

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 – Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Механизация приготовления гранулированных кормов с разработкой
гранулятора

Шифр ВКР.35.03.06.255.17.ГКА.00.00.ПЗ

Студент 2212 группы _____ Арсланов Э.Р.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Лукманов Р.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 14 от «7» июня 2017 г.)

Зав. кафедрой доцент _____ Халиуллин Д.Т.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Анализ поточно-технологических линий приготовления кормов	
1.2 Обзор существующих конструкций грануляторов	
1.3 Выводы по разделу	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Расчет годовой потребности в кормах	
2.2 Составление схемы технологического процесса и определение количества кормов, подлежащих обработке	
2.3 Расчет поточных технологических линий приготовления кормов	
2.4 Определение площади кормоцеха	
2.5 Определение потребности в воде, паре и энергии	
2.6 Описание, принцип работы технологических линий	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1. Описание предлагаемой конструкции.	
3.2 Технологические, энергетические и прочностные расчёты гранулятора	
3.3 Безопасность жизнедеятельности	
3.3.1 Требования безопасности при работе на грануляторе кормов	
3.4 Экологическая безопасность	
3.5. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение	
3.6 Выводы по разделу	
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий период наибольшая эффективность при производстве говядины получена в тех хозяйствах, где кормоприготовление переведено на механизированную технологию, где имеется надежная и сбалансированная кормовая база. При этом особое внимание должно быть обращено на обеспечение хозяйств собственными кормами улучшенного качества при наименьших затратах труда и средств на их подготовку.

В последние годы находит применение способ приготовления гранулированных и брикетированных кормовых смесей с использованием в них максимального количества соломы, отходов растениеводства (полова, корзинки подсолнечника, стержни кукурузных початков, ботва корнеплодов и др.), а также отходов пищевой промышленности (жом, патока, барда, плодово-ягодные выжимки и др.). Это позволяет значительно укрепить кормовую базу животноводства и заготавливать корма впрок. Такие гранулированные и брикетированные кормовые смеси готовят в специальных кормоприготовительных цехах, работа которых основана на использовании в них сушильных и грануляторных установок.

Опыт эксплуатации этих кормоцехов показал, что там, где их используют, достигают высоких и устойчивых показателей в животноводстве.

Влажные кормовые смеси необходимо приготавливать для ежедневного скармливания, а сухие — для создания запаса кормов.

Сухие гранулированные кормовые смеси приготавливают из быстропортящихся отходов с включением в них грубых и других кормов. Сушат их на барабанных сушилках, на грануляторной установке. В состав кормосмеси включают 50 % (по массе) стержней початков кукурузы, 10 % свекловичного жома, 20 % травяной муки и 20 % зерноотходов, а также различные добавки.

Вовлечение в кормовой рацион животным переработанных отходов пищевой промышленности имеет большое значение. Это определяется широко

развитой системой молочных, крахмало-паточных и других заводов по переработке сельскохозяйственного сырья. Рациональное использование отходов предприятий пищевой промышленности может стать надежным источником пополнения рациона животных ценным белковым кормом.

В структуре себестоимости животноводческой продукции на корма приходится до 60 % всех затрат. Рациональное использование кормов было, есть и остается главной задачей механизированной технологии подготовки кормов.

Таким образом целью ВКР является совершенствование технологической линии приготовления кормов с разработкой гранулятора.

В связи с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

- провести обзор существующих технологических линий и конструкций гранулятора;
- разработка и расчет ПТЛ приготовления кормов;
- разработать и рассчитать конструкцию гранулятора;
- разработать мероприятия по улучшению условий безопасности труда и охраны окружающей среды;
- произвести экономическое обоснование разработанной конструкции.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 АНАЛИЗ ПОТОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ

Полноценное кормление является основой высокопродуктивного животноводства и эффективного использования кормов.

Приготавливаемые кормовые смеси делятся на сухие, влажные и жидкие. Использование кормовых смесей способствует повышению усвояемости организмом животных питательных веществ, входящих в состав компонентов, создает экономию кормов и упрощает решение вопросов механизации раздачи кормов животным.

Однако для получения положительного эффекта необходимо обеспечить качественное приготовление кормосмесей в соответствии с нормами и зоотехническими допусками.

По роду энергии, затрачиваемой на технологический процесс различают следующие способы приготовления кормов: механические, тепловые, химические, биологические, гидробаротермические.

К механическим способам кормоприготовления относятся такие операции как мойка, измельчение, дозирование, смешивание, прессование и др. Механические способы приготовления корма обеспечивает лучшую его переваримость и усвояемость организмом животного.

Тепловые способы обработки в зависимости от вида корма и его назначения включают в себя запаривание, сушку, варку, стерилизацию и т.д.

Химические способы заключается в воздействии на некоторые виды корма химических веществ (кислот, щелочей, известкового молока и др.)

Биологические способы (самосогревание, силосование, дрожжевание и др.) основаны на воздействии различных микроорганизмов и ферментов на корма.

Биохимический способ (химическое консервирование кормов) основан на совместном применении биологического и химического способов с использованием химических консервантов и бактериальных заквасок.

Гидробаротермический способ обработки соломы («осахаривание») –

заключается в том, что предварительно увлажненную до 75...80% солому в тюкованном (кипованном) виде загружают в автоклав и обрабатывают паром в течение двух часов при давлении 0,6 МПа и при температуре 150...160°C. Обработанная таким способом солома представляет собой бурую или темно-бурую рассыпчатую массу с приятным запахом и охотно поедается животными.

Кроме вышеназванных применяются и некоторые другие способы обработки кормов: такие как биотермический метод обработки соломы, основанный на действии ферментных препаратов, вводимых в определенных дозах в состав грубых кормов после их тепловой обработки.

Экструзия – способ обработки зерна под воздействием высокого давления и температуры помощью пресс-экструдера. Процесс экструзии заключается в том, что измельченное зерно, попадая в пресс-экструдер, под действием высокого давления и трения разогревается и при температуре 120...150°C превращается в гомогенную массу. При этом крахмал зерна расщепляется до простых сахаров, которые легко перевариваются и усваиваются. Экструдированный корм целесообразней использовать для кормления поросят младших возрастов, поскольку их пищеварительная система в этот период не способна расщеплять сложные питательные вещества рациона.

Для приготовления полнорационных кормосмесей непосредственно на фермах и комплексах хозяйств разработаны в виде типовых и экспериментальных проектов десятки кормоцехов в различных конструктивных вариантах. Основное назначение этих цехов поточное приготовление различных кормов и кормовых смесей имеющихся в хозяйстве в нужном количестве, а также в соответствии с зоотехническими требованиями [7].

Применяемые в настоящее время кормоприготовительные цехи можно подразделить на 3 основных типа [4].

Первый тип - кормоцехи для приготовления полнорационных кормосмесей из различных компонентов рациона без термической, химической и биологической их обработки (рисунок 1.1). В таких цехах различные корма перед скармливанием только измельчают и смешивают, технология в них

наиболее проста и может быть рекомендована для хозяйств, где применяют доброкачественные корма, не требующие специальной обработки.

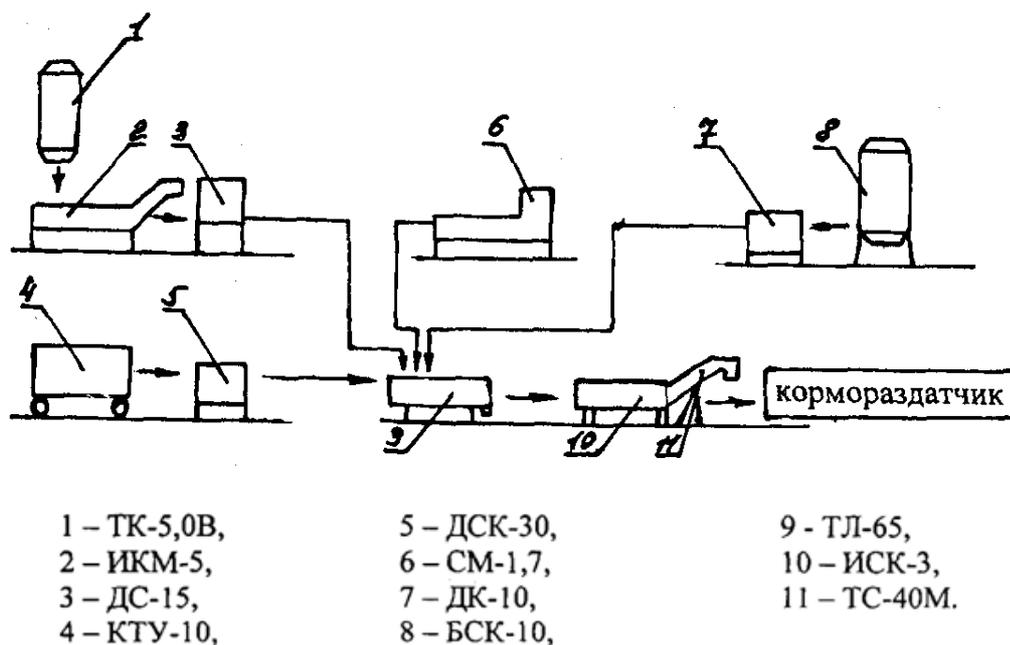


Рисунок 1.1 - Схема технологического процесса кормоцеха первого типа

Примером такого типа кормоцехов является - цех на 400-800 коров, разработанный ГИП-ронисельхозом (типовой проект 801-460). Грубые корма, силос, сенаж предварительно измельченные погрузчиком ПСК-5 или фуражиром ФН-1,4 доставляются в цех с кормовой зоны комплекса с помощью кормораздатчика КТУ-10. Из кормораздатчиков корма подаются на дозаторы ДСК-30, откуда выравненным потоком поступают на ленточный транспортер ТЛ-65 линии сбора, смешивания, дозирования и выдачи кормосмесей.

Корнеплоды из приемного бункера ТК-5,0В загружаемого самосвальным транспортером (или стационарным транспортером из корнеплодохранилища), поступают на мойку-корнерезку ИКМ-5, где очищаются, моются, измельчаются до нужных размеров и направляются в дозатор сочных кормов ДС-15 и затем на ленточный транспортер ТЛ-65 линии смешивания кормов. Концорма доставляются загрузчиком ЗСК-10, который загружает их в бункер БСК-10. откуда по наклонному транспортеру они подаются в дозатор ДК-10, обеспечивающий дозированную подачу концормов на ленточный транспортер

ТЛ-65 Питательные растворы (мелассовый, мелассы с карбамидом и др.) приготавливаются в смесителе СМ-1,7.

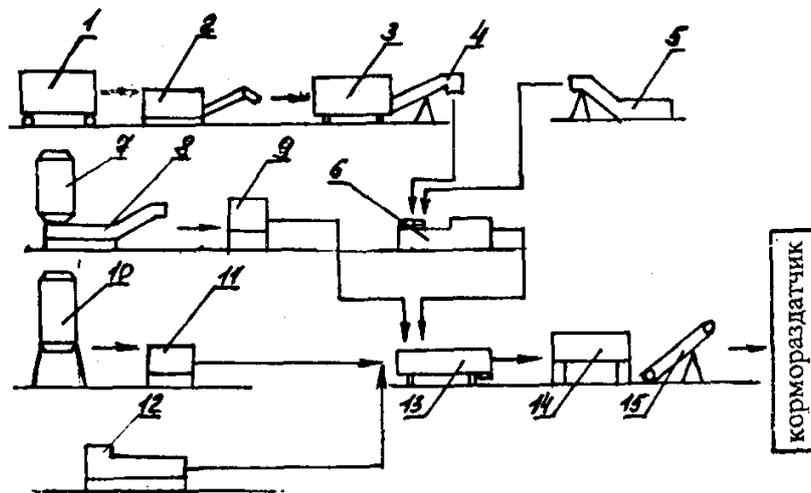
Подготовленные компоненты рациона по конвейеру ТЛ-65 подаются в смеситель-измельчитель ИС-30, ИСК-3 (или ДЧС-1,0) для смешивания, доизмельчения и увлажнения питательными растворами. Готовая кормосмесь выгружается скребковым транспортером ТС-40М в кормораздатчики. Управление машинами и оборудованием кормоцеха производится оператором с пульта управления.

Второй тип - кормоцеха для приготовления полнорационных влажных кормосмесей с применением термической обработки кормов (рисунок 1.2). В этих цехах грубые корма запаривают с целью обеззараживания и улучшения поедаемости. При запаривании грубых кормов возможно их сдобривание патокой и концентратами. Примером такого типа кормоцехов является цех на 1200-2000 коров, разработанный Гипротитсельхозом.

