

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление *35.03.06 «Агроинженерия»*

Профиль *Технологическое оборудование для хранения и переработки СХП*

Кафедра *машин и оборудования в агробизнесе*

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: *Проектирование технологической линии приготовления кормосмеси с разработкой измельчителя*

Шифр ВКР.35.03.06.117.18

Студент

244 гр

подпись

Кононов М.Д.
Ф.И.О.

Руководитель

доцент
ученое звание

подпись

Лушнов М.А.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №15 от 18 июня 2018 г.)

Зав. кафедрой

доцент
ученое звание

подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки СХП

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

/Халиуллин Д.Т./

«_____» _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Кононову Максиму Денисовичу

Тема ВКР Проектирование технологической линии приготовления кормосмеси с разработкой измельчителя

утверждена приказом по вузу от «24» мая 2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

3. Исходные данные

Патенты РФ;

Производительность $Q = 6$ т/ч;

Насыпная плотность для зерна $\rho = 1300$ кг/м³;

Объем бункеров для зерна $V_{пз} = 6,1$ м³;

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Литературно-патентный обзор

2. Технологическая часть

3. Конструктивная часть

5. Перечень графических материалов

1. Обзор конструкций

2. Технологическая линия

3. Сборочный чертеж и деталировка

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант

7. Дата выдачи задания _____ 04.05.2018 г. _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

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

Студент _____ (Кононов М.Д.)

Руководитель ВКР _____ (Лушнов М.А.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Кононова М.Д. на тему: Проектирование технологической линии приготовления кормосмеси с разработкой измельчителя.

Одной из наиболее актуальных проблем аграрного производства является обеспечение населения в достаточном количестве качественными продуктами. Известно, что питательные вещества активно усваиваются в измельчённом виде, так как в измельчённых продуктах увеличивается активная поверхность частиц. Это способствует ускорению процесса пищеварения и усвояемости питательных веществ.

На сегодняшний день еще слабо решены вопросы механизации очистки и мойки корнеплодов, а также их измельчение. Ряд машин и агрегатов имеют низкую производительность измельчителей и несовершенство рабочего процесса измельчения, которое сопровождается выделением сока. В данной работе на данном этапе поставлена задача, разработать новый, более совершенный, измельчитель корнеплодов повышенной производительности, который должен наиболее полно удовлетворять зоотехническим требованиям. Применение такого измельчителя в кормоцехах, на свинокомплексах, молочных фермах и фермах КРС позволит существенно повысить технико-экономические показатели.

Целью данной выпускной квалификационной работы является Проектирование технологической линии приготовления кормосмеси.

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

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

Abstract

To final qualification work of Kononov M.D. on a subject: Design of the technological line of preparation of a kormosmesa with development of the grinder.

One of the most current problems of agrarian production is providing the population in enough with qualitative products. It is known that nutrients are actively acquired in the crushed look as in the crushed products the active surface of particles increases. It promotes acceleration of process of digestion and comprehensibility of nutrients.

Today issues of mechanization of cleaning and a sink of root crops and also their crushing are still poorly resolved. A number of cars and units have the low productivity of grinders and imperfection of working process of crushing which is followed by release of juice. In this work at this stage the task is set, to develop new, more perfect, the grinder of root crops of the increased productivity which has to meet zootechnical requirements most fully. Use of such grinder in feed-preparation houses, on pig factory farms, dairy farms and farms of KRS will allow to raise technical and economic indicators significantly.

The purpose of this final qualification work is Design of the technological line of preparation of a kormosmesa.

VKR consists of the explanatory note on ____ sheets of the typewritten text and a graphic part on 5 sheets of the A1 format.

The note consists of introduction, three sections, conclusions and includes ____ drawings, ____ tables. The list of the used literature contains ____ names.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	8
2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	19
2.1 Зоотехнические требования к технологиям приготовления кормов	19
2.2 Расчет потребного количества кормов	20
2.3 Составление схемы технологического процесса приготовления кормов	21
2.4 Расчет производительности поточных технологических линий	22
2.5 Выбор системы машин для кормоцеха	23
2.6 Описание проекта-прототипа кормоцеха	25
2.7 Описание предлагаемого проекта кормоцеха	28
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	29
3.1 Конструктивные расчеты	30
3.2 Мероприятия безопасности жизнедеятельности	38
3.2.1 План мероприятий по безопасности жизнедеятельности на рабочем месте оператора измельчителя	38
3.5 Техничко-экономические показатели	44
ВЫВОДЫ	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	49
СПЕЦИФИКАЦИИ	52

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее актуальных проблем аграрного производства является обеспечение населения в достаточном количестве качественными продуктами. Известно, что питательные вещества активно усваиваются в измельчённом виде, так как в измельчённых продуктах увеличивается активная поверхность частиц. Это способствует ускорению процесса пищеварения и усвояемости питательных веществ.

Качество кормов, их рационы и степень сбалансированности оказывают значительное влияние на продуктивность животных и их здоровье. Большой удельный вес в рационах кормления для большинства видов животных занимают корнеплоды. В зависимости от назначения корнеплоды могут подвергаться очистке и мойке, измельчению, тепловой обработке и смешиванию.

На сегодняшний день еще слабо решены вопросы механизации очистки и мойки корнеплодов, а также их измельчение. Ряд машин и агрегатов имеют низкую производительность измельчителей и несовершенство рабочего процесса измельчения, которое сопровождается выделением сока. В данной работе на данном этапе поставлена задача, разработать новый, более совершенный, измельчитель корнеплодов повышенной производительности, который должен наиболее полно удовлетворять зоотехническим требованиям. Применение такого измельчителя в кормоцехах, на свинокомплексах, молочных фермах и фермах КРС позволит существенно повысить технико-экономические показатели.

Учитывая состояние механизации животноводства РТ, наличие крупных животноводческих ферм и комплексов, а также современные достижения науки и практики, задачей данной ВКР является необходимость разработать опытный образец более совершенного измельчителя корнеплодов с повышенной производительностью, добиться снижения металлоемкости и энергоемкости, сделать конструкцию простой при изготовлении и обслуживании, добиться высокого качества измельчаемого корма в идее соломки и исключить потери.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

Патент №2415714

Изобретение относится к устройствам для измельчения материалов и может быть использовано для измельчения зерновых, например материалов. Молотковая дробилка содержит камеру измельчения с размещенным в ней ротором, окном загрузки, окном подачи сушильного агента, разделительную камеру с горловиной выгрузки. Разделительная камера в верхней части оснащена сепаратором, направляющей решеткой для отсекаания крупных включений и окном выгрузки недоизмельченного материала для повторного измельчения.

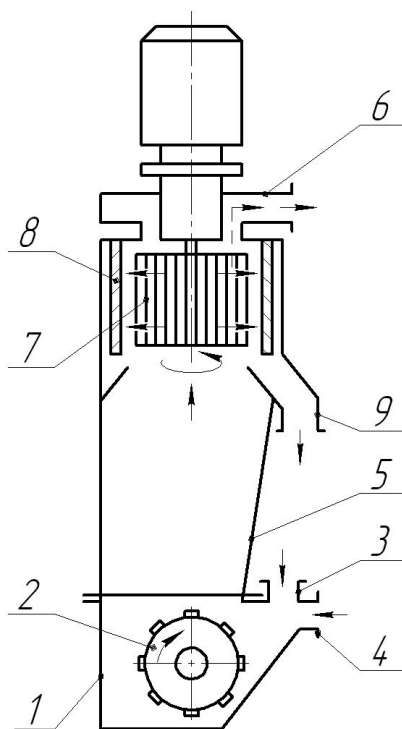


Рисунок 1 – Измельчитель патент №2415714

Измельчитель состоит из камеры измельчения 1, ротора 2, окна загрузки 3, окна подачи сушильного агента 4, разделительной камеры 5, горловины выгрузки 6, сепаратора 7 с вертикальной осью вращения, направляющей решетки 8, окна выгрузки недоизмельченного материала 9.

Устройство работает следующим образом.

Измельчаемый материал, как правило, из питателя через окна загрузки 3 направляется в камеру измельчения 1. Туда же через окна подачи сушильного агента 4 подается теплоноситель (например, нагретый воздух или продукты сгорания природного газа). Измельчаемый материал находится в камере 1 молотковой мельницы до тех пор, пока не высохнет до необходимой влажности и не измельчится до размеров, способных всплывать в воздушном потоке разделительной камеры 5. Установленный в верхней части разделительной камеры 5 сепаратор 7 удаляет случайно поднявшиеся вверх крупные включения. Направляющая решетка 8 отсекает крупные включения от основной порошкообразной массы и направляет их через окно выгрузки недоизмельченного материала 9 для повторного измельчения.

Таким образом, подача теплоносителя в камеру измельчения способствует измельчению сырья любой влажности до необходимых размеров.

Применение сепаратора 7 (за счет изменения скорости его вращения) позволяет регулировать размер фракций порошка, получаемого при измельчении. Кроме того, совмещение нескольких технологических процессов (измельчение, сушка и сепарация крупных включений) в корпусе одного агрегата обеспечивает упрощение конструкции общей системы подготовки карьерных материалов и снижает его стоимость.

Патент №1507442

Изобретение относится к устройствам для дробления зерна и других сыпучих материалов и может быть использовано в сельском хозяйстве, а также в комбикормовой промышленности. Дробилка зерна содержит корпус дробилки, дробильную камеру, корпус загрузочного бункера, окно с поворотной заслонкой, окно загрузки исходного материала. В корпусе дробилки зерна установлен делитель, состоящий из трех желобов криволинейной формы, изготовленных из листовой стали и расположенных один над другим на одинаковом расстоянии друг от друга в вертикальной плоскости. Поверхность каждого желоба разделена равномерно в виде расходящихся лучей продольными разделительными ребрами для

распределения материала, верхние концы желобов крепятся к окну с поворотной заслонкой корпуса загрузочного бункера, нижние – к окну загрузки исходного материала в дробильную камеру.

