

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии приготовления кормов с разработкой

конструкции измельчителя-смесителя

Шифр: ВКР 35.03.06.107.18.00.00.00.ПЗ

Студент 241 группы _____ /Насибуллин Р.Ф./
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. препод. _____ /Иванов Б.Л./
ученое звание подпись Ф.И.О.

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

Зав. кафедрой _____
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса**

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/_____
«__» _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Насибуллину Р.Ф.

Тема ВКР: Совершенствование технологии приготовления кормов с разработкой конструкции измельчителя-смесителя

утверждена приказом по вузу от «__» _____ 2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____ г.

3. Исходные данные:

Материалы преддипломной практики;

Научно-техническая и справочная литература;

Патенты измельчителей кормов

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1) Обзор и анализ существующих технологий приготовления кормов;

2) Обзор и анализ существующих конструкций измельчителей кормов;

3) Разработка новой технологии приготовления кормов;

4) Разработка новой конструкции измельчителя-смесителя кормов.

5) Расчет технико-экономических показателей предлагаемой конструкции

5. Перечень графических материалов

1) План кормоцеха;

- 2) Предлагаемая технологическая схема приготовления кормов;
- 3) Анализ конструкций измельчителей кормов;
- 4) Сборочный чертеж измельчителя-смесителя кормов;
- 5) Сборочный чертеж измельчающего барабана;
- 6) Рабочие чертежи барабана.

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания _____ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1.	1 раздел		100%
2.	2 раздел		100%
3.	3 раздел		100%

Студент _____ / Насибуллин Р.Ф./

Руководитель ВКР _____ /Иванов Б.Л./

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Насибуллина Рамиса Фирдаусевича на тему: «Совершенствование технологии приготовления кормов с разработкой конструкции измельчителя-смесителя».

Работа состоит из пояснительной записки на листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

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

Во введении обоснована актуальность темы проекта.

В первом разделе выполнен литературно-патентный обзор. Проведен анализ годовой потребности в кормах животноводческих комплексов. Приведены зоотехнические требования к измельчению и смешиванию кормов. Проведен анализ существующих конструкций машин для измельчения грубых и сочных кормов, а так же выявлены недостатки конструкций. Поставлены цели и задачи проектирования.

Во втором разделе разработана технология приготовления кормов, расчет поточно-технологических линий и потребность в машинах кормоцеха.

В третьем разделе приведено описание предлагаемого конструктивного решения, проделаны необходимые конструктивные расчёты, и дано экономическое обоснование конструкции. Разработаны мероприятия безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

To the final qualifying work of Nasibullin Ramis Firdausewicz on the theme: "Perfection of technologies of preparation of forages with development of designs of a grinder-mixer".

The work consists of an explanatory note on the pages of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of the A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes ___ drawings, ___ tables. List of used literature contains ___ titles.

In the introduction, the relevance of the topic of the project is substantiated.

In the first section, a literary-patent review is performed. The analysis of the annual demand for fodder of livestock complexes was carried out. The zootechnical requirements for grinding and mixing feeds are given. The analysis of machines for grinding coarse and succulent fodder, as well as the shortcomings of designs, is revealed. The goals and objectives of the design are set.

In the second section of the technology for the development of feed, the calculation of flow-technological lines and the needs for machines for the feed mill.

In the third section, a description of the proposed constructive solution, the necessary design calculations made, and the economic justification of the designs are given. Developed measures are safe and safe proposed designs.

The note ends with conclusions and suggestions.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ	
1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Анализ годовой потребности в кормах животноводческих комплексов	
1.2. Зоотехнические требования к измельчению и смешиванию грубых кормов.	
1.3 Анализ существующих конструкций машин для измельчения кормов	
1.4 Обоснование темы дипломного проекта.	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Обоснование и выбор технологии приготовления кормов	
2.2. Расчет поточно-технологических линий и потребность в машинах кормоцеха.....	
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Описание технологического процесса предлагаемой конструкции измельчителя-смесителя кормов..	
3.2 Конструктивный расчет предлагаемой машины.....	
3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции..	
3.4 Физическая культура на производстве	
3.5 Расчет технико-экономических показателей предлагаемой конструкции....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим условием успешного развития животноводства является создание прочной кормовой базы, в связи, с чем большое значение придается кормопроизводству.

Для производства кормов в хозяйствах страны используется более 6 тыс. кормоцехов. Среди комплекса мероприятий, направленных на интенсификацию и широкое применение индустриальных методов в кормопроизводстве, одно из центральных мест занимает техническое оснащение и повышение энерговооруженности труда на основе научно-обоснованных систем машин.

Научно-техническая революция учитывает следующие прогрессивные тенденции в механизации животноводческих ферм:

- создание поточных линий, позволяющих осуществлять переход к промышленным способам производства продукции животноводства;
- повышение уровня механизации и автоматизации производственных процессов на фермах;
- внедрение машин, устройств и установок, использование которых благополучно влияет на жизнедеятельность организма животных.

Рациональное использование кормов приобретает первостепенное значение. Эффективность корма будет тем выше, чем больше он имеет питательных веществ в потребляемом корме.

Осуществить необходимые мероприятия по повышению продуктивности всех кормовых угодий, с тем, чтобы каждое хозяйство полностью обеспечило потребности животноводства в высококачественных грубых, сочных и пастбищных кормах. Решающим условием развития животноводства является улучшение всех видов кормов, увеличение их производства и на этой основе организация бесперебойного обеспечения животных полнорационными кормами.

Значительную часть годового фуражного фонда в хозяйствах занимают зеленые корма в свежем и концентрированном виде.

Одним из эффективных методов получения полноценных кормов для животных является получение многокомпонентной смеси.

Экономические расчеты убедительно свидетельствуют о том, что при интенсивном выращивании животных резко повышается производительность труда и рентабельность отрасли.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

1.1 Анализ годовой потребности в кормах животноводческих комплексов

При групповом кормлении коров, приблизительно одинаковой живой массы и продуктивности составляют рационы в расчете на среднее животное. Кормовые рационы в зимний период должны включать значительное количество сочных кормов и умеренное количество грубых, при экономном расходовании сравнительно дорогостоящих концентрированных кормов. Из грубых кормов молочным животным живой массой 450...500 кг можно давать в сутки 4...6 кг соломы. Сочные корма в рационы доильных коров вводят из расчета 6...9 кг на 100 кг живой массы, в числе их должны быть не менее 50% силоса. Сено рекомендуется вскармливать без подготовки из расчета 5 кг на одно животное. Для лучшего усваивания рекомендуется скармливать 2...3 вида таких кормов.

Концентраты вводятся до 15...20% от общей питательности рациона.

Обычно исходят при этом из норм их расходования в расчете на 1 кг получаемого от коровы молока. При суточном удое до 10 кг требуется до 100 грамм концентрированных кормов.

Исходя из зоотехнических требований к кормлению и наличию кормовой базы, составляем рацион кормления дойного стада КРС в стойловый период.

Суточный рацион представляем в таблице 1.1.

Исходя из таблицы, ведем дальнейший расчет.

Суточный расход каждого вида корма P_c в кг определяется по формуле:

$$P_c = m_1 \cdot n_1 + m_2 \cdot n_2 + \dots + m_n \cdot n_n = \sum_{i=1}^n m_i \cdot n_i, \quad (1.1)$$

где n_1, n_2, n_n - норма расхода на одно животное различных групп, кг.;

m_1, m_2, m_n - поголовье животных в группах.

Исходя из этой формулы, определяем:

$$P_{c \text{ сил.}} = 1900 \cdot 25 = 47500 \text{ кг};$$

$$P_{c \text{ сол.}} = 1900 \cdot 5 = 9500 \text{ кг};$$

$$P_{c \text{ кормов}} = 1900 \cdot 20 = 38000 \text{ кг};$$

$$P_{c \text{ конц.}} = 1900 \cdot 2 = 3800 \text{ кг};$$

$$P_{c \text{ пит. раств.}} = 1900 \cdot 3 = 5700 \text{ кг.}$$

Таблица 1.1 - Суточный рацион кормления

Продолжительность периода, дн	Надой за год, кг	Нормы потребности кормов в сутки, кг., кед												Всего кормовых единиц	Всего кормов, кг
		Грубые корма				Сочные корма				Конц. корма		Питат. растворы			
		Солома		Силос		Корнепл.									
		кг	кед	кг	кед	кг	кед	кг	кед	кг	кед				
210	2500	5	1,6	25	5	20	2,4	2	2	3	1,8	12,8	55		

Суточная потребность кормосмеси $P_{c \text{ корм.см.}}$, будет равна сумме всех КОМПОНЕНТОВ.

$$P_{c \text{ корм.см.}} = \sum P_c, \text{ кг} \quad (1.2)$$

$$P_{c \text{ корм.см.}} = 104500 \text{ кг.}$$

Потребность в корме на весь стойловый период определяется по формуле:

$$P_2 = P_c \cdot t_3 \cdot R, \text{ кг} \quad (1.3)$$

где P_c - суточный расход кормов в стойловый период года, кг;

t_3 - продолжительность периода, дн.;

R - коэффициент, учитывающий потери корма во время хранения и транспортировки

- для корнеклубнеплодов $R=1,01$;

- для концкормов $R=1,03$;

- для силоса $R=1,1$;

- для соломы

$$R=1 [4].$$

$$P_{z.сил.} = 47500 \cdot 210 \cdot 1,1 = 10972500 \text{ кг};$$

$$P_{z.сол.} = 9500 \cdot 210 \cdot 1 = 1995000 \text{ кг};$$

$$P_{z.корм.} = 38000 \cdot 210 \cdot 1,01 = 8219400 \text{ кг};$$

$$P_{z.конц.} = 3800 \cdot 210 \cdot 1,03 = 805980 \text{ кг};$$

$$P_{z.пит.раст.} = 5700 \cdot 210 \cdot 1 = 1197000 \text{ кг}.$$

Соответственно годовая потребность в кормовой смеси для вскармливания крупного рогатого скота численностью 1900 голов будет равна сумме годовых потребностей по отдельным кормам.

$$P_{z.корм.см.} = \sum P_z, \text{ кг} \quad (1.4)$$

$$P_{z.корм.см.} = 23189880 \text{ кг}.$$

1.2 Зоотехнические требования к измельчению и смешиванию грубых кормов

Различают механические, химические, тепловые и биологические способы приготовления кормов. Их применяют отдельно или в сочетании - соответственно выбранной технологии.

