

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



Школьников Павел Николаевич

**ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА
БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ
ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ,
АДАПТИРОВАННЫЕ К УСЛОВИЯМ МАЛЫХ ФЕРМ
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

**Специальность 05.20.01 – Технологии
и средства механизации сельского хозяйства**

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени доктора технических наук

Научный консультант
доктор технических наук, профессор
С.В. Щитов

Благовещенск – 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
Глава 1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ.....	14
1.1 Краткая характеристика исходного кормового сырья и продуктов для крупного рогатого скота, способов их заготовки, подготовки к скармливанию и трансформации в композиционные смеси.....	14
1.2 Сравнительный анализ известных компоновочных схем технологических линий по получению и раздаче кормовых продуктов на фермах крупного рогатого скота.....	20
1.3 Сравнительный анализ и классификация существующих конструкций и компоновочных схем раздатчиков-смесителей кормов, технических средств, применяемых для получения продуктов прессованно-формованной структуры и заменителей цельного молока, используемых на фермах крупного рогатого скота и способов их приготовления на основе местных сырьевых ресурсов.....	28
1.4 Краткий обзор исследований по процессам дозированной выдачи и смешивания кормов передвижными раздатчиками бункерного типа, дезинтеграции исходного сырья и процесса приготовления прессованно-формованных комбикормов и кормовых добавок.....	57
ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	75
ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ, АДАПТИРОВАННЫХ К УСЛОВИЯМ МАЛЫХ ФЕРМ КРС.....	79
2.1 Обоснование системы механизированного кормления животных в условиях малых ферм КРС, как дискретно-поточковой системы.....	79

2.2 Разработка технологический подсистемы подготовки, приготовления и раздачи кормов с теоретическим обоснованием параметров ММ МРПК.....	88
2.3 Разработка технологический подсистемы получения прессовано-формованных продуктов с помощью ММ СПГБ.....	108
2.4 Разработка технологический подсистемы получения заменителя цельного молока и кормовой белково-кальциевой добавки с помощью ММ СДЭУ...	127
ВЫВОДЫ.....	142
Глава 3 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА, РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ.....	146
3.1 Комплект оборудования и пилотные установки, разработанные для проведения опытов по изучению процессов приготовления, подачи и раздачи кормовых продуктов, адаптированных к условиям малых ферм...	147
3.2 Методика проведения экспериментальных исследований по обоснованию параметров инновационных технологий и технических средств.....	154
3.3 Результаты экспериментальных исследований по обоснованию параметров технических средств блочно-модульного исполнения.....	173
ВЫВОДЫ.....	205
Глава 4 ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКА ИХ ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....	209
4.1 Сведения общего характера о внедрении и реализации инновационных разработок по материалам выполненной автором работы	209
4.2 Расчет технико-экономической эффективности при использовании малогабаритного многофункционального мобильного раздатчика-питателя кормов.....	222
4.3 Техничко-экономическая эффективность результатов исследований по использованию линии получения формованных изделий посредством инновационного пресс-гранулятора-брикетировщика.....	224
4.4 Техничко-экономическая эффективность получения заменителя цельного молока и кальцийсодержащей кормовой добавки на основе соево-	

корнеклубнеплодных композиций с помощью инновационного дезинтеграционно-экстракционного устройства.....	225
ВЫВОДЫ.....	230
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	232
РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	237
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	238
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	239
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	268

ВВЕДЕНИЕ

Технология трансформации исходного сырья в продукты кормового назначения, их доставки и выдачи в зависимости от местных условий ее использования, может иметь три варианта компоновки поточной технологической линии: со стационарными средствами механизации, с передвижными и смешанными средствами механизации приготовления и раздачи кормов.

При этом, наиболее универсальной по компоновке и гибкой по использованию, признана технология с наличием передвижных раздатчиков, которые способны за рабочий цикл реализовать операции по доставке и выдаче кормов без их перегрузки. Области применения передвижных раздатчиков существенно шире, чем стационарных машин, так как они могут участвовать и в заготовке кормов, перевозке зеленой массы, а также использоваться в качестве питателей-дозаторов при раздаче стационарными раздатчиками кормов [2, 9, 13, 15, 34, 47, 63, 82-84, 91, 92, 140-142, 160, 161, 229, 269, 277].

С целью приготовления и раздачи стебельных кормов и кормовых смесей на их основе на фермах крупного рогатого скота (КРС), в свое время, «Системой машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1985-1995 гг.» был предусмотрен промышленный выпуск передвижных смесителей-кормораздатчиков РСП-10 – для поголовья на 1000-2000 коров, а также модели РММ-5 – на 200-500 коров. Применение и в настоящее время моделей типа РСП-10, оказалось экономически оправданным только на крупных фермах КРС и, только, в составе поточных технологических линий с соответствующим набором технических средств. На данных фермах производственные здания имеют достаточно широкие кормовые проезды. В этой связи, на фермах крупного размера возможно использование и раздатчиков таких моделей, как КТУ-10. Многочисленными исследованиями показано, что эффективность применения передвижных кормораздатчиков повышается с увеличением поголовья животных, а, следовательно, и с увеличением годового объема работ по раздаче кормов [72, 83]. Однако, кормораздатчики моделей типа КТУ-10А, РММ-5, и

КСА-5Б предназначены для раздачи только предварительно измельченных стебельных кормов или кормовых смесей, приготовленных на их основе, а также с помощью раздатчиков-смесителей моделей типа РСП-10, посредством которых можно готовить кормовые смеси из исходных компонентов, загружаемых в него только с помощью специальных питателей-дозаторов. Таким образом, применение вышеприведенных моделей машин в автономном варианте оказывается невозможным.

Для измельчения и загрузки отдельных видов стебельных кормов в кормораздатчик предусмотрено использование погрузчиков модели ПЭ, измельчителей моделей ИРТ-165, ИРТ-80, а также ряда других моделей технических средств данного назначения. Однако, для получения качественных кормовых смесей и загрузки их в кормораздатчик на ферме КРС требуется специальный кормоцех с соответствующим комплектом оборудования и технических средств, различного функционального назначения.

Все это ведет к повышению затрат труда и средств на производство животноводческой продукции. Поэтому применение поточных технологических линий приготовления и раздачи кормов, содержащих большой набор машин, может быть экономически оправданным только на фермах с большим поголовьем скота.

Однако, в Российской Федерации насчитывается более 20,4 тыс. малых (до 100 коров) молочных ферм, что составляет 20 % к общему их числу. Имеется также большое количество ферм с поголовьем от 100 до 400 коров, на которых годовой объем работ по приготовлению и раздаче кормов незначителен. Применение существующих моделей кормораздатчиков с соответствующим набором машин, резко повышает затраты труда и средств, а следовательно, и себестоимость производимой на ферме продукции. Многолетний опыт работы малых ферм, в условиях рыночной экономики показывает их высокую экономическую эффективность, так как занятые трудом на этих фермах работники стремятся до минимума сократить затраты на производство своей продукции. Однако на сегодняшний день, на малых и не типовых фермах, широко исполь-

зуются ручной труд, в связи с отсутствием требуемого комплекта машин, способного обеспечить высокий уровень механизации производственных процессов на таких фермах. В то же время, здания таких малых ферм имеют узкие кормовые проезды и небольшую высоту, что препятствует перемещению существующих моделей кормораздатчиков внутри них. В этой связи тяжелые условия труда на малых и не типовых фермах КРС являются серьезным препятствием при создании фермерских хозяйств [140, 150].

В то же время для ферм малого размера актуальной остается проблема приготовления гранулированных и брикетированных комбикормов-концентратов, а также ЗЦМ на основе местного сырья.

Данная проблема оказывается решаемой при наличии так называемых гибких технологий и производственных линий, обеспеченных техническими средствами модульно-блочного типа с определённой степенью унификации.

Таким образом, проведенным анализом установлено, что существующие на сегодняшний день технические средства не являются технологически гибкими и универсальными в отношении размера ферм, зональных условий ландшафтного и климатического характера, не учитывают особенностей, связанных со структурой стада.

При этом, имеющиеся в распоряжении товаропроизводителей средства механизации обладают низкой степенью унификации. Это в свою очередь определяет низкий уровень механизации процессов, связанных с обслуживанием животных и, в первую очередь, системы механизированного кормления КРС на предприятиях малой и средней производственной мощности.

В этой связи, создание многофункционального малогабаритного мобильного агрегата, обеспечивающего самозагрузку своего бункера различными видами кормов, их перемещение и доставку к месту раздачи, раздачу кормов с одновременным приготовлением кормовых смесей, а также малогабаритных агрегатов блочно-модульного типа для приготовления гранулированных комбикормов-концентратов и ЗЦМ является актуальной проблемой, решение которой, для нашей страны, имеет важное народнохозяйственное значение.

Степень разработанности темы. Проблеме создания высокоэффективной технологической системы механизированного кормления животных посвящены исследования В.Р. Алешкина, А.В. Бурмаги, А.И. Завражного, Б. Г. Зиганшина, С.А. Иванова, В.Г. Кобы, Ю.Б. Куркова, Г.М. Кукты, В.И. Курдюмова, С.В. Мельникова, В.В. Самуйло, У.К. Сабиева, В.В. Садова, Д.П. Сысоева, И.Я. Федоренко, В.Ю. Фролова, Г.П. Юхина и других учёных.

Однако, до настоящего времени не решена проблема повышения эффективности функционирования системы механизированного кормления КРС в условиях малых ферм, за счёт снижения энергоёмкости и металлоёмкости применяемого оборудования, при соответствующем повышении уровня механизации отдельных процессов.

В этой связи создание технических средств, адаптированных к условиям малых ферм является важной народнохозяйственной проблемой, на решение которой и направлена данная работа.

Исследования по теме диссертационной работы, проводились в ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ» по НТП на 2011 – 2015 гг. и 2016 – 2020 гг., тема 20 – «Система технологий и машин для животноводства Амурской области» ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ», номер регистрации № 01200503562.

Цель: снижение энергоёмкости и металлоёмкости процесса механизированного кормления крупного рогатого скота путем разработки технических средств блочно-модульного типа, адаптированных к условиям малых ферм, с обоснованием параметров и режимов их работы.

Задачи исследований:

- разработать и обосновать модель оценки затратно-энергетической эффективности функционирования технологической системы механизированного кормления КРС с техническими средствами блочно-модульного типа, адаптированных к условиям малых ферм;

- установить аналитические зависимости и математические модели, характеризующие процессы, осуществляемые техническими средствами блочно-модульного типа во взаимной связи их технологических, режимных и кон-

структивных параметров;

- получить эмпирическим путем математические модели, характеризующие взаимосвязь технологических и конструктивно-режимных параметров с выявлением их оптимальных значений в технических средствах блочно-модульного типа в виде многооперационного малогабаритного мобильного раздатчика-питателя кормов, многооперационного малогабаритного стационарного пресс-гранулятора-брикетировщика и малогабаритного многооперационного дезинтеграционно-экстракционного устройства с установлением степени сходимости теоретических и экспериментальных данных;

- провести производственную проверку основных результатов исследований и дать им технико-экономическую оценку;

- разработать рекомендации по конструированию и созданию технических средств блочно-модульного типа, адаптированных к условиям малых ферм КРС.

Научная концепция работы заключается в систематизации и обобщении имеющихся и получении новых научных знаний для проектирования технологий и конструирования инновационных технических средств, обеспечивающих реализацию процессов приготовления кормовых смесей на основе сочного и грубого кормового сырья, гранул, брикетов и ЗЦМ на основе соево-тыквенных композиций с помощью многооперационных машин блочно-модульного типа с научных позиций, характеризующих процессы, как трансформирующиеся в пространстве и времени материальные дискретно-потокосые системы.

Рабочая гипотеза заключается в том, что повышение затратно-энергетической эффективности функционирования технологической системы с техническими средствами, адаптированными к условиям малых ферм крупного рогатого скота, возможно путем разработки и создания взаимоувязанной совокупности технических средств блочно-модульного типа для подготовки, приготовления, хранения, транспортирования и раздачи кормовых продуктов на основе рациональных схем их компоновки и использования, режимы и параметры работы которых, установлены в результате выявленных многофакторных зави-

симостей теоретического и эмпирического характера.

Объект исследования – технологический процесс механизированного кормления крупного рогатого скота с помощью технических средств блочно-модульного типа, адаптированных к условиям малых ферм.

Предмет исследования – закономерности процесса механизированного кормления крупного рогатого скота с помощью технических средств блочно-модульного типа, как трансформирующейся в пространстве и времени по составу и свойствам материальной дискретно-потокowej системы, при воздействии на нее управляемых факторов.

Методы исследований. Теоретические исследования выполнены на основе принципов теории множеств и комбинаторики, теории вероятностей и матанализа, теоретической и прикладной механики.

Экспериментальные исследования реализовались с использованием метода планирования многофакторного эксперимента, физического и математического моделирования.

Данные подвергались обработке методами математической статистики на ПЭВМ («Statistika-7.0»).

Теоретическая и практическая значимость. Получены аналитические зависимости и выражения, позволяющие на стадии проектирования процессов приготовления кормов и кормовых смесей в условиях малых ферм с помощью многооперационных технических средств блочно-модульного типа проводить технико-экономические и инженерные расчеты с целью оценки затратно-энергетической эффективности предложенных технологий, а также обоснованный выбор новых способов, параметров и режимов технических средств по приготовлению кормовых смесей, гранул и брикетов, а также ЗЦМ.

В процессе исследований обоснованы подходы по рациональной компоновке и выбору технических средств блочно-модульного типа в системе механизированного кормления КРС, адаптированных к условиям малых ферм с режимами и параметрами, обеспечивающими им относительно высокую технико-экономическую эффективность функционирования.

Основные результаты исследований внедрены в ООО «СоТех»,

ООО «Симбирская», КФХ Шкурпет Александр Геннадьевич, КФХ Курникова Галина Николаевна, ООО «МиСАгро», рассмотрены, обсуждены и получили положительные заключения на заседаниях экспертных комиссий по внедрению в АПК Амурской области научно-технических разработок и передового опыта Белогорского, Мазановского, Октябрьского, Свободненского и Серышевского муниципальных округов Амурской области с рекомендацией в производство, управлением ЕАО, ГНУ ДальЗНИВИ и др.

Научная новизна:

1) обоснованная модель оценки затратно-энергетической эффективности функционирования системы механизированного кормления КРС, адаптированной к условиям малых ферм, как дискретно-поточковой системы, трансформирующейся в пространстве и времени по составу;

2) установленные аналитические зависимости и математические модели, характеризующие процессы:

– измельчения кормового сырья, послойного заполнения им бункера раздатчика-смесителя, смешивания и дозированной подачи и выдачи кормовых продуктов с помощью малогабаритного многооперационного мобильного раздатчика-питателя кормов (ММ МРПК);

– усреднения влаги, уплотнения и формирования кормовых композиций с помощью малогабаритного многооперационного стационарного пресса-гранулятора-брикетировщика (ММ СПГБ);

– извлечения питательных веществ из соево-корнеплодных композиций путем их измельчения, экстракции питательных веществ и отделения жомового остатка с помощью малогабаритного многооперационного стационарного дезинтеграционно-экстракционного устройства (ММ СДЭУ);

3) полученные экспериментально математические модели в виде адекватных уравнений регрессии, с помощью которых обоснованы оптимальные параметры предложенных технических средств блочно-модульного типа.

Основные положения, вынесенные на защиту:

– модель оценки затратно-энергетической эффективности технологической системы механизированного кормления крупного рогатого скота, адапти-

рованной к условиям малых ферм на стадии ее проектирования;

- теоретические зависимости и модели, характеризующие технологические процессы приготовления и раздачи кормов с использованием ММ МРПК, ММ СПГБ и ММ СДЭУ;

- параметры указанных технических средств блочно-модульного типа, обоснованные посредством экспериментально полученных адекватных уравнений регрессии;

- научно обоснованная совокупность технических средств блочно-модульного типа и рациональных схем выполнения производственного процесса с их помощью по механизированному кормлению крупного рогатого скота в условиях малых ферм;

- результаты производственной проверки и технико-экономической оценки предложенной совокупности инновационных технологических и технических решений, разработанных и предложенных автором на уровне изобретений.

Степень достоверности и апробация результатов. Они получены на основе известных методов проведения исследований, современной измерительной и вычислительной техники. Их достоверность обусловлена сходимостью аналитических и эмпирических данных, а также достаточной степенью апробации инновационных технических средств блочно-модульного типа в производственных условиях.

Основные результаты по материалам диссертационной работы доложены и обсуждены на тематических НПК ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ» (г. Благовещенск, 2013, 2016, 2019, 2020, 2021 гг.), на XXVI НК «Международные исследования» (г. Екатеринбург, 2014 г), на XVI региональной НПК «Молодёжь XXI века: шаг в будущее» (г. Благовещенск, 14 мая 2015 г.), международной НПК «Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях (Волгоград, 2015), Российской национальной научной конференции с международным участием (22 декабря 2017 г.). «Современные проблемы науки» (Благовещенск 2017), «Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 155-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», (Москва 2020 г.),

всероссийской (национальной) НПК «Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения», посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РФ, д.т.н., проф. Бугова Х.У. (22-23 декабря 2020 г., Нальчик), 70 научно-практическая конференция евразийского научного объединения «Итоги науки в теории и практике 2020» (24-25 декабря 2020 г. Москва); семинар «Чтение академика В.Н. Болтинского» (20-21 января 2021 г., РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва), 71 научно-практическая конференция евразийского научного объединения «Итоги науки в теории и практике 2021» (24-25 января 2021 г., Москва) научно-практическая конференция «Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона» (8-10 февраля 2021 г.).

Вклад автора в проведённое исследование заключался в формулировании научной концепции, постановке цели и задач исследований, разработке новых подходов при осуществлении теоретического анализа и получении экспериментальных данных, что позволило разработать и внедрить в производство технические средства блочно-модульного типа и рациональные схемы реализации производственного процесса механизированного кормления КРС, адаптированные к условиям малых ферм.

Публикации. Основные результаты по материалам диссертационной работы опубликованы в 81 работе, в том числе 5 статей в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных Web of Science и Scopus; 32 – в рецензируемых изданиях по перечню ВАК Минобрнауки РФ, изданы 2 монографии, получено 28 патентов РФ на изобретения. Общий объем публикаций составляет 30 п.л., из которых личный вклад автора – 28,5 п.л.

Структура и объем диссертационной работы. Структура диссертации включает введение, четыре главы, заключение, список литературы и приложения. Работа изложена на 349 страницах, в том числе содержит 65 таблиц, 90 иллюстраций, 10 приложений, список литературы, включающий 277 источников.

Глава 1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОРМЛЕНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ

1.1 Краткая характеристика исходного кормового сырья и продуктов для крупного рогатого скота, способов их заготовки, подготовки к скармливанию и трансформации в композиционные смеси

Согласно существующим подходам, традиционные корма и продукты на их основе делят на объемистые и концентрированные. Первые представляют собой грубые и сочные, а вторые – продукты растительного и животного генеза, минеральные подкормки и кормовые добавки различного синтеза, комбинированные и ряд других. Авторская классификация традиционных видов кормов приведена на рисунке 1.1.

