

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 – Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

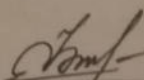
Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии приготовления гранулированных
кормов с разработкой гранулятора

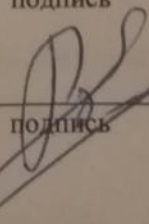
Шифр ВКР.35.03.06.178.20.ГКФ.00.00.ПЗ

Студент Б262-06у группы


подпись

Фаткуллов Ф.И.
Ф.И.О.

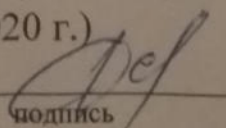
Руководитель доцент
ученое звание


подпись

Лукманов Р.Р.
Ф.И.О.

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

Зав. кафедрой доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2020 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 Физическая культура на производстве	
3.7 Выводы по разделу	
ВЫВОДЫ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

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, корзижки 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 кормосмесей 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 экономно 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 (кнпрованном) 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 однородную 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].

В устройстве для приготовления кормов, включающем винтовой пресс, смеситель-измельчитель, гранулятор и их электроприводы, гранулятор выполнен в виде цилиндрической емкости, сообщенной с винтовым прессом и закрытой съемной крышкой, в которой выполнены прессовочные каналы, над которыми со свободой вращения размещен нож с лопастями, при этом на цилиндрической емкости зафиксирован кольцевой лоток с отводящим желобом,

причем загрузочное приспособление винтового пресса соединено с помощью поворотного желоба с дополнительным измельчителем-смесителем, выполненным в виде ножа-вентилятора в коробе, полость которого сообщена с центральным транспортирующим узлом, который изготовлен в виде винтового шнека в цилиндрическом кожухе, над которым установлены сообщенные с его полостью бункеры, снабженные дозаторами, ножами-измельчителями и загрузочными приспособлениями.

Крышка с прессовочными каналами снабжена электронагревательными элементами, причем на верхних кромках каналов выполнены фаски, а лоток соединен с вентиляционным охлаждающим транспортирующим устройством, оснащенный приспособлением для подачи гранул в тару.

Прессовочный канал выполнен в виде усеченного конуса, сопряженного внутри с цилиндрической поверхностью.

Крышка грануляторов выполнена в виде перевернутого съемного стакана с отверстиями в дне, в которые вставлены патрубки с прессовочными каналами, цилиндрические верхние концы которых размещены в отверстиях перфорированного дна съемного стакана, а нижние конические основания патрубков установлены в отверстиях съемного диска, помещенного в полости стакана, при этом патрубки выполнены съемными и снабжены на концах уплотнительными калибровочными втулками, на выступах которых расположены кромки отверстий дна стакана и размещенного в нем съемного диска.

Бункер, установленный на центральном транспортирующем узле, снабжен прижимной крышкой, которая представлена плитой, размещенной в его полости со свободой вертикального перемещения, и которая связана с рычагом, при этом приемное загрузочное окно в бункер выполнено в его вертикальной стенке и сообщено с транспортирующим устройством, причем рычаг установлен на оси, зафиксированной с помощью кронштейнов на верхней кромке загрузочного окна, при этом нижний конец рычага размещен под плитой в полости бункера в проеме окна перед транспортирующим

устройством и снабжен нажимной пятой, а его верхний конец расположен снаружи бункера, и к нему с помощью гибкой, регулируемой по длине тяги прикреплена плита, причем тяга расположена на шкиве, установленном на стойке над бункером со стороны приемного окна.

Тяга, соединенная с плитой, закреплена на верхнем наружном конце рычага с возможностью изменения места ее крепления на последнем, причем на конце рычага выполнено сигнальное устройство, а он установлен с возможностью взаимодействия с предохранительным выключателем электроприводов смесителей-измельчителей, транспортирующих и загрузочных приспособлений.

Использование в качестве объемистого корма некондиционной целлюлозы, являющейся дешевым материалом, который необходимо утилизировать, позволяет удешевить получаемый корм и улучшить его качество, так как высокая переваримость делигнинизированной сырой клетчатки способствует лучшему использованию высокобелковых зерновых концентратов и азотистых минеральных добавок.

Поскольку указанные добавки вводят в волокнистую очищенную от лигнина клетчатку в виде пасты, то обеспечивается хорошее гранулирование без добавки склеивающих веществ.

Благодаря добавке предложенных консервантов улучшается не только сохраняемость питательных кормов, но и улучшается их поедаемость, ликвидируется дефицит поваренной соли в рационе животных. Причем использование химических консервантов, разрешенных для использования в кормопроизводстве, не оказывает вредного действия на организм животных, тем более что и дозировка в 4-5 раз ниже обычной, а эффективность их усилена благодаря добавке поваренной соли и тщательному перемешиванию с другими компонентами. Кроме того, совместное применение химического консерванта, поваренной соли и минеральных добавок, в частности карбамида, увеличивая осмотическое давление раствора, повышает физиологическую сухость корма,

улучшает его сохраняемость, то есть имеет место положительное взаимодействие (синергизм) этих приемов.

Приготовление корма сильно упрощается, а качество улучшается за счет того, что в качестве высокобелкового корма берут зеленую или силосную массу бобовых, готовя из нее пасту дополнительным измельчением и прессованием, при этом зеленый корм бобовых трав обогащен всеми необходимыми макро- и микроэлементами, незаменимыми аминокислотами, каротином, его не нужно увлажнять.

Технология приготовления гранул облегчается благодаря тому, что смесь зеленой массы и целлюлозы позволяет уменьшить влажность до 40-50%, а добавка высокобелкового зернового концентрата снижает влажность до 35-39%, то есть корм становится физиологически сухим, а добавка в него минеральных веществ, особенно поваренной соли, повышает осмотическое давление находящегося в гранулах раствора, влага становится недоступной для микроорганизмов, которые к тому же подавляются консервантом. Более того, гранулы в момент их прессования нагреваются, а затем обдуваются более холодным воздухом. При контакте последнего с теплой поверхностью гранул он расширяется, его относительная влажность снижается, в результате он становится прекрасным агентом сушки. Благодаря такой сушке сокращаются энергозатраты. Предложенная последовательность операций облегчает приготовление пасты и смешивание ее с целлюлозой. Приготовленные таким образом гранулы хранятся даже в насыпи более одного месяца, а в крафт-мешках и закрытых емкостях еще лучше.

Кроме того, нагревание кормовой массы при приготовлении гранул в какой-то степени создает эффект запаривания ее, повышающий переваримость корма.

Реализация предлагаемого способа резко упрощается благодаря простому изготовлению устройства. Это достигается благодаря тому, что основные узлы производятся серийно и легко модифицируются путем оснащения их простыми по конструкции и в изготовлении приспособлениями. Причем из этих узлов в

условиях обычной мастерской можно изготовить поточную линию по приготовлению гранул, пригодных не только для рационального кормления животных в свежеприготовленном виде, но и для длительного хранения. Это достигается благодаря тому, что гранулятор выполнен в виде цилиндрической емкости (отрезок трубы), которая закрыта крышкой с прессовочными каналами и которая сообщена с входным каналом пресса. В результате при продавливании густой тестообразной массы формируются плотные столбики, масса при этом частично нагревается, а столбики благодаря ножу срезаются на гранулы заданной высоты 15-25 мм и сбрасываются в лоток с отводящим желобом.

Кроме того, винтовой пресс сообщен с дополнительным измельчителем-смесителем, выполненным в виде ножа-крыльчатки в коробе, полость которого соединена с основным измельчителем-смесителем объемистых кормов. При этом последний изготовлен очень просто. Он представлен обычным винтовым шнеком в цилиндрическом кожухе, над которым установлены три загрузочных бункера, которые снабжены дозаторами, а два из них - и ножами-измельчителями для измельчения зеленой и силосной массы и целлюлозы.

При необходимости длительного хранения гранул можно их досушить, причем с помощью очень простого приспособления, то есть благодаря установке в крышке гранулятора гибких электрообогревательных элементов, размещенных внутри крышки с прессовочными каналами.

Благодаря тому что верхние кромки выхода из прессованного канала снабжены внутренними фасками, снижается крошимость гранул, особенно нагретых.

Формированию прочных гранул способствует выполнение прессовочных каналов в виде цилиндров, плавно переходящих вниз в усеченный конус, широкое основание которого направлено в полость цилиндрической емкости к прессу. Благодаря предложенному выполнению гранулятор очень прост в изготовлении и эксплуатации.

Благодаря тому что загрузочное приспособление винтового пресса сообщено с дополнительным измельчителем-смесителем с помощью поворотного желоба, можно готовить свежий корм без гранулирования. При этом необходимости в добавке химического консерванта нет. Таким образом, устройство быстро переключается с производства корма в запас на приготовление его для скармливания животным в ближайшие сутки. Это очень удобно.