К механическому способу приготовления корма относится измельчение и смешивание. Измельчение создает лучшие условия для других операций технологического процесса.

К грубым кормам относятся: сено, солома, мякина, тростник и др. Грубые корма являются необходимыми компонентами рационов для крупного рогатого скота. Они содержат большое количество трудноперевариваемой клетчатки (до 40%), следовательно, они являются весьма жесткими и без предварительной подготовки плохо поедаются животными.

Биологические и химические способы обработки грубых кормов позволяют повысить не только поедаемость, но также перевариваемость и питательность.

Сено хорошего качества, отвечающее требованиям стандарта ГОСТ 4808-49, коровам можно скармливать без подготовки, но условия механизации раздачи кормов требуют их измельчения.

Солома и сено низкого качества и других грубых кормов подвергается измельчению.

При измельчении соломы и сена размер резки должен быть для крупного рогатого скота 40...50 мм. Более мелкую резку 5...10 мм готовят, если в дальнейшем ее смешивают с сочными кормами.

С целью повышения эффективности использования питательных веществ грубых кормов соломенную и сенную резку смешивают с другими видами кормов (силос, корнеплоды и др.)

Кормовые смеси должны быть приготовлены строго по рецепту.

Так при подготовке влажных рассыпных кормосмесей, отклонение от рецепта допускают для грубых кормов $\pm 15\%$, сочных кормов $\pm 3,5\%$, комбикормов $\pm 1,5\%$, минеральных добавок $\pm 1\%$ от количества дозированного корма по массе.

Степень неравномерности (неоднородности) смешивания для отдельных компонентов допускается в 2 раза больше установленной предельной нормы отклонения при дозировании этого компонента.

В зависимости от способа содержания животных принятого типа кормления и наличия кормов в хозяйстве, кормовые смеси готовят ручной консистенции: сухие (влажность 13...15%), влажные рассыпные (45...70%).

1.3 Анализ существующих конструкций машин для измельчения кормов

1.3.1 Измельчители грубых кормов

Для крупного рогатого скота необходимо измельчать солому и частично сено до частиц длиной 30...50 мм. Наибольший объем измельчения грубых и сочных кормов приходится на солому. Необходимость доизмельчения соломы

ИСК-3	15,2	25,2	27,0	19,1	16,3	9,7	29	88,1
ИРТ-165	14,0	28,5	55,0	11,0	5,5	2,0	23	94,0
ИГК-30Б	13,1	18,7	44,7	23,4	8,4	4,8	32	90,2
ИРТ-80	29,4	30,3	48,4	9,4	9,8	2,1	22	91,0
ИГК-Ф-4	14,0	20,4	45,0	24,0	7,8	1,8	30	85,0
ДКМ-5	14,5	21,8	43,2	22,1	9,3	3,6	31	90,5

1.3.2 Измельчители сочных кормов

На корм животным и птицам используют корнеклубнеплоды в составе влажных кормосмесей вместе с другими кормами.

В соответствии с зоотехническими требованиями их очищают от загрязнений так, чтобы загрязненность не превышала 2 %, и измельчают до частичек 10...15 мм для крупного рогатого скота, 5...10 мм - для свиней, 2...5 мм - для кур, уток, гусей. Корм измельчают непосредственно перед скармливанием. Для этих целей используют различные измельчители корнеклубнеплодов.

Технические показатели наиболее распространенных измельчителей сочных кормов приведены в таблице 1.1.

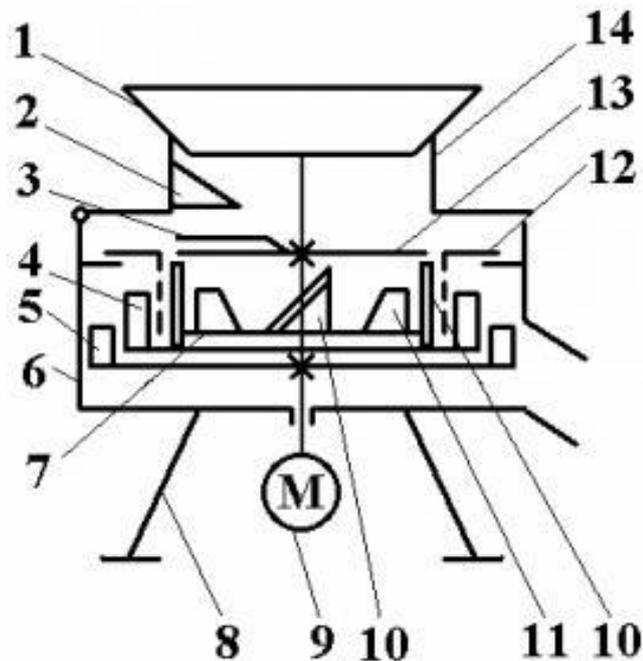
Таблица 1.3 - Показатели работы измельчителей корнеплодов

Марка измельчителя	Способ измельчения	Скорость рабочих органов, м/с	Производи- тельность, т/ч	Размер частиц 3...15 мм, %	Энерго- емкость, кДж/кг
-----------------------	-----------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------

КПСК-1000	Скобление	6...20	4,7	54,0	1,2
ИМК-5	Рубка	5...25	6,7	86,0	4,1
ДКП-Ф-1	Рубка	5...20	1,0	83,0	0,9
Волгарь-5	Рубка, резание	17,6	13,8	70,0	4,3
КПИ-4	Скобление	6...17	2,2...4	59,0	2,1
ИКС-5М	Удар (молотки)	40,0	5,7	61,0	4,3
КДУ-2	Комбинированный (рубка, удар)	71,3	6,5	46,0	11,9

Принцип работы КПИ-4. Корнеклубнеплоды через загрузочную горловину 1 (рисунок 1.1) попадают на вращающийся верхний диск 13. Упор 2 предотвращает вращение корнеклубнеплодов. В результате сменный нож 3 срезает с корнеклубнеплодов стружку.

Полученную стружку внутренние лопасти 11 направляют к вертикальным ножам 10, которые измельчают ее в более мелкую фракцию. Далее измельченная масса прижимается к зубчатой деке 12 и перетирается между ее зубьями. Внешние лопасти 4 снимают мезгу с деки 12 и подают на выбрасыватели 5, которые выносят ее из корнерезки.

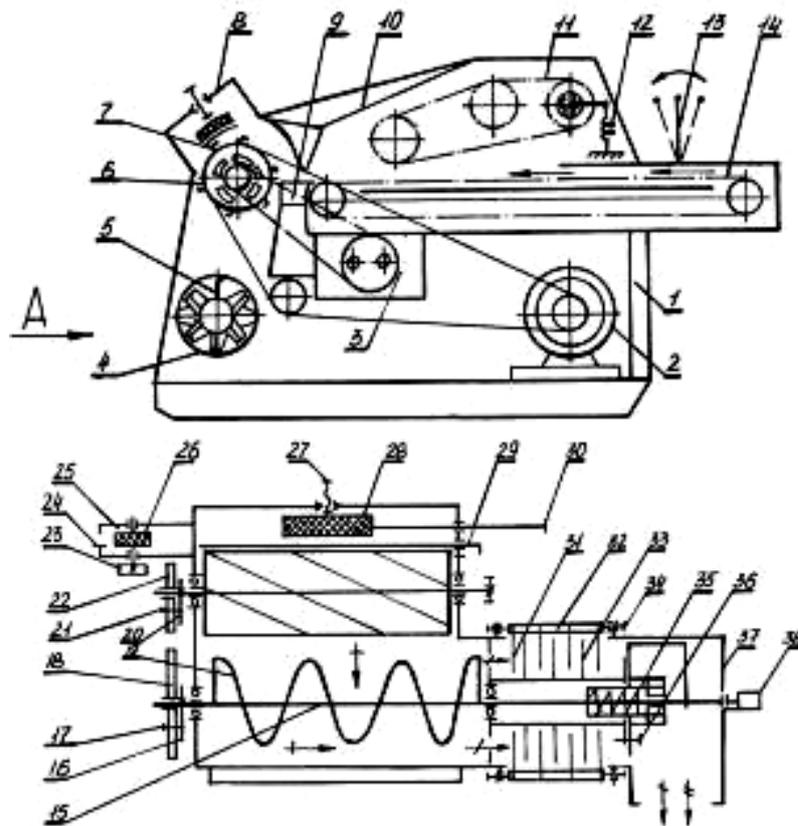


1 – загрузочная горловина; 2 – упор; 3 – нож сменный горизонтальный; 4 – лопасть внешняя; 5 – выбрасыватель; 6 – корпус; 7 – диск нижний; 8 – подставка; 9 – электродвигатель; 10 – нож вертикальный; 11 – лопасть внутренняя; 12 – дека; 13 – диск верхний; 14 – переходник; 15 – передача ременная; 16 – передача цепная; 17 – мотор-редуктор; 18 – патрубок для подвода воды; 19 – транспортер скребковый; 20 – штанга; 21 – патрубок для отвода избыточной воды; 22 – люк для удаления грязи; 23 – клапан; 24 – крылач; 25 – шнек; 26 – ванна; 27 – люк смотровой; 28 – выключатель конечный; 29 – лопасть

Рисунок 1.1 – Схема измельчителя КПИ-4

Принцип работы «Волгарь-5». Измельчитель кормов «Волгарь-5» (рисунок 1.2), как универсальная машина, предназначена для равномерного измельчения всех видов грубых и сочных кормов: соломы, сена, веточного корма, любой зеленой массы, силоса, сенажа, корнеклубнеплодов, бахчевых культур, хвойных лапок, а также рыбы. Причем все перечисленные корма можно измельчать как отдельно, так и в различной смеси в зависимости от потребностей фермы. В последнем случае происходит не только измельчение, но и перемешивание кормов.