Грубые корма, предварительно измельченные погрузчиком ПСК-5 или фуражиром ФН-1,4 доставляют в КТУ-10, затем доизмельчают в ИГК-3ОВ и по пневмопроводу распределяют по смесителям С-12А. В смесителях С-12А производится тепловая обработка грубых кормов. После тепловой обработки грубые корма выгружаются транспортером ТС-40М в питатель-дозатор КПП-10.46.15.

Сенаж и силос, предварительно измельченные на ПСК-5, загружаются на платформу накопителей питателей КПП-10.46.15, откуда они дозированно подаются на сборный конвейер ТЛ-65.

Корнеклубнеплоды из приемного бункера ТК-5.0В поступают на измельчитель-камнеуловитель ИКМ-5, где очищаются, моются, измельчаются до нужных размеров, и далее в дозатор сочных кормов ДС-15, а затем на ленточный транспортер ТЛ-65.



1. КТУ-10,
2. ИГК-30В,
3. С-12А,
4. ТС-40М,
5. ПСК-65,

6. КПГ-10.46.15,
7. ТК-5.0В,
8. ИКМ-5,
9. ДС-15,
10. БСК-10,

11. ДК-10,
12. СМ-1,7,
13. ТЛ-65,
14. С-30,
15. ШВ-30.

Рисунок 1.2 – Схема технологического процесса кормоцеха второго типа

Концорма доставляют загрузчиком ЗСК-10 и выгружают в бункер БСК-10, из которого они подаются в дозатор ДК-10. Дозатором концорма выдаются на сборный ленточный транспортер ТЛ-65. Питательные растворы, включающие микро- и макро элементы, готовят в смесителе СМ-1,7.

Все подготовленные компоненты рациона сборным ленточным транспортером ТЛ-65 подаются в смеситель непрерывного действия С-30 для смешивания и увлажнения растворами. После смешивания корма по наклонному и распределительному (ШВ-30) шнеком подаются в кормораздатчик и транспортируется на ферму. Управляет всеми технологическими линиями кормоцеха оператор с пульта управления.

Третий тип - кормоцехи для приготовления кормосмесей с применением химической и биологической обработки кормов. В цехах с такой технологией грубые корма обрабатываются химическими веществами, а концентрированные подвергаются дрожжеванию. Это повышает усвояемость кормов организмом животных. Примером третьего типа кормоцехов является цех на 1200-2000 голов, разработанный научно-исследовательским и проектно-технологическим институтом механизации и нечерноземной зоны России.

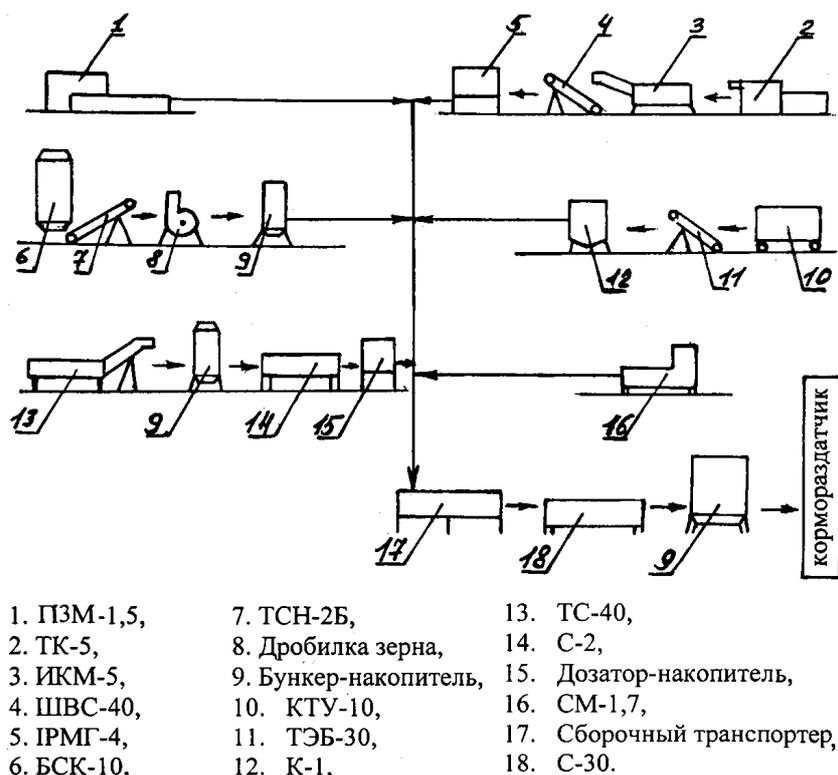


Рисунок 1.3 – Схема технологического процесса кормоцеха третьего типа

Для приготовления полнорационных влажных кормовых смесей предусмотрены следующие технологические линии.

1. Линия силоса и сенажа.

Для дозированной подачи силоса и сенажа на сборный транспортер используют питатели зеленой массы ПЗМ – 1,5.

2. Линия корнеплодов.

Погрузчиком КУН-10 корнеплоды из сблокированного с цехом корнеплодохранилища подаются в питатели корнеплодов, изготовленные на базе транспортеров ТК-5, и последний - в измельчителе-камнеуловителе ИКМ-5. Вымытые и измельченные корнеплоды шнековыми транспортерами ШВС-40 подаются в накопители-дозаторы, изготовленные на базе 1РМГ-4, откуда дозированно поступают на сборочный транспортер. Для сбора грязной воды с целью поворотного использования ее для мойки предусмотрен отстойник. Подача в отвод воды осуществляется насосами.

3. Линия концентратов и зерновых отходов.

Загрузка и выгрузка из бункеров производится транспортерами ТСН-2Б,

связанный норией. Подача кормов в норию происходит через бункер-накопитель. В складе предусмотрена линия дробления зерно-фуража. Концкорма из склада винтовыми конвейерами подаются в накопитель-дозатор концкормов, разравниваются и дозировано выдаются на сборный транспортер. При необходимости осоложивания или дрожжевания концкорма винтовым конвейером подаются в смеситель С-12А.

4. Линия термической обработки грубых кормов.

Измельчение производится на агрегате КУФ-1,8, далее масса подается в КТУ-10 и из него транспортером ТЭБ-30 в запарник К-1, где происходит термохимическая обработка паром и аммиачной водой. Готовая масса дозировано поступает на сборный транспортер.

5. Линия хвойно-растительного корма и микродобавок. Измельченный хвойно-растительный корм подается в бункер транспортером ТС-40, туда же из ларей засыпают микродобавки, по транспортеру масла подается в смеситель С-2. Перемешанная масса поступает в накопительный дозатор.

6. Линия приготовления раствора патоки и минеральных добавок. Патоку сливают в емкость для хранения, откуда насосом требуемое количество патоки подают в смеситель мелассы СМ-1,7, где патоку разбавляют водой, загружают смеситель микродобавки и включают мешалку. Готовый продукт вторым насосом по трубопроводу через распылительное устройство подают в шнековый смеситель.

7. Линия приготовления и выдачи кормосмеси.

Все компоненты рациона дозировано и послойно выданные на сборный транспортер, поступают в шнековый смеситель непрерывного действия, где перемешиваются и орошаются раствором патоки с минеральными слоями. Готовая кормосмесь поступает в бункер-накопитель откуда кормораздатчиком доставляется животным.

1.2 Обзор существующих конструкций грануляторов

Известен пресс-гранулятор кормов (рисунок 1.4), включающий кольцевую матрицу и расположенное в ней водило с прессующими роликами перед каждым из которых на водиле установлена пара направляющих щитков, расположенных по краям рабочей поверхности матрицы, а между каждой парой щитков закреплены на водиле направляющие лопатки, причем расстояние между обращенными друг к другу поверхностями матрицы и каждой лопатки уменьшается в направлении от места крепления последней к месту контакта расположенного за ней ролика с матрицей.

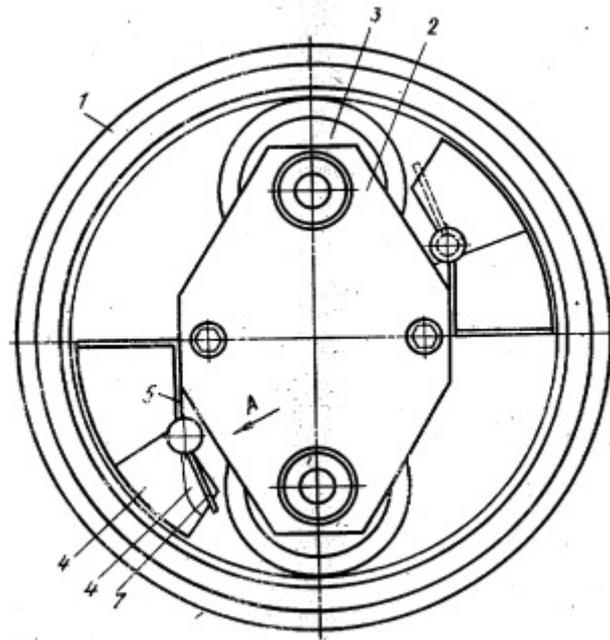


Рисунок 1.4 - Пресс-гранулятор кормов (А.С. №1043027)

Однако при эксплуатации известного пресс-гранулятора не обеспечивается равномерного уплотнения корма направляющими лопатками, что снижает производительность пресса.

Целью другого изобретения является сокращение тепло- и энергозатрат, уменьшение расхода сырья на единицу готовой продукции (Патент РФ №2262862).

Предлагается способ изготовления корма влажного гранулирования без переработки рыбных отходов в кормовую муку, отличающийся тем, что измельченный фарш обезжиренный посредством варки при 75°C в присутствии ПАВ (карбамида) и прессования (жом) или центрифугирования (белковая

масса) без направления на сушку при высокой температуре (120-130°C) смешивают с растительными компонентами.

Предложенный способ осуществляется следующим образом.

Влажную массу (фарш рыбный необезжиренный, белковую массу или жом) с содержанием воды 75-50% смешивают с подготовленной смесью (пропаренной) растительных компонентов и перемешивают до достижения однородности, подвергают тепловой обработке для приобретения кормосмесью липкости (хорошей гранулируемости) и подают на гранулирование или экструдирование. Влажные гранулы направляют на высушивание до содержания в них воды не более 13%.

Примеры конкретного изготовления.

Пример 1. Рыбные отходы с содержанием жира более 10%, воды 70-77% подвергали обезжириванию. Для этого их измельчали до фаршеобразного состояния, в полученную массу вносили дозу карбамида 2-3% в виде 30%-ного раствора, тщательно перемешивали в течение 5-10 мин для быстрого растворения и равномерного распределения во всем объеме. Полученную смесь варили подачей глухого пара при температуре 70-75°C в течение 30-40 мин и разваренную массу центрифугировали при частоте оборотов 3000-4000 об/мин в течение 30 минут. Подготовленную белковую массу, содержащую 60-65% воды около и жира 5-7%, использовали в качестве основного протеинового компонента, составляющего 50-60% от массы дозируемых в кормосмесь компонентов, и смешивали с предварительно подготовленными сухими ингредиентами, являющимися отходами переработки растительного сырья.

Измельченные сухие ингредиенты (отруби пшеничные, водорослевый остаток), составляющие 50-40% от массы дозируемых в кормосмесь компонентов, предварительно просеивали через сито диаметром отверстий не более 3 мм и подвергали влажно-термической обработке (пропариванию) в течение 20-30 мин при температуре 70-75°C при постоянном перемешивании. При этом влажность сухой кормосмеси увеличивалась на 2-3%.

Затем в основной белковый компонент (обработанные рыбные отходы) вносили подготовленную смесь сухих компонентов, хорошо перемешивали до достижения однородности. Полученную смесь подвергали тепловой обработке в течение 20-30 мин при температуре 70-75°C для проявления желирующих свойств растительными компонентами и дополнительной стерилизации. В однородную охлажденную массу до температуры 30-40°C вносили дозу жидких пивных дрожжей в соответствии с рецептурой, перемешивали смесь для распределения последних во всем объеме. Однородную смесь с влажностью 42-54% подавали в гранулятор или экструдер для формирования гранул. Полученные влажные гранулы подвергали сушке при температуре 60-65°C до остаточной влажности в гранулах 13-14%. Высушенные гранулы охлаждали до температуры 20°C и упаковывали.

Пример 2. Рыбные отходы с содержанием жира менее 10%, воды 73-77% использовали в виде фарша, вносили дозу карбамида 2-3% в сухом виде, тщательно перемешивали в течение 5-10 мин для быстрого растворения и равномерного распределения во всем объеме. Последующие технологические процессы выполняли аналогично, как описано в примере 1, с заменой сухих компонентов пшеничных отрубей на мучку рисовую и дополнительным внесением белково-минеральной добавки (высушенные, измельченные отходы от разделки ракообразных), составляющие 50% от массы дозируемых в кормосмесь компонентов.