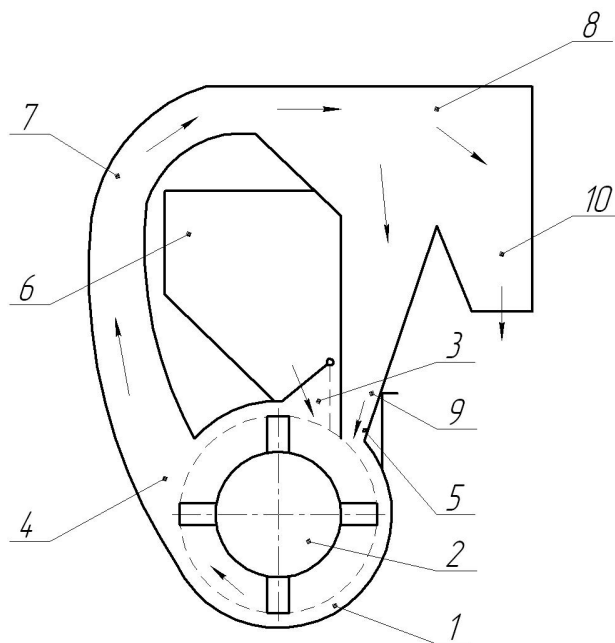


Рисунок 2 - Измельчитель кормосмеси патент №1507442

Измельчитель зерна (рисунок 2) содержит дробильную камеру 1 с размещенным в ней ротором 2, на котором шарнирно закреплены молотки 3. В стенках дробильной камеры по периферии выполнены окна загрузки исходного материала в дробильную камеру 4 и окно выгрузки готового продукта 5. Также к этим стенкам камеры крепятся нижняя 6 и верхняя 7 деки, концы которых с одной стороны соединены решетом 8, с другой – с окном загрузки исходного материала в дробильную камеру 4. В верхней части дробилки зерна в виде ковша размещен корпус загрузочного бункера 9, имеющий в нижней части окно с поворотной заслонкой 10 для дозированной подачи исходного материала (например, зерна) в дробильную камеру 1. В корпусе дробилки зерна между окном с поворотной заслонкой корпуса загрузочного бункера и окном загрузки исходного материала в дробильную камеру установлен делитель 11. Делитель представляет собой три желоба криволинейной формы 12, изготовленных из листовой стали и расположенных один над другим на одинаковом расстоянии друг от друга в вертикальной плоскости. Поверхность

каждого желоба 12 разделена равномерно продольными разделительными ребрами 13 в виде расходящихся лучей, для управления подачей исходного материала из корпуса загрузочного бункера дробилки зерна через окно загрузки исходного материала в дробильную камеру.

Измельчитель зерна работает следующим образом. Из корпуса загрузочного бункера 9 исходный материал (например, зерно) через окно с поворотной заслонкой 10 поступает в делитель 11, в котором разделяется на равные части и подается в дробильную камеру 1 через окно загрузки исходного материала в дробильную камеру. При этом характер подачи исходного материала в дробильную камеру 1 в зоне окна загрузки исходного материала в дробильную камеру меняется; поступающий исходный материал подается в дробильную камеру 1 как в вертикальной плоскости, так и по ширине окна загрузки исходного материала в дробильную камеру достаточно равномерно.

Патент №2487526

Машина имеет отношение к оборудованию, предназначенных для процессов, содержащие в себе дробление зерна, которые могут быть использованы при заготовлении кормов животным.

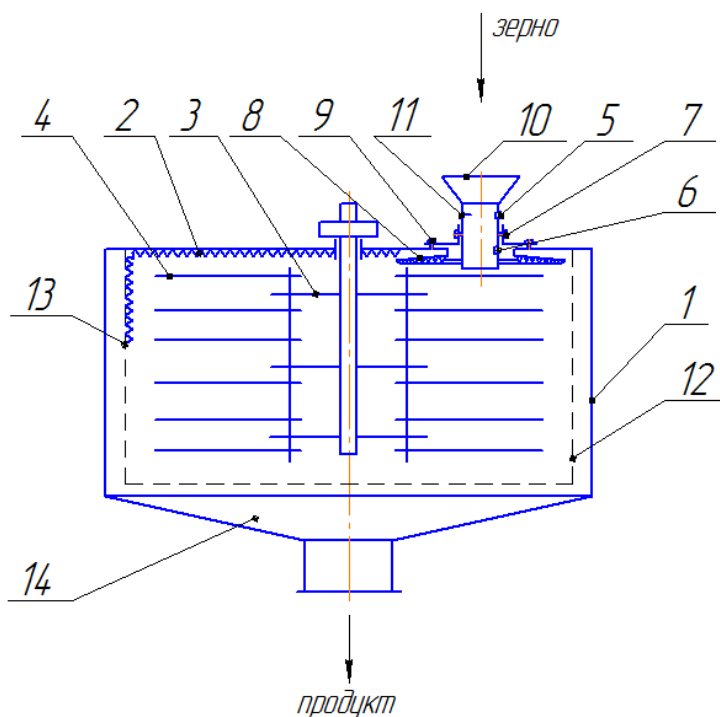


Рисунок 3 - Измельчитель патент №2487526

Измельчитель (рисунок 3) состоит из вертикально установленного цилиндрического корпуса 1, который имеет сверху крышку 2, изнутри корпуса - ротора 3 с молотками 4, имеется также загрузочный патрубок 5, который закреплен в загрузочном окне 6 на крышке 2, фиксатором 7 осуществляет жёсткое положение загрузочного патрубка 5 от вертикальных и горизонтальных перемещений, из конусной деки 8, имеющей рифли 9, расположенных концентрично, имеется загрузочный бункер 10, подача в который регулируется положением заслонки 11, ситовая обечайка 12, по всей длине внутреннего периметра выполнена кольцевая дека 13, а внизу расположен поддон 14.

Дробилка работает следующим образом. Зерно загружается в приемный бункер 10, из которого через заслонку 11 поступает в загрузочный патрубок 5 и далее на движущиеся молотки 4 на их переднюю грань и боковую поверхность. Молотки 4 своей передней гранью как бы подсекают с одновременным ударным измельчением движущиеся частицы через зазор h , и образовавшиеся осколки отбрасываются со скоростью на концентрично расположенные рифли конусной деки 8, где и происходит их ударное пассивное измельчение, и далее частицы отбрасываются на кольцевую деку 13 и деку крышки 2 и поступают на обечайку 12, где происходит их дальнейшее доизмельчение, сепарация и поступление в поддон 14. Загрузочный патрубок может перемещаться в горизонтальной плоскости, удаляясь от оси вращения ротора или приближаясь к ней, при этом будет изменяться и скорость соударения частиц с молотками и соответственно гранулометрический состав готового продукта.

Необходимость такого перемещения вызвана физико-механическими свойствами измельчаемого материала, а регулируемый зазор h между боковой поверхностью молотка 4 и загрузочным патрубком 5 повышает вероятность активного разрушения частиц передней гранью молотка и пассивного разрушения о поверхность концентрически расположенных рифлей 9 конусной деки 8. Концентрическое расположение рифлей 9 на конусной деке позволяет осуществлять прямое пассивное соударение частиц о поверхность рифлей, и

при этом исключается возможность нестолкновения частиц с молотками. Достигается это также за счет того, что одновременно взаимодействуют множество частиц, находящихся перед передней гранью молотка на всем сечении загрузочного патрубка 5 и боковой поверхности молотка.

Данная дробилка, вышеуказанной конструкции, обеспечивает более равномерное измельчение и снижение удельных затрат энергии.

Патент и 3215

Данная машина имеет отношение к оборудованию, касающегося к процессам дробления не только зерна, но и различных других материалов.

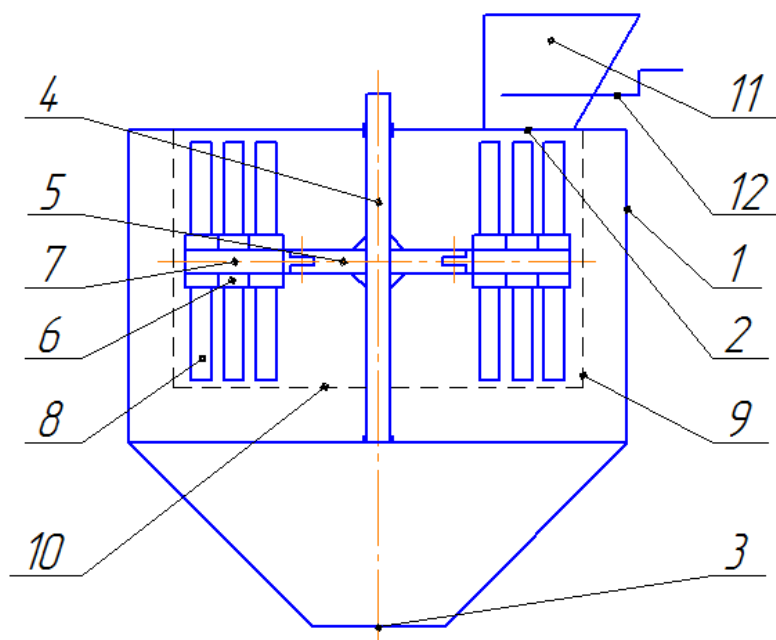


Рисунок 4 – Измельчитель патент №3215

Машина для измельчения (рисунок 4) включает в себя корпус 1 цилиндрической формы, расположенный вертикально, загрузочное 2 и выгрузное 3 окна, ротор 4, диск ротора 5, измельчающие секции 6, каждая из которых имеет палец 7, с помощью которых плотно зафиксированы ударяющие молотки 8, вокруг ротора расположена ситовая обечайка 9, решето 10, расположенное горизонтально, бункер материала начального состояния 11, устройство для регуляции 12.

Измельчитель работает следующим образом.

Исходный материал из бункера исходных компонентов 11 через загрузное окно 2 подается в вертикальный цилиндрический корпус 1, где ударными элементами 8 измельчается до требуемой крупности и под действием инерции, полученной от ударных элементов и воздушного потока, проходит через отверстия ситовой обечайки 9, горизонтального решета 10 и самотеком через выгрузное окно 3 удаляется из вертикального цилиндрического корпуса 1. Подача продукта в измельчитель изменяется регулирующим устройством 12.

Размер частиц готового продукта устанавливается диаметром отверстий ситовой обечайки 9 и горизонтального решета 10.

Выполнение ротора в виде вала с диском, на котором шарнирно закреплены пальцы с установленными на них в вертикальной плоскости ударными элементами, позволяет равномерно подавать материал на ударные элементы по всей ширине измельчающих секций, благодаря чему ударные элементы одновременно участвуют в процессе измельчения, увеличивая степень воздействия их на измельчаемый материал, повышая тем самым производительность процесса измельчения и качество конечного продукта.

Благодаря равномерной нагрузке на все ударные элементы, износ их протекает одинаково, исключается дисбаланс дробилки, чем увеличивается его надежность.

Шарнирное закрепление измельчающих секций на диске ротора предохраняет дробилку от поломки в случае попадания в него недробимых включений, снижает вибрацию, передаваемую на вал ротора, а это также повышает надежность дробилки.

К достоинствам данного оборудования можно отнести улучшенная надёжность, а также высокие показатели производительности процесса измельчения и качества производимого продукта.

Патент №2279920

Изобретение относится к молотковым дробилкам. Молотковая дробилка содержит дробильную камеру с молотковым ротором, входную горловину,

которая расположена по центру дробильной камеры, обводной канал со стенками, переходящими в деку и примыкающими к дробильной камере под прямым углом, в центре обводного канала расположено выгрузное приспособление, снабженное дефлектором, дополнительная стенка обводного канала в месте примыкания к дробильной камере выполнена перфорированной и совместно с внешней стенкой обводного канала образует камеру для отвода запыленного воздуха.