Измельчитель кормов «Волгарь-5» является одной из основных машин при закладке комбисилоса и широко применяется в скотоводстве, свиноводстве и птицеводстве.



1 – рама; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – аппарат вторичного резания; 5 – отогнутый конец шнека; 6 – аппарат первичного резания; 7 – ножи; 8 – заточное устройство; 9 – противорежущая пластина; 10 – крышка; 11 – нажимной транспортер; 12 – натяжное устройство; 13 – скоба; 14 – подающий транспортер; 15 – вал; 16, 20 – специальные поводки; 21, 27, 36 – срезные шпильки; 18, 22 – шкивы; 19 – шнек; 23 – шкив заточного устройства; 24 – упор для заточки ножей; 25 – заточное устройство; 26 – заточной диск; 27 – штурвальчик; 28 – наждак; 29 – заслонка; 30 – тяга; 31 – неподвижные ножи; 32 – распорные шайбы; 33 – подвижные ножи; 34 – регулировочные болты; 35 – автомат отключения; 37 – откидная крышка с отверстием; 38 – конечный выключатель.

Рисунок 1.2 Схема устройства и технологического процесса работы измельчителя кормов «Волгарь-5»

Корм, подготовленный к измельчению, укладывают ровным слоем вручную или механизированным способом на подающий транспортер 14. Перед его измельчением он сначала уплотняется наклонным транспортером 11 и направляется к аппарату первичного резания 6, где измельчается ножами 7 на частицы размерами от 20 до 80 мм. Предварительно измельченная масса падает на шнек 19, который ее транспортирует к аппарату вторичного измельчения 4.

Если в измельчающем аппарате будет установлена одна пара подвижных 33 и неподвижных 31 ножей, то получится длина резки, которая пригодна для скармливания крупному рогатому скоту.

При установке всех девяти пар подвижных и неподвижных ножей и в размещении определенным образом первого и последующих подвижных ножей можно получить корм длиной резки или до 10 мм, или до 2 мм, который скармливается соответственно животным.

1.4 Обоснование темы дипломного проекта

Для обеспечения животных качественными кормами при правильном режиме кормления хозяйствам необходим кормоцех. В кормоцехах для обеспечения высокой производительности предлагается заменить существующие конструкции измельчителей-смесителей, более передовым и новым предлагаемым авторским свидетельством 1704693, А01F 29/00.

Целью внедрения этого измельчителя-смесителя является повышение качество корма за счет более рационального распределения добавок при смешивании.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Обоснование и выбор технологии приготовления кормов

Технология обработки и приготовления кормов зависит от конкретных условий в хозяйстве, а также от зоотехнических требований к скармливанию.

В условиях рыночной экономики большое внимание уделяют повышению продуктивности крупного рогатого скота молочного направления, что невозможно без сбалансированного, полноценного кормления.

На фермах полноценность кормления контролируют, как зоотехническими, так и физикобиохимическими методами.

Зоотехнический контроль включает проверку рационов по составу питательности и качеству кормов.

Широкое применение приобретает использование кормовых смесей, состоящих из кормов имеющихся в хозяйстве. Раздельное скармливание сочных, грубых и концентрированных кормов приводит к тому, что одни корма поедаются животными полностью, а другие с низкими вкусовыми достоинствами - лишь частично.

Для получения полноценных кормовых смесей необходимо учитывать все зоотехнические требования. Предполагаемая технология обработки позволяет приготавливать полноценные кормовые смеси для молочно-товарной фермы.

Предлагаемая технологическая схема кормоцеха предусматривает шесть технологических линий с регулируемой подачей:

- линия стебельчатых кормов и технологической обработки соломы;
- линия концентрированных кормов;
- линия корнеклубнеплодов;
- линия питательных растворов;
- накопление, мойка, измельчение и смешивание кормов;
- накопление и выдача кормов.

Для нормальной работы поточных линий кормоцеха необходимы общепермерские машины не входящие в состав комплекса: грейферный погрузчик ПЭ- 0,8Б для погрузки силоса, соломы и др.; два трактора МТЗ-80 и

два прицепа 2ПТС-4-887АИ для доставки кормов; загрузчик ЗСК-10 для доставки концентратов.

Рассмотрим линию стебельчатых или грубых кормов. Технологический процесс заключается в том, что солому из скирд, силос или сенаж из хранилищ доставляется тракторами с тракторными прицепами 2ПТС-4-887АИ к цеху и выгружают приемные лотки питателей-загрузчиков. При этом солома за счет ножевых барабанов питателя предварительно измельчается, что облегчает ее дозирование и транспортирование. Силос (сенаж) поступает на линию смешивания без дополнительного измельчения.

Далее корма по транспортерам загружаются послойно на транспортер линии сбора, с которого поступает в измельчитель-смеситель для смешивания, доизмельчения и обогащения питательными растворами.

Готовую смесь выгружают транспортером в кормораздающие средства.

Далее раздача по фермам производится кормораздатчиком КТУ-10 агрегируемые с тракторами МТЗ или ЮМЗ.

Силос зимой и зеленую массу летом тракторными прицепами или автосамосвалами доставляют в кормоцех и сгружают в бункер-накопитель, установленный в приемке под навесом, из которого далее они также дозированно выдаются на сборочный транспортер.

Смешивание кормов обеспечивают ленточный транспортер и измельчитель-смеситель. Управление всем оборудованием кормоцеха дистанционное, с электропульты. Приборы защиты электроустановок размещены в щитовой в электрошкафах.



Рисунок 2.1 – Схема предлагаемого технологического процесса приготовления кормов.

2.2 Расчет поточно-технологических линий и потребность в машинах кормоцеха

Согласно принятому суточному рациону кормления на стойловый период 210 дней для 1900 голов, общий суточный объем переработки кормов в кормоцехе МТФ составит 104,5 тонн.

При трехразовом питании (утреннее кормление сеном) кормоцех должен работать для подготовки кормовой смеси на обеденное и вечернее время кормления (по 50% рациона, 52,25 т).

Такая технология кормления позволяет организовать работу кормоцеха МТФ в одну смену в дневное время.

Рекомендуется зоотехнической службой время кормления в обед и вечером по 1 часу.

Следовательно, производительность кормоцеха равна 52,25 т/ч. Составленная схема кормления, а также технологический процесс подготовки кормов позволяет перейти к технологическому расчету оборудования, который сводится к определению производительности технологических линий, машин и вспомогательного оборудования кормоцеха.

Часовую производительность технологической линии $W_{т.л.}$ (кг/ч) определяется по формуле:

$$W_{т.л.} = \frac{P_c \cdot \tau}{t}; \text{ кг/ч} \quad (2.1)$$

где t - время работы технологической линии, ч;

τ - коэффициент использования времени смены.

Производительность технологической линии необходимо рассчитывать во взаимосвязи со сроками хранения приготовленных кормов.

Так, измельченные корнеклубнеплоды по зоотехническим требованиям допускается хранить 1,5...2 часа, тогда производительность линии для переработки корнеклубнеплодов определяется:

$$W_{m.l} = \frac{P_c}{[(1,5...2) \cdot Z]}; \quad (2.2)$$

где Z - число выдач корнеклубнеплодов за сутки, $Z=3$.

$$W_{T.l} = \frac{38000}{[(1,5...2) \cdot 3]} = 6,33 \text{ т/ч.}$$

Производительность равная 6,33 т/ч обеспечивает измельчитель-камнеуловитель ИКМ-5. По техническим данным его производительность равна 5...7,5 т/ч, при потребляемой мощности 10,5 кВт.

Число машин выбираем по формуле:

$$n = \frac{W_n}{W_m}; \quad (2.3)$$

где W_n - производительность технологической линии, кг/ч;

W_m - производительность выбранной машины, кг/ч.

$$n = \frac{6330}{7500} = 0,84$$

Принимаем одну машину ИКМ-5, необходимую для обработки корнеклубнеплодов.

Дозирование такого количества корнеклубнеплодов обеспечивает дозатор ДС-15, производительностью по техническим данным равной 5...10 т/ч, при потребляемой мощности 1,1 кВт.

Производительность технологической линии для подготовки концентрированных кормов определяется:

$$W_{T.l} = \frac{P_c}{t_n}; \quad (2.4)$$

где t_n - время отведенное для выдачи с максимальным количеством данного вида корма, ч.

$$W_{T.l} = \frac{3800}{3} = 1267 \text{ кг/ч.}$$

Такую производительность обеспечивает питатель концентрированных кормов ПК-6,0, по техническим характеристикам производительность равна 6 т/ч, при потребляемой мощности 2,6 кВт, а

также дозатор концентрированных кормов ДК-10, производительность которого равна 0,1...3 т/ч, при потребляемой мощности 1,1 кВт.

Производительность технологической линии для подготовки соломы, то производительность линии подготовки соломы определяется по формуле:

$$W_{Т.Л.} = \frac{P_c \cdot k_c}{t_l \cdot Z} ; \text{ кг/ч} \quad (2.5)$$

где k_c - коэффициент, учитывающий часть суточной нормы выдаваемой животным соломы в сухом виде, $k_c=1$. [7]

$$W_{Т.Л.} = \frac{9500 \cdot 1}{2 \cdot 2} = 2375 \text{ кг/ч} = 2,375 \text{ т/ч.}$$

Для этой технологической линии мы принимаем предлагаемый мной измельчитель-смеситель, производительность которого по аналогии с ИСК-3 равна 0,9...3 т/ч.

Рассчитываем число машин для линии грубых кормов:

$$n = \frac{W_{Т.Л.}}{W_m} , \quad (2.6)$$

где W_m - производительность выбранной машины, $W_m=3$ т/ч.

$$n = \frac{2,375}{3} = 0,7$$

Принимаем один измельчитель-смеситель.

Производительность технологической линии для подготовки силоса определяется по формуле:

$$W_{Т.Л.} = \frac{P_c \cdot k_c}{t_n \cdot Z} , \text{ т/ч} \quad (2.7)$$

$$W_{Т.Л.} = \frac{47500 \cdot 1}{2 \cdot 2} = 11,9 \text{ т/ч.}$$

Для этой линии выбираем бункер-дозатор кормов БДК-Ф-70-20, по технической характеристике производительность бункера-дозатора равна 5...20 т/ч при потребляемой мощности 8 кВт.