Досушивание гранул основано на очень эффективном способе. При сжатии гранулы нагреваются, кроме того, они нагреваются дополнительно электронагревательными элементами. Нагретые гранулы обдуваются с помощью вентилятора холодным воздухом. При контакте воздуха с теплыми гранулами относительная влажность снижается, что обеспечивает хорошую сушку гранул при их одновременном охлаждении. При этом происходит одновременная подача гранул в тару для хранения.

Способ приготовления кормов обоснован экспериментально не только в лабораторных, но и производственных опытах.

Пример 1. Берут тюки некондиционной делигнизированной целлюлозы. В опыте использовали отходы целлюлозно-бумажного производства Кондровской бумажной фабрики (Калужская обл.). Тюки разрывают и вместо соломы скармливают жвачным животным на Мичуринском откормочном животноводческом комплексе (Тамбовская обл.) выращивали бычков на откорм, на молочных фермах в бывшем совхозе «Груздовский» Мосальского района Калужской области - дойных коров. Опыт показал, что продуктивность животных при скармливании делигнизированной целлюлозы была на 15-20% выше, чем при скармливании соломы. Солома и целлюлоза давалась животным без ограничения. Остальной рацион состоял из силоса, концентрированных кормов, комбикормов и сенажа или зерносенажа, т.к. из-за неблагоприятных условий было трудно заготовить достаточное количество сена, а солому приходилось

закупать в Ставропольском крае. Ее транспортировка обуславливала убыточность содержания животных.

Переваримость такой некондиционной фабричной целлюлозы составляет 80-85%, а соломы - не более 35-40%.

Пример 2. Берут целлюлозу по примеру 1 и ее перемешивают с силосом, сенажем и комбикормом. В расчете на 100 кг целлюлозы 50 кг бобово-злакового силоса+20 кг сенажа из бобовых трав (клевера лугового) и 6 кг сухого комбикорма.

Корм прекрасно поедается жвачными животными, молочная продуктивность была выше, чем в примере 1 в 1,10-1,15 раза.

Пример 3. Все операции проведены по примеру 2. Однако бобово-злаковый силос заменили силосом из смеси вики и люпина, скошенной в фазу образования бобов люпина в валки. Силосование массы проведено по технологии МСХА (Кобозев И.В.): скашивание массы в валки жаткой со стеблеподъемниками, поскольку урожайность ее достигает 27-35 т/га, подвяливание до влажности 65-70%, подбор с измельчением (Е-280 или СК 2,6), внесение в силосуемую массу 1-2 кг бензойной кислоты и 3-5 кг поваренной соли. Данный способ признан изобретением и внедрен в производство в ряде хозяйств. Внедрение подтверждено в свое время Госкомизобретений СССР. В смесь включили 60 кг силоса влажностью 65%.

Сенаж исключили полностью, поскольку содержание влаги в смеси составляло 30-33%. Корм физиологически сухой и хорошо хранился в течение 2-х суток.

При скармливании такой смеси животным 60 кг на 1 голову поедаемость корма составила 80-90%. В 1 кг корма содержалось 0,50-0,53 к. ед., 51 г сырого протеина. Животные явно нуждались в белковой подкормке или обогащении корма азотистыми минеральными добавками и доли увеличения белковых кормов.

Пример 4. 100 кг целлюлозы смешивают со 150 кг силоса, полученного по примеру 3, и 6 кг комбикормов, добавляя 6,0-6,5 кг мочевины. Получают

массу влажностью 41-42%, при хранении более 3 суток возникала опасность ее плесневения. В 1 кг корма содержится 0,44-0,45 к. ед., 63-64 г сырого протеина, в 1 к. ед. содержится 140 г сырого протеина. Такие показатели вполне соответствуют рациону удойных коров с высокой продуктивностью. В 1 кг хорошей пастбищной травы содержится около 0,2 к. ед., 28-30 г сырого протеина или 140-160 г на 1 к. ед. Причем при таком кормлении даже желательна углеводная подкормка животных.

Пример 5. Все операции проводят по примеру 4, но на 100 кг целлюлозы берут 150 кг силоса, добавляют 4 кг размола белого люпина (сорт Тимирязевец 3) и 5 кг/га карбамида (2,4% от массы корма). Получают массу влажностью 33-34%, обладающую физиологической сухостью с содержанием кормовых единиц 0,50-0,52 и 61,7-62,0 сырого протеина в 1 кг или около 120 г сырого протеина на 1 к. ед. Это соответствует нормам кормления среднепродуктивных коров.

Пример 6. Все операции проводят осенью так же, как и в примере 5, но вместо силоса берут высокобелковую отаву люцерны, предварительно измельчив ее комбайном Е-280 или КИР-1,5 (сорт люцерны изменчивой Вега). Влажность скошенной измельченной массы 80%, содержание сырого протеина в сухом веществе - 25-26%. Добавляют 6 кг карбамида, а в качестве концентрированного высокобелкового корма берут 6 кг муки сон (сорт Магева), которую получают, например, из незрелых подсушенных семян, влажность муки 10-12%, содержание в сухом веществе сырого белка 38%, сырого жира 15%. Получают комбинированную массу влажностью 42-43%. В 1 кг такой массы содержится 41,5 к. ед. 43 г сырого протеина, т.е. 103 г сырого протеина в 1 к. ед., что достаточно для сухостойных коров или кормления бычков, не допуская отвесов за зимний период. Для повышения продуктивности необходима добавка высокобелковых концентрированных кормов.

Пример 7. Все операции проводят осенью так же, как в примере 6, но берут 150 кг люцерновой массы. В результате получают комбинированную

смесь с влажностью 52%, содержащую в 1 кг 36,8 к. ед., 40,4 г сырого протеина или 110 г на 1 к. ед.

Корм можно хранить в течение 2-х суток, в дальнейшем он прокисает или плесневеет.

Пример 8. Все операции проводят также как в примере 7, но в приготовленную массу добавляют консервант: бензойной кислоты 250 г и поваренной соли 1000 г. Влажность корма слегка уменьшается (до 51,5%), но его физиологическая сухость резко увеличивается из-за повышения концентрации солей (поваренной соли). Порча корма замедляется. Такую массу трамбуют в газонепроницаемую пленку, в опыте - в полимерные мешки. Корм хранится в течение 90 дней. Получен корм, похожий на сенаж с влажностью 51-52%, содержание кормовых единиц и белковость сохранились практически полностью (опыты показали, что в качестве химического консерванта можно брать пропионат натрия, бензонат натрия, сорбиновую кислоту).

Пример 9. Все операции проводят так же, как в примере 8, но корм гранулируют, а гранулы (столбиком высотой 15-20 мм и диаметром 15 мм) просушивают до влажности 30-35% и засыпают в крафт-мешки.

Примеры 1-8 показывают, что при совокупности всех признаков достигается максимальный положительный эффект. Основные элементы способа проведены в производственных условиях, в т.ч. ГПЗ «Заря Подмосковья» Домодедовского района Московской области, а также путем модельных и технологических опытов.

Способ приготовления кормов реализуется с помощью устройства, которое поясняется чертежами (фиг.1-6).

На фиг.1 представлена общая принципиальная схема устройства.

На фиг.2, 3 и 4 пояснена схема рабочего органа - крышки гранулятора и варианты ее выполнения.

На фиг.5 показана конструкция бункера для загрузки тюков целлюлозы (разрез).

На фиг.6 изображена принципиальная схема бункера для загрузки сочного корма из многолетних трав.

Устройство (фиг.1) выполнено в виде центрального транспортирующего узла, который представлен шнеком 1, размещенным в цилиндрическом кожухе 2 и соединен электроприводом (не обозначено).

Полость кожуха 2 сообщена с бункерами 3 и 4, 5, которые снабжены дозаторами, ножами-измельчителями и загрузочными приспособлениями (на фиг.1 не обозначено).

Полость кожуха 2 сообщена с измельчителем-смесителем (типа ДУК-1), выполненного в виде короба 6, в полости которого установлен нож-вентилятор 7, которая в свою очередь через поворотный желоб 8 соединена с загрузочным приспособлением 9 винтового пресса 10.

Такое соединение необходимо для быстрого переключения устройства на приготовление корма, предназначенного для кормления животных в ближайшие сутки, а затем снова для производства гранул.