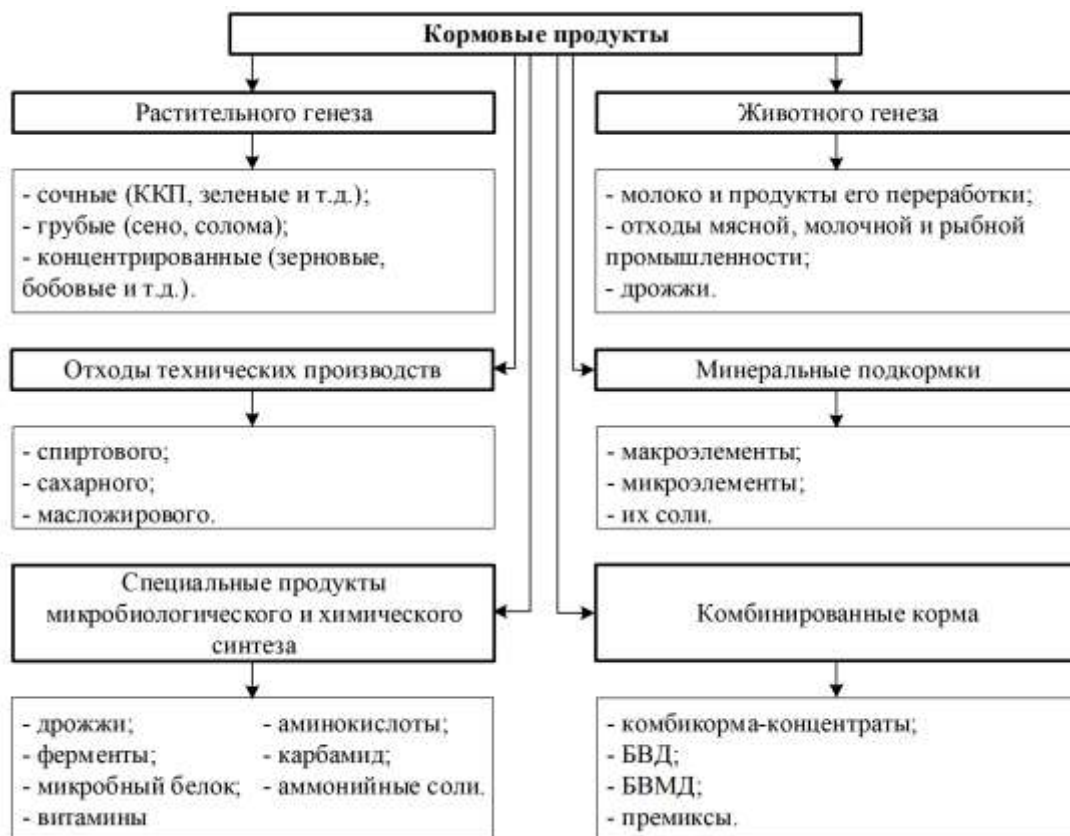


Рисунок 1.1 – Схема классификации основных видов традиционных кормовых продуктов

К кормовым продуктам растительного генеза относят растительность природных и искусственных лугов и пастбищ, культуры так называемого «зеленого конвейера», отходы от переработки плодов и овощей. В сочно-зеленых кормовых продуктах и сырье (в расчёте на сухое вещество) может содержаться: белков 9...18 %, клетчатки 14...30, жира 4...5, БЭВ 35...50, минеральных веществ 9...11 %, что делает их традиционно незаменимыми.

Кормовые продукты животной природы отличаются от растительных кормовых продуктов и сырья отсутствием клетчатки и углеводов, а также высоким содержанием полноценного белка, с наличием в нем незаменимых аминокислот и цианокобаламина, что позволяет использовать их в виде белковых добавок.

Побочную продукцию технического производства в виде остатков рекомендуют использовать в кормлении животных и птицы (отходы хлебозаводов, пекарен, предприятий кондитерской промышленности и ряда других), как дополнительный источник высокоценных питательных веществ.

Минеральные подкормки готовят и используют в виде солевых брикетов, содержащих макро- и микроэлементы в определенных дозовых количествах, что требует определенных затрат.

Продукты микробиологического синтеза в виде витаминных препаратов рекомендуют вводить в рационы сельскохозяйственных животных путем включения в состав комбикормов концентратов витамина А и β-каротина, а также кормовых дрожжей.

Продукты химического синтеза включают в рационы для сокращения дефицита белков путем использования небелковых азотистых соединений, таких как: мочевины, аммонийные соли, аммиачная вода. Однако, они токсически небезопасны, поэтому их замена, например, на соевые добавки, является рациональным подходом.

Комбинированные корма и кормовые добавки в виде однородной смеси кормового сырья (зерна, отрубей, кормовых продуктов животного генеза, минеральных кормовых продуктов и др.) и микродобавок, рекомендуется готовить

по научно разработанным рецептурам, так как в этих кормовых средствах нет полного набора необходимых питательных веществ [8, 71, 152, 153].

Традиционно кормовые добавки делят на: белково-витаминные; белково-витаминно-минеральные; карбамидный концентрат; амидоконцентратные (АКД), а так же минеральные на основе известковой муки, туфа, гарныша, кормового фосфата и т.д., которыми обогащают кормовые рационы животных при следующих требованиях: известковую муку готовят из чисто-белых известняков, без земли и песка, а их измельчение проводят на дробилках до необходимого размера [29, 152].

Известковый туф, или гажа, как продукт естественной природы, представляет собой минерал желтоватого цвета с 32 % кальция, который скармливают в просеянном виде.

Гарныш в виде мягкой разновидности известняка его используют в том случае, если содержание фтора не превышает 0,1 %, а мышьяка – не более 0,005 %.

Исследованиями В.В. Алимова (1973) показано, что применение известняков позволило повысить среднесуточные приросты подсвинков на 14 % и сбалансировать соотношение кальция и фосфора. Такие же результаты получены при кормлении телят смесями на основе известково-фосфорной муки в количестве 30-50 г в сутки на голову.

Мел в широких масштабах используют, как кальциевую добавку для всех видов животных и птицы.

Травертин также является ценной минеральной добавкой, добываемой из минеральных отложений водных целебных источников

Обесфторенный фосфат представляет собой минеральную добавку без запаха, содержащую кальция – 34 %, фосфора – до 18 %.

Фтор, в малых дозах содержащийся в растительных кормах, как микроэлемент биологически необходим для жизнедеятельности организма. Крепость зубов и костяка во многом зависит от количества поступающего в организм фтора.

На основании проведенных исследований рекомендуется обесфторенные кормовые фосфаты вводить в рацион с большим количеством силоса, как дополнительный источник кальция и фосфора.

Муку из костей готовят измельчением обезжиренных костей путем последовательного двухстадийного удаления жира, обезвоживания, калибровки и получения из них муки.

Кормовой преципитат получают из костей и отходов при приготовлении желатина, с последующим применением его балансировании кормовых рационов для поросят (отъемышей и откормочников), а также на птицеводческих фермах.

Кормовой монокальцийфосфат обычно применяют для балансирования рационов жвачных животных по фосфору, с их приучением в течение десяти дней. В чистом виде данную кормовую добавку животным не дают, а хранят его в обязательно сухом помещении.

Диаммонийфосфат представляет собой белый кристаллический порошок, с запахом аммиака, при наличии фосфора до 23 %, азота до 20 %, мышьяка до 0,012 % и фтора до 0,2 %. Скармливают его только жвачным животным как фосфорно-азотную минеральную добавку.

Кормовой моноаммонийфосфат – белый кристаллический порошок, содержащий фосфора не менее 26 и азота 11 %. Скармливают жвачным животным для восполнения в рационах недостающих фосфора и протеина.

Фосфат мочевины – кристаллическая соль, содержащая до 30 % азота и 13,1 % фосфора, полностью растворимая в воде. Считается, что скармливание молодняку крупного рогатого скота фосфата мочевины экономически выгодно.

Кормовой моносодийфосфат – белый с желтизной порошок, включающий фосфор до 25 % и натрия до 11 %.

Соли микроэлементов в животноводстве применяют в виде следующих добавок:

– сернокислое железо закисное, которое используют как микродобавку в составе рационов молодняку животных для исключения анемии;

- сернокислая медь, (медный купорос), которую применяют как микродобавку в составе рационов также исключения анемии;
- хлористый кобальт – порошок, содержащий до 24 % кобальта, который можно заменить сернокислым, углекислым или уксуснокислым кобальтом;
- сернокислый цинк или сульфат цинка, который применяют как микродобавку в составе рационов животных всех видов для профилактики дефицита цинка;
- сернокислый марганец или сульфат марганца, который применяют как микродобавку в составе рационов всех видов животных, в том числе птиц;
- йодистый калий или йод калия – бесцветные кубические кристаллы, хорошо растворимые в воде. Применяют в качестве микродобавки к рационам животных всех видов. Может быть заменен йодом натрия или йодноватокислым калием;
- поваренная соль, содержащая до 30 % натрия и до 57 % хлора, недостаточное скармливание которой отрицательно сказывается на состоянии животного;
- йодированная соль, которая обогащается разными микроэлементами;
- хлорид калия или хлористый калий, который применяют для балансирования рационов по калию, в том числе и заменителей молока для поросят раннего отъема;
- окись магния в виде белого аморфного порошка, нерастворимого в воде, содержит 60 % магния, до 0,02 % хлора, до 0,15 % – кальция и до 0,015 % железа. Используется для балансирования кормовых рационов, в которых имеется дефицит магния;
- карбонат магния основной (белая магнезия) в виде легких белых кусков или рыхлого аморфного порошка, малорастворимого в воде, содержит до 25 % магния.

Рецептура солевых брикетов представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Данные по нормам скармливания минеральных подкормок, г/голову [152]

Группа животных	Мел кормовой	Мука костная	Костная зола
Коровы дойные	50-250	60-200	60-200
Коровы сухостойные	40-200	50-150	40-150
Быки-производители	50-100	50-100	50-100
Молодняк крупного рогатого скота до года	10-50	15-20	15-40
Молодняк крупного рогатого скота старше года	50-100	40-90	40-90

Амидоконцентратные добавки (АКД) готовят путем связывания зерен крахмала злаковых с карбамидом за счет термообработки и давления с помощью экструдера. Их доза для взрослых животных составляет до 1000 г в сутки, в смеси с концентратами, а для бычков – до 50 г карбамида на 100 кг массы, т.е. до 250 г АКД, при этом к поеданию АКД животных приучают постепенно ввиду их потенциальной токсичности [84, 93]. В то же время, карбамид не содержит аминокислот.

Основными из аминокислот белка, являются незаменимые, а их поставщиком может служить только соя, а также в меньшей степени другое белковое сырье.

Известен также состав АКД для кормления молодняка КРС (рецепт БВД № 65-1-89) с включением в нее ячменной дерти до 37,0 %, торфа до 38,0 %, карбамида до 20,0 % и бентонита натрия до 5 %.

Согласно данным д.с.х.н., профессора Крохиной В.А. и других ученых, включение в состав АКД торфа дает экономию до 375 кг зерна/на тонну корма.

Выращивание бычков массой до 450 кг при количестве АКД 0,5 кг/сутки позволило получить до 1,0 кг прироста или на 65 г/сутки больше, чем в контрольной группе [152]. Как установлено анализом, данные подходы не решают в полной мере проблемы полноценного кормления скота.

Таким образом, многообразие видов кормового сырья, особенно в регионах РФ со своими специфическими условиями, требует гибких схем реализации процессов по их заготовке, хранению и использованию в условиях малых ферм КРС.

1.2 Сравнительный анализ известных компоновочных схем технологических линий по получению и раздаче кормовых продуктов на фермах крупного рогатого скота

В настоящее время в РФ проблема повышения эффективности использования питательных свойств рациона является актуальной также и для животноводческих предприятий малой и средней производственной мощности, которые в условиях импортозамещения должны обеспечить свой вклад в решение продовольственной проблемы. Решение данной проблемы может быть достигнуто путем использования в рационах многокомпонентных кормовых смесей. Такое использование ведет к снижению расхода кормовых ресурсов и обеспечивает увеличение продуктивности животных и производства продукции [84].

Анализ работы животноводческих предприятий как российских, так и зарубежных, показал, что одним из основных условий снижения затрат труда и средств на получение продукции животноводства и птицеводства является применение поточных линий (ПТЛ), обеспечивающих выполнение процессов приготовления и выдачи кормов [140, 142, 149, 150, 157, 270].

Следовательно, разработка новых компоновочных схем и создание на их базе поточных линий приготовления и выдачи кормов и кормовых смесей является перспективным трендом в направлении снижения материальных затрат, при одновременном повышении уровня механизации предприятий малой и средней производственной мощности.

Известные в настоящее время компоновочные схемы ПТЛ приготовления и выдачи кормовых смесей на животноводческих предприятиях могут быть представлены как:

1. Кормовой склад – кормоцех – перемещение кормов техническими средствами и устройствами стационарного типа;
2. Кормовой склад – кормоцех – перемещение мобильными раздатчиками – выдача кормовой смеси стационарными техническими средствами и устройствами;

3. Кормовой склад – кормоцех – перемещение кормовой смеси стационарными средствами и устройствами – выдача раздатчиками ограниченной мобильности (электрифицированными);

4. Кормовой склад – кормоцех – перемещение и выдача кормовой смеси мобильными кормораздатчиками и устройствами;

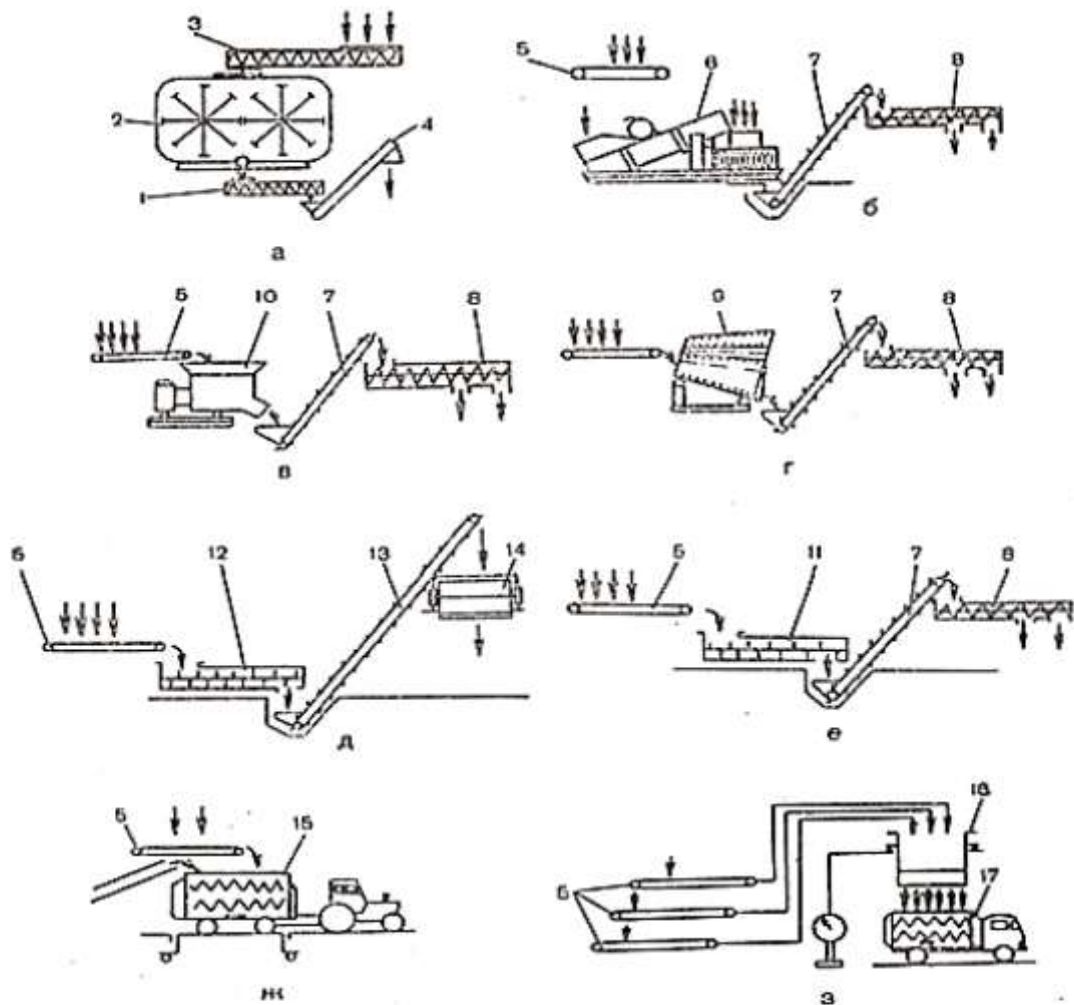
5. Кормовой склад – кормоцех – перемещение, окончательное перемещение и выдача кормовой смеси мобильными multifunctional раздатчиками-смесителями;

6. Кормовой склад – получение и выдача кормовых смесей передвижными раздающими агрегатами.