В принятой нами технологии приготовления многокомпонентной кормовой смеси, производительность смешивания кормов вычисляется по формуле:

$$W_{T..л.} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{t_{ц} \cdot Z}, \text{ т/ч} \quad (2.8)$$

где $\sum_{i=1}^n P_i$ - суммарная масса компонентов входящих в смесь, состоящих из видов кормов в суточном рационе животных, кг.;

$t_{ц}$ - время цикла смешивания;

Z - число циклов смешивания за время работы кормоцефа.

$$W_{T..л.} = \frac{104500}{1,4 \cdot 3} = 24,8 \text{ т/ч.}$$

Такую производительность линии смешивания может обеспечить смеситель типа С-30, по техническим данным производительность 25 т/ч, при потребляемой мощности 7,5 кВт.

При условии обслуживания фермы кормораздатчиками ИСРК-12 (линия наполнения и выдачи кормов), грузоподъемность которого равна 2,8 т, цикл раздачи корма вычисляется по формуле:

$$T_{ц} = \frac{t_c \cdot m_p}{P_c \cdot Z}, \quad (2.9)$$

где t_c - время кормления животных;

m_p - грузоподъемность кормораздатчика.

$$T_{ц} = \frac{60 \cdot 2800}{24800 \cdot 3} = 6,7 \text{ мин.}$$

Определяем время разгрузки кормораздатчика по формуле:

$$T_{загр.} = T_{ц} + T_{тр.} + T_{раз.}; \quad (2.10)$$

где $T_{тр.}$ - время на транспортировку, мин;

$T_{раз.}$ - время раздачи кормов животным, мин.

$$T_{тр.} = T_{сгр.} + T_{бгр.}; \quad (2.11)$$

где $T_{сгр.}$ - время транспортировки кормораздатчика с грузом, мин;

$T_{\text{б.гр.}}$ - время движения без груза, мин.

$$T_{\text{с.гр.}} = \frac{S}{V}, \quad (2.12)$$

где S - расстояние от кормоцефа до коровника, $S=0,5$ км.;

V - скорость движения.

$$T_{\text{с.гр.}} = \frac{0,5}{2,78} = 1,2 \text{ мин.}$$

Скорость движения трактора без груза принимаем равную 20 км/час.

$$T_{\text{б.гр.}} = \frac{0,5}{2,78} = 0,62 \text{ мин.};$$

$$T_{\text{тр.}} = 1,2 + 0,62 = 1,82 \text{ мин.}$$

Определяем время раздачи кормораздатчиком смеси

$$T_{\text{разд.}} = \frac{S}{V}; \quad (2.13)$$

Из справочных данных принимаем

$$S=91,2 \text{ м, } V=2,5 \text{ км/ч [7]}$$

$$T_{\text{разд.}} = \frac{91,2}{0,73} = 2,1 \text{ мин.};$$

$$T_{\text{раз.}} = 6,7 - 1,82 - 2,1 = 2,78 \text{ мин.}$$

Следовательно, линия наполнения и выдачи кормов должна иметь производительность, вычисляемую по формуле:

$$W_{\text{Т.Л.}} = \frac{m_p}{t_{\text{загр.}}}, \quad (2.14)$$

где m_p - грузоподъемность кормораздатчика, $m_p=2,8$ т.

$$W_{\text{Т.Л.}} = \frac{2,8}{2,78} \approx 1 \text{ м / мин} = 60 \text{ м / час}$$

Тогда для кормления животных требуется число раздатчиков, определяемых по формуле:

$$N = \frac{T_p}{T_k} \cdot \frac{Q_n}{Q_k}, \quad (2.15)$$

где T_p - время рейса, принимаем $T_p=1,5$ мин.;

T_k - время кормления, $T_k=3$ мин;

Q_n - разовая потребность в корме, $Q_n=8,24$ т;

Q_k - грузоподъемность кормораздатчика.

$$N = \frac{1,5}{3} \cdot \frac{8,24}{2,8} = 1,92$$

Принимаем для раздачи корма на молочно-товарной ферме два кормораздатчика марки ИСРК-12.

На проектируемой ферме выбираем трехразовое питание, приняв существующий порядок кормления.

Требуемое количество корма на зимне-стойловый период приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Количество кормов, требуемое на зимне-стойловый период

Вид корма	Количество, т
Силос	10972,5
Солома ячменная	1995
Корнеклубнеплоды	8219,4
Концкорма	805,98
Питательные растворы	1197
Итого:	23189,88

Таблица 2.2 - Режим кормления животных

Распорядок	Время кормления, ч
Утро	7.00-9.00
Обед	13.00-15.00
Вечер	19.00-21.00

Количество каждого вида корма, которое будет выдано крупному рогатому скоту при трехкратном кормлении, исходя из процента разовой дачи, представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Распределение суточного рациона по дачам

Корма	Время кормления	%, кг	Коровы дойные
Силос	Утро	%	30
		кг	14250
	Обед	%	40
		кг	19000
	Вечер	%	30
		кг	14250
Солома	Утро	%	-
		кг	-
	Обед	%	50
		кг	4750
	Вечер	%	50
		кг	4750
Корнеклубнеплоды	Утро	%	30
		кг	11400
	Обед	%	40
		кг	15200
	Вечер	%	30
		кг	11400
Концорма	Утро	%	35
		кг	1330
	Обед	%	30
		кг	1140
	Вечер	%	35
		кг	1330
Питательные растворы	Утро	%	33
		кг	1881
	Обед	%	34
		кг	1938
	Вечер	%	33
		кг	1881

Технологическая схема смешивания и выдачи кормосмесей работает следующим образом: все корма поступают на сборочный транспортер, а в него загружаются частично в измельчитель-смеситель и в смеситель, где

происходит измельчение и смешивание кормов, откуда выгрузным транспортером выгружаются в транспортное средство.

Так как смешивание происходит частично в измельчителе-смесителе (грубый корм), а остальная кормосмесь включает грубый корм в смесителе С-30, то мы берем производительность смесителя.

Производительность смесителя равна:

$$W_{Т.Л.} = 24800 \text{ кг/ч.}$$

Количество машин принимаем равное одной, так как паспортное значение производительности 25 т/ч.

Определяем фактическое время работы машины.

Для этого используем формулы:

$$T_{\phi}^{ym} = \frac{\sum_1^n Q_{ym}}{Q_{насн}}; \quad (2.16)$$

$$T_{\phi}^{об} = \frac{\sum_1^n Q_{об}}{Q_{насн}};$$

$$T_{\phi}^в = \frac{\sum_1^n Q_в}{Q_{насн}}.$$

где $\sum_1^n Q_{ym}$, $\sum_1^n Q_{об}$, $\sum_1^n Q_в$ - масса всех компонентов корма скормливаемого утром, в обед и вечером.

$$\sum_1^n Q_{ym} = 14250 + 11400 + 1330 + 1881 = 28861 \text{ кг};$$

$$\sum_1^n Q_{об} = 19000 + 4750 + 15200 + 1140 + 1938 = 42028 \text{ кг};$$

$$\sum_1^n Q_в = 14250 + 4750 + 11400 + 1330 + 1881 = 33611 \text{ кг}.$$

$$T_{\phi}^{ym} = \frac{28861}{25000} = 1,15 \text{ ч};$$

$$T_{\phi}^{об} = \frac{42028}{25000} = 1,68 \text{ ч};$$

$$T_{\phi}^e = \frac{33611}{25000} = 1,34 \text{ ч.}$$

Так как при непрерывном смешивании все компоненты необходимо подавать одновременно, а фактически время работы технологических линий различно, то с целью получения заданного рациона, их работу необходимо синхронизировать.

Для этого продолжительность разовой дачи корма выбирают равной фактическому времени работы самой напряженной технологической линии, то есть где $T_{\text{факт}}$ - максимально.

Все остальные технологические линии настраиваются на режим работы этой линии.

Для определения $T_{\text{факт}}$ - максимальное время, составим таблицу 2.4 с указанием $T_{\text{факт}}$ всех технологических линий.

Таблица 2.4 - Фактическое время работы технологических линий

Технологическая линия	T_{ϕ}^{ym} , ч	T_{ϕ}^{ob} , ч	T_{ϕ}^e , ч
Линия грубых кормов	-	0,58	0,58
Линия силоса и сенажа	0,71	0,95	0,71
Линия корнеплодов	0,52	1,02	0,52
Линия концентрированных кормов	0,44	0,38	0,44
Линия миндобавок	0,29	0,34	0,29
Линия смешивания	1,15	1,68	1,34

Как видно из таблицы 2.4 самой продолжительной является линия смешивания. При подготовке утренней дачи $T_{\phi}^{ym}=1,15$ ч. Значит, все остальные линии должны быть настроены на это время. При подготовке обеденной дачи $T_{\phi}^{ob}=1,68$ ч, вечерней $T_{\phi}^e=1,34$ ч., линии должны быть настроены соответственно, на 1,68 ч. и 1,34 ч.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание технологического процесса предлагаемой конструкции измельчителя-смесителя кормов

Предлагаемое нами изобретение относится к машинам для производства кормов. Цель изобретения - улучшение качества корма путем повышения равномерности внесения добавок.

Измельчитель-смеситель кормов (рисунок 3.1) включает: последовательно соединенный подающий транспортер 1, измельчающий аппарат 2 с приводом 3 и шнековым смесителем 4, над которыми расположены дозаторы добавок 5 с активными рабочими органами 6.

Измельчитель-смеситель кормов, включающий последовательно соединенный подающий транспортер, измельчающий аппарат и шнековый смеситель с расположенными дозаторами добавок, отличающийся тем, что с целью улучшения качества корма путем повышения равномерности внесения добавок. Он снабжен с кинематически соединенными с приводом измельчающего аппарата и с выполненными активными рабочими органами дозаторов, регулятором частоты вращения последних, имеющим вид клиноременного вариатора, шкив переменного диаметра, который установлен на рычаге подпрессовывающего барабана, последний соединены валом 7. Над транспортером установлен на рычагах 8 с возможностью перемещаться в вертикальной плоскости подпрессовывающий барабан 9. С активными органами и с приводом кинематически соединен регулятор частоты вращения рабочих органов, выполненный в виде клиноременного вариатора 10.

