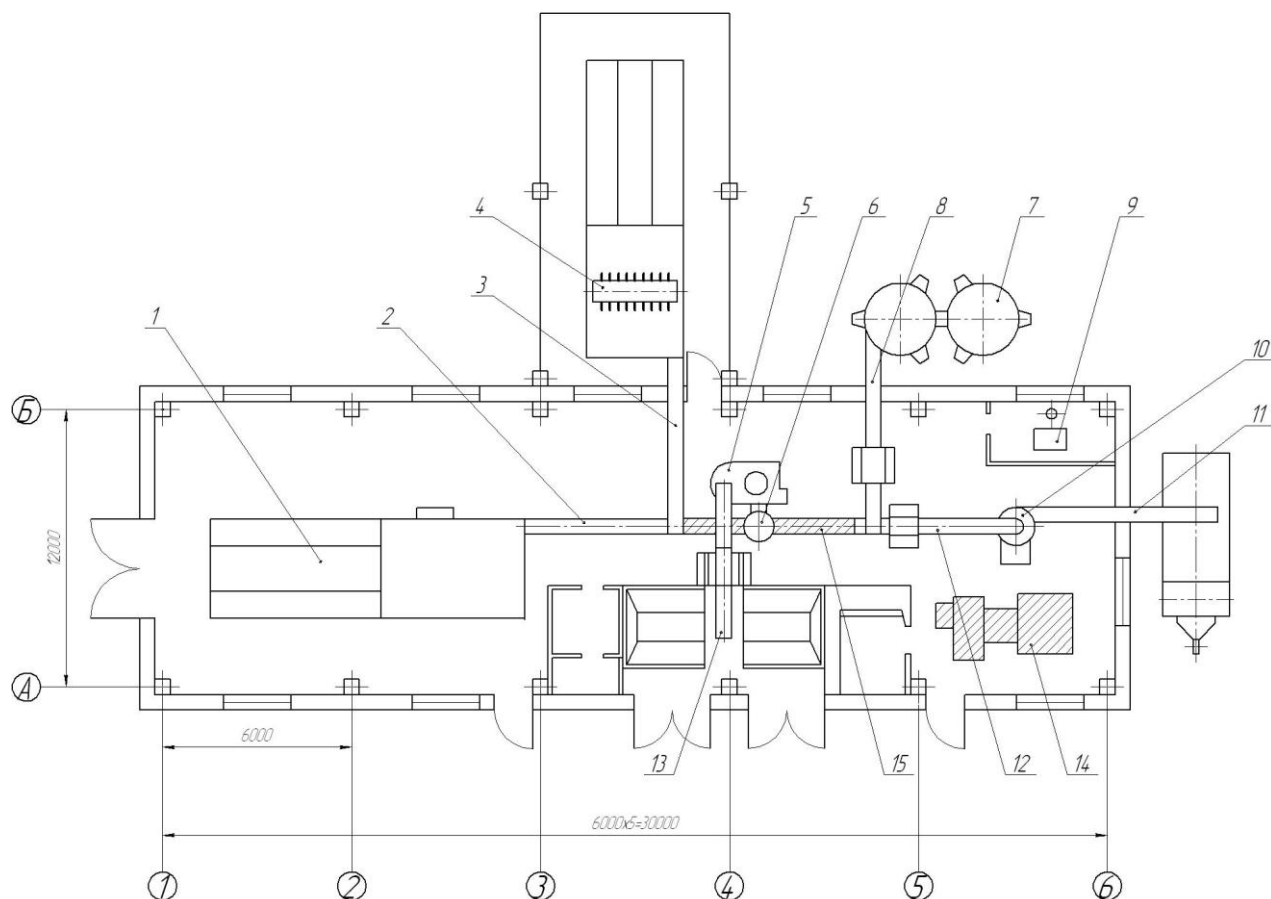
Рисунок 1.7 – Патент №2373810

Недостатками данных смесителей являются: недостаточная интенсивность смешивания и недостаточная интенсивность взаимодействия компонентов кормов друг с другом вследствие ограниченного кинематически динамического воздействия лопастей на перемешиваемые компоненты, а также необходимость создания наклона барабана для транспортировки их от загрузки к выгрузке, что ведёт к увеличению массы и габаритов.

## 2 Технологическая часть

### 2.1 Описание кормоцеха КОРК – 15

На фермах нашей страны по производству мяса и молока наибольшее применение нашел кормоцех с непрерывным технологическим процессом на базе комплекта КОРК–15 (рисунок 2.1). Он рекомендуется для использования во всех климатических зонах страны [1].



1–питатель сенажа и силоса ПЗМ–1,5; 2–транспортер сенажа и силоса ЛИС–3.02.00; 3–транспортер соломы АБВ–04.00; 4–питатель соломы с измельчающим барабаном ПЗМ–1.5М; 5–измельчитель–камнеуловитель ИКМ–5; 6–дозатор корнеклубнеплодов КОРК–15.03.01; 7–бункер–дозатор комбикормов ОПК–2.12.00; 8–конвейер винтовой УШГ–2016; 9–пульт управления; 10–измельчитель–смеситель кормов ИСК–3; 11–выгрузной транспортер АБВ–04.00; 12–сборный транспортер КОРК–15.05.01; 13–транспортер корнеклубнеплодов ТК–5Б; 14–смеситель СМ–1,7 или оборудование ОМК–2 для внесения мелассы и карбамида в кормосмесь; 15–транспортер ТС–40С (ТС–40М)

Рисунок 2.1 – Схема расстановки оборудования кормоцеха КОРК–15:

Кормоприготовительный цех с комплектом оборудования КОРК–15, предназначен для приготовления кормовых смесей на молочных фермах. Оборудование кормоцеха позволяет готовить полнорационные многокомпонентные кормовые смеси из силоса, сенажа, сена, , корнеклубнеплодов, концкормов, карбамида и мелассы в режиме непрерывного дозирования, доизмельчения и смешивания в потоке необходимых компонентов кормов. Оборудование размещается в одноэтажном здании.

Комплект оборудования состоит из следующих технологических линий: сена; силоса (сенажа); корнеклубнеплодов; концкормов; мелассы карбамида; сбора, доизмельчения, смешивания и выдачи кормосмеси.

Линия сена предназначена для приема, измельчения дозированной выдачи сена. Основное оборудование линии: питатель–измельчитель кормов и транспортер–дозатор. Загрузчик кормов представляет собой модернизированный питатель агрегата АВМ–1,5. Он состоит из рамы , лотка, подающего конвейера, подъемного лотка, подающего и отбойного битеров, гидросистемы подъема лотка, привода битеров, измельчающего устройства и подающего конвейера. Транспортер–дозатор оборудован дозирующим устройством, включающим заслонку, пластину и выключатель.

Линия силоса (сенажа) обеспечивает прием и дозированную подачу силоса или сенажа в соответствии с принятым рационом кормления. Она состоит из питателя зеленой массы и транспортера–дозатора агрегата АВМ– 1,5.

Линию корнеклубнеплодов используют для приема, накопления, мойки, измельчения дозированной выдачи кормовой свеклы, картофеля, моркови и т.д. Она включает блок транспортеров, измельчитель–камнеуловитель и дозатор корнеклубнеплодов. Блок транспортеров состоит из двух шнековых питателей и наклонного скребкового транспортера. Шнеки и скребковый транспортер имеют независимые приводные станции. Измельчитель–камнеуловитель предназначен для отделения от корнеклубнеплодов инородных предметов, мойки клубней и их измельчения. Состоит из ванны, скребкового транспортера, вертикального шнека

и измельчающего аппарата. Установленный на измельчителе двухскоростной электродвигатель позволяет регулировать качество измельчения корма. Дозатор корнеклубнеплодов состоит из бункера, установленного на опорах дозирующего устройства.

Линия концкормов предназначена для приема, хранения и дозированной выдачи продуктов. Она состоит из двух бункеров–дозаторов и двух винтовых конвейеров.

Линия мелассы и карбамида обеспечивает прием, приготовление и выдачу обогатительных добавок в зависимости от выбранного рациона кормления. Линия представляет собой оборудование для ввода карбамида и мелассы в кормосмеси. Узлы и механизмы технологической линии смонтированы на общей раме. Это обеспечивает удобную транспортировку, облегчает и упрощает монтаж. Основное оборудование линии: загрузочный шнек. Емкость карбамида со шнеком–питателем, емкость мелассы, подогреватель воды, система растворения карбамида, система подогрева мелассы, трубопровод, форсунки и электрошкаф.

Линия сбора, доизмельчения, смешивания и выдачи кормосмеси служит для непрерывного дозирования исходных компонентов, доизмельчения, смешивания и выдачи готовых кормосмесей в кормораздатчики. Она состоит из сборного транспортера и измельчителя–смесителя кормов.

Рассмотрим технологическую схему представленную на листе 2 дипломного проекта.

Технологический процесс: силос или сенаж предварительно измельчают погрузчиком стебельчатых кормов, с помощью самосвального транспортера доставляют в цех и загружают в лоток питателя ПЗМ–1.5. Питатель подает массу на транспортер–дозатор ЛИС–3.02.00, который направляет в линию сбора и смешивания.

Сено россыпью, в тюках или рулонах подвозят самосвальным транспортом и загружают в лоток питателя–измельчителя ПЗМ–1,5М. При помощи двух

гидроцилиндров свободный конец лотка поднимают и сено под собственным весом направляется на конвейер питателя. Из питателя она поступает в битерное устройство для измельчения и дозирования. Измельченную солому подают на транспортер–дозатор АВБ–04.00, битер которого регулирует толщину слоя массы, а транспортер подает ее в линию сбора и смешивания.

Корнеклубнеплоды самосвальным транспортом доставляют в цех и загружают в бункер транспортера ТК–5Б, который подает их в измельчитель–камнеуловитель ИКМ–5 для мойки и измельчения. Измельченные корнеклубнеплоды через бункер–дозатор КОРК–15.05.01 поступает в линию сбора и смешивания.

Концорма (комбикорма или обогащенные смеси концентратов) загружают в бункеры–дозаторы ОПК–2.12.00 и с помощью винтовых конвейеров дозированно подают в линию сбора и смешивания.

