ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технология заготовки зерно-стержневой смеси кукурузы с разработкой измельчителя

Шифр: ВКР 35.03.06.675.20.00.00.00.ПЗ

Студент Б262-07У группа /Низамов Р.К./
Ф.И.О.

Руководитель д.т.н., профессор /Шогенов Ю.Х./
ученое звание Ф.И.О.

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

Зав. кафедрой к.т.н., доцент /Халиуллин Д.Т./
ученое звание Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Низамова Раниля Камилевича на тему: «Совершенствование технология заготовки зерно-стержневой смеси кукурузы с разработкой измельчителя».

Работа состоит из пояснительной записки на листах машинописного текста и графической части на ___ 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 существующих технологий заготовки кормов из кукурузы, а также обзор и анализ существующих конструкций. Изысканы перспективные энергосберегающие технологии уборки, переработки и хранения кукурузы Поставлены цели и задачи проектирования.

Во втором разделе разработана технология заготовки зерно-стержневой смеси и составлена конструктивная технологическая схема процесса. Проведен расчёт годовой потребности хозяйств в зерно-стержневой смеси и потребности в транспортных средствах. Составлен график суточного использования машин и потребления электроэнергии.

В третьем разделе приведены зоотехнические требования, предъявляемые к конструкции измельчителя початков, описание устройства и рабочий процесс измельчения початков кукурузы, приведены конструктивные расчеты предлагаемой конструкции. Разработаны правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции и упражнения по физической культуре. Рассчитаны технико-экономические показатели предлагаемой конструкции.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

To the final qualifying work of Nizkovov Ranil Kamilevich on the topic: «Improving the technology of harvesting the grain-kernel mixture of corn with the development of the grinder».

The work consists of belt notes on sheets of machine text and a graphic part on ___ sheets of A1 format. The conclusion consists of three sections ___ figures, ___ tables. The list of references contains ___ items.

The introduction substantiates the relevance of the project theme.

The first section contains a literature and patent review. The analysis of existing technologies for harvesting feed from corn. Promising energy-efficient technologies for harvesting, processing and storing corn have been identified.

The second section uses technology for the development of technological processes. Settlements for the year and vehicle requirements have been carried out. Schedule daily use of cars and electricity consumption.

In the third section, zootechnical requirements are presented for the designs of crushed cobs, a description of the devices and working processes for grinding cobs of corn, design calculations of the proposed design are allowed. The rules of safe and environmental operation are developed. The technical and economic indicators of the proposed design are calculated.

Note completed by issuance and offers.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.
ВВЕДЕНИЕ.....
1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....
1.1 Анализ существующих технологий заготовки кормов из кукурузы .....
1.2. Развитие производства кукурузных кормов за рубежом. .....
1.3 Перспективные энергосберегающие технологии уборки, переработки и хранения кукурузы.....
1.4 Особенности и эффективность использования зерно-стержневой смеси кукурузы в рационах свиней и крупнорогатого скота. .....
1.5 Характеристика и сравнительная оценка существующих конструкций измельчителей початков кукурузы.....
1.6 Цели и задачи проекта. .....
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....
2.1 Выбор и обоснование технологии заготовки зерно-стержневой смеси и составление конструктивной технологической схемы процесса.....
2.2. Расчёт годовой потребности хозяйств в зерно-стержневой смеси .....
2.3 Обоснование типа хранилищ и определение их потребности.. .....
2.4 Выбор и обоснование номенклатуры и количества необходимого оборудования.. .....
2.5 Расчёт потребности в транспортных средствах.....
2.6 Составление графиков суточного использования машин и потребления электроэнергии.. .....
2.7 Последовательность выполнения технологических операций и работы машин.. .....
2.8 Основные правила монтажа и эксплуатации оборудования .....
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....
3.1 Зоотехнические требования, предъявляемые к конструкции измельчителя початков.. .....
3.2 Обоснование и краткое описание конструктивной и технологической схемы предлагаемой конструкции дробилки-измельчителя початков кукурузы.. .....

3.3 Конструктивный расчёт конструкции дробилки-барабана.. .....
3.4 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции .....
3.5 Физическая культура на производстве .....
3.6 Расчет технико-экономических показателей предлагаемой конструкции....
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....
СПЕЦИФИКАЦИИ
ПРИЛОЖЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Половина валового продукта агропромышленного комплекса принадлежит животноводству. Животноводство даёт сырьё для лёгкой и пищевой промышленности. В настоящее время наблюдается плохое техническое состояние оснащения животноводства.

Внедрение новой системы машин сократит эксплуатационные издержки на производство продукции животноводства на 25…30%, снизит прямые затраты труда в 1,5…2 раза по сравнению с достигнутым уровнем, уменьшит потребность в обслуживающем персонале на 1,1…1,2 млн. человек [1].

В наращивании производства животноводческой продукции определяющая роль принадлежит кормам. На долю кормов приходится более половины себестоимости продукции животноводства [27].

Для решения продовольственной программы страны необходимо делать упор на новые виды организации производства.

В целях создания надёжной кормовой базы промышленность и агропромышленным комплексом страны предусматривается осуществить комплекс крупных технологических и организационных мероприятий по дальнейшему увеличению производства фуражного зерна, грубых и сочных кормов. Одновременно с увеличением производства фуража намечается улучшить его структуру за счёт увеличения производства кормов из кукурузы и зерно-бобовых культур.

В кормовом балансе ферм мясного и молочного направлений значительную долю составляют корма из кукурузы. До последнего времени это были главным образом фуражное зерно и силос, используемый для приготовления комбикормов, влажных мешанок и других кормосмесей.

В ряде зон страны уборка кукурузы на корм в виде зерна в связи с поздним её вызреванием связана с одной стороны, с малоэффективным

использованием листостебельной массы, а с другой – с повышенным расходом энергии на сушку влажного зерна.

В нашей стране и за рубежом разработан ряд новых технологий заготовки кормов из кукурузы, позволяющих заметно снизить риск, связанный с неполным созреванием кукурузы. Энергоёмкость процессов представляется возможным снизить на треть.

К прогрессивным энергосберегающим технологиям заготовки кормов из кукурузы относиться заготовка влажной зерно-стержневой смеси.

В связи с этим целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологии заготовки зерно-стержневой смеси кукурузы, а также новой конструкции измельчителя, которая имела бы более высокую производительности и низкую энергоемкость по сравнению аналогами.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Анализ существующих технологий заготовки кормов из кукурузы

Одним из основных факторов дальнейшего роста производства кормов – совершенствование структуры посевных площадей с переходом на возделывание наиболее продуктивных районированных кормовых культур. В условиях интенсивного полевого кормопроизводства расширяются площади посева бобовых культур, главным образом люцерны и клевера. Наряду с этим уделяется большое внимание увеличению производства высокоурожайных злаковых культур, и, прежде всего кукурузы. Кукуруза издавна считалась одной из наиболее высокоинтенсивных и ценных для животноводства полевых культур. В мировом её производстве тенденция и интенсификация возделывания всё увеличивается. После пшеницы и риса кукуруза занимает самые большие посевные площади [37].

В нашей стране ежегодно кукурузу высевают на площади от 20 до 22 млн. га, что составляет около 24% от площадей, засеваемых кормовыми культурами.

Возделывание кукурузы на корм и зерно позволяет решать сразу несколько задач: пополнение ресурсов зерна, получение высококачественного силоса, обеспечение животных зелёными кормами.

Для многих хозяйств нашей страны кукурузный силос служит основным объёмистым кормом в зимний период и зелёным в летне-осенний период кормления животных [9].

В настоящее время в России традиционно используют две технологии производства кормов из кукурузы: в фазе молочно-восковой или восковой спелости – кукуруза убирается на силос, в фазе полной спелости – на зерно.

Процесс силосования кукурузы, являющийся одним из самых распространённых биологических методов консервации кормов, включает следующие операции: скашивание и измельчение кукурузы, погрузку её в

транспортное средство, закладку массы в хранилище с одновременным её уплотнением, герметизацию хранилища.

Кукурузу на силос заготавливают специальными силосоуборочными или универсальными кормоуборочными комбайнами.

Технология уборки кукурузы в фазе полной спелости зерна, определяемая не только биологическими, но и организационно-хозяйственными условиями. Весьма важно определить оптимальные сроки уборки кукурузы с учётом почвенно-климатических условий. В нашей стране при выборе сроков уборки кукурузы на зерно учитывают сроки созревания и экономическую целесообразность использования листостебельной массы на корм. При этом отдаётся предпочтение накоплению сухого вещества в зерне на корню, которое достигает максимального значения при влажности от 29 до 30 %. Чаще всего уборку делают при влажности зерна от 30 до 40% [11].

Кукурузу убирают обычно по одной из следующих технологических схем – в початках, используя для этих целей кукурузоуборочные комбайны, и в зерне, применяя переоборудованные зерноуборочные комбайны[22].

Убранные кукурузоуборочными комбайнами початки перевозят на ток для дальнейшей переработки и сушки.

В настоящее время для хранения кукурузного силоса и зерна применяют несколько типов хранилищ. Кукурузный силос хранят в основном в наземных (полузаглубленных) хранилищах и реже в башнях. Хранение силоса в буртах и курганах в виду значительных потерь, достигающих 30% и более, следует признать нерациональным.

Сухое зерно и початки хранятся обычно на токах, под навесом и в механизированных складах.

Однако, потенциальные возможности этой ценной культуры, убираемой преимущественно на зелёный силос, используются далеко не полностью. Из-за ранних сроков уборки и технологических сложностей, связанных с уборкой и сушкой влажного зерна, недобираются по крайней

мере 30% питательных веществ, что требует перехода на более эффективные технологии производства кормов из кукурузного сырья [27].

1.2 Развитие производства кукурузных кормов за рубежом

Кукуруза издавна считалась одной из наиболее высокопитательных и ценных для животноводства полевых культур. В мировом её производстве тенденция к интенсификации возделывания всё увеличивается. После пшеницы и риса кукуруза занимает самые большие посевные площади.

В Болгарии, например, урожайность кукурузы на зерно возросла более чем в четыре раза. Площади посева и урожайность кукурузы продолжают увеличиваться.

По урожайности биологической массы и зерна, универсальности использования и питательности кукуруза превосходит почти все зернофуражные культуры и в рационах кормления животных занимает ведущее место. Так, например, в США в структуре зернофуража кукуруза занимает 83,8% [27].

В последнем десятилетии в странах Западной Европы и в США всё большее внимание уделяется технологии приготовления кормов из кукурузы в фазе полной спелости или близкой к ней.

В Венгерской народной республике кукуруза занимает 30% пашни и является основной кормовой культурой сельского хозяйства. Более 70% общей потребности животноводства в концентрированных кормах покрывается кукурузным зерном. Около 30% потребности в объемных кормах для крупнорогатого скота составляет кукурузный силос.

В последние годы в ряде стран, например: Германия, Венгрия, всё большее распространение находит способ силосования кукурузных початков. Предпосылками для этого являются высокая урожайность кукурузы (на 25…30%) по сравнению с зерновыми культурами, экономия энергии, возможность процесса механизации производства корма, снижение себестоимости продукции животноводства за счёт использования

силосования кукурузных початков, хорошая поедаемость початков всеми видами сельскохозяйственных животных[9].

Сущность технологии заключается в том, что початки кукурузы измельчают, в короткие сроки закладывают в хранилища, тщательно герметизируют и уплотняют. За счёт молочно-кислого брожения происходит самоконсервирование.

В Германии разработано несколько оригинальных ёмкостей для хранения силосованных кукурузных початков, например: башня, заполняемая консервирующим газом. В ней потери питательных веществ минимальные, загрузка полностью механизирована.

За рубежом рост цен на жидкое топливо в значительной мере изменил соотношение стоимости и себестоимости кормов из кукурузы, существенно возросли расходы на сушку. Поиски возможностей стабилизации и сокращения производственных расходов начали в нескольких направлениях:

- производство кукурузы с более коротким вегетационным периодом и пониженной уборочной влажностью зерна;

- увеличение энергетического коэффициента полезного действия сушилок;

- применение двухступенчатой сушки;

- применение методов уборки с отрывом и хранением початков;

- разработка альтернативной технологии уборки, позволяющей исключить операции сушки зерна длительного трудоёмкого хранения початков в сапетах[27].

Изучение этих направлений привело к пересмотру всех концепций применения кукурузы на корм скоту.

Таким образом, заготовка измельчённых силосованных початков позволяет наиболее полно реализовать потенциальные возможности в кормопроизводстве, способствует рациональному и эффективному использованию кормов в животноводстве.