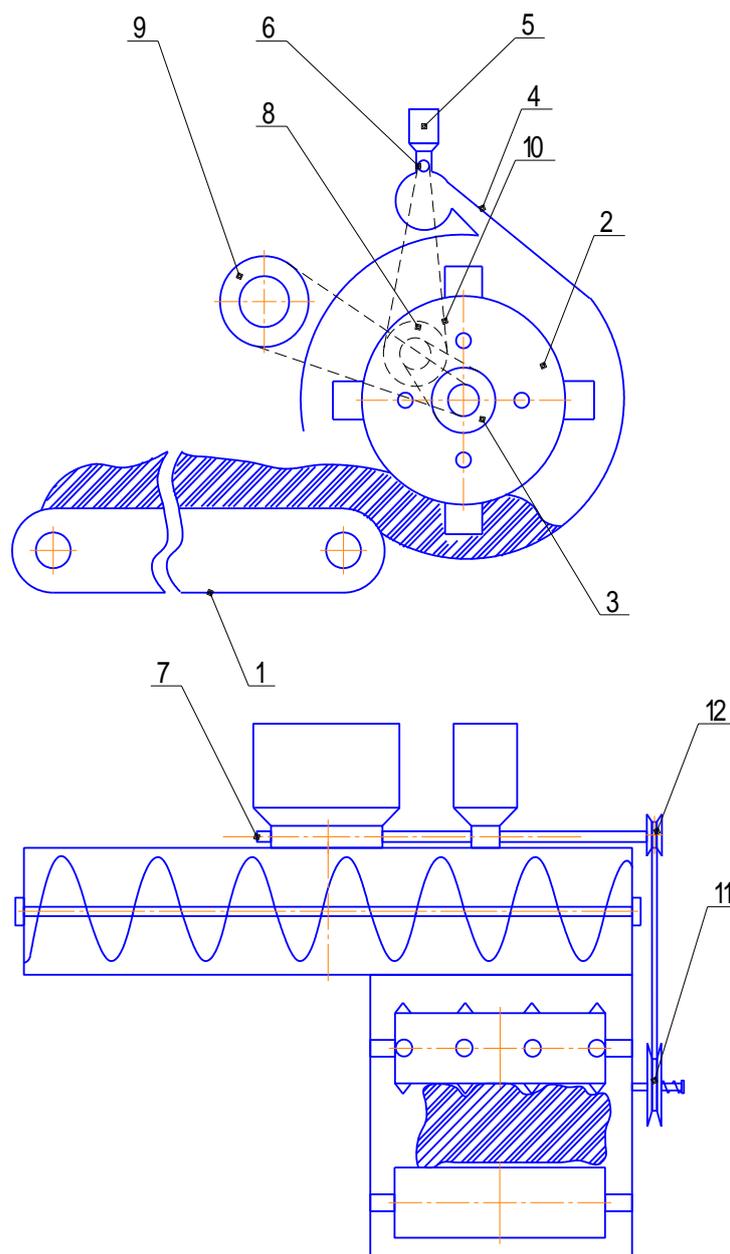
Шкив переменного диаметра вариатора установлен на рычагах. Диски шкива 11 прижаты друг другу пружиной. Шкив 11 связан с органами посредством

установленного на валу шкива 12.

ВКР

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Измельчитель- смеситель кормов	Литер	Лист	Листов
Разраб.	Насибулди			06.1		у	1	21
Пров.	Иванов			06.1				
Н. контр.	Иванов			06.1				
Зав. каф.	Халиуллин			06.1				
						Каз.ГАУ каф. МОА		

Измельчитель-смеситель кормов работает следующим образом: Компоненты корма, например, солома или силос, подаются транспортером к измельчающему аппарату. Измельченный корм направляется в шнековый смеситель, в который вводятся добавки из дозаторов. В процессе работы количество корма на транспортере постоянно изменяется вследствие неравномерности загрузки.



1 – подающий транспортер; 2 – измельчающий аппарат; 3 – привод; 4 – шнековый смеситель; 5 – дозаторы добавок; 6 – дозирующий механизм; 7 – вал; 8 – рычаг; 9 – подпрессовывающий барабан; 10 – вариатор; 11, 12 – шкивы

Рисунок 3.1 – Схема измельчителя-смесителя кормов

Подпрессовывающий барабан постоянно копирует толщину слоя корма на транспортере. При перемещениях барабана в вертикальной плоскости изменяется межцентровое расстояние между шкивами, что вызывает изменение расстояния между дисками и соответствующего рабочего диаметра шкива. Это, в свою очередь, изменяет передаточное отношение между шкивами и изменяет частоту вращения вала и активных органов дозаторов. При увеличении толщины слоя корма на транспортере увеличивается частота вращения рабочих органов и увеличивается количество вносимых добавок. Уменьшение толщины корма приводит к уменьшению количества добавок.

3.2 Конструктивный расчет предлагаемой машины

Прочностной расчет шарикоподшипника привода питающего механизма

Опорами вала для мотор-редуктора служат радиальные шарикоподшипники по ГОСТ 8338-75.

Исходные данные

1. Число оборотов, $n=700 \text{ мин}^{-1}$,
2. Диаметр вала под подшипник, $d=40 \text{ мм}$,
3. Наибольшая нагрузка, $R_A=100 \text{ Н}$.

Назначаем радиальный однорядный шарикоподшипник №105 по ГОСТ 8338-75. [9]

Размеры подшипника

$d=40 \text{ мм}$, $D=62 \text{ мм}$, $B=24 \text{ мм}$,

динамическая грузоподъемность, $C=11,2 \text{ кН}$,

статическая грузоподъемность, $C_0=5,6 \text{ кН}$.

Определяем долговечность подшипника в часах по формуле:

$$L_n = \frac{10^5}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P_g} \right)^3, \quad (3.1)$$

где P_g - эквивалентная нагрузка на опору,

$$P_g = x \cdot y \cdot F_z \cdot K_\sigma \cdot K_m, \quad (3.2)$$

где x - коэффициент радиальной нагрузки, $x=1$; [9]
 y - коэффициент вращения, при вращении внутреннего кольца,
принимая $y=1$; [9]

$F_2 = R_A = 100$ Н - радиальная нагрузка;

K_σ - коэффициент безопасности, $K_\sigma=1,1$; [9]

K_m - температурный коэффициент при $t < 100$ °С, $K_m=1$. [9]

$P_s = 1 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 1,1 \cdot 1 = 110$ Н, тогда

$$L_n = \frac{10^5}{60 \cdot 1390} \cdot \left(\frac{11,2 \cdot 10^3}{110} \right) = 1,2 \cdot 10^5 \text{ часов.}$$

Долговечность шарикоподшипника высокая.

Расчет цепной передачи

В приводах транспортеров, мелиоративных и сельскохозяйственных машин применяется, в основном, приводные роликовые цепи. В нашем случае принимаем цепь роликовую нормальной серии, по ГОСТ 13568-75 [9]

ПР-25,4-113,4 (рис 3.3).

Исходные данные для выполнения расчета

1. Передаточное число передачи, $U=2,5$

2. Шаг, $t=25,4$

Определяем число зубьев ведущей звездочки

$$Z_1 = 29 - 2 \cdot U, \quad (3.3)$$

где U - передаточное число.

$$Z_1 = 29 - 2 \cdot 2,5 = 24.$$

Принимаем число зубьев $Z=25$.

Определяем число зубьев ведомой звездочки

$$Z_2 = Z_1 \cdot U, \quad (3.4)$$

$$Z_2 = 25 \cdot 2,5 = 62,5.$$

Принимаем число зубьев $Z_2=62$.

Определяем межосевое расстояние

$$a = (30...50) \cdot t, \quad (3.5)$$

где t - шаг.

$$a = 30 \cdot 25,4 = 762 \text{ мм.}$$

Определяем длину цепи

$$L = \frac{2 \cdot a + 0,5 \cdot Z_c + \Delta^2 \cdot t^2}{a}, \quad (3.6)$$

где

$$Z_c = Z_1 + Z_2,$$

$$Z_c = 25 + 62 = 87$$

$$\Delta = \frac{Z_2 - Z_1}{2 \cdot \pi},$$

$$\Delta = \frac{62 - 25}{2 \cdot 3,14} = 5,9, \text{ тогда}$$

$$L = \frac{2 \cdot 762 + 0,5 \cdot 87 + 5,9^2 \cdot 25,4^2}{762} = 3160 \text{ мм.}$$

Определяем число звеньев цепи

$$L_t = \frac{L}{t}, \quad (3.7)$$

$$L_t = \frac{3160}{25,4} = 124,4.$$

Принимаем число звеньев $L=125$ звеньев.