Питательные растворы приготавливают в оборудовании ввода мелассы и карбамида ОМК–2. Растворенный в воде гранулированный карбамид и подогретая меласса по двум отдельным технологическим линиям насосами–дозаторами через форсунки подают в линию сбора и смешивания.

Компоненты рациона, загруженные на транспортер линии сбора и смешивания ТС–40С дозированно при помощи транспортёра КОРК 15.03.01, послойно поступают в измельчитель–смеситель ИСК–3 для доизмельчения, смешивания и обогащения питательными растворами. Готовую кормовую смесь транспортером измельчителя–смесителя загружают в кормораздатчик.

Для управления работой оборудования кормоцеха предусмотрена комплектная система управления с центральным пультом.

Принимаем в данном дипломном проекте кормоцех КОРК–15. При этом согласно заданию модернизируем кормоцех. Вместо применяемого смесителя ИСК–3 устанавливаем смеситель проектируемый, остальное оборудование остается без изменений. Размещение оборудования представлено на листе 3 графической части проекта. [2]



## 2.2 Определение расхода кормов на ферме

В данном хозяйстве среднегодовой удой на одну корову в год составляет 3901 кг молока. Это не очень высокий показатель. При дальнейшем расчете, в качестве допущения принимаем, что все поголовье животных является лактирующим. Чтобы получить удой у коров 4000 в год или 13 кг среднесуточный удой на одну корову с живой массой 400...500 кг жирностью молока 3,8 – 4% необходимое количество кормовых единиц в день составляет 11,5 к.е. [3]

Составим рацион кормления животных из кормов собственного производства. Рацион составляем по литературе [13].

Из данных таблицы 2.1 видно, что суточная норма кормовой смеси на одну корову составляет 35,34 кг. В хозяйстве используется трехразовое доение коров. Корма суточного рациона будем выдавать коровам за три кормления: утреннее, дневное и вечернее. Разделение рациона по кормлениям представим таким образом, чтобы можно было при необходимости готовить кормовые смеси, а также была бы возможность раздельной раздачи кормов, когда не работает кормоцех. Распределение суточного рациона по кормлениям представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Рацион кормления коров

| Вид корма               |            | Питательность 1 кг корма, к.е. | В к.е. от общей питательности рациона | Количество корма в рационе, кг |
|-------------------------|------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Грубые корма            | сено       | 0,45                           | 1,62                                  | 3,61                           |
| Сочные корма            | корнеплоды | 0,25                           | 1,20                                  | 4,80                           |
| Сочные корма            | силос      | 0,20                           | 3,96                                  | 19,8                           |
| Провяленные             | сенаж      | 0,4                            | 1,57                                  | 3,90                           |
| Концентрированные корма |            | 1,0                            | 3,18                                  | 3,18                           |
| Минеральные добавки     | соль       | –                              | –                                     | 0,02                           |
|                         | мел        | –                              | –                                     | 0,03                           |
| Итого:                  |            | –                              | 11,53                                 | 35,34                          |

Таблица 2.2 – Распределение кормов по кормлениям

| Кормление | Вид корма               | Всего кормов, кг |                      |              |
|-----------|-------------------------|------------------|----------------------|--------------|
|           |                         | на одну голову   | всего на одну голову | на 800 коров |
| Утреннее  | Сенаж                   | 3,9              | 7,7                  | 6160         |
|           | Сено                    | 1,2              |                      |              |
|           | Корнеплоды              | 1,6              |                      |              |
|           | Концентрированные корма | 1,0              |                      |              |
| Дневное   | Сено                    | 1,20             | 11,83                | 9464         |
|           | Силос                   | 8,0              |                      |              |
|           | Корнеплоды              | 1,6              |                      |              |
|           | Концентрированные корма | 1,0              |                      |              |
|           | Минеральные добавки     | 0,025            |                      |              |
| Вечернее  | Сено                    | 1,20             | 15,81                | 12648        |
|           | Концентрированные корма | 1,18             |                      |              |
|           | Силос                   | 11,80            |                      |              |
|           | Корнеплоды              | 1,6              |                      |              |
|           | Минеральные добавки     | 0,025            |                      |              |
| Итого:    |                         |                  | 35,34                | 28272        |

В качестве расчетного возьмем вечернее кормление, при котором следует приготовить и раздать 12648 кг кормовой смеси.

Объемную массу кормовой смеси  $\gamma_c$  вычисляем по формуле [13]:

$$\gamma_c = \frac{q_1\gamma_1 + q_2\gamma_2 + q_3\gamma_3 + q_4\gamma_4 + q_5\gamma_5}{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5} \quad (2.1)$$

где  $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5$  – соответственно количество сена, силоса, концентрированных кормов, корнеплодов и минеральных добавок в смеси, кг

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5$  – соответственно объемная масса сена, силоса, концентрированных кормов и корнеплодов, минеральных добавок, кг/м<sup>3</sup>.

Принимаем:

$$\gamma_1 = 80 \text{ кг} / \text{м}^3; \gamma_2 = 450 \text{ кг} / \text{м}^3; \gamma_3 = 600 \text{ кг} / \text{м}^3; \gamma_4 = 700 \text{ кг} / \text{м}^3; \gamma_5 = 1200 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$\gamma_c = \frac{1,2 \cdot 80 + 11,8 \cdot 450 + 1,18 \cdot 600 + 1,6 \cdot 700 + 0,025 \cdot 1200}{1,2 + 11,8 + 1,18 + 1,6 + 0,025} = 490 \text{ кг/м}^3$$

Обычно кормовая смесь готовится влажностью 65...75%, смесь по влажности не проверяем, готовить будем без добавления воды, так как в коровнике есть автопоилки, перевозить лишнюю воду в смеси нет никакой необходимости.

### 2.3 Расчет технологических линий кормоцеха

Расчет технологических линий кормоцеха проведем по литературе [10]. Так как производительность цеха зависит от применяемого смесителя, а в качестве смесителя используется проектируемый, то первоначально определим производительность цеха.

Производительность линии смешивания или смесителя  $Q$  определяется по формуле:

$$Q = \frac{G_{p \max}}{T \cdot \eta_m \cdot \eta_c}, \quad (2.2)$$

где  $G_{p \max}$  – максимальный разовый расход за кормление, кг;

$T$  – допустимое время приготовления и скармливания по зоотехническим нормам, ч;  $T = 1,5...2$  ч, принимаем  $T = 1,7$  ч;

$\eta_m, \eta_c$  – коэффициенты технической надежности и использования времени смены соответственно, принимаем  $\eta_m = 0,9$ ,  $\eta_c = 0,85$  [10]

$$Q = \frac{12648}{1,7 \cdot 0,9 \cdot 0,85} = 9750 \text{ кг/ч} = 9,75 \text{ т/ч}$$

По данной производительности должен подбираться смеситель.

Продолжительность работы цеха принимаем окончательно  $t_{\text{ц}} = T = 1,7$  ч.

Производительность дозаторов технологических линий определим по формуле:

$$П = \frac{M}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.3)$$

где  $M$  – масса обрабатываемого на линии кормового компонента, кг

Производительность линии грубых кормов будет

$$П_{\text{гр}} = \frac{M_{\text{гр}}}{t_{\text{ц}}},$$

где  $M_{\text{гр}}$  – количество грубого корма на кормление, кг

$$П_{\text{гр}} = \frac{960}{1,7} = 565 \text{ кг/ч}$$

Для подвоза грубых кормов используем трактор с прицепом 2ПТС–4 с наращенными бортами.

Производительность дозатора линии силоса составит

$$П_{\text{сил}} = \frac{M_{\text{сил}}}{t_{\text{ц}}},$$

где  $M_{\text{сил}}$  – количество силоса на кормление, кг

$$П_{\text{сил}} = \frac{9440}{1,7} = 5553 \text{ кг/ч}$$

Для подвоза силоса также будем использовать трактор с прицепом 2ПТС–4. При грузоподъемности тележки 4,5 т, тракторный агрегат должен совершить два рейса, лучше до начала работы цеха.

Производительность линии корнеклубнеплодов составит

$$П_{\text{кор}} = \frac{M_{\text{кор}}}{t_{\text{ц}}}$$

где  $M_{кор}$  – количество корнеклубнеплодов на кормление, кг

$$П_{кор} = \frac{1280}{1,7} = 753 \text{ кг/ч}$$

Продолжительность загрузки бункера дозатора определим по выражению

$$t_3 = \frac{V_{кор} \cdot \gamma \cdot \varphi}{П_{икм} - П_{кор}}, \quad (2.4)$$

где  $V_{кор}$  – объем бункера дозатора измельченных корнеплодов,  $V = 0,8 \text{ м}^3$

$\gamma$  – объемная масса корнеплодов,  $\gamma = 650...700 \text{ кг/м}^3$  [13];

$\varphi$  – коэффициент заполнения бункера,  $\varphi = 0,85$  [20];

$П_{икм}$ ,  $П_{кор}$  – производительность соответственно мойки–измельчителя и бункера–дозатора корнеплодов, кг/ч.

$$t_3 = \frac{0,8 \cdot 700 \cdot 0,85}{5000 - 753} = 0,11 \text{ час}$$

Продолжительность выгрузки будет:

$$t_6 = \frac{0,8 \cdot 700 \cdot 0,85}{753} = 0,63 \text{ час}$$

Через 0,11 часа после машины ИКМ–5 бункер–дозатор заполняется, поэтому мойку отключают. Затем через 0,63 часа снова включают.

Производительность линии концентрированных кормов составит

$$П_{кон} = \frac{M_{кон}}{t_u},$$

где  $M_{кон}$  – количество концентрированных кормов на кормление, кг

$$П_{кон} = \frac{944}{1,7} = 555,3 \text{ кг/ч}$$

Для подвоза и загрузки бункеров концентрированных кормов используем загрузчик ЗСК–10.

Производительность линии минеральных добавок будет:

$$P_{мин} = \frac{20}{1,7} = 11,8 \text{ кг/ч}$$

На расчетную производительность настраиваются дозаторы технологических линий кормоцеха. Отдозированные компоненты кормовой смеси поступают на сборный транспортер кормоцеха и далее в смесителе корма перемешиваются. Из смесителя готовая кормовая смесь цепочно–планчатым транспортером выгружается в кормораздатчик КТУ–10А.