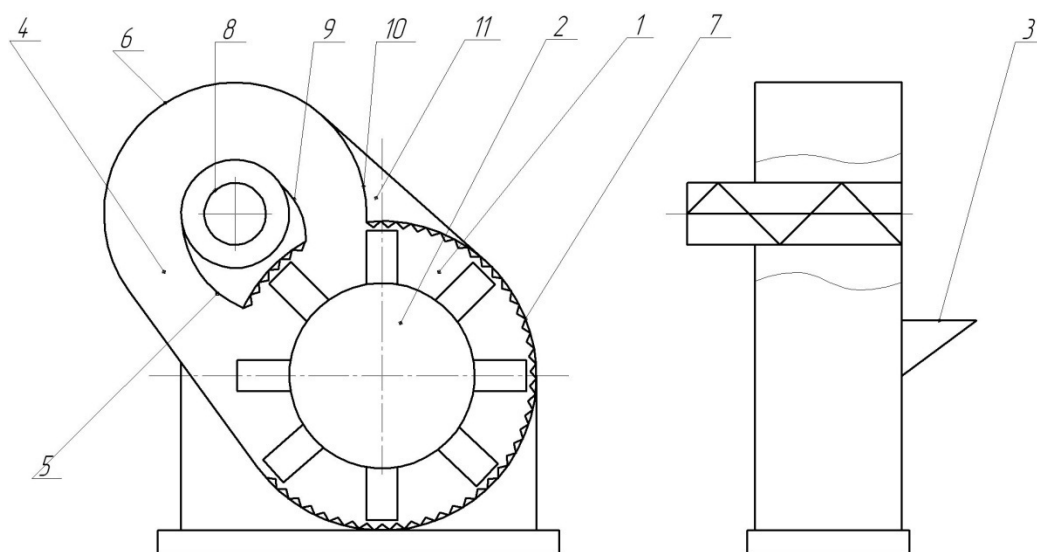


Рисунок 5 – Молотковая дробилка патент №2279920

Дробилка (рисунок 5) состоит из дробильной камеры 1 с молотковым ротором 2, входной горловины 3, которая расположена по центру дробильной камеры, обводного канала 4 со стенками 5 и 6, деки 7, выгрузного приспособления, например шнека 8, и дефлектора 9.

Обводной канал 4 образован стенками 5 и 6, переходящими в деку 7 и примыкающими к дробильной камере 1 под прямым углом. При этом обводной канал 4 снабжен дополнительной перфорированной стенкой 10, которая примыкает к дробильной камере 1 под прямым углом в месте пересечения вертикальной плоскости оси ротора 2 с касательной верхней точки дробильной камеры 1, образуя с внешней стенкой 6 обводного канала 4 камеру для отвода запыленного воздуха 11. Внутренняя стенка 5 сопрягается с дробильной

камерой 1 под прямым углом в верхней точке деки, расположенной под выгрузным приспособлением.

Выгрузное приспособление, предназначенное для выгрузки измельченных частиц заданного размера, расположено в центре обводного канала 4.

Молотковая дробилка работает следующим образом.

Измельчаемый материал в дробильную камеру 1 подается через входную горловину 3. Молотки ротора 2 измельчают материал и выбрасывают его в обводной канал 4. При этом мелкая фракция проходит по внутренней стенке 5 и выводится выгрузным приспособлением, например шнеком 8, находящимся в центре обводного канала 4. Более крупные частицы по инерции возвращаются в дробильную камеру 1 по внешней стенке 6 обводного канала 4 на доизмельчение. Проходя по дополнительной перфорированной стенке 10 обводного канала 4, крупные частицы измельчаемого материала отделяются от пыли, которая удаляется посредством камеры для отвода запыленного воздуха 11.

За счет того, что дополнительная стенка 10 выполнена перфорированной, крупные частицы измельчаемого материала, проходя по ней, возвращаются в дробильную камеру 1, а пылевидные частицы проходят сквозь отверстия стенки 10 и затем выводятся через камеру 11. Таким образом, при помощи камеры 11 возможно отделять крупные частицы от мелковзвешенных частиц пыли, что позволит обеспечить эффективную работу дробилки, увеличить ее пропускную способность, а также получить продукт, соответствующий зоотехническим требованиям.

Степень измельчения материала регулируется зазором между декой 7 и молотками ротора 2 и посредством дефлектора 9 выгрузного устройства.

Использование предлагаемой дробилки позволит обеспечить эффективную работу дробилки, увеличить пропускную способность и получить продукт, соответствующий зоотехническим требованиям.

Патент №2125362

Изобретение имеет отношение к центробежным дробилкам ударного действия для измельчения зерна и может применяться не только в пищевой, но и других отраслях промышленного назначения.

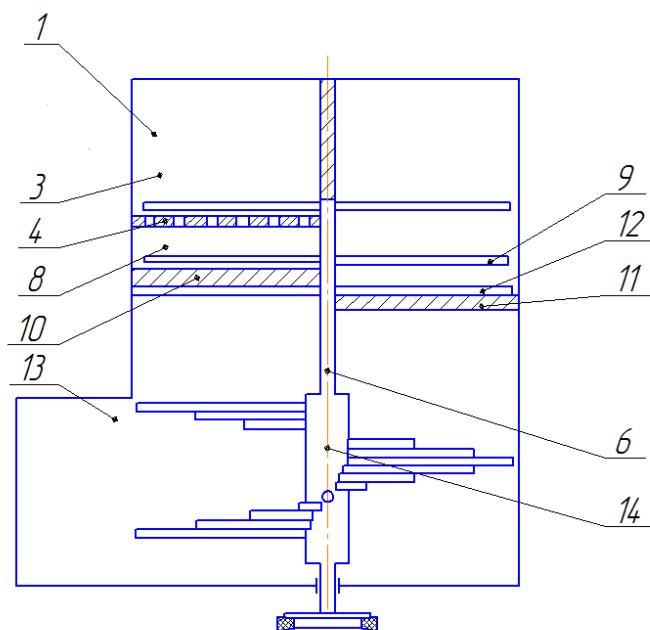


Рисунок 6 - Центробежная дробилка патент №2125362

Кормодробилка (рисунок 6) содержит приемный бункер 1 для загрузки тыквы и корнеклубнеплодов, бункер 2 для загрузки измельченного силоса, рабочую камеру 3 для измельчения тыквы и корнеклубнеплодов, состоящую из перфорированного полудиска 4, с которым взаимодействует клиновидный нож 5 аппарата измельчения, установленный на валу 6 и вертикальной перегородки 7, камеру вторичного измельчения 8, с клиновидным ножом 9, установленным на валу 6, аппарат доизмельчения, состоящий из двух полудисков 10 и 11, смещенных друг относительно друга по вертикали с зазором по величине, равным высоте ножа 12, имеющего форму ласточкиного хвоста, а также выгрузную камеру 13 и размещенную в ней пальцевую швырялку 14, установленную на валу 6, при этом пальцы 15 пальцевой швырялки 14 установлены на валу 6 с перекрытием их зон действия по правой винтовой

линии, направление которой от днища выгрузной камеры 13 противоположно вращению вала 6.

Кормодробилка работает следующим образом. В приемный бункер 1 загружается тыква или корнеклубнеплоды, в рабочей камере 3 при взаимодействии клиновидного ножа 5 и перфорированного полудиска 4 происходит первичное измельчение поступающего продукта, горизонтальному перемещению которого препятствует вертикальная перегородка 7, измельченные частицы через отверстия перфорированного полудиска 4 попадают в камеру вторичного измельчения 8, где при взаимодействии клиновидного ножа 9 и полудиска 10 происходит дополнительное измельчение продукта. Одновременно с этим в приемный бункер 2 поступает измельченный силос, который под действием силы тяжести попадает в аппарат доизмельчения, состоящий из двух полудисков 10 и 11, и ножа 12. В аппарате доизмельчения происходит окончательное измельчение двух компонентов тыквы или корнеклубнеплодов из приемного бункера 1 и силоса из бункера 2, а также их смешивание. Далее корма под действием силы тяжести и вихревого потока перемещаются вниз в выгрузную камеру 13, где корм попадает под действие пальцевой швырялки 14, сбрасывающей его к боковым стенкам выгрузной камеры 13, а так как зазор между пальцами 15 и боковыми стенками выгрузной камеры 13 минимален (2 мм), пальцы 15, внедряясь в корм, перемешивают его и транспортируют к выгрузному окну, при этом транспортировка осуществляется каждым пальцем 15 малыми порциями и равномерно распределенного по всей высоте зоны действия пальцев 15, что позволяет осуществлять выгрузку кормов с большей интенсивностью и равномерностью.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Зоотехнические требования к технологиям приготовления кормов

Для разработки кормоцеха применим суточный кормовой рацион для крупнорогатого скота в стоиловый период по табл.30[1]:

Силос и сенаж 14 кг (10+4);

Сено и солома 9 кг (3+6);

Корнеклубнеплоды 3 кг;

Концентрированные корма (мука ячменная 1,1 кг, гороховая 0,8 кг, ржаная 1,1 кг) 3 кг.

Зоотехническими требованиями обусловлены следующие операции по приготовлению концентрированных кормов:

1. Очистка от грязи, земли, камней, семян сорных растений производиться обычно предварительно, т.е. не входит в операции производимые непосредственно в кормоцехе;
2. Измельчение до заданной крупности (размеры частиц для КРС не больше 3 мм);
3. Дозирование и смешивание компонентов при приготовлении кормовых смесей (для зерновых кормов показатель однородности смеси должен быть не ниже 90%).

К приготовлению грубых кормов предъявляются следующие зоотехнические требования: сено хорошего качества, отвечающее требованиям по ГОСТ 4808-79, коровам может откармливаться без подготовки, по условиям механизации раздачи кормов требует их измельчения; солома и сено низкого качества подвергают измельчению с целью повышения поедаемости и создания условий, необходимых для осуществления последующих технологических операций;

При измельчении размер резки должен быть для КРС 40-50 мм, более мелкую резку (5-10 мм) говорят, если в дальнейшем ее смешивают с сочными кормами.

С целью повышения эффективности использования питательных веществ грубых кормов, резку смешивают с другими видами кормов (корнеклубнеплоды, силос и т.д.).

К приготовлению сочных кормов предъявляются следующие требования: корнеплоды подвергают мойке, резке и смешиванию; толщина резки при скормливании КРС 10-15 мм; вес корнеклубнеплоды требуются готовить непосредственно перед скормливанием (не ранее чем за 2 часа) во избежание порчи.

2.2 Расчет потребного количества кормов

В течение суток на фермах корма расходуются для каждого кормления неравномерного как по массе, так и по видам кормов.

Для КРС суточный рацион распределяют следующим образом по таблице 3.13. [2].

Таблица 1.1 - Примерное распределение суточного рациона по выдачам (%)

Вид корма	Выдача корма %		
	Утренняя с 6 до 7	Дневная с 13 до 14	Вечерняя с 21 до 22
Грубый	50	-	50
Сочный	30	40	30
Концентраты	35	35	30

Количество корма данного вида по выдачам определяют по формуле [2].

$$q_{к.д.} = \pi \cdot k \cdot P_{с.к.} / 100 \quad (2.1)$$

где $q_{к.д.}$ - количество корма данного вида в выдаче, кг;

π – количество животных;

k – процент распределения кормов по выдачам (таблица 2.1);

$P_{с.к.}$ – количество корма данного вида в суточном рационе одного животного, кг.