После округления числа звеньев пересчитываем межосевое расстояние.

$$a_t = 0,25 \cdot \left[L_t - 0,5 \cdot Z_c + \sqrt{(L_t - 0,5 \cdot Z_c)^2 - 8 \cdot \Delta^2} \right], \quad (3.8)$$

$$a_t = 0,25 \cdot \left[125 - 0,5 \cdot 87 + \sqrt{(125 - 0,5 \cdot 87)^2 - 8 \cdot 5,9^2} \right] = 778,25.$$

Определяем скорость ленты

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 10^3}, \text{ тогда} \quad (3.9)$$

$$V = \frac{25 \cdot 25,4 \cdot 35,5}{60 \cdot 10^3} = 0,4 \text{ м/с.}$$

Определяем долговечность цепи, зависящую от среднего давления в шарнирах.

$$P = \frac{F_1 \cdot K_3}{A},$$

(3.10)

где F_1 - окружное усилие;

K_3 - коэффициент, учитывающий конкретные условия монтажа и эксплуатации цепной передачи;

A - проекция опорной поверхности на плоскость проходящую через его ось, мм².

$$A = d \cdot (B_{BH} + 2 \cdot S),$$

(3.51)

где d - диаметр валика, $d=7,95$ мм; [9]

B_{BH} - расстояние между пластинами внутреннего звена, $B_{BH}=15,88$ мм; [9]

S - толщина пластины, $S=1,8$ мм.

$$A = 7,95 \cdot (15,88 + 2 \cdot 1,8) = 154,87 \text{ мм}^2.$$

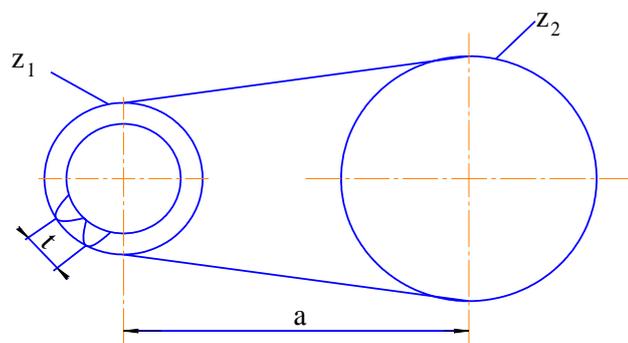


Рисунок 3.3 – Схема цепной передачи.

Коэффициент K_3 представляет собой произведение шести множителей.

$$K_3 = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

(3.12)

где K_1 - коэффициент, учитывающий характер нагрузки, в нашем случае $K_1=3$; [9]

K_2 - коэффициент, учитывающий влияние межосевого расстояния, при $a_t > 60$, $K_2=0,8$; [9]

K_3 - коэффициент, зависящий от угла наклона передачи к горизонту, $K_3=1$; [9]

K_4 - коэффициент, учитывающий способ регулирования натяжения цепи, если производится в автоматическом режиме, $K_4=1$; [9]

K_5 - коэффициент, учитывающий влияние способа смазывания, при периодическом смазывании $K_5=1,5$; [9]

K_6 - коэффициент, принимается в зависимости от сменности работы цепной передачи, $K_6=1,5$. [9]

$$K_s = 3 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 5,4.$$

Определяем окружное усилие

$$F = \frac{2 \cdot N}{\omega} = \frac{60 \cdot N}{\pi \cdot d \cdot n},$$

(3.13)

где N - передаваемая мощность, $N=14$ кВт=14000 Вт;

n - частота вращения вала, $n=1338$ мин⁻¹;

d - диаметр звездочки.

$$d = t \cdot \cos ec \frac{180}{t},$$

(3.14)

где t - шаг цепи, $t=25,4$.

$$d = 25,4 \cdot \cos ec \frac{180}{25,4} = 259,1 \text{ мм, тогда}$$

$$F = \frac{60 \cdot 14000}{3,14 \cdot 0,2591 \cdot 1338} = 1771,34 \text{ Н, тогда}$$

$$P = \frac{1771,34 \cdot 5,4}{154,87} = 61,8 \text{ Н/мм}^2.$$

По нормам ДІ №1895 для цепей типа ПР расчетная долговечность равна 10000 час. [9]

Определяем коэффициент запаса прочности цепи:

$$S = \frac{F_v}{F_t \cdot k_1 + F_u + F_f},$$

(3.15)

где F_v - разрушающая сила, принимаем $F_v=60\text{кН}$; [9]

F_u - нагрузка от центробежных сил,

$$F_u = m \cdot v^2,$$

(3.16)

где m - масса цепи, $m=2,6$ кг; [9]

V - скорость, $V=0,4$ м/с.

$$F_u = 2,6 \cdot 0,4 = 0,5 \text{ Н.}$$

F_f - сила от провисания цепи, Н.

$$K_f = 9,81 \cdot h_f \cdot m \cdot a_t,$$

(3.17)

где K_f - коэффициент при вертикальном расположении, $K_f=6$.

$$K_f = 9,81 \cdot 6 \cdot 2,6 \cdot 0,778 = 124,8 \text{ Н;}$$

$$S = \frac{60000}{3 \cdot 1771,34 + 0,5 + 124,8} = 11,03.$$

Это вполне допустимый коэффициент запаса прочности, так как нормальный $S=7,3$.

Расчет вала режущего барабана

За основу вала принимаем полый вал из трубы с приваренными цапфами (рисунок 3.3)

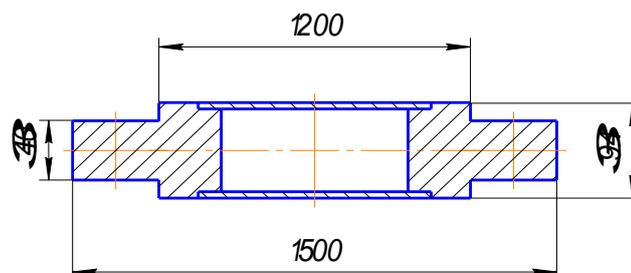


Рисунок 3.3 – Схема измельчающего барабана.

Диаметр вала из среднеуглеродистой стали при расчете на прочность берем из раздела 3.4.1. Диаметр вала равен $d=40$ мм.

Для проверки вала на жесткость по углу закручивания φ (принимая $\varphi=(4,4\dots 8,8)\cdot 10^3$ рад $\approx (0,25\dots 0,5^0)$) на 1 м длины вала, используем формулу

$$d \geq (10,5\dots 12,5) \cdot \sqrt[4]{\frac{N}{n}},$$

(3.18)

$$d \geq 23,2 \text{ мм.}$$

Принимаем шарикоподшипник радиальный сферический 2-х рядный 1608 по ГОСТ-5720-75.

Диаметр вала под ножи принимаем равный 94 мм.

Определяем расчетный крутящий момент на валу

$$M_{кр} = \frac{N}{n},$$

(3.19)

где N - мощность на валу, $N=22$ кВт;

n - обороты, $n=15$ мин⁻¹.

$$M_{кр} = \frac{22}{15} = 1,4 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Для клиноременной передачи окружная сила будет равна:

$$P = \frac{N}{V} = \frac{N}{\omega \cdot R},$$

(3.20)

где R - радиус ведомого шкива, принимаем $R=200$ мм.

$$P = \frac{22}{140 \cdot 0,2} = 1,7 \text{ кН.}$$

В нашем случае окружная сила раскладывается на $P_{кл.x}$ и $P_{кл.y}$.

$$P_{кл.x} = P_{кл.y} = P \cdot \sin 45^0 = 1,7 \cdot \sin 45^0 = 1,2 \text{ кН}$$

(3.21)

Равнораспределенная нагрузка на вал, $g=1,87$ кН/м.

Равнодействующая сила будет равна:

$$F = g \cdot \frac{l}{2},$$

(3.22)

где l - длина вала, $l=1,2$ м.

$$F = 1,87 \cdot \frac{1,2}{2} = 1,12 \text{ кН.}$$

Определяем опорные реакции. Для этого рисуем схему нагружения вала (рисунок 3.4)

Определяем реакции плоскости xz

$$\sum M_B = 0$$

$$- F \cdot 0,6 + R_{ay} \cdot 1,2 - P_{кл.y} \cdot 1,5 = 0$$

$$R_{ay} = \frac{F \cdot 0,6 + P_{кл.y} \cdot 1,5}{1,2} = \frac{1,12 \cdot 0,6 + 1,2 \cdot 1,5}{1,2} = 12,5 \text{ кН}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$R_{By} \cdot 1,2 - F \cdot 0,6 + P_{кл.y} \cdot 0,3 = 0$$

$$R_{By} = \frac{F \cdot 0,6 - P_{кл.y} \cdot 0,3}{1,2},$$

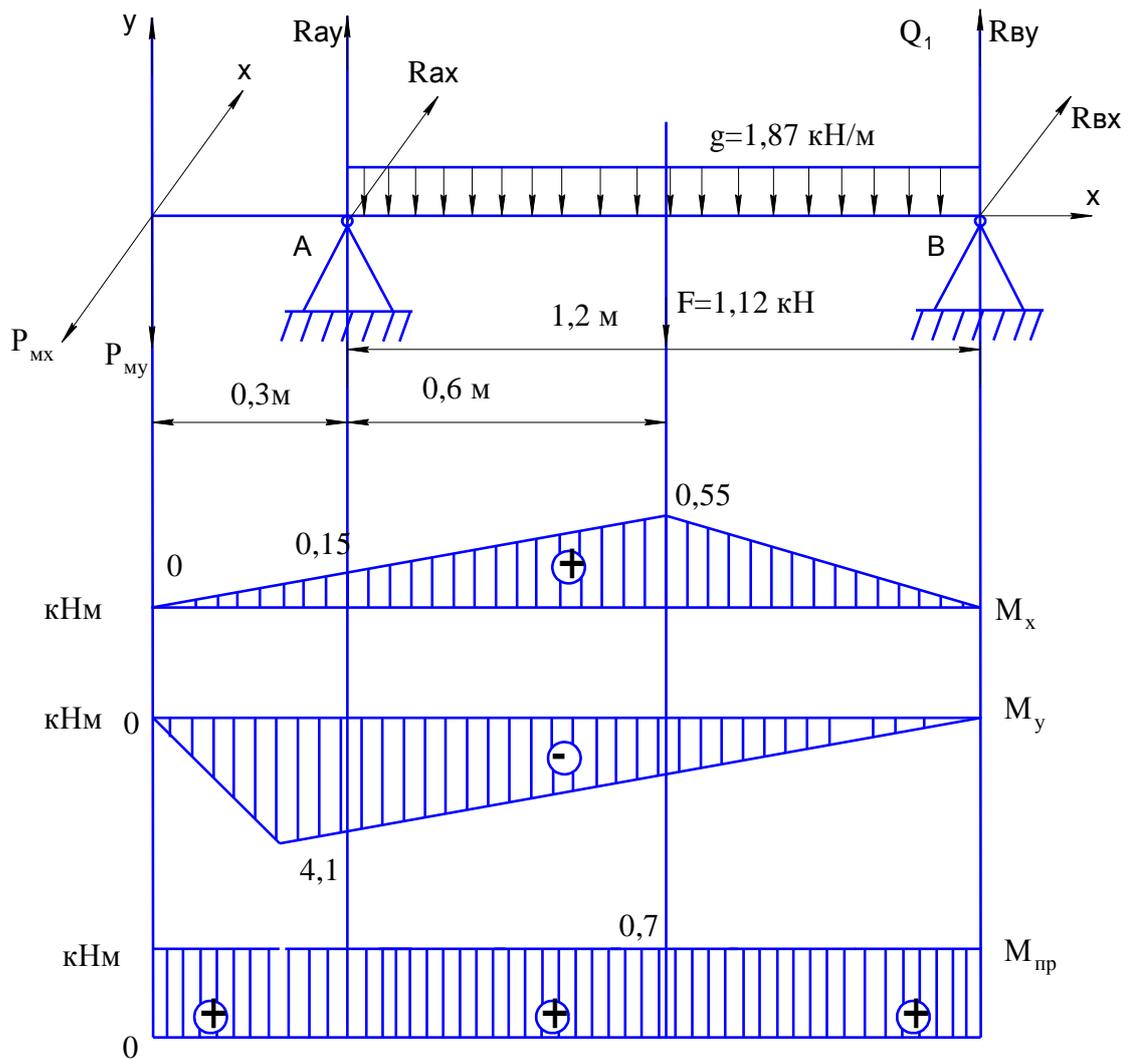


Рисунок 3.4 – Схема нагружения вала.