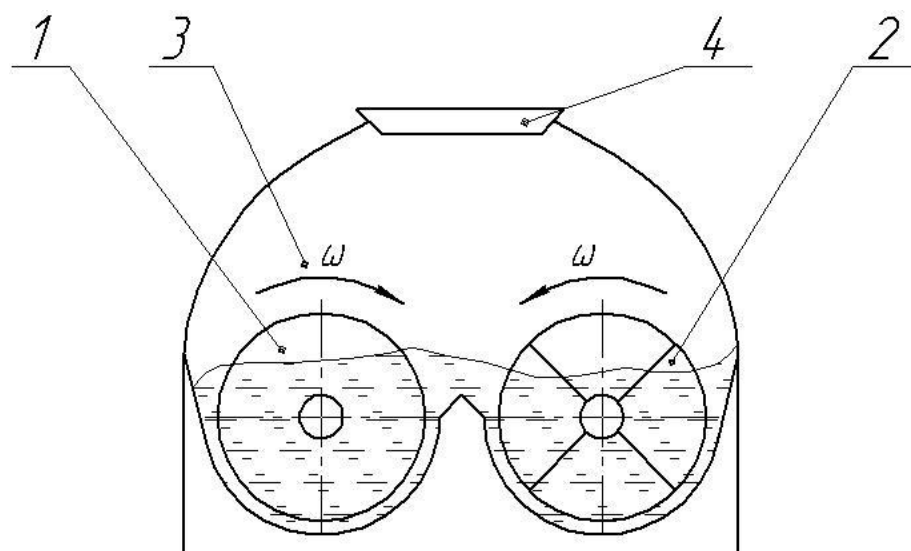
### 3 Конструкторская часть

#### 3.1 Обоснование конструкторской разработки

В типовом проекте кормоцеха КОРК–15 измельчитель–смеситель кормов ИСК–3 очень мелко измельчает стебельчатые корма, что не соответствует по зоотехническим требованиям для крупного рогатого скота. В предлагаемом смесителе битерно–винтового типа этот недостаток устранен и значительно повышается однородность смешивания [17].

##### Описание проектируемого смесителя кормов

Проектируемый смеситель является машиной с непрерывным ритмом работы. Схематично смеситель представлен на рисунке 3.1.



1–винт; 2–битер; 3–корпус; 4–загрузочная горловина

Рисунок 3.1 – Схема битерно–винтового смесителя кормов:

Конструктивная особенность смесителя – наличие органов двух типов: сплошного винта (шнека) и лопастного битера, расположенных горизонтально и параллельно друг другу, вращающихся в разных направлениях с различной частотой.

|           |      |                |         |      |                                     |  |  |                           |       |         |
|-----------|------|----------------|---------|------|-------------------------------------|--|--|---------------------------|-------|---------|
|           |      |                |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ |  |  |                           |       |         |
|           |      |                |         |      | Рыхлительный<br>корпус              |  |  |                           |       |         |
|           |      |                |         |      |                                     |  |  |                           |       |         |
|           |      |                |         |      |                                     |  |  |                           |       |         |
|           |      |                |         |      |                                     |  |  |                           |       |         |
| Изм.      | Лист | № докум.       | Подпись | Дата |                                     |  |  | Лит.                      | Масса | Масштаб |
| Разраб.   |      | Татаринев Э.В. |         |      |                                     |  |  |                           | -     | -       |
| Провер.   |      | Кашапов И.И.   |         |      |                                     |  |  |                           |       |         |
| Т. Контр. |      |                |         |      |                                     |  |  |                           |       |         |
| Реценз.   |      |                |         |      |                                     |  |  |                           |       |         |
| Н. Контр. |      | Кашапов И.И.   |         |      |                                     |  |  | Казанский ГАУ<br>каф. МОА |       |         |
| Утверд.   |      | Халиуллин Д.Т. |         |      |                                     |  |  |                           |       |         |

Благодаря раздельному приводу можно установить оптимальный режим смешивания в зависимости от состава и физико–механических свойств исходных компонентов смеси.

Предварительно подготовленные (измельченные) кормовые компоненты попадают через загрузочную горловину 4 на винт 1, который перемещает корм вдоль корпуса 3, отбрасывая кормовые компоненты в зону действия битера 2. Под действием лопаток битера и возникающей центробежной силы смесь отбрасывается и по внутренней поверхности крышки возвращается на винт, который вновь подает кормовую смесь под лопасти битера. На внутренней стороне крышки имеются сменные направляющие ребра и рассекатели, расчленяющие поток смеси и создающие условия интенсивного процесса смешивания. Обмен между рабочими органами по ходу движения корма происходит несколько раз, что приводит к получению однородной кормовой смеси в соответствии с зоотехническими требованиями [6].

### 3.2 Выбор и расчет основных параметров смесителя

Основными параметрами, определяющими технологический процесс смесителя, являются его производительность, объем камеры смешивания, диаметры битера и винта, частота их вращения и время нахождения корма в камере смесителя [17].

Фактический объем смесительного устройства находим по формуле:

$$V_{\phi} \geq \frac{Q_{\phi}}{\gamma_c \cdot k_3}, \quad (3.1)$$

где  $Q_{\phi}$  – масса корма в смесителе во время смешивания, кг;

$\gamma_c$  – объемная масса смеси, кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma_c$  – 490 кг/м<sup>3</sup> [17];

$k_3$  – коэффициент заполнения,  $k_3 = 0,15$  [17]

Массу корма в смесителе можно определить по выражению:

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |



$$Q_y = Q_m \cdot t, \quad (3.2)$$

где  $Q_m$  – подача (производительность) линии смешивания, кг/мин

$$Q_m = 162,5 \text{ кг/мин};$$

$t$  – время прохождения корма вдоль корпуса смесителя от поступления до его выхода из него, мин.

При расчете используем для простоты время не в системе СИ, т.е. в мин.

Время нахождения корма в смесителе будет зависеть от частоты вращения винта, от шага винта и времени обмена корма между витками шнека и битером. Принимаем по рекомендациям [12] число витков на шнеке равное  $N=7$ , а частоту вращения  $n=160$  об/мин. При таких параметрах достигается наилучшее качество смешивания. Определим время  $t_\sigma$  перемещения массы корма витком шнека.

$$t_\sigma = \frac{N}{n},$$

$$t_\sigma = \frac{7}{160} = 0,042 \text{ мин}$$

Учитывая, в первом приближении, что время работы бitera такое же  $t_b$ . Тогда суммарное время работы одного шага рабочих органов смесителя составляет:

$$t_1 = t_\sigma + t_b,$$

$$t_1 = 0,042 + 0,042 = 0,084, \text{ мин.}$$

Так как всего витков 7, то полное движение вдоль корпуса смесителя составит:

$$t_y = 7 \cdot t_1 \text{ мин};$$

$$t_y = 7 \cdot 0,084 = 0,52 \text{ мин.}$$

Определяем массу корма в смесителе по формуле (3.2):

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

$$Q_y = 162,5 \cdot 0,52 = 96 \text{ кг}$$

По формуле (3.1) определяем объем камеры смешивания:

$$V_{\phi} \geq \frac{96}{490 \cdot 0,15} = 1,3 \text{ м}^3$$

Диаметр винта определим из формулы производительности смесителя [24]:

$$Q = \frac{1,8}{\pi} \sqrt{\frac{D \cdot g \cdot \cos^2 \rho \cdot 2 \sqrt{2 \cdot \sin(\alpha + \rho) - 1}}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha + \rho) \cdot \sqrt{\frac{1 - \operatorname{ctg}^2(\alpha + \rho)}{2}}}} \cdot k_z \cdot \gamma_c \cdot k_q, \quad (3.3)$$

где  $Q$  – производительность смесителя, кг/мин;

$D$  – диаметр винта, м;

$\rho$  – угол трения материала о поверхность винта, град;

1,8 – переводной коэффициент;

$k_q$  – коэффициент производительности.

Принимаем по рекомендациям значения  $\rho = 22^\circ$ ;  $k_q = 0,52$ .

Чтобы выполнить заданный технологический процесс смешивания, сумма углов  $(\alpha + \rho)$  должна быть более  $45^\circ$  [20], только в этом случае винт выбрасывает массу в зону действия битера. Принимаем  $(\alpha + \rho) = 46^\circ$ , тогда угол подъема винтовой линии винта составит  $\alpha = 24^\circ$ . Из формулы (3.3) определяем диаметр винта.

$$D = \frac{Q^2 \cdot \pi^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha + \rho) \cdot \sqrt{\frac{1 - \operatorname{ctg}^2(\alpha + \rho)}{2}}}{3,24 \cdot g \cdot \cos^2 \rho \cdot 2 \cdot \sqrt{2 \cdot \sin(\alpha + \rho) - 1} \cdot k_z^2 \cdot \gamma_c^2 \cdot k_q^2}, \quad (3.4)$$

Подставляем численные данные в формулу (3.4), получаем:

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

$$D = \frac{162,5^2 \cdot \pi^2 \cdot \sin^2 24 \cdot \sin(24 + 22) \cdot \sqrt{\frac{1 - \operatorname{ctg}^2(24 + 22)}{2}}}{3,24 \cdot 9,81 \cdot \cos^2 22 \cdot 2 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(24 + 22) - 1 \cdot 0,15^2 \cdot 490^2 \cdot 0,52^2} = 0,22 \text{ м}$$

Принимаем диаметр винта  $D_{\epsilon} = 0,25 \text{ м}$ .

Определяем шаг винта по выражению [12]:

$$S = \pi \cdot D \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ м} \quad (3.5)$$

$$S = \pi \cdot 0,25 \cdot \operatorname{tg} 24 = 0,35 \text{ м}$$

тогда длина рабочей части винта при числе витков  $N=7$  составит

$$L = S \cdot N = 0,35 \cdot 7 = 2,45 \text{ м}$$

Диаметр вала шнека  $d$  определим по рекомендациям [24]:

$$d = 0,2 \cdot D_{\epsilon} = 0,2 \cdot 0,25 = 0,05 \text{ м}$$

Определим потребную мощность на привод шнека из выражения [23]:

$$N_{\epsilon} = \frac{0,01 \cdot Q \cdot L \cdot k}{\eta} \quad (3.6)$$

где  $Q$  – производительность смесителя часовая, т/ч  $Q = 9,75 \text{ т/ч}$ ;

$k$  – коэффициент сопротивления,  $k = 3..4$  [23], принимаем  $k = 3,5$ ;

$\eta$  – к.п.д. передачи, принимаем предварительно  $\eta = 0,9$ .