Базовые варианты компоновочных схем линий получения и выдачи готовой кормосмеси приведены на рисунке 1.2 [134], а их состав и показатели – в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Комплектный состав и технико-эксплуатационные показатели ПТЛ смешивания и раздачи кормов для ферм КРС [82]

№ п/п схем	Состав ПТЛ	Производительность смесителя, т/ч	Установленная мощность, кВт	Масса, т	Обслуживающий персонал, чел
<i>а</i>	ШЗС-40М, С-12(2), ШВС-40М, ТС-40М, ШВ-30, КТУ-10А, МТЗ-80	4...6	88,6	17,4	3
<i>б</i>	АПК-10А с ленточным транспортером, ТС-40М, ШВ-30, КТУ-10А, МТЗ-80	10...15	113,4	9,8	2
<i>в</i>	КОРК-15.05.01, ИСК-3 с выгрузным транспортером, ШВ-30, КТУ-10А, МТЗ-80	10...15	95,4	8,9	2
<i>г</i>	ТЛ-65, СН-100, ТС-40М, ШВ-30, КТУ-10А, МТЗ-80	15...25	63,6	8,6	2
<i>д</i>	ТЛ-65, С-30, ШП-П13-12, ШВ-30, КТУ-10А(2), МТЗ-80	20...30	68,4	11,7	2
<i>е</i>	ТЛ-65, С-30, ШП-П13-12, БВК-20, КТУ-10А(2), МТЗ-80	25...35	67,3	13,2	2
<i>ж</i>	ПЭ-0,8Б, РСП-10, МТЗ-80, АЦ-10	6...11	102	10,1	1
<i>з</i>	ТЛС-70, ТЛС-30, ТЛР-30, АРС-10, БВК-20	30...50	131,6	14,1	2



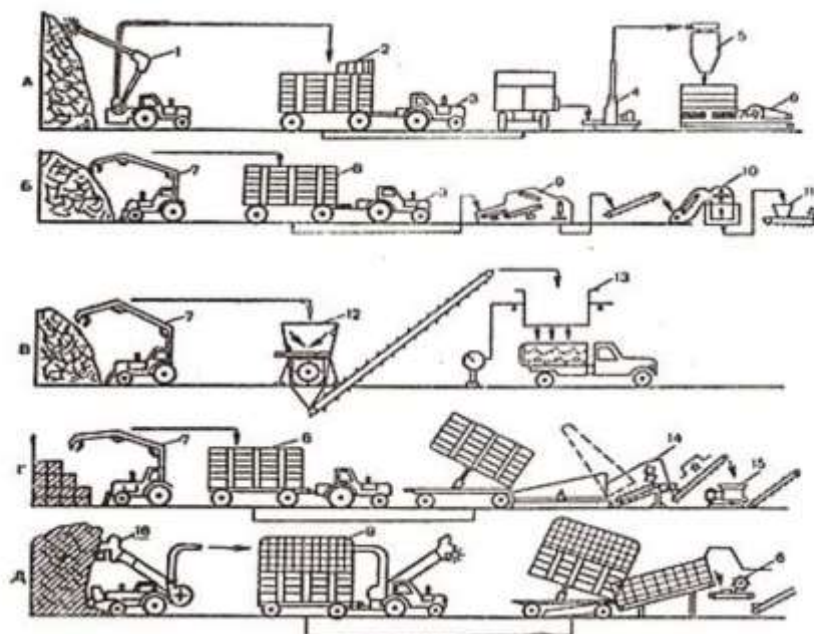
- 1 – шнек ШВС-40М; 2 – смеситель-запарник; 3 – шнек ШЗС-40М;
 4 – транспортер скребковый; 5 – транспортер ленточный сборный; 6 – агрегат АПК-10А;
 7 – транспортер выгрузной; 8 – транспортер распределитель;
 9 – смеситель барабанный СН-100; 10 – измельчитель-смеситель;
 11, 12 – смеситель лопастной С-30; 13 – транспортер ленточно-скребковый;
 14 – бункер накопитель; 15 – раздатчик-смеситель прицепной;
 16 – бункер-дозатор весовой БВК-20; 17 – раздатчик-смеситель автомобильный

Рисунок 1.2 – Конструктивно-технологические схемы по основным сравнительным вариантам их компоновки ПТЛ получения и выдачи многокомпонентных смесей КРС

Однако, базовой, в системе механизированного приготовления смесей на предприятиях КРС, была и остается ПТЛ обработки грубых кормов.

На рисунке 1.3 приведены основные варианты компоновочных схем линий получения подготовленных грубых кормов. В таблице 1.3 представлен структурный состав, а также сравнительные характеристики по соответствующим

щим показателям [83].



- 1 – погрузчик кормов ПСК-5А; 2 – кормораздатчик КТУ-10А; 3 – трактор МТЗ-80;
 4 – измельчитель ИГК-30Б; 5 – циклон; 6-бункер-дозатор ПДК-10 (БДК-Ф-70-20);
 7 – погрузчик ПЭ-0,8Б; 8 – прицеп 2ПТС-4-887АН; 9 – питатель дозатор стебельчатых
 кормов (НПО «Казсельхозмеханизация»); 10 – измельчитель ДИК-100; 11-дозатор ДСК-10;
 12 – дробилка-измельчитель ИРТ-165 (ИРТ-80); 13 – дозатор БВК-20; 14 – питатель-
 загрузчик кормов ПЗМ-1,5М (ПС-Ф-6); 15 – измельчитель-смеситель ИСК-3;
 16 – погрузчик-измельчитель соломы ПС-Ф-5

Рисунок 1.3 – Конструктивно-технологические схемы известных вариантов линий по приготовлению и выдаче соломы

Известные и существующие на сегодняшний день линии (рисунок 1.3 и таблица 1.2) по месту получения смеси, соответствующего рецептурного состава, подразделяют: первый, согласно которому смесь готовится в кормоприготовительных цехах и вторая – путем применения специального раздатчика-смесителя.

Применение того или иного технического средства, в таких ПТЛ, зависит от большого количества факторов. Однако, экономический результат производства продукции животноводства на фермах и комплексах КРС, особенно на малых, в основном зависит от корректного выбора наиболее адаптированных к конкретным условиям способов трансформации кормового сырья, а также тех-

нических средств и оборудования для их реализации.

Таблица 1.3 – Сравнительные показатели ПТЛ для механизированной подготовки соломы на предприятиях КРС [83]

Состав поточной линии	Производительность, т/ч	Мощность, кВт	Обслуживающий персонал, чел	Масса, т
А. ПСК-5А, КТУ-10А, МТЗ-80, ИГК-30Б (ИГК-Ф-4), ЦОЛ-6, ПДК-10	0,5...3	152	3...5	15,9
Б. ПЭ-0,8Б, МТЗ-80, 2ПТС-4М, МТЗ-80, ДИК-100, питатель-дозатор с магнитной очисткой	0,5...5	293	3	25,4
В. ПЭ-0,8Б, МТЗ-80, ИРТ-165, БВК-20, АРС-10, Т-150К	3...6	297	3	27,1
Г. ПЭ-0,8Б, МТЗ-80, ИРТ-80, РСР-10, (ПРММ-5), МТЗ-80	3...5	178	3	12,3
Д. ПЭ-0,8Б, МТЗ-80, 2ПТС-4, МТЗ-80, ПЗМ-1,5М (ЛИС-03.01), АВБ-04.00, ИСК-3	0,5...3	244,7	3	22,4
Е. ПС-Ф-5, МТЗ-82, 2ПТС-4-887АН, ПДК-10	3...5	63	2	11,6

В то же время, технико-экономическая эффективность функционирования таких ПТЛ, в целом, зависит от качества и надежности работы отдельных технических средств и оборудования. Технические средства и оборудование, применяемые в составе линии должны обеспечивать выполнение операций по заданному технологическому процессу, с допустимым показателем неоднородности смеси, а дозированную выдачу корма в кормушки – с допустимой неравномерностью дозирования заданной нормы, согласно рациону.

В настоящее время, относительно малых ферм КРС, существует весьма ограниченный набор технических средств и оборудования, предназначенных для реализации процессов, направленных на обслуживание животных. Это не позволяет осуществить правильный подбор экономически выгодного комплекта машин, обеспечивающих приготовление и выдачу кормовых смесей. В этой связи ПТЛ komponуют на базе существующих машин, независимо от того приносят ли они экономическую выгоду. При этом, кормовая смесь может не готовиться, а корма выдают вручную, в виде отдельно взятых сырьевых компонентов.

Известные по структурному составу ПТЛ (группы 1-6) включают такой

процесс, как загрузку кормов или кормового сырья в транспортные агрегаты или раздающие машины. Для их механизированной загрузки (группы 1-5) применяют погрузчики следующих моделей: ПГ-0.2, ПЭ-0.8Б, ПОА-1.0, ПФ-0.5, ПФП-1.2, ПФП-2, а также погрузчик блоков силоса на основе погрузчика-копновоза модели ПКУ-0.8 и др. [83]. Однако, экономически целесообразным для малых ферм является только лишь один грейферный погрузчик модели ПГ-0.2, установленный на тракторы моделей Т-25, Т-30 или шасси модели Т-16М.

Другие известные модели погрузчиков применяются с энергетическими средствами модели МТЗ, а потому имеют относительно высокую балансовую стоимость.

Подвоз кормов к кормоприготовительному цеху выполняется, как правило, тракторными прицепными тележками или же мобильными кормораздатчиками, исполняющими в то же время и роль питателей-дозаторов.

С целью получения кормов с минимально возможными затратами труда и материальных средств (группы 1-5) на предприятиях малой и средней производственной мощности в свое время, были разработаны проекты кормоцехов моделей КОРК-5 и КОРК-5-1, для приготовления рассыпных смесей на малых и среднего размера молочных фермах [83].

На предприятиях КРС, для перемещения и выдачи кормов (группа 1), используют различные модификации пневмотранспортеров, раздатчиков внутри кормушек или над кормушками моделей ТЛК-20, ТРК-20, ТРЛ-100 [89]. Согласованную работу соответствующих участков обеспечивают бункерные накопители и дозаторы, как стационарного, так и мобильного типа [34]. Правильный выбор устройств перемещения и выдачи корма обеспечивает соответствующую степень снижения себестоимости продукции животноводства только на крупных предприятиях.

Современный уровень развития животноводства и птицеводства в России и за рубежом обеспечивается имеющимися обоснованными данными о преимуществах и недостатках того или иного комплекта машин для производства и раздачи кормовых продуктов [57, 62, 97, 144, 161, 229]. Применение в техноло-

гических линиях передвижных машин (группа 4) обеспечивает определённый уровень технико-экономической эффективности получения продукции животноводства. Линия с передвижными раздатчиками имеет определенное применение на предприятиях КРС и достаточно эффективна в условиях предприятий малой и средней производственной мощности (до 100 голов). Применение передвижных раздатчиков шире, чем стационарных, так как их используют при заготовке кормов на хранение, в кормоцехах, транспортировке, а также в качестве дозаторов-питателей.

ПТЛ с передвижными раздающими машинами моделей РММ-5А, РММ-Ф-6 успешно используют в коровниках с узкими проездами. Данная ПТЛ может быть усовершенствована путем реализации процесса по схеме: кормовой склад – перемещение и дозированная выдача кормов передвижным раздатчиком [88].

Использование такой компоновочной схемы линии, позволяет осуществить процессы подготовки, перемещения и дозированной выдачи кормов по двум вариантам. И первый и второй варианты такой схемы обладают существенной практической ценностью с точки зрения их применения на животноводческих фермах малой производственной мощности.

Однако, при реализации работ по первому варианту погрузка в раздатчик силоса, сенажа или грубых кормов, производится агрегатами моделей ПСК-5.5, ФН-1.2 и ИРТ-165, что требует наличия автономно установленных измельчителей. При этом, перемещение и дозированная выдача кормов производится машинами моделей типа РММ-5А или РММ-Ф-6.

При применении второго варианта используется комбинированный агрегат типа ПРК-Ф-0.4-5 с передвижным энергетическим средством (ЭС) модели МЭС-0.6. Данное ЭС создано НИИ Нечерноземной зоны при участии Харьковского завода самоходных шасси.

Второй вариант обладает существенными достоинствами по сравнению с первым, обусловленными отсутствием необходимости в применении отдельного погрузчика кормов. В то же время, существенными недостатками приме-

ния комбинированных машин является то, что в раздатчик поступают силос и сенаж без предварительного измельчения, а также стебельные корма. Выдача не измельченных стебельных кормов приводит к высокой неравномерности выдачи, что связано с необходимостью предварительной обработки дезинтеграторами, а это усложняет компоновку линии и снижает надежность системы кормления.

Первый и второй вариант с применением передвижного раздатчика при подготовке, транспортировке и дозированной выдаче кормов имеет существенный недостаток в сравнении с ПТЛ группы 4. Эти кормораздатчики, при традиционной технологии ее использования, не позволяют готовить смесь. Использование способа послойного заполнения бункера такого агрегата компонентами смеси позволяет получить необходимую смесь [48].

Однако, общим и существенно значимым недостатком таких раздатчиков (группы 2, 3, 4) с принудительной подачей корма к кормоотделителям, является отсутствие равномерного заполнения их бункера по длине [34, 100, 101, 225, 226]. В результате, при дозировании кормов, к рабочим органам подается слой корма различной высоты и неодинаковой плотности. Разброс высоты и плотности корма приводит к выдаче разных по объему и массе рецептурно установленных порций. Более того, из-за разрушения задней части монолита, в конце периода выдачи, снижается масса корма, установленная рационом. По установленным данным неравномерность дозирования корма машинами данного типа достигает 15-40% и более, что существенно выше допустимой нормы по зоотребованиям [67, 99-101].

Для снижения показателя неравномерности загрузки емкости бункеров передвижных раздатчиков, а также соответствующих типов накопителей и дозаторов бункерных моделей, их оборудуют устройствами, обеспечивающими реализацию процесса выравнивания так называемой свободной поверхности и плотности кормового слоя в виде параллелепипеда при формировании монолита в емкости бункера или же на выгрузном рабочем органе раздатчика [67, 148].

Посредством сравнительного анализа известных ПТЛ приготовления и

раздачи кормов КРС определено, что для предприятий малой и средней производственной мощности (до 100 голов) эффективной является ПТЛ, которая обеспечивает возможность приготовления кормовых смесей. При выборе компоновочных схем таких ПТЛ необходимо учитывать, что соответствующие затраты производство продукции ниже, когда ПТЛ получения и выдачи смесей включает минимальный, но достаточный перечень устройств, машин и оборудования для их требуемого по качеству приготовления и раздачи.

Таким образом, для предприятий малой и средней производственной мощности (до 100 голов) оптимальным является вариант с использованием ПТЛ для получения и выдачи смесей, которые имеют в своем структурном составе лишь один многофункциональный передвижной агрегат. Однако такой агрегат должен выполнять все операции, составляющие основной набор: погрузку, дезинтеграцию сырьевых компонентов, составляющих кормовую смесь, равномерное заполнение емкости бункера слоями, а также получение однородной по составу кормовой смеси в процессе выдачи составных кормовых компонентов в кормушки животным.

1.3 Сравнительный анализ и классификация существующих конструкций и компоновочных схем раздатчиков-смесителей кормов, технических средств, применяемых для получения продуктов прессованно-формованной структуры и заменителей цельного молока, используемых на фермах крупного рогатого скота и способов их приготовления на основе местных сырьевых ресурсов

При сравнительном анализе были проведены расчеты по энергоемкости и металлоемкости процессов смешивания и раздачи кормов для ферм КРС, а также подготовки соломы, для вариантов комплектов оборудования, согласно данным, представленным в таблицах 1.2 и 1.3 (подраздел 1.2).

Так, согласно приведенным расчетам для вариантов а-з, установлено, что

совокупная энергоемкость по техническим средствам, для традиционных компоновочно-технологических схем (с кормоцехом, КТУ-10 или стандартными раздатчиками) находится в пределах от $2,243 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ до $17,720 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ и это только по процессу смешивания кормов.

В то же время, для схем с использованием раздатчиков-смесителей модели РСР-10 (прицепного), энергоемкость их работы составляет $12,0 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, а для модели АРС-10 (автомобильного) $3,275 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$.

При этом, металлоемкость (отношение массы технических средств к производительности ПТЛ, $\text{т}/(\text{т}/\text{ч})$) составляет:

- для традиционных вариантов – $0,430\text{--}3,480 \text{ т}/(\text{т}/\text{ч})$ при количестве операторов – 2 и 3 человека;
- для ПТЛ с РСР-10 – $1,188 \text{ т}/(\text{т}/\text{ч})$ при одном операторе;
- для ПТЛ с АРС-10 – $0,3552 \text{ т}/(\text{т}/\text{ч})$ при двух операторах.

Расчеты, проведенные по данным, представленным в таблице 1.2, показывают, что процесс подготовки соломы к скармливанию, с помощью традиционных ПТЛ требует использования обслуживающего персонала в количестве от двух до пяти человек.

При этом, энергоемкость рабочего процесса оборудования ПТЛ находится в пределах от $14,0$ до $139,428 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, а металлоемкость – от $3,075$ до $9,230 \text{ т}/(\text{т}/\text{ч})$.

В то же время, энергоемкость ПТЛ с использованием раздатчика-смесителя АРС-10 составляет $66,0 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, при металлоемкости – $6,022 \text{ т}/(\text{т}/\text{ч})$, а для РСР-10 – $44,5 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ при металлоемкости, равной $3,075 \text{ т}/(\text{т}/\text{ч})$.

Для зарубежных вариантов, с использованием раздатчиков-смесителей аналогичной производительности, снабженных фрезерными погрузчиками-

измельчителями, эти показатели соответственно составляют:

$$- 0,835 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}} \text{ и } 0,083 \text{ т/}(\text{т/ч}) (\text{Венгрия, модель МКК-7,5});$$

$$- 0,900 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}} \text{ и } 0,05 \text{ т/}(\text{т/ч}) (\text{США, модель Farmhand-210}).$$

При этом, анализом современного уровня и существующих направлений в создании кормоприготовительных и раздающих машин и агрегатов, по опубликованным данным отечественных и зарубежных исследований, установлено, что широкое использование на предприятиях КРС малой и средней производственной мощности получили раздатчики-смесители с емкостью бункера от 4 до 7 м³, произведенные по различным компоновочным решениям и конструктивно-технологическим схемам [9, 88, 229, 230, 259-264]. Такое разнообразие определено многочисленными факторами, основополагающими из которых являются виды животноводческих зданий и сооружений, зональные отличия, способы содержания КРС, а также изысканием таких технических и технологических решений, которые обеспечивали бы повышение технико-экономической эффективности процессов получения качественной кормовой смеси и ее дозированной раздачи.

Широко используемая за рубежом в составе ПТЛ приготовления и выдачи смесей конструкция раздатчика для предприятий КРС малой производственной мощности – прицепной смеситель-раздатчик с малым объемом бункера [9, 101, 142, 273, 274].

Отличительной особенностью машин данной модели типа «Oswalt», производимых фирмой «Y-Star Yndustries, Yno» является наличие у него четырех винтовых шнеков, предназначенных для перемешивания исходных кормовых компонентов.

Камера смешивания бункера раздатчика обработана специальным пластиковым покрытием по типу состава «Guff Glide», посредством которого уменьшаются затраты на трение в бункере, а также износ сопредельных со шнеком поверхностей, снижаются затраты на перемешивании в пределах 25%,

исключается коррозионный процесс. Машины такой модели производят по трем вариантам: навесные на автомобильные шасси, передвижные, агрегатируемые трактором и стационарно установленные. Емкость их бункера составляет от 15 до 19 м³. Равномерность дозирования компонентов достигается с помощью электронных весов с ЭВМ.