1.3 Перспективные энергосберегающие технологии уборки, переработки и хранения кукурузы

В России применяют различные энергосберегающие технологии консервирования наиболее питательной части кукурузы. К ним можно отнести:

- консервирование влажного зерна измельчённого или целиком;

- консервирование влажных початков кукурузы измельчённых или целых;

- консервирование влажной зерно-стержневой смеси кукурузы с различным соотношением зерна и початков.

В последние годы широкое распространение получает энергосберегающая технология консервирования измельчённого зерна и початков кукурузы повышенной влажности (до 45%).

По данным ВНИИМОЖ и УНИИМЭСХ технология заготовки измельчённых початков кукурузы во влажном виде по сравнению с технологией заготовки и сушки зерна кукурузы позволяет существенно снизить затраты труда за счёт сокращения числа операций по послеуборочной обработке урожая и исключению работ по досушке початков. За счёт исключения сушки расход горючего на одну тонну приготовленного корма снижается в 4…5 раз. Уменьшение числа операций, сокращение расхода материальных и энергосберегающих ресурсов снижает приведённые затраты в 1,6 раза [27]. Сущность технологии заключается в следующем. Убранные початки или зерно кукурузы измельчают, полученную массу закладывают в траншею, утрамбовывают тяжёлыми тракторами, укрывают полиэтиленовой плёнкой. Зерновая масса, обладающая высокой энергией дыхания, поглощает кислород и выделяет углекислый газ, происходит самоконсервирование [17].

Новая технология имеет ряд преимуществ:

- уборку начинают на одну, две недели раньше;

- уменьшаются потери от полегания стеблей и при хранении;

- из листостебельной массы получают высококачественный силос;

- экономия от 30 до 40 килограммов топлива для сушки одной тонны зерна, от 60 до 80 килограммов для сушки одной тонны початков;

- в два раза уменьшаются затраты технических средств [22].

При такой технологии кукурузу убирают самоходными комбайнами КСКУ-6 и прицепными.

Для измельчения кукурузных початков и зерна повышенной влажности используют соответствующие дробилки – ДКМ-5, КДУ-2, измельчитель ИРМ-15 и переоборудованные измельчители "Волгарь-5", ДИС-1М, ИСК-3 [20].

Для переработки кукурузы применяются специализированные дробилки кукурузного зерна БФ-7, производимая в Венгрии, и универсальный измельчитель початков, зерна и листостебельной массы ИРМ-50.

В Харьковской области на измельчении початков применяют измельчитель М-8, изготовленный из промышленной дробилки [22].

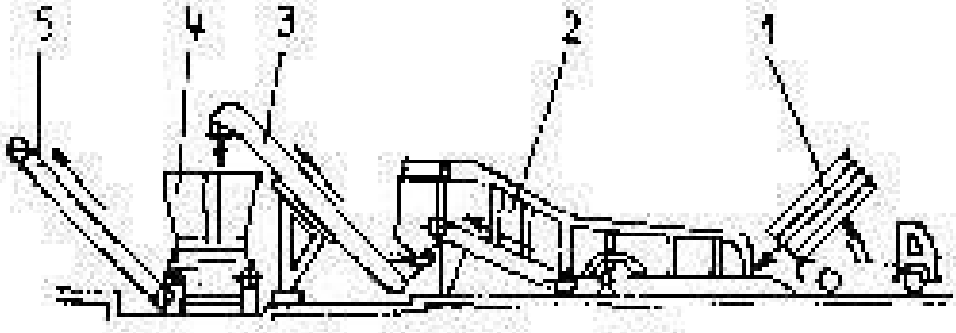
Для измельчения зерна и початков кукурузы повышенной влажности с целью их консервирования промышленность пока не поставляет сельскому хозяйству необходимого оборудования. Поэтому на местах приспосабливают различные серийные единицы.

Технологическая линия, представленная на рисунке 1.1, включает в себя измельчитель ИРТ-165К, переоборудованный таким образом, что при частоте вращения 2000мин$^{-1}$ обеспечивает удовлетворительное качество работы: содержание в измельчённом материале частиц до 5 мм составляет 80%, питатель загрузчик ПЗМ-1,5 с лотком, куда подаются початки или зерно из автомобилей, опрокидываемых с помощью подъёмников ГУАР-15Н (для питателей где нет опрокидываемого лотка); транспортёр ТС-40С для подачи початков или зерна в измельчитель ИРТ-165К, КОП-1,4В, ККП-3 комбайнами или переоборудованными комбайнами СК-5 с приставками

ППК-4 в фазе молочно-восковой спелости, (влажность от 40 до 65%). Листостебельная масса, остающаяся после уборки початков, в этот период содержит достаточное количество сахара и влаги, поэтому хорошо силосуется.

Наиболее полное использование технических возможностей машин достигается при концентрации на одном поле такого количества агрегатов, которое позволит убрать кукурузу за 2...3 дня. Наиболее эффективно используется техника внутрихозяйственного и межхозяйственного комплексного уборочного отряда. Это позволяет увеличить среднесуточную выработку на один агрегат в 1,2...1,3 раза по сравнению с выработкой при их использовании в отдельности [3].

После комбайна зерно-стержневую смесь измельчают на высокопроизводительных дробилках.



1 – транспортное средство; 2 – ГУАР-15Н; 3 – транспортёр ТС-40; 4 – измельчитель ИРТ-165; 5 – транспортёр.

Рисунок 1.1 – Технологическая линия для приготовления зерно-стержневой смеси на базе переоборудованного измельчителя ИРТ-165

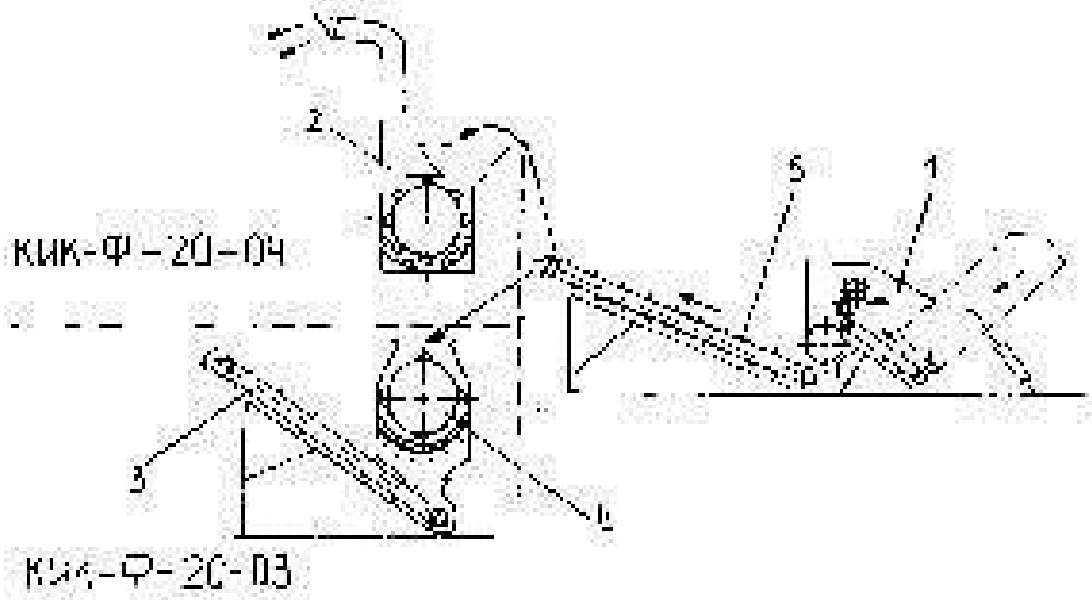
Важным условием получения высококачественного корма является измельчитель зерноОстержневой смеси. Необходимо чтобы в силосуемой массе было не менее 80% частиц размером до 2 мм. Остальную часть её должны составлять частицы размером от 2 до 5 мм. Мелкое измельчение зерно-стержневой смеси необходимо не только для обеспечения нормальных условий силосования, но и в основном для хорошего усваивания её животными [27].

Промежуточное хранение початков кукурузы, поступающей от комбайна, не должно превышать четырёх часов[27].

Всесоюзным научно-исследовательским институтом по машинам для комплексной механизации и автоматизации животноводческих ферм разработаны две специализированные технологические линии, для измельчения початков кукурузы и зерно-стержневой смеси: КИК-Ф-20-03 и КИК-Ф-20-04. Данные технологические линии представлены на рисунке 1.1.

Линия КИК-Ф-20-03 состоит из питателя ПЗМ-1,5, конвейера ТС-40С и измельчителя ИРМ-50. В комплект оборудования ИПК-Ф-20 входит дробилка М-8 и конвейер ТС-40М.

Производительность линий: КИК-Ф-20-03 до 12...20 т/ч, КИК-Ф-20-04 до 15...30 т/ч.



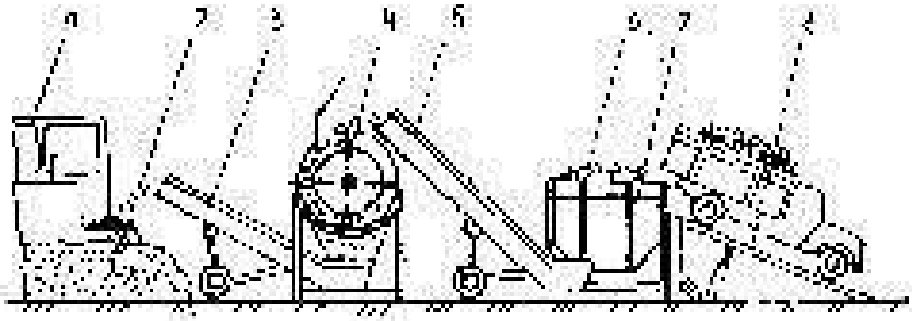
1 – питатель ПЗМ-1,5; 2 – измельчитель ИРМ-50; 3 – конвейер оборудования ИПК-Ф-20; 4 – измельчитель М-8 оборудования ИПК-Ф-20; 5 – конвейер ТС-40

Рисунок 1.2 – Технологическая линия приготовления зерно-стержневой смеси.

В Харьковской области на переработке початков на дробилке М8 применяется другая технологическая линия, представленная на рисунке 1.9.

Масса ,предназначенная для измельчения, транспортными средствами вначале загружается в накопительную ёмкость, затем транспортёром типа ТС-40М подаётся в дробилку, измельчённая масса под действием вращающегося ротора с молотками и решёта, воздушным потоком через отверстия решета ,направляется в транспортёр типа ТС-40, затем в траншею для силосования[5].

На измельчение зерна кукурузы используют также переоборудованный измельчитель кормов ИГК-30Б, для этого питатель заменяется загрузочным бункером объёмом 0,8…1м^3 с заслонкой для регулирования подачи зерна ,и устанавливают более мощный двигатель – мощностью 40 кВт



1 – бункер-накопитель; 2 – измельчаемая масса; 3,5 – транспортёр ТС-40М; 4 – дробилка МЗ; 6 - питатель; 7 – бункер-загрузчик; 8 – дробилка ГУАР-15Н;

Рисунок 1.3 – Технологическая линия измельчения на базе дробилки МЗ

В качестве бункера накопителя можно использовать кормораздатчик КТУ-10А или завальную яму с вибропитателем ТИ-5 и ленточный транспортёр ЛТ10. Линия имеет производительность до 10 т/ч [20].

Во всех вышеперечисленных линиях в качестве основной энергетической единицы - измельчителя можно применять измельчитель ИСК-3 из комплекта оборудования кормоцехов КОРК 15.

В ряде регионов страны для измельчения початков кукурузы применяют переоборудованные списанные зерноуборочные комбайны СК-6.

Важнейшим условием сохранения питательных качеств измельчённой массы является строгое соблюдение сроков и технологии закладки массы в хранилище [9].

Измельчённую кукурузу консервируют в облицованных траншеях, размеры которой выбирают в каждом хозяйстве с учётом специализации, объёмов заготовки кормов.

Срок закладки массы в хранилище не более трёх или четырёх суток при заполнении хранилища по всей длине и 6...8 суток при поэтапном заполнении и ежедневном укрытии заполненной части траншеи [6].

Силосуемую зерно-стержневую смесь необходимо разравнивать и непрерывно уплотнять тяжёлым трактором в течение всего периода заполнения траншеи до плотности 900...950 кг/м^3. Загрязнение массы землёй, горючесмазочными материалами не допускается [11].

После заполнения хранилища его сразу же необходимо загерметизировать полиэтиленовой плёнкой.

Открывать хранилище лучше в холодное время года. Выгружать влажное зерно, почаски из хранилищ необходимо вертикальными слоями по всей ширине хранилища, не нарушая плотности оставшего кормового монолита.