Полость последнего (винтового пресса 10) сообщена с гранулятором, последний изготовлен в виде цилиндрической емкости 11 и закрытой съемной крышкой 12, в которой выполнены прессовочные каналы 13 для прессования массы в гранулы. Над перфорированной крышкой 12 установлен нож 14 с крыльчаткой (не обозначено) для сбора гранул в лоток 15.

На верхнем конце цилиндрической емкости 11 ниже уровня крышки 12 выполнена лоткообразная обечайка 15 с отводящим желобом 16, который соединен с охлаждающей емкостью 17, которая оснащена вентилятором 18 для подачи в нее потока воздуха. Емкость 17 соединена с приспособлением 19 для подачи гранул в крафт-мешки 20, другую тару или транспортные средства (фиг.1).

Крышка 12 гранулятора с прессовочными каналами 13 снабжена электронагревательными элементами 21, выполненными, например, в виде изолированной нагревательной спирали или шнура (фиг.1, 3).

Для удобства упрощения изготовления, обслуживания и надежности гранулятора его крышка 12 (фиг.2) выполнена съемной, например в виде зафиксированного на цилиндре 22 диска 23, перфорированного каналами 13. На цилиндре 22 выполнена резьба, такая же резьба выполнена и на верхнем торце цилиндрической емкости 11 (фиг.2). Цилиндр 22 с диском 23 ввинчен в цилиндрическую емкость 11.

Каналы 13 могут быть выполнены коническими, на их верхнем выходном торце выполнены округлые фаски, уменьшающие крошимость продавливаемой спрессованной в столбики массы (фиг.2). Однако для получения более прочных гранул каналы 13 следует на входе выполнить в виде усеченного конуса, коническая поверхность которого плавно сопряжена с цилиндрической (фиг.3). Для упрощения изготовления гранулятора крышку 12 (см. фиг.4) лучше выполнить разборной из двух перфорированных дисков 24 и 25, а канал 13 выполнить в виде съемного патрубка 26, верхняя часть которого выполнена цилиндрической, а нижняя часть конической. Указанные патрубки вставлены в отверстия дисков 24 и 25. При этом верхний диск 24 зафиксирован на цилиндре 22 и навинчен с помощью резьбы на цилиндрическую емкость 11. Второй же нижний диск 25 выполнен съемным и прижат к торцу цилиндрической емкости 11 благодаря патрубкам 26, прижатым диском 24 на цилиндре 22. Благодаря такому выполнению крышки 12 гранулятора можно менять размеры и форму прессовочных патрубков 26, в т.ч. и их диаметр, так как между торцами патрубков 26 и стенками отверстий дисков 24 и 25 можно вставлять торцевые втулки обечайки 27 и 28 разной толщины.

Электронагревательные элементы 21, расположенные вокруг прессованных дисков 23 и под дисками 24 и 25, теплоизолированы по периметру теплоизоляционными прокладками 29.

Для упрощения эксплуатации устройства бункер 5 (3, 4) снабжен прижимной крышкой, которая представлена плитой 30, размещенной в его полости со свободой вертикального перемещения, и которая подвешена на рычаге подъемника 31. При этом приемное (загрузочное) окно 32 выполнено в

вертикальной стене бункера 3 (4, 5) и сообщено транспортирующим погрузочным приспособлением 33, например, в виде ленточного или шнекового транспортера. Рычаг-подъемник 31 установлен на оси 34, закрепленного с помощью кронштейна (не обозначено) на верхней кромке загрузочного окна 32, причем нижний конец рычага-подъемника 31 снабжен нажимной пяткой 35 и размещен в полости бункера 5, а пятка 35 при его нижнем положении расположена в проеме загрузочного окна 32 перед транспортирующим погрузочным приспособлением 33. Верхний же конец рычага-подъемника 31 расположен снаружи бункера 5, и к его верхнему концу с помощью гибкой регулируемой по длине тяги 36 прикреплена плита 30. Для изменения высоты перемещения плиты 30 на рычаге-подъемнике выполнены отверстия 37 для перестановки крепления тяги 36 на рычаге 31 и изменения ее рабочей длины. На верхнем конце рычага закреплено сигнальное приспособление, например флажок 38. Тяга 36 установлена со свободой перемещения, например, по шкиву 39, закрепленному на оси 40 стойки 41, зафиксированной над бункером 5 со стороны погрузочного окна 32.

Бункер 5 (3, 4) снабжен дозатором и ножом-измельчителем. Последние выполнены в виде выдвигаемых противорежущих пластин 42 и 43 и регулируемых измельчающих ножей 44 на вращающемся барабане 45, а также регулируемой заслонки 46 на канале 47, с помощью которого полость бункера 5 соединена с полостью кожуха 2, в котором размещен шнек 1.

Для того чтобы предотвратить избыточную или недостаточную подачу используемых материалов, избежать поломки или забивания ими устройств, бункер 5 снабжен предохранительными сигнальными выключателями 48 и 49 электроприводов транспортирующих загрузочных приспособлений 33.

Бункер 3 предназначен для подачи сочного (зеленого) высокобелкового корма (травы или силоса). Для упрощения его эксплуатации его крышка-плита 30 соединена с рычагом 50, который полностью расположен вне полости бункера 3. При этом транспортирующее загрузочное устройство выполнено в виде закрытого шнекового транспортера 51, который плотно соединен с

полостью бункера 3 каналом 47, соединяющим ее с полостью центрального транспортирующего узла, то есть с помощью кожуха 2, в котором размещен шнек 1. При этом на уровне верхней кромки загрузочного окна (не обозначено) бункера 3, то есть непосредственно над выходом из загрузочного шнекового транспортера 51, выполнены упоры 52, предотвращающие опускание плиты 30 ниже выхода шнекового транспортера 51.

Бункер 3 так же, как и бункер 5, снабжен предохранительными сигнальными выключателями 48 и 49 электропривода шнекового транспортера. Эти выключатели 48 и 49 можно разместить в бункере 3 над и под плитой 30. Однако для надежности их следует разместить вне бункера 3 над и под рычагом 50 (фиг.6).

Бункер 4 предназначен для подачи в устройство смеси рассыпных компонентов: белковый зерновой концентрат, минеральные, в т.ч. азотистые добавки, консервант+поваренная соль.

Работает устройство следующим образом (фиг.1, 5, 6): в шнек 1 центрального транспортирующего узла приводится электроприводом, к нему подается по каналу 47 измельченная сочная (зеленая) масса из бункера 3. Эта масса в бункер 3 подается шнековым транспортером 51. При этом первоначально плита 30 в бункере 3 находится на упорах 52 при включенном выключателе 48 и закрытой заслонке 46 на канале 48 бункера 3 (см. фиг.6). Шнековый транспортер 51 набивает зеленую массу в бункер 3, приподнимая плиту 30, затем открывается заслонка 46 на канале 47 и включается нож-измельчитель, т.е. барабан 45 с ножами 44. Плита 30 давит на массу, которая поступает к измельчающему устройству (43, 44, 45), которое подает пастообразную массу через канал 47 к шнеку 1 центрального транспортирующего устройства. Если подача зеленой массы шнековым транспортером 51 прекратится или станет недостаточной, то плита 30 опустится вниз на упоры 52 и рычаг 50 с флажком 38 поднимется вверх, нажмет на выключатель 48 и транспортер 51 остановится. Он может при необходимости снова быть включенным, если подача зеленой массы будет достаточной.

Если по каким-либо причинам остановится подача зеленой массы через канал 47 к шнеку 1, то шнековой транспортер 51 будет подавать зеленую массу, поднимая плиту 30 в верхнее положение, а рычаг 50 с флажком 38 поднимется вверх и выключит выключатель 48, отключив подачу электрического тока к электроприводу шнекового транспортера 51. Он остановится. Таким образом контролируется подача зеленой сырой массы в устройство.

Одновременно таким же образом включается подача из бункера 4 рассыпной сухой смеси белкового концентрата, минеральных добавок, поваренной соли и консерванта. Смесь эта готовится заранее.

Шнек 1 частично перемешивает зеленую сочную пастообразную массу с указанной сухой смесью. В это же время к шнеку 1 из бункера 5 подается грубый корм, т.е. целлюлоза (см. фиг.5). Тюки целлюлозы ленточным транспортером 33 подаются в загрузочное окно 32, перед которым располагается пята 35 нижнего конца рычага подъемника 31. Плита 30 находится перед окном 32. Подаваемый в окно 32 тюк целлюлозы нажимает на пята 35, нижний конец рычага подъемника 31 поднимается. Плита 30 поднимается также вверх, тюк целлюлозы падает в бункер 5 вниз, таким же образом подается следующий тюк. Тюки прижимаются вниз плитой 30 к измельчающему узлу (42, 43, 44, 45), который рвет и измельчает целлюлозные штагаты и тюки, подавая целлюлозу через канал 47 к шнеку 1 (фиг.5).