Исходя из рациона приведенного выше, можно определить количество кормов по выдачам:

Утренняя выдача:

Грубый корм:

$$q_{г.к.} = 800 \cdot 50 \cdot 9 / 100 = 3600 \text{ кг};$$

Силос и сенаж:

$$q_{с.с.} = 800 \cdot 30 \cdot 14 / 100 = 3360 \text{ кг};$$

Корнеклубнеплоды:

$$q_{к.п.} = 800 \cdot 35 \cdot 3 / 100 = 720 \text{ кг};$$

Концентраты:

$$q_{к.ц.} = 800 \cdot 35 \cdot 3 / 100 = 840 \text{ кг};$$

Дневная выдача:

$$q_{с.с.} = 800 \cdot 40 \cdot 14 / 100 = 4480 \text{ кг},$$

$$q_{к.п.} = 800 \cdot 40 \cdot 3 / 100 = 960 \text{ кг},$$

$$q_{к.ц.} = 800 \cdot 35 \cdot 3 / 100 = 840 \text{ кг}.$$

Вечерняя выдача:

$$q_{г.к.} = 800 \cdot 50 \cdot 9 / 100 = 3600 \text{ кг},$$

$$q_{с.с.} = 800 \cdot 30 \cdot 14 / 100 = 3360 \text{ кг},$$

$$q_{к.п.} = 800 \cdot 30 \cdot 3 / 100 = 720 \text{ кг},$$

$$q_{к.ц.} = 800 \cdot 30 \cdot 3 / 100 = 720 \text{ кг}.$$

2.3 Составление схемы технологического процесса приготовления кормов

Для проектируемого кормоцеха выбираем схему технологического процесса приготовления кормов предназначенную для приготовления многокомпонентных влажных кормовых смесей с возможностью использования измельченной соломы (сена). Эта схема представлена на рисунке 2.1.

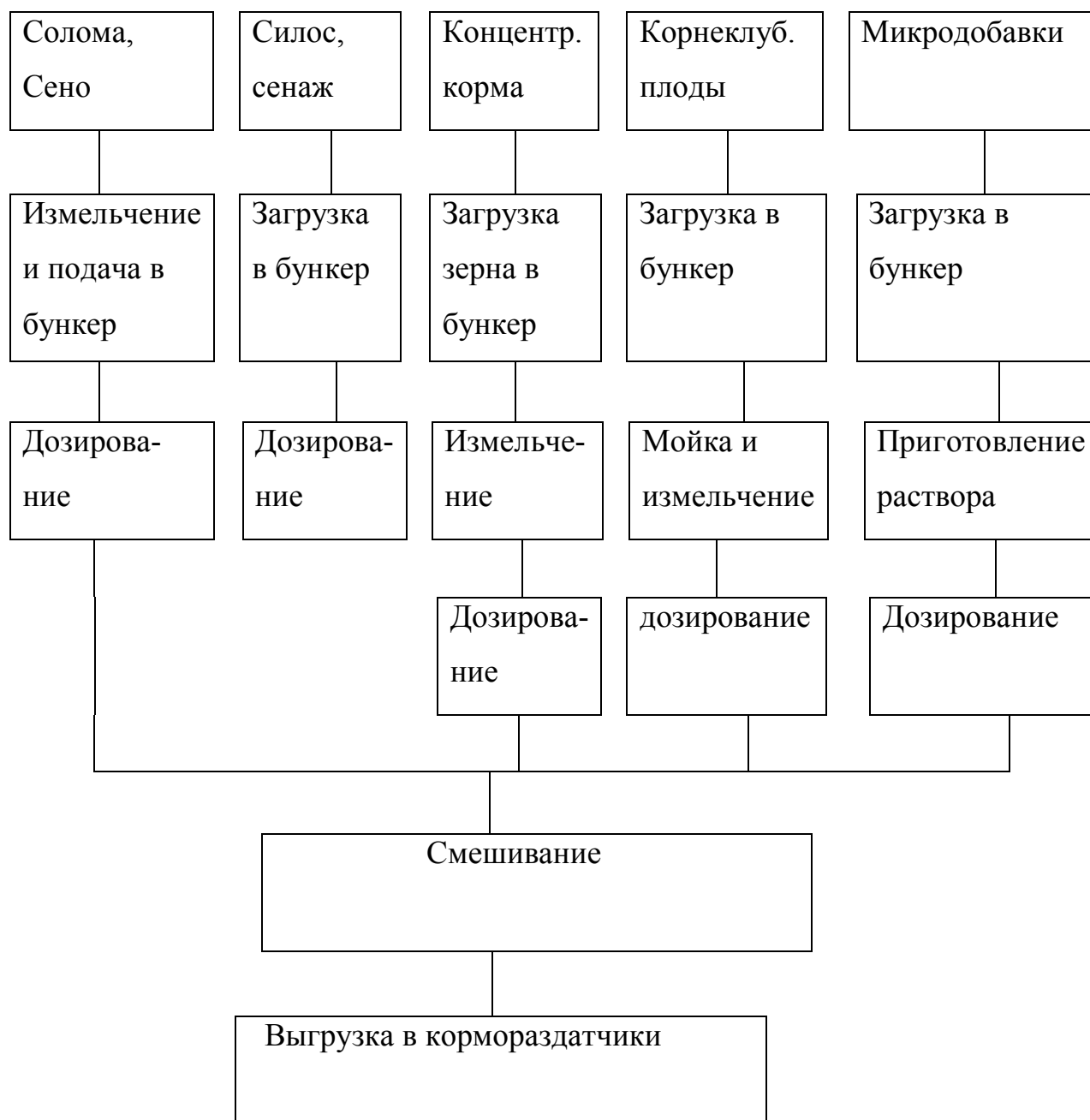


Рисунок 2.1 Схема технологического процесса приготовления кормов

2.4 Расчет производительности поточных технологических линий

Производительность технологической линии находят по формуле [2].

$$W_{\text{лт}} = P_{\text{ко}} \cdot \tau / t, \quad (2.2)$$

где $W_{\text{лт}}$ – производительность технологической линии, т/ч;

$P_{\text{ко}}$ – количество данного вида корма по максимальной выдаче, т;

τ – коэффициент использования рабочего времени, ($\tau = 0,98$);

t – время работы машины, технологической линии, ч.

Объем перерабатываемых кормов в нашем случае по выдачам невелик и поэтому можно ограничить временем работы кормоцеха и всех его технологических линий одним часом, что позволит обходиться без накопительных бункеров готового корма, и производить загрузку непосредственно к кормораздатчикам. Коэффициент τ можно пренебречь, т.к. его применяют обычно при расчетах работы в течение смены. Тогда производительность технологических линий равны разовой выдачи корма данного вида:

-грубых кормов: $W_{г.к.} = 3,6$ т/ч; -

сочных кормов (силос, сенаж): $W_{с.с.} = 4,48$ т/ч; -

корнеклубнеплоды: $W_{к.п.} = 0,96$ т/ч; -

концентрированных кормов: $W_{кц} = 0,84$ т/ч; -

производительность линии смешивания:

$$W_{лс} = W_{гк} + W_{сс} + W_{кп} + W_{кц} = 3,6 + 4,48 + 0,96 + 0,84 = 9,88 \text{ т/ч.} \quad (2.3)$$

2.5 Выбор системы машин для кормоцеха

В качестве прототипа применим проект кормоцеха для приготовления влажных кормовых смесей ВНЭСХа. Производительность данного кормоцеха 60 тонн в смену или примерно 8,6 т/ч. Для нашего случая по выше произведенным расчетам требуется 9,88 т/ч. Рассматривался в расчетах случай работы кормоцеха на один час. Для того чтобы проект прототипа привести в соответствии с требуемой производительностью нужно увеличить время его работы до 1,15 часа или 1 час 10 минут.

В рассматриваемом проекте отсутствует зернодробилка, комбикорма завозятся в готовом виде. По заданию курсового проекта требуется разработать технологическую линию дробления комбикормов, поэтому вводим, а систему машин кормоцеха дробилку молотковую ДБ-5.

В проекте ВНЭСХа солома или сено доставляются в кормоцех в измельченном виде и подвергаются повторному измельчению в дробилке ДКВ-

3. Предлагается подводить грубые корма к кормоцеху неизмельченному, хранить необходимый на площадке около кормоцеха, Измельчение производить в один этап измельчением грубых кормов НГК-305 размещенным под навесом со стороны площадки для хранения грубых кормов.

По проекту ВНЭСХа кормоцех оборудован накопительными бункерами больших объемов. Уменьшения объемов (количества) бункеров позволит уменьшить площадь кормоцеха, поэтому произведем расчеты необходимые для определения потребных объемов бункеров для нашего случая.

Объем бункеров – питателей определяется по формуле [2].

$$V_{\text{п}} = P_{\text{с}} \cdot \text{п} / (K \cdot \rho), \quad (2.4)$$

где $V_{\text{п}}$ - объем бункера питателя, м^3 ;

$P_{\text{с}}$ – суточный расход корма, кг;

п – число суток, в течение которых расходуется корма (для корнеклубнеплодов и силоса $\text{п} = 1,3$, для грубых кормов $\text{п} = 2$, для комбикормов $\text{п} = 3$).

K – коэффициент, учитывающий заполнение объема бункера – питателя $k = 0,9$ [2].

ρ – насыпная плотность корма, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Насыпная плотность кормов определяется по формулам [2]:

Для пшеничной соломы (применим общую для грубых кормов):

$$\rho_{\text{сол}} = (0,11 \cdot \omega^2 + 2548,4 \cdot \omega + 193336) / (10,042 \cdot \omega - 0,001 \cdot \omega^2 + 1008,053), \quad (2,5)$$

где ω – влажность кормов, % [2] (для соломы $\omega = 20\%$, для силоса $\omega = 70\%$).

$$\rho_{\text{сол}} = (0,11 \cdot 20^2 - 6,41 \cdot 20 - 129,89) / (0,24 \cdot 20 - 14,9) = 350 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$\rho_{\text{сол}} = (0,11 \cdot 70^2 + 2548,4 \cdot 70 + 193336) / (10,042 \cdot 70 - 0,001 \cdot 70^2 + 1008,053) = 700 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Для зерна применим насыпную плотность ячменя по таблице 10 [3]:
 $\rho = 1300 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Тогда объем бункеров:

Для измельченной соломы (сена):

$$V_{\text{пгк}} = 7200 \cdot 2 / 0,9 \cdot 350 = 45 \text{ м}^3;$$

Для силоса:

$$V_{\text{пск}} = 11200 \cdot 13 / 0,9 \cdot 700 = 23 \text{ м}^3;$$

Для зерна:

$$V_{\text{пз}} = 2400 \cdot 3 / 0,9 \cdot 1300 = 6,1 \text{ м}^3.$$

По проекту ВНЭСХа объемы бункеров: для грубых кормов два по 30 м^3 , для силоса (сенажа) 35 м^3 , для комбикормов (в нашем случае зерна) 20 м^3 .