Толщина ежедневно забираемого слоя корма при положительной температуре окружающего воздуха должна быть не менее 10 см, а при отрицательной – не менее 5 см [27].

Для выгрузки корма лучше всего использовать фрезерные погрузчики (ПСС-5,5; ПСК-5А).

При вынужденном, кратковременном (3...6 дней) перерыве в выгрузке, монолит укрывают плёнкой.

1.4 Особенности и эффективность использования зерно-стержневой смеси кукурузы в рационах свиней и крупного рогатого скота

Силосованное зерно кукурузы является кислым кормом для животного, однако, представляет собой благодаря своему составу и вкусовым качествам корм в первую очередь для крупнорогатого скота и свиней[24].

В сравнении с другими концентрированными кормами силосованные кукурузные початки имеют более высокое содержание энергии, и поэтому необходимо обеспечить в рационе соответствующее их количество. Интенсивный откорм свиней и крупнорогатого скота оправдан при включении в состав рациона кукурузы как источника энергии[27].

Высокая энергетическая ценность кукурузы объясняется высокой перевариваемостью углеводов. Обычно силосованные кукурузные початки дают свиньям на откорм и свиноматкам. Есть предложение давать их поросятам отъёмышам. При откорме свиней на жидкой кормосмеси с включением початков (в количестве 57...58% от общей энергии рациона) среднесуточные приросты достигают от 600 до 650 грамм на одну голову, значительно снижается себестоимость продукции за счёт экономии зерновых концентратов[27].

По расчётам, выполненным ВНИИМОЖ, получение больших (до 18%) привесов при скармливании силосованных початков крупнорогатому скоту в составе кормосмесей по сравнению со скармливанием концентратов позволяет дополнительно получить продукции на 217,5 рублей в расчёте на одну тонну кормовых единиц[27].

Установлено, что в каждом килограмме силосованной зерно-стержневой смеси содержится не менее 0,75...0,80 кормовых единиц и более 44,8...47,3 перевариваемого протеина при оптимальной кислотности. В результате обработки смеси в ней на 30...40% повышается содержание питательных веществ, себестоимость одной кормовой единицы снижается на 35%[11].

Продуктивное действие зерно-стержневого корма изучают на фоне концентратного типа и интенсивного уровня кормления откормочных

бычков. Животные опытной и контрольной групп за опыт потребили одинаковое количество кормов. Среднесуточный привес живой массы опытных бычков был на 18,4% выше, чем контрольной при меньших затратах кормов на единицу прироста[27].

Скармливание консервированных початков даёт возможность уменьшить на 50% расход комбикормов на единицу продукции повысить годовые надой молока.

1.5 Характеристика и сравнительная оценка существующих конструкций измельчителей початков кукурузы

Для измельчения початков и зерна кукурузы повышенной влажности промышленность пока не выпускает необходимого оборудования. Поэтому необходимо приспосабливать различные серийные измельчители. Такими являются: ИРМ-50, М-8, ИГК-30Б, ИРТ-165, ДКМ-5, КДУ-2, ИСК-3, Волгарь-5. Они имеют принципиальные отличия в конструкции и по характеру производимой работой, а так же либо обладают малой производительностью, либо являются очень энергоёмкими и требуют привод

от энергонасыщенных тракторов или электродвигателей мощностью свыше 100 кВт. Последнее повлечёт за собой сооружение электрической подстанции.

В выше приведённых измельчителях присутствуют энергоёмкие процессы дробления, перетирания и разрыва. Наиболее благоприятными для этих целей является процесс резания.

Указанного недостатка нет в конструкции измельчителей "Волгарь-5" и ИСК-3. В них происходит процесс резания подаваемого материала. соответственно и установленная мощность электродвигателя в них не более 40 кВт.

На основании анализа конструкции можно выделить такие отличительные черты:

- способ загрузки;

- конструкция и тип дробильного аппарата;
- принцип работы;
- способ отвода измельчённого материала.

Руководствуясь выделенными признаками проводим классификацию измельчителей початков кукурузы в приложении Г.

Конструктивные особенности дробилок приведены в приложении Д.

Увеличивая производительность измельчителей необходимо предусмотреть и такой фактор как энергоёмкость. Она при измельчении эффективна до определённых размеров. Чрезмерное увеличение этого показателя неоправданно, отражается на производимой продукции и её себестоимости.

Все выше перечисленные показатели для существующих конструкций можно проследить в приложении Е.

1.6 Цели и задачи проекта

Целями и задачами проекта являются:

- выбор и обоснование необходимого технологического оборудования для предлагаемой технологии;
- разработка и расчёт конструкции измельчителя початков кукурузы;
- разработка мероприятий по безопасности и экологичности проекта;
- экономическое обоснование проекта.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор и обоснование технологии заготовки зерно-стержневой смеси и составление конструктивной технологической схемы процесса

Технология измельчения початков кукурузы молочно-восковой спелости и закладки массы на хранение, в настоящее время получило широкое распространение.

Конструктивно-технологическая схема процесса заготовки зерно-стержневой смеси представлена в приложении.

Кукурузу в початках убирают самоходными или прицепными кукурузоуборочными комбайнами (КСКУ-6 "Херсонец-200" и ККП-3 "Херсонец-9"), или переоборудованными зерноуборочными комбайнами с приставкой ППК-6 и 8[27].

Уборку початков кукурузы проводят в стадии молочно-восковой спелости, без их последующей очистки. Неочищенные початки поступают на пункт измельчения початков кукурузы с последующей их закладкой в силосные траншеи. Параллельно с уборкой початков идёт заготовка силосной массы, которая сразу закладывают в яму.

Наибольшая питательная ценность зерно-стержневой массы достигается при соблюдении следующих условий: обязательное условие - измельчение смеси, максимально возможное уплотнение массы при закладке в хранилище и заполнение его за 2...3 дня, а также полная герметизация хранилища[6].

Комбайны, двигаясь по полю, срезают стебли кукурузы, которые в дальнейшем разделяются на початки и измельчённую массу. Початки кукурузы загружаются в прицепной сзади комбайна бункер-перегружатель. Измельчённая силосная масса загружается в рядом идущий автомобиль и транспортируется к месту силосования. По мере накопления початков кукурузы в бункере-накопителе они перегружаются в подошедшее транспортное средство, при помощи транспортёра за счёт гидромотора.

Транспортные средства доставляют початки кукурузы на пункт измельчения и разгружаются на площадке. Колёсный трактор с грейферным погрузчиком загружает початки кукурузы в раздатчик кормов КТУ-10А, который имеет привод от трактора через вал отбора мощности, далее кукуруза подаётся в дробилку для измельчения початков (которая разрабатывается в данном проекте). Пневматическим вентилятором измельчённая зерно-стержневая смесь в соответствии с зоотехническими требованиями подаётся в силосную яму. В траншее масса утрамбовывается тяжёлым трактором в течение всего периода заполнения до плотности 900…950 кг/м^3. Загрязнение смеси землёй и горюче-смазочными материалами не допускается. При поэтапном заполнении траншеи, с каждодневным укрытием заполняемой за день части траншеи, срок закладки смеси можно продлить до 6…8 суток. После заполнения хранилища его необходимо сразу загерметизировать полиэтиленовой плёнкой.

При уборке кукурузы предъявляются следующие требования:

- высота среза растений от 8 до 15 см;
- длина резки силосной массы от 2 до 5 мм;
- допускается содержание листьев и обёрток в початках не более 1,5%
- допускаемые потери урожая зелёной массы до 3%;
- продолжительность наполнения хранилища 3…4 дня.

Требования при измельчении початков кукурузы:

- измельчённые ведут до размера 3…4 мм, при чём указанного размера должно быть не менее 70% от всей массы;

Измельчённые початки могут находиться в буртах не более четырёх часов.

Требования при закладке в хранилище:

- плотность закладки 900…950 кг/м^3;
- температура самосбраживания не выше 30°С;
- недопустимо попадание грязи и влаги.

2.2 Расчёт годовой потребности хозяйств в зерно-стержневой смеси

Используя накопленный опыт нашей страны и за рубежом по применению зерно-стержневой смеси в качестве корма, условимся, что в суточном рационе его содержится у молочного стада – 3,5 килограмма, молодняка на откорме – до 12 килограммов, свиней – 4 килограмма[27].

Суточная потребность в измельчённых початках для всех животных определяется по формуле:

$$Q_{сут} = \sum n_i g_i, \qquad (2.1)$$

где n_i - поголовье скота i-ой группы, штук;

g_i - норма смеси в рационе на одну голову i-ой группы, кг.

Принимаем поголовье молочного стада – 300 голов, молодняк на откорме – 300 голов, свиней – 200 голов. Подставляя в формулу (2.1) принятые значения поголовья по группам и норму смеси в их рационе, получим суточную потребность в измельчённых початках. Она будет равна:

$$Q_{сут} = 200 \cdot 3,5 + 300 \cdot 12 + 200 \cdot 4 = 5100 кг$$

Годовая потребность в кормах определяется по формуле:

$$Q_г = Q_{сут} \cdot t_1 \cdot k_1 \cdot k_2 \qquad (2.2)$$

где t_1 - продолжительность зимнего периода, дней[1];

k_1 - коэффициент, учитывающий потери корма во время транспортировки и хранения;

k_2 - коэффициент, учитывающий страховой запас корма.

Продолжительность зимнего периода равна 210 дней, k_1=1,1, k_2=1,2, подставляя эти значения в формулу (2.2) получим:

$$Q_г = 5100 \cdot 210 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 1413720 кг = 1413,7 т$$

Посевную площадь S га, вычисляют по формуле:

$$S = \frac{Q_г}{l_{га}} \qquad (2.3)$$

где $l_{га}$ - урожайность початков кукурузы с 1 га.

Выход силосной массы $Q_{см}$ т, вычисляют по формуле:

$$Q_{см} = S \cdot l_{см} \qquad (2.3)$$

где $l_{см}$ - урожайность силосной массы с 1 га.

Среднеобластная урожайность кукурузы колеблется в пределах 250...260 ц/га. Принимаем урожайность почитков равной 50 ц/га, следовательно, зелёная масса составит урожайность 200 ц/га. Подставляя принятые значения в формулы (2.3) и (2.4), найдём посевную площадь и выход силосной массы:

$$S = \frac{1413,7}{5} = 282,7 га,$$

$$Q_{см} = 282,7 \cdot 20 = 5654 т.$$

2.3 Обоснование типа хранилищ и определение их потребности

Из предыдущих разделов известно, что основой получения высококачественного силосованного зернофуража и хорошей сохранности питательных веществ является создание анаэробных условий при его закладке и хранении. В этом отношении большое значение имеет правильный выбор типа хранилища, которое должно отвечать следующим требованиям:

- обеспечить достаточное анаэробные условия хранения корма;

- не допускать попадания грунта, проникновения дождевых и талых вод;

- позволять полностью механизировать процесс закладки;

- обеспечить высокую экономическую эффективность хранения влажного зернофуража.

Хранилища, по возможности, размещают на возвышенностях. Таким образом, с одной стороны получается въезд, а с другой стены.

Ёмкость обязательно должны быть облицованы, их строят из сборного железобетона, кирпича или бутового камня[27].

Место заглубленных хранилищ выбирают так, чтобы уровень грунтовых вод находился на два метра ниже, чем дно хранилища. Высота стен рекомендуют выбирать в пределах 4…5 метров. Ширину выбирают исходя из суточной потребности в корме, так, чтобы масса ежедневно убывала по всей ширине слоем 5…10 см. Ширина колеблется в пределах от 6 до 9 метров. Длину выбирают в зависимости от закладываемого количества корма 20…40 м.

Стены хранилища перед закладкой должны быть покрыты горячим битумом (марки БН-4) в смеси с асбестом в соотношении 4:1 затем битумным лаком в два слоя. За 2…3 дня до начала закладки хранилище необходимо продезинфицировать 5-процентным известковым раствором[27].

Заполненное хранилище начинают с торцевой стенки, располагая слои наклонно. Заложенную за день массу покрывают и изолируют от атмосферного воздуха полотнищем из полиэтиленовой плёнки. На следующий день заполняют следующую часть хранилища. При таком способе продолжительность заполнения хранилище можно продлить до 6…8 дней[27].

Параллельно с закладкой зерно-стержневой смеси идёт закладка силоса, в аналогично подготовленные наземные заглубленные хранилища.