Пример 3. Измельченные сухие ингредиенты (отруби пшеничные, водорослевый остаток, вермикулит (отходы переработки горных минералов)), составляющие 48% от массы дозируемых в кормосмесь компонентов, предварительно просеивали через сито диаметром отверстий не более 3 мм и подвергали влажно-термической обработке (нагрев в подпрессовом бульоне) в течение 15-20 мин при температуре 70-75°C при постоянном перемешивании. При этом влажность сухой кормосмеси увеличивалась на 8-10% из-за влагоемкости вермикулита. Затем в основной белковый компонент (рыбный жом) с содержанием воды 50-55%, составляющий 52% от общей массы

кормосмеси, вносили подготовленную смесь сухих компонентов, хорошо перемешивали до достижения однородности. Полученную смесь подвергали тепловой обработке в течение 15-20 мин при температуре 70-75°C. Последующие технологические операции выполняли, как описано в примере 1.

Положительный эффект: Предлагаемый способ позволяет использовать рыбные отходы с растительными наполнителями без приготовления из первых рассыпной кормовой муки, служащей основным белковым компонентом комбикормов, что способствует сокращению тепло-и энергозатрат на рыбообрабатывающих предприятиях. Кроме того, будет исключена необходимость накапливания рыбных отходов для полной загрузки громоздких рыбомучных установок производительностью 10-15 т/сут по сырью. Переработка образующихся отходов небольшими порциями без снижения их нативных свойств позволяет повысить качество выпускаемой продукции, санитарный уровень производства, устранить экологические последствия их сбора и хранения, сократить трудовые, энергетические затраты. При этом способ достаточно прост в аппаратурном оформлении и способствует уменьшению расхода сырья на единицу готовой продукции.

Основным преимуществом следующего устройства является увеличение плотности гранулы при ее движении через каналы матрицы (рисунок 1.5). При нагреве матрицы установленным в ней нагревательным элементом происходит деструкция компонентов сырья с образованием жидкой пластифицирующей фазы. Благодаря совокупности заявленных существенных признаков сырье при прохождении через профилированный канал переходит из сыпучего состояния в сыпуче-пластичное. При этом изменяются реологические свойства сырья, что позволяет снизить удельное давление прессования при его прокатке через матрицу с каналами переменного сечения с заявленными геометрическими соотношениями. При нагреве матрицы с установленным в ней нагревательным элементом происходит деструкция компонентов сырья с образованием жидкой пластифицирующей фазы, что позволяет снизить удельное давление

прессования при его прокатке через матрицу с каналами переменного сечения с заявленными геометрическими соотношениями.

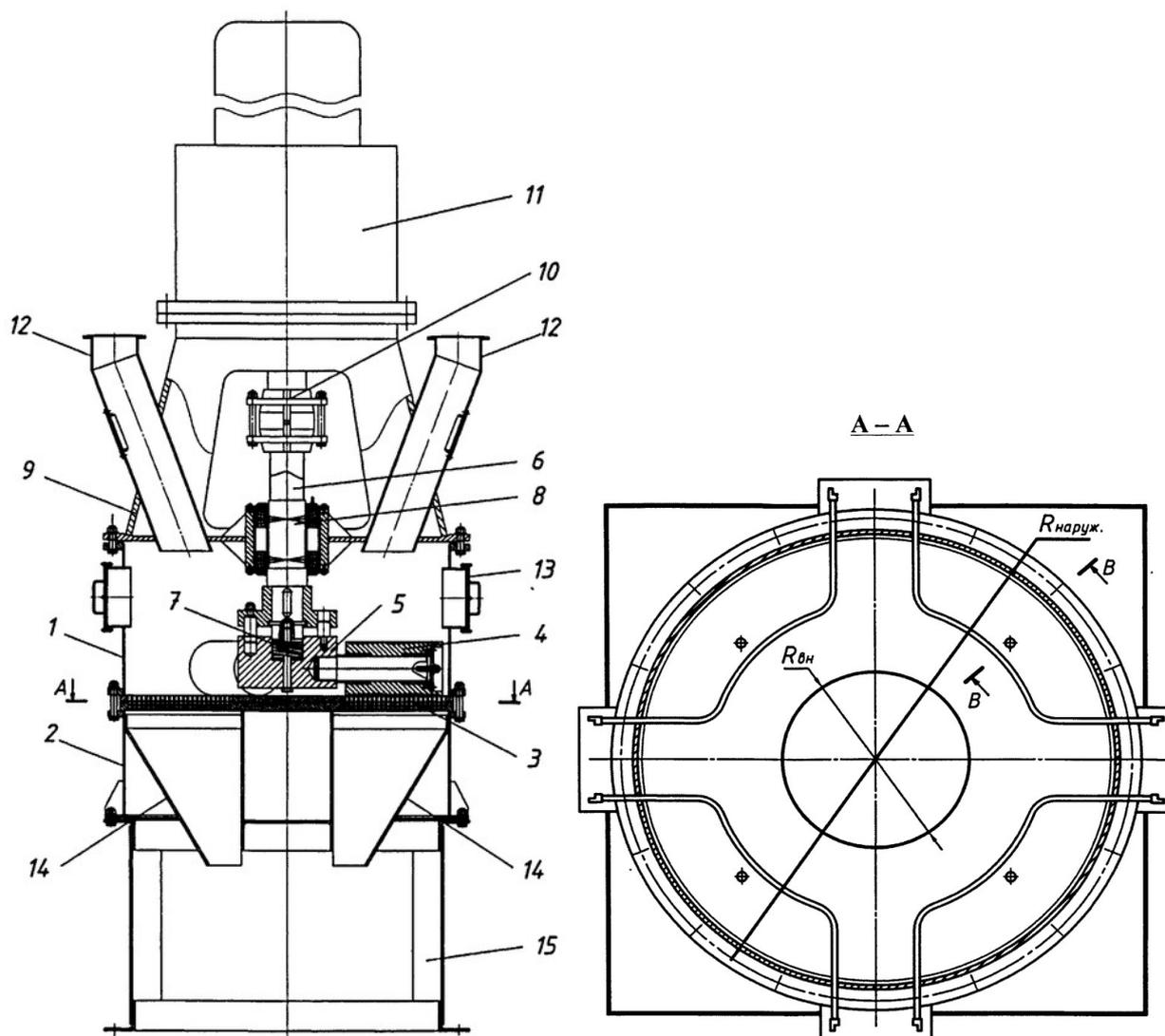


Рисунок 1.5 – Общий вид гранулятора

Предлагаемый гранулятор состоит из корпуса 1, опорной обечайки 2, закрепленной между ними матрицей 3, над матрицей размещены три ролика 4, смонтированных на втулке 5, соединенной с приводным валом 6. Во втулке 5 размещен упругий элемент в виде пружины 7, установленной под нижнем торцом приводного вала 6. Вал 6 зафиксирован в подшипниковом узле 8 опоры 9 и связан посредством муфты 10 с приводом 11. В верхней части гранулятора установлены патрубки загрузки сырья 12, смотровые люки 13, а в нижней части - патрубки выгрузки гранул 14. Гранулятор установлен на опорной юбке 15, в которой размещен транспортер (на чертеже не показан) для подачи готовых гранул на упаковку.

Гранулятор работает следующим образом. Вертикальный вал 6 вращается от привода 11 и через втулку 5 приводит в движение ролики 4. Перерабатываемое сырье подается через загрузочные патрубки 12 в корпус 1 на матрицу 3 в пространство между вращающимися роликами 4, образуя слой заданной толщины. Ролики 4 продавливают сырье через каналы 1 нагретой матрицы 3. Гранулирование проходит в режиме проходного прессования и за счет пластификации исходного сырья. При продвижении через профилированный канал образуются прочноплотные гранулы. Эти гранулы выгружаются через патрубки 14 на транспортер.

Совокупность заявленных признаков была проверена при гранулировании древесных опилок при различных температурах нагрева матрицы от 85 до 180 градусов Цельсия. При этом с увеличением температуры нагрева до 120÷180°С давление прессования уменьшалось с 100 до 55 МПа.

Время прохождения пластифицированного сырья через канал матрицы для различных материалов составляло 5-10 секунд. Исходя из этого общая толщина матрицы $h_{\text{общ}}$ определяется из условия нагрева материала при его прохождении через канал до $t=85\div 180^{\circ}\text{C}$ в зависимости от типа материала. При этом необходимо также учитывать критическую скорость вращения вала гранулятора (особенно для матриц большого диаметра). При скорости вращения вала выше критической загружаемое сырье отбрасывается роликами к обечайке гранулятора. Поэтому критическая частота оборотов вала определяется по зависимости

$$n \geq 10(f/R)^{1/2},$$

где f - коэффициент трения между материалом и роликом;

R - радиус окружности катания роликов гранулятора.

Так как критическая скорость вращения зависит от многих факторов, то на практике для каждого материала и конструктивного исполнения роликов эту скорость определяют экспериментально.

С другой стороны для заданных режимных параметров гранулятора существует определенное количество материала, которое может быть захвачено

роликом и сгранулировано через канал матрицы. То есть втягивающие силы трения должны быть больше выталкивающих. Это происходит при определенной высоте слоя материала h_c , который может быть захвачен роликом диаметром D , и соответствующих углах захвата α_z и формования α_ϕ . Тогда предельная высота слоя материала, захваченная роликом, равна $h_c = D/2(1 - \cos \alpha_z)$.

Угол захвата α_z определяет величину дуги ac , по которой происходит контакт ролика и его внешнее трение с материалом. Таким образом, с увеличением угла трения и радиуса вала толщина захватываемого слоя материала увеличивается, а при отсутствии внешнего трения захват материала невозможен.

Кроме того, при близком расположении роликов загруженный материал может неравномерно располагаться по поверхности матрицы и будет находиться перед роликом выше его оси. На перемещение материала впереди вала будет расходоваться дополнительная энергия. То же самое может происходить при колебании загрузки, поэтому двигатель гранулятора должен иметь соответствующий запас мощности для преодоления моментов сопротивления материала M_y на участке уплотнения и M_ϕ на участке формования. Располагаемый перед роликом материал имеет вес G_1 , а сила для его сдвига равна G_2 . Для исключения этих моментов выбирают следующие соотношения между диаметрами роликов и матрицы: $d_p/d_m = 0,2 \div 0,5$ для трех роликов и $d_p/d_m = 0,1 \div 0,4$ для четырех роликов.

Было установлено, что размещение гибкого нагревателя между разъемными дисками матрицы и по дуге с радиусом $(R_{\text{внеш}} + R_{\text{вн}})/2$ обеспечивает равномерный прогрев всего объема матрицы и сырья, проходящего через ее каналы, переход сырья в пластифицированное состояние и выход прочноплотных гранул после калибрующего канала.

Изготовление разъемной матрицы, состоящей из двух перфорированных дисков, скрепленных, например, штифтами 2, выбирается при соотношении

диаметров входного канала на верхней матрице и входного канала на нижней матрице, равно $d_{\text{вх}} = (0,7 \div 0,9)d_1$. Это позволяет изготавливать сборную матрицу со сложным профилем прессующих каналов с минимальными затратами на изготовление отдельно верхней и нижней матриц. При сборке этих матриц легко достигается требуемая соосность каналов обеих матриц.

Заявленное устройство было использовано при изготовлении древесных гранул из опилок. Общая высота матрицы $h_{\text{общ}}=52$ мм, $d_{\text{вх}}=7,5$ мм, $d_1=8$ мм, $d_0=7,6$ мм, диаметр матрицы 1000 мм, диаметр ролика 300 мм. При прокатке исходного сырья через матрицу с подогревом $t=130^\circ\text{C}$ с каналами переменного сечения с заявленным соотношением геометрических размеров. Угол раскрытия конуса $2^\alpha = 3^\circ$, высота калибрующего участка h_1 равна двум диаметрам калибрующего цилиндрического участка, а высота калибрующего участка h_2 - половине диаметра калибрующего цилиндрического участка, угол раскрытия конуса $2^\beta = 3^\circ$ и высота $h_3=0,5 d_0$; при этом диаметр входного канала $d_{\text{вх}}=0,8 d_1$ и при скорости вращения вала ниже критической, были получены гранулы со средней плотностью 1300 кг/м^3 и прочностью при раскалывании $\sigma_{\text{раск}}=30$ МПа. При этом давление прессования составляло 60 МПа.

В другом примере, при прессовании в цилиндрическом канале при плотности прессовок 1100 кг/м^3 среднее давление прессования 140 МПа, $\sigma_{\text{раск}}=15$ МПа, температура нагрева 50°C .

Технический результат заключается в увеличении прочности и плотности гранулированного материала за счет сокращения трудоемкости и стоимости подготовки сырья из промышленных и бытовых отходов и других видов сырья.