Если по каким-либо причинам измельчение целлюлозы и подача ее к шнеку 1 прекратится, то подаваемые транспортером 33 тюки поднимут пята 35 и плиту 30 вверх.

Верхняя часть рычага-подъемника 31 с флажком 38 опустится вниз и нажмет кнопку или рычаг выключателя 49 электропривода транспортера 33. Подача тюков прекратится.

Если по каким-либо причинам подача тюков в бункер 5 прекратится, то плита 30 займет самое нижнее положение, сигнальный флажок 38 потянет за собой тягу 36, в результате верхняя часть рычага-подъемника 31 с сигнальным флажком 38 поднимется вверх. Она нажмет на кнопку выключателя 48, а

электроприводы измельчающего узла (42, 43, 44, 45) и транспортера 33 прекратят работу.

При отрегулированном нормальном положении целлолоза, сухая смесь и сочная пастообразная (тестообразная) зеленая масса, попавшие к шнеку 1, перемешиваются и подаются с помощью него в полость короба к ножу-вентилятору 7, который тщательно измельчает и перемешивает указанные выше компоненты, выбрасывая их через желоб в загрузочное приспособление 9 винтового пресса 10. Последний эту массу подает в цилиндрическую емкость 11 (см. фиг.1, 2, 3, 4).

Масса из цилиндрической емкости продавливается через каналы 13 в его крышке 12, которые выполнены в виде дисков с каналами 13, зафиксированных на съемных цилиндрах (см. фиг.2, 3, 4). В результате формируются уплотненные сжатые столбики кормовой смеси, которые нагреваются электронагревателями 21. Эти столбики выходят из каналов 13, не разрушаясь, поскольку кромки последних выполнены в виде овальных фасок.

Спрессованные столбики срезаются вращающимся ножом 14, снабженным на тыльной стороне вертикальной пластиной (крыльчаткой). Получаются цилиндрические гранулы. Последние сбрасываются в наклоненный лоток 15, который зафиксирован в виде обечайки на цилиндрической емкости 11. Из лотка 15 по желобу 16 (фиг.1 и 2) теплые гранулы подаются в охлаждающую емкость 17, которая сообщена с вытяжной трубой (не обозначено). В охлаждающую емкость 17 вентилятора 18 подается холодный наружный воздух. При контакте его с теплыми гранулами его относительная влажность снижается, в результате гранулы не только охлаждаются, но и подсушиваются. Охлажденные и подсушенные гранулы из емкости 17 с помощью приспособления 19 подаются в крафт-мешки 20 (фиг.1).

Если гранулы получаются недостаточно прочными и сильно крошатся, то на грануляторе, то есть на цилиндрической емкости, устанавливается крышка 12, выполненная с каналами 3, показанными на фиг.3 и 4.

Если возникает необходимость приготовления комбинированного корма, предназначенного для его потребления в ближайшее время, то поворотный желоб 8 вынимается из загрузочного приспособления 9 винтового пресса 10 и используется для подачи негранулированного корма в кормораздатчики, то есть для использования его в ближайшие сутки. При необходимости продолжения гранулирования корма поворотный желоб 8 снова в загрузочном приспособлении 9 винтового пресса 10.

Таким образом, совокупность признаков способа и устройства позволяет обеспечить наиболее полное достижение поставленной задачи просто и легко в условиях сельской местности или в подсобных животноводческих фермах при целлюлозно-бумажных фабриках приготовить дешевый высококачественный корм из некондиционной целлюлозы или из соломы, обработанной щелочным раствором, после удаления из нее лигнина. При необходимости можно использовать измельченную древесно-кустарниковую делигнинизированную массу после кислотной или щелочной обработки.

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.

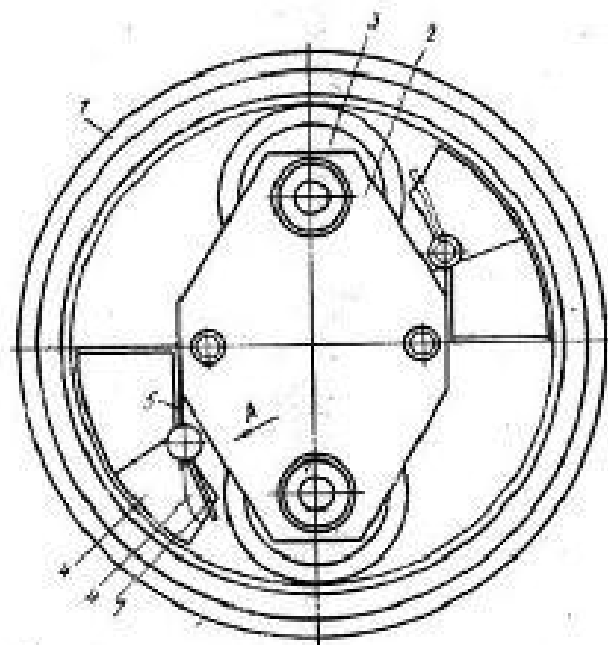


Рисунок 1.4 - Пресс-гранулятор кормов (А.С. №1043027)

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 (карбамид) и прессования (жом) или центрифугирования (белковая масса) без направления на сушку при высокой температуре ($120-130^{\circ}\text{C}$) 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 муку 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 накопления рыбных отходов для полной загрузки громоздких рыбомучных установок производительностью 10-15 т/сут по сырью. Переработка образующихся отходов небольшими порциями без снижения их питательных 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 аппаратном 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.