Определяем потребную мощность на привод шнека:

$$N_{\epsilon} = \frac{0,01 \cdot 9,75 \cdot 2,45 \cdot 3,5}{0,9} \approx 1,0 \text{ кВт}$$

Диаметр бitera принимаем равным диаметру винта из конструктивных соображений  $D_{\delta} = 0,25 \text{ м}$ . Частоту вращения бitera  $n_{\delta}$ , расстояние между активными зонами лопастей  $a_{\lambda}$  и ширину лопастей  $b_{\lambda}$  принимаем согласно

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

опытным данным [23]. Имеем  $n_{\delta} = 450$  об/мин,  $a_{\text{л}} = 0,045$  м,  $b_{\text{л}} = 70$  мм. Угол атаки лопастей  $\alpha' = 90^\circ$

Шаг установки лопастей  $S_{\text{л}}$  определяем по формуле:

$$S_{\text{л}} = \frac{b_{\text{л}}}{\sin \alpha'} + a_{\text{л}} \quad (3.7)$$

$$S_{\text{л}} = \frac{0,97}{\sin \alpha'} + 0,045 = 0,115 \text{ м}$$

Длину рабочей части битера принимаем равную длине винта  $L_{\delta} = 2,45$ , м

Определим число лопастей  $z$  на валу битера:

$$z = \frac{L_{\delta}}{S_{\text{л}}},$$

$$z = \frac{2,45}{0,115} = 21,3 \text{ шт}$$

принимаем  $z = 21$  шт.

Потребная мощность для привода лопастного вала смесителя определяем с учетом действующих на лопасть сопротивлений по формуле [20].

$$N_{\text{л}} = \frac{P_p \cdot v_p \cdot z}{1000 \cdot \eta_{\delta}} \quad (3.8)$$

где  $v_p$  – окружная скорость лопастей, м/с;

$P_p$  – усилие на лопастях вала, Н;

$\eta_{\delta}$  – к.п.д. привода вала, принимаем для ременной передачи 0,95.

Линейная окружная скорость определяется по известной формуле:

$$v_p = \omega \cdot r_c, \quad (3.9)$$

где  $r_c$  – расстояние от оси вращения до точки приложения окружного усилия, м;

$\omega$  – угловая скорость вала битера, рад/с,  $\omega = 74,1$  рад/с.

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

По рекомендациям И.В. Кулаковского точка приложения окружного усилия находится на расстоянии  $1/3$  от края активной части лопасти погруженной в корм, что составит  $r_c \approx 0,06$  м. Определим окружную скорость:

$$v_p = 74,1 \cdot 0,06 = 4,45 \text{ м/с}$$

Усилие на лопастях вала определяется по формуле [20].

$$P_p = 9,81 \cdot \gamma_c \cdot h_c \cdot F_l \cdot tg^2(45 - \frac{\rho}{2}) \quad (3.10)$$

где  $h_c$  – средняя глубина погружения лопасти в кормовую массу, м;

$F_c$  – проекция площади лопасти, погруженной в материал, на направление вращения,  $m^2$ .

Принимаем по рекомендациям [20] для выбранных геометрических параметров битера  $h_c = 0,05$  м,  $F_l = 0,007$   $m^2$ .

Определяем действующее усилие на лопасть битера:

$$P_p = 9,81 \cdot 490 \cdot 0,05 \cdot 0,07 \cdot tg^2(45 - \frac{22}{2}) = 36,9 \text{ Н}$$

Подставим численные значения в формулу (3.8), получим

$$N_l = \frac{36,9 \cdot 4,45 \cdot 21}{1000 \cdot 0,95} = 3,8 \text{ кВт}$$

Выбираем электродвигатели для привода винта и битера. Необходимая частота вращения винта  $n_v = 160$  об/мин, потребная мощность равна  $N_v = 1,0$  кВт. По источнику [26] выбираем электродвигатель серии А, мощностью 1,1 кВт, с синхронной частотой вращения 1000 об/мин. Электродвигатель предназначен для эксплуатации в зоне умеренного климата. Для двигателя коэффициент скольжения  $S = 4,1\%$ , тогда асинхронная частота вращения составит

$$n_d = \left(1 - \frac{4,1}{100}\right) \cdot 1000 = 960 \text{ об/мин.}$$

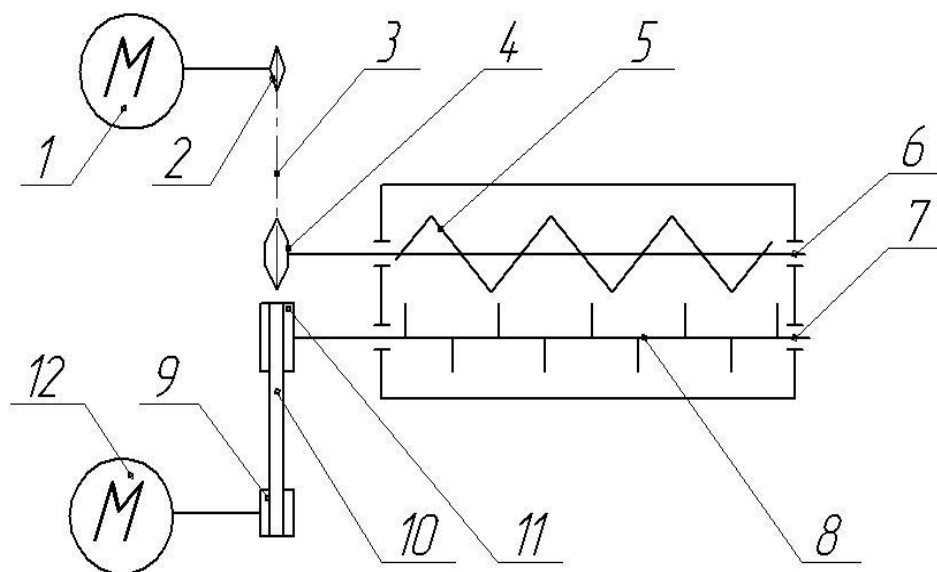
|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

Необходимая частота вращения бitera  $n_b = 450$  об/мин, потребная мощность  $N_n = 3,8$  кВт. Выбираем двигатель марки 4А100 мощность 4 кВт, синхронная частота вращения 1500 об/мин,  $S=4\%$ . Асинхронная частота вращения двигателя составит  $n_d = (1 - \frac{4,0}{100}) \cdot 1500 = 1440$  об/мин [26].

### 3.3 Кинематический расчет привода смесителя

В конструкции смесителя предусмотрены два рабочих органа вращающихся с различной частотой, соответственно различна и потребная мощность. Для привода принимаем два отдельных электродвигателя. Привод винта осуществляем через цепную передачу, так как передаточное значение значительное, а для привода бitera принимаем клиноременную передачу, так как битер является быстроходным рабочим органом.

Кинематическая схема привода представлена на рисунке 3.2.



1,12 – электродвигатели; 2,4 – звездочки; 3 – цепь; 5 – винт; 6,7 – подшипники; 8 – битер; 9,11 – шкивы; 10 – ремни

Рисунок 3.2 – Кинематическая схема привода:

Привод винта: крутящий момент от электродвигателя 1 передается через цепную передачу 3 со звездочками 2, 4 на вал шнека 5. Вал 5 вращается в подшипниках 6.

Привод бitera: крутящий момент от электродвигателя 12 подается через клиноременную передачу 10 со шкивами 9 и 11 на вал бitera 8, вращающегося в подшипниках 7.

### 3.4 Расчет цепной передачи шнека

Цепная передача открытая, работает в пыльном помещении в одну смену. Расположение линии центров передачи конструктивно принимаем  $80^\circ$  к горизонту, натяжение регулируется с помощью натяжной звездочки. Расчет цепной передачи проводим по литературному источнику [23].

Передаточное отношение определяем по формуле:

$$i = \frac{n_d}{n_b},$$

$$i = \frac{960}{160} = 6$$

Принимаем рекомендуемое число зубьев ведущей звездочки  $z_1 = 17$ , тогда число ведомой звездочки составит:

$$z_2 = i \cdot z_1 = 6 \cdot 17 = 102 \text{ условие } z_2 \leq z_{2\max} = 120 \text{ соблюдается.}$$

Определяем коэффициент быстроходности  $k_v$  по формуле:

$$k_v = \sqrt[3]{\left(\frac{n_d}{10}\right)^2}, \quad (3.11)$$

Подставляем численные значения и получаем:

$$k_v = \sqrt[3]{\left(\frac{960}{10}\right)^2} = 20,9$$

Находим шаг цепи по формуле

$$t = 30,53 \sqrt{\frac{P_1 \cdot k_v}{n_d \cdot k_m}} \quad (3.12)$$

где  $P_1$  – передаваемая мощность, кВт  $P_1 = 1,0$  кВт;

$k_m$  – коэффициент, учитывающий число рядов цепи, для однорядной  $k_m = 1$  [23].

$$t = \sqrt[30,53]{\frac{1 \cdot 20,9}{960 \cdot 1}} = 8,5 \text{ мм}$$

По ГОСТ 13552–81 принимаем цепь с шагом  $t=12,7$  мм марки ПР–12,7–18,2. Для выбранной цепи максимальная частота вращения ведущей звездочки не должна превышать 1250 об/мин, что в нашем случае соблюдается.

Определяем скорость цепи по формуле:

$$g = \frac{n_1 \cdot z_1 \cdot t}{60}, \text{ м/с} \quad (3.13)$$

где  $t$  – шаг цепи, мм

$$g = \frac{960 \cdot 17 \cdot 12,7}{60} = 3,4 \text{ м/с}$$

Определяем окружное усилие, передаваемое цепью по формуле:

$$F_t = \frac{P_1}{g},$$

$$F_t = \frac{1,0 \cdot 10^3}{3,4} = 294,2 \text{ Н}$$

Среднее давление в шарнирах цепи определим по выражению:

$$P_{\text{ц}} = \frac{F_t \cdot k_{\text{э}}}{A \cdot k_m}, \quad (3.14)$$

где  $k_{\text{э}}$  – коэффициент эксплуатации цепи;

$A$  – площадь опорной поверхности шарнира цепи,  $A=50 \text{ мм}^2$ .