Устанавливаем объемы бункеров для проектируемого кормоцеха:

Для грубых кормов оставляем два бункера по 30 м^3 (КТУ - 10); Для силоса и сенажа один бункер 35 м^3 (КТУ - 10); Для зерна один бункер-питатель объемом 10 м^3 ; Для корнеклубнеплодов один бункер - питатель объемом 10 м^3 .

Уменьшение площади занимаемой бункерами-питателями, изменение расположения оборудования позволяет уменьшить площадь кормоцеха по сравнению с прототипом на 90 м^3 .

Производительность машины на операции

$$M_3 = \frac{A}{T}, \quad (2.1)$$

где M_3 – производительность или загрузка аппарата, кг/см;

A – количество перерабатываемого сырья в смену, кг;

T – продолжительность смены, ч.

$$\text{Подбор технологической линии } M_3 = \frac{455}{12} = 38 \text{ кг/ч.}$$

Выбираем технологическую линию с производительностью 150 кг/ч .

Подбор молотковой дробилки

$$M_3 = \frac{455}{12} = 38 \text{ кг/ч.}$$

Выбираем молотковую дробилку с производительностью 200 кг/ч , марки МПС-300Л

2.6 Описание проекта-прототипа кормоцеха

Кормоцех КЦ-15 – проект-прототип. Проект кормоцеха разработан ВНЭСХом. Кормоцех размещен в здании размером $12 \times 15 \text{ м}$, к которому

примыкает навес шириной 4,5 м и легкая постройка шириной 7,5 м, через которые завозят корма и выводят готовую смесь.

Через проемы в стене и в заглубленные бункера 19,21 (рисунок 1.2.) сгущают корнеклубнеплоды и концентрированные корма.

Особенностью технологической схемы кормоцеха является предварительное накопление в отдельных бункерах-дозаторах для силоса 3 (рисунок 1.3.) измельченных компонентов кормосмеси, одновременная подача их на сборный транспортер и в дробилку-смеситель для окончательного измельчения и смешивания.

Кормораздатчик КТУ-10 с измельченной соломой заводят тракторами под навес и подключают к передвижному электроприводу.

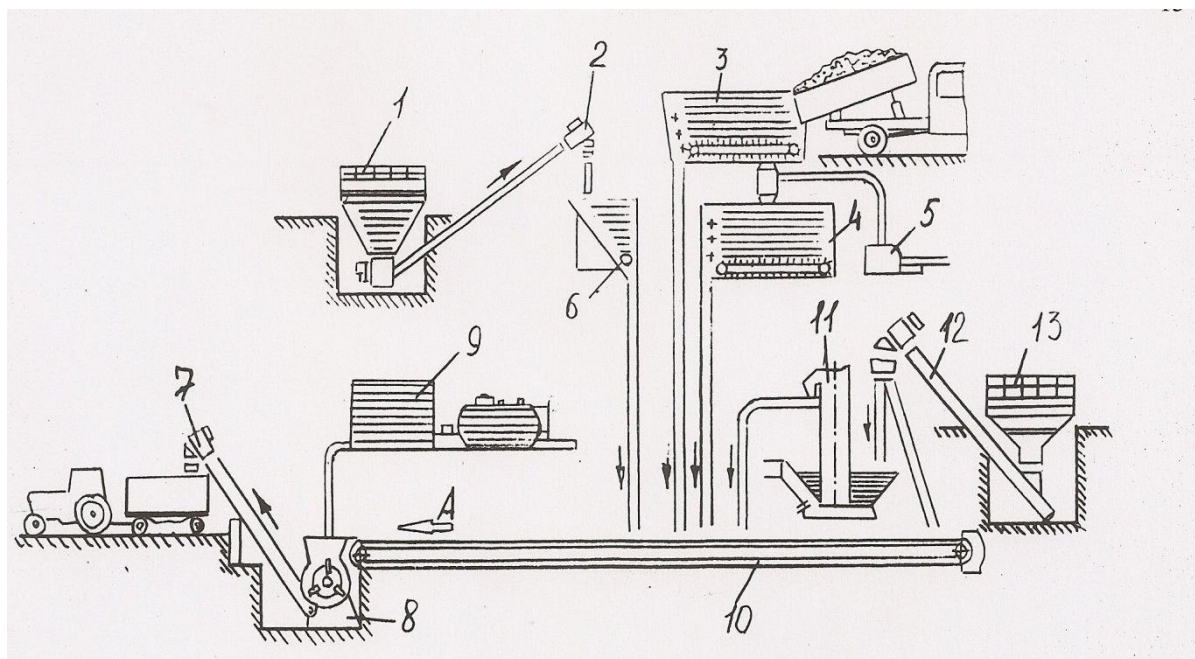
Из кормораздатчика солома поступает в молотковую дробилку грубых кормов 5, где измельчается на частицы длиной 1-3 см и далее вентилятором по трубопроводу подается в два накопительных бункера-накопителя 4.

Силос, сенаж или измельченную зеленую массу сливают в бункер-дозатор 3, установленной в заглубленном приемке.

Корнеклубнеплоды загружают в заглубленный бункер 13 и по транспортеру 12 подают в мойку-измельчитель 11 и бункер-дозатор, выполненный на базе кормораздатчика КРС -1.

Концентрированные корма сгружают в заглубленный бункер 1 и транспортером – питателем ПК-6 подают в тарельчатый дозатор 6. Затем их направляют либо на сборочный ленточный транспортер, либо в котел ВКС-3М для осолаживания и дрожжевания.

Из бункеров-дозаторов, установленных на заданную норму выдачи, компоненты непрерывно поступают ТЛ-4 и в дробилку-смеситель 8 для дополнительного измельчения перемешивания. Готовую кормосмесь наклонным транспортером ТС-40М подают в мобильные кормораздатчики.



1- бункер питатель ПК-6 для концентратов; 2-шнековый транспортер ШВС-40; 3-бункер-дозатор для силоса на базе КТУ-10; 4-бункер накопитель для грубых кормов на базе КТУ -10 с наращенными бортами ($V=60\text{м}^3$); 5-дробилка грубых кормов ДКВ-3; 6-дозатор МТД-3А; 7-выгрузочный транспортер ТС-40м; 8-дробилка-смеситель ДВС-15; 9-смеситель СМ-1,7; 10-сборочный ленточный транспортер ТЛ-4; 11-измельчитель корнеклубнеплодов ТК-5; 12-транспортер корнеклубнеплодов ТК-5; 13-бункер для корнеклубнеплодов ($V=15\text{м}^3$).

Рисунок 2.3 Технологическая схема кормоцеха КЦ-15

Растворы различных микродобавок приготавливают в смесителе 9 и также падают в дробилку-смеситель.

Воду для приготовления растворов направляют в электроводонагреватель 8 марки ЭВП-2А и сохраняют в баке 7.

Отвод грязной воды производится через кран в канализацию.

Управление всем оборудованием дистанционное, с электропульты. Приборы защиты электроустановок размещены в электрошкафах 11. Для обогрева помещения в зимнее время установлен автоматический электродотел.

Многое оборудование кормоцеха изготовлено не базе серийно выпускаемых машин. К основному не выпускаемому серийно оборудованию относятся молотковая дробилка грубых кормов ДВК-3 и молотковая дробилка-смеситель ДАС-15. Производительность кормоцеха - 15т/ч. Мощность установленных электродвигателей 110 кВт. Обслуживающий

персонал-3 чел. Площадь застройки с навесами 324м^2 , в том числе основного помещения с капитальными стенами 90 м^2 . Масса установленного оборудования 16,2 т.

2.7 Описание предлагаемого проекта кормоцеха

Предлагаемый проект имеет следующие отличия. Грубые корма не подвозятся в кормоцех в измельченном виде, площадка для их хранения находится непосредственно возле кормоцеха и измельчаются они в кормоцехе на НГК-30Б. Больших изменений в проекте эта операция не вносит, но позволяет обойтись без предварительного измельчения грубых кормов вне кормоцеха. Дополнительно в проект внесена молотковая безрешеточная дробилка ДБ-5, что позволяет получать комбикорм из зерна непосредственно в кормоцехе. Исключение из проекта электродвигателя 3 (рисунок 1.2.) позволяет при добавлении молотковой дробилки обойтись без увеличения общей мощности электродвигателей.

По расчетам емкость бункеров для корнеклубнеплодов и зерна при расчетном количестве голов КРС 800 возможно убавить в два раза. Это позволяет уменьшить площадь помещения (освободить площадь для молотковой дробилки). Уменьшение площади можно произвести за счет исключения операции подвозки-разгрузки в кормоцех измельченных грубых кормов. Общее уменьшение площади здания 90 м^2 .

Предлагается увеличить площадь капитального помещения до 150м^2 . Размещение оборудования в закрытом помещении обеспечивает лучшую его работоспособность и сохранность. Еще более важной причиной данного решения является улучшение условий труда обслуживающего персонала особенно в зимний период. Под навесами расположены измельчитель НТК-30 с транспортером и площадка для загрузки готового корма в кормораздатчики.

Производительность кормоцеха 60 т за смену (9т/ч). Установленная мощность двигателей 116 кВт. Обслуживающий персонал 3 человека. Площадь

застройки с навесом 234м^2 , в том числе основного помещения 1150м^2 . Масса установленного оборудования за счет убавления бункеров добавления дробилки приблизительно 16т.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обоснование выбора конструкторской разработки

Выбранный измельчитель МПС малопроизводителен, энерго- и металлоемок. Предлагаемая модернизация установки позволит увеличить степень и скорость измельчения, снизит удельную энергоемкость на единицу веса, получаемого продукта. Использование дробилки улучшает санитарно-экологическое состояние производства костной и других видов кормов животного происхождения.

Конструктивное выполнение измельчителя, а именно соотношение рабочих органов, позволяет обеспечить высокую производительность работы. Дробилка осуществляет заданную степень и однородность измельчения кости. Увеличена скорость измельчения. Может быть установлена в любую технологическую поточно-механизированную линию и работать самостоятельно. Удобна и проста в обслуживании. Благодаря тому, что билы, расположенные на одной поверхности диска укреплены со смещением относительно биллов, расположенных на противоположной стороне смежного диска, с образованием зазора, соотношение величины которого к величине зазора между дробящей гранью била и отбойными элементами составляет 1:3 1:5, происходит быстрое измельчение сырья, исключается его проскальзывание, что способствует повышенной работоспособности в целом.

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ		
					Измельчитель		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Кононов М.Д.			Лит. Масса Масштаб		
Провер.		Лицнов М.А.					
Т. Контр.					лист 1 листов 18		
Н. Контр.		Лицнов М.А.			Казанский ГАУ каф. МОА 244 гр.		
Утверд.		Халиллин Д.Т.					

3.2 Назначение, устройство и принцип работы механизма измельчителя

Измельчитель серии МПС – это механическая дробильная машина непрерывного действия, эксплуатирующаяся в процессах измельчения, дробления, переработке технологического сырья путем дробления кости ударами молотков.