Потребная суммарная вместимость хранилищ для смеси $V_{х.с}$, м^3 определяют по формуле:

$$V_{х.с} = \frac{Q_д}{\rho} \qquad (2.4)$$

где ρ - плотность закладки смеси, т/м^3

Принимаем плотность $\rho = 0,9$ т/м^3, и зная годовую потребность в корме, определяем вместимость хранилищ по формуле (2.4).

$$V_{х.с} = \frac{1413,7}{0,9} = 1570,8 м^3$$

Ширина траншеи B м вычисляют по формуле:

$$B = \frac{Q_{сут}}{h \cdot P \cdot \rho} \qquad (2.5)$$

где h - высота стен траншеи, м;

P - глубина ежедневной выемки корма, м.

Ежедневная выемка корма составляет не менее 5…10 см. Исходя из выше приведённых рекомендаций, принимают высоту стен равной четырём метрам, а глубину дневной выемки корма – 0,2 метра. Подставив данные значения в формулу (2.5) определим ширину траншеи:

$$B = \frac{5,1}{4 \cdot 0,2 \cdot 0,9} = 7,08 м.$$

Ширину траншеи принимаем равной 7 метрам.

Объём корма измельчённого за одни сутки $W_{сут}$, т/сут вычисляют по формуле:

$$W_{сут} = W \cdot t_р \cdot \varepsilon_с \cdot \eta_в \qquad (2.6)$$

где $t_р$ - время смены, часы;

$\varepsilon_с$ - коэффициент сменности;

$\eta_в$ - коэффициент использования времени смены.

Производительность за агросрок $W_{аг}$, м^3 определяют по формуле:

$$W_{аг} = W_{сут} \frac{\lambda}{\rho} \qquad (2.7)$$

где λ - время закладки, дни.

Ориентировочно принимаем производительность линии измельчения початков кукурузы W=15 т/ч. Оптимальные сроки закладки корма 6…8 дней. Принимаем 7 дней. Измельчение производиться в две смены по восемь часов. Коэффициент использования времени смены равен 0,8. Подставляя эти данные в формулы (2.6) и (2.7), определим производительность суточную и за весь агросрок:

$$W_{сут} = 15 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,8 = 192 т/сутки,$$

$$W_{аг} = 197 \frac{7}{0,9} = 1493,3 м^3$$

Количество траншей n, шт вычисляют по формуле:

$$n = \frac{V_{кв}}{W_{кв}} \qquad (2.8)$$

Подставляя в формулу (2.8) рассчитанные ранее значения суммарной вместимости хранилищ и производительность за агросрок, определим необходимое нам количество траншей:

$$n = \frac{1570,8}{1493,3} = 1,05 \text{ шт}.$$

Количество траншей принимаем равной единице.

Длина траншеи L, м вычисляют по формуле:

$$L = \frac{V_{кв}}{B \cdot h} \qquad (2.9)$$

где $V_{кв}$ - объём одной траншеи, м^2

Зная высоту h=4м и ширину B=7м, при условии что $V_{кв} = W_{кв} = 1493,3$м^3 по формуле (2.9) определим длину траншеи:

$$L = \frac{1493,3}{7 \cdot 4} = 53,3 \text{м}.$$

Принимаем L =53 метра.

Объём траншей для хранения силоса $V_{кв}$, м^3, определяют по формуле:

$$V_{кв} = \frac{Q_{кв}}{\rho_{кв}} \qquad (2.10)$$

где $\rho_{кв}$ - плотность закладки силоса, т/м^2

Подставляя в формулу (2.10) значение выхода силосной массы $Q_{кв}$=5654 т и плотности закладки силоса ρ=0,6 т/м^3 получим объём хранилища для силоса:

$$V_{кв} = \frac{5654}{0,6} = 9423,3 \text{ м}^2$$

Для хранения силоса принимается траншея с параметрами: длина L=50 м, ширина B=15 м, высота h=3,6 м. Объём такой траншеи $V_{кв}$=2700м^2 Зная это по формуле (2.11) рассчитываем количество силосных траншей.

Количество силосных траншей $n_{тр}$, штук вычисляют по формуле:

$$n_{тр} = \frac{V_{общ}}{V_{тр}} \qquad (2.11)$$

$$n_{тр} = \frac{9423,3}{2700} = 3,5 шт.$$

Для силосования стеблей кукурузы требуется четыре наземных траншеи.

2.4 Выбор и обоснование номенклатуры и количества необходимого оборудования

Критерием оптимальности должен быть минимум затрат на уборку и заготовку корма. Необходимо найти такое численное и качественное соотношение между уборочными, транспортными подразделениями, при котором простой тех и других был минимален.

Исходя из годовой потребности в кормах, хозяйство засевает кукурузой 283 гектара посевной площади. При этом планируется выход урожайности 50 ц/га кукурузных початков и 300 ц/га силосной массы.

Производительность всей линии измельчения зависит от базового элемента. Таким является измельчитель початков кукурузы.

Пропускная способность предполагаемого пункта измельчения достигает 15 т/ч. Согласно формуле (2.6) суточная производительность равна 192 т. Значит, за семь суток будет заложено 1344 т.

Для равномерной подачи початков кукурузы в дробилку принимаем раздатчик кормов КТУ-10А, имеет привод от трактора МТЗ-82. Раздатчик настраивается на производительность равную 15 т/ч.

Погрузка початков кукурузы из бурта в бункер дозатор осуществляется погрузчиком ПЭ-0,8Б на базе трактора МТЗ-82 обслуживаемого одним трактористом. Производительность грейферного погрузчика равна 12...20 т/ч[4].

Для трамбовки измельчённой массы принимаем по одному трактору (для силоса и зерно-стержневой смеси) ДТ-75М с навешенной на него полигой.

Площадь, убираемая за одни сутки $S_{сут}$, га вычисляют по формуле:

$$S_{сут} = \frac{W_{сут}}{\gamma_{ож}} \qquad (2.12)$$

Зная принятую суточную производительность $W_{сут}$=192т и планируемую урожайность в почвежах $\gamma_{ож}$=5т/га, и подставив их в формулу (2.12), определим площадь кукурузы, которую необходимо убрать за одни сутки:

$$S_{сут} = \frac{192}{5} = 38,4 \text{ га}$$

Комбайн Acros 530 с приставкой ППК-4 имеет часовую производительность $W_ч$=4,0 га/ч.

Суточная производительность комбайна $W_{сут}$, га вычисляется по формуле:

$$W_{сут} = W_ч \cdot t_см \cdot \varepsilon_см \cdot \eta_в, \qquad (2.13)$$

где $W_ч$ - часовая производительность комбайна, га/ч

$t_см$ - время смены, ч;

$\varepsilon_см$ - коэффициент сменности;

$\eta_в$ - коэффициент использования времени смены.

Комбайны работают в одну смену ($t_см$=10ч), коэффициент использования времени смены равен 0,8. Подставив эти значения в формулу (2.13) получим суточную производительность комбайна:

$$W_{сут} = 2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,8 = 16 \text{ га}.$$

Необходимое количество комбайнов n', шук вычисляем по формуле:

$$n' = \frac{S_{сут}}{W_{сут}} \qquad (2.14)$$

Подставляя в формулу (2.14) ранее рассчитанные значения составляющих, определим необходимое количество комбайнов.

$$n' = \frac{38,4}{16} = 2,4 \text{шт.}$$

Число дней для уборки всей площади T_y, дней вычисляем по формуле:

$$T_y = \frac{S}{S_{сут}} \qquad (2.15)$$

При общей площади S=283 га и условии уборки ежедневно 38,4 га кукурузы по формуле (2.15) получим время, необходимое для уборки всей площади:

$$T_y = \frac{283}{38,4} = 7,4 \text{ дней}$$

Итак, за восемь дней можно убрать весь урожай и заложить его в траншею. Это соответствует оптимальному сроку при поэтапной закладке.

Ежедневный выход силосной массы $Q_{сут}$. Т вычисляем по формуле:

$$Q_{сут} = I_{ож} \cdot S_{сут} \qquad (2.16)$$

При общей площади за одни сутки $S_{сут}$=38,4 га и планируемой урожайности $I_{ож}$=20 т/га силосной массы по формуле (2.16) дневной выход силосной массы составит:

$$Q_{сут} = 20 \cdot 38,4 = 768 \text{т.}$$

2.5 Расчёт потребности в транспортных средствах

Количество транспортных средств для бесперебойной работы комбайнов подсчитывается по методике предложенной в [25].

Расстояние от поля до траншеи принимаю равное 5 км. В качестве транспортных средств принимаем автомобили-самосвалы Камаз грузоподъёмностью g=20тонн.

Норма выработки по перевозки початков кукурузы $W_{т.с}$, т/сут вычисляем по формуле:

$$W_{с.ч} = \frac{\omega_б \cdot d \cdot \rho \cdot T_{см}}{T_{пц}} \tau_{см}, \qquad (2.17)$$

где $\omega_б$ - объём бункера перегружателя, 9 м^3;

d - объёмная масса продукта, 0,6 т/м^3;

ρ - количество бункеров забираемых автомобилем, 0,74;

$T_{см}$ - время смены, 10 часов;

$\tau_{см}$ - коэффициент использования времени смены, 0,9;

$T_{пц}$ - время одного полного цикла транспортировки.

Время полного цикла $T_{пц}$, час вычисляется по формуле:

$$T_{пц} = T_1 + T_{дв} + T_{разгр} \qquad (2.18)$$

где T_1 - время нахождения автомобиля в поле, час;

$T_{дв}$ - время нахождения автомобиля, час;

$T_{разгр}$ - время разгрузки, час.

Время нахождения автомобиля в поле T_1, час вычисляется по формуле:

$$T_1 = \frac{g \cdot \gamma}{W_н} + \frac{l_1}{V_1} + T_{ож} \qquad (2.19)$$

где γ - коэффициент использования грузоподьёмности, для груза второго класса 0,85 [25];

$W_н$ - производительность бункера перегружателя, 30 т/ч;

l_1 - длина гона поля, 0,5 км;

V_1 - скорость движения по полю, 16 км/ч [25];

$T_{ож}$ - время ожидания, 0,08 часа.

Подставив принятые значения в формулу (2.19) получим:

$$T_1 = \frac{4 \cdot 0,85}{30} + \frac{0,5}{16} + 0,08 = 0,21 ч.$$

Время движения $T_{дв}$, ч вычисляем по формуле:

$$T_{дв} = \frac{2L}{\vartheta_{ср}} \qquad (2.20)$$

где L - расстояние до ямы, 5 км;

$\vartheta_{ср}$ - средняя скорость транспортировки, для дорог второй группы 40 км/ч [25].

Подставив принятые значения в формулу (2.20) получим:

$$O_{хх} = \frac{2 \cdot 5}{40} = 0,25 \text{ ч}.$$

Время разгрузки принимаем равным 0,08 ч.

Подставив исходные данные и полученные результаты по формулам (2.18), (2.19), (2.20) в формулу (2.17) получим:

$$W_{тр} = \frac{9 \cdot 0,6 \cdot 0,74 \cdot 10}{0,21 + 0,25 + 0,08} 0,9 = 66,6 \text{ т/сутки}$$

Количество транспортных средств для перевозки початков кукурузы $n_{авт}$, шт вычисляется по формуле:

$$n_{авт} = \frac{W_{дн}}{W_{тр}} \qquad (2.21)$$

Подставив полученные результаты по формулам (2.6), (2.17) в формулу (2.21) получим:

$$n_{авт} = \frac{191}{66,6} = 2,8 \text{ шт}.$$

Итак, для перевозки початков кукурузы от комбайнов на пункт измельчения, который находиться на расстоянии 5 км требуется три автомобиля.

Сменная норма выработки при обслуживании комбайнов, при непрерывной загрузке силосом $W_н$, т/сутки вычисляется по формуле:

$$W_н = \frac{g \cdot \gamma \cdot T_н}{O_{хх} + O_р + O_{гх} + O_{г.ш} + O_{зкро}} \tau_н \qquad (2.22)$$

Время погрузки $O_{г.ш}$, часы вычисляют по формуле:

$$O_{г.ш} = \frac{K_n Z}{W_к} \qquad (2.23)$$

где $W_к$ - производительность комбайна, т/ч.