Модели машин типа 2400/6 или 3200/8 и Boxer Universal, производимые фирмой «Walker Technik», помимо осуществления процессов смешивания, доставки и выдачи кормов, загружаются посредством имеющегося у них фрезерного барабана. Достоинством данных конструкций является наличие возможности регулировки расположения по высоте выгрузного лотка и электронных весов. Присутствие измельчающих элементов на нижних шнеках в моделях 2400/6 и 3200/8 обеспечивает доизмельчение исходных стебельных компонентов в составе смеси. Смесители-раздатчики модели «Boxer Universal» представлены четырьмя модификациями. Сравнительные технические характеристики смесителей-раздатчиков данной модели представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Сравнительные показатели машин-миксеров фирмы «Walker Technik» для предприятий КРС малой и средней производственной мощности

Показатели	Mod. 2400/6	Mod. 3200/8	Boxer Universal			
			Mod. 70	Mod. 95	Mod. 120	Mod. 150
Объем бункера, м ³	6,00	8,00	7,0	9,5	12,0	15,0
Потребляемая мощность, л.с.	не менее 45	не менее 50	60	70	80	90
Высота погрузки, м	3,8	4,3	4,2	5,0	6,0	6,0
Длина фрез барабана, м	1,38	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Продолжительность выемки и погрузки кормов, мин.	5-10	5-10	–	–	–	–
Нормальная высота выгрузки, м	0,60	0,60	0,50	0,55	0,60	0,60
Ширина колес, мм	-	-	1670	1770	1800	1800
Габаритные размеры, мм	4750× 2150× 2400	5150× 2500× 2500	5150× 1980× 2550	5680× 2180× 2800	6320× 2180× 2870	7320× 2180× 2870
Масса, кг	2600	3700	3400	4100	5150	6020

Широкое распространение получили на фермах КРС погрузчики-

смесители-раздатчики фирмы «Distributique Anderuan» технические характеристики которых представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Сравнительные показатели машин-миксеров фирмы «Distributique Anderuan» для предприятий малой и средней производственной мощности

Показатели	Mixtor-4050	Mixtor-6050
Грузоподъемность, кг	-	4000...5000
Емкость бункера, м ³	4	6
Максимальное расстояние разбрасывания подстилки, м	18	18
Потребляемая мощность, л.с.	55/60	50/60
Габаритные размеры, мм:		
длина	3600	4200
ширина (на уровне колес)	2300	2350
высота	1800	3200
Масса, кг	1870	2500

Ирландское предприятие «Keenan» осуществляет поставку смешивающе-раздающих устройств, которые надежны и просты по конструкционному исполнению. Фирма изготавливает кормосмесители-раздатчики со смешивающим рабочим органом типа «мотовило».

Предприятие выпускает пять моделей таких машин марки «Kompakt», два типа 70 и 90 из которых используются в животноводческих помещениях с узкими проездами. Смеситель загружается трактором с фронтальным погрузчиком, в виде гидрофицированного захвата. Смесители модели «Easi Feeder» поставляют с навешенным подъемником.

Смесители снабжены двигателями, а тракторы – погрузчиками, поэтому смешивание корма и его раздача выполняется одним оператором. Смеситель модели «Kompakt-100» (таблица 1.6) рассчитан на обслуживание 220 коров и 360 телят при использовании энергетического транспортного средства мощностью сорок пять киловатт.

Основным условием высокоэффективного использования машин в виде смесителей-раздатчиков является наличие требуемой степени измельчения исходного сырья. Учеными Канадского аграрного института доказано, что требуемая длина частиц во фракциях для силоса должна составлять 4-6 мм, а для се-

нажа – 10-11 мм. В то же время по данным института МЕММИ (Венгрия), при их длине более 30 мм, равномерность раздачи снижается и при длине более 40,00-50,00 мм составляет 20,00-30,00%, что существенно выше зоотехнической нормы.

Таблица 1.6 – Сравнительные технические показатели работы «Компакт» в условиях ферм КРС

Тип	70	90	80	100	140
Вместимость, м ³	7,00	9,60	7,50	10,00	14,00
Длина, м	4,80	5,75	4,45	8,00	5,75
Ширина, м	2,05	2,05	2,50	2,55	2,80
Ширина при кормораздаче, м	2,05	2,05	2,90	2,95	3,60
Высота подачи корма, м	-	-	1,10	1,13	1,15

Основные показатели эффективности машин, приведенных зарубежных предприятий-производителей, представлены в таблице 1.7 [277].

Таблица 1.7 – Основные показатели машин-миксеров зарубежного производства для предприятий КРС малой и средней производственной мощности

Фирма-изготовитель	Бункер		Диаметр шнека, мм		масса корма, т	продолжительность смешивания в бункере, мин.	ширина выгрузного транспортера, мм	продолжительность раздачи корма, мин.	подача корма в кормушку, кг/пог. м	потребляемая мощность, кВт	Масса, т	
	объем, м ³	габаритные размеры, м	нижнего	верхнего							раздатчика	бункера
Мозенер (Венгрия)												
ТАК-7	7,0	3×2×1,6	600	400	2,0	4-5	750	2,67	22,7	29,9	3130	2600
МКК-7,5	7,5	3×2,33×1,7	600	400	2,2	4-6	750	1,94	16,3	33,4	3330	2800
Batler Osvalt (США)												
Н-180	5,1	3,305×1,788×1,340	508	254	1,7	3-5	750	3,26	15,8	26,4	2240	1710
Farmhand (США)												
140	4,0	2,5×1,8×1,4	406	254	1,5	3-4	610	3,30	11,2	20,0	2130	1600
280	7,8	3,1×2×1,7	609	406	2,4	5-7	710	4,88	18,8	38,9	3140	2600
Mixer Blender (Италия)												
В-12	7,5	3×2,51×1,7	609	400	2,3	4-7	762	4,05	17,2	29,5	3175	2645
Schwartz (США) 750	5,1	3,6×1,828×1,384	508	406	1,7	3-5	762	3,01	16,1	28,1	2490	1960
Farmhand (США) 210	6,0	3×1,9×1,5	609	406	1,9	4-7	710	2,90	16,2	36,0	2539	2000

На основе анализа конструкций смесителей-раздатчиков и их компоновочных схем, Резником Е.И. [141, 142] показано, что для условий предприятий

КРС малой и средней производственной мощности (на 180-200 голов) рационально применение прицепных агрегатов со смешивающим бункером объемом 5-7 м³, снабженных захватом с гидроманипулятором, выполненным по схеме с выгрузкой в передней части бункера.

Схема классификации известных конструкций таких машин приведена на рисунке 1.4.

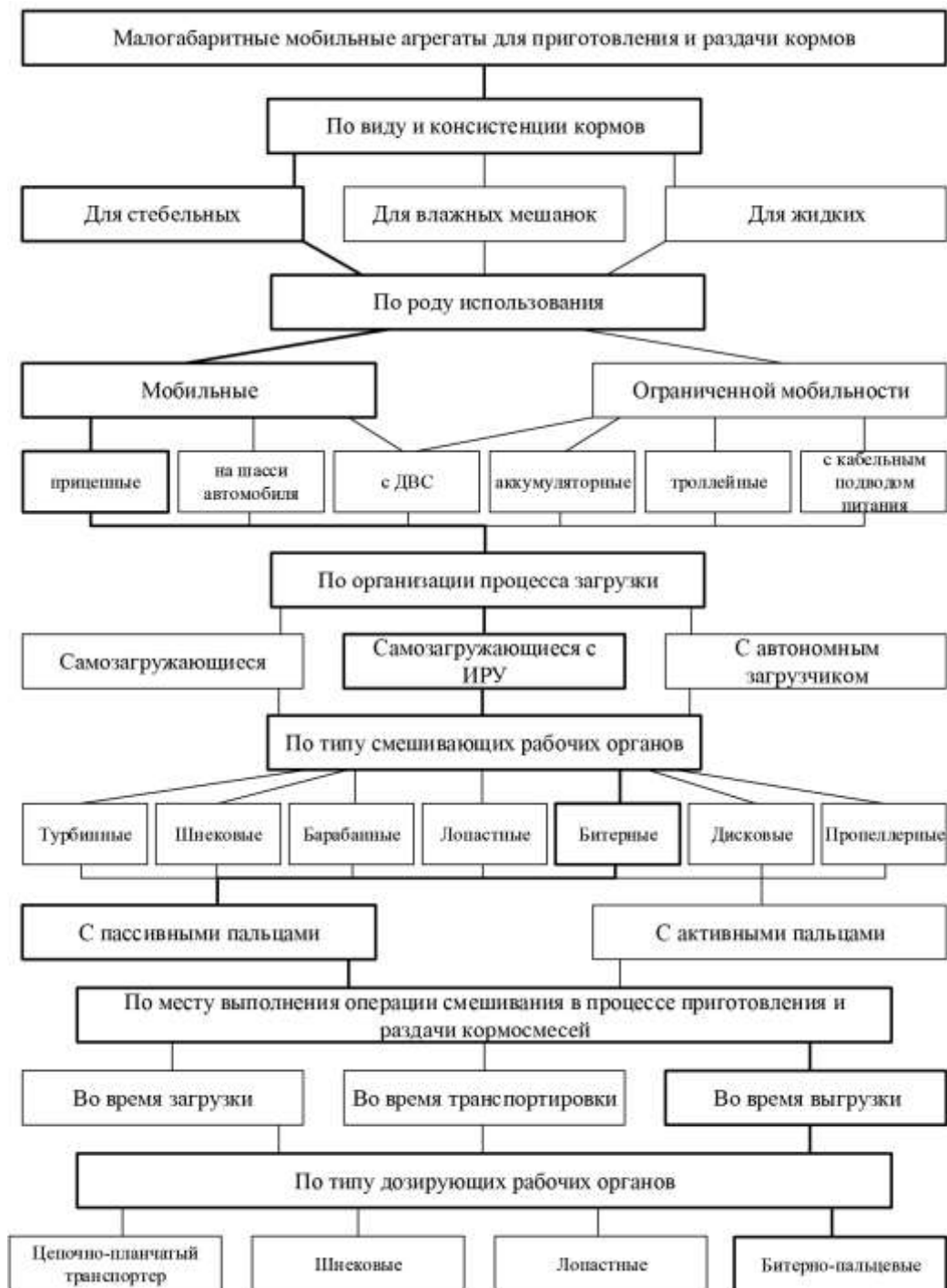
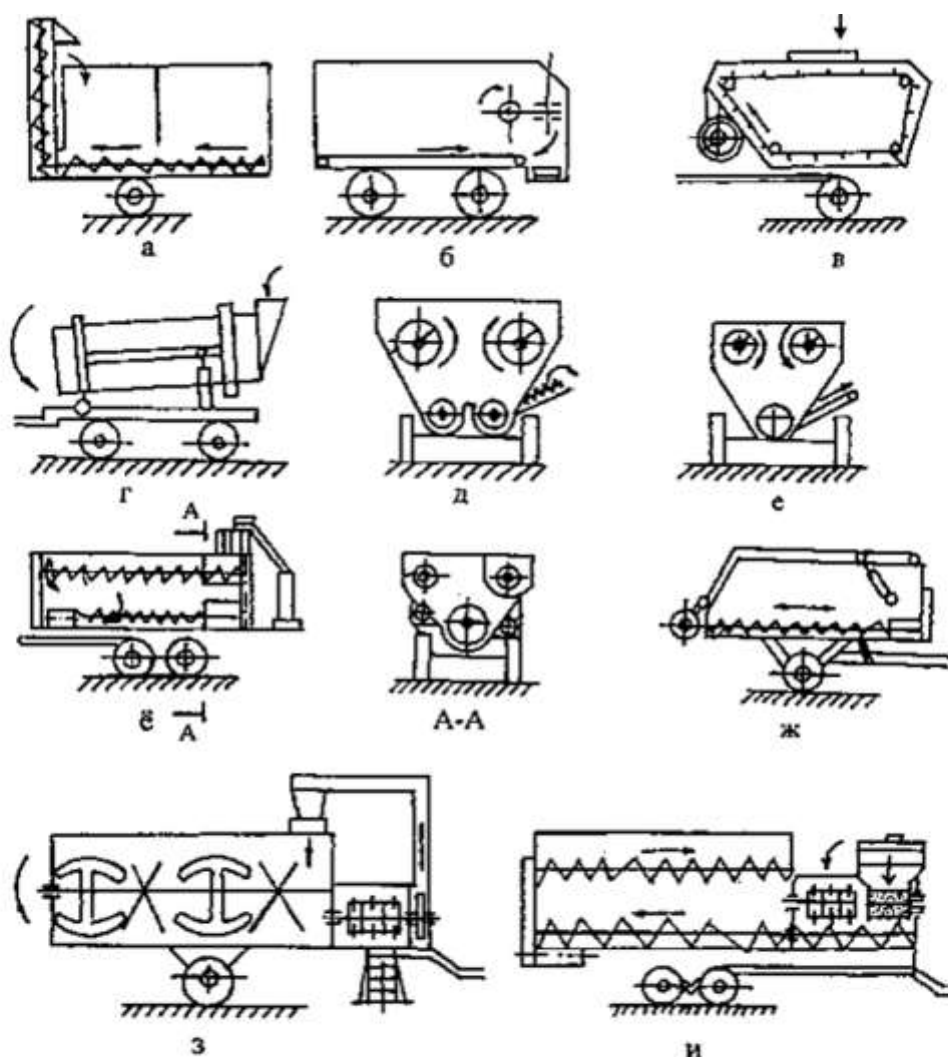


Рисунок 1.4 – Схема классификации раздатчиков-смесителей по известным разработкам основных фирм-производителей

Наиболее распространенные схемы и конструкции смесителей-раздатчиков представлены на рисунке 1.5.



а) раздатчик-смеситель фирмы «SNOU» (США); б) фирмы «KELLIRIAN» (США); в) типа КУТ-3А; г) с вращающимся цилиндрическим бункером; д, е) трех и четырехшнековые; ж) самозагружающиеся; з) фирмы «DAVIS SONS» (США); и) фирмы «MAMMTH-MILL-N-MIX» (Австралия)

Рисунок 1.5 – Сравнительные конструктивно-технологические и компоновочные схемы бункерных раздатчиков-смесителей с принудительной и гравитационной подачей кормов при их выгрузке

Анализом установлено, что машины данного назначения (схема а-е) требуют использования специальных измельчителей, обеспечивающих подачу к ним исходного сырья или же автономного погрузчика. Этого недостатка лишены машины, выполненные по схемам (ж, з, и), имеющие в своем составе измельчители грубых, сочных и зерновых компонентов рациона.

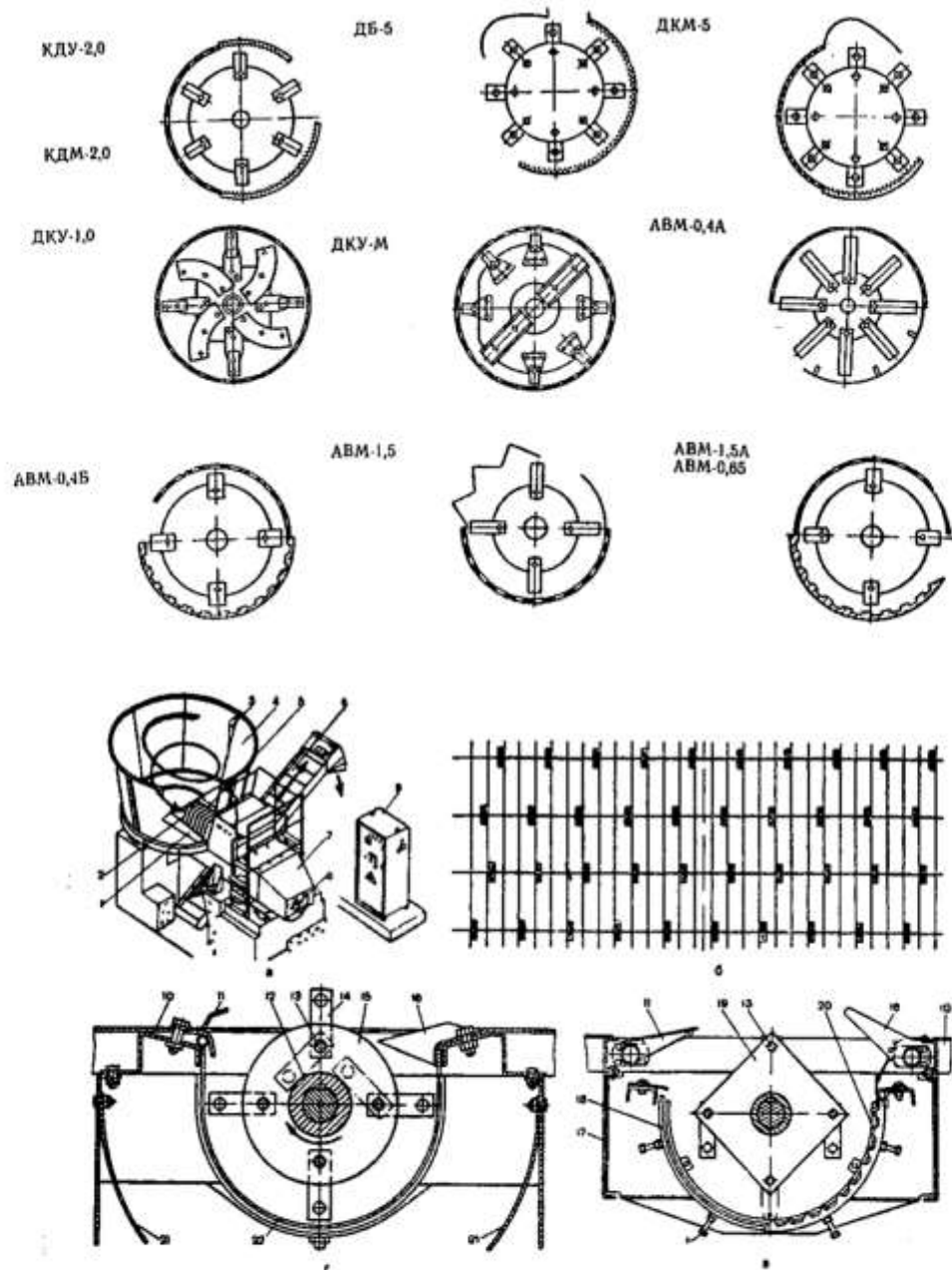
Однако общим недостатком, присущим данным машинам, согласно приведенным схемам, является отсутствие в его составе погрузочного устройства [83].

Машины, созданные по схемам (в-и), обладают высокой энергоемкостью, так как шнеки располагаются в кормовой среде и перемешивают сразу всю массу, ограниченную стенками бункера. При этом, надежность работы смешивающих шнеков обусловлена размером частиц.

В этой связи целесообразным является применение агрегатов, выполненных по схемам (д, ж). При заполнении емкости бункера такой машины (схема б) компонентами в виде слоеного пирога, обеспечивает их смешивание в момент выдачи в кормушки. Реализовав способ послойной загрузки бункера такого раздатчика кормовыми компонентами при измельчении и распределении их с помощью одного устройства, можно повысить экономическую и техническую эффективность получения и выдачи кормовой смеси на предприятиях КРС малой и средней производственной мощности, путем снижения соответствующих затрат.

Таким образом установлено, что в полной мере требованиям предприятий малой и средней производственной мощности отвечают так называемые «само-загружающиеся» раздатчики-смесители, выполненные согласно патенту РФ № 2624954, а также по авторским свидетельствам на изобретения № 1535487, № 1351547, № 1371652 [9, 263, 265]. Такие раздатчики имеют гидроманипулятор с захватом, обеспечивающим подачу кормовых компонентов в измельчитель-распределитель молотково-ножевого типа. Основным недостатком таких агрегатов-машин является невозможность подготовки сырья, например, заготовленного в виде малогабаритных тюков и рулонов, а также плодов тыквы, корнеклубнеплодов и т.д., который вполне может быть исключен соответствующими конструктивными решениями.

С целью создания универсального измельчителя-распределителя, с меньшей энергоемкостью автором выполнен анализ известных схем измельчителей (рисунок 1.6) [83].