Измельчитель состоит из корпуса 1, (рисунок 3.1), в котором размещен вал 10, с дисками 7. На обеих поверхностях диска шарнирно укреплены молотки 6. На внутренних боковых поверхностях корпуса смонтированы рефленные плиты 4, а на нижней решетка 8, для просеивания измельченного сырья (кости). Дробилка имеет привод 4, для приведения вращения вала с дисками.

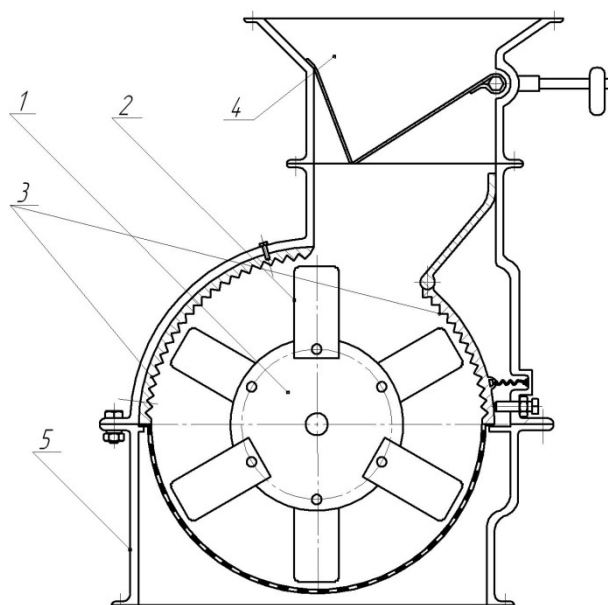


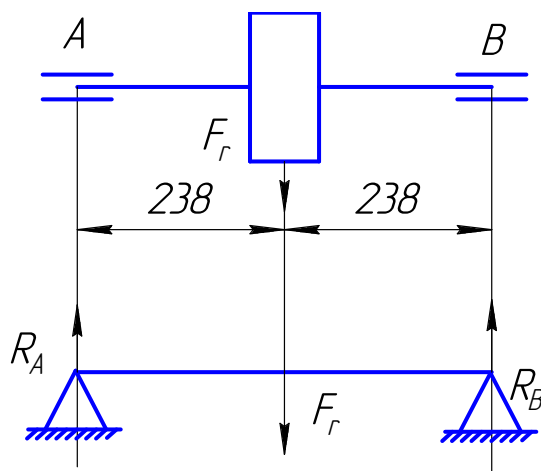
Рисунок 3.1 - Измельчитель

Измельчитель работает следующим образом: кость подают через наклонный лоток 2. Измельчение осуществляется свободным ударом вращающихся молотков 6 по кускам кости, ударом кусков об рифленые плиты 4, и окончательно измельчаясь между ними, транспортируется к решетке 8, проходя через нее.

3.3 Расчет и выбор подшипников

Действующие в зацеплении силы:

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2



Реакция опор относительно точки А

$$\sum M_{Ax} = 0.$$

$$-F_r \cdot 238 + R_B \cdot 476 = 0$$

$$R_B = \frac{1015,5 \cdot 238}{476} = 507,75 H.$$

Реакция опор относительно точки В

$$\sum M_B = 0.$$

$$F_r \cdot 238 - R_A \cdot 476 = 0,$$

$$R_{Ax} = \frac{1015,5 \cdot 238}{476} = 507,7 H.$$

$$\sum F_x = 0.$$

$$R_A - F_r + R_B = 0,$$

$$507,7 - 1015,5 + 507,7 = 0.$$

Условие выполняется.

Суммарная реакция каждой опоры по теореме Пифагора

$$\sum R_A :$$

$$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2},$$

$$R_A = \sqrt{0^2 + 507,7^2} = 507,7 H.$$

$$\sum R_B :$$

$$R_B = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2},$$

$$R_B = \sqrt{0^2 + 507,7^2} = 507,7 H.$$

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Дальнейший расчет ведем по любой опоре, т.к. они обе одинаковы нагружены.

Расчет подшипника ведем по динамической грузоподъемности, т.к. частота вращения вала $n = 65 \text{ мин}^{-1} > 1 \text{ мин}^{-1}$. Предварительно был выбран подшипник №206 [3] с параметрами:

Динамическая грузоподъемность $C^{ГОСТ} = 15300 \text{ Н}$.

Статическая грузоподъемность $C_0^{ГОСТ} = 10200 \text{ Н}$.

На подшипник действует:

Радиальная нагрузка $F_r = R_A = 176,4 \text{ Н}$;

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{0}{507,7} = 0 < 0,22.$$

Тип подшипника – однорядный радиально-шариковый.

Отношение $\frac{F_a}{C_0^{ГОСТ}} = \frac{0}{10200} = 0 \Rightarrow e = 0,22, [4, \text{табл. 16.5}]$;

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = \frac{0}{1 \cdot 507,7} = 0 \Rightarrow X = 1 \text{ и } Y = 0.$$

Эквивалентная динамическая нагрузка

$$P = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_B \cdot K_T, [4, \text{с. 335}]$$

где V – коэффициент вращения. При вращении барабана $V = 1$;

$X = 1$ и $Y = 0$ – коэффициенты радиальной и осевой нагрузок;

K_T – температурный коэффициент. При работе до 100°C $K_T = 1$;

K_B – коэффициент безопасности

$$K_B = \frac{T_{\text{нук}}}{T}, [11]$$

$$K_B = \frac{1,3T}{T} = 1,3.$$

$$P = (1 \cdot 1 \cdot 507,7 + 0) \cdot 1,3 \cdot 1 = 660,01 \text{ Н}.$$

Эквивалентная долговечность подшипника в часах

$$L_{hE} = \sum \left(\frac{T_i}{T_{\text{max}}} \right)^{\rho} \cdot t_i,$$

где $\rho = 3$ – показатель степени кривой усталости для шарикоподшипников.

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

$$L_{hE} = \left[\left(\frac{T}{T} \right)^3 \cdot 0,3 + \left(\frac{0,7T}{T} \right)^3 \cdot 0,2 + \left(\frac{0,6T}{T} \right)^3 \cdot 0,5 \right] \cdot 11169 = 4814,956ч.$$

Долговечность подшипника в миллионах оборотах

$$L_E = \frac{60 \cdot n \cdot L_{hE}}{10^6},$$

$$L_E = \frac{60 \cdot 3000 \cdot 4814,956}{10^6} = 86,66 \text{ млн.об.}$$

Динамическая грузоподъемность

$$C = P \cdot \sqrt[3]{L_E} \leq C^{ГОСТ}, [4, с.322]$$

$$C = 660,01 \cdot \sqrt[3]{86,66} = 2920,72H \leq 15300H.$$

Проверка окончательно выбранного подшипника по статической грузоподъемности

$$P_0 = (X_0 \cdot F_r + Y_0 \cdot F_a) \cdot K_B \leq C_0^{ГОСТ}, [4, с.335]$$

$X_0 = 0,6$ и $Y_0 = 0,5$ – коэффициенты радиальной и осевой нагрузок для однорядных радиальных шарикоподшипников;

$$P_0 = (0,6 \cdot 507,7 + 0,5 \cdot 0) \cdot 1,3 = 396,006 < 10200H$$

Условие выполняется. Оставляется выбранный подшипник.

3.4 Уточненный расчет вычерчиваемого вала

Материал вала – Сталь 2ГП; предел прочности $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$; предел текучести $\sigma_T = 580 \text{ МПа}$ [4].

Действующие на вал нагрузки:

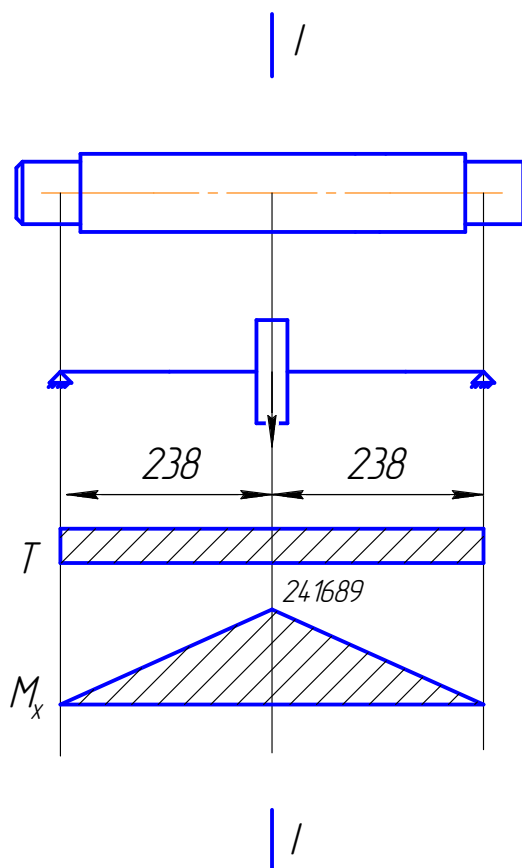
$$F_{r1} = 1015,5H.$$

Реакции подшипников:

$$R_A = 507,7H;$$

$$R_B = 507,7H.$$

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		5



Дальнейший расчет проводим по опасному сечению I-I, т.к. величина напряжений в нём наибольшая.

Постоянная составляющая цикла при изгибе [11]

$$\sigma_m = \frac{4 \cdot F_a}{\pi \cdot d_1^2},$$

где d_1 – диаметр вала.

$$\sigma_m = \frac{4 \cdot 0}{\pi \cdot 30^2} = 0.$$

Переменная составляющая цикла при изгибе [1]

$$\sigma_a = \frac{M}{W_x} = \frac{M \cdot 32}{\pi \cdot d_1^3},$$

где M – суммарный изгибающий момент в опасном сечении;

$$W_x = \frac{\pi \cdot d_1^3}{32} \text{ – осевой момент сопротивления сечения}$$

$$\sigma_a = \frac{241689 \cdot 32}{\pi \cdot 35^3} = 2010,67 \text{ МПа.}$$

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

Коэффициент запаса сопротивления усталости по изгибу [1]

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{Ri}}{\sigma_m + \sigma_a \cdot \frac{K_{\sigma}}{K_d \cdot K_F}},$$

где K_{σ} – эффективный коэффициент концентрации напряжений при изгибе. Принимаем $K_{\sigma} = 2,5$ [4] в зависимости от величины $\sigma_B = 850 \text{ МПа}$ и фактора концентрации напряжений

K_d – масштабный фактор. Принимаем $K_d = 0,72$ [4] в зависимости от диаметра вала, марки стали и характера нагружения

K_F – фактор шероховатости. Принимаем $K_F = 1$ [4] в зависимости от предела прочности $\sigma_B = 850 \text{ МПа}$ и вида обработки участка.