Производительность комбайна СК-5 "Нива" W_c, т/ч вычисляется по формуле:

$$W_c = \dot{I}_{\text{сил}} \cdot W_c \qquad (2.24)$$

Коэффициент использования грузоподъёмности для силоса γ=0,7, подставляя его и ранее приведённые значения в формулы (2.24), (2.23), (2.22) получим:

$$W_c = 2 \cdot 20 = 40 \text{ т/ч},$$

$$\dot{Q}_{\text{сил}} = \frac{4 \cdot 0,7}{40} = 0,07 \text{ ч},$$

$$W_{\text{сил}} = \frac{4 \cdot 0,7 \cdot 10}{0,25 + 0,03 + 0,08 + 0,07 + 0,08} 0,9 = 54,9 \text{ т/сут}.$$

Количество транспортных средств для перевозки силоса из кукурузы $n_{\text{сил}}$, шт вычисляется по формуле:

$$n_{\text{сил}} = \frac{Q_{\text{сил}}}{W_{\text{сил}}} \qquad (2.25)$$

Подставляя в формулу (2.25) приведённые ранее величины получим:

$$n_{\text{сил}} = \frac{748}{54,9} = 13 \text{ шт};$$

Принимаю $n_{\text{сил}}$=13 автомобилей.

2.6 Составление графиков суточного использования машин и потребления электроэнергии

Составление графиков использования машин электроэнергии для пункта измельчения початков кукурузы, позволяют наглядно увидеть загрузку машин в течении суток и определить количество энергии, расходуемой на измельчение.

График использования машин представлен в приложении В.

Исходя из времени работы, и установленной мощности строим график потребления электроэнергии, представленный на рисунке 2.1.

Расход электроэнергии E, кВт$^{-1}$ч вычисляется по формуле:

$$D = N \cdot t_p \qquad (2.26)$$

где N - суммарная мощность 37,5 кВт;

t_p - рабочее время оборудования

Рабочее время оборудования t_p, ч выисляется по формуле:

$$t_p = 2_{см} \cdot \tau_c \qquad (2.27)$$

Подставляя рассчитанные и принятые значения в формулы (2.27) и (2.26) получим:

$$t_p = 2 \cdot 8 \cdot 0,8 = 12,8 ч,$$

$$D = 37,5 \cdot 12,8 = 480 кВт \cdot ч$$

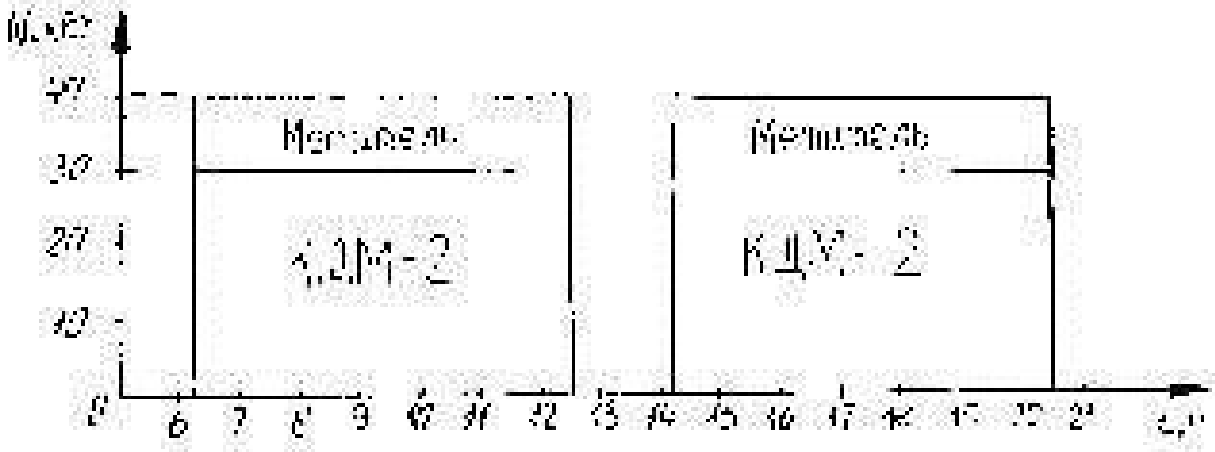


Рисунок 2.1 – График потребления электроэнергии пунктом измельчения початков.

2.7 Последовательность выполнения технологических операций и работы машин

Пункт измельчения кукурузных початков работает в две смены, по скользящему графику. Его обслуживают два тракториста-машиниста и оператор пункта измельчения.

Уборочно-транспортное звено работает с шести часов в одну смену с продолжительностью в десять часов.

Пункт измельчения начинает работать с пяти часов, в течение часа производится техническое обслуживание энергетических установок. В

шесть часов на разгрузочную площадку начинают поступать початки кукурузы с поля. Комплекс оборудования, состоящий из лопастного метателя и модернизированной кормодробилки КДМ-2 подключают к сети. Предварительно проводя визуальный осмотр, обеспечивающий безопасность работы, первым включают измельчитель, затем бункер-дозатор.

С разгрузочной площадки погрузчиком из бурта берутся початки и загружаются в течение всей смены в бункер. Из бункера початки подаются в измельчитель, где они измельчаются и с помощью лопастного метателя поступают в траншею. В ней смесь утилизируется трактором ДТ-75М. Закладка начинается от передней стенки под углом к горизонту.

В 12.30 часов заканчивается первая смена и начинается пересменка, при которой происходит осмотр технического состояния пункта и совместное устранение неисправностей.

В 12.00 часов начинает работать вторая смена. В аналогичной последовательности, и заканчивает её в 20.30 часов. В течение 30 минут производится очистка оборудования и укрытие плёнкой, заложенной за сутки зерно-стержневой смеси.

Работа уборочно-транспортного звена заканчивается в 16.00 часов.

Заканчивается работа в 21.00 час, все источники электроэнергии отключаются, и объект сдаётся под охрану.

2.8 Основные правила монтажа и эксплуатации оборудования

Пункт измельчения собирается в условиях хозяйства. Он является мобильным. Для его установки, на краю траншеи выбирают ровную площадку, примерно равную 100 м^2. На расстоянии 3…4 м от края траншеи устанавливают измельчитель початков, имеющий свою раму, и фиксируют его на местности при помощи метровых металлических штырей. Чтобы не использовать дополнительные транспортёры, для выравнивания бункера

дробилки и выгрузного транспортёра раздатчика кормов КТУ-10А на место загрузки бункера необходимо сделать насыпь из грунта (0,5…0,6 м).

После сборки оборудование проверяют на техническое состояние передач, надёжность крепления узлов и деталей, наличие смазки, точность установки машин.

Для электрификации участка к пульту управления подводят изолированный кабель с трёхфазным напряжением. На всех агрегатах необходимо сделать защитное заземление.

После монтажа проводят индивидуальный пуск оборудования, затем комплексный в холостую. После проводят испытание всего оборудования под нагрузкой.

При эксплуатации необходимо соблюдать следующее:

- пуск машины начинать по предупредительному сигналу;

- во время работы категорически запрещается чистить и смазывать машины, снимать щитки ограждения ремённых, цепных и прочих передач;

- запрещается оставлять работающий агрегат без присмотра;

-перед включением проверяют исправность и прочность крепления болтовых соединений, защитных кожухов и других частей оборудования.

3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Зоотехнические требования, предъявляемые к конструкции измельчителя початков

Для приготовления зерно-стержневой смеси, кукурузу следует убирать при влажности 35…40%. Листостебельная масса, остающаяся после уборки початков, в этот период содержит достаточное количество сахара и влаги, поэтому хорошо силосуется[17].

Промежуточное хранение початков, поступающих от комбайна не должно превышать четырёх часов.

Нужно чтобы в силосуемой массе было не менее 80% частиц размером до 2 мм – для свиней или 70% частиц размером от 3 до 4 мм – для крупно рогатого скота. Остальные части её длины составляют частицы размером до 5…6 мм. Мелко измельчённые початки кукурузы необходимо не сколько для обеспечения нормальных условий процесса силосования, сколько для хорошего усвоения её животными[27]. Наличие целых зёрен не допускается. Потери зерна от укоса и распыла не более 5%[20]. Цвет корма светло-жёлтый, с запахом тестяного или кислого хлеба.

3.2 Обоснование и краткое описание конструктивной и технологической схемы предлагаемой конструкции дробилки-измельчителя початков кукурузы

На современном этапе, машиностроительная промышленность пока не может обеспечить сельское хозяйство серийными, экономичными, надёжными машинами для переработки влажных початков кукурузы. Для этих целей мы предлагаем использовать переоборудованную дробилку КДМ-2, представленную на рисунке 3.2.

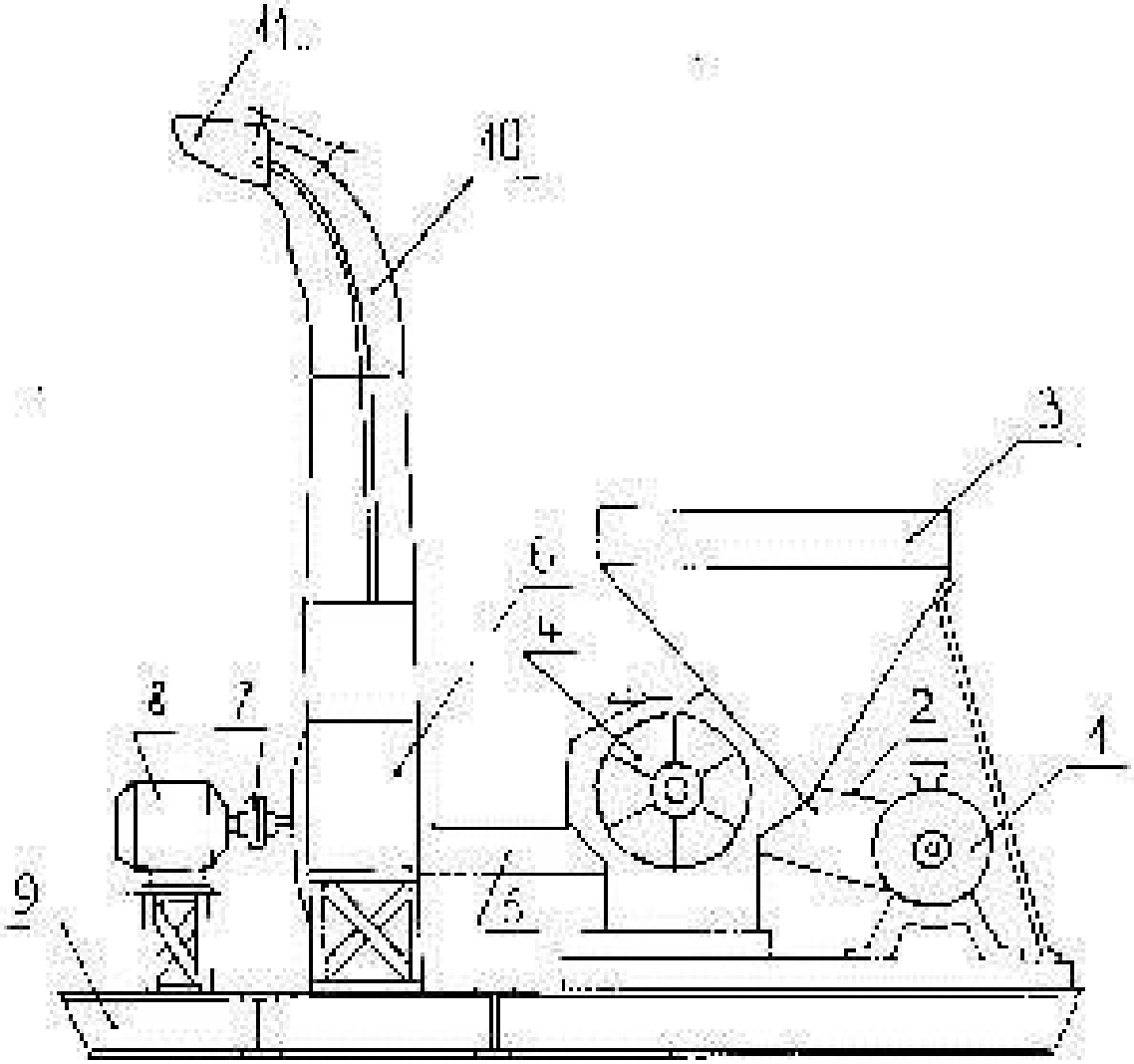
Из отдельных конструктивных компонентов составляем конструктивно-технологическую схему по измельчению початков с законченным циклом, представленную на рисунке 3.1

Рисунок 3.1 – Схема технологического процесса

В качестве загрузочного устройства применяется бункер 3 на рисунке 3.2, который изготавливают из листовой стали. Устанавливают на место шнекового загрузочного устройства.

В бункер початки поступают из кукурузораздергивателя, который имеет привод от вала отбора мощности трактора. В дробильную камеру початки поступают за счёт собственного веса и всасывающего потока, создаваемого вращающимся барабаном.