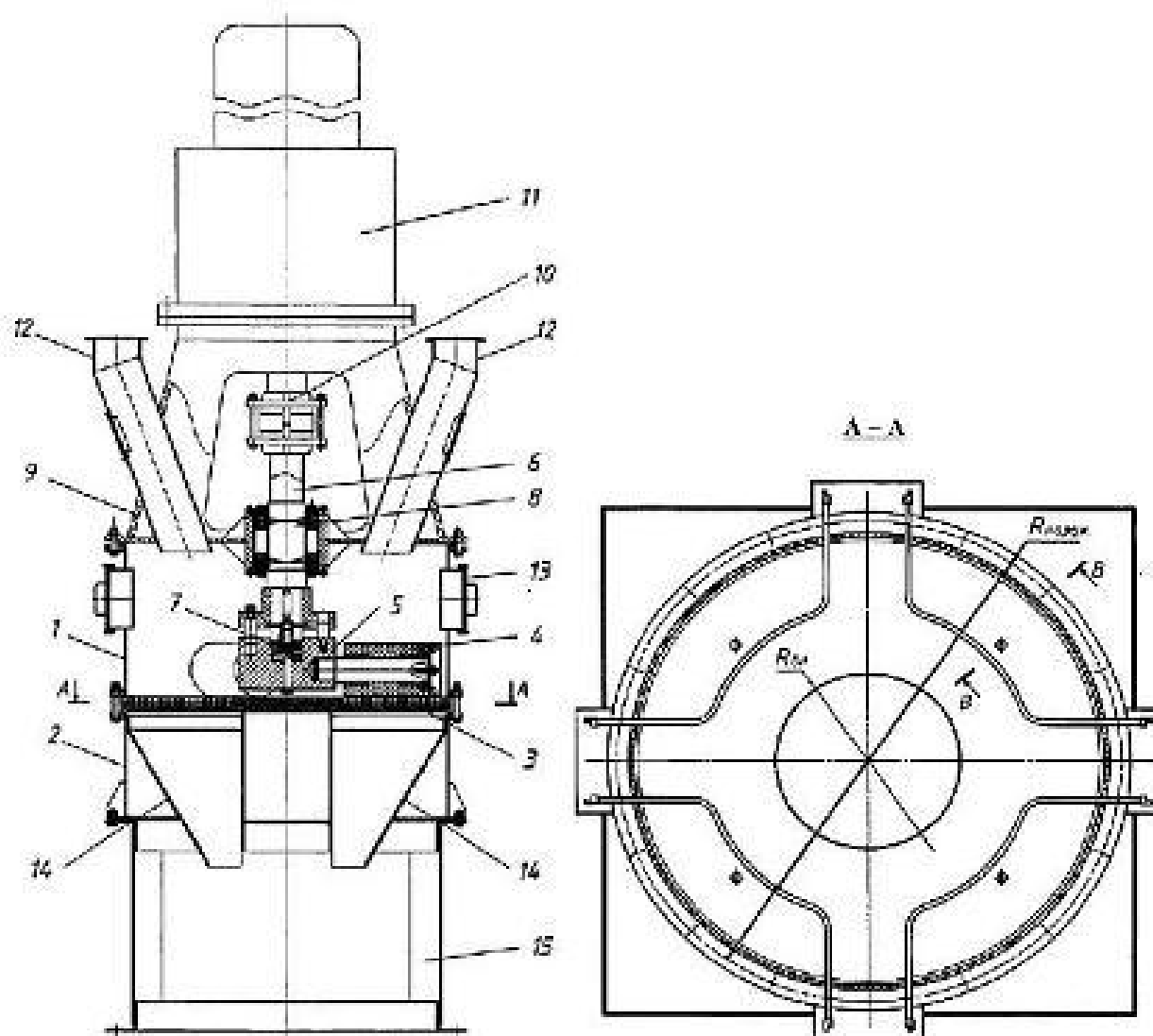


Рисунок 1.5 – Общий вид гранулятора

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 нижним 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°C 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 $h_{общ}$ определяется из условия нагрева материала при его прохождении через канал до $t=85\div180^{\circ}\text{C}$ 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 вперед 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 $(R_{внеш} + R_{вн})/2$ обеспечивает равномерный прогрев всего объема матрицы и сырья, проходящего через ее каналы, переход сырья в пластифицированное состояние и выход прочноуплотненных 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, равном $d_{вх} = (0,7 \div 0,9)d_1$. 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, $d_2=7,6$ 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 приготовления гранулированных кормов, а также конструкций грануляторов кормов. Приведены их достоинства и недостатки, а также 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	Комбикорм	Комбикорм	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_T (кг) в кормах определяется по следующему выражению:

$$P_T = P_{с.л} \cdot t_{л} \cdot k + P_{с.з} \cdot t_{з} \cdot k, \quad (2.2)$$

где $P_{с.л}$ и $P_{с.з}$ - суточный расход кормов в летний и зимний периоды года, кг;

$t_{л}$ и $t_{з}$ - 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 Республики Татарстан 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 $M_{yг}$ на ферме или комплексе определяем по формуле:

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

где M_i - число голов в данной структурной группе;

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

n - число групп животных на ферме.

Отсюда:

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

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

$$\begin{aligned} P_{c.l} &= M_{y.f} \cdot q_{l.p}; \quad P_{c.z} = M_{y.f} \cdot q_{z.p}; \\ P_r &= P_{c.l} \cdot t_l \cdot k + P_{c.z} \cdot t_z \cdot k, \end{aligned} \quad (2.4)$$

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

$q_{l.p}$ и $q_{z.p}$ - суточная норма выдачи корма на одно животное в летний и зимний периоды, кг.

Для примера приведем расчет суточного и годового количества сена:

$$P_{c.z} = 986 \cdot 4 = 3944 \text{ кг};$$

$$P_{c.l} = 986 \cdot 0 = 0 \text{ кг},$$

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

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

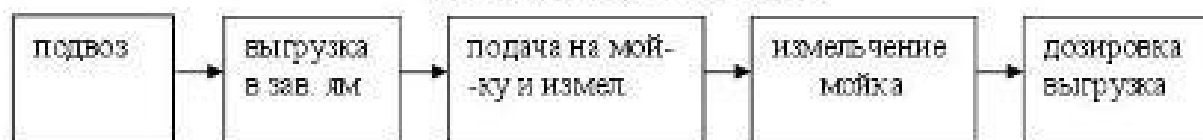
Технология обработки и приготовления кормов зависит от конкретных условий хозяйства, зоотехнических требований к скармливанию и приготовлению кормов.

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

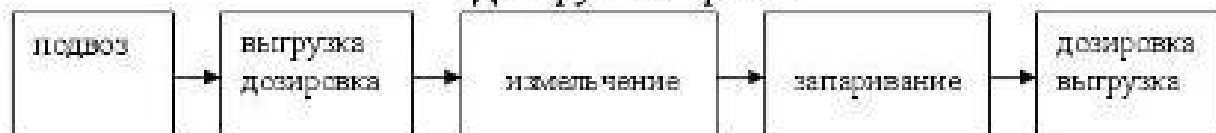
Суточный расход всех кормов на ферме включает корма, подлежащие и не подлежащие обработке по зоотехническим требованиям.

Составим технологические схемы:

Для корнеклубнеплодов:



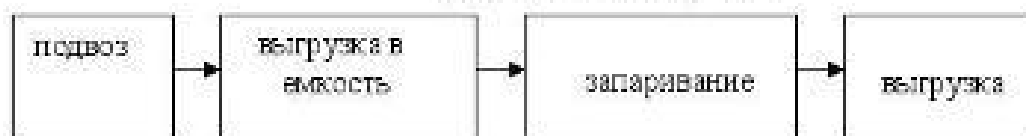
Для грубых кормов:



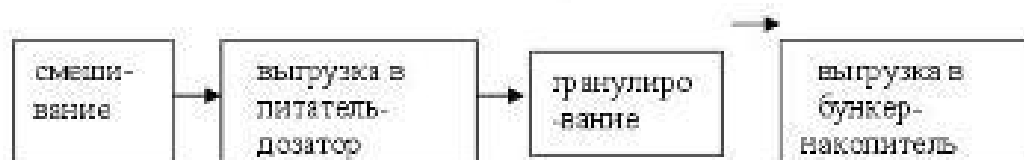
Для комбикормов:



Для жидких кормов:



Линия гранулирования



Количество кормов P_{KO} , кг, подлежащих обработке, вычисляют по формуле:

$$P_{KO} = P_C - P_H, \quad (2.5)$$

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.

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

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

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

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

$$P_{KO} = 38176 - 25784 = 12392 \text{ кг}$$

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 $W_{т.л.}$, кг/ч, для обработки корнеклубнеплодов определяют по формуле:

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

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

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

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 $W_{т.л.}$, кг/ч, для зеленых кормов определим по формуле:

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

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

$Z = 3$.

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

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

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

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;

$t_{см} = 1$ ч;

$Z = 3$

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

При запаривании соломы или ее обработке другими способами:

$$W_{m.л.} = \frac{P_c \times k_z + P_v}{t_{ц} \times Z_{ц}}, \quad (2.10)$$

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

P_v – 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:

$$t_{ц} = t_z + t_{z.c} + t_v, \quad (2.11)$$

где t_z – время загрузки машины, ч;

$t_{z.c}$ – время запаривания соломы, ч;

t_v – время выгрузки готового корма, ч.

Принимаем: $t_z = 0,54$ ч;

$$t_{z.c} = 2 \text{ ч};$$

$$t_v = 0,5.$$

$$t_{ц} = 0,5 + 2 + 0,5 = 3$$

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

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

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

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

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 , м^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, м^2 ;

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

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

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

Площадь F_1 , м^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, м^2 ;

n - число машин в кормоцехе.

Площадь котельной рекомендуется принимать 25 м^2 .

$$F_1 = 5 \cdot 1 + 12 \cdot 1 + 1,2 \cdot 1 + 7 \cdot 1 + 1,2 \cdot 2 + 1,4 \cdot 3 + 1,6 \cdot 1 + 160 \cdot 1 = 193,4 \text{ м}^2$$

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

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

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

n_p - число производственных рабочих;

Принимаем $F_p = 5 \text{ м}^2$;

$n_p = 10 \text{ раб.}$

$$F_2 = 5 \cdot 10 = 50 \text{ м}^2$$

Площадь, занимаемая проходами, лестницами и промежутками между

машинами P_3 , м^2 , определяют схематически, исходя из следующих норм: ширина 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 , 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 $Q_{\text{ср.сут.}}$, кг, вычисляют по формуле:

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

где $P_{\text{к.о.}}$ – 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 кормоцехе ($\text{дм}^3/\text{кг}$): на мойку корнеклубнеплодов – 0,7...0,8; увлажнение соломенной резки – 1,0...1,5.

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

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

$$Q = Q_{\pi} + Q_{от.к} = \sum_{i=1}^n q_{\pi} F_{к.о} + q_{от} V, \quad (2.18)$$

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

n - 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_{π} , 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 ($k = 3$)

$$\mathcal{E}_{сут} = (9,7 \cdot 4 + 1,2 \cdot 4 + 0,8 \cdot 4 + 1,5 \cdot 4 + 40 \cdot 4 + 6,8 \cdot 6 + 12 \cdot 4 + 0,6 \cdot 4 + 2,2 \cdot 4 + 1,1 \cdot 4 + 101 \cdot 4 + 75 \cdot 4 + 1,6 \cdot 4) \cdot 3 = 2820 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

2.6 ОПИСАНИЕ, ПРИНЦИП РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

В кормоцехе готовят 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 хранения 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	НЦТ-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, норней 2 подают в бункер 3 и далее через магнитную колонку 5 - в дробилку 4. Дерьт 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 размальшают 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.