$$R_{By} = \frac{1,12 \cdot 0,6 - 1,2 \cdot 0,3}{1,2} = 0,06 \text{ кН}$$

Проверка: $\sum Y = R_{ay} + R_{by} - F - P_{кл.y}$,

$$\sum Y = 12,5 + 0,06 - 1,12 - 12 = 0.$$

Определяем реакции опор в плоскости уз.

$$\sum M_B = 0$$

$$R_{ax} \cdot 1,2 - P_{кл.x} \cdot 1,5 = 0$$

$$R_{ax} = \frac{P_{кл.x} \cdot 1,5}{1,2},$$

$$R_{ax} = \frac{1,12 \cdot 1,5}{1,2} = 11,8 \text{ кН}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$R_{BX} \cdot 1,2 + P_{кл.х} \cdot 0,3 = 0$$

$$R_{BX} = \frac{-P_{кл.х} \cdot 0,3}{1,2},$$

$$R_{BY} = \frac{-1,12 \cdot 0,3}{1,2} = -0,69 \text{ кН}$$

Проверка: $\sum X = R_{ax} + R_{bx} - P_{кл.х}$;

$$\sum X = 11,8 + (-0,69) - 11,1 = 0$$

Определяем изгибающие моменты.

Проверяем вал в опасном сечении под подшипник. В этом сечении действуют изгибающие моменты M_y и M_x и крутящий момент $M_{кр}$.

$$M_y = R_{BX} \cdot 1,2;$$

$$M_y = 0,69 \cdot 1,2 = 1,1 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M_x = -R_{BY} \cdot 1,2 + F \cdot 0,6;$$

$$M_x = -0,06 \cdot 1,2 + 1,12 \cdot 0,6 = 1,1 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Суммарный изгибающий момент

$$M = \sqrt{M_y^2 + M_x^2}, \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$M = \sqrt{1,1^2 + 1,1^2} = 1,56 \text{ кН}\cdot\text{м} = 1560 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Момент сопротивления качению.

$$W = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot n}{32},$$

(3.23)

$$W = \frac{3,14 \cdot 0,4^3 \cdot 1339}{32} = 21,2 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

Амплитуда нормальных напряжений

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M}{W},$$

$$\sigma_{\max} = \frac{1560 \cdot 10^3}{21,2 \cdot 10^3} = 73,5 \text{ МПа.}$$

Коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям определяется по формуле:

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma - 1}{\frac{h_{\sigma}}{E_{\sigma}} \cdot \sigma_v},$$

(3.24)

$$S_{\sigma} = \frac{246}{2,3 \cdot 73,5} = 2,6,$$

где $\frac{h_{\sigma}}{E_{\sigma}} = 2,3$.

Определяем поперечный момент сопротивления по формуле:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d \cdot n^3}{16} = 2 \cdot W,$$

(3.25)

$$W_p = 2 \cdot 21,2 \cdot 10^3 = 42,4 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}^3.$$

Амплитуда и среднее напряжение цикла касательных напряжений

$$\tau_v = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{T - 1}{W_p},$$

(3.26)

$$\tau_v = \frac{1}{2} \cdot \frac{710 \cdot 10^3}{42,4 \cdot 10^3} = 8,3 \text{ МПа}.$$

Определяем коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям.

$$S_{\tau} = \frac{\tau - 1}{\frac{h_{\tau}}{E_{\tau}} \cdot \tau_v + \varphi_{\tau} \cdot \tau_v},$$

(3.27)

где $\frac{h_{\tau}}{E_{\tau}} = 2,3$, $\varphi_{\tau} = 0,1$

$$S_{\tau} = \frac{142}{2,3 \cdot 8,3 + 0,1 \cdot 8,3} = 7,1.$$

Определяем коэффициент запаса

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}},$$

(3.28)

$$S = \frac{2,6 \cdot 7,1}{\sqrt{2,6^2 + 7,1^2}} = 2,44.$$

Для вала режущего барабана используем вал из полой трубы, внутри который изготавливается из толстостенной трубы

$$\text{Труба} \frac{102 \times 5 \text{ ГОСТ } 8732 - 88}{B20 \text{ ГОСТ } 8731 - 88}$$

3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции

Требования безопасности при эксплуатации предлагаемой конструкции

Измельчитель-смеситель спроектирован в соответствии с ГОСТ 12.2.042-91.

Опасной зоной в проектируемом измельчителе являются цепная передача, клиноременная передача, питающий транспортер, клемные коробки электродвигателей.

Для предотвращения попадания человека в опасные зоны, предусмотрен ряд защитных средств по ГОСТ 12.2.062-81:

- а) цепная передача закрыта кожухом из листовой стали;
- б) клиноременная передача закрыта кожухами;
- в) питающий транспортер огражден сетчатым ограждением;
- г) зона клемной коробки на электродвигателях всегда закрыта, во избежание поражения электрическим током.

Электропитание привода выполнено проводом ТПРФ с резиновой изоляцией, управление осуществляется магнитным пускателем ВМБ-10. Имеющиеся острые кромки скруглить.

Окраска измельчителя-смесителя производится в соответствии с ГОСТ 9825-73, используется краска эмаль красная МЛ-152 МРТУ6-10-64-70.

Предлагаемая конструкция измельчителя-смесителя кормов надежна в эксплуатации. Произведены расчеты цепной передачи и расчет шарикоподшипников.

При работе следует выполнять «Правила безопасности при производстве продукции животноводства».

Требования экологической безопасности при эксплуатации предлагаемой конструкции

Стандарт СТО-56171713-003-2014 «Продукция животноводства. Требования экологической безопасности и методы оценки» разработан для оценки соответствия продукции животноводства критериям экологической безопасности в Системе добровольной экологической сертификации продукции, работ и услуг по их жизненному циклу «Листок жизни».

В настоящем стандарте определены критерии экологической безопасности продукции животноводства, а именно: мясо свежее, охлажденное или замороженное, молоко свежее, пастеризованное; яйца свежие.

Стандарт основан на принципах оценки жизненного цикла продукции, определение которого изложено в ГОСТ Р ИСО 14024 «Этикетки и декларации экологические. Экологическая маркировка типа I. Принципы и процедуры». Настоящий стандарт содержит требования ко всем этапам производства, начиная от добычи сырья и заканчивая утилизацией отходов упаковки. В основе критериев лежит анализ жизненного цикла продукции, а также требования российских нормативных актов и международных стандартов.

Основные группы критериев стандарта:

- **Общие требования к продукции и производству.** Обязательным требованием является соблюдение действующего природоохранного и санитарного законодательства. Также предъявляются требования к обеспечению качества и безопасности готового пищевого продукта, в соответствии с принципами ХАССП (НАССР).

- **Требования к условиям содержания животных.** В стандарт включены требования, касающиеся условий содержания животных в помещениях и на улице, в том числе, требования к пастбищным территориям. Запрещается регулярное профилактическое применение антибиотиков, все медицинские препараты должны применяться только по назначению врача.

- **Требования к кормам.** Корма, получаемые животными, оказывают существенное влияние на безопасность конечной продукции. Стандарт требует подтверждения безопасности кормов, прослеживаемости их происхождения, отсутствия в кормах пестицидов, антибиотиков, ГМО компонентов. Отдельно включены требования к воде, которая используется для поения животных.

3.4 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения и увеличения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). У лиц, занятых малоподвижным трудом, нагрузки характеризуются наличием статического напряжения на шейный и крестцово-поясничный отделы позвоночника, пребыванием в фиксированных положениях сидя и стоя в условиях изолированного помещения. Работа рук (мелкие группы мышц) при этом носит статико-динамический характер. Такой труд

сопровождается значительным психо-эмоциональным напряжением, нагрузкой на зрительный анализатор, гиподинамией.

Подобный характер труда провоцирует следующие наиболее часто встречающиеся профессиональные заболевания и функциональные расстройства: остеохондроз шейного и крестцово-поясничного отделов позвоночника, суставов, варикозное расширение вен, отеки ног, ухудшение зрения, застойные явления в полости малого таза, вялость кишечника, головные боли, которые неуклонно прогрессируют, если не принимать профилактических мер.

К профилактическим мероприятиям относятся: вводная гимнастика, физкультурная пауза, физкультурные минутки. Вводная гимнастика предназначена для ускорения процесса вработываемости, т. е. активизации физиологических процессов до уровня, необходимого для выполнения производственных заданий.

3.5 Расчет технико-экономических показателей предлагаемой конструкции

Определяем эксплуатационные затраты на производство 1 тонны корма.