Измельчение подаваемой массы происходит в дробильной камере. Из камеры 4 измельчённая зерно-стержневая смесь выбрасывается за счёт вихревых потоков, создаваемых барабаном и через соединительный рукав 5, изготовленный тоже из листового железа, направляется в лопастной метатель 6, от списанного измельчителя соломы комбайна "Нива" Пун-5. Лопастным метателем за счёт центробежных сил и сил инерции выбрасывает смесь в определённое место, оно меняется изменением положения дефлектора или поворотом трубы вокруг своей оси. Метатель приводиться в движение от индивидуального электродвигателя соединённого с валом вентилятора через муфту 7. Для привода дробильного барабана также применяем электродвигатель 1. Конструкция монтируется на сварной раме 9, изготовленной из двутавров.



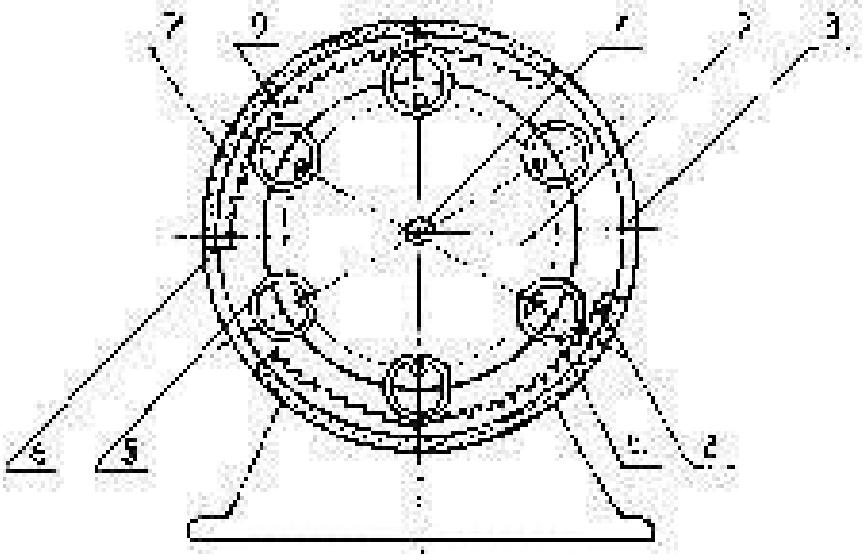
1 – электродвигатель; 2 – клиноремённая передача; 3 – бункер; 4 – дробильная камера; 5 – соединительный рукав; 6 – лопастной метатель; 7 – муфта предохранительная; 8 – электродвигатель; 9 – рама; 10 – направляющая труба; 11 – дефлектор

Рисунок 3.2 – Принципиальная схема предлагаемой конструкции измельчителя початков на основе кормодробилки КДМ-2.

Кроме соединения отдельных узлов в агрегат, необходимо произвести переоборудование дробильной камеры.

Согласно рисунку 3.3 из дробильной камеры удаляем решето, верхнюю длинную деку 9 укорачиваем на величину, которая позволит

сделать загрузочное окно размером 390*390, на эту же величину разрезаем и корпус 7. Это может позволить свободно протекать в камеру кукурузные початки.



1 – вал барабана; 2 – диск барабана; 3 – загрузочное окно; 4 – палец несущий;

5 – молоток фреза; 6 – выгрузное окно; 7 – корпус; 8 - нижняя дека; 9 – верхняя дека

Рисунок 3.3 – Конструктивная схема дробильной камеры.

В периферийной части через диски 2 проводят шесть пальцев 4, на которых шарнирно крепятся комплекты дробильных молотков (по 15 штук в комплекте). Расстояние между молотками фиксируется распорными втулками[20].

Механизаторы, обслуживающие дробилки кормов, испытывают большие неудобства, при перестановки или замене молотков, так как необходимо соблюдать порядок размещения их на роторе с помощью набора дистанционных втулок различной толщины. Эта перестановка молотков занимает около четырёх часов рабочего времени. Несвоевременная замена или перестановка вызывает вибрацию или снижает производительность машины[22].

Мы предлагаем на пальцы 4, вместо молотков устанавливать новый рабочий орган молоток-фреза 5. Которые устанавливаются без дистанционных втулок пакетами по 6 штук в промежутке между дисками 2 в два или три следа. Предложенная нами конструкция молотков исключает необходимость их перестановки до полного износа зубьев.

Молоток-фреза 5, имеет форму плоского кольца, внутренний диаметр которого больше диаметра несущего пальца 3. По наружной окружности кольца вырезают 24 зуба. Изготовили их из стали 45 и закалили до твёрдости HRC 49…53. Большая твёрдость недопустима, так как зубья могут выкрашиваться. Закалку лучше проводить на установке ТВЧ. Молоток и молоток-фреза практически равны по массе, расхождение лишь на 36 грам. Толщина фрезы на 0,75 мм больше чем молотка, тем самым мы искусственно запас на прочность, что подтверждается расчётами на прочность.

Преимущество таких молотков-фрез перед серийными в том, что каждый раз после остановки и пуска машины молоток занимает новое произвольное положение, по отношению к деке 7, * и пальцам 3. Благодаря этому обеспечивается равномерное изнашивание всех его зубьев. При работе дробилки молотки центробежной силой прижимаются к пальцами по отношению к ним остаются неподвижными.

В процессе изнашивания молотки-фрезы заменяют на новые.

В измельчение участвуют сразу несколько рабочих кромок и граней. Мы также предполагаем, что совместно с процессом удара, разрыва и перетирания початков будет иметь место и резание со скольжением. Это повышает производительность агрегата до 12…15 т/ч.

Между дробильной камерой и лопастным метателем устанавливаем соединительный рукав 5. Длина рукава должна быть равна не менее 500 мм, это обусловлено тем, что даёт возможность открыть камеру для обслуживания путём откидывания крышки дробильной камеры.

3.3 Конструктивный расчёт конструкции дробилки-барабана

Проведем расчёт технологических параметров конструкции

Определяем коэффициент пропорциональности k по формуле:

$$k = \frac{D}{L} \qquad (3.1)$$

где D - диаметр барабана, 500 мм;

L - ширина камеры дробилки, 380 мм.

В формулу (3.1) подставим данные основных размеров и получим:

$$k = \frac{500}{380} = 1,32$$

Предлагаемую конструкцию дробилки относиться к первому типажу, это означает, что в дробилках первого типа половина измельчаемой массы сосредоточена в рабочих камерах молотков и пальцев, следовательно расположена близко к оси вращения. Момент инерции вращающегося барабана небольшой, следовательно облегчается балансировочный процесс. Необходимо проводить балансировку только статического уровня [22].

Вычисляем удельную нагрузка дробилки по формуле:

$$q' = \frac{E}{D \cdot L} \qquad (3.2)$$

где E - расчетная производительность дробилки, 4,17 кг/с.

Подставив расчетную производительность дробилки в формулу (3.2) получим следующее значение:

$$q' = \frac{4,17}{0,5 \cdot 0,38} = 21,95 \text{ кг/см}^2.$$

Разрушающей называется скорость, при которой разрушается материал от одного удара молотком.

Вычисляем разрушающую скорость по формуле:

$$v_{разр} = \sqrt{\frac{k_д \cdot G_{разр} \cdot l \left(\frac{d}{\delta_0}\right)}{\rho}} \qquad (3.3)$$

где $k_д$ - динамический коэффициент, 1,8…2 [31];

$\frac{d}{\delta_1}$ - отношение длины зерна до разрушения к длине разрушенной части, 1,6 [23];

ρ - плотность измельчаемой массы, $0,6 \cdot 10^3$ кг/м^3;

$G_{изм}$ - напряжение разрушения зерна кукурузы повышенной влажности, $3,9 \cdot 10^5$ Н/м^2 [31].

Подставив данные в формулу (3.3) получим:

$$v_{изм} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,9 \cdot 10^5 \cdot (1,6)}{600}} = 27,7 м/с.$$

Скорость молотков, должна быть выше разрушающей скорости. Скорость молотков в дробилках КДМ-2 имеет величину v_c =71,3 м/с [1]. Это означает, что в рабочей камере осуществляется многократное воздействие молотков на початки и зерно кукурузы, следовательно, лучший измельчающий эффект в ней конструкции. Скорость молотков принимаю равной v_c = 71,3 м/с.

Развёртка барабана с размещением на нём молотков-фрез и пальцев, а также дисков – называется молотковым полем. Размер по горизонтали молоткового поля равен $L_г$=324 мм, его взяли с серийной конструкции измельчитель КДМ-2.

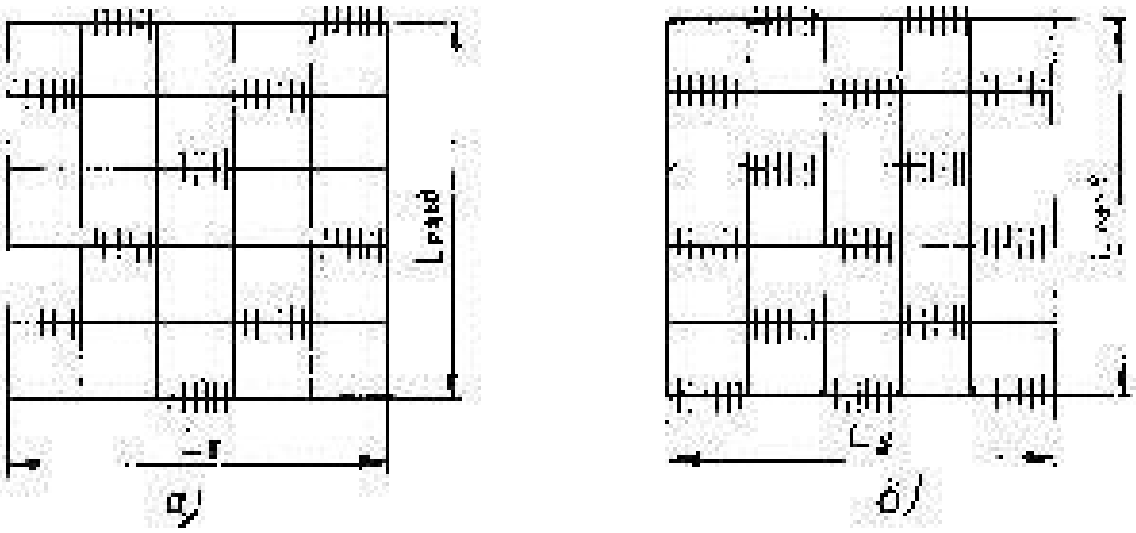
Высчитываем размер по вертикали по формуле:

$$L_{верт} = 2\pi R, \qquad (3.4)$$

где R - расстояние от центра барабана до оси подвеса молотка, 172,5 мм.

Применив полученные расчетные значения в формуле (3.4) получим:

$$L_{верт} = 2 \cdot 3,14 \cdot 172,5 = 1083,3$$



а) в два "следа" б) в три "следа"

Рисунок 3.4 – Схема расположения молоткового поля

Из рисунка 3.4 (размещение количества пакетов) для первого варианта – 10 и для второго – 15. Зная количество молотков в пакете, равно шести, будем знать, что число фрез-молотков для варианта в два следа z'=60 штук, а для варианта в три следа z''=90 штук.

Определим нагрузку на один молоток:

$$g_1 = \frac{g}{z} \qquad (3.5)$$

Подставив значения z для двух вариантов в формулу (3.5) получим:

1 вариант $g_1 = \frac{g}{z'} = \frac{4,17}{60} = 0,0695$ кг/с на 1 молоток

2 вариант $g_1 = \frac{g}{z''} = \frac{4,17}{90} = 0,0463$ кг/с на 1 молоток

Высчитывается степень измельчения материала по формуле:

$$i = \frac{L}{l} \qquad (3.6)$$

где L - длина зерна кукурузы, 10-12 мм;

l - длина зерна после измельчения, 3…4 мм.

Приняв L=12 мм, l=4 мм и подставив в формулу (3.6) получим:

$$i = \frac{12}{4} = 3$$

Угол между горизонталью и вектором скорости (v_1) α_1, градус, вычисляют по формуле:

$$\alpha_1 = \beta + \alpha \qquad (3.7)$$

где β - угол наклона горловины к горизонтали, 60°;

α - угол наклона лопатки, 2°.

Произведя расчёт, по формуле (3.7) получим:

$$\alpha_1 = 60 + 2 = 62°$$

При определении частоты вращения радиальная скорость v_2 не учитывается, а касательная скорость v_1, для связанных мелких грузов, рекомендуют в пределах от 30 до 45 м/с. Из конструкции диаметр ротора метателя d_1=0,7 м.