а – общий вид; б – схема установки молотков на роторе; в – модификации ротора (квадратные диски, диаметр хода молотков 650 мм); г – ротор-измельчитель с решетками (диаметр хода молотков 530 мм); 1, 11 – отсекатели; 2 – ротор; 3 – лопасть; 4 – бункер; 5, 16 – гребенки; 6 – скребковый транспортер ТС-40М; 7 – кожух электродвигателя; 8 – электродвигатель привода ротора; 9 – шкаф управления; 10 – днище бункера; 12 – кольцо; 13 – палец; 14 – молотки; 15 – диск ротора; 17 – рама; 18 – заслонка; 19 – диск ротора; 20 – дека с противорезами; 21 – боковины; 22 – решето

Рисунок 1.6 – Сравнительные конструктивные и компоновочные схемы ножевых и молотковых измельчителей, а также ИРТ-165-02/04 [83]

Таким образом, анализом установлено, что инновационный раздатчик-смеситель должен иметь в своем составе манипулятор-погрузчик, обеспечивающий подачу кормовых компонентов в измельчающе-распределяющее устрой-

ство, осуществляющее измельчение грубого и сочного сырья и его равномерное распределение в бункере. В рамках решения данной проблемы необходима прежде всего разработка компоновочной схемы машины, на основе блочно-модульного исполнения.

Как установлено выше, транспортировка и хранение готовых кормовых продуктов, особенно при больших объемах их производства, являются высокозатратными процессами.

Связано это прежде всего с малыми значениями плотности, которые обуславливают объемность кормовых продуктов – это, во-первых, а во-вторых, с отсутствием возможности длительного хранения, ввиду их быстрой микробиологической порчи и окисления.

При этом, так называемая высокая объемность кормовых продуктов, при малой их плотности, требует совершения большего количества рейсов при перевозке и транспортировке, а использование в составе смеси жирового компонента приводит к его окислению и разрушению витаминов, а также других биологически активных веществ.

Уменьшить, на сколько это возможно, объемность кормовых продуктов, позволяет процесс прессования, традиционно предусматривающий получение гранул или брикетов.

Продукты данного вида различаются и по форме и по содержанию. Так, гранулы – это цилиндрики различного диаметра и длины, а брикеты наряду с цилиндрической формой, могут представлять собой конфигурацию параллелепипеда.

При этом, в первом случае плотность составляет $800-1300 \text{ кг/м}^3$, а во втором – $700-1200 \text{ кг/м}^3$.

В первом случае, это как правило, комбинированные зерновые корма с биологически активными добавками, а во втором – грубые корма с длиной частиц 20-70 мм.

Требуемое количество данных видов кормовых продуктов определяется их плотностью, которая оценивается через показатели прочности и крошимо-

сти. Она находится на уровне 12-15 % и регламентируется требованиями соответствующих ГОСТов.

В качестве основных факторов, влияющих на качество гранул и брикетов, выделяют следующие:

- влажность, %;
- размерно-фракционный состав подготовленного сырья и компонентов, мм;
- температура, °С;
- силовой фактор, в виде давления прессования, МПа.

При этом, значения размерных характеристик и уплотненности обусловлены прежде всего назначением готового продукта, т.е. видом животных, которые будут его употреблять.

Так технологическими требованиями установлено, что рациональные значения исходной влажности и температуры исходного сырья и компонентов находятся в пределах 15-16 % и 60-70 °С соответственно.

Это позволяет снизить затраты энергии на процессы внутреннего трения между частицами за счет их пластической деформации. Влага в этом случае выполняет роль смазывающего вещества. Существенным препятствием для получения качественных готовых гранул и брикетов, на которое следует обращать внимание, является, так называемая, релаксация.

В большей степени это относится к процессу получения брикетов, так как их готовят на основе стебельных компонентов сырья, обладающих упругостью, обусловленной наличием, так называемого, тургора.

Таким образом, для получения качественных, т.е. с меньшей крошимостью, т.е. достаточно прочных гранул и брикетов, необходимо применение так называемого кондиционирования исходного сырья и компонентов.

На рисунке 1.7 приведена доработанная автором схема классификации способов кондиционирования кормовых продуктов и их смесей, разработанная на основании проведенного анализа данных, по литературным источникам и патентным материалам [2, 6, 8, 19, 29, 72, 74, 83, 84, 104-129, 173-220, 271-277].



Рисунок 1.7 – Схема классификации способов кондиционной обработки кормов перед гранулированием или брикетированием

В качестве связующего вещества для компонентов, входящих в состав брикетов учеными и специалистами Вологодского молочного института в свое время был разработан и рекомендован экструдат смеси измельченного зерна и мочевины, которая, как известно, при определенных условиях проявляет токсичность.

Учеными Белорусского сельскохозяйственного института рекомендуется в качестве связующих веществ применение осахаренного торфа в количестве до 10 % к массе брикетируемой смеси.

По установленным данным ученых и специалистов из Германии, прочность гранул $\varnothing = 13,00$ мм из композиции 1:1 (соломенная мука : концентраты) повышается на 2,00 % при добавлении до 2,500 % воды и до 12,00 % – при добавлении до 6,00 % мелассы в качестве связующего.

Как показали ранее проведенные исследования, проведенные в ДальГАУ совместно с автором [33, 176], так называемое кондиционирование можно проводить за счет усреднения влаги, находящейся в составе отдельных компонен-

тов приготовляемой кормовой смеси. «Кондиционирующим» компонентом в этом случае служит компонент, имеющий пасто- или пюреобразную структуру, приобретенную естественным или искусственным путем.

В зависимости от влажности исходного сырья и применяемых кормовых компонентов способы гранулирования и брикетирования уплотнением разделяют на сухой и влажный, которые имеют свои достоинства и недостатки.

Нечто среднее представляет собой способ получения гранул и брикетов, имеющих специфический состав и структуру готовых продуктов, обусловленных так называемой пластической экструзией [84].

На рисунке 1.8 приведена схема классификации технических средств для прессования кормов по типу их рабочих органов.

Согласно данной классификации грануляторы делят на: формующие (рисунок 1.8, позиции 1-4); прокатывающие (рисунок 1.8, позиции 5-8 и 11-12); выдавливающие (рисунок 1.8, позиции 13-18) или с помощью решетки противодавления (шнековые, экструдеры, рисунок 1.8, 9 – 10) [84].

На рисунке 1.9 приведена схема классификации прессующих технических средств, обеспечивающих уплотнение и получение прессованных продуктов в виде гранул сухим способом.

Классификация устройств для прессования для кормов способом сухого уплотнения (рисунок 1.9) предложена Г.Я. Фарбманом. Широкое применение имеют вальцовые прессы на основе кольцевой матрицы, которые машиностроительная отрасль страны производила в виде оборудования типа ОГМ-0,8А, ОГМ-1,5, ДГ-1 и др. В настоящее время предлагаются инновационные модели, производительностью 5 и 10 т/ч, которые имеют аналогичную конструктивную схему и отличаются лишь геометрическими параметрами.

Технические характеристики грануляторов представлены данными таблицы 1.8.

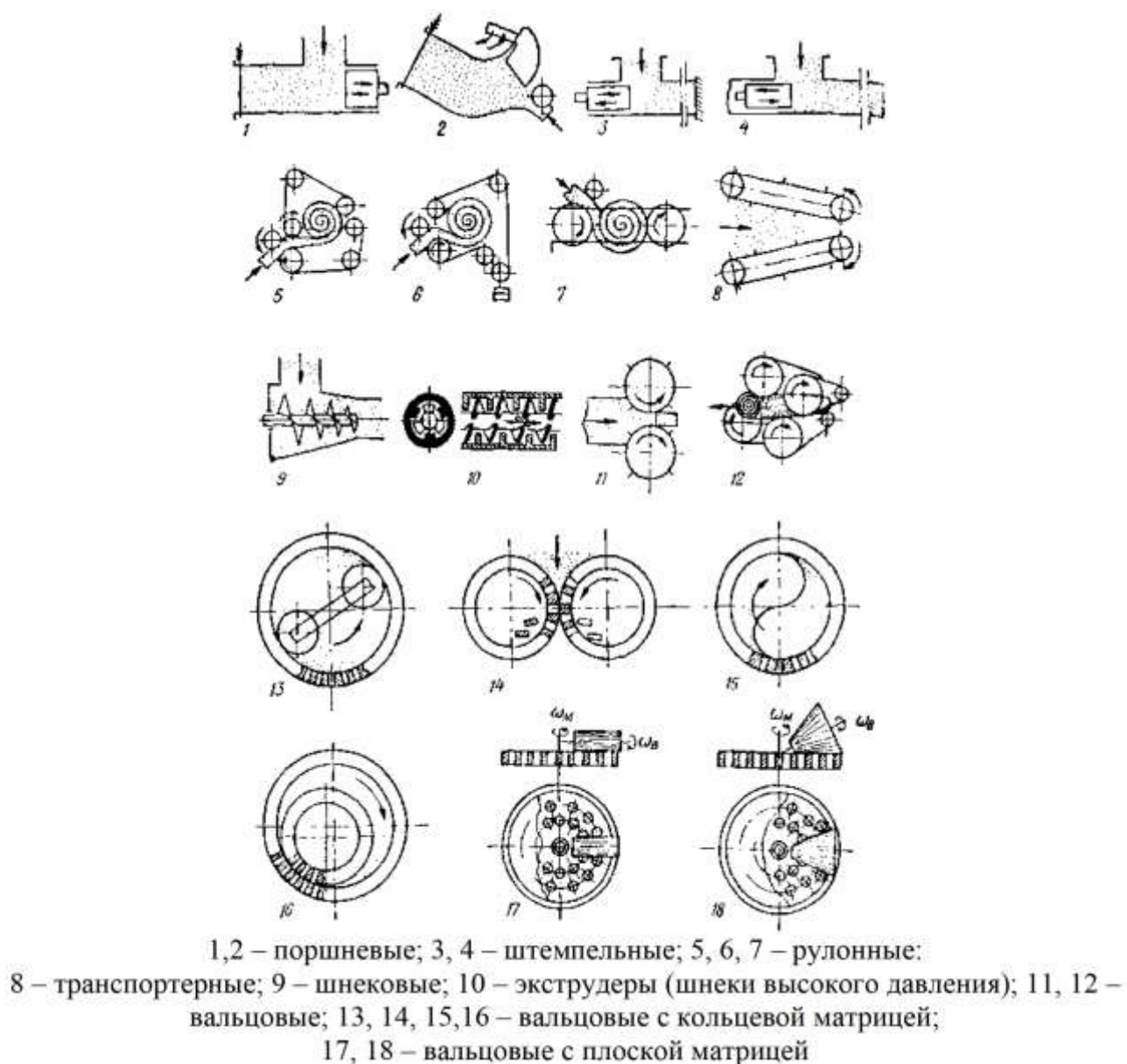


Рисунок 1.8 – Схема классификации технических средств по типу рабочих органов прессов, брикетировщиков и грануляторов кормов [84]

В настоящее время предприятием ОАО «Ростпродмаш» выпускается установки типа Б6-ДГВ производительностью на комбикормах в пределах 8-11 т/час, на соломе – 2,5 – 4,5 т/час. Производительность зависит от диаметра отверстий в кольцевых матрицах (от 4,7 до 19 мм). Пресс имеет возможность подачи пара, ввода жира и мелассы и включает такие узлы как, охладитель, измельчитель, просеиватель, электрооборудование и т.д. Гранулы размеры менее 4,7 мм модели с кольцевой матрицей получать не позволяют.

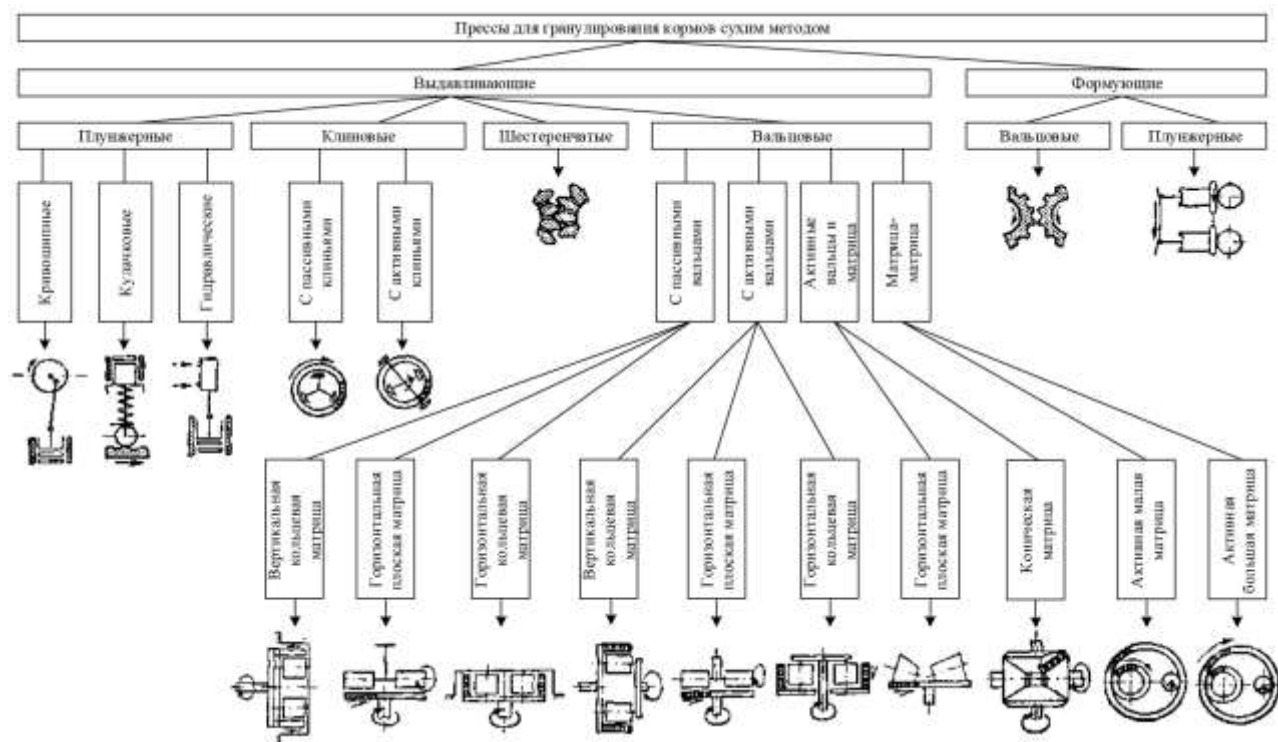


Рисунок 1.9 – Схема классификации прессующих устройств, работающих по способу сухого гранулирования [84]

Таблица 1.8 – Технические характеристики грануляторов [72]

Параметры	ОГМ-0,8Б	ОГМ-1,5	ДГ-1	ОПК-2А-1
Производительность при диаметре 10 мм на гранулировании: травяной муки комбикорма	0,9 3	1,5 5	2 6 – 10	2,0 6,0
Диаметр отверстий сменных матриц, мм	10,14	10,14	4,7; 9,7; 12,6; 19	5,10 14,20
Внутренний диаметр матрицы, мм	350	480	480	520
Ширина рабочей поверхности, мм	100	120	117	120
Частота вращения матриц, мин ⁻¹	218	140	213	300*
Установленная мощность, кВт	60	98,6	78	102
в том числе пресса	37	75	75	75
Масса оборудования, т.	3,3	5,4	5,0	8,4

*блок вальцов

Несмотря на аналогичность законов прессования и конструктивно-технологических схем, брикетировщики являются самостоятельным типом машин, отличающихся от грануляторов, что связано с различием в свойствах прессуемых кормов и требованиями к ним. Эти отличия обусловлены разнообразием свойств уплотняемых кормов, широкой их номенклатурой и различиями

в требованиях, предъявляемых к кормовым брикетам и гранулам. Данный факт необходимо учитывать при использовании местных видов кормового сырья.

Показатели работы брикетировщиков представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Технические характеристики брикетировщиков на люцерне [72]

Показатели	ПБС-3,0	ОПК-2	ПБС-3
Производительность, т/ч	2,8	2,5	2,9
Размер брикетов, мм	55×45	35×37	Ø70
Длина брикетов, мм	45	49	118
Плотность брикетов, кг/м ³	766	731	743
Крошимость, %	18-24	7-13	10-11
Доля частиц 20...100 мм, %:			
в исходном сырье	32	52	50
в брикетах	8	5	26
Нагрев брикетируемой массы, °С	78-87	68-70	47-50
Удельные затраты энергии, кДж/кг	96	115	61

Особого внимания с точки зрения анализа, заслуживает технология получения продуктов, обогащенных небелковым азотом, но без применения связующих веществ. Это так называемая экструзионная технология для получения амидоконцентратных добавок (АКД). Она позволяет, путем применения АКД в рационе жвачных животных устранить дефицит, так называемого, микробного белка, за счет карбамида, который используют микробы в ЖКТ жвачных животных.

Вследствие того, что карбамид в чистом виде обладает токсичностью, его ввод в рационы осуществляется опосредованно, через получение углеводно-глиняно-карбамидных композиций, подверженных термопластичной экструзии с помощью экструдера винтового типа и формующего сопла.

На наш взгляд, использование пресса винтового типа, но с применением вместо токсичного карбамида соевого высокобелкового компонента, заслуживает особого внимания для решения проблемы повышения эффективности получения высокобелковых гранул и брикетов.

Влажным способом гранулируют и брикетируют смеси с исходной влажностью 35–50 %, которые по данным академика П.А. Ребиндера являются гидрофильными гелями, обладающими своей специфической упругостью и эла-

стичностью. Они обладают требуемой прочностью и водостойкостью [84].

Обширные исследования в этом направлении проводились И.И. Полуниной, В.К. Грибом, В.Я. Лысенко, И.Ш. Тютяевым, С.М. Доценко, С.А. Ивановым, С.В. Вараксиным, С.Н. Воякиным, М.А. Зайцевой, Е.А. Неретиной и другими учеными, что позволило достичь определённых положительных результатов [18, 19, 22, 23, 84].

В свое время ВНИИПРХ и УкрНИИ химмашем были разработаны и созданы технология, а также линия с оборудованием для получения кормовых гранул для рыб способом влажного прессования [84].

Как показал анализ приведенных в работе [84] данных, при производительности линии, равной 100 тонн в сутки (4,166 т/ч), потребная мощность только одного смесителя-гранулятора марки СНГ-300 составляет 90 киловатт, при плотности высушенных гранул в пределах 1000-1200 кг/м³. Расчеты показывают, что при таких данных, энергоёмкость СНГ-300 составляет $21,603 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, что является относительно высоким значением для прессов винтового типа.

В то же время, расчеты, проведенные с использованием данных, приведенных в таблицах 1.8 и 1.9 показывают, что энергоёмкость традиционных пресс-грануляторов с кольцевой матрицей, находится в пределах от $9,750 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ у ДГ-1, и до $20,0 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ у ОГМ-0,8Б, при металлоёмкости соответственно равной 1,1 т/(т/ч) и 0,625 т/(т/ч). Данные значения показателей значительно выше, чем у прессов винтового типа [41, 42].