σ_{Ri} – предел усталости при изгибе [1]

$$\sigma_{Ri} = \frac{a \cdot \sigma_{-li}}{1 - R_{\sigma}(a-1)} \leq \sigma_T,$$

где σ_{-li} – предел выносливости

$$\sigma_{-li} = 0,4 \cdot \sigma_B = 0,4 \cdot 850 = 340 \text{ МПа}, [2, c.300]$$

$$a = 1,4 \dots 1,6$$

R_{σ} – коэффициент асимметрии [1]

$$R_{\sigma} = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = \frac{\sigma_m - \sigma_a}{\sigma_m + \sigma_a},$$

где $\sigma_{\max}$ – максимальное напряжение при изгибе;

$\sigma_{\min}$ – минимальное напряжение при изгибе.

$$R_{\sigma} = \frac{0 - 8,251}{0 + 8,251} = -1.$$

$$\sigma_{Ri} = \frac{1,5 \cdot 340}{1 - (-1)(1,5-1)} = 510 \text{ МПа} < 580 \text{ МПа}.$$

$$S_{\sigma} = \frac{510}{0 + 17,03 \cdot \frac{2,5}{0,72 \cdot 1}} = 8,62.$$

Постоянная и переменная составляющие цикла при кручении [1]

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\tau_m = \tau_a = \frac{\tau_{max}}{2},$$

где τ_{max} – максимальное напряжение при кручении [1]

$$\tau_{max} = \frac{T_4}{W_p} = \frac{T_4 \cdot 16}{\pi \cdot d_1^3},$$

$$\tau_{max} = \frac{1,7 \cdot 10^3 \cdot 16}{\pi \cdot 35^3} = 7,07 \text{ МПа.}$$

$$\tau_m = \tau_a = \frac{7,07}{2} = 3,53 \text{ МПа.}$$

Коэффициент запаса сопротивления усталости по кручению [1]

$$S_\tau = \frac{\tau_{Ri}}{\tau_m + \tau_a \cdot \frac{K_\tau}{K_d \cdot K_F}},$$

где K_τ – эффективный коэффициент концентрации напряжений при кручении. Принимаем $K_\tau = 1,8$ [4] в зависимости от величины $\sigma_B = 850 \text{ МПа}$ и фактора концентрации напряжений

τ_{Ri} – предел усталости при кручении [1]

$$\tau_{Ri} = \frac{a \cdot \tau_{-li}}{1 - R_\sigma(a-1)} \leq \sigma_T,$$

где τ_{-li} – предел выносливости

$$\tau_{-li} = 0,2 \cdot \sigma_B = 0,2 \cdot 850 = 170 \text{ МПа, [4]}$$

R_σ – коэффициент асимметрии. Принимаем $R_\sigma = 0$

$$\tau_{Ri} = \frac{1,5 \cdot 170}{1 - 0(1,5 - 1)} = 255 \text{ МПа} < 580 \text{ МПа.}$$

$$S_\tau = \frac{255}{3,53 + 3,53 \cdot \frac{1,8}{0,72 \cdot 1}} = 20,6 \text{ МПа.}$$

Общий коэффициент запаса в сечении [3]

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} > 2,5,$$

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

$$S = \frac{8,62 \cdot 20,6}{\sqrt{8,62^2 + 20,6^2}} = 7,95 > 2,5.$$

Условие выполняется.

Вывод: необходимая статическая прочность при перегрузках и жёсткость вала обеспечивается.

Проверка вала по пиковым нагрузкам

Эквивалентное пиковое напряжение [1]

$$\sigma_{\text{экв.пик}} = \sqrt{\sigma_{\text{пик}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{пик}}^2} \leq [\sigma]_{\text{пик}},$$

где $\sigma_{\text{пик}}$ – пиковое напряжение при изгибе [1]

$$\sigma_{\text{пик}} = \sigma_{\text{max}} \cdot \frac{T_{\text{пик}}}{T_{\text{max}}},$$

$$\sigma_{\text{пик}} = 8,251 \cdot \frac{1,4 \cdot T}{T} = 11,551 \text{ МПа}.$$

$\tau_{\text{пик}}$ – пиковое напряжение при кручении [1]

$$\tau_{\text{пик}} = \tau_{\text{max}} \cdot \frac{T_{\text{пик}}}{T_{\text{max}}},$$

$$\tau_{\text{пик}} = 7,07 \cdot \frac{1,4 \cdot T}{T} = 9,898 \text{ МПа}.$$

$[\sigma]_{\text{пик}}$ – пиковое предельное допускаемое напряжение

$$[\sigma]_{\text{пик}} = 0,8 \cdot \sigma_T, [4, с.302]$$

$$[\sigma]_{\text{пик}} = 0,8 \cdot 850 = 464 \text{ МПа}.$$

$$\sigma_{\text{экв.пик}} = \sqrt{11,551^2 + 3 \cdot 9,898^2} = 20,6 \text{ МПа} < 464 \text{ МПа}.$$

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

3.2 МЕРОПРИЯТИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.2.1 План мероприятий по безопасности жизнедеятельности на рабочем месте оператора измельчителя

Таблица 3.3

№	Наименование мероприятий	Отвественный
1	Заземлить ИКШ-4,5 в соответствии с ТБ	Гл.инженер
2	Установить остерегающие знаки и таблички на рабочем месте оператора ИКШ-4,5	Специалист по ТБ
3	Приобрести медицинские аптечки	Мед. Сестра

Требование безопасности на рабочем месте оператора измельчителя:

Руководители подразделений не должны допускать ввода в эксплуатацию установки, имеющие отступления от требований техники безопасности и производственной санитарии.

К обслуживанию установок допускаются лица, прошедшие инструктаж по ТБ.

На каждую установку должен быть заведен журнал учета работы, в котором оператор отмечает рабочие параметры, возникшие неполадки и принятые меры.

Все металлические части и корпуса, электродвигателей должны быть надежно заземлены в соответствии с правилами пользования электроустановок.

Указания по эксплуатации «ДБ-5»

1. Измельчитель корнеклубнеплодов «ДБ-5» устанавливается по уровню на специальный фундамент. Допускается наклон не более 5°.

2. Измельчитель должен быть закреплен на опорных болтах.

3. Подача кормосмеси должна быть равномерной.

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

4. Не допускается попадание металлических предметов, камней, мерзлой глины и других посторонних предметов.

5. В качестве питателей можно использовать ленточный транспортер.

6. Включение измельчителя осуществляется в холостую.

7. При эксплуатации измельчителя корнеплодов необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Расчет заземления ДБ-5.

Наиболее распространенный и надежный метод защиты людей от поражения электрическим током являются защитные заземления – преднамеренные электрические соединения с землей или ее элементом посредством металлических токоведущих частей, которые могут оказаться под напряжением. В качестве искусственных заземлений используют стальные трубы или стержни длиной 2-3 метра.

Сопротивление растекания тока одиночного стержневого заземления определяется:

$$R_e = 0,366 \frac{\rho}{\ell} \left(\ell g \frac{2\ell}{d} + 0,5 g \frac{4h + \ell}{4h - \ell} \right), \quad (3.30)$$

где R_e – сопротивление растекания тока одиночного стержневого заземления, Ом;

ρ – сопротивление почвы, Ом см;

ℓ – длина стержня, см;

d – диаметр стержня, см;

h – глубина заделки, см;

$$R_e = 0,366 \frac{10^4}{300} \left(\ell g \frac{2 \cdot 300}{1} + 0,5 \ell g \frac{4 \cdot 300 + 300}{4 \cdot 300 - 300} \right) = 29,5 \text{ Ом.}$$

Необходимое число заземлений определяется:

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$n = \frac{R_e \cdot k_c}{R_n \cdot \eta_z}, \quad (3.31)$$

где n – необходимое число заземлений;

k_c – коэффициент сезонности;

R_n – нормативное сопротивление заземлений, Ом;

η_z – коэффициент использования заземлений.

$$n = \frac{29,5 \cdot 1,2}{10 \cdot 0,88} = 4.$$

Принимая во внимание, что, находим.

Число заземлений – 4.

*Инструкция по безопасности труда для оператора при работе на
измельчителе*

К обслуживанию и работе на измельчителе допускаются лица не моложе 18 лет, изучавшие настоящую инструкцию и прошедшие инструктаж по технике безопасности и противопожарной безопасности на рабочем месте.

Опасные и вредные факторы:

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

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

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

Соблюдать меры предосторожности от прикосновения к вращающимся и токоведущим частям.

Перед началом работы:

Одеть спецодежду и полностью застегнуться.

Убедиться в отсутствии посторонних предметов в корпусе измельчителя.

Проверить исправность агрегата, наличие и крепление защитных кожухов.

					<i>ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Во время работы:

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

Запрещается:

- присутствие посторонних;
- проводить регулировку и ремонт измельчителя при работающем электродвигателе,
- работать на агрегате без спецодежды.

Техническое обслуживание проводить только при выключенном электропитании.

При аварийных ситуациях.

При появлении нехарактерных для нормальной работы стуков и шумов в измельчителе необходимо немедленно прекратить работу.

Ремонт проводить только на территории центральной ремонтной мастерской хозяйства.

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

По окончании работы:

- разгрузить бункер от остатков корма,
- отключить электродвигатель от электропитания,
- привести в порядок рабочее место,
- снять спецодежду, выполнить личную гигиену,
- сообщить заведующему о обнаруженных недостатках.

Выводы:

Проведенные мероприятия позволяют:

- снизить количество несчастных случаев,
- улучшить условия труда 3 работников,
- улучшить пожарную безопасность.

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Инструкция на оператора измельчителя.

1. Общие положения.

Настоящая инструкция определяет права и обязанности оператора измельчителя. Оператор ДБ-5, работающий весь сезон с корнеплодами обязательно проходит медицинский осмотр и производственное обучение. А также, получает спецодежду и средства индивидуальной защиты. Работа подростков до 18 лет. Мужчин старше 55 лет. А также лиц перенесших инфекционные и ряд других заболеваний категорически запрещается.

2. Опасные и вредные факторы влияющие на оператора ДБ-5:

- механическая (вибрация, влажность);
- химическая (кислая, соленая среда);
- биологическая (микроорганизмы);

Перед началом работы оператор должен:

- ознакомиться с заданием (получить дополнительные инструкции);
- проверить и подготовить к работе свое рабочее место;
- отметится в журнале приема смены.

3. В процессе работы запрещается открывать крышку, а также подготовку к работе осуществлять при выключенном электрооборудовании. Следить за ходом технологического процесса. В аварийных ситуациях осуществлять контроль за технологическими процессами и своевременно принимать меры по ликвидации от их отклонений. Сообщать все сведения в вышестоящие инстанции.

4. По окончании работы принять меры исключаящие опасность для людей при отсутствии оператора. На своем рабочем месте очистить спецодежду. Записать в журнал сведения об отклонениях в технологическом процессе и сообщить мастеру.

5. Ответственность за нарушение настоящей инструкции по ТБ работник привлекается к административной, уголовной ответственности в зависимости от причины и последствий аварии.