Такой технический результат достигается только при указанных соотношениях размеров прессующей матрицы и каналов. При меньших граничных значениях будет происходить процесс формования вместо прессования, а при больших значениях каналы матрицы будут забиваться, что приведет к прекращению процесса гранулирования. Таким образом, изобретение позволяет получать гранулы высокой плотности и прочности из

различных отходов при пониженных энергозатратах за счет использования нагрева сырья в матрице с переводом его в пластифицированное состояние в каналах переменного сечения.

1.3 Выводы по разделу

Таким образом в данном разделе проведен обзор существующих технологических линий, а также конструкций грануляторов кормов. Приведены их достоинства и недостатки, и описаны принцип их работы.

2. Технологическая часть

2.1 РАСЧЕТ ГОДОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ В КОРМАХ

Годовую потребность в кормах для фермы подсчитывают, зная поголовье животных и кормовой рацион.

Структура стада фермы по производству молока и говядины на 1200 голов представлена в таблице 2.1. Кормовой рацион выбирают в зависимости от вида животных, их продуктивности, а также с учетом зоны расположения хозяйства.

Таблица 2.1 – Структура стада фермы по производству молока и говядины на 1200 голов

Группа животных	Структура животных, %	Количество животных, голов
Коровы	25	300
Нетели	16	192
Телята до 6 месяцев	20	240
Молодняк старше 1 года	22	264
Молодняк от 6 месяцев до 1 года	17	204

Кормовой рацион выбирают в зависимости от вида животных, их продуктивности, а также с учетом зоны расположения хозяйства. Наиболее приемлемым для кормления КРС данного предприятия считаем следующий рацион (таблица 2.2).

Суточный расход РС (кг) каждого вида корма определяется по формуле

$$P_C = n_1 \cdot m_1 + n_2 \cdot m_2 + \dots + n_n \cdot m_n = \sum_1^n n_i \cdot m_i, \quad (2.1)$$

где n_1, n_2, \dots, n_n - суточная норма выдачи корма в расчете на одно животное для различных групп, кг;

m_1, m_2, \dots, m_n - поголовье животных в группах.

Таблица 2.2 – Суточный рацион кормления для КРС (кг)

Группы животных	Зима							Лето	
	Сено	Сенаж	Солома	Силос	Корнеплоды	Травяная мука	Комбикорма	Комбикорма	Зеленая масса
Коровы	4	4	1	19	5	3,5	3,5	2,3	46
Нетели	3,6	3,6	0,9	17,1	4,5	3,15	3,15	2,07	41,4
Молодняк старше 1 года	4	4	1	19	5	3,5	3,5	2,3	46
Молодняк от 6 до 12 месяцев	2,4	2,4	0,6	11,4	3,0	0,3	2,1	1,38	27,6
Телята до 6 месяцев	1,88	1,88	0,47	8,93	2,35	0,24	1,65	1,08	21,62

Годовая потребность P_G (кг) в кормах определяется по следующему выражению:

$$P_G = P_{С.Л} \cdot t_L \cdot k + P_{С.З} \cdot t_3 \cdot k, \quad (2.2)$$

где $P_{С.Л}$ и $P_{С.З}$ - суточный расход кормов в летний и зимний периоды года, кг;

t_L и t_3 - продолжительность летнего и зимнего периодов использования данного вида корма, дн.;

k - коэффициент, учитывающий потери кормов во время хранения и транспортировки (для концентрированных кормов $k = 1,01$; для корнеплодов $k = 1,03$; для силоса $k = 1,1$; для зеленой массы $k = 1,05$).

Продолжительность летнего и зимнего периодов использования кормов зависит от зоны расположения хозяйства. Для Самарской области летний период составляет 185 дней, зимний – 180 дней.

Иногда в практике сельскохозяйственных предприятий используют более простую по трудоемкости методику определения потребности в кормах, т. е. определяют потребность в кормах на «условное поголовье». В дальнейшем расчет годовой потребности в кормах будем проводить по этой методике.

Число условных голов животных $M_{У.Г}$ на ферме или комплексе определяем по формуле:

$$M_{y.g} = \sum_{i=1}^n M_i \cdot \alpha_{yi}, \quad (2.3)$$

где M_i - число голов в данной структурной группе;

α_{yi} - переводной коэффициент в условное поголовье животных;

n - число групп животных на ферме.

Отсюда:

$$M_{y.g} = 300 \cdot 1 + 192 \cdot 1 + 240 \cdot 1 + 264 \cdot 0,6 + 204 \cdot 0,47 = 986 \text{ голов.}$$

Далее методика определения суточного и годового количества кормов такая же, как и для отдельных групп животных, т. е.:

$$\begin{aligned} P'_{c.l} &= M_{y.g} \cdot q_{il}; \quad P'_{c.z} = M_{y.g} \cdot q_{iz}; \\ P'_g &= P'_{c.l} \cdot t_l \cdot k + P'_{c.z} \cdot t_z \cdot k, \end{aligned} \quad (2.4)$$

где $P'_{c.l}$ и $P'_{c.z}$ - суточный расход кормов в летний и зимний периоды, кг;

q_{il} и q_{iz} - суточная норма выдачи корма на одно животное в летний и зимний периоды, кг.

Для примера приведем расчет суточного и годового количества сена:

$$P'_{c.z} = 986 \cdot 4 = 3944 \text{ кг};$$

$$P'_{c.l} = 986 \cdot 0 = 0 \text{ кг};$$

$$P'_g = 0 \cdot 215 \cdot 1,1 + 3944 \cdot 180 \cdot 1,1 = 780912 \text{ кг.}$$

Результаты расчета суточного и годового количества других кормовых компонентов рациона животных приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты расчета суточного и годового количества кормов

Наименование кормов	Количество кормов, кг		
	суточное		годовое
	Зимний период	Летний период	
Сено	3868	-	780912
Сенаж	3868	-	780912
Солома	972	-	195228
Силос	16382	-	3709332
Корнеплоды	4860	-	914022
Травяная мука	2697	-	627391,8
Комбикорм	2835	2267,8	1950000
Зеленая масса	-	45356	8810403

2.2 СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА КОРМОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ОБРАБОТКЕ

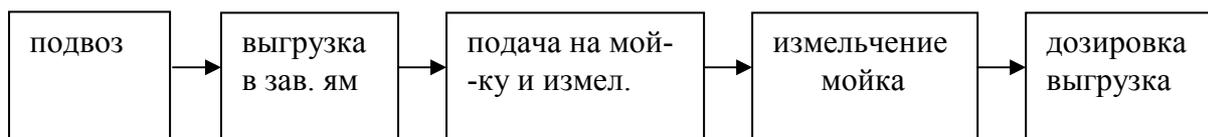
Технология обработки и приготовления кормов зависит от конкретных условий хозяйства, зоотехнических требований к скармливанию и приготовлению кормов.

Проектирование технологического процесса начинают с разработки общих схем переработки всех видов кормов с обоснованием последовательности операций обработки каждого вида корма и выбора системы машин.

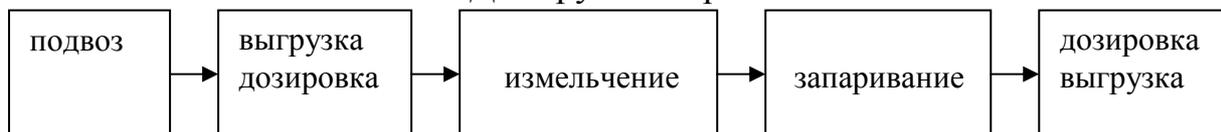
Суточный расход всех кормов на ферме включает корма, подлежащие и не подлежащие обработке по зоотехническим требованиям.

Составим технологические схемы:

Для корнеклубнеплодов:



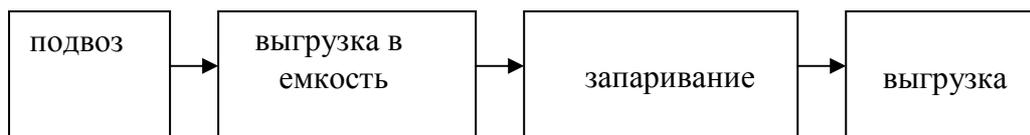
Для грубых кормов:



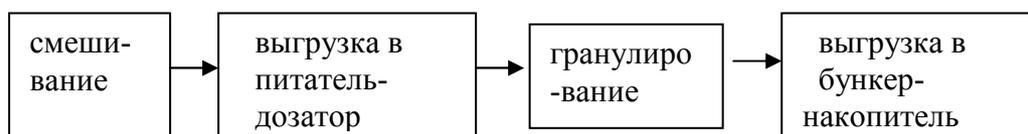
Для комбикормов:



Для жидких кормов:



Линия гранулирования



Количество кормов $P_{К.О.}$, кг, подлежащих обработке, вычисляют по формуле:

$$P_{К.О.} = P_C - P_H, \quad (2.5)$$

где P_C – суточный расход кормов, кг;

P_H – суточный расход кормов, не подлежащих обработке, кг.

Значение P_H , кг, определяют по формуле:

$$P_H = m_i \sum_{i=1}^{i=n} a_i, \quad (2.6)$$

где m_i – число животных в группе;

a_i – масса данного вида корма в суточном рационе животных,

скармливаемого в натуральном виде.

$$P_{H \text{ трав.мука}} = 300 \cdot 3,5 + 192 \cdot 3,15 + 264 \cdot 5,3 + 204 \cdot 0,3 + 240 \cdot 0,5 = 2697,7;$$

$$P_{H \text{ силос}} = 300 \times 19 + 192 \times 17,1 + 2664 \times 19 + 204 + 11,4 + 240 \times 8,93 = 16382,2 \text{ кг};$$

$$P_{H \text{ комбикорм}} = 300 \cdot 2,3 + 192 \cdot 2,07 + 240 \cdot 1,65 + 264 \cdot 3,5 + 204 \cdot 2,1 = 2835,8 \text{ кг};$$

$$P_{H \text{ сенаж}} = 300 \cdot 4 + 192 \cdot 3,6 + 240 \cdot 4 + 264 \cdot 2,4 + 204 \cdot 1,88 = 3868,3 \text{ кг};$$

$$P_{К.О.} = 38176 - 25784 = 12392 \text{ кг}$$

2.3 РАСЧЕТ ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ

Разработка схемы технологического процесса подготовки кормов дает представление о перечне и типах машин, их взаимосвязи и позволяет перейти к определению производительности поточных технологических линий, потребного числа машин и вспомогательного оборудования.

Производительность технологической линии следует рассчитывать по взаимосвязи со сроками хранения подготовленных кормов. Так, измельченные корнеклубнеплоды по зоотехническим требованиям допускается хранить 1,5 ...

2ч, тогда производительность линии $W_{m.l.}$, кг/ч, для обработки корнеклубнеплодов определяют по формуле:

$$W_{m.l.} = \frac{P_{к.о.}}{(1,5...2,0)Z}, \quad (2.7)$$

где Z – число выдач корнеклубнеплодов за сутки; $Z = 3$.

$$W_{m.l.} = \frac{12392}{1,5 \times 3} = 2753,7 \text{ кг/ч}$$

Объем приемного бункера $V_k = P_p / \rho$,

где P_p – разовый расход данного вида корма, кг, $P_p = 2305$ кг;

ρ – насыпная плотность, кг/м³, $\rho = 650$ кг/м³.

$$V_k = 2305 / 650 = 3,5 \text{ м}^3.$$

Производительность линии $W_{m.l.}$, кг/ч, для зеленых кормов определим по формуле:

$$W_{m.l.} = \frac{P_{к.о.}}{Z}, \quad (2.8)$$

где P_v – масса воды, необходимая для увлажнения зеленых кормов, кг;

$$Z = 3.$$

$$W_{m.l.} = \frac{45346}{3} = 15115,3 \text{ кг/ч}$$

При подготовке многокомпонентных кормов рассчитывают производительность $W_{m.l.}$, кг/ч, линии смешивания кормов по формуле:

$$W_{m.l.} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{(t_{зан} + t_{см}) \times Z}, \quad (2.9)$$

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

$t_{см} = 1$ ч – время смешивания;

$t_{зан} = 1$ ч;

$$Z = 3$$

$$W_{m.l.} = \frac{38176}{(1+1) \cdot 3} = 6362,5 \text{ кг/ч.}$$

При запаривании соломы или ее обработке другими способами:

$$W_{т.л.} = \frac{P_{с.} \times k_{з} + P_{в}}{t_{ц} \times Z_{ц}}, \quad (2.10)$$

где $k_{з}$ – коэффициент, учитывающий часть суточной нормы соломы, выдаваемой животным в запаренном виде ($k = 0,5$);

$P_{в}$ – количество воды, необходимое для увлажнения соломы по зоотехническим требованиям, кг;

$t_{ц}$ – время цикла запаривания соломы, ч;

$Z_{ц}$ – число циклов запаривания соломы за время работы кормоцеха.