Для пресс-брикетировщиков энергоёмкость рабочего процесса находится на уровне $40,8 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, а металлоёмкость составляет 3,36 т/(т/ч).

Таким образом, анализ известных способов и технических средств, связанных с необходимостью и целесообразностью приготовления и использования гранулированных и брикетированных кормовых продуктов, позволяет определить перспективное направление в этой области научного поиска по по-

казателям энергоемкости и металлоемкости для условий их использования на малых фермах КРС.

Решение данного вопроса должно заключаться в том, чтобы посредством использования принципа блочно-модульной компоновки с винтовым нагнетателем и соответствующего типа узлом – насадкой, получать качественные гранулы и брикеты на основе сои и других продуктов, например, корнеклубнеплодов, выполняющих роль связующих. Это позволит путем совмещения двух операций, снизить удельный расход энергии и металла.

Общеизвестным, в настоящее время, является и тот факт, что выращивание телят в молочный период – процесс дорогостоящий. Для получения 1 кг привеса телятам в молочный период требуется 11 кг цельного молока, что требует больших материальных и трудовых затрат. Поэтому в последнее время нашли широкое применение заменители цельного молока (ЗЦМ).

Экономическая эффективность применения заменителей цельного молока не ограничивается только разницей цен между цельным молоком и ЗЦМ. Использование заменителей при выращивании молодняка является базой организации рациональных методов работы в животноводстве. Известно, что заменители цельного молока являются мощным барьером против распространения различных инфекций и других заболеваний, а их использование обеспечивает более высокий уровень механизации кормления телят. В то же время, эффективное использование телятами ЗЦМ определяется учетом возрастных анатомо-физиологических особенностей процессов пищеварения. Исходя из этого, в последнее десятилетие, существенное внимание уделяется поиску менее дорогих и биологически полноценных заменителей белков, жиров и углеводов, разработке рациональной технологии приготовления ЗЦМ; выясняются условия кормления с использованием соевого компонента, обеспечивающие повышение усвоения и использования питательных веществ ЗЦМ, содержащихся в сое [39, 147].

Детальный анализ экспериментальных данных, опубликованных по проблеме использования ЗЦМ в течение последних 3-5 лет, свидетельствует о зна-

чительных, однако недостаточных для производства достижений в этой области.

Разработаны эффективные белковые концентраты растительного и животного происхождения и проведена их сравнительная оценка при замене молочного белка; проверены многочисленные жировые смеси, заменяющие молочный жир и найдены рациональные технологические приемы их обработки и включения в ЗЦМ; выявлены физиологические особенности телят в усвоении различных питательных веществ и их сравнительной оценки эффективности при вводе в состав ЗЦМ; обоснованы эффективные рецептуры ЗЦМ во многих странах мира; получило распространение применение ЗЦМ при откорме телят для получения диетической «белой» телятины; постоянно совершенствуется технология приготовления и обработки ЗЦМ; рационализируются условия и техника кормления телят при использовании ЗЦМ с соевым компонентом и другими, в основном для ферм больших размеров [26].

Обширными исследованиями доказано, что ЗЦМ на основе соевого «молока» по своей питательной ценности и усвояемости питательных веществ находится на уровне молока животных и человека. В Японии при сравнении их составов установили (таблица 1.10), что соевое «молоко» богато белком, насыщенными жирными и незаменимыми аминокислотами.

В качестве дополнительного достоинства соевого «молока» отмечается и то, что его составляющие хорошо перевариваются [71].

Таблица 1.10 – Сравнительный состав молока (в 100 г.)

Показатель	Молоко		
	коровье	женское	соевое
Вода, г	88,6	88, 2	90,8
Калории	59	62	44
Белок, г	2,9	1,4	13,8
Жир, г	3,3	3,1	2,0
Углеводы, г	4,5	7,1	12,9
Ненасыщенные жирные кислоты, %	66-70	44,3	52-60
Холестерол, мг	9,24-9,90	9,3-18,6	0
Кальций, мг	100	35	15
Железо, мг	0,1	0,2	1,2
Ниацин, мг	0,2	0,2	0,5

Обширными и глубокими исследованиями, проведенными доктором медицинских наук, профессором Высоцким В.Г. показано, что ЗЦМ, полученные на основе соевого «молока», по количеству белковой составляющей находятся на уровне коровьего молока [39]. Аналогичные результаты получены и профессором Толстогузовым В.Г. в своей работе «Новые формы белковой пищи» [39].

В настоящее время известны и получили широкое распространение во всем мире две основные технологии получения соевого «молока»:

- азиатский вариант;
- западный вариант.

Согласно азиатскому варианту, семена сои замачиваются, затем размалываются в присутствии водной среды, в результате чего белковые вещества извлекаются в водную среду и происходит, так называемое, белковое насыщение.

После этого, полученную суспензию разделяют на две фракции – жидкую и твердую, являющуюся жомовой, рациональная переработка которой не решена.

Западный метод предусматривает проваривание сухого соевого зерна в водной среде под давлением и его размалывание в той же емкости, где происходила термическая обработка.

После этого осуществляется отделение нерастворимого жомового остатка (НЖО). Следует отметить, что технологические схемы и оборудование по обработке и переработке НЖО в более эффективные кормовые продукты в настоящее время также отсутствуют [38, 39, 42].

Исследованиями, проведенными еще в 40-х годах Волковым Е.Н. и Прахиным М.Е. было установлено, что соевое «молоко» можно получать и на основе предварительно измельченного соевого зерна, т.е. из муки, соответственно термообработанной и термонеобработанной, а также обезжиренной и необезжиренной.

В качестве основных факторов, влияющих выход белка в водную среду, исследователи установили следующие:

- температура воды;

- продолжительность нагрева и экстракции белков;
- продолжительность обработки паром (с целью дезодорации, разрушения уреазы и снижения трипсинингибирующей активности).

При этом, в качестве основных факторов принимались соотношение соевая мука : вода, а также сортовые особенности сои.

Показатели, характеризующие данный процесс указаны в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Показатели процесса получения продукта из различных сортов сои

Сорт сои	Содержание белка, %	Растворимость белка в воде, %
Гурийская	47,00	80,60
Харбинская	38,40	69,37
Староукраинская	37,50	67,40
Гунджулинская	34,10	73,20

Доказано, что качество дезодорации семян сои зависит от продолжительности и условий хранения, а также параметров сушки.

Авторами разработана технология, включающая:

- отсепарированное и дробленое соевое зерно помещается в воду при 18,0-20,0 °С на 9,0-10,0 часов, с последующим удалением воды (при соотношении = 1,0 : 3,0);
- замоченные и набухшие частицы зерна дезодорируются при соотношении = 1,0 : 5,0 при следующих параметрах и режимах – $T = 70,0$ °С и $t = 0,5$ ч.;
- после дезодорации семена сои дезинтегрируют в водной среде при соотношении = 300 мл : 1000 г.;
- суспензия разводится водой при соотношении = 3000 мл : 1000 г.;
- полученный продукт проходит термообработку (62,0 °С) в течение 0,5 ч с последующей фильтрацией.

Показатели и биохимический состав готового продукта приведены в таблице 1.12, что позволяет иметь объективное представление о соевых продуктах.

Таблица 1.12 – Сравнительные показатели и биохимический состав приготовленного соевого «молока» и нерастворимого соевого остатка – окары (по Волкову Е.Н. и Прахину М.Е.)

Наименование показателя	Состав соевого «молока»	
	из гурийской сои	из харбинской сои
Удельный вес, кг/л ³	1, 016	1,014
Сухое вещество, %	8, 00	6,93
Белок, %	4,14	3, 90
Жир, %	2, 20	2, 00
Кислотность по Тернеру, °Т	3°	10°
Выход молока из 1 кг сухого зерна, л	3	3
Объем 1 кг сухого зерна, л	1, 9	1,9
Объем 1 кг сухого зерна после замочки, л	3,5	3, 5
Масса 1 кг сухого зерна после замочки, кг	2, 25	2, 25
Состав отжима (нерастворимого остатка), в %		
Сухое вещество	19, 34	
Белок	13,06	
Жир	3,48	
Выход отжима из 1 кг сухого зерна, кг	2-2,3	

В нашей стране, в определенные периоды, на уровне отдельных институтов и хозяйств предпринимались попытки, а также были внедрены технологии приготовления соевого «молока» с набором приспособленных для этих целей технических средств, сконструированных в линии.

Так, в Московском институте пищевой промышленности была разработана технология получения соевого «молока» на основе соевого зерна.

Особенностью данной линии являлось использование экструдера специальной конструкции. Он позволял получать, так называемый, соевый эструдат обезжиренной, пористой структуры.

Данный экструдат растворяли в воде, при $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, с целью экстракции белковых веществ, после чего отделяли нерастворимую фракцию, а в полученное «молоко» добавляли витамины и другие биологически активные вещества [39]. Однако данная технология так и осталась на уровне разработки.

В Технологическом институте (г. С.-Петербург) совместно с научно-производственным объединением «Масложирпром» была разработана и внедрена технологическая линия с комплектом специального оборудования для получения соевого «молока».

Комплект оборудования включал бункера для водонасыщения семян сои, смешивающего устройства и измельчителя, теплообменников, устройства для разрушения ингибитора трипсина за счет теплового воздействия, гомогенизатора, охладителя и емкостей для накопления и хранения готового продукта.

Данные по использованию отхода в виде соевой окары авторами-разработчиками не приводятся. поэтому она также не получила дальнейшего распространения [39].

Особенностью и достоинством технологической линии получения соевого «молока», по разработанным и внедренным в Краснодарском крае, технологическим и техническим решениям, является применение так называемого насоса-диспергатора, который выполняет процессы дезинтеграции и гомогенизации жира в водно-суспензионной среде с отделением соевой окары – нерастворимого остатка, посредством применения протирочной машины, широко применяемой в пищевой отрасли, до 1500 л/ч или 7500 тонн в год. Данная технология также не пошла в производство.

Известны также технологические и технические решения по процессу приготовления соевого «молока», по которым осуществляется термообработка соевой суспензии в вакуумном устройстве типа Ж-4-ФПА, с получением продукта по двум вариантам [39]:

1) с использованием семян сои:

→ водонасыщение → дезинтеграция → термообработка и диффузионная экстракция → разделение суспензии на соевое «молоко» и соевый нерастворимый остаток – окару;

2) с использованием предварительно подготовленного исходного соевого сырья в виде соевой обезжиренной, полуобезжиренной и необезжиренной муки:

→ смешивание с одновременной экстракцией → термообработка → разделение путем центробежного фильтрования.

Достоинством данного процесса является то, что одновременно осуществляется выполнение нескольких технологических операций. Это позволяет

сократить время получения соевого «молочного» продукта с повышением пропускной способности комплекта оборудования. Данная технология также не пошла в серию ввиду высоких затрат энергии и металла.

В России до 2000 года предприятием «Старт» было разработано и освоено экспериментальное производство оборудования для получения соевого «молока» из семян сои или соевого шрота. Оборудование данного комплекта позволяло получить продукты с содержанием сухих веществ до 18 %, с гарантированным отсутствием уреазы и ингибитора трипсина. Однако, дальнейшего развития это направление не получило.

Сравнительный анализ конструктивно-технологической и компоновочной схем линии с использованием предложенного оборудования показал, что комплект является относительно металло- и энергоемким.

В свое время, определенный опыт по получению соевого «молока» и его использованию в качестве ЗЦМ для телят, был получен в хозяйствах Одесской и Николаевской областей Украины. В хозяйствах была разработана экспериментальная технология на основе комплекта оборудования, применяемого при переработке винограда, с включением в его состав дробилки КДУ-2 с мелким сменным решетом. Особенностью данной линии являлось получение соевой суспензии на основе замоченного соевого зерна с помощью дробилки. При этом суточная производительность линии составила до 18 тонн. Дальнейшего развития данная технология также не получила из-за высокой энергоёмкости и металлоемкости.

В Китайской Народной республике разработаны и выпускаются промышленностью механизированная технология и оборудование для приготовления соевого «молока» марки DRJ четырех типоразмеров (DRJ-300, DRJ-500, DRJ-1000 и DRJ-200 л/ч) с установленной мощностью от 3,0 до 7,5 кВт.

Харбинский завод оборудования для легкой и пищевой промышленности «Я ТАЙ» (КНР) выпускает установки для производства соевого и арахисового молока серии DN. На рисунке 1.10 представлен общий вид установки DN40 производительностью 40 кг/ч по сырью с установленной мощностью 11 кВт,

что эквивалентно энергоемкости, равной $27,5 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$. Данное значение характеризует установки серии DN, как высокоэнергоемкие.



Рисунок 1.10 – Общий вид установки для производства соевого «молока» серии DN40

Техническая характеристика оборудования линии различной производительности для производства соевого и арахисового «молока» серии DN (КНР) приведена в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Сравнительные технические характеристики оборудования линии для производства соевого и арахисового «молока» серии DN

Марка	Производительность	Мощность электродвигателя	Габариты	Водопотребление
DN-500	500 л/ч	48,3 кВт	28×1,6×2,2 м	1 т/ч
DN-1000	1000 л/ч	56,5 кВт	38×3×2,4 м	2 т/ч
DN-2000	2000 л/ч	86,4 кВт	45×2,4×2,4 м	4 т/ч

Расчеты, проведенные на основании данных, представленных в таблице 1.12 показывают, что энергоемкость рабочего процесса данных технических средств серии DN находится в пределах $43,2 - 96,6 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, что характеризует их как высокоэнергоемкие.

На рисунке 1.11 представлен общий вид линии серии DN с оборудовани-

ем для получения так называемого соевого «молока» на основе сухих семян сои.

Компания Harbin Pan Asia Machinery Co., Ltd (КНР) производит агрегаты, для приготовления соевого «молока» серии DFJ-50A (рисунок 1.12).

Показатель энергоемкости их рабочего процесса составляет $40 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, что также характеризует данные установки, как высокоэнергоемкие.

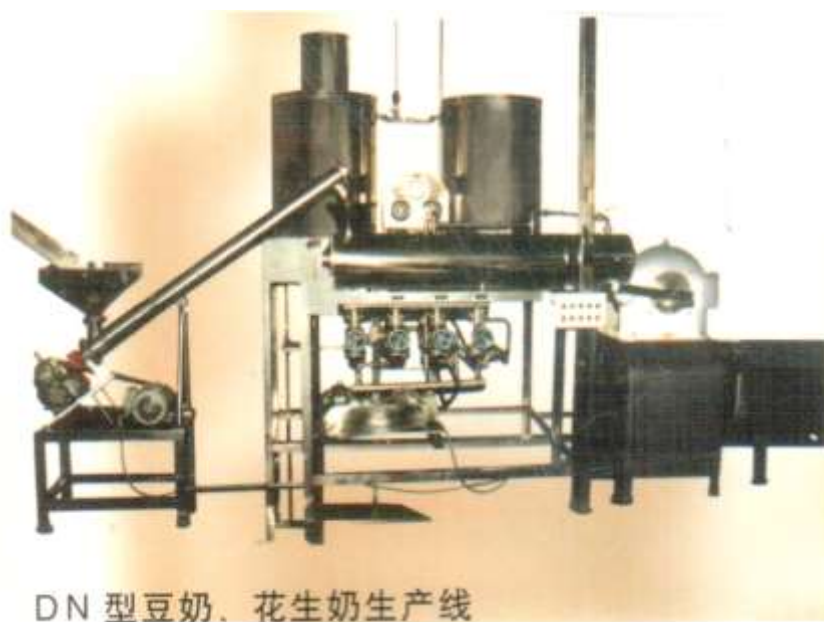


Рисунок 1.11 – Общий вид агрегата для производства соевого и арахисового «молока» серии DN 1000



Рисунок 1.12 – Общий вид агрегата серии DFJ-50A с установленной мощностью 20 кВт и производительностью 50 кг/ч

Компания CHUNGHA INTERNATIONAL Co., Ltd (КНР) выпускает оборудование для производства соевого молока в виде миникомбината (рисунок 1.13).



Рисунок 1.13 – Общий вид миникомбината по приготовлению соевого «молока», разработанного и выпускаемого компанией CHUNGHA INTERNATIONAL Co., Ltd (КНР)

В Российской Федерации используются установки-агрегаты периодического принципа действия серии СМ-200 зарубежного производства, с выходом до 20 л/ч, а также установки серии СКР (рисунок 1.14).

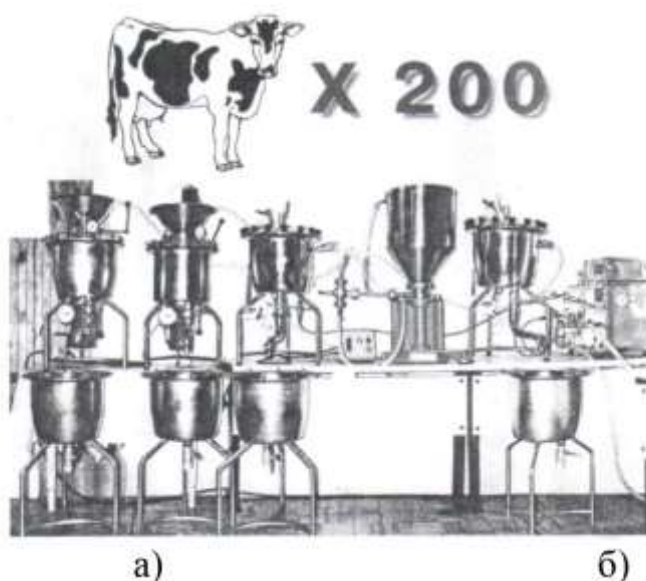


Рисунок 1.14 – Общий вид агрегатов: а) серии СМ-20; б) серии СКР

Проведенным анализом существующих базовых технологических схем получения соевого «молока» установлено, что, в обобщенном виде, их можно представить как:

– дезинтеграция соевого сырья → перемешивание в водной среде → экстракция (диффундирование) → термообработка → охлаждение → накопление с хранением;

– дезинтеграция → перемешивание → экстракция (диффузия) → тепловое разрушение антипитательных веществ (уреазы) → разделение фильтрованием → охлаждение с накоплением и хранением.

Таким образом, анализом данных схем установлено, что основными операциями при получении соевого «молока», в виде ЗЦМ, являются: дезинтеграция, извлечение питательных веществ, отделение жидкой и твердой фазы, термообработка с целью разрушения уреазы, охлаждение с хранением.

При этом, наиболее перспективные установки имеют показатель энергоемкости на уровне $40 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, который, по нашему мнению, не является предельно возможным. Основным направлением в создании данных средств механизации является совмещение операций в одной машине, выполненной по схеме блочно-модульного исполнения.

Таким образом, проведенным анализом имеющихся фактических данных установлено, что в период с 80-х годов и по настоящее время в РФ были разработаны определенные технологии приготовления так называемого соевого «молока». Однако они не могут и не могли обеспечить эффективного его производства из-за неудовлетворительных показателей по энергоемкости и металлоемкости.