Коэффициент эксплуатации определяют по формуле:

$$k_{\text{э}} = k_{\text{д}} \cdot k_{\text{н}} \cdot k_{\text{р}} \cdot k_{\text{с}} \quad (3.15)$$

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |



где  $k_d, k_n, k_p, k_c$  – коэффициенты соответственно динамический, наклона цепи, условий натяжения и смазки.

Для принятой конструкции цепи, при периодической смазки имеем:  
 $k_d = 1,0, k_n = 1,25, k_p = 1,1, k_c = 1,3$  [23]

Коэффициент эксплуатации составит:

$$k_{\text{э}} = 1 \cdot 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 1,78$$

$$P_{\text{ц}} = \frac{294,2 \cdot 1,78}{50 \cdot 1,0} = 10,4 \text{ Н/мм}^2$$

Допустимое среднее давление в шарнирах принятой цепи находим по формуле:

$$[P_{\text{ц}}] = \frac{C}{L_h \cdot k_g \cdot k_{\text{э}}}, \text{ Н/мм}^2,$$

где  $C$  – коэффициент работоспособности,  $C = 4 \cdot 10^6$  [23];

$L_h$  – срок службы передачи, ч  $L_h = 10^4$ .

$$[P_{\text{ц}}] = \frac{4 \cdot 10^6}{10^4 \cdot 20,9 \cdot 1,78} = 10,8 \text{ Н/мм}^2$$

Так как  $P_{\text{ц}} \leq [P_{\text{ц}}]$ , то износостойкость шарниров цепи обеспечены. Хотя значение практическое предельное можно перейти на следующий шаг, однако тогда увеличатся габаритные размеры звездочек.

Определим межосевое расстояние  $a$ . Из условия долговечности оптимальное межосевое расстояние будет.

$$a = 40 \cdot t, \text{ мм}$$

$$a = 40 \cdot 12,7 = 508, \text{ мм}$$

Сила, действующая на вал, от натяжения цепи составит:

$$F_{\text{с}} = \kappa \cdot F_t, \quad (3.16)$$

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

где  $k$  – коэффициент, учитывающий массу провисающей цепи,  $k = 1,15$  [23].

Подставив численные данные, получаем:

$$F_g = 1,15 \cdot 294,2 = 338,3 \text{ Н}$$

Определим делительные диаметры звездочек по следующим формулам:

$$d_1 = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_1}}; d_2 = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_2}}, \quad (3.17)$$

Подставляя численные данные в формулы (3.17), получаем.

$$d_1 = \frac{12,7}{\sin \frac{180}{17}} = 69 \text{ мм}; d_2 = \frac{12,7}{\sin \frac{180}{102}} = 312 \text{ мм}$$

Окончательно принимаем однорядную втулочно–роликовую цепь ПР–12,7–18,2 ГОСТ 13568–75.

#### 3.4.2 Расчет клиноременной передачи привода бitera

Расчет клиноременной передачи проводим по литературному источнику [12]. Передаваемая мощность  $N_1 = 3,8$  кВт, частота ведущего шкива  $n_1 = 1440$  об/мин, вращающий момент на валу составляет  $M_1 = 25,1$  Н м.

Передаточное число ременной передачи составляет:

$$U = \frac{n_1}{n_2},$$

$$U = \frac{1440}{450} = 3,2$$

Выбираем ремень сечением А, у которого размеры сечения составляют:  $B_0 = 13, B_p = 11, h = 8$  мм. Площадь сечения  $A_1 = 81$  мм<sup>2</sup>. Принимаем диаметр малого шкива  $d_1 = 90$  мм  $\varphi_0 = 40^\circ, Y_0 = 2,8$  мм.

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

Мощность, передаваемая одним ремнем сечения А, при диаметре малого шкива  $d_1 = 90 \text{ мм}$  соответствует  $N_0 = 1,7 \text{ кВт}$ .

Диаметр ведомого (большого) шкива определим по формуле.

$$d_2 = d_1 \cdot U \cdot (1 - \varepsilon) \quad (3.18)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент скольжения ремня,  $\varepsilon = 0,01 \dots 0,02$ , принимаем  $0,015$  [12].

$$d_2 = 903,2 \cdot (1 - 0,015) = 283, \text{ мм}$$

По ГОСТ 1284.3–80 принимаем  $d_2 = 280$ , мм. Уточняем передаточное отношение передачи.

$$U = \frac{280}{90(1 - 0,015)} = 3,16$$

Определяем межосевое расстояние передачи:

$$a = 1,1 \cdot d_2 = 1,1 \cdot 280 = 308 \text{ мм}$$

Определяем длину ремня по формуле:

$$l_p = 2a + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}, \quad (3.19)$$

Подставляя численные данные в формулу (3.19), получаем:

$$l_p = 2 \cdot 308 + 0,5\pi(90 + 280) + \frac{(280 - 90)^2}{4 \cdot 308} = 1220 \text{ мм}$$

По ГОСТ 1284.1–80 принимаем длину ремня  $l_p = 1220$  мм. Уточним межосевое расстояние:

$$a = \frac{2l_p - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{2l_p - \pi(d_2 + d_1) + 8(d_2 - d_1)^2}}{8} = 361 \text{ мм}$$

Угол обхвата ремня малого шкива:

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \frac{(d_2 - d_1)}{a} \quad (3.20)$$

Подставив численные значения и формулу, получим:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \frac{(280 - 90)}{361} = 150^\circ,$$

что больше допустимого  $[\alpha] = 120^\circ$ , условие выполнено.

Определим действительную расчетную мощность, передаваемую одним ремнем по формуле:

$$P_p = \frac{P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_l \cdot C_i}{C_p}, \quad (3.21)$$

где  $C_\alpha$  – коэффициент угла обхвата,  $C_\alpha = 0,95$  [12];

$C_l$  – коэффициент длины ремня,  $C_l = 0,8$  [12];

$C_p$  – коэффициент динамической нагрузки и режима работы,  $C_p = 1,1$  [12];

$C_i$  – коэффициент передаточного отношения,  $C_i = 1,14$  [12].

Определяем расчетную мощность передаваемую ремнем:

$$P_p = \frac{1,7 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,14}{1,14} = 1,34 \text{ кВт}$$

Определяем потребное количество ремней для передачи:

$$z = \frac{P_1}{P_p \cdot C_z},$$

где  $C_z$  – коэффициент неравномерности загрузки ремней,  $C_z = 0,95$  [12].

$$z = \frac{3,8}{1,34 \cdot 0,95} = 2,98, \text{ шт}$$

Принимаем  $z=3$ .

Определим силу предварительного натяжения ремня без учета центробежных сил по формуле:

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

$$F_0 = \frac{850 \cdot P_1 \cdot C_l \cdot C_p}{z \cdot g \cdot C_\alpha \cdot C_i}, \quad (3.22)$$

Подставляя численные значения в формулу (3.22), получим:

$$F_0 = \frac{850 \cdot 3,8 \cdot 0,8 \cdot 1,1}{3 \cdot 6,8 \cdot 0,95 \cdot 1,14} = 128 \text{ Н}$$

где  $g$  – скорость ремня, м/с.

$$g = \frac{\pi \cdot n_1 \cdot d_1}{60},$$

$$g = \frac{\pi \cdot 1440 \cdot 90 \cdot 10^{-3}}{60} = 6,8 \text{ м/с}$$

Сила, действующая на вал:

$$F_\phi = 2 F_0 \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}, \quad (3.23)$$

$$F_\phi = 2 \cdot 128 \cdot \sin \frac{150}{2} = 247,3 \text{ Н}$$

Итак, согласно расчета для передачи требуемой мощности потребуется три клиноременных ремня сечением А и длиной 1250 мм.

### 3.5 Прочностной расчет рабочих органов смесителя

Диаметр валов ориентировочно определяем из расчета на чистое кручение по формуле [21]:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}}, \quad (3.24)$$

где  $T$  – крутящий момент на валу, Н·мм;

$[\tau]$  – допустимое напряжение на кручение, МПа,  $[\tau] = 20 \dots 30$  МПа.

Момент определим по известной формуле:

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

$$T = 9550 \frac{N}{n}, \quad (3.25)$$

где  $N$  – потребляемая мощность, кВт;  
 $n$  – частота вращения вала, об/мин.

Момент на валу бitera составит:

$$T = 9550 \frac{3,8}{450} = 80,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент на валу винта составит:

$$T = 9550 \frac{1,0}{160} = 59,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяем наименьшие диаметры валов рабочих органов.

Диаметр вала бitera:

$$d = \sqrt[3]{\frac{80,6 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 26,3 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр вала под ведомый шкив и подшипники 30 мм.

Диаметр вала шнека:

$$d = \sqrt[3]{\frac{59,9 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 23,1 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр вала под ведомую звездочку 25 мм.

В связи с ограниченностью объема расчетно–пояснительной записки проведем проверочный расчет только одного вала – вала бitera, где действует наибольший крутящий момент.

На валу размещены лопатки параллельно осевой и равномерно по длине. На лопатках действует сила, которая приводит к возникновению крутящего момента  $T$ . Помимо этого от ременной передачи возникает сила  $F_b$ , действующая на вал, в зоне установки ведомого шкива. Также на вал действует сила тяжести равномерно распределенная по длине  $g$ . На вал будет в начальный момент

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

вращения вала действовать сила тяжести корма  $q$ , размещенного в корпусе смесителя. Однако, когда работа рабочих органов смесителя войдет в оптимальный рабочий режим, то за счет действия центробежной силы кормовая масса будет отбрасываться и непосредственно на вал битера действовать не будет. Для расчета принимаем начальный момент включения рабочих органов, т.е. на вал действует масса самого вала и масса корма.

В смесителе размещается 96 кг корма. Принимаем, что на вал битера действует одна треть массы корма, так как часть корма будет находиться в зоне шнека, часть между битером и шнеком  $q=32\text{кг}$ . Вал битера выполним из трубы с наружным диаметром 50 мм, тогда при рабочей длине вала 2,4 м, ориентировочно его массу с лопатками принимаем 20 кг, тогда общая масса, действующая на вал, составит  $m=52\text{ кг}$ . Для упрощения прикладываем силу тяжести в середине вала. Сила тяжести  $G = m \cdot g = 510\text{ Н}$ .