Время $t_{ц}$, ч, цикла запаривания соломы определяют по формуле:

$$t_{ц} = t_{з} + t_{з.с} + t_{в}, \quad (2.11)$$

где $t_{з}$ – время загрузки машины, ч;

$t_{з.с}$ – время запаривания соломы, ч;

$t_{в}$ – время выгрузки готового корма, ч.

Принимаем: $t_{з} = 0,54$ ч;

$t_{з.с} = 2$ ч;

$t_{в} = 0,5$.

$t_{ц} = 0,5 + 2 + 0,5 = 3$

Число циклов запаривания соломы за время работы кормоцеха $Z_{ц}$, определяют по формуле:

$$Z_{ц} = \frac{T \times \tau}{t_{ц}}; \quad (2.12)$$

$$Z_{ц} = \frac{8 \times 0,875}{3} \approx 2;$$

$$W_{т.л.} = \frac{972 \cdot 0,5 + 276,6}{3 \cdot 2} = 127 \text{ кг / ч}.$$

2.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ КОРМОЦЕХА

Исходя из производственных, санитарных и противопожарных требований, помещения кормоцеха делят на производственные и вспомогательные.

В производственных помещениях устанавливают машины и оборудование,

входящие в технологические линии обработки кормов. При размещении оборудования в отделениях кормоцеха руководствуются следующими требованиями: кратчайший путь движения приготавливаемого корма; поточность производства с минимальным числом перегрузочных операций; удобство обслуживания и ремонта машин и оборудования с соблюдением норм охраны труда, техники безопасности и противопожарных требований.

Площадь F , m^2 , кормоцеха находят по формуле

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4, \quad (2.13)$$

где F_1 - площадь здания, занимаемая машинами, оборудованием, m^2 ;

F_2 - площадь здания, необходимая для производственных работ, m^2 ;

F_3 - площадь здания, занимаемая проходами, лестницами и промежутками между машинами, m^2 ;

F_4 - площадь здания для вспомогательного помещения, m^2 .

Площадь F_1 , m^2 , здания кормоцеха, занимаемая машинами и оборудованием определяют по формуле:

$$F_1 = \sum_{i=1}^n f_i, \quad (2.14)$$

где f_i - площадь для одной машины, m^2 ;

n - число машин в кормоцехе.

Площадь котельной рекомендуется принимать $25 m^2$.

$$F_1 = 5 \cdot 1 + 12 \cdot 1 + 1,2 \cdot 1 + 7 \cdot 1 + 1,2 \cdot 2 + 1,4 \cdot 3 + 1,6 \cdot 1 + 160 \cdot 1 = 193,4 m^2$$

Площадь для производственных работ F_2 , m^2 , определяют по формуле:

$$F_2 = F_p \times n_p, \quad (2.15)$$

где F_p - площадь на одного производственного рабочего, m^2 ($F_p = 4 \dots 5 m^2$);

n_p - число производственных рабочих;

Принимаем $F_p = 5 m^2$;

$n_p = 10$ раб.

$$F_2 = 5 \cdot 10 = 50 m^2$$

Площадь, занимаемая проходами, лестницами и промежутками между машинами F_3 , m^2 , определяют схематически, исходя из следующих норм: ши-

рина основных проходов не менее 1,2 ... 1,5 м, а между машинами - 1,5 м; от стены до машины предусматривают расстояние 0,5 ... 0,7 м, ширину лестниц - не менее 1 м. $P_3 = 52,3 \text{ м}^2$

Площадь, занимаемая вспомогательными помещениями, $F_4, \text{ м}^2$, исходя из существующих норм, определяют по формуле:

$$F_4 = F_0 + F_6 + F_{т.о.}, \quad (2.16)$$

где F_0 – площадь комнаты отдыха, м^2 , $F_0 = 7 \text{ м}^2$;

F_6 – площадь бытового помещения, м^2 , $F_6 = 14 \text{ м}^2$;

$F_{т.о.}$ – площадь отделения технического обслуживания, м^2 , $F_{т.о.} = 5,5 \text{ м}^2$;

$$F_4 = 7 + 14 + 5,5 = 26,5 \text{ м}^2;$$

$$F = 193,4 + 50 + 52,3 + 26,5 = 322 \text{ м}^2.$$

2.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ВОДЕ, ПАРЕ И ЭНЕРГИИ

Суточную потребность кормоцеха в воде $Q_{ср.сут.}$, кг, вычисляют по формуле:

$$Q_{ср.сут.} = \sum_{i=1}^n P_{к.о.} q_i, \quad (2.17)$$

где $P_{к.о.}$ – максимальное суточное количество каждого вида корма, подлежащего обработке, кг;

q_i - норма расхода воды, $\text{дм}^3/\text{кг}$;

n - число видов корма, подлежащего обработке.

Принимаем следующие нормы расхода воды в коормоцехе ($\text{дм}^3/\text{кг}$): на мойку корнеклубнеплодов – 0,7...0,8; увлажнение соломенной резки – 1,0..1,5.

$$Q_{ср.сут.} = 972 \cdot 1,2 + 4860 \cdot 0,8 = 3888 \text{ дм}^3.$$

Расход пара Q , кг, находят по наибольшей его потребности в зимний период (на производственные нужды $Q_{п.н.}$ и отопление кормоцеха $Q_{от.к.}$), по формуле:

$$Q = Q_{п.н.} + Q_{от.к.} = \sum_{i=1}^m q_{ni} P_{к.о.} + q_{от.к.} V, \quad (2.18)$$

где q_{ni} , – предельный расход пара, кг/кг;

m - число видов корма, подлежащего обработке;

$q_{от}$ - удельный расход пара на отопление помещения, кг/м³;

V - объем отапливаемого помещения, м³.

Принимаем нормы расхода пара q_n , кг, для производственных процессов в кормоцехе: запаривание 1 кг соломы – 0,30...0,35; нагрев 1 дм³ воды от 7 до 87⁰С – 0,20...0,25.

На отопление 1 м помещения кормоцеха за 1 ч затрачивается 0,50 ... 0,75 кг пара. Принимаем:

$$q_{от} = 0,6 \text{ кг/м}^3;$$

$$V = 996 \text{ м}^3.$$

$$Q = 1383,02 \cdot 0,35 + 6859,77 \cdot 0,2 + 996 \cdot 0,6 = 2353,6 \text{ кг}.$$

Согласно расчетам для отопления и производственных нужд кормоцеха принимаем один котел КВ-150-Л.

Суточный расход электроэнергии кормоцехом $\mathcal{E}_{сут.}$, кВт × ч, вычисляют по формуле:

$$\mathcal{E}_{сут.} = (N_1 \times t_1 + N_2 \times t_2 \dots + N_n \times t_n) \times k, \quad (2.19)$$

где N_1, N_2, \dots, N_n – мощность установленных в кормоцехе электродвигателей, кВт;

t_1, t_2, \dots, t_n – время работы каждого электродвигателя (равно времени работы соответствующего оборудования и выбирается исходя из предыдущих расчетов), ч;

k – кратность включения электродвигателей в работу ($k = 3$)

$$\mathcal{E}_{сут.} = (9,7 \cdot 4 + 1,2 \cdot 4 + 0,8 \cdot 4 + 1,5 \cdot 4 + 40 \cdot 4 + 6,8 \cdot 6 + 12 \cdot 4 + 0,6 \cdot 4 + 2,2 \cdot 4 + 1,1 \cdot 4 + 101 \cdot 4 + 75 \cdot 4 + 1,6 \cdot 4) \cdot 2 = 2820 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

2.6 ОПИСАНИЕ, ПРИНЦИП РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

В кормоцехе приготавливают гранулированные корма из травяной муки, зернофуража, соломы, БВМД, БВК, мочевины, макро- и микроэлементов.

В цехе имеется семь технологических линий: приготовления травяной муки, подачи сантохина, обработки грубых кормов, подачи БВК и премиксов, гранулирования, хранения и выдачи кормов, приготовления влажных мешанок.

План кормоцеха и его технологическая схема представлены на листах графической части. Перечень оборудования размещенного в кормоцехе представлено в таблице 2.4.

Гранулированные корма готовят следующим образом. Измельченную зеленую массу загружают в приемный бункер-4, при необходимости, дополнительно измельчают на «Волгарь-5» 28 и транспортером 27 подают в агрегат 26. Высушенную массу дробят в муку.

Затем развешенная в мешки, она поступает либо на выдачу, либо в сборный шнек 22, где ее смешивают с концентрированными кормами, измельченной соломой, белково-витаминными и минеральными добавками, поступающими из бункеров-накопителей 6, 12, 14. Смесь подают норией 21 в гранулятор 16. Гранулы охлаждают в колонке 17 и норией 18 загружают в бункера хранилища 19. При необходимости смесь можно подавать норией 21 в варочный котел 20 для увлажнения, запаривания и выдачи в транспортные средства.

Таблица 2.4 - Перечень оборудования кормоцеха

№ п/п	Наименование оборудования	Марка	Количество
1	Бункер-питатель		1
2	Транспортер	СТ-2	1
3	Измельчитель кормов	Волгарь-5	1
4	Агрегат для приготовления травяной муки	АВМ-1,5А	1
5	Приемный бункер		1
6	Нория	НЦГ-10	1
7	Дробилка кормов	КДМ-2	1
8	Бункер-питатель		1
9	Дробилка кормов	КДУ-2	1
10	Гранулятор	ОГМ-1,5	1
11	Варочный котел-смеситель	ВКС-3М	1
12	Бункер-питатель		1

Концентрированные корма засыпают в приемный бункер 1, норией 2

подают в бункер 3 и далее через магнитную колонку 5 - в дробилку 4. Дерь собирают в бункере-накопителе 6, откуда она поступает в сборный шнек.

Соломенную резку загружают в бункер-питатель 7 и равномерно подают транспортером 8 в дробилку 9. Муку соломы собирают в бункере-накопителе с дозатором, откуда она поступает в сборный шнек 22.

Белково-витаминные, минеральные и другие обогатительные добавки размалывают дробилкой 10, смешивают смесителем 11 и шнеком 15 транспортируют в бункер-накопитель 14 и через дозатор 13 выдают в сборный шнек 22.

В данной главе проведены соответствующие технологические расчеты линии по приготовлению кормов.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Описание предлагаемой конструкции.

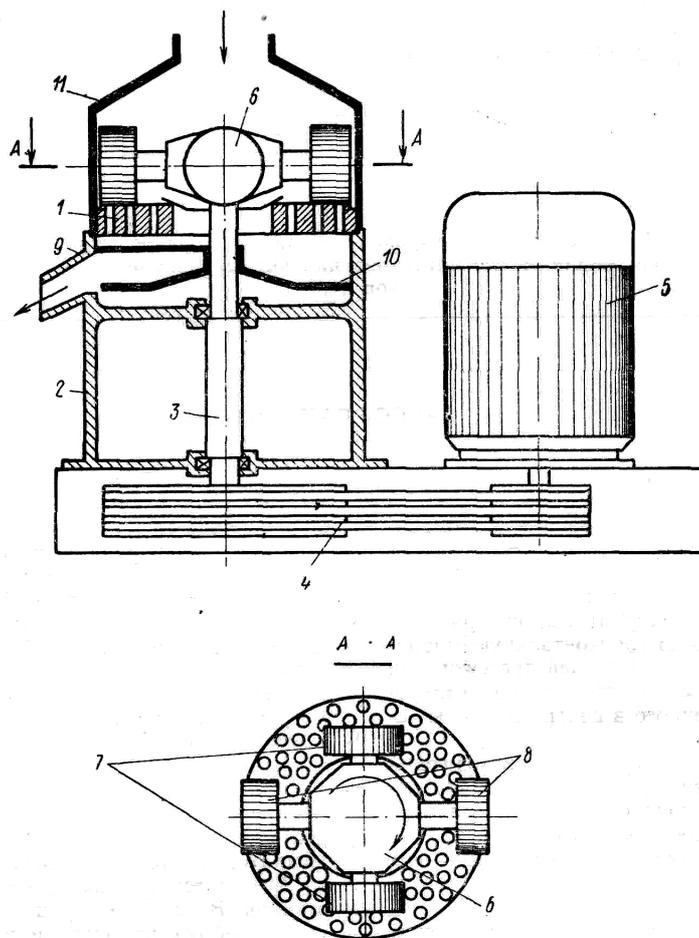
Целью предлагаемой конструкции является повышение эффективности процесса гранулирования, обеспечение оптимального проскальзывания рабочих поверхностей вальца и матрицы.

Это достигается тем, что в предлагаемом пресс-грануляторе прессующие вальцы располагаются на разном удалении от оси вращения приводного вала.