Существенного прогресса в отрасли производства данного типа машин достигла КНР. Однако, для реализации в России принципа импортозамещения, необходима разработка инженерных основ создания технических средств данного назначения, адаптированных к условиям предприятий КРС малой производственной мощности (малых ферм), находящихся в соответствующих терри-

ториальных и климатических зонах, имеющих особенности по кормовым ресурсам и, в частности, по наличию такой уникальной по своим кормовым достоинствам культуры, как соя.

1.4 Краткий обзор исследований по процессам дозированной выдачи и смешивания кормов передвижными раздатчиками бункерного типа, дезинтеграции исходного сырья и приготовлению прессованно-формованных комбикормов и кормовых добавок

Многочисленными и углубленно-обширными исследованиями ученых, а также длительным опытом применения бункерных прицепных раздатчиков доказано, что точность дозирования кормов обусловлена равномерностью заполнения их бункера, как по длине, так и по высоте [63, 66, 101, 148, 225]. Установлено, что заполнение емкости бункера без выравнивания, так называемой, свободной поверхности монолита, ведет к тому, что при раздаче к битерам поступает слой корма с различной высотой и плотностью. В свою очередь, различия по высоте и плотности слоя корма приводят к выдаче неодинаковых по объему и массе порций. Более того, из-за обрушения задней части монолита, сформированного в виде брикета, в конце раздачи, уменьшается рецептурная норма.

На сегодняшний день, технологические подходы, с помощью которых обеспечивается повышение точности дозирования кормов, можно условно разделить на два направления:

- повышение точности дозирования, путем совершенствования известных и создания новых прицепных и автомобильных бункерных раздатчиков;
- разработкой и созданием устройств, обеспечивающих выравнивание свободной поверхности и плотности формируемого кормового монолита, как в бункере раздатчика, так и в бункере устройств, выполняющих роль накопителей.

Целым рядом конструкторов и исследователей, [99,170, 226 и др.] пред-

ложено для предотвращения обрушения задней части сформированного монолита применять связанную с подающим транспортером стенку у раздатчиков бункерного типа или использовать схему с надвиганием кормоотделителей на сформированный в бункере монолит. При этом процесс надвигания может быть реализован как с торцевой части сформированного монолита, так и сверху – на него. Исследованиями показано, что при надвигании рабочего органа на монолит снижается энергоемкость процесса дозированной выдачи корма [171]. Однако, при надвигании рабочего органа на предварительно сформированный монолит сверху, становится невозможным равномерное распределение корма при заполнении емкости по ее ширине, вследствие чего увеличивается норма выдачи по ее массе к концу периода раздачи, из-за повышенной плотности продукта в нижней части монолита [101].

В дозирующих устройствах с гравитационной подачей кормов к отделителям, конструкторами и исследователями установлено повышение нормы выдачи корма в период выгрузки, из-за повышенной плотности, вызванной давлением вышележащим слоем корма [63].

В настоящее время из известных компоновочных схем бункерных дозаторов можно выделить те, которые имеют активные рабочие органы. Они имеют возможность циклического движения относительно формируемого монолита. Наиболее низкой энергоемкостью обладают пассивные устройства, рабочие органы которых выполнены в виде скребков, счесывающих гребенок и граблин, закрепленных неподвижно и, относительно которых движется сформированный кормовой монолит. Известны схемы, при которых после заполнения бункера-дозатора осуществляется сглаживание неровностей на поверхности сформированного монолита. Выравнивающий транспортер, в этом случае устанавливается после кормоотделителей, чем обеспечивается исправление погрешностей, создаваемых кормоотделителями. Так, к.т.н. А.А. Кутлембетовым отмечается, что данное приспособление корректирует поступление объема корма только лишь по высоте.

Исследованиями д.т.н., профессора Кобы В.Г. и его учеников [67] уста-

новлена зависимость, характеризующая процесс выдачи массы корма – Q любым дозатором:

$$Q = \frac{dM_K}{dt} = q(l) \frac{dl}{dt}, \quad (1.1)$$

где M_K , q – масса и норма выдачи корма; t – продолжительность раздачи; l – параметр длины фронта кормления.

При этом физический смысл dl/dt характеризуется скоростью перемещения передвигно раздающего агрегата – v_a вдоль кормушки или скоростью движения – v_n кормонесущего рабочего органа стационарной машины [49].

На основании данного подхода профессором Кобой В.Г. была разработана методика расчета предельных отклонений параметров кормораздачи. При этом, автором предложено, расчеты по определению предельных отклонений параметров проводить на основе метода суммирования погрешностей, согласно теории вероятностей.

К.т.н. Силагиным В.А. [148] выявлена зависимость, характеризующая количество корма q кг/м, выдаваемого дозатором на l погонный метр фронта кормления, от ряда других параметров, которая имеет следующий вид:

$$q = \frac{F \cdot \gamma \cdot v_n \cdot K_1}{v_a K_2}, \quad (1.2)$$

где F – площадь поперечного сечения монолита, м; γ – плотность, кг/м³; v_n – скорость движения подающего транспортера, м/с; v_a – скорость движения агрегата, м/с; K_1 , K_2 – коэффициенты, учитывающие проскальзывание корма и буксование раздатчика.

Исследованиями к.т.н. Силагина А.А. показано, что суммарная неравномерность выдачи – Δ_q равна:

$$\Delta_q = [\pm \Delta_{H_1}] \cdot [\pm \Delta_{\gamma_2}] \cdot [\pm \Delta_{v_3}] \cdot [\pm \Delta_{K_4}] = \sum_{i=1}^4 (\pm \Delta_i), \quad (1.3)$$

где $[\pm \Delta_{H_1}]$ и $[\pm \Delta_{\gamma_2}]$ – соответственно, неравномерность высоты по поперечному сечению и плотности корма по длине бункера, %; $[\pm \Delta_{v_3}]$ – неравномерность скорости движения подающего транспортера, %; $[\pm \Delta_{K_4}]$ – неравномер-

ность подачи корма отделителями, %.

Исследованиями автора также показано, что значение Δ_k обуславливает неравномерность дозирования, которую создают кормоотделители и которая зависит от их типа, параметров, а также физико-механических показателей дозируемых кормовых продуктов.

В работе [67] также показано, что характерной особенностью колебаний параметров – H и γ является то, что они по своей физической природе входят в категорию случайных с точки зрения их вероятностно-статистического смысла.

Учеными Украинского НИИМЭСХа также показано, что при пульсирующем движении полотна транспортера в бункере раздающего агрегата с количеством пульсаций, равным числу оборотов рабочих органов (120,00-160,00 об/мин) монолит корма отстает от транспортера.

В этой связи к.т.н. А.А. Яворский условно делит процесс выдачи на пять последовательных циклов [228].

К.т.н. Г.М. Обуханом установлено, что наилучшим способом формирования монолита является принудительное равномерное распределение корма в емкости бункера. В этой связи, автором было предложено техническое средство с автоматической корректировкой процесса подачи корма к кормоотделителям в зависимости от плотности корма [99].

Исследованиями В.Г. Кобы, В.А. Силагина и других ученых установлено, что рациональным техническим решением необходимо считать выполнение предварительного выравнивания поверхности и плотности при формировании монолита в отдельном бункере-накопителе, емкостью, равной емкости бункера кормораздающего агрегата. При этом бункер-накопитель имеет в нижней своей части открывающиеся створки [244-249].

С учетом вышеприведенных фактов разработан ряд конструкций распределителей кормов, применение которых позволяет одновременно доизмельчать компоненты корма и формировать на их основе в бункере раздающего агрегата монолит корма в виде горизонтальных и наклонных слоев [260-268].

Таким образом, проведенным анализом установлено, что на точность и

равномерность процесса дозирования корма бункерными раздающими агрегатами существенно влияют как параметры агрегата, так и характер заполнения емкости бункера. При этом установлено, что процесс смешивания кормов также возможно осуществлять и с помощью бункерных раздатчиков моделей типа КТУ-10, РММ-5 при наличии предварительно сформированного кормового монолита в виде «слоеного пирога» [10].

Процессы смешивания и дозирования различных продуктов, как уже отмечалось выше, являются сложными и малоизученными, однако они нашли широкое распространение в настоящее время в различных отраслях народного хозяйства. При этом от качества их выполнения во многом зависит достижение поставленной цели. Конструкции и компоновочные схемы серийно выпускаемых в настоящее время смесителей и дозаторов оказываются не всегда рациональными, как с технологической, так и с технико-экономической точек зрения, что предопределяет необходимость проведения дальнейших исследований, в направлении снижения энергоемкости.

В опубликованных работах д.т.н., профессора В.Г. Кобы и к.т.н. Г.М. Обухана показано, что битера бункерных раздатчиков работоспособны только в определенном диапазоне их скоростей [67, 99].

К.т.н. П.И. Моисеевым установлено и доказано, что с целью повышения качества работы битеров их пальцы необходимо закреплять с наклоном по ходу вращательного движения.

Д.т.н. В.С. Краснов и к.т.н. В.В. Гопка при проведении исследований процесса, выполняемого битерными рабочими органами, меняли угол установки пальцев в диапазоне для эффективного схода с них частиц корма [69].

К.т.н. Ю.Л. Лившицем и др. установлено снижение затрат мощности на выполнение рабочего процесса битерами на 33%, за счет их ступенчатой установки на угол смещения $31,5^\circ$, что также снизило величину зоны обрушения корма [78, 79].

К.т.н. Е.Г. Бочаровой изучена работа предложенного навесного устройства для перемешивания уложенных слоями зеленой массы и соломы в силос-

ных траншеях. Автором показано, что физико-механические свойства таких кормов обуславливают качество смеси. Доказано также, что на качество смеси влияет высота слоев перемешиваемых компонентов и угол установки наклона перемешивающих битеров, рациональные величины которых равны 0,55-0,60 м и 30°. Это, в конечном итоге, позволило обосновать рациональные параметры предложенного навесного устройства [7].

На основе проведенных исследований д.т.н., профессором Доценко С.М. и д.т.н., доцентом Бурмага А.В. получена аналитическая модель, характеризующая зависимость однородности смеси от параметров загрузки бункера [15]:

$$\theta_{см} = \left\{ \frac{2}{\Delta L \cdot n_c} \int_{i=1}^{n_c} D(q) \nu x_{ij} \right\}^{1/2} \cdot q^{-1} = \sqrt{\frac{2 \sum_{i=1}^{n_c} D(q) \nu x_{ij}}{\Delta L \cdot n_c q^2}}, \quad (1.4)$$

где q – масса контролируемого компонента; ΔL – длина отрезка потока; n_c – число слоев; $D(q) \nu x_q$ – дисперсия входного потока.

Расчеты, проведенные путем использования данной аналитической модели, показали, что при $n_c = 10-15$ слоев $\theta_{см} \geq \pm 15\%$, что отвечает предъявляемым требованиям.

при определении неравномерности выдачи кормовой смеси бункерным раздатчиком кормов – δ_p , которыми показано, что δ_p не превышает допустимого значения ($\delta_p \leq \pm 15\%$).

Д.т.н., профессором И.А. Улановым [162] установлена зависимость степени однородности смеси с учетом влажности соломы и силоса в следующем ее виде [237]:

при $K < K_0$

$$\theta = \frac{K \cdot 100}{K_0}, \quad (1.5)$$

при $K > K_0$

$$\theta = \frac{(100 - K) \cdot 100}{100 - K_0}, \quad (1.6)$$

где K – массовая доля меньшего компонента в пробе; K_0 – массовая доля меньшего компонента в пробе заданной смеси.

А.А. Лапшиным предложена следующая зависимость:

при $K < K_0$:

$$\theta = \frac{1}{\gamma} \sum \frac{K}{K_0}, \quad (1.7)$$

при $K > K_0$

$$\theta = \frac{1}{\gamma} \sum \frac{2K_0 - K}{K_0}, \quad (1.8)$$

где γ – количество проб.

К.т.н. О.Б. Пошевкин [137] предложил зависимость:

$$\nu_0 = \left[\frac{1-k}{k} \right]^{0,5}, \quad (1.9)$$

где k – концентрация (массовая доля) частиц контрольного компонента в композиционных смесях.

Для оценки применяют величину среднеквадратического отклонения – σ , а также коэффициента вариации – ν_0 [2, 72, 73, 84]:

$$\sigma = \left[\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1} \right]^{0,5}, \quad (1.10)$$

$$\nu_0 = \frac{\sigma}{\bar{y}} \cdot 100,$$

где $\bar{y}$ – среднеарифметическое количество частиц контрольного индикатора (цветные гранулы, зерна и т.д.) в пробах

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad (1.11)$$

В двух- и многокомпонентных смесях один из них принимают за контрольный [72, 84]:

$$\theta_{cm} = 100 - \nu_0, \quad (1.12)$$

Известно, что эти методы не дают корректной картины процесса, так как не учитывается равномерность распределения второго и других компонентов в

смеси.

В качестве критерия оценки смешивания также используют коэффициент неоднородности – %. Его определяют по формулам [80, 84]:

$$\sigma_c = 10^{-2} C_0 \left[\sum (Z_i - Z_0) / (n - 1) \right]^{0,5} \rightarrow \min, \quad (1.13)$$

где Z_0 и Z_i – соответственно заданное и фактическое содержание контрольного компонента в смеси.

В процессе механического разрушения исходного с.х. сырья характеризуется получением множества мелких частиц с большой суммарной поверхностью. Таким образом, по своему содержанию дезинтеграция сырья и продуктов есть явление приращения новых поверхностей.

В качестве основных гипотез, выражающих физический смысл зависимостей, характеризующих измельчение, являются теории Риттингера и Кирпичева-Кика [81]. Первая характеризует взаимосвязь между работой – A , разрушения продукта и образованной суммарной поверхностью – ΔF , т.е.

$$A_1 = k \cdot \Delta F, \quad (1.14)$$

где k – опытный коэффициент.

Теория Кирпичева-Кика характеризует взаимосвязь между работой разрушения – A и объемом V (массой m) тел.

Согласно закону В.Л. Кирпичева:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{m_1}{m_2}, \quad (1.15)$$

Киком опубликована научная статья, согласно которой закон подобия профессора Кирпичева В.Л. был расширен с переходом в область пластических деформаций хрупких материалов:

$$A = \frac{\sigma^2 \cdot V}{2E}, \quad (1.16)$$

где σ – напряжение; V – объем, м³; E – модуль упругости.

или

$$A = k \cdot \Delta V, \quad (1.17)$$

или

$$A = k_1 \cdot m, \quad (1.18)$$

Каждая из зависимостей учитывает часть расходуемой энергии.

С учетом этого недостатка, академиком П.А. Ребиндером предложен закон:

$$A_1 = \kappa_1 \cdot \Delta V + \kappa_2 \cdot \Delta F, \quad (1.19)$$

где κ_1 и κ_2 – опытные коэффициенты; ΔV , ΔF – объем и площадь новой поверхности, м³.

Ф. Бондом была разработана теория разрушения тела, которая математически связала две предыдущих теории. Согласно Ф. Бонду, работа разрушения тела массой – m с диаметром – D_{cp} до диметра – d_{cp} , равна:

$$A = \kappa_\delta \cdot \left\{ \left[d_{cp} \right]^{0,5} - \frac{1}{D_{cp}} \right\} \cdot m, \quad (1.20)$$

где κ_δ – опытный коэффициент.

Закон Ф. Бонда был усовершенствован А.К. Рундквистом:

$$A = \frac{\kappa_p \cdot i^{n-1} \cdot m}{D_{cp}^{n-1}}.$$

Анализом данных гипотез было установлено, что они не обладают универсальностью, поэтому д.т.н., профессором С.В. Мельниковым [84] была предложена эмпирическая формула:

$$A_T = A_v + A_s; A_{изм} = C_{np} + A_m,$$

где A_T , $A_{изм}$ – теоретическая и полная работа измельчения; C_{np} – опытный коэффициент.

На основе принятого подхода автор [84] предложил зависимость:

$$A_{изм} = C_1 \lg \lambda^3 + C_2 (\lambda - 1)$$

Коэффициенты C_1 и C_2 определяются по итогам испытаний на устройстве любых видов и позволяют использовать величину $A_{изм}$ в качестве удельных затрат при сравнительной оценке эффективности работы технических средств или выборе режимов и параметров.

Показатель степени измельчения характеризует отношение начальных параметров D, L к их конечным (d, l), т.е.:

$$\lambda = \frac{D}{d} = \frac{L}{l}.$$

Множественное разрушение по Ребиндеру характеризуется зависимостью:

$$A = \sum_1^x \sum_1^{y_i} \left(kv_{ij} \frac{A_{ij}^2}{2E_{ij}V_{ij} \left(\frac{2}{m_{ij}} + 1 \right)} + \alpha_{новij} \cdot \Delta S_{ij} \right),$$

где V_{ij} – геометрический объем i -ой частицы, получаемой при i -ой деформации; y_i – количество полученных частиц при i -ой деформации; x – количество деформаций.

При известном, $x = f(V; y_1; d_{cp})$:

$$\sum_l^{y_i} \Delta S_{ij} = \Delta S_i$$

имеет минимум при $V_{ij} = const$, то возможна модификация способа измельчения.

Наименьшие затраты энергии будут обеспечены при максимальных концентрациях напряжений по площадям трещин.

При разработке теории соударения при взаимодействии реальных тел, как упругих, академик В.П. Горячкин [27] указывает на то, чтобы учитывалась доля затрат энергии на деформацию, которая приводит к тому, что период отталкивания составляет меньшее значение чем период сближения.

Глубокому и обширному исследованию процесса, режимов и параметров дезинтеграторов и мельниц посвящены работы Елисеева В.В., Мельникова С.В., Алешкина В.Р., Плохова Ф.Г., Грицаенко В.И., Дородлевой Н.С., Бурмаги А.В., Даниловой Э.А., Горных В.И., Тирацуяна Р.С., Филипова А.Г., Корбанёвой И.А., Филонова Р.Ф., Корбанева С.В., Кузьминой О.В., Иванова С.А. и др.

Однако процесс измельчение зерна, замоченного соевого, – сложный ди-

намический процесс, особенно в композициях с частицами корнеклубнеплодов. Установлено, что процесс измельчения таких композиций ранее не изучался.

Значение общего сопротивления резанию – P , возможно определить посредством рациональной зависимости В.П. Горячкина [27]:

$$P = P_0 + P_g + P_v.$$

Сопротивление резанию – P_0 зависит от прочности сырья, толщины лезвия ножа и стружки, а также угла заточки [55, 134, 145].

Значение P_g зависит от свойств сырья и коэффициента трения.

При этом, параметр P_v характеризуется скоростью резания.

К.т.н. Г.И. Новиковым предложено учитывать удельное сопротивление резанию – q_0 для корнеклубнеплодов (ККП) в диапазоне от 1480,000 до 1960,000 Н/м.

Секундная подача дезинтеграторов корнеклубнеплодов рассчитывается по известной формуле:

$$Q = V \cdot \rho \cdot \omega,$$

где V – объем отделяемого продукта соответствующего вида; ω – угловая скорость режущих элементов или молотков; ρ – объемная масса продукта, подлежащего разрушению.