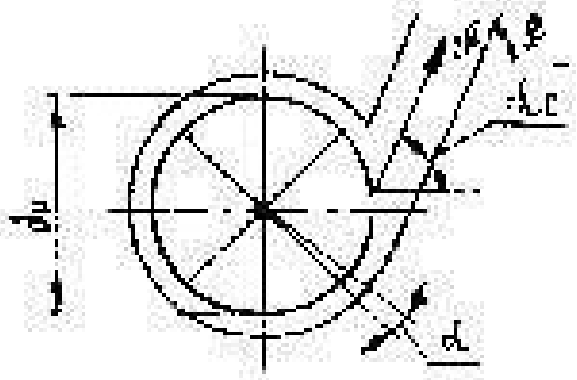


Рисунок 3.5 – Расчётная схема лопастного питателя.

Частота вращения метателя n, мин-1 вычисляется по формуле:

$$n = \frac{60}{\pi d_1}\sqrt{\frac{R_1 \cdot g \cdot L_1}{\left(f^2+1\right)\sin 2\alpha_1}} \qquad (3.8)$$

где R_1 - высота полёта измельчённой массы, 3м;

g - ускорение свободного падения, 10 м/с^2;

L_1 - дальность полёта груза, 40 м;

f - коэффициент трения массы по металлу, 0,52 [31].

Подставив принятые значения в формулу (3.8) получим:

$$n = \frac{60}{3,14 \cdot 0,7}\sqrt{\frac{3 \cdot 10 \cdot 40}{\left(0,52^2+1\right)\sin 2 \cdot 42}} = 842 \text{мин-1}.$$

Угловая скорость вращения метателя ω, $с^{-1}$ вычисляется по формуле:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \qquad (3.9)$$

Зная частоту, получим угловую скорость, по формуле (3.9):

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 842}{30} = 88,13 с^{-1}.$$

Окружная скорость v_1, м/с вычисляется по формуле:

$$v_1 = \omega \frac{d}{2} \qquad (3.10)$$

Подставив в формулу рассчитанные и принятые значения, получим:

$$v_1 = 88,13 \frac{0,7}{2} = 30,8 м/с.$$

Данная величина удовлетворяет условию v_1=30…45 м/с.

Действительная частота вращения равна n_1=960 мин$^{-1}$, учитывая это по формулам (3.9) и (3.10) находим действительную угловую скорость и действительную окружную скорость метателя:

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 960}{30} = 100,4 с^{-1}, \qquad (3.11)$$

$$v_1 = 100,4 \frac{0,7}{2} = 35,1.$$

3.4 Правила безопасной и экологической эксплуатации предлагаемой конструкции

Предложенная технология заготовки зерно-стержневой смеси – это высокомеханизированная система операций по приготовлению корма.

При уборке кукурузы применяют комбайн Acros 530 с приставкой ППК-4. На транспортировке заняты автомобили Камаз. Следует отметить, что все механические двигатели являются источником повышенной опасности для жизни человека. Поэтому к уборочным работам должны допускаться лица не моложе 17 лет, имеющие удостоверение на право

управления соответствующей машиной, а для работы на автотранспорте не менее 18 лет.

Следует помнить, что при ремонтах и наладочных работах пользоваться можно только исправным инструментом, переезды осуществлять только по установленным маршрутам, всякое движение и работу следует начинать только после предусмотренного сигнала. Заправку необходимо проводить на краю поля в светлое время суток, для отдыха должны быть специально отведённые места. При работе на комбайне и автотранспорте следует пользоваться типовой инструкцией по охране труда. Работать разрешается лишь на технически исправном средстве. При отсутствии оградительных щитков и механизмов, а так же в виду нарушения исправности комбайна работу нужно немедленно прекратить. Скорость движения транспортных средств должна быть не выше 40 км/ч и причём двигаться необходимо по установленным маршрутам с односторонним движением, чтобы избегать столкновения.

Пункт по переработке кукурузных початков должен размещаться на краю траншеи, на открытой площадке, при установке необходимо учитывать направление господствующих ветров, чтобы уменьшить запылённость участка. Пункт измельчения должен работать в светлое время суток. К работе должны быть допущены лица прошедшие инструктаж, изучившие устройство пункта, владеющие в совершенстве основами электробезопасности. Пункт измельчения является наиболее опасным участком в цепи технологии заготовки, где имеется наличие множества вращающихся частей, которые приводятся в движение от электродвигателей суммарной мощностью 37,5 кВт. Следовательно, все вращающиеся части должны иметь защитные кожуха и ограждения. Кабели электрического напряжения должны находиться на высоте, которую не достигнут люди и транспорт, а если он находится на полу, то его необходимо защитить кожухом. В траншеи на утрамбовке массы работает трактор ДТ-75. К работе допускаются трактористы первого или второго класса. Трактор по массе

должен передвигаться на рабочих передачах, работа на замедленных передачах запрещена.

Анализируя условия труда по предлагаемой технологии заготовки кормов можно сделать следующие заключения:

- работа проводиться на открытом воздухе в светлое время суток, значит на человеческий организм постоянно действуют солнечные лучи, ветер и атмосферные осадки;

- выполняя работу рабочий может быть травмирован движущимися и вращающимися не ограждёнными узлами и деталями;

- при работе на пункте измельчения возможно поражения оператора электрическим током, вследствие нарушения техники безопасности;

- все объекты необходимо заземлить.

Экологическая безопасность – состояние защищённости биосферы и человеческого общества, а на государственном уровне – государства от угроз, возникших в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду.

Загрязнение окружающей среды можно классифицировать на физические (шум, вибрации, различные виды излучений) и химические (различные вещества: в воздухе – это токсичные газы и пары, в воде и почве – ионы тяжёлых металлов) [19].

Атмосферу загрязняет: пыль, создаваемая при производстве; оксиды азота, оксид углерода, образующийся в двигателях внутреннего сгорания.

3.5 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, электрифицикаторы). 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, язвость 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 врабатываемости, т. е. активизации физиологических процессов до уровня, необходимого для выполнения производственных заданий.

3.6 Расчет технико-экономических показателей предлагаемой конструкции

Затраты на изготовление и модернизацию кормодробилки по методике предложенной в [30].

Затраты на изготовление и модернизацию кормодробилки $S_{изг}$, руб выполняются по формуле:

$$S_{изг} = S_к + S_{о.д} + S_{т.д} + S_{пд} + S_{тр} \quad (3.12)$$

где $C_к$ - стоимость корпусных деталей, руб;

$S_{т.д}$ - затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{пд}$ - стоимость покупных деталей, руб.;

$Я_{Б.Л.1}$ - заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{ЦН}$ - цеховые накладные расходы, руб.

Стоимость корпусных деталей равна:

$$Я_{Б} = \sum Q_{Б} \cdot Я_{Б.Л} \qquad (3.13)$$

где $Q_{Б}$ - масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_{Л.Д}$ - средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб/кг.

Для изготовления рамы необходимо: 10 м швеллера №16 (масса одного метра 15,9 кг) и 20 м уголка №4 (масса одного метра 2,42 кг). Итак масса швеллера №16 составит 159 кг, а уголка №4 – 48,8 кг. Цены на швеллер и уголок соответственно равны 18 руб/кг и 14 руб/кг.

Определим затраты на изготовление оригинальных деталей:

$$Я_{Г.Л.Ц} = Я_{Г.Ц} + Я_{Г}$$

где $Я_{Г.Ц}$ - полная заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.;

$C_{М}$ - стоимость материала заготовок, руб.

Основная заработная плата $Я_{Г.Ц}$, руб. вычисляется по формуле:

$$Я_{Г.Ц} = t_{1} \cdot C_{ч} \cdot Е_{1}$$

где t_{1} - средняя трудоёмкость, чел·час;

$C_{ч}$ - часовая тарифная ставка, руб.;

K_{1} - коэффициент, учитывающий доплату к основной заработной плате (1,025…1,030)

Средняя трудоёмкость t_{1}, чел·час вычисляется по формуле:

$$t_{1} = n_{в} \cdot t_{в} + n_{г} \cdot t_{г} \qquad (3.14)$$

где $n_{в}$ - количество валов, 1 шт.;

$t_{в}$ - трудоёмкость изготовления вала, 2 чел.-ч.;

n_1 - количество молотков-фрез, 90 шт.;

t_1 - трудоёмкость изготовления молотков-фрез, 3,4 чел.-ч.

Дополнительная заработная плата:

$$C_д = \frac{(5..12)N_{з.п}}{100} \quad (3.15)$$

Начисления по социальному страхованию:

$$N_{соц} = \frac{20(N_{з.п}+C_д)}{100} \quad (3.16)$$

Полная заработная плата составит:

$$N_{з.пл} = N_{з.п}+N_д+N_{соц} \quad (3.17)$$

Стоимость материала заготовок для изготовления деталей определим по формуле:

$$C_м = Ц \cdot m$$

где $Ц$ - цена килограмма материала заготовки, 10 руб.

m - масса заготовки, кг.

Масса заготовки складывается из массы материала под соединительный вал (1,6 кг) и массы листовой стали, необходимой для изготовления 90 шт. Молотков-фрез (51,2 кг). Масса материалов взята из [28].

Используя формулы с (3.42) до (3.49) определим стоимость изготовления рамных оригинальных деталей:

$$N_п = 159 \cdot 18 + 48,6 \cdot 14 = 3542,4 \text{ руб.},$$

$$t_1 = 1 \cdot 2 + 90 \cdot 3,4 = 308 \text{ чел.-ч}$$

$$N_{з.п} = 308 \cdot 15,17 \cdot 1,03 = 4812,53 \text{ руб.},$$

$$C_д = \frac{10 \cdot 4812,53}{100} = 481,25 \text{ руб.},$$

$$N_{соц} = \frac{20(4812,53+481,25)}{100} = 1058,75 \text{ руб.},$$

$$N_{з.пл} = 4812,53 + 481,25 + 1058,75 = 6352,53 \text{ руб.},$$

$$C_1 = 10 \cdot 52,88 = 528,8 \text{ руб.},$$

$$Я_{ТЗ} = 4352,53 + 528,8 = 4881,33 \text{ руб.}$$

Заработная плата основная на сборке конструкции:

$$Я_{ОС.1} = Т_{СК} \cdot Я_ч \cdot К_1 \quad (3.18)$$

где $Т_{СК}$ - нормативная трудоёмкость на сборку конструкции, чел·час.

Нормативная трудоёмкость $Т_{СК}$, чел.-ч вычисляется по формуле:

$$Т_{СК} = К_К \cdot \sum t_{сб} \quad (3.19)$$

где $К_К$ - коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки, 1,08.

Трудоёмкость сборки составных частей $t_{сб}$, чел.-ч вычисляется по формуле:

$$\sum t_{сб} = \sum t_{сб.i} \cdot n \quad (3.20)$$

где $t_{сб.i}$ - трудоёмкость сборки отдельных элементов, чел.-ч;

n - число соответствующих деталей или операций, шт.

Расчёт формулы (3.52) представлен в виде таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Трудоёмкость сборки составных частей конструкции

Виды работ	$t_{сб.i}$, чел.-ч	n, шт.	$t_{сб}$, чел.-ч
Завёртывание болтов и гаек	0,017	151	2,50
Запрессовка втулок	0,030	15	0,45
Монтаж подшипников	0,060	2	0,12
Пригонка шпонок к валу	0,446	2	0,89
Установка фрез-молотков	0,033	90	2,97
Сверление по месту	0,025	30	0,75
Установка муфты	0,033	1	0,03
Итого	-	-	7,71

Используя формулы (3.51), (3.50), (6.6), (6.7), (6.8) определим затраты на сборку:

$$O_{сб} = 1,08 \cdot 7,71 = 8,33 \text{, чел.-ч}$$

$$З_{з.п} = 8,33 \cdot 15,17 \cdot 1,030 = 130,15 \text{ руб.},$$

$$С_{з.пл} = \frac{5 \cdot 130,15}{100} = 6,5 \text{ руб.},$$

$$З_{соц} = \frac{20\,(130,15 + 6,5)}{100} = 27,33 \text{ руб.},$$

$$З_{сб.} = 130,15 + 6,52 + 27,33 = 163,98 \text{ руб.}$$

Цеховые накладные расходы на изготовление и модернизацию конструкции $З_{т}$, руб. вычисляются по формуле:

$$З_{т} = (З_{з.п} + З_{пл})\frac{Н_{т}}{100} \qquad (3.21)$$

где $Н_{т}$ - процент общепроизводственных расходов предприятия, 5%.

$$З_{т} = (4812,53 + 130,15)\frac{5}{100} = 247,13 \text{руб.}$$

Цена покупных деталей $З_{т.д}$, руб. вычисляется по формуле:

$$З_{т.д} = З_{т.м} + З_{к.д} + З_{эл.дв} + З_{б.г} + З_{т.м} \qquad (3.22)$$

где $З_{т.м}$ - цена списанного погастного метателя, 980 руб.;

$З_{к.д}$ - цена кормодробилки КДМ-2, 56300 руб.;

$З_{эл.дв}$ - цена электродвигателя 4А132М6У3, 4900 руб.;

$З_{б.г}$ - цена болтов и гаек, 120 руб.;

$З_{т.м}$ - цена муфты, 460 руб.