На рисунке 3.1 изображен предлагаемый пресс-гранулятор, продольный разрез и поперечный разрез по А-А. Горизонтальная плоская матрица 1 неподвижно укреплена в корпусе 2. В этом же корпусе укреплены подшипники вала 3, соединенного через клиноременную передачу 4 с электродвигателем 5. На противоположном конце вала 3 установлено водило 6 с расположенными на нем прессующими вальцами 7 и 8. Вальцы на водиле размещены таким образом, что пара вальцов 7 располагается ближе к центру вращения водила, чем пара 8. Ниже матрицы 1 на валу 3 закреплен обламывающий нож 9 и отводящий диск 10. Сверху рабочие органы закрыты кожухом 11.

Пресс-гранулятор работает следующим образом. Материал через отверстие в центре кожуха 11 самотеком подводится в зону рабочих органов. Вследствие вращения водила 6 вокруг своей оси прессующие вальцы 7 и 8 перекачиваются по рабочей поверхности матрицы 1, захватывают материал и продавливают его через фильеры матрицы. Образовавшиеся гранулы обламываются ножом 9 и падают на вращающийся диск 10, которым выбрасываются через отводящий лоток, укрепленный в корпусе 2, наружу.

Оптимальное проскальзывание рабочих поверхностей вальцов матрицы обеспечивается подбором ширины вальцов в зависимости от их расстояния от центра вращения.

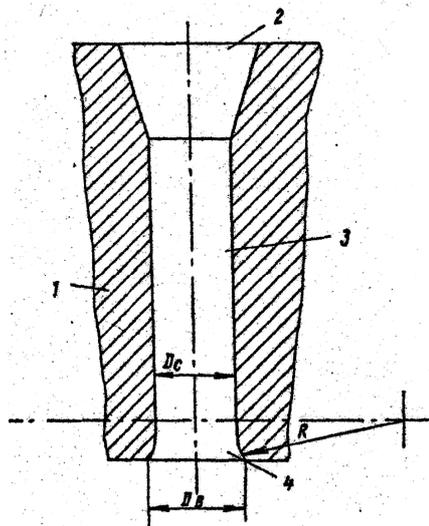


1 – матрица; 2 – корпус; 3 – вал; 4 – клиноременная передача; 5 – электродвигатель; 6 – водило; 7, 8 – прессующие вальцы; 9 – обламывающий нож; 10 – отводящий диск; 11 – кожух.

Рисунок 3.1 - Пресс-гранулятор

Также, в данном пресс-грануляторе применена матрица, содержащая корпус с прессующими каналами включающими цилиндрическую формующую часть, расширяющиеся входную и выходную полости, отличающаяся тем, что, с целью повышения прочности гранул, выходная полость выполнена в виде участка тороидальной поверхности с осевой протяженностью, не превышающей двух диаметров цилиндрической части и максимальным диаметром не более 1,1 диаметра последней.

На рисунке 3.2 изображен прессующий канал матрицы, поперечное сечение.



1 – матрица; 2 – входная полость; 3 - цилиндрическая формующая часть; 4 - тороидальная полость.

Рисунок 3.2 - Прессующий канал матрицы

Прессующий канал, выполненный в матрице 1, состоит из входной полости 2, цилиндрической формующей части 3, имеющей диаметр D_c и сопряженной с ней выходной тороидальной полости 4 с максимальным диаметром D_b и радиусом образующей R .

Матрица пресс-гранулятора работает следующим образом. Корм, поступающий между матрицей и роликами (на чертеже не показаны), периодически проталкивается в входную полость 2 прессующих каналов. Здесь происходит подпрессовка корма. Затем корм поступает в цилиндрическую формующую часть 3, где происходит формообразование гранулы. Далее гранула попадает в выходную полость 4. Так как выходная полость 4 выполнена тороидальной, сопряженной с цилиндрической частью 3, то упругое расширение гранулы происходит постепенно, что делает напряженное состояние гранулы однородным и исключает возможность перерезания ее. Тороидальная выходная полость 4 позволяет обеспечить малую величину градиента напряжений в грануле во всей выходной полости 4, в т.ч. и на участке, примыкающем к цилиндрической формующей части 3, где напряжения в грануле имеют большую величину и наиболее вероятно образование трещин в корме.

Отношение D_c к D_b не должно превышать 1,1, так как именно такие значения принимает радиальная упругая деформация гранулы в цилиндрическом канале. Выходная тороидальная полость имеет протяженность до 2,0 диаметров цилиндрической формирующей части, так как при увеличении протяженности выходной части больше 2,0 диаметра напряженное состояние гранулы на участке выходной тороидальной полости, примыкающей к цилиндрической формирующей части, практически не отличается от состояния гранулы в цилиндрической части.

Важный вопрос - чистка и смена матриц и катков. Плоские матрицы можно в любых условиях эксплуатации прочистить просверливанием, а также зашлифовать при износе. Этого практически нельзя сделать с другой конфигурацией матрицы. Кроме этого, плоская матрица быстро меняется. Также низкая цена. Изготовление плоской матрицы намного дешевле изготовления круглых матриц, а смену их нужно проводить каждый год, иногда несколько раз.

3.2 Технологические, энергетические и прочностные расчёты гранулятора

Основной показатель, характеризующий процесс прессования кормов, – плотность получаемых гранул. Она зависит от прикладываемого к сжимаемому материалу давления. Благодаря зависимости между плотностью и давлением можно определить усилия, действующие в деталях и механизмах машин, и энергию, потребную для уплотнения.

При поступлении порции материала в отверстие матрицы частицы в результате действия сил сжатия и трения о стенки входят в контакт одна с другой. Частицы корма обладают упругостью, и первоначально контакт между ними находится в точках, где сосредоточены напряжения. Если в этот момент снять напряжения, то монолит распадется. Однако отверстие матрицы выполнено достаточной длины, и с течением времени напряжения от отдельных точек расходятся по всему объему порции запрессованного корма.

Расчет конструктивных и технологических параметров

Длина отверстия матрицы зависит от гранулируемого материала, его коэффициента трения, влажности, времени релаксации напряжений в спрессованном материале, диаметра отверстий и степени уплотнения материала.

Степень уплотнения материала $\lambda_{\text{упл}}$, определим по формуле:

$$\lambda_{\text{упл}} = \frac{\rho}{\rho_0}, \quad (3.1)$$

где ρ – плотность монолита, кг/м³;

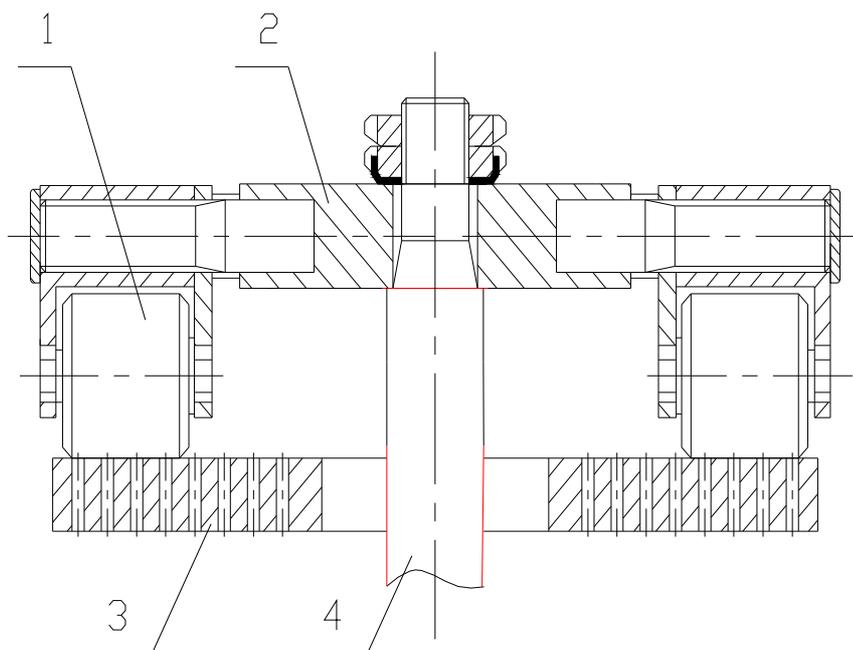
ρ_0 – плотность рассыпного материала; кг/м³;

При гранулировании травяной муки имеем:

$$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3; \rho_0 = 200 \text{ кг/м}^3.$$

$$\text{Тогда: } \lambda_{\text{упл}} = \frac{1600}{200} = 8$$

При сжатии материала вальцом в зоне сжатия увеличивается давление, и по достижении его максимального значения, при котором материал уплотняется до необходимой величины, сила, действующая на ранее запрессованный в отверстие материал, становится больше силы трения материала о стенки отверстия (рис. 3.3). В этот момент начинается проталкивание материала в отверстие матрицы и запрессовка новой его порции.



1 – прессующие вальцы; 2 – водило; 3 – матрица; 4 – вал
 Рисунок 3.3– Принципиальная схема узла прессования с плоской матрицей

Сжатие поступившей в отверстие диаметром d и длиной l (рис. 3.4) порции обусловлено силами трения ранее запрессованного материала о стенки отверстия матрицы, и в таком случае работа сжатия новой порции материала $A_{сж}$, Дж, должна быть равна работе силы трения $A_{тр}$, Дж, т.е.

$$A_{сж} = A_{тр}$$

Работу сжатия материала $A_{сж}$, Дж, найдем по формуле:

$$A_{сж} = \frac{cM(\rho^{m-1} - \rho_0^{m-1})}{m-1}, \quad (3.2)$$

где c и m – коэффициенты, постоянные для данного материала;

M – масса запрессованной за один цикл порции материала, кг;

$c = 0,36$; $m = 2,426$ при влажности корма 14,7 процентов [5].

Массу запрессованной за один цикл порции материала M , кг, найдем по формуле:

$$M = \pi d^2 \rho h / 4, \quad (3.3)$$

где d – диаметр отверстия матрицы, мм; $d = 0,01$ м;

h – высота запрессованной порции, мм; $h = 0,006$ м.

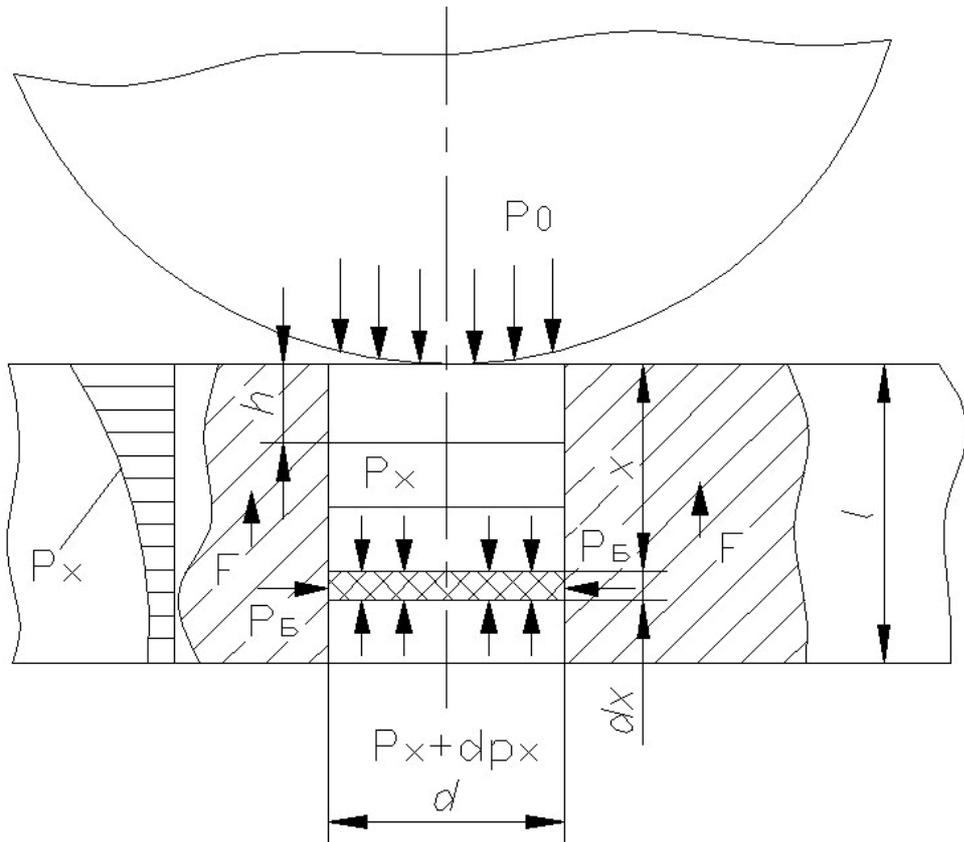


Рисунок 3.4 – Расчетная схема узла прессования с плоской матрицей

$$M = \frac{3,14 \cdot 0,01^2 \cdot 1600 \cdot 0,006}{4} = 0,0008 \text{ кг};$$

$$A_{\text{сж}} = \frac{0,36 \cdot 0,0008 (1600^{2,426-1} - 200^{2,426-1})}{2,426-1} = 7,1 \text{ Дж.}$$

Длину отверстия матрицы l , мм, найдем по формуле:

$$l = \frac{d}{4f\xi} \ln \left\{ \frac{1}{1 - \frac{1}{m-1} \left(1 - \frac{1}{\lambda_{\text{ynи}}^{m-1}}\right)} \right\}, \quad (3.4)$$

где f – коэффициент трения материала о стенки отверстия; $f = 0,1$;

ξ – коэффициент бокового распора; $\xi = 0,7$.

$$l = \frac{10}{4 \times 0,1 \cdot 0,7} \ln \left\{ \frac{1}{1 - \frac{1}{2,426-1} \left(1 - \frac{1}{8^{2,426-1}}\right)} \right\} = 38,9 \text{ мм.}$$

Угол захвата материала вальцом α определим по формуле:

$$\alpha = \frac{\gamma}{1 - \frac{r}{R}}, \quad (3.5)$$

где γ – угол заземления материала между вальцом и матрицей, рад; $\gamma = 0,66$ рад;

r – радиус вальца, м; $r = 0,057$ м;

R – радиус матрицы, м; $R = 0,152$ м.

$$\alpha = \frac{0,66}{1 - \frac{0,057}{0,152}} = 1,06 \text{ рад или } 62^{\circ}.$$

При увеличении зазора Δ , мм между вальцом и матрицей снижается производительность прессы и увеличивается энергоемкость прессования. Данный зазор крайне мал по сравнению с высотой захватываемого слоя и для грануляторов равен 0,1...0,8 мм.