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Выводы:

Проведение мероприятий по улучшению безопасности труда позволяют:

- повысить знания оператора в области БЖ;
- исключить случаи поражения электрическим током;
- снизить количество несчастных случаев;
- улучшить оснащенность медицинскими препаратами для оказания первой мед. помощи.

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Производительность труда определяется количеством продукции, произведенной в единицу времени на одного рабочего:

$$Пт = W/n \cdot t, \quad (3.32)$$

где $Пт$ – производительность труда, т/чел.ч.;

W – объем готового корма суточный, т;

n – количество обслуживающего персонала, чел;

t – время работы кормоцеха за сутки, ч.

$$Пт = 23,2/3 \cdot 3,5 = 2,21 \text{ т/чел.ч.}$$

Трудоемкость определяется:

$$Трн = t \cdot n / W, \quad (3.33)$$

$$Трн = 3,5 \cdot 3 / 23,2 = 0,45 \text{ чел ч/т}$$

Экономия затрат труда полученная в результате устранения операции предварительного измельчения грубых кормов и при внесении в технологическую линию приготовления комбикормов молотковую дробинку безрешеточную ДБ-5 определял следующим образом.

Трудоемкость работ на дробление вне кормоцеха:

$$Трд = n / Пн, \quad (3.34)$$

где $Пн$ – производительность дробилки, т/ч ($Пн = 5 \text{ т/ч}$)

$$Трд = 1/5 = 0,2 \text{ чел ч/т}$$

Так как нам неизвестна марка машины, измельчающие грубые корма до доставки их в кормоцех по проекту-прототипу и ее производительность, то расчет произведем приблизительно. Будем считать, что соломорезку обслуживает один человек и она работала в течение того времени, что и кормушек, т.е. как бы в поточной линии кормоцеха. Тогда можно считать, что обслуживающий персонал кормоцеха-прототипа 4 человека и трудоемкость:

$$Тр.с. = 4 \cdot 3,5 / 23,2 = 0,6 \text{ чел.ч/т}$$

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Экономия затрат труда определим по формуле (3.35):

$$\text{Эт} = (\text{Трс} - \text{Трн})W \cdot 365, \quad (3.35)$$

где Эт – экономия затрат труда, ч;

Трс – затрату труда на единицу продукции старого комплекса машин, ч/т;

Трн – затраты труда на единицу продукции нового комплекса машин, ч/т;

W – количество продукции, полученный за год, т.

В нашем случае нужно учесть, что трудоемкость Трс определена в пересчете на весь объем кормов перерабатываемых кормоцехом, а к ней нужно прибавить трудоемкость Трд рассчитанную по потребному количеству комбикормов.

$$\text{Эт} = ((\text{Трс} - \text{Трк})W_{\text{общ}} + \text{Трд} \cdot W_{\text{комб}}) \cdot 365 \quad (3.36)$$

$$\text{Эт} = ((0,6 - 0,45) \cdot 23,2 + 0,2 \cdot 2,4) \cdot 365 = 1453 \text{ чел.ч.}$$

Число среднегодовых работников, которые может быть высвобождены:

$$N = \text{Эт} / \Phi, \quad (3.37)$$

где Φ – годовой фонд одного рабочего.

$$N = 1453 / 1800 = 0,8 \text{ чел.}$$

Затраты по оплату рабочих определяется исходя их тарифной ставки часовой 4.1 руб. с учетом надбавок:

- дополнительная заработная плата 20%.
- отпускные за стаж 10 %;
- социальное страхование 28%.

Надбавки и начисления можно учесть, умножив основную заработную плату на общий коэффициент 1.85.

Затраты труда при работе кормоцеха за год:

$$Зт = \text{Тр.к.} \cdot W \cdot 365 = 3810,6 \text{ чел.ч.}$$

Затраты на оплату труда:

$$Y = 1,85 \cdot Y_0 \quad (3.38)$$

$$\text{Или} \quad Y = 1,85 \cdot Зт \cdot Z, \quad (3.39)$$

где Z – часовая тарифная ставка, руб.

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тогда $Y = 1,85 \cdot 3810,6 \cdot 4,1 - 11021,01$ руб.

Затраты на электроэнергию:

$$Z_э = \Delta_{\text{сум}} \cdot 365_{\text{э}}, \quad (3.40)$$

где $Z_э$ – стоимость одного кВт, руб. ($Z_э = 0,84$ руб.)

$$Z_э = 406 \cdot 365 \cdot 0,84 = 124479,60 \text{ руб.}$$

Затраты на воду:

$$Z_в = Q_{\text{ср.сут.}} \cdot 365 \cdot Z_в, \quad (3.41)$$

где $Z_в$ – цена одного литра воды для собственных нужд, руб. ($Z_в = 0,0015$ руб.)

$$Z_в = 9600 \cdot 365 \cdot 0,0015 = 5256 \text{ руб.}$$

Отчисления на амортизацию здания и оборудования. Стоимость здания и оборудования определим приблизительно по удельной стоимости руб./кв.м по методикт [4].

$$C_{63} = F \cdot Z_3, \quad (3.42)$$

где C_{63} – балансовая стоимость здания, руб.;

F – площадь здания, м²;

Z_3 – удельная стоимость здания, руб./м²;

$$Z_3 = 2500 \text{ руб./м}^2;$$

$$C_{63} = 234 \cdot 2500 = 58500 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость оборудования :

$$C_{60} = F \cdot Z_0, \quad (3.43)$$

где Z_0 – удельная стоимость оборудования, руб./м², $Z_0 = 2250$ руб./м²;

$$C_{60} = 234 \cdot 2250 = 526500 \text{ руб.}$$

Расход на амортизацию здания:

$$A_3 = 0,025 C_{63} \quad (3.44)$$

Оборудования:

$$A_0 = 0,06 \cdot C_{60} \quad (3.45)$$

$$A_3 = 0,025 \cdot 58500 = 14625 \text{ руб.}$$

$$A_0 = 0,06 \cdot 526500 = 31590 \text{ руб.}$$

					ВКР.35.03.06.117.18.МД.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Затраты на ремонт и ТО оборудования:

$$З_{ТО} = C_{60} \cdot 0,086 \quad (3.46)$$

$$З_{ТО} = 526500 \cdot 0,086 = 45279 \text{ руб.}$$

Эксплуатационные издержки производства:

$$НП = У + З_Э + З_В + А_З + А_О + З_{ТО} \quad (3.47)$$

$$НП = 28903,4 + 124479,6 + 5256 + 14625 + 31590 + 45279 = 250133 \text{ руб.}$$

Себестоимость приготовления кормов:

$$Sp_k = НП / W \cdot 356 \quad (3.48)$$

$$Sp_k = 250133 / 23,2 \cdot 365 = 29,54 \text{ руб./т}$$

Годовая экономия:

$$\mathcal{E}_Г = (Sp_c - Sp_n) W \cdot 365; \quad (3.49)$$

где $\mathcal{E}_Г$ – годовая экономия, руб.;

Sp_c - себестоимость работы в кормоцехе прототипа, руб./т;

Sp_n – себестоимость работ в проектируемом кормоцехе, руб./т.

Себестоимость работ в проекте-прототипе отличается на величину годовой экономии затрат на оплату труда ($\mathcal{E}_{ЗТ} = 11021,01$ руб.) и на амортизационные отчисления здания:

$$С_{бз} = 324 \cdot 2500 = 810000 \text{ руб.}$$

$$А_{зс} = 0,025 \cdot 810000 = 20250 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{аз} = 20250 - 14625 = 5625 \text{ руб.}$$

Отсюда издержки производства прототипа:

$$НП_c = НП + \mathcal{E}_{ЗТ} + \mathcal{E}_{аз} \quad (3.50)$$

$$НП_c = 250133 + 11021,01 + 5625 = 266779,01 \text{ руб.}$$

Годовая экономия и есть разница:

$$\mathcal{E}_Г = НП_c - НП \quad (3.51)$$

$$\mathcal{E}_Г = 266119,01 - 250133 = 16646,01 \text{ руб.}$$

ВЫВОДЫ

В данной выпускной квалификационной работе предлагается усовершенствованный (для условий определенных заданием) проект кормоцеха ВНЭСХа. Проект - прототип отвечает основным требованиям установленным заданием. Дополнительно в его состав введена молотковая дробилка. Внесено изменения грубых кормов. За счет изменения объема бункеров (допустимого по расчетам) и изменения в технологической линии измельчения кормов стало возможно сократить площадь помещения кормоцеха.

Все вышеперечисленные изменения позволили получить следующие расчетные результаты (в сравнении с тем, что в этих же условиях работает кормоцех по проекту – прототипу):

- годовая экономия затрат на оплату труда 11021 руб.
- отчисление на амортизацию здания снижены на 5625 руб.
- полная годовая экономия 16646 руб.
- возможность высвобождения среднегодовых работников 0,8 человека.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брагинец Н.В Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства – 3-е изд., перераб. и доп./ Н.В.Брагинец Д.А.Полешкин//– М.:Агропромиздат, 1991.
2. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм /Мельников С.В// Л.: Колос Ленинградское отделение 2008.
3. Чернавский С.А. Проектирование механических передач – 5-е изд., и доп./Чернавский С.А., Снесарев Г.А., Кузнецов Б.С.//М.: Машиностроение,1984 г.
4. Авров А.Е. Использование соломы в сельском хозяйстве / А.Е.Авров, З.М.Морозов // Л.: Колос, Ленинградское отделение,2006 г.
5. Алейникова Л.Д. Корма для малой фермы /Л.Д.Алейникова // М.: Агропромиздат,2009 г.
6. Бондарев В.А. Способы подготовки грубых кормов к скармливанию /В.А.Бондарев// М.: Россельхозиздат,2008 г.
7. Боярский Л.Г. Производство и использование кормов /Л.Г.Боярский// М.: Росагропромиздат, 2008 г.
8. Кормоцехи на фермах крупного рогатого скота. Альбом – справочник. П.р. Автономова И.Я. М.: Россельхозиздат,2008.
9. Егорченков М.И., Шамов Н.Г. Кормоцехи животноводческих ферм./ М.И.Егорченков, Н.Г. Шамов // М.: Колос,2003.
10. Верешагин Ю.Д., Сердичный А.Н. Машины и оборудования для приготовления и раздачи кормов /Ю.Д.Верешагин, А.Н.Сердичный //М.: Колос,2006.
11. Машины и оборудования для приготовления кормов 4.1.Справочник. И.В,Кулаковский, Ф.С.Кирпичников, Е.И. Резник – И.:Росагропромиздат,1987.
12. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов./С.В.Мельнмков // Л.:Колос,1985.

13. Мянз А.Э. Кормоприготовительные машины и агрегаты /А.Э.Мянз// М.:Росагропромиздат, 1970.

14.Патент №2415714 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 15.09.2005 Бюл. №30.

15.Патент №1507442 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 24.08.2008 Бюл. №31.

16.Патент №2487526 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 15.03.2010 Бюл. №3.

17.Патент №3215 РФ, М.пк. 7 А01К 5/00, – Оpubл. 15.08.2007 Бюл. №39.

СПЕЦИФИКАЦИИ