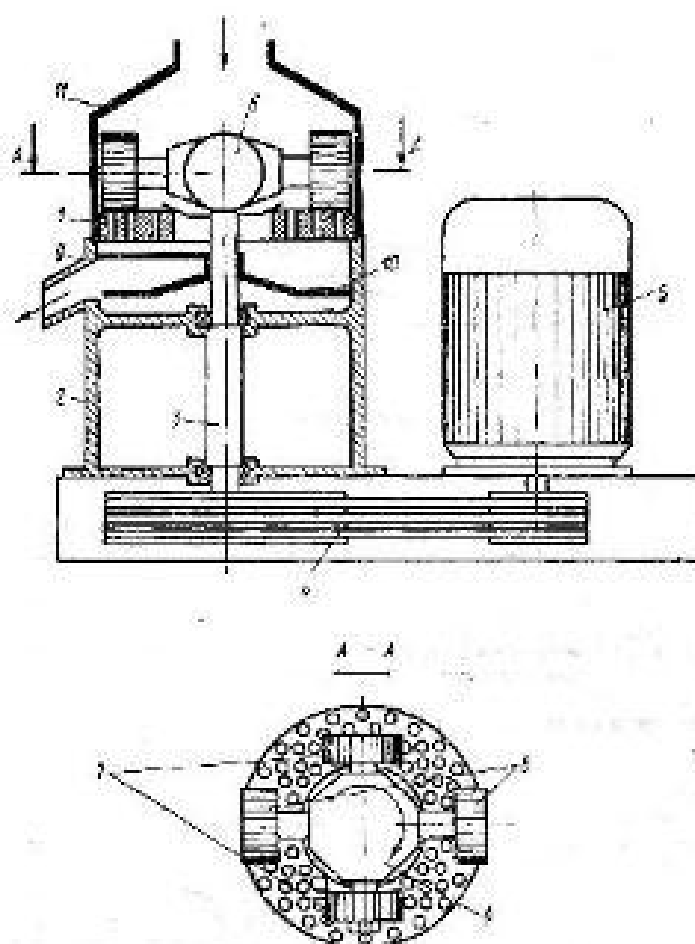
Это достигается тем, что в предлагаемом пресс-грануляторе прессующие вальцы располагаются на разном удалении от оси вращения приводного вала.

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 перекальшаются по рабочей поверхности матрицы 1, захватывают материал и продавливают его через фильтры 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 валцов матрицы обеспечивается подбором ширины валцов в зависимости от их расстояния от центра вращения.



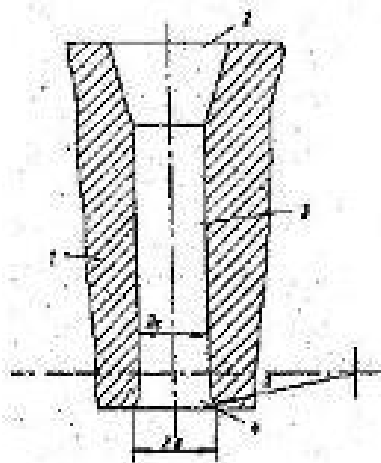
1 — матрица; 2 — корпус; 3 — вал; 4 — клиноременная передача; 5 — электродвигатель; 6 — водило; 7, 8 — прессующие вальцы; 9 — обламывающий нож; 10 — отводящий диск; 11 — кожух.

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 торондальной поверхности с осевой протяженностью, не превышающей двух диаметров цилиндрической части и максимальным диаметром не более 1,1 диаметра последней.

На рисутке 3.2 изображен прессующий канал матрицы, поперечное сечение.



1 – матрица; 2 – входная полость; 3 – цилиндрическая формующая часть; 4 – торондальная 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 торондальной полости 4 с максимальным диаметром D_v 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 торондальной, сопряженной с цилиндрической частью 3, то упругое

расширение гранулы происходит постепенно, что делает напряженное состояние гранулы однородным и исключает возможность перерезания ее. Торондальная 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 формирующей 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 торондальная 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 торондальной 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 машины, и энергию, требуемую 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 $\lambda_{упл}$ определим по формуле:

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

где ρ – плотность монолита, кг/м³;

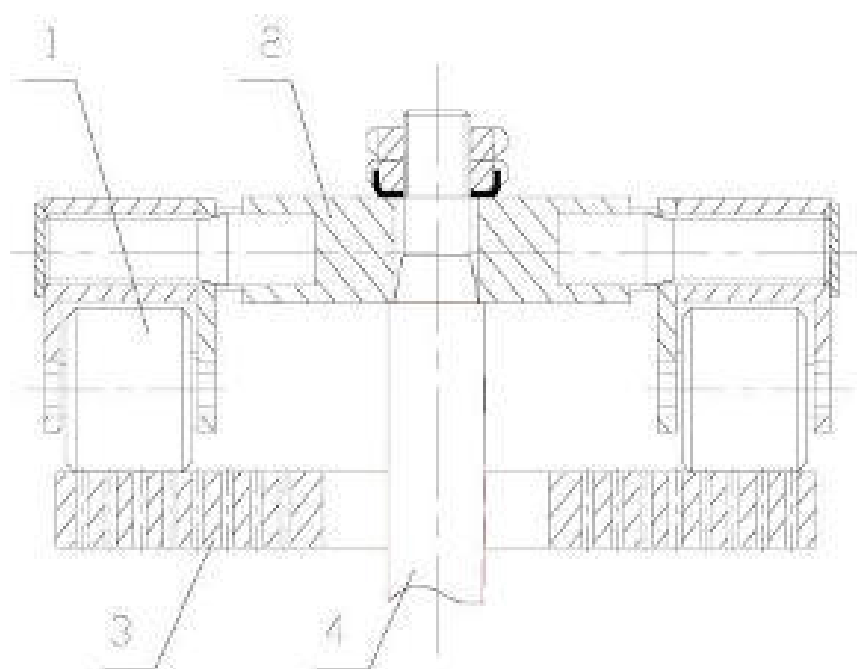
ρ_0 – плотность рассыпного материала; кг/м³;

При гранулировании травяной муки имеем:

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

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

При сжатии материала валцом 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 $A_{ск}$, Дж, должна быть равна работе силы трения $A_{тр}$, Дж, т.е.

$$A_{ск} = A_{тр}$$

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

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

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:

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

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

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

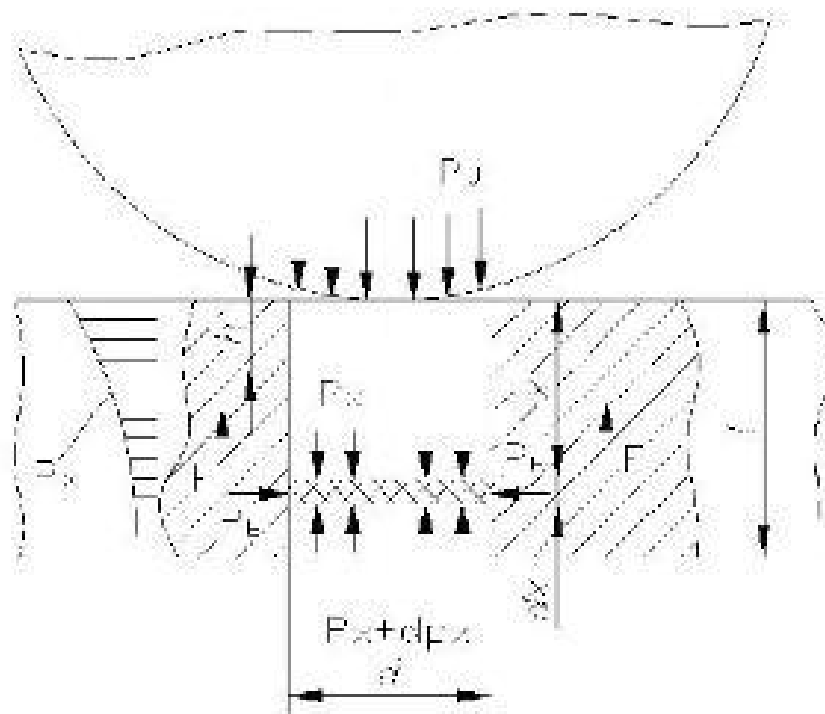


Рисунок 3.4 – Расчетная схема узла прессования с плоской матрицей

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

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

Длину отверстия матрицы l , мм, найдем по формуле:

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

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 защемления 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 $0,1 \dots 0,8$ мм.