С учетом этого высота захватываемого слоя корма вальцом H , мм, определим по выражению:

$$H = R - \sqrt{r^2 + (R-r)^2 + 2r(R-r) \cos \frac{\gamma}{1 - \frac{r}{R}}} = \quad (3.6)$$

$$= 0,152 - \sqrt{0,057^2 + (0,152 - 0,057)^2 + 2 \times 0,057(0,152 - 0,057) \cos \frac{0,66}{1 - \frac{0,057}{0,152}}} = 0,0077 \text{ м.}$$

Качество прессованных кормов и затраты энергии на их получение зависят от скоростного режима работы прессы. Минимальная частота вращения кольцевой матрицы должна обеспечивать наилучший захват материала и его бесперебойное поступление к вальцам прессы. Подаваемый материал должен удерживаться на внутренней поверхности матрицы.

Учитывая данное условие, Подколзин Ю.В. предложил выбирать минимальную частоту вращения матрицы n_{\min} равную 2,4 об./сек.

Часовую производительность прессы с кольцевой матрицей Q , кг/с, найдем по формуле:

$$Q = m n V r_0 \varphi_3 \cdot 3600, \quad (3.7)$$

где m – число вальцов; $m = 4$;

B – радиус рабочей поверхности матрицы; $B = 0,11$ м;

v – окружная скорость матрицы, м/с; $v = 2,9$ м/с;

φ_3 – коэффициент заполнения; $\varphi_3 = 0,4$.

$$Q = 4 \cdot 0,0077 \cdot 0,11 \cdot 2,9 \cdot 200 \cdot 0,4 \cdot 3600 = 2800 \text{ кг/ч}$$

На качество гранул решающее влияние оказывает и время пребывания материала в отверстии матрицы, которое должно превышать время релаксации напряжений в материале.

Время пребывания материала в канале прессования t , с, найдем по формуле:

$$t = \frac{lS_M \rho \beta}{q}, \quad (3.8)$$

где S_M – площадь живого сечения матрицы, м²; $S_M = 0,0313$ м²;

β – коэффициент расширения монолитов; $\beta = 1,3$;

q – подача материала, кг/с; $q = 0,78$ кг/с.

$$t = \frac{0,0389 \cdot 0,031 \cdot 1600 \cdot 1,3}{0,78} = 8,1 \text{ сек.}$$

Время релаксации напряжений для данных условий $t_{\text{рел.}} = 10$ сек. Поэтому толщину матрицы необходимо увеличить:

$$t = \frac{0,05 \cdot 0,013 \cdot 1600 \cdot 1,3}{0,314} = 10,4$$

$t = 10,4$ сек. $> t_{\text{рел.}} = 10$ сек. – Условие выполняется, принимаем длину каналов прессования $l = 50$ мм.

Подбор посадок

Подбираем прессовую посадку вала вальца со втулкой плиты для следующих условий:

$$T = 54 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$d = 22 \text{ мм};$$

$$l_{\text{ст}} = 15;$$

$$d_2 = 40 \text{ мм.}$$

Вал сплошной; материал ст.40Х; $G_{\tau 2} = 540 \text{ Н/мм}^2$. Сборка прессованием.

Коэффициент запаса сцепления $K = 3$.

Коэффициенты трения при расчетах:

сцепления $-f_c = 0,08$;

запрессовки $-f_h = 0,2$.

Определяем среднее контактное давление:

$$P_m = \frac{2K \cdot T \cdot 10^3}{\pi \cdot d^2 \cdot l \cdot f_c} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 54 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 22^2 \cdot 15 \cdot 0,08} = 177 \text{ Н/мм}^2. \quad (3.9)$$

Определяем коэффициенты C_1 и C_2 :

$$C_1 = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d}\right)^2} - \mu; \quad (3.10)$$

$$C_2 = \frac{1 + \left(\frac{d}{d_2}\right)^2}{1 - \left(\frac{d}{d_2}\right)^2} + \mu. \quad (3.11)$$

Т.к $d_1 = 0$, то $C_1 = 1 - 0,3 = 0,7$

$$C_2 = \frac{1 + \left(\frac{22}{40}\right)^2}{1 - \left(\frac{22}{40}\right)^2} + 0,3 = 0,3.$$

Определяем деформацию деталей:

$$\Delta = P_m \cdot d \cdot 10^3 (C_1/E_1 + C_2/E_2) = 177 \cdot 22 \cdot 10^3 (0,7/2,1 \cdot 10^5 + 0,3/2,1 \cdot 10^5) = 72 \text{ мкм}. \quad (3.12)$$

Определяем поправку на обмятие микронеровностей:

Выбираем по 7-му качеству:

$$R_{a1} = 1,6;$$

$$R_{a2} = 1,6.$$

$$U = 5,5(R_{a1} + R_{a2}) = 5,5(1,6 + 1,6) = 17,6 \text{ мкм}. \quad (3.13)$$

Определяем минимальный требуемый натяг:

$$[N]_{\min} \geq \Delta + U + \Delta t = 72 + 17,6 + 0 = 89,6 \quad (3.14)$$

Определяем максимальное контактное давление, допускаемое прочностью детали:

$$[P]_{\max} = 0,5 \cdot G_{T2} [1 - (d_1/d_2)^2] = 0,5 \cdot 540 [1 - (22/40)^2] = 188,3 \text{ Н/мм}^2. \quad (3.15)$$

Определяем максимальную деформацию, допускаемую прочностью охватываемой детали:

$$[\Delta]_{\max} = [P]_{\max} \cdot \Delta / P = 188,3 \cdot 72 / 177 = 76,6 \text{ мкм.} \quad (3.16)$$

Определяем максимальный допускаемый натяг, гарантирующий прочность охватываемой детали:

$$[N]_{\max} \leq [\Delta]_{\max} + U = 4 + 17,6 = 21,6 \text{ мкм.} \quad (3.17)$$

Выбираем посадку $\frac{H7}{U7}$ для которой:

$$N_{\min} = 99 \text{ мкм} > [N]_{\min};$$

$$N_{\max} = 149 \text{ мкм} < [N]_{\max}.$$

Определяем давление от максимального натяга N_{\max} выбранной посадки:

$$P_{\max} = (N_{\max} - U) \cdot P / \Delta = (149 - 17,6) \cdot 177 / 72 = 323 \text{ Н/мм}^2. \quad (3.18)$$

Определяем силу запрессовки для выбранной посадки:

$$F_n = \pi \cdot d \cdot l \cdot P_{\max} \cdot f_n = 3,14 \cdot 22 \cdot 15 \cdot 323 \cdot 0,2 = 66938 \text{ Н} = 66,938 \text{ кН.} \quad (3.19)$$

Таким образом, для сборки соединения требуется пресс, развивающий силу 67 кН.

3.3 Безопасность жизнедеятельности

В связи с развитием научно-технического прогресса сельское хозяйство оснащено большим количеством техники и оборудования, поэтому вопросы охраны труда и безопасности особенно актуальны.

Работа по охране труда должна проводиться в соответствии с "Положением об отраслевой системе управления охраной труда на предприятиях АПК РФ". При принятии на работу руководитель подразделения должен проводить вводный инструктаж.

Ежегодно должен издаваться приказ о возложении ответственности за организацию работы по охране труда, предупреждению аварий, пожаров в отраслях производства, цехах, объектах повышенной опасности на руководителей и специалистов. Необходимо вести планирование мероприятий по охране труда и контроль за их выполнением. Руководители и специалисты

предприятия зачастую недостаточно знают свои обязанности в области охраны труда.

Производственный травматизм – сложное явление современной жизни, причины его кроются в многообразии рабочих мест и условий производства, а точная оценка сильно затруднена. И тем не менее, необходимы показатели, позволяющие оценить состояние травматизма и заболеваний на предприятии.

Существует несколько оценочных показателей, характеризующих состояние травматизма и заболеваний.

Коэффициент частоты травматизма определяют из выражения [6]:

$$K_{\text{ч}} = \frac{1000 \cdot T}{P}, \quad (3.20)$$

где $K_{\text{ч}}$ - коэффициент частоты; T - число травм за отчетный период; P - среднесписочное число работающих на предприятии.

Коэффициент тяжести определяют по формуле:

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{T}, \quad (3.21)$$

где $K_{\text{т}}$ - коэффициент тяжести; D - число дней, потерянных по нетрудоспособности всеми рабочими из-за несчастных случаев за отчетный период. Коэффициент потерь рабочего времени определяют по формуле:

$$K_{\text{н}} = K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{т}} \quad (3.22)$$

Такой анализ травматизма позволяет найти места с неблагоприятными условиями труда, конкретно проводить работу по его профилактике. Практика показывает, что работа по профилактике травматизма на основе всестороннего анализа позволяет значительного его снижения.

3.3.1 Требования безопасности при работе на грануляторе кормов

При работе на грануляторе кормов необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности.

1. Не включать машину при наличии любых неисправностей или неполной комплектности, вмятин на крышках режущего измельчающего

барабанов с открытыми карданами, ременными и цепными передачами, а также при наличии посторонних предметов на подающем транспортере.

2. Необходимо следить, чтобы предохранительные приспособления на машине (переключатель питающего транспортера на обратный ход, аварийный выключатель силового тока) были исправными.

3. Перед пуском машины необходимо проверить: отсутствие посторонних предметов в измельчительной камере и бункере; исправность рабочих органов; надежность присоединения кожуха барабана к корпусу; фиксацию выбросного рукава; наличие защитных ограждений.

4. Перед загрузкой машины продуктом следует проверить ее работу на холостом ходу. При этом транспортер рекомендуется сначала включить на обратный ход, чтобы посторонние предметы, случайно попавшие в него, были сброшены, а затем переключить на рабочий ход.

5. Пуск машины осуществляется по заранее установленному сигналу.

6. При загрузке измельчителя массой, рабочий должен стоять сбоку машины, запрещается находиться против загрузного окна.

7. Если привод измельчителя осуществляется от трактора с помощью ременной передачи, то последняя должна быть надежно ограждена.

8. Не открывать кожухи барабанов до полной остановки машины.

9. При снятии и установке ножей, а также при очистке режущих частей барабана от остатков корма необходимо выключить общий рубильник, вынуть предохранители и вывести плакат: «Не включать – работают люди!».

10. Заточку ножей производить на специальных станках. Перед заточкой необходимо проверить положение подручника и предохранительного козырька заточного станка. Зазор между кругом и подручным или подручником должен быть не более 3мм.

11. При заточке пользоваться экраном или защитными очками.

12. Во избежание несчастного случая нельзя допускать присутствия посторонних людей в зоне работы машины [8].

3.4 Экологическая безопасность

Четкая работа охраны природной сферы в процессе сельскохозяйственного производства, зависит не только от профессиональной подготовки специалистов, но и от уровня их общей экологической культуры, экономического мышления и экологического подхода к решению конкретных задач.