Так как ось центров шкивов находится под углом  $80^\circ$ , то раскладывать силу от ременной передачи на горизонтальную и вертикальную для упрощения расчета не будет. Направим ее вертикально, т.е. в плоскости действия силы тяжести. Сила при этом будет иметь несколько большее значение, однако на точность расчета повлиять не сможет. Так как если сечение выдерживает нагрузки большего значения, то меньшего выдержит тем более. Схема нагружения вала битера и эпюры моментов представлены на рисунке 3.3.

Определяем реакции опор.

$$\sum M_A = 0 \quad R_B \cdot L - G \cdot \frac{L}{2} - F_{\phi} \cdot l = 0$$

откуда

$$R_B = \frac{G \cdot 0,5L + F_{\phi} \cdot l}{L}$$

Подставляем численные значения, получаем:

$$R_B = \frac{510 \cdot 0,5 \cdot 2,4 + 247,3 \cdot 0,1}{2,4} = 265,3 \text{ Н}$$

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

$$\sum M_B = 0$$

откуда

$$R_A = \frac{F_{\sigma} \cdot (L + l) - G \cdot 0,5L}{L}$$

Подставляем численные значения, получаем

$$R_A = \frac{247,3 \cdot (2,4 + 0,1) - 510 \cdot 0,5 \cdot 2,4}{2,4} = 2,6 \text{ Н}$$

Проверка  $\sum Y = 0$   $F_{\sigma} + R_B - R_A - G = 0$  имеем  $247,3 + 265,3 - 2,6 - 510 = 0$

$0 = 0$  верно

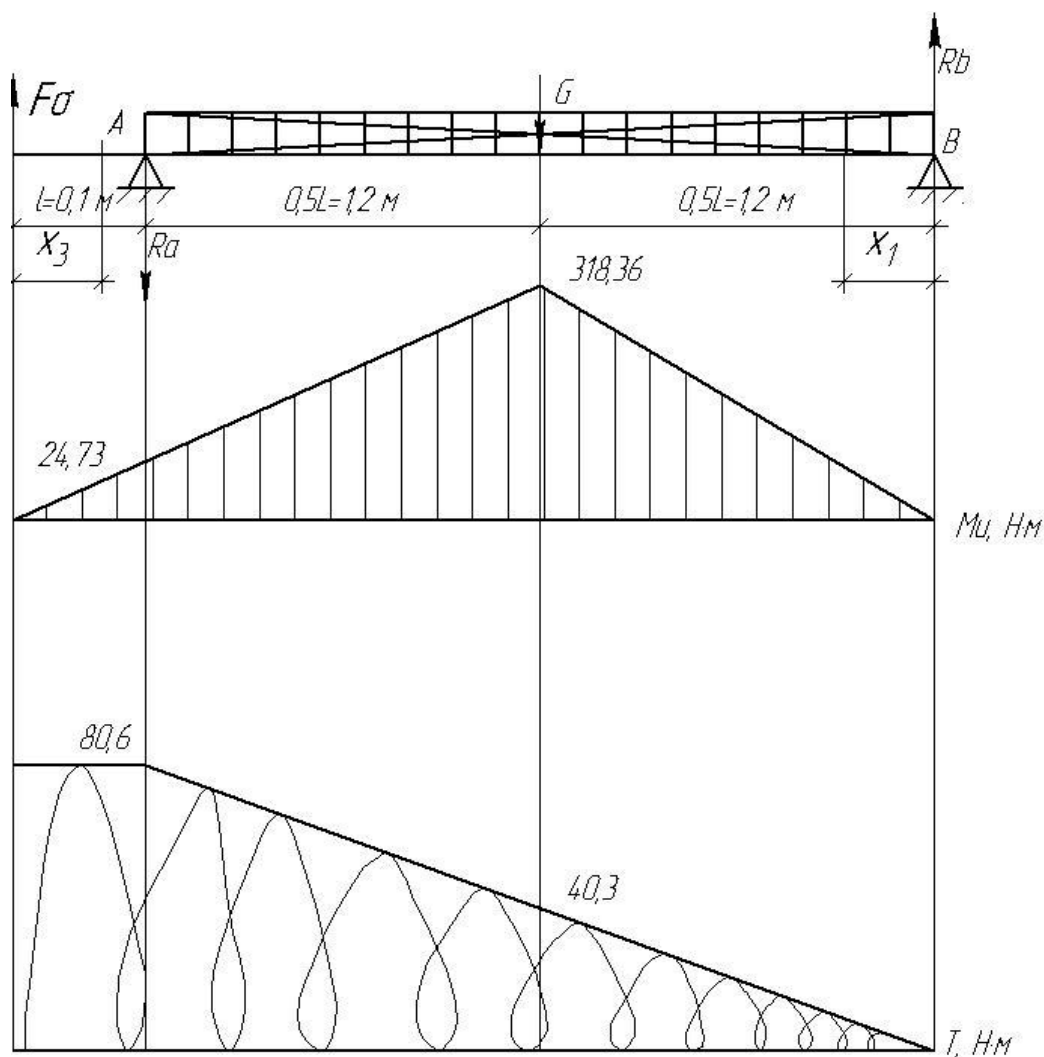


Рисунок 3.3 – Расчетная схема вала и эпюра моментов

Проверка  $\sum Y = 0$   $F_{\sigma} + R_B - R_A - G = 0$  имеем  $247,3 + 265,3 - 2,6 - 510 = 0$

$0 = 0$  верно

|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ

Лист



Строим эпюры изгибающих и крутящих моментов (рисунок 3.3.).

Сечение 1:  $0 \leq x_1 \leq 1,2$ ;  $M = R_B \cdot x_1$ ;

$$x_1 = 0 \rightarrow M = 0; \quad x_1 = 1,2 \rightarrow M = 265,3 \cdot 1,2 = 318,36 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Сечение 2:  $1,2 \leq x_2 \leq 2,4$ ;  $M = R_B \cdot x_2 - G(x_2 - 1,2)$ ;

$$x_2 = 1,2 \rightarrow M = 318,36 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$x_2 = 2,4 \rightarrow M = 265,3 \cdot 2,4 - 510(2,4 - 1,2) = 24,73 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Сечение 3  $0 \leq x_3 \leq 0,1$ ;  $M = F_6 \cdot x_3$ ;  $x_3 = 0 \rightarrow M = 0$ ;

Проверим опасные сечения, где действуют максимальные моменты. В опоре А, где действует максимальный крутящий момент и вместе приложения силы тяжести, где действует максимальный изгибающий момент. Диаметр вала в опоре равен 30 мм. Напряжения изгиба и кручения:

$$\sigma_u = \frac{M}{W} = \frac{32 \cdot M}{\pi \cdot d^3}; \quad \tau = \frac{T}{W_k} = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} \text{ МПа} \quad (3.26)$$

$$\sigma_u = \frac{32 \cdot 24,73 \cdot 10^3}{\pi \cdot 30^3} = 9,33 \text{ МПа}; \quad \tau = \frac{16 \cdot 80,6 \cdot 10^3}{\pi \cdot 30^3} = 15,21 \text{ МПа}$$

Эквивалентная нагрузка по 4 теории прочности:

$$\sigma_9 = \sqrt{\sigma_u^2 + 3\tau^2},$$

$$\sigma_9 = \sqrt{9,33^2 + 3 \cdot 15,21^2} = 27,95 \text{ МПа}$$

Допускаемое напряжение вала определяют по формуле [21]:

$$[\sigma] = 0,8 \cdot \frac{\sigma_T}{n} \quad (3.27)$$

Для материала вала сталь 45 с пределом текучести  $\sigma_T = 600 \text{ МПа}$  при запасе прочности  $n = 2,5$  допускаемое напряжение составляет:

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

$$[\sigma] = 0,8 \cdot \frac{600}{2,5} = 192 \text{ МПа}; \sigma_{\sigma} \leq [\sigma] \quad 27,95 \leq 192,$$

условие выполнено.

Опасное сечение, где действует максимальный изгибающий момент:

$$\sigma_u = \frac{32 \cdot 318,36 \cdot 10^3}{\pi \cdot 30^3} = 120,16 \text{ МПа}; \tau = \frac{16 \cdot 40,3 \cdot 10^3}{\pi \cdot 30^3} = 7,6 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{\sigma} \leq [\sigma]; 129,9 \leq 192,$$

условие выполнено.

Однако, хоть сечение проходит по прочности конструктивно, наружный диаметр вала увеличиваем в зоне расположения лопастей до 50 мм, а сам вал в этой зоне выполняем полным.

Остальные сечения вала проверять не будем, так как в них действуют моменты, меньшие по значению.

### 3.6 Подбор подшипников

Частота вращения бitera ее также составляет  $n=450$  об/мин. По диаметру шейки вала выбираем шарикоподшипник радиальный однорядный серии № 306:

$$d \times D \times B = 30 \times 76 \times 19, \text{ мм } C=19,5 \text{ кН}$$

Расчетная нагрузка на подшипник определяется по формуле 21];

$$P_p = X \cdot V \cdot F_r \cdot K_{\delta} \cdot K_T,$$

где  $X$  – коэффициент радиальной нагрузки,  $X = 1$ ;

$V$  – коэффициент при вращении внутреннего кольца,  $V = 1,0$

$F_r$  – радиальная нагрузка, кН;

$K_{\delta} = 1,5$  – коэффициент безопасности [24];

$K_T = 1,0$  – температурный коэффициент [24].

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

По конструктивному решению принимаем на валу два одинаковых подшипника. На битере отсутствует осевая нагрузка. Расчет проводим по наиболее нагруженной опоре В, где действует сила  $R_B = F_r = 265,3 \text{ Н}$

$$P_p = 1 \cdot 1,1 \cdot 265,3 \cdot 1,5 \cdot 1 = 438,0 \text{ Н}$$

Расчетная долговечность подшипника в часах определяется по формуле;

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left( \frac{C}{P} \right)^3, \quad (3.29)$$

где  $n$  – частота вращения подшипника, об/мин,  $n = 28,0$  об/мин.