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

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

$$= 0,152 - \sqrt{0,057^2 + (0,152 - 0,057)^2 + 2 \times 0,057(0,152 - 0,057) \cos \frac{0,66}{1 - \frac{0,057}{0,152}}} = 0,0077 \text{ м.} \quad (3.6)$$

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:

$$Q = mHBv\varphi_3 \cdot 3600, \quad (3.7)$$

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:

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

где S_M – площадь живого сечения матрицы, м^2 ; $S_M = 0,0313 \text{ м}^2$;

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

q – подача материала, кг/с ; $q = 0,78 \text{ кг/с}$.

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

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

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

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

Подбор посадок

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

$$T = 54 \text{ Н·м;}$$

$$d = 22 \text{ мм;}$$

$$l_{\text{ст}} = 15;$$

$$d_2 = 40 \text{ мм.}$$

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

Коэффициент запаса сцепления $K = 3$.

Коэффициенты трения при расчетах:

$$\text{сцепления} - f_{\text{с}} = 0,08;$$

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:

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

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:

$$F_{\text{з}} = \pi \cdot d \cdot l \cdot P_{\max} \cdot f_0 = 3,14 \cdot 22 \cdot 15 \cdot 323 \cdot 0,2 = 66938 \text{ Н} = 66,938 \text{ кН.} \quad (3.19)$$

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]:

$$K_v = \frac{1000 \cdot T}{P}, \quad (3.20)$$

где K_v - коэффициент частоты; T - число травм за отчетный период; P - среднесписочное число работающих на предприятии.

Коэффициент тяжести определяют по формуле:

$$K_T = \frac{D}{T}, \quad (3.21)$$

где K_m - коэффициент тяжести; D - число дней, потерянных по нетрудоспособности всеми рабочими из-за несчастных случаев за отчетный период. Коэффициент потерь рабочего времени определяют по формуле:

$$K_n = K_v \cdot K_T \quad (3.22)$$

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 крутом 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

Для определения экономической эффективности внедрения разрабатываемого гранулятора необходимо знать сумму необходимых капитальных вложений. Для этого воспользуемся методикой определения стоимости изготовления проектируемой конструкторской разработки, согласно которой ее стоимость определяется по формуле

$$KB = C_{к.д.} + C_{о.д.} + C_{из} + C_{зд} + C_{сзк} + C_{зм} + C_{оп}, \quad (3.23)$$

где $C_{к.д.}$ – стоимость заготовок необходимых для изготовления корпусных деталей (рам, каркасов и т.д.), руб.;

$C_{о.д.}$ – стоимость заготовок необходимых для изготовления оригинальных деталей (шпонки, втулки и др.), руб.;

$C_{из}$ – затраты на изготовление деталей и сборочных узлов, руб.;

$C_{зд}$ – цена стандартных покупных деталей, изделий, узлов или агрегатов, руб.;

$C_{сзк}$ – полная заработная плата с отчислениями, производственных рабочих, занятых на сборке, руб.;

$C_{зм}$ – стоимость вспомогательных материалов (2...4% от затрат на основные), руб.;

$C_{оп}$ – общепроизводственные (цеховые) накладные расходы на изготовление или модернизацию конструкции, руб.

$$C_{к.д.} = C_{уг} \times l_{уг} + C_{ш} \times l_{ш} + C_{ж} \times S_{ж}, \quad (3.24)$$

где $C_{уг}$; $C_{ш}$; $C_{ж}$ – стоимость в среднем одного погонного метра уголка,

$C_{ш} = 45 \text{ руб}$; швеллера, $C_{ш} = 160 \text{ руб}$; 1 м^2 листового железа толщиной 2 мм., $C_{ж} = 350 \text{ руб}$; $l_{ш}$;

$l_{ш}$ – необходимая длина (количество) соответственно уголка и швеллера, м.;

$S_{ж}$ – необходимая площадь (количество) листового железа, $S_{ж} = 5 \text{ м}^2$.

Стоимость покупаемого материала берется по рыночным ценам действующим в настоящий момент, подставляя в формулу получим:

$$C_{м.д.} = 45 \times 15 + 160 \times 1,5 + 350 \times 5 = 2665 \text{ руб}.$$

Стоимость заготовок необходимых для изготовления оригинальных деталей определим по формуле:

$$C_{о.д.} = C_{м} \times m, \quad (3.25)$$

$C_{м}$ – стоимость одного кг материала заготовок, 35 руб ;

m – необходимое количество материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, $m = 6 \text{ кг}$.

$$C_{о.д.} = 35 \times 6 = 210 \text{ руб}.$$

Затраты на изготовление деталей и сборочных узлов гранулятора:

$$C_{изг} = C_{осн} + C_{доп} + C_{сп} + C_{всп.ст}, \quad (3.26)$$

где $C_{осн}$ – основная зарплата производственных рабочих, руб.:

$$C_{осн} = t_{ср} \times C_1 \times K_d, \quad (3.27)$$

где $t_{ср}$ – средняя трудоемкость изготовления деталей и сборочных единиц, принимаем $t_{ср} = 30 \text{ чел} \cdot \text{ч}$;

C_1 – часовая тарифная ставка рабочих, исчисляем по среднему разряду (принимаем IX разряд для которого $C_{тар} = 39,94 \text{ руб/ч}$);

K_d – отраслевой коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, равный 1,3.

$$C_{осн} = 30 \times 39,94 \times 1,3 = 1557,66 \text{ руб}.$$

где $C_{доп}$ – дополнительная оплата основному работнику за качество и срок 25% от тарифной ставки, руб/ч;

$$C_{доп} = 0,25 \times C_{тар} = 0,25 \times 1557,66 = 389,42 \text{ руб}. \quad (3.28)$$

$C_{отп}$ – резерв на отпуска составляет 8,43% от суммы тарифной ставки и доплаты, руб/ч.;

$$C_{отп} = \frac{8,43 \times (C_{тар} + C_{доп})}{100} = \frac{8,43 \times (1557,66 + 389,42)}{100} = 164,14 \text{ руб.} \quad (3.29)$$

$C_{всн+ст}$ –взнос в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве профессиональных заболеваний (1,7%) 21,7% от суммы тарифной ставки, доплат, резерв на отпуска.

$$C_{всн} = \frac{21,7 \times (C_{тар} + C_{доп} + C_{отп})}{100} = \frac{21,7 \times (1557,66 + 389,42 + 164,14)}{100} = 457,48 \text{ руб.} \quad (3.30)$$

Подставляем расчетные значения в формулу (6.8) и получаем:

$$C_{из} = 1557,66 + 389,42 + 164,14 + 457,48 = 2568,7 \text{ руб.}$$

Цена покупных стандартных деталей и узлов $C_{пд}$ выпускаемых промышленностью берется по рыночным ценам, действующим в данный момент: электродвигатель – 3050 руб; корпус – 3300 руб; два подшипника – 340 руб; ремень – 60 руб:

$$C_{пд} = 3050 + 3300 + 340 + 60 = 6750 \text{ руб.}$$

$C_{м}$ – стоимость вспомогательных материалов принимаем 4% от затрат на основные:

$$C_{м} = \frac{4 \times (C_{з} + C_{пд})}{100} = \frac{4 \times (2875 + 6750)}{100} = 385 \text{ руб.} \quad (3.31)$$

Полную заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке $C_{срк}$:

$$C_{срк} = C_{осн.ср} + C_{доп} + C_{отп} + C_{всн+ст},$$

где $C_{осн.ср}$ – основная зарплата производственных рабочих, руб.:

$$C_{осн.ср} = T_{ср} \times C_{т} \times K_{с},$$

где $T_{ср}$ – средняя трудоемкость изготовления деталей и сборочных единиц предлагаемого гранулятора, принимаем $t_{ср} = 30 \text{ чел} \cdot \text{ч.}$;

$$T_{ср} = K_{с} \times B_{т.ср}, \quad (3.32)$$

$K_{с}$ – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным

временем сборки конструкции, равный 1,08;

$E_{т.сб}$ – суммарная трудоемкость сборки составных частей конструкции

предлагаемой дробилки кормов, принимаем $E_{т.сб} = 7$ чел-ч.

$$T_{сб} = 1,08 \times 7 = 7,56 \text{ чел-ч.}$$

C_t – часовая тарифная ставка рабочих, исчисляем по среднему разряду

(принимаем IX разряд для которого $C_{тар} = 39,94$ руб/ч);

K_d – отраслевой коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате,

равный 1,3.