Подставив в формулу полученные значения получим сумму всех затрат на изготовление измельчителя початков кукурузы:

$$З_{т.д} = 980 + 56300 + 4900 + 120 + 460 = 62760 \text{ руб.};$$

$$З_{п.изг} = 3542,4 + 6881,33 + 62760 + 163,98 + 247,13 = 70058,44 \text{руб.}$$

Округлим $С_{изг.см}$ 700059=руб.

Стоимость дополнительных капитальных вложений $К_{доп}$, руб. вычисляется по формуле [8]:

$$К_{доп} = К_{об} \cdot \ell \quad (3.23)$$

где $К_{об}$ - стоимость машин и оборудования, руб.;

ℓ - коэффициент, учитывающий торговую наценку, расходы на транспортировку и монтаж оборудования, 1,26.

Стоимость машин и оборудования складывается из стоимости разрабатываемого измельчителя (700059 руб.) и кормораздатчика КТУ-10А, грейферного погрузчика ПЭ-0,8Б, экскаватора ДТ-75М, трактора МТЗ-80 для привода КТУ-10А за 8 дней работы в год (48950 руб.). Подставив эти данные в формулу (3.55) получим:

$$К_{доп} = 119009 \cdot 1,26 = 149951 \text{ руб.}$$

Годовые эксплуатационные затраты $И_{эк}$, руб. вычисляются по формуле [8]:

$$И_{эк} = И_{а} + И_{то} + И_{зп} + И_{отч} + И_{эл} + И_{пр} \quad (3.24)$$

где $И_{а}$ - расходы на амортизацию, руб.;

$И_{то}$ - расходы на ТО и текущий ремонт, руб.;

$И_{зп}$ - расходы на заработную плату, руб.;

$И_{отч}$ - начисления в фонд социального страхования, руб.;

$И_{эл}$ - расходы на электроэнергию, руб.;

$И_{пр}$ - прочие прямые затраты, руб.

Затраты на амортизацию оборудования $И_{а}$, руб. вычисляются по формуле [4]:

$$И_{а} = 0,01 \cdot К_{об} \cdot Н_{а} \quad (3.25)$$

где $Н_{а}$ - норма амортизации к балансовой стоимости оборудования, принятая на предприятии 14,2%.

Затраты на текущий ремонт $И_{то}$, руб. вычисляются по формуле:

$$И_{то} = 0,01 К_{об} \cdot Б_{то} \quad (3.26)$$

где $\delta_{н}$ - норма отчислений на ремонт оборудования, принятые на предприятии 14%.

Затраты на заработную плату $Я_{СЗ}$, руб. вычисляются по формуле:

$$Я_{СЗ} = n \cdot K \cdot C_{СЗ1} \qquad (3.27)$$

где n - количество рабочих в смену, 3 чел.;

K - количество смен за весь период работ, 16 смен;

$C_{СЗ1}$ - заработная плата одного рабочего, руб.

Основная заработная плата $Я_{СЗК}$, руб. вычисляется по формуле:

$$Я_{СЗК} = Ф_{р} \cdot Ф_{ш} \qquad (3.28)$$

где $Ф_{р}$ - время работы в смену, 8 ч.;

$Ф_{ш}$ - часовая тарифная ставка для рабочих по 5 разряду при повременной оплате, 15,56 руб/ч.

Надбавка за классность $Я_{кл}$, руб. вычисляется по формуле [33]:

$$Я_{кл} = Я_{сзк} \cdot 20 \cdot 0,01 \qquad (3.61)$$

где 20 – количество процентов от основной заработной платы для 1класса, %.

Надбавка за стаж $Я_{ст}$, руб. вычисляется по формуле [33]:

$$Я_{ст} = Я_{сзк} \cdot 25 \cdot 0,01 \qquad (3.29)$$

где 25 – процент надбавки за стаж, %.

Фонд заработной платы $Я_{сз}$, руб. вычисляется по формуле:

$$Я_{сз} = Я_{сзк} + Я_{кл} + Я_{ст} \qquad (3.30)$$

Начисления по социальному страхованию $Я_{ПЗ}$, руб. вычисляются по формуле:

$$Я_{ПЗ} = Я_{сз} \cdot 20 \cdot 0,01 \qquad (3.31)$$

где 20 – процент отчислений в фонд социального страхования, %.

Затраты на электроэнергию $Я_{ст}$, руб. вычисляется по формуле:

$$Я_{ст} = P \cdot n_{э} \cdot C_{э} \qquad (3.32)$$

где P - расход электроэнергии за сутки работы, 480 кВт·ч.;

$n_с$ - количество суток работы, 8 суток;

$c_э$ - стоимость 1 кВт·ч. Для предприятий, 0,7 руб;

Затраты на ГСМ $C_{гсм}$, руб. вычисляются по формуле:

$$C_{гсм} = З_{дт} + З_{см} \qquad (3.33)$$

где $З_{дт}$ - стоимость дизельного топлива, руб.;

$З_{см}$ - стоимость масел, руб.

Стоимость дизельного топлива $З_{дт}$, руб. определяется по формуле:

$$З_{дт} = З_т \cdot Ц_{дт} \qquad (3.34)$$

где $З_т$ - количество топлива, необходимое на весь объём работ, 2416 кг.;

$Ц_{дт}$ - цена дизельного топлива, 7,5 руб/кг.

Стоимость масел $З_{см}$, руб. определяется по формуле:

$$З_{см} = З_м \cdot Ц_{см}$$

где $З_м$ - необходимое количество масла, 130 кг;

$Ц_{см}$ - цена масла, 20 руб/кг.

Основные затраты вычисляются по формуле:

$$З_{экс} = З_а + З_{тр} + З_э + З_{гсм} + З_{тх} + З_{пр} \qquad (3.35)$$

Прочие затраты $З_{пр}$, руб. вычисляются по формуле:

$$З_{пр} = 0,1 \cdot З_{экс} \qquad (3.36)$$

Производим расчёт эксплуатационных затрат, используя вышеперечисленные формулы, начиная с формулы (3.56):

$$З_а = 0,01 \cdot 119009 \cdot 14,2 = 16899,27 \text{ руб.},$$

$$З_{тр} = 0,01 \cdot 119009 \cdot 14 = 16661,26 \text{ руб.},$$

$$З_{отч} = 8 \cdot 15,56 = 124,48 \text{ руб.},$$

$$З_{дп} = 124,48 \cdot 20 \cdot 0,01 = 24,89 \text{ руб.},$$

$$З_{сн} = 124,48 \cdot 25 \cdot 0,01 = 31,12 \text{ руб.},$$

$$З_{зп} = 124,48 + 24,89 + 31,12 = 180,49 \text{ руб.},$$

$$Я_{ОТ} = 3 \cdot 16 \cdot 180,49 = 8663,52 \text{ руб.},$$

$$Я_{ПЛ\,ОТ} = 8663,52 \cdot 20 \cdot 0,01 = 1732,70 \text{ руб.},$$

$$Я_{ТО} = 480 \cdot 8 \cdot 0,7 = 26,88 \text{ руб.},$$

$$Я_{ВС} = 2416 \cdot 7,5 = 18120 \text{ руб.},$$

$$Я_{ГСМ} = 130 \cdot 20 = 2600 \text{ руб.},$$

$$С_{ВС} = 18120 + 2600 = 20720 \text{ руб.},$$

$$Я_{ГЛ} = 16899,27 + 16661,26 + 8663,52 + 1732,70 + 2688 + 6053,22 = 52698 \text{ руб.},$$

Затраты средств на приготовление 1и. корма $Я_{ц}$, руб. вычисляются по формуле [8]:

$$Я_{ц} = \frac{Я_{гм}}{W} \qquad (3.37)$$

Итак по формуле (3.71) затраты на приготовление 1 т корма составляют:

$$Я_{ц} = \frac{52698}{1413,7} = 37,3 \text{ руб.}$$

Затраты труда на выполнение всего объёма работ (без учёта вне участка) $С_{ОБ}$, чел.-ч. вычисляются по формуле [4].

Затраты труда на приготовление 1т. корма вычисляются по формуле:

$$С_{ОН} = \frac{С_{ОБ}}{W} \qquad (3.38)$$

По формулам (3.71), (3.72) проводим расчёт затрат труда:

$$С_{ОБ} = 3 \cdot 16 \cdot 8 = 384 \text{ чел.-ч.},$$

$$С_{ОН} = \frac{384}{1413,7} = 0,27 \text{ чел.-ч./т.}$$

Экономическую эффективность, ожидаемую от внедрения механизации приготовления кормов определяем как стоимость дополнительной продукции, полученной от внедрения передовых способов приготовления кормов и методов кормления[8]. Так по расчётам ВНИМОЖ при скармливании силосованных початков в составе кормосмесей, по сравнению со скармливанием концентратов, позволяет получить больший

прирост (до 18,4%) и увеличение надоев на 13% [27]. Для расчётов дополнительно получаемой продукции, процент прибавки принимаем равным R=10%.

Количество дополнительно получаемой продукции $Q_{доп}$, ц вычисляется по формуле [8]:

$$Q_{доп} = \frac{Q \cdot R}{100} \quad (3.39)$$

где Q - годовое валовое производство, ц;

Валовое производство мяса и молока берём из перспективного плана развития:

- молоко – 6000ц;
- мясо КРС – 876ц;
- мясо свиней – 438 ц.

Проводим расчёт дополнительной продукции по формуле (3.74):

- для молока $Q_{доп} = \frac{6000 \cdot 10}{100} = 600$ ц;
- для мяса КРС $Q_{доп} = \frac{876 \cdot 10}{100} = 87,6$ ц;
- для мяса свиней $Q_{доп} = \frac{438 \cdot 10}{100} = 43$ ц.

Стоимость дополнительной продукции $C_{доп}$, руб. вычисляется по формуле:

$$C_{доп} = \sum Q_{доп} \cdot S_{зак} \quad (3.40)$$

где $S_{зак}$ - закупочная цена продукции, руб./ц.

Закупочная цена для молока, мяса КРС, мяса свиней соответственно равна: 560; 4000; 3500 руб./ц.

Проводим вычисления по формуле (3.75):

$$C_{доп} = 600 \cdot 560 + 87,6 \cdot 4000 + 43 \cdot 3500 = 502060_{руб.}$$

Определим срок окупаемости конструкции по формуле:

$$Q_i = \frac{K_{д.в}}{K_{ст}} \qquad (3.41)$$

$Q_{ок}$= 149951/502060=29 года

Значение основных, рассчитанных показателей, сводим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Показатели эффективности проекта

Наименование	Фактически	Проектируемый
Стоимость конструкции, руб.	85000	70059
Дополнительные капитальные вложения, руб.	-	149951
Эксплуатационные затраты, руб.	64818	52698
Затраты на приготовление 1т. корма, руб.	22,42	18,25
Годовая экономия, руб.	-	12120
Затраты труда на приготовление 1 т. корма, чел.-ч.	0,75	0,27
Срок окупаемости капитальных вложений, год.	-	2,9

Из расчёта экономической эффективности видно, что снижаются затраты на приготовление кормов, годовая экономия составит 502060 руб. Срок окупаемости 0,29 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги предлагаемой работы, сущность которой заключается в совершенствовании механизации приготовления кормов, можно сделать следующие выводы и предложения.

В выпускной квалификационной работе разработана прогрессивная энергосберегающая технология закладки влажной зерно-стержневой смеси кукурузы.

Участок измельчения и закладки початков призван обеспечить сельскохозяйственные предприятия кормом повышенного качества из зерно-стержневой смеси. Это позволит обеспечить закладку зерно-стержневой смеси в оптимальные сроки при поэтапном заполнении траншеи, и ежедневным укрытием заполняемой за день части траншеи.

Разработанная в проекте конструкция измельчителя базируется на серийной кормодробилке КДМ-2 и исключает необходимость перестановки молотков-фрез до полного износа.

Годовая экономия от внедрения разработанного и предложенного варианта инженерных решений составит 502060 руб., а срок окупаемости затрат 2,9 года.