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot 450} \left( \frac{19500}{438,0} \right)^3 = 326525 \text{ ч}$$

Долговечность подшипника, выше рекомендуемой, для сельскохозяйственных машин часов, условие выполнено.

### 3.7 Расчет шпоночного соединения

Соединение шкива с валом. Здесь планируем установку призматической шпонки. По длине ступицы звездочки  $l_{cm} = 95$  мм и диаметре вала  $d = 30$  мм выбираем шпонку с размерами  $b \times h \times l = 8 \times 7 \times 63$  мм,  $t_1 = 4$  мм.

Выбранную шпонку проверим на смятие по формуле [21]:

$$\sigma_{cm} = \frac{2 \cdot M_k}{d \cdot (h - t) \cdot (l - b)} \leq [\sigma]_{cm}, \quad (3.30)$$

где  $M_k$  – передаваемый момент, Н м;

$l$  – рабочая длина шпонки, мм;

$d$  – диаметр вала, мм;

$t$  – глубина паза под шпонку, мм;

$[\sigma]_{cm}$  – допустимое напряжение смятия, МПа.

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

Подставляем численные данные в формулу (3.30), получаем:

$$\sigma_{cm} = \frac{2 \cdot 80,6 \cdot 10^3}{30 \cdot (7 - 4) \cdot (63 - 8)} = 32,56 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{cm} \leq [\sigma] = 350 \text{ МПа.}$$

Условие выполнено.

### 3.8 Правила эксплуатации и технического обслуживания кормосмесителя

Планово—предупредительная система технического обслуживания машин и оборудования включает в себя: ввод машин и оборудования в эксплуатацию, их настройку и обкатку, контроль технического состояния, техническое обслуживание (ежесменное и периодическое), организацию материально—технического обеспечения и хранения [17].

Смонтированный кормосмеситель подвергают часовой обкатке. При обкатке проверяют крепление болтов, ременную и цепную передачи, работу подшипниковых узлов. По окончании обкатки осматривают машину и устраняют возникшие неисправности. После холостой обкатки кормосмеситель испытывают под нагрузкой. Затем составляют акт о приеме кормосмесителя.

С целью обеспечения безотказной работы кормосмесителя необходимо выполнить ряд подготовительных мероприятий, в частности, ознакомление обслуживающего персонала с устройством кормосмесителя, закрепления ответственных за эксплуатацию и оформление записей в журнале учета работы машины.

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

### 3.9 Безопасность жизнедеятельности

#### 3.9.1 Меры безопасности при эксплуатации проектируемого кормосмесителя.

Для предупреждения влияния травмоопасных факторов, разрабатываем соответствующие меры безопасности, и представляем их в виде инструкции по охране труда.

Инструкция по охране труда на рабочем месте при эксплуатации кормосмесителя.

Общие требования безопасности.

1. К работе с кормосмесителем допускаются лица не моложе 18 лет, ознакомленные с правилами его эксплуатации и обслуживания, прошедшие соответствующий инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и медицинское освидетельствование.

2. Включать в работу только полностью исправный кормосмеситель.

3. Емкость смесителя должна быть герметичной. Не допускается подтекание жидкости из емкости смесителя на пол и токоведущие части.

4. Цепная передача должна быть закрыта защитным кожухом.

5. Электрические провода должны быть изолированы, повреждения изоляции не допускаются.

6. Кормосмеситель должен быть заземлен.

Требования безопасности перед началом работ.

1. Перед началом работ необходимо надеть спецодежду – халат, сапоги, берет, рукавицы.

2. Спецодежда должна плотно облегать тело, не иметь свисающих частей во избежание наматывания на вращающиеся части кормосмесителя.

3. Провести внешний осмотр кормосмесителя с целью обнаружения неисправностей и дефектов, способных привести к поломке во время его работы.

4. Проверить изоляцию проводов.

5. Проверить натяжение цепи и ремня.

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     | 50   |

6. Проверить исправность контуров заземления.

Требования безопасности во время работы.

1. При ремонте кормосмеситель должен быть обесточен.
2. Проводить ремонты и техническое обслуживание только исправным инструментом.
3. Работу с кормосмесителем осуществлять только в специальной одежде.
4. Во время работы у кормосмесителя должен находиться только обслуживающий его оператор. Не допускается нахождение посторонних лиц на рабочем месте.
5. Кожухи, закрывающие цепную и ремённую передачу, во время работы кормосмесителя должны быть надёжно закреплены.

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | <i>ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 51   |

### 3.10 Экологическая часть

Одной из важнейших проблем человечества с древних времен и до настоящего времени была и остается обеспеченность продуктами питания.

Наряду с растениеводством, целью животноводства стало решение данной проблемы. Данная отрасль стала неотъемлемой частью хозяйственной деятельности человека, перейдя в конечном итоге на промышленную основу. Но при увеличении масштабов производства возникли и негативные аспекты экологического характера, которые отрицательно влияют не только на растения и животных, но и на самого человека.

В сельских районах одними из загрязнителей окружающей среды являются животноводческие и птицеводческие фермы, промышленные комплексы по производству мяса. Приведем основные вопросы по защите окружающей среды в сфере животноводства.

Прежде всего, при разработке любого животноводческого комплекса необходимо обеспечить соответствие всех технологических линий требованиям охраны окружающей среды. По возможности комплектование этих линий необходимо проводить такими машинами и оборудованием, которые имеют минимальное воздействие на внешнюю среду. С целью уменьшения загрязнения окружающей среды нужно разработать комплекс мероприятий, позволяющих обеспечить решение таких проблем экологического плана, как шумовое загрязнение, утилизация навоза и кормовых отходов, поступление в атмосферу газовых загрязнений ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ , оксидов азота и других газов).

Чтобы ясно представлять важность решения этих вопросов, рассмотрим негативное влияние каждого из указанных выше факторов загрязнения.

При повышении содержания в воздухе углекислого газа во время раздачи кормов в организме животных подавляются окислительные процессы, снижается температура тела, повышается уровень токсических веществ в тканях животных, что ведет к выраженным ацидотическим отекам и деминерализации костей. Увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе до 0,5% и выше вызывает повышение

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | <i>ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 52   |

кровенного давления, учащение дыхания и пульса, создает излишнюю нагрузку на дыхательные органы и сердце. При концентрации 4...5% углекислый газ раздражает слизистые оболочки верхних дыхательных путей, при этом значительно учащается пульс и дыхание; животные становятся вялыми, у них снижается аппетит и отмечается исхудание. При более высоких концентрациях углекислого газа наступает асфиксация вследствие недостатка кислорода.

Вблизи животноводческих комплексов и ферм промышленного типа особую угрозу окружающей среде представляют скопления навоза, а также нитратное и микробное загрязнение почв, фитоценозов, поверхностных и грунтовых вод.

Не менее опасными для окружающей среды являются и стоки силосных ям.

Отсюда следует, что одними из важнейших мероприятий по охране окружающей среды являются мероприятия по предотвращению загрязнения почвы и воды отходами животноводства, необходимо следить за их утилизацией и исправностью сооружений, организовывать правильное использование и хранение навозо-фекального сырья и сточных вод на полях хозяйства, вести борьбу с переносчиками инфекционных болезней.

Большие шумы в помещениях ферм и комплексов происходят от неправильно установленного и технически неграмотно эксплуатируемого оборудования.

Для снижения шума в помещениях для животных необходимо агрегаты доильных машин и трактора оснащать исправными и эффективными глушителями. Моторные агрегаты доильных установок следует располагать вне помещения для содержания животных. Следует обращать внимание на установку резиновых амортизаторов. Уменьшить шум можно за счет применения гидравлических систем удаления навоза вместо механических (транспортеров, скреперов).

|      |      |          |         |      |  |      |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
|      |      |          |         |      | <i>ВКР 35.03.06.026.18.ГСК.00.00.00.ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  | 53   |



### 3.11 Техничко – экономическое обоснование

В данной работе предлагается разработка кормосмесителя, которая позволяет значительно увеличить поедаемость и усвояемость кормов и как следствие увеличить продуктивность животных.

Расчет экономической эффективности от внедрения новой технологии и машины заключается в определении срока окупаемости капиталовложений на модернизацию за счет повышения производительности труда, снижения себестоимости продукции, улучшения ее качества и увеличения ее количества [4].

В конструкторской части проекта проведены расчеты по разработке кормосмесителя, которые позволяют приготавливать более качественную кормовую смесь и повысить продуктивность животных.

Так как оборудование технологических линий кормоцеха осталось практически неизменным (мы заменяем только существующий измельчитель–смеситель кормов ИСК–3 на разрабатываемый кормосмеситель), то сравнивать показатели всего цеха до модернизации и после нет необходимости. Произведем расчет эксплуатационных затрат при использовании разработанного и существующего кормосмесителей.

Эксплуатационные затраты при использовании разработанного кормосмесителя состоят из: оплаты труда обслуживающему персоналу, затрат на амортизацию, техническое обслуживание и ремонт, затрат на электроэнергию [8].