Подставляя в формулу получим:

$$C_{осн.сб} = 7,56 \times 39,94 \times 1,3 = 392,53 \text{ руб.}$$

Тогда дополнительная заработная плата и начисления на нее рассчитываются по выше изложенной методике:

$$C_{доп} = 0,25 \times 392,53 = 98,14 \text{ руб.};$$

$$C_{отп} = \frac{8,43 \times (392,53 + 98,14)}{100} = 41,36 \text{ руб.};$$

$$C_{всн.ст} = \frac{21,7 \times (392,53 + 98,14 + 41,36)}{100} = 115,45 \text{ руб.};$$

$$C_{сб.к} = 392,53 + 98,14 + 41,36 + 115,45 = 647,48 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные цеховые расходы на изготовление или модернизацию конструкции

$$C_{оп} = \frac{C_{пр}^1 \times R_{оп}}{100}, \quad (3.33)$$

где $C_{пр}^1$ – фонд оплаты труда производственных рабочих, участвующих в изготовлении и сборке конструкции, руб;

$R_{оп}$ – процент общепроизводственных расходов, $R_{оп} = 42\%$.

$$C_{пр}^1 = C_{изг} + C_{сб} = 2568,7 + 647,48 = 3216,18 \text{ руб.} \quad (3.34)$$

В результате расчета получим:

$$C_{оп} = \frac{3216,18 \times 0,42}{100} = 1350,8 \text{ руб.}$$

Стоимость изготовления проектируемой конструкторской разработки

определим по формуле (5.1)

$$KB = 2665 + 210 + 2568,7 + 6750 + 647,48 + 385 + 1350,8 = 14576,53 \text{ руб.}$$

В связи с тем, что часть узлов и деталей заказываются в мастерской хозяйства или на специализированном предприятии, то стоимость разрабатываемой дробилки кормов составит:

$$C_{\text{из}} = KB \cdot K_{\text{из}} = 14576,53 \cdot 1,5 = 21864,79 \text{ руб.} \quad (3.35)$$

Определение эксплуатационных затрат, связанных с использованием
проектного решения

Эксплуатационные затраты определяются по формуле

$$И_1 = Зп + Ам + Тр + Зэ + Пр, \quad (3.36)$$

где $Зп$ – затраты на заработную плату (с начислениями), руб.

$Ам$ – амортизационные отчисления, руб.

$Тр$ – затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание, руб.

$Зэ$ – затраты на электроэнергию, руб.

$Пр$ – прочие затраты, руб. (5% от суммы всех затрат).

Расходы на содержание и эксплуатацию машин и оборудования являются комплексной статьёй затрат в себестоимости продукции. Затраты на заработную плату устанавливают по технологическим картам или согласно “Положения по оплате труда и материального стимулирования” хозяйства на базе которого рассчитывается дипломный проект.

$$Зп = \sum_1^n Тз \times Чгс, \text{ руб.} \quad (3.37)$$

где n – численность работников, чел.

$Чгс$ – часовая тарифная ставка, руб.

$Тз$ – годовая занятость работника, час.

$$Зп = 1 \times 36,90 \times 360 = 13284 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления рассчитываются по формулам

$$Ам = \frac{Бс \times На}{100}, \quad (3.38)$$

где $Ам$ – амортизационные отчисления на машины, руб.;

Бс – балансовая стоимость машин, руб.;

На – норма амортизационных отчислений, %.

$$Am = \frac{21045,35 \times 6,4}{100} = 1346,8 \text{ руб.}$$

Затраты на техническое обслуживание и ремонт определяют по формулам:

$$Tr = \frac{Бс \times Н_{тр}}{100}, \quad (3.39)$$

где Tr – затраты на текущий ремонт, техническое обслуживание, руб.;

Н_{тр} – норматив затрат на текущий ремонт машины, % от балансовой стоимости;

$$Tr = \frac{21045,35 \times 8,2}{100} = 1725 \text{ руб.}$$

На общий объем работ при наличии нормы на единицу работы:

$$Зэ = Н \times Ц \times Q, \text{ руб.}, \quad (3.40)$$

где Зэ – затраты на электроэнергию, руб.;

Н – норма электроэнергии на единицу работ, кг;

Ц – цена электроэнергии, руб. за кВт;

$$Зэ = 578,8 \times 4,5 \times 4,87 = 2818,8 \text{ руб.}$$

Прочие затраты составят:

$$(21045,35 + 1346,8 + 1725 + 2818,8) \times 5/100 = 1346,6 \text{ руб.}$$

Тогда дополнительные эксплуатационные издержки составят:

$$21045,35 + 1346,8 + 1725 + 2818,8 + 1346,6 = 28281,4 \text{ руб.}$$

Определим годовую экономическую эффективность проектного решения.

Усовершенствованный нами пресс-гранулятор предназначен для получения гранул и позволяет снизить себестоимость его производства.

Таким образом годовую экономию определим по формуле:

$$Э = (C_б - C_н) \cdot Q, \quad (3.41)$$

где C_б – себестоимость 1 т гранул по базовому варианту, C_б = 1280 руб./т;

C_н – себестоимость 1 т гранул по новому варианту, C_н = 1250 руб./т;

Q – годовой объем производства гранул в разработанном кормоцехе

(продолжительность сезона гранулирования 195 дней); $Q = 1950$ т;

$$C = (1280 - 1250) 1950 = 58500 \text{ руб}$$

Условный чистый доход определяется как разность годовой экономии и дополнительных эксплуатационных издержек.

$$C_{\text{чд}} = 58500 - 21045,35 = 37454,6 \text{ руб.}$$

Определим окупаемость проектного решения по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{в}}}{\text{Ээф}} \quad (3.42)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{21045,3}{37454,6} = 0,56 \approx 0,56 \text{ года.}$$

Таблица 3.1 – Экономическая эффективность применения проектного решения

Показатели	Вариант	
	Существующий	Проектируемый
1. Дополнительные капитальные вложения, руб	-	21045,3
2. Дополнительные эксплуатационные издержки	-	17784,4
3. Себестоимость производства гранул, руб./т	1280	1250
4. Годовой экономический эффект	-	37454,6
5. Срок окупаемости	-	0,56

3.6 Физическая культура на производстве

Комплекс некоторых упражнений физической культуры на сельскохозяйственном производстве для работников работающих стоя (исходным положением во данных упражнениях, является положение сидя на стуле):

Первое упражнение - пятками скользя по поверхности пола, необходимо вытянуть ноги вперед и правую руку завести за голову, а левую вытягивают в

сторону, при этом делают вдох, далее расслабленно опускают руки вниз, делая выдох, то же необходимо сделать и в другую сторону. Упражнение повторяют шесть-восемь раз.

Второе упражнение - ноги нужно вытянуть вперед, а руки держать перед грудью, при этом туловище необходимо поворачивать вправо, а руки развести в стороны. Опять возвращаются в положение исходное, и повторять то же самое и в левую сторону. Таким образом повторяют упражнение восемь-десять раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Третье упражнение - пятками скользя по поверхности пола, необходимо вытянуть ноги вперед и поднимать руки вверх и далее прогибаются. Затем, нужно наклониться вперед, при этом касаясь руками до пола, далее выпрямляясь, руки нужно поднять вверх, ноги соединить и возвратиться в исходное положение. Упражнение повторяют шесть-восемь раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Четвертое упражнение - ноги нужно вытянуть вперед, а руки держать на поясе. Поочередно необходимо оттягивать и поднимать носки, слегка при этом сгибая ноги в коленках, далее разворачивают ноги в правую сторону, носками при этом нужно касаться пола и повторять то же самое и в другую сторону. Упражнение повторяют десять-двенадцать раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Пятое упражнение – в сидящем положении на стуле, руки необходимо вытянуть вдоль тела, далее, прогнуться назад при этом поднимать руки вверх а ноги также немножко приподнимать, носками касаться пола. Необходимо наклониться вперед, делать при этом хлопок руками под ногой, которая вытянута, далее возвращаются в первоначальное положение. И повторять то же самое с другой ноги. Упражнение повторяют шесть-восемь раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

Шестое упражнение – в сидящем положении на стуле, руки необходимо приставлять к плечам, левую ногу необходимо вытянуть вперед и возвратиться в исходное положение. Далее руки должны уходить в стороны и затем

расслабленно опущены вниз. Упражнение повторяют пять-шесть раз, при этом дыхание должно быть произвольное.

3.7 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 37454,6 руб.

ВЫВОДЫ

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 ИТЛ 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, расширяющуюся входную и выходную полости, отличающаяся тем, что, с целью повышения прочности гранул, выходная полость выполнена в виде участка торондальной 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 37454,6 рублей.