Исходя из общегосударственных интересов, специалисту, или необходимо строить свою производственную деятельность с учетом интересов охраны и рационального использования, как уже вовлеченных в хозяйственный оборот, так и неэксплуатируемых природных ресурсов.

Для отвода статистических электрических зарядов на токопроводящих частях и конструкциях оборудования необходимо применять заземление с замкнутыми контурами.

Также происходит создание повышенного шума при работе оборудования. При мойке оборудования и продуктов, неочищенная вода сливается в канализацию.

Значительным источником загрязнения окружающей среды в животноводческих фермах являются жидкие отходы (первые смывные воды технологического оборудования). Попадая со стоком в природные водоёмы, жидкие отходы ухудшают качество воды, придавая ей запах и привкус (технический), уменьшают количество растворенного кислорода. В результате гибнут живые организмы (инфузории) необходимые для оздоровления воды.

Вода, которая используется для очистки машины и мойки продуктов, содержит грязь и вредные микроорганизмы. Эту воду необходимо очищать и обеззараживать. Большое значение будет иметь то, что воду можно было бы регенерировать, то есть использовать повторно. Сброс хозяйственно-канализационных стоков предприятия предусматривается на очистные сооружения, где ведется их биологическая очистка.

Ливневые сточные воды отводятся по автодорогам и площадкам в железобетонные лотки и далее в пониженные места рельефа за пределами промплощадки.

Уровень шума в помещениях снижают путем установки машины на специальные звукопоглощающие фундаменты, изоляции их в отдельных помещениях, установки глушителей шума.

Для предотвращения скольжения на полах делают рифленую поверхность с насечками [20]

Природоохранные мероприятия, обеспечивающие предотвращение отрицательных воздействий животноводческой фермы на окружающую среду, предусматривают рациональное использование питьевой воды за счёт устройства оборотных средств водоснабжения и повторного использования чистого конденсата.

Ниже приводятся основные вопросы по охране природы, на которых должно быть сосредоточено внимание специалистов сельского хозяйства различных профилей.

Зоотехникам, зооинженерам и ветврачам необходимо:

- не допускать загрязнения почвы и воды отходами животноводства, следить за их утилизацией и исправностью сооружений;
- организовывать правильное хранение навознофекального сырья и сточных вод на полях;
- изыскивать и внедрять способы очистки атмосферы животноводческих комплексов установкой специальных фильтров и приточно-вытяжной вентиляции;
- следить за выполнением нормативного выпаса скота на пастбищах;
- ввести планомерную борьбу с переносчиками инфекционных болезней, паразитирующими насекомыми.

Инженерам-механикам:

- контролировать использование нефтепродуктов, недопускать загрязнения ими почвы, воды, растительности;
- организовывать сбор, хранение и утилизацию отработанных нефтепродуктов;

- следить за исправностью сельскохозяйственной техники, особенно двигателей, с целью уменьшения токсичных выбросов в атмосферу и уровень шума;

- владеть методикой разработки и определение ущерба, причиненного природе в результате неправильного использования и нарушение технологий в связи с механизацией.

3.5. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Выбор прототипа для сравнения

Для сравнения технико-экономических показателей определения годового экономического эффекта, показатели разработанной машины сравнивались с показателями пресс-гранулятора ОГМ.

Необходимые данные для сравнения машин представлены в таблицы 3.1
Таблица 3.1 – Исходные данные для сравнения технико-экономических показателей

Показатели	Единица измерения	Предлагаемая конструкция	ОГМ-8
Балансовая стоимость	руб.	33905	34500
Производительность	т/ч	2,8	2
Масса конструкции	кг	285	290
Установленная мощность	кВт	1,5	3
Годовой фонд времени	ч	925	925
Нормы	руб./ч	10	10

амортизации			
Нормы РТО	руб./т	16	16

Стоимость конструкции определяется по формуле:

$$C_{\delta}^1 = \frac{C_{\delta}^0 G^1}{G^0}, \quad (3.23)$$

где G^0 – масса прототипа, кг;

G^1 – масса предлагаемой конструкции, кг;

C_{δ}^0 – балансовая стоимость прототипа, руб.;

C_{δ}^1 – балансовая стоимость предлагаемой конструкции, руб.

Отсюда получаем стоимость конструкции:

$$C_{\delta}^1 = \frac{34500 \cdot 285}{290} = 33905 \text{ руб.}$$

Металлоемкость установки определяется по формуле:

$$M_e^1 = \frac{G^1}{W^1 T_{год} T_{сл}}, \quad (3.24)$$

где W – часовая производительность;

$T_{год}$ – годовая загрузка;

$T_{сл}$ – срок службы машины ($T_{сл} = 10 \text{ лет}$).

$$M_e^1 = \frac{285}{3,2 \cdot 925 \cdot 10} = 0,0096 \text{ кг./т.}$$

$$M_e^2 = \frac{290}{2 \cdot 925 \cdot 10} = 0,0157 \text{ кг./т.}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_e^1 = \frac{C_{\delta}^1}{W^1 T_{год} T_{сл}}, \quad (3.25)$$

$$F_e^1 = \frac{33905}{3,2 \cdot 925 \cdot 10} = 1,14 \text{руб./т}$$

$$F_e^2 = \frac{34500}{2 \cdot 925 \cdot 10} = 1,86 \text{руб./т}$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_e^1 = \frac{\sum n_p^1 T_{зод}}{W^1 T_{зод}} = \frac{\sum n_p^1}{W^1}, \quad (3.26)$$

где n_p – количество рабочих, обслуживающих машину, чел.

$$T_e^1 = \frac{1}{2,8} = 0,3 \text{ чел.} \cdot \text{ч/т}$$

$$T_e^2 = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ чел.} \cdot \text{ч/т}$$

Энергоемкость определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_e^1 = \frac{(N_{\text{э}}^1 + N_{\text{нэ}}^1) T_{зод}^1}{W^1 T_{зод}} = \frac{N^1}{W^1}, \quad (3.27)$$

где $N_{\text{э}}^1$ – мощность электродвигателя;

$$\mathcal{E}_e^1 = \frac{1,5}{2,8} = 0,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$$

$$\mathcal{E}_e^2 = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$$

Себестоимость выполнения работ определяется по формуле:

$$S_{\text{экс}}^1 = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_A + C_{\text{РТО}}, \quad (3.28)$$

где $C_{\text{зн}}$ – заработная плата производственных рабочих, руб./т;

$C_{\text{э}}$ – стоимость электроэнергии, руб

C_A – амортизационные отчисления, руб./ч;

$C_{\text{РТО}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./т;

$$C_{3n} = zT_{200}k_{\delta}k_{cm}k_{om}k_{cc}, \quad (3.29)$$

где z – тарифная ставка рабочих, руб./чел·ч;

$$C_{3n} = 80 \cdot 0,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,12 = 19,3 \text{ руб./т.}$$

$$C_{3n2} = 80 \cdot 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,12 = 32,2 \text{ руб./т.}$$

$$C_{\text{э}} = \text{Э} \cdot \text{Ц}$$

$$C_{\text{э}} = 0,4 \cdot 2,84 = 0,5 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{э}} = 1,5 \cdot 2,84 = 1,9 \text{ руб.}$$

$$C_A = 0,01 \frac{C_{\bar{\sigma}} \cdot a}{W_{\text{ч}} \cdot T_{200}}$$

где a – коэффициент амортизационных отчислений за год,

$$C_A = 0,01 \frac{33905 \cdot 10}{2,8 \cdot 925} = 1,14 \text{ руб./т.}$$

$$C_{A2} = 0,01 \frac{34500 \cdot 10}{2 \cdot 925} = 1,86 \text{ руб./т.}$$

$$C_{PTO} = 0,01 \frac{C_{\bar{\sigma}} \cdot H_{\text{пто}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{200}} \quad (3.30)$$

где H_{PTO} – норма затрат на ремонт техническое обслуживание.

$$C_{PTO} = 0,01 \frac{33905 \cdot 16}{2,8 \cdot 925} = 1,8 \text{ руб./т.}$$

$$C_{PTO} = 0,01 \frac{34500 \cdot 16}{2 \cdot 925} = 2,9 \text{ руб./т.}$$

$$S_{\text{экс}}^1 = 19,3 + 0,5 + 1,14 + 1,8 = 22,74 \text{ руб./т.}$$

$$S_{\text{экс}}^2 = 32,2 + 1,9 + 1,86 + 2,9 = 38,86 \text{ руб./т.}$$

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$S_{np} = S_{экс} + Ek_{y\partial}, \quad (3.31)$$

$$k_{y\partial} = \frac{C_{\bar{o}}}{W^1 T_{zod}}, \quad (3.32)$$

$$k_{y\partial} = \frac{33905}{2,8 \cdot 925} = 11,4$$

$$k_{y\partial 2} = \frac{34500}{2 \cdot 925} = 18,6$$

$$S_{np1} = 22,74 + 0,15 \cdot 11,4 = 24,45 \text{ руб./т.},$$

$$S_{np2} = 38,86 + 0,15 \cdot 18,6 = 41,65 \text{ руб./т.}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{zod} = (S_{экс}^0 - S_{экс}^1) W^1 T_{zod}^1. \quad (3.33)$$

$$\mathcal{E}_{zod} = (38,86 - 22,74) \cdot 2,8 \cdot 925 = 47715 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{эф} = (S_{np}^0 - S_{np}^1) W^1 T_{zod}^1. \quad (3.34)$$

$$\mathcal{E}_{эф} = (41,65 - 24,45) \cdot 2,8 \cdot 925 = 50912 \text{ руб}$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений определяется по формуле:

$$T_{ок} = \left(\frac{K_2}{W_ч \cdot T_{zod}} - \frac{K_1}{W_ч \cdot T_{zod}} \right) \cdot \frac{W_ч \cdot T_{zod}}{\mathcal{E}_{zod}}, \quad (3.35)$$

$$T_{ок} = \left(\frac{34500}{2 \cdot 925} - \frac{33905}{3,8 \cdot 925} \right) \cdot \frac{2,8 \cdot 925}{47715} = 0,4 \text{ год.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений определяется по формуле:

$$E_{эф} = \frac{\Delta z_{од}}{\Delta k} = \frac{1}{T_{ок}}. \quad (3.36)$$

$$E_{эф} = \frac{1}{0,4} = 2,5$$

Сравнительные технико-экономические показатели гранулятора кормов приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Технико-экономические показатели гранулятора кормов

Показатели	Единица измерения	Предлагаемая конструкция	ОГМ
Металлоемкость	кг/т	0,0096	0,0157
Энергоемкость	кВт·ч/т	0,4	1,5
Трудоемкость	чел·ч/т	0,3	0,5
Фондоемкость	руб./т	1,14	1,86
Удельные капвложения	руб./т	11,4	18,6
Приведенные затраты	руб./т	24,45	41,65
Годовой экономический эффект	руб.	50912	-
Годовая экономия	руб.	47715	-
Срок окупаемости	год	0,4	-
Коэффициент эффективности капиталовложений		2,5	-
Себестоимость	руб./т	22,74	38,86

Определенные технико-экономические показатели сведены в таблицу 5.2, из которой видно, что замена существующих конструкций гранулятора кормов на предлагаемую позволит снизить стоимость производства с одновременным сокращением металлоемкости и энергоемкости процесса.

3.6 Выводы по разделу

Выполненные конструктивные расчеты показывают работоспособность конструкции гранулятора кормов, его надежность и высокие технико-экономические показатели. Экономический эффект от использования проектируемого гранулятора кормов составит 50912 руб.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В выпускной квалификационной работе проведен обзор литературы по существующим технологическим линиям и конструкциям, по результатам которого была предложена технологическая линия и новый кормоцех для получения полнорационных кормовых смесей и гранул. В кормоцехе приготавливают гранулированные корма из травяной муки, зернофуража, соломы, БВМД, БВК, мочевины, макро- и микроэлементов. Также разработаны и проведены технологические расчеты ПТЛ приготовления кормов. Разработан пресс-гранулятор с плоской матрицей, в котором повышается эффективность процесса гранулирования за счет обеспечения оптимального проскальзывания рабочих поверхностей вальца и матрицы. Также, в данном пресс-грануляторе применена матрица, содержащая корпус с прессующими каналами, включающими цилиндрическую формующую часть, расширяющиеся входную и выходную полости, отличающаяся тем, что, с целью повышения прочности гранул, выходная полость выполнена в виде участка тороидальной поверхности с осевой протяженностью, не превышающей двух диаметров цилиндрической части и максимальным диаметром не более 1,1 диаметра последней. Проведены проверочные расчеты основных его деталей на прочность. Разработаны мероприятия по улучшению условий безопасности труда и охраны окружающей среды. Произведенные расчеты показывают, что использование предлагаемой конструкции позволит получить годовой экономический эффект в размере 50912 рублей при сроке окупаемости 0,4 года.