Определяем заработную плату рабочих по формуле:

$$Z_n = T \cdot C_{\text{ч}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{соц}},$$

(3.29)

где T - затраты труда, чел. час;

$C_{\text{ч}}$ - часовая тарифная ставка, $C_{\text{ч}}=8$ руб.

$K_{\text{д}}$ - коэффициент, учитывающий доплаты и премии, $K_{\text{д}}=1,2$;

$K_{\text{соц}}$ - коэффициент, учитывающий страхование, $K_{\text{соц}}=38,5\%$.

$$T = t \cdot N_{\text{с.д.}} \cdot N_p,$$

(3.30)

где N_p - число рабочих, обслуживающих машину, $N_p=1$;

t - число часов работы в сутки, $t=11,4$ ч;

$N_{\text{с.д.}}$ - число стойловых дней, $N_{\text{с.д.}}=210$ дн.

$$T = 11,4 \cdot 1 \cdot 210 = 2394 \text{ чел. час}$$

$$З_n = 2394 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,385 = 31830,6 \text{ руб.}$$

Определяем затраты на амортизацию

$$A = \frac{B \cdot a}{100},$$

(3.31)

где B - балансовая стоимость машины, $B=10200$ руб.;

a - годовая норма амортизационных отчислений, $a=12,5\%$.

$$A = \frac{10200 \cdot 12,5}{100} = 1275 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию

$$C_э = N_{дв} \cdot K_э \cdot Ц,$$

(3.32)

где $N_{дв}$ - мощность двигателя, $N_{дв}=24,05$ кВт;

$K_э$ - годовой объем работ, берем $K_э=2394$ чел. час;

$Ц$ - стоимость 1 кВт ч, принимаем $Ц=4,3$ руб.

$$C_э = 24,05 \cdot 2394 \cdot 0,7 = 40303 \text{ руб.}$$

Определим отчисления на ремонт и техническое обслуживание

$$C_{ТО} = \frac{B \cdot 7}{100},$$

(3.33)

где 7 - годовой процент отчисления, % [14].

$$C_{ТО} = \frac{10200 \cdot 7}{100} = 663 \text{ руб.}$$

Определяем прочие прямые издержки

Они составят 10% от капиталовложений

$$C_{п.и} = \frac{B \cdot 11}{100},$$

(3.34)

тогда

$$C_{n.u} = \frac{10200 \cdot 11}{100} = 1122 \text{ руб.}$$

Определяем общие годовые эксплуатационные издержки

$$Ц_3^1 = Z_n + A + C_{ТО} + C_3 + C_{n.u}$$

(3.35)

$$Ц_3^1 = 31830,6 + 1275 + 663 + 1122 + 40303 = 75193,6 \text{ руб.}$$

Прямые затраты на 1 т корма

$$Z_1 = \frac{Ц_3^1}{K}$$

(3.36)

где K - количество корма, т, $K=1995$ т.

$$Z_1 = \frac{82798,6}{1995} = 41,5 \text{ руб.}$$

Определяем эксплуатационные затраты на смешивание 1т корма.

Определяем заработную плату по формулам:

$$Z_n = T \cdot C_ч \cdot K_д \cdot K_{соц}$$

$$T = t \cdot N_{c.d} \cdot N_p, \text{ тогда}$$

$$Z_n = 2394 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,385 = 31830,6 \text{ руб.}$$

Определяем затраты на амортизацию

$$A = \frac{B \cdot a}{100}$$

(3.37)

где B - балансовая стоимость машины, $B=11700$ руб.;

a - годовая норма амортизационных отчислений, %.

$$A = \frac{11700 \cdot 12,5}{100} = 1462,5 \text{ руб.}$$

Определяем отчисления на ремонт и ТО по формуле:

$$C_{ТО} = \frac{4942,2 \cdot 7}{100} = 346 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию

$$C_3 = N_{об} \cdot K_2 \cdot Ц,$$

где $N_{об}$ - мощность двигателя, $N_{об}=7,5$ кВт;

K_2 - годовой объем работ, берем $K_2=2394$ чел. час;

$$C_3 = 7,5 \cdot 2394 \cdot 0,7 = 12568,5 \text{ руб.}$$

Определяем прочие прямые издержки. Они составляют 10% от капиталовложений

$$C_{н.и} = \frac{11700 \cdot 11}{100} = 1287 \text{ руб.}$$

Определяем общие годовые эксплуатационные издержки

$$Ц_3^2 = Z_n + A + C_{ТО} + C_3 + C_{н.и}$$

(3.38)

$$Ц_3^2 = 31830,6 + 1462,5 + 346 + 12568,5 + 1287 = 47495 \text{ руб.}$$

Прямые затраты на 1 т корма

$$Z_2 = \frac{Ц_3^2}{K}$$

(3.39)

$$Z_2 = \frac{47495}{1995} = 23,8 \text{ руб.}$$

Определяем общие годовые эксплуатационные затраты на измельчение и смешивание

$$Ц_3^{общ} = Ц_3^1 + Ц_3^2$$

(3.40)

$$Ц_3^{общ} = 75193,6 + 47495 = 122689 \text{ руб.}$$

Определяем общие прямые затраты на 1 т корма

$$Z_{общ} = Z_1 + Z_2,$$

(3.41)

$$Z_{общ} = 41,5 + 23,8 = 65,3 \text{ руб.}$$

При измельчении конструкции измельчителя-смесителя, снизилась удельная энергоёмкость, и повысилось качество кормосмеси. Масса в результате изменения конструкции на 50 кг.

Новая цена конструкции составила

$$C_n = \frac{M_n}{M_c} \cdot C_c$$

(3.42)

где M_n и M_c - соответственно новая и старая массы машины, кг,

$M_n=1030$ кг, $M_c=1080$ кг.

$$C_n = \frac{1030}{1080} \cdot 10200 = 9727,8 \text{ руб.}$$

Определяем новые эксплуатационные затраты на производство 1 т корма.

Заработную плату считаем по формулам:

$$Z_n^{нов} = T \cdot C_z \cdot K_d \cdot K_{соц},$$

$$T = t \cdot N_{c.d} \cdot N_p,$$

где t - число работы в сутки, $t=7,5$ час.

$$T = 7,5 \cdot 1 \cdot 210 = 1575 \text{ чел. час.}$$

$$Z_n^{нов} = 1575 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,385 = 20533 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию рассчитываем по формуле :

$$A'' = \frac{9727,8 \cdot 12,5}{100} = 1216 \text{ руб.}$$

Отчисления на ремонт и ТО машины определяем по формуле:

$$C_{ТО} = \frac{9727,8 \cdot 7}{100} = 681 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле.

Так как производительность машины возросла, то время ее работы снизилось, и составила $K_z=1575$ чел ч.

$$C''_э = 24,05 \cdot 1575 \cdot 0,7 = 26515 \text{ руб.}$$

Определяем прочие прямые затраты по формуле

$$C_{н.и}'' = \frac{11 \cdot 972,78}{100} = 1070,1 \text{ руб.}$$

Определяем общие годовые эксплуатационные издержки. Они составляют 10% от капиталовложений по формуле (5.10)

$$Ц_{\text{э}}'' = 3_n'' + A'' + C_{\text{ГО}}'' + C_{\text{э}}'' + C_{н.и}'' \quad (3.43)$$

$$Ц_{\text{э}}'' = 20533 + 1216 + 681 + 26515 + 1070,1 = 50015 \text{ руб.}$$

Экономия эксплуатационных затрат по формуле

$$\text{Э}_{\text{э.з.}} = Ц_{\text{э}} - Ц_{\text{э}}'', \quad (3.44)$$

$$\text{Э}_{\text{э.з.}} = 122689 - 50015 = 72674 \text{ руб.}$$

Прямые затраты на 1 т корма определяем по формуле

$$3_n'' = \frac{50015}{1995} = 25,1 \text{ руб.}$$

Определяем годовой экономический эффект по формуле

$$\text{Э}_{\text{э}} = (C_{\text{б}} + E_n \cdot K_{\text{б}}) - (C_{\text{пр}} + E_n \cdot K_{\text{пр}}), \quad (3.45)$$

где $C_{\text{б}}$ и $C_{\text{пр}}$ - годовые эксплуатационные издержки соответственно базовой и проектируемой машины;

$K_{\text{б}}$ и $K_{\text{пр}}$ - капитальные вложения соответственно базовой и проектируемой машины, руб.;

E_n - нормативный коэффициент, принимаем $E_n = 0,18$.

$$\text{Э}_{\text{э}} = (122689 + 0,18 \cdot 1020) - (50015 + 0,18 \cdot 9727,8) = 72759 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{\text{ок}} = \frac{Ц_n - Ц_c}{\text{Э}_{\text{э}}}, \quad (3.46)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{(11700 + 10200) - 9727,8}{72759} = 0,2 \text{ года.}$$

Экономические показатели, высчитанные в разделе, заносим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Экономическая эффективность модернизации измельчителя-смесителя

№ п/п	Показатели	Варианты	
		базовая	проектир.
1.	Балансовая стоимость машин, руб.	21900	9727,8
2.	Годовое количество корма, т	1995	1995
3.	Прямые затраты на 1 т корма, руб.	65,3	25,1
4.	Годовая экономия труда, чел ч	-	819
5.	Годовая экономия электроэнергии, кВт ч	-	230,4
6.	Годовой экономический эффект, руб.	-	72759
7.	Срок окупаемости капиталовложений, лет		0,2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проделанной работы можно сделать следующие заключения:

1. Принятая технология приготовления кормов позволит составить кормосмеси высокого качества из кормов, произведенных в хозяйстве, без потери их питательной ценности.

2. Проведенные расчеты технологических линий показывают, что установленные в кормоцехе машины обеспечивают приготовление кормовой смеси согласно указанному рациону.

3. Предлагаемая конструкция измельчителя-смесителя кормов позволит снизить энергоемкость и повысить качество приготавливаемой кормовой смеси.

4. Рассмотренные вопросы охраны труда позволяют в значительной мере улучшить условия производства.

5. В результате внедрения измельчителя-смесителя кормов годовой экономический эффект составит - 72759 рублей, срок окупаемости капитальных вложений - 0,2 года.