Затраты на оплату труда:

$$Z_{on} = C \cdot n_{cm} D \cdot t_{cm}, \quad (3.31)$$

где  $C$  – часовая тарифная ставка рабочего, руб/ч,  $C=80$  руб/ч;

$n_{cm}$  – количество человек обслуживающего персонала;

$D$  – количество дней работы кормоцеха,  $D=210$  дней;

$t_{cm}$   $t_{cm}$  – продолжительность смены, ч,  $t_{cm}=8$  ч.

$$З_{он} = 80 \cdot 1 \cdot 210 \cdot 8 = 134400 \text{ руб},$$

Амортизационные отчисления составят:

$$З_{a.нр} = \frac{C_{б.нр} \cdot P_a}{100}, \quad (3.32)$$

$$З_{a.сущ} = \frac{C_{б.сущ} \cdot P_a}{100},$$

где  $C_{б.нр}$  – балансовая стоимость проектируемого кормосмесителя;

$C_{б.сущ}$  – балансовая стоимость существующего кормосмесителя;

$P_a$  – норма амортизационных отчислений, равна 14,2%.

$$C_{б.нр} = Ц_{мк} \cdot M_{см.нр},$$

где  $Ц_{мк}$  – цена 1 кг металлоконструкции,  $Ц_{мк} = 200$  руб;

$M_{см.нр}$  – масса проектируемого смесителя,  $M_{см.нр} = 1240$  кг;

$$C_{б.сущ} = Ц_{мк} \cdot M_{см.сущ},$$

где  $M_{см.сущ}$  – масса существующего смесителя,  $M_{см.сущ} = 2230$  кг;

$$C_{б.нр} = 200 \cdot 1240 = 248000 \text{ руб},$$

$$C_{б.сущ} = 200 \cdot 2230 = 446000 \text{ руб},$$

$$З_{a.нр} = \frac{248000 \cdot 14,2}{100} = 35216 \text{ руб},$$

$$З_{a.сущ} = \frac{446000 \cdot 14,2}{100} = 63332 \text{ руб},$$

Затраты на техническое обслуживание и ремонт:

$$З_{p.нр} = \frac{C_{б.нр} \cdot P_p}{100}, \quad (5.3)$$

$$З_{р.сущ} = \frac{C_{б.сущ} \cdot P_p}{100},$$

где  $P_p$  – отчисления на техническое обслуживание и ремонт, равные 18%.

$$З_{р.нр} = \frac{248000 \cdot 18}{100} = 44640 \text{ руб.},$$

$$З_{р.сущ} = \frac{446000 \cdot 18}{100} = 80280 \text{ руб.},$$

Затраты на электроэнергию:

$$З_{эл.нр} = Ц_{эл} \cdot \eta \cdot N_{нр} \cdot K_i \cdot t_{см} \cdot Д, \quad (3.34)$$

где  $Ц_{эл}$  – цена 1 кВт электроэнергии,  $Ц_{эл} = 3$  руб.;

$\eta$  – коэффициент, учитывающий потери,  $\eta = 1$  [4];

$N_{нр}$  – потребная мощность проектируемого смесителя,  $N_{нр} = 5,1$  кВт;

$K_i$  – коэффициент использования мощности,  $K_i = 0,9$  [4];

$$З_{эл.сущ} = Ц_{эл} \cdot \eta \cdot N_{сущ} \cdot K_i \cdot t_{см} \cdot Д,$$

где  $N_{сущ}$  – потребная мощность существующего смесителя,  $N_{сущ} = 39,2$  кВт;

$$З_{эл.нр} = 3 \cdot 1 \cdot 5,1 \cdot 0,9 \cdot 210 = 2891,7 \text{ руб.},$$

$$З_{эл.сущ} = 3 \cdot 1 \cdot 39,2 \cdot 0,9 \cdot 210 = 22226,4 \text{ руб.},$$

Всего эксплуатационных затрат:

$$З_{экс.нр} = З_{оп} + З_{а.нр} + З_{р.нр} + З_{эл.нр}, \quad (3.35)$$

$$З_{экс.сущ} = З_{оп} + З_{а.сущ} + З_{р.сущ} + З_{эл.сущ},$$

$$З_{экс.нр} = 134400 + 35216 + 44640 + 2891,7 = 217147,7 \text{ руб.},$$

$$З_{экс.сущ} = 134400 + 63332 + 80280 + 22226,4 = 300238,4 \text{ руб.},$$

Затраты на приобретение кормосмесителя будут компенсироваться за счет увеличения продуктивности животных, которая в среднем повышается на 2%.

Годовой экономический эффект от применения новой технологии определится по формуле [14]:

$$\mathcal{E}_{г.пр} = (Z_{экс.сущ} - Z_{экс.пр}) + C_n - C_{б}, \quad (3.36)$$

где  $C_n$  – стоимость дополнительной продукции.

$$C_n = C_{мол} + C_m, \quad (3.37)$$

где  $C_{мол}$  – стоимость молока, полученного за счет повышения продуктивности молочного стада, руб;

$C_m$  – стоимость мяса, полученного за счет прироста массы животных на откорме, руб.

$$C_{мол} = U \cdot K_y \cdot Ц_{мол} \cdot m \quad (3.38)$$

где  $U$  – средний годовой удой, кг/год;  $U = 4000$  кг/год;

$K_y$  – коэффициент увеличения продуктивности животных;  $K_y = 0,02$  [5];

$Ц_{мол}$  – стоимость 1 л молока, руб.;  $Ц_{мол} = 9$  руб/кг;

$m$  – поголовье молочного стада,  $m = 340$  голов.

$$C_{мол} = 4000 \cdot 0,02 \cdot 9 \cdot 340 = 244800 \text{ руб.}$$

$$C_m = 365П \cdot K_y \cdot Ц_m \cdot m \quad (3.39)$$

где:  $П$  – плановый среднесуточный прирост массы, кг;  $П = 0,58$  кг;

$Ц_m$  – стоимость 1 кг мяса, руб;  $Ц_m = 140$  руб/кг;

$m'$  – поголовье животных на откорме;  $m' = 440$  голов

$$C_m = 365 \cdot 0,58 \cdot 0,02 \cdot 140 \cdot 440 = 260814,4 \text{ руб}$$

$$C_n = 244800 + 260814,4 = 505614,4$$

$$\mathcal{E}_{\text{с.нр}} = (300238,4 - 217147,7) + 505614,4 - 248000 = 340705,1 \text{ руб}$$

Срок окупаемости:

$$Q_{\text{нр}} = \frac{C_{\text{б.нр}}}{\mathcal{E}_{\text{с.нр}}}, \quad (3.40)$$

$$Q_{\text{нр}} = \frac{248000}{340705,1} = 0,7 \text{ года},$$

С внедрением в производство кормов в кормоцехе КОРК–15 предлагаемого кормосмесителя хозяйство получит существенную экономическую выгоду по сравнению с существующей технологией.

Таблица 3.1 – Экономические показатели кормосмесителя.

| Показатели   | Ед. изм. | Смесители    |               |
|--|----------|--------------|---------------|
|  |          | существующий | проектируемый |
| 1. Стоимость оборудования                                      | руб.     | 446000       | 248000        |
| 2. Масса   | кг       | 2230         | 1240          |
| 3. Мощность  | кВт      | 39,2         | 5,1           |
| 4. Амортизационные отчисления                                  | руб      | 63332        | 35216         |
| 5. Затраты на ТО и ремонт                                      | руб.     | 80280        | 44640         |
| 6. Затраты на электроэнергию                                   | руб.     | 22226,4      | 2891,7        |
| 7.Общексплуатационные затраты                                  | руб.     | 300238,4     | 217147,7      |
| 8. Дополнительная прибыль от повышения продуктивности животных | руб      | –            | 505614,4      |
| 9. Годовой экономический эффект                                | руб      | –            | 340705,1      |
| 10. Срок окупаемости   | лет      | –            | 0,7           |

Из таблицы 3.1 видно, что проектируемый нами кормосмеситель по всем экономическим показателям превосходит существующий на данный момент в хозяйстве измельчитель–смеситель ИСК–3.

## **Заключение**

Предложено внедрить новое оборудование, произведен обзор существующих схем приготовления кормов, предложен новый рацион кормления.

Внедрение разработанной машины будет способствовать повышению продуктивности животных за счет лучшей поедаемости кормов.

Подсчитанные экономические показатели работы от внедрения данной технологии и машины демонстрируют, что годовая экономическая эффективность составляет 340705,1 рубля, срок окупаемости проектируемой установки 0,7 года.

## Список литературы

1. Алешкин В.Р., Рошин П.М. «Механизация животноводства». – М.: Колос, 1993 г., 319 с.
2. Белянчиков Н.Н., Смирнов А.И. «Механизация животноводства». – М.: Колос, 1994 г., 278 с.
3. Брагинец Н.В., Палишкин Д.А. «Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства». – М.: Агропромиздат, 1991 г., 340 с.
4. Власов Н.С. «Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники». – М.: Колос, 1989 г. 342 с.
5. Гриб, В.К. Основы проектирования животноводческих ферм./В.К. Гриб// – М.: Колос, 1992.
6. Дипломное проектирование: методические указания для студентов специальности 110301 «Механизация сельского хозяйства». – 2 –е изд. перераб. и доп. / сост. М. В. Чибряков, Ю. Н. Дементьев, Л. В. Аверичев, В. Н. Терёхин; Кемеровский ГСХИ. – Кемерово: ГП КО «Кемеровский ПК», 2006. – 123с. – ил.
7. Добрынин, В.А., Дунаев П.П. и др. Экономика сельского хозяйства./В.А. Добрынин, П.П. Дунаев// – М.: Колос, 1994. – 399с.
8. Егоргинов М.Е. Кормоцехи животноводческих ферм. / М.Е. Егоргинов, Н.Т. Шамоу – М.: Колос, 2003. –210с.
9. Завражнов, А.И. Механизация приготовления и хранения кормов / А.И. Завражнов, Д.И. Николаев// М.: Агропромиздат, 2000. – 336 с.
10. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. «Безопасность жизнедеятельности на производстве». – М.: Колос, 2003 г.
11. Иванов М.М. «Детали машин» – М.: Высшая школа, 1991 г. 435 с.
12. Калашников А.П. «Справочник зоотехника». – М.: Колос, 1990 г., 580 с.
13. Касачев Г.Г. «Экономическая оценка сельскохозяйственной техники». – М.: Колос, 2008 г. 182 с.
14. Кирсанов В.В., Мурусидзе Д.Н., Некрашевич В.Ф. и др. Механизация и технология животноводства. – М.: КолосС, 2007.

- 15.Кукта Г.М. «Универсальный смеситель кормов». – М.: Колос, 1982 г.
- 16.Кулаковский Н.В., Кирпичников Ф.С., Резник Е.И. «Машины и оборудование для приготовления кормов». Т1. Справочник – М.: Россельхозиздат, 1997 г. 285 с.
- 17.Поляков, В.П., Янкелевич Д.И. Охрана окружающей среды на предприятиях сельскохозяйственного производства./В.П. Поляков, Д.И. Янкелевич// – М.: ВО Агропромиздат, 1991.-176 с.
- 18.Потапов Г.П. «Погрузочно–транспортные машины для животноводства». Справочник – М.: Агропромиздат, 1994 г. 239 с.
- 19.Чудаков Е.А. «Справочник машиностроителя». ТЗ – М.: ГНИ Машиностроительной литературы, 1991 г. 1098 с.
- 20.Шкрабак В.С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве /В.С. Шкрабак , А.В. Луковников, А.К. Тургиев А.К. – М.: КолосС, 2005. –512с.