К.т.н. В.С. Горюшинским, показано и доказано, что при воздействии ножа на продукт появляется так называемое «уплотненное ядро», в виде клина, обуславливающего присутствие «растягивающих» силовых факторов:

$$P_0 = \sigma_{ep} \cdot L \cdot S,$$

где P_0 – усилие на режущем элементе; L – длина режущего элемента; S – путь до трещины; σ_{ep} – предельное напряжение разрушения.

Профессором Б.В. Кононовым, совместно с к.т.н. Л.Н. Ромазановым [145] изучен и обоснован процесс дезинтеграции посредством барабана, имеющего как продольные, так и поперечные режущие элементы, что позволило повысить секундную подачу в 2 раза.

К.т.н. А.В. Титенком [158] доказано, что дополнительное использование

поперечных режущих элементов позволяет иметь частицы с размером, в пределах зоотребований (до 80,5 %).

В соответствии с принятыми положениями, дробилки, измельчители и дезинтеграторы подразделяют по способу работы, конструктивным, компоновочным, аэродинамическим особенностям и характеристикам, а также по месту загрузки, способам отвода и вывода готового продукта из дробильной камеры и т.д. [2, 82, 93, 97].

У молотковых дробилок традиционных конструкций и компоновочных схем органами, разрушающими продукт, являются горизонтально или вертикально установленный ротор с молотками, решета и деки. Дробилки универсальных моделей также содержат криволинейные или прямолинейные ножи. Известны также безрешетные дезинтеграторы, работающие по открытому и закрытому рециркуляционному или без такового циклу.

В конструкциях молотковых дробилок значительную роль в процессе дезинтеграции исходных материалов имеет наличие воздушного потока. Поток воздуха разрушенный исходный материал, проходя через отверстия решета, извлекается дезинтеграционной камерой в циклон, а обратный воздушный поток (в замкнутых системах) обеспечивает подачу исходного продукта в дезинтеграционную камеру.

На сегодняшний день созданы дезинтеграторы, которые значительно различаются по способу работы, компоновочной, а также технологической схемам и представляют собой решетные, универсальные и безрешетные (с рециркуляцией и без рециркуляции) устройства.

Сравнительным анализом различных компоновочных, а также технологических схем дезинтеграторов выявлено две модели дробилок, работающих по открытой или закрытой схеме. Однако во всех конструкциях и компоновочных схемах дезинтеграторов рабочий орган представлен ротором с шарнирно закрепленными молотковыми элементами. Они имеют различную форму, обусловленную видом перерабатываемого исходного сырья, а также заданной степени измельчения и устанавливаются по разным схемам. Наибольшее распро-

странение получили пластинчатого типа молотковые элементы с двумя отверстиями – в виде прямоугольника.

Их технологические и компоновочные схемы с характерными особенностями применения приведены в публикациях [2, 84, 90, 93].

Основными показателями работы молотковых дробилок являются: подача, степень и качество полученного продукта в виде дерти, материалоемкость и энергоемкость. Техничко-экономическую эффективность молотковых дробилок устанавливают и оценивают только по вышеприведенным основным показателям, так как при равных значениях величин подачи и энергоемкости качество разрушения исходного продукта может быть весьма неодинаковым.

Однако, в настоящее время аналитическая модель оценки степени измельчения для измельчителей-распределителей модульного типа отсутствует.

В общем случае, явление прессования характеризуется сближением и сцеплением частиц твердой фазы посредством механического давления.

Основной характеристикой брикетируемости или гранулируемости кормовых продуктов является степень уплотнения $\lambda_{упл}$, которая есть отношение объема V продукта до уплотнения к объему V_k готового брикета:

$$\lambda_{упл} = V / V_k = H / H_k,$$

где H и H_k – высота слоя до и после уплотнения в камере;
или

$$\lambda_{упл} = M \cdot \rho / (\rho_0 \cdot M) = \rho / \rho_0$$

где M – масса брикета, ρ_0, ρ – начальная и конечная плотность продукта.

Внутренний механизм процесса уплотнения, характеризующий явления сцепления частиц в гранулах или брикетах, описывается капиллярной, коллоидной и молекулярной теориями.

Основной является молекулярная теория В.М. Наумовича, который использовал термодинамическую теорию прилипания Б.В. Дерягина.

Увеличение давления приводит к ликвидации воздушных пор с приращением площади контактов. Давление за пределами беспористого состояния становится неэффективным. В механическом отношении качество монолитов оце-

нивается их прочностью [72, 84].

Получение статистически достоверных характеристик механической прочности кормовых монолитов связано с необходимостью проведения сложных и многочисленных испытаний, поэтому ГОСТ 18691-73 на травяную муку ограничивается характеристикой (прочности), основанной на технологических пробах.

Показатель прочности Pr (%) гранул и брикетов определяется по известной формуле

$$Pr = (M_{np} / M_{zp}) \cdot 100,$$

где M_{np} – масса гранул или брикетов после просеивания, кг; M_{zp} – масса гранул или брикетов до испытания, кг.

Исследованиями установлено, что прочность кормовых монолитов тесно связана с их плотностью ρ и приближенно следует экспоненциальной зависимости (по Ю.В. Подколызину):

$$Pr = 98,5 - 44 \cdot 10^3 \cdot e^{-0,011\rho}.$$

Уменьшение плотности брикетов ниже 800 кг/м³ приводит к резкому снижению прочности. Наименьшей прочностью обладают брикеты из злаковых трав или из кормосмеси с присутствием соломенной сечки. Для таких брикетов оптимальной считается плотность 720 – 900 кг/м³, если в кормовую смесь не вводятся связующие компоненты (меласса, жир и др.) [84].

Влажность уплотняемого материала в значительной мере определяет как качество получаемых монолитов, так и экономичность режимов работы оборудования с точки зрения их энергоемкости.

В.Ф. Некрашевичем установлено, что зона оптимальных технологических режимов лежит в пределах влажности стебельных кормов 15 – 18 %. При увлажнении частиц корма свыше 18 % уменьшается плотность и прочность монолитов (показатель крошимости Kp растет). Частицы корма набухают, увеличивается объем кормовой массы. Частицы воды, находящиеся между частицами корма, при уплотнении мешают их сближению и действуют, как клинья. Это приводит к увеличению энергоемкости процесса прессования и ухудшению ка-

чества продукта.

Технология производства гранулированной травяной муки и брикетированных кормовых смесей предусматривает предварительную сушку зеленой массы до 12 – 14 % и последующее увлажнение муки или сечки до 16 – 18 %, проводимое при кондиционировании, что, в принципе, энергозатратно и нерационально. Полученные монолиты после прессования подлежат охлаждению, в процессе которого часть воды испаряется (до 2 – 3 %). Снижение влажности спрессованного корма происходит более интенсивно, если водяная пленка расположена на наружной поверхности частиц.

Экспериментальное определение теплофизических характеристик проводили Ю.Ф. Баранов, Б.Э. Коппель, Н. В. Хилков, А.И. Завражнов и ряд других ученых [57].

Время, потребное на формирование монолитов, наряду с конструктивными параметрами матрицы и ее кинематическим режимом, определяют пропускную способность матрицы, или производительность пресса, которую в первом приближении определяют по формуле [84]

$$q = S_0 L \rho z_0 \beta / t_{обр},$$

где q – подача, кг/с; S_0 и L – соответственно площадь поперечного сечения канала и его длина канала, м² и м; ρ – плотность монолита, кг/м³; z_0 – количество каналов в матрице; β – коэффициент использования живого сечения матрицы; $t_{обр}$ – время пребывания порции (слоя) материала в канале прессования, с.

Анализ формулы показывает, что пропускная способность матрицы прямо пропорциональна площади поперечного сечения канала, плотности получаемых монолитов и числу каналов в матрице и обратно пропорциональна времени пребывания монолита в канале, или времени обработки. Данное обстоятельство не позволяет получать гранулы диаметром менее 4,7 мм.

Помимо производительности пресса, важнейшее значение имеет эффективность его работы, оцениваемая показателем энергоемкости процесса, которая тесно связана с его кинематическим режимом.

Для оценки влияния частоты вращения матрицы на производительность

определена величина подачи материала, приходящаяся на один оборот матрицы

$$q_{об} = Q / n_c ,$$

где n_c – частота вращения, равная $n_c = \omega / (2\pi) = 0,16\omega$, что дает:

$$q_{об} = S_0 L \rho z_0 \beta / (0,16\omega \cdot t_{обр}) .$$

Подача, приходящаяся на один оборот матрицы и один канал, равна

$$q = S_0 L \rho / (0,16\omega \cdot t_{обр}) .$$

Из полученного выражения следует, что при увеличении частоты вращения матрицы и сохранении величины подачи материала сокращается время пребывания его в канале, что нежелательно, так как ведет к ухудшению качества монолитов. Данный факт имеет значение и для прессов с винтовым нагнетателем.

Подкользин Ю.В. [84] устанавливает частоту вращения матрицы, исходя из следующих условий. Минимальная частота вращения определяется с учетом наилучших условий захвата материала и обеспечения бесперебойной подачи его к рабочим органам. Матрица должна иметь угловую скорость достаточную, чтобы материал удерживался на внутренней поверхности вертикальной кольцевой матрицы. В этом случае показатель кинематического режима должен быть равен

$$K = \omega^2 R_{вн} / g = 1 / \sin \varphi ,$$

где g – ускорение силы тяжести, м/с²; $R_{вн}$ – радиус матрицы, м; φ – угол трения, рад.

Данный показатель также необходимо учитывать и при разработке прессов винтового типа.

К.т.н., Фарбманом Г.Я. рекомендовано при определении частоты вращения матрицы учитывать воздухопроницаемость материала, чтобы исключить возможность выдувания его из зоны захвата при быстром уменьшении объема сжимаемого материала. Это замечание наиболее существенно для травяной муки, частички которой имеют малую массу и скорость витания [84]. Соответственно, в этой связи важное значение приобретает использование связующих веществ.

В соответствии с имеющимся ведомственным стандартом – ОСТ 70.19.5-83, определяют технологические показатели качества работы прессового оборудования – крошимость гранул и брикетов, а также плотность, коэффициент перетирания, влажность, насыпную плотность и фракционный состав – известными методами. Необходимость в определении прочности гранул подтверждена опытами Рязанского сельскохозяйственного института и Волгоградского молочного института. Установлены оптимальные значения этого показателя для различных видов животных с точки зрения их поедания.

До последнего времени не определялся показатель распределения компонентов в гранулах и брикетах. Показатель этот можно определять по распределению контрольного компонента – поваренной соли в 15 – 20 % пробах, отобранных через равные промежутки времени из потока гранул или брикетов. Поваренную соль вводят с кондиционируемым раствором из расчета 1 % к массе смеси; для анализа отбирают пробы массой 5 г при гранулировании и 100 г при брикетировании [72].

Таким образом, проведенным сравнительным анализом существующих и традиционных конструктивно-технологических схем ПТЛ приготовления и раздачи кормов и кормовых смесей (системы механизированного кормления КРС) установлено, что наименьшими энергоемкостью и металлоемкостью обладают прицепные раздатчики-смесители, снабженные погрузчиками-измельчителями, которые выполнены в виде агрегатного модуля.

Однако, надежность работы шнековых рабочих органов, размещенных в бункере малого объема, существенно зависит от размера частиц стебельных кормов.

В этой связи необходимо провести изыскания в направлении совершенствования технологического процесса, обеспечивающего повышение надежности при одновременном снижении энергоемкости и металлоемкости малогабаритных агрегатов для приготовления и раздачи кормов и кормовых смесей на фермах КРС малой производственной мощности.

Проведенным сравнительным анализом также установлено, что известные

и традиционно применяемые пресс-грануляторы и пресс-брикетировщики обладают высокими энергоемкостью и металлоемкостью. Как правило, основным их рабочим органом является вращающаяся кольцевая матрица с продавливающими роликами.

Рациональным направлением в решении данного вопроса является использование винтового нагнетателя с компрессионной камерой и сменной матрицей-решеткой или формующим соплом.

Анализ существующих типов машин для производства заменителей цельного молока также показал значительный прогресс в этой области машиностроительной отрасли КНР.

При этом, в нашей стране, отсутствуют специализированные агрегаты, тем более блочно-модульного типа, для производства ЗЦМ на основе соевого зерна, а также на основе соево-корнеплодных композиций и др.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Не смотря на усилия ученых и практиков, на сегодняшний день уровень механизации работ, а, следовательно, и затратная эффективность получения животноводческой продукции по энергетическим показателям, металлоемкости и производительности в условиях малых ферм КРС остается относительно невысокой. Это обусловлено тем, что и сегодня на таких фермах нередко применяется ручной труд, а также оборудование и технические средства, созданные еще в 90-е годы прошлого столетия, которые не подверглись существенной эволюционно-технической трансформации, а потому остаются высоко энерго- и металлоемкими.

Так анализом литературных источников и патентных материалов установлено, что энергоемкость процесса смешивания отечественными раздатчиками-смесителями бункерно-шнекового типа (прицепного и автомобильного) составляет соответственно $12,0 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ и $3,275 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, а в целом процесса смешивания и раздачи кормовых смесей (в составе ПТЛ) – $44,5 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ и $66,0 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, при металлоемкости, равной соответственно $3,075 \text{ т}/(\text{т}/\text{ч})$ и $6,022 \text{ т}/(\text{т}/\text{ч})$.

В то же время, для зарубежных аналогов значения этих показателей составляют $0,835 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ и $0,083 \text{ т}/(\text{т}/\text{ч})$ (Венгрия, модель МКК-7,5), а также $0,900 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ и $0,05 \text{ т}/(\text{т}/\text{ч})$ (США, модель Farmhand-210), что меньше соответственно в 14,37 раз по энергоемкости и в 65,5 раз – по металлоемкости.

Согласно проведенным расчетам по имеющимся литературным данным, энергоемкость рабочего процесса пресс-грануляторов с кольцевой матрицей находится в диапазоне от $9,750 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ у модели ДГ-1 до $20,0 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ у модели

ОГМ-0,8 при металлоемкости, соответственно равной 1,1 и 0,625 т/(т/ч).

Для пресс-брикетировщиков энергоемкость находится на уровне $40,8 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ при металлоемкости – 3,36 т/(т/ч), а для прессов с двухвинтовым нагнетателем соответственно $21,5 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ и 0,24 т/(т/ч).

Относительно энергоемкости технических средств, для приготовления заменителя цельного молока на основе семян сои, проведенные расчеты показали, что наиболее эффективные модели технических средств производства КНР, имеют следующие значения показателей:

- серия DN от 43,2 до 96,6 $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$;
- серия DFJ-50A от 40,0 $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$.

Таким образом, установлено, что известные модели технических средств отечественного и зарубежного производства, предназначенные для измельчения кормового сырья, смешивания подготовленных компонентов, дозированной их раздачи КРС, а также приготовления прессованно-формованных кормов и ЗЦМ, обладают высокими энергоемкостью и металлоемкостью при низкой технологической гибкости и универсальности.

При этом, отсутствуют данные, характеризующие процессы:

- измельчения и равномерности распределения корма при заполнении бункера раздатчика-смесителя с помощью специального измельчающе-распределяющего устройства модульного исполнения;
- смешивания послойно уложенных компонентов в бункере при их дозированной выдаче раздатчиком-смесителем;
- смешивания, измельчения и формования при получении прессованных гранул и полых брикетов с учетом особенностей состава и свойств кормового сырья с помощью пресса винтового типа;
- экстракции питательных веществ при измельчении соево-тыквенных композиций в водной среде, отделения нерастворимого остатка – жома и полу-

чения на его основе кальцийсодержащей кормовой добавки с помощью дискового измельчителя-экстрактора и пресса с коническим винтом.

Отсутствуют также исследования по комплексному теоретическому обоснованию процессов, осуществляемых в технических средствах многооперационного назначения.

Отсутствие комплексных и обобщающих исследований по изучаемой проблеме не позволяет получить математическую модель оценки затратно-энергетической эффективности функционирования системы механизированного кормления животных в условиях малых ферм КРС на стадиях ее проектирования и конструирования многооперационных малогабаритных технических средств блочно-модульного типа.

Выявленные в результате анализа противоречия между стремлением повысить затратно-энергетическую эффективность производства животноводческой продукции путем изыскания рациональных способов и технических средств, адаптированных к условиям малых ферм КРС с одной стороны и уровнем знаний о закономерностях указанных процессов, реализуемых в малогабаритных многооперационных технических средствах блочно-модульного типа, порождают проблемную ситуацию, на решение которой и направлена диссертационная работа.

В этой связи, **целью исследований является** снижение энергоемкости и металлоемкости процесса механизированного кормления крупного рогатого скота путем разработки технических средств блочно-модульного типа, адаптированных к условиям малых ферм с обоснованием параметров и режимов их работы.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих **задач**:

- теоретическим путем обосновать подходы к созданию малоэнерго- и металлоемкой технологии приготовления и раздачи кормов и разработать модель оценки функционирования технологической системы механизированного кормления КРС с техническими средствами блочно-модульного типа, адапти-

рованных к условиям малых ферм с обоснованием параметров и режимов их работы;

- установить аналитические зависимости и математические модели, характеризующие процессы, осуществляемые техническими средствами блочно-модульного типа во взаимной связи их технологических, режимных и конструктивных параметров;

- получить эмпирическим путем математические модели, характеризующие взаимосвязь технологических и конструктивно-режимных параметров с выявлением их значений в технических средствах блочно-модульного типа в виде многооперационного малогабаритного мобильного раздатчика-питателя кормов, многооперационного малогабаритного стационарного пресс-гранулятора-брикетировщика и многооперационного малогабаритного дезинтеграционно-экстракционного устройства с установлением степени сходимости теоретических и экспериментальных данных;

- проверить в производственных условиях основные результаты исследований с обоснованием их технико-экономической эффективности;

- разработать рекомендации по конструированию и созданию технических средств блочно-модульного типа, адаптированных к условиям малых ферм КРС.

ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ БЛОЧНО-MOДУЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И РАЗДАЧИ КОРМОВ, АДАПТИРОВАННЫХ К УСЛОВИЯМ МАЛЫХ ФЕРМ КРС

2.1 Обоснование системы механизированного кормления животных в условиях малых ферм КРС как дискретно-поточковой системы

Анализ системы, поставленной на исследование, проведенный по существующим на сегодняшний день данным, показывает, что ее можно представить в виде четырех взаимосвязанных подсистем (рисунок 2.1).

При этом, данная система является управляемой с точки зрения доведения кормового сырья с начальной кормовой ценностью – $KЦ_{исх}$ до конечной – $KЦ_k$ с трансформированным в пространстве и времени составом и свойствами.

Кормовая ценность, как комплексная характеристика состава и свойств исходного сырья и готовых кормовых продуктов, есть функция

$$KЦ = f(W; \lambda; \theta; P; СПС; K; ...) \rightarrow opt, \quad (2.1)$$

где W – влажность; λ – степень измельчения; θ – однородность смеси; P – прочность гранул и брикетов; $СПС$ – сахаропротеиновое соотношение; K – содержание сухих веществ.

Для технологической трансформации (ТТ) КЦ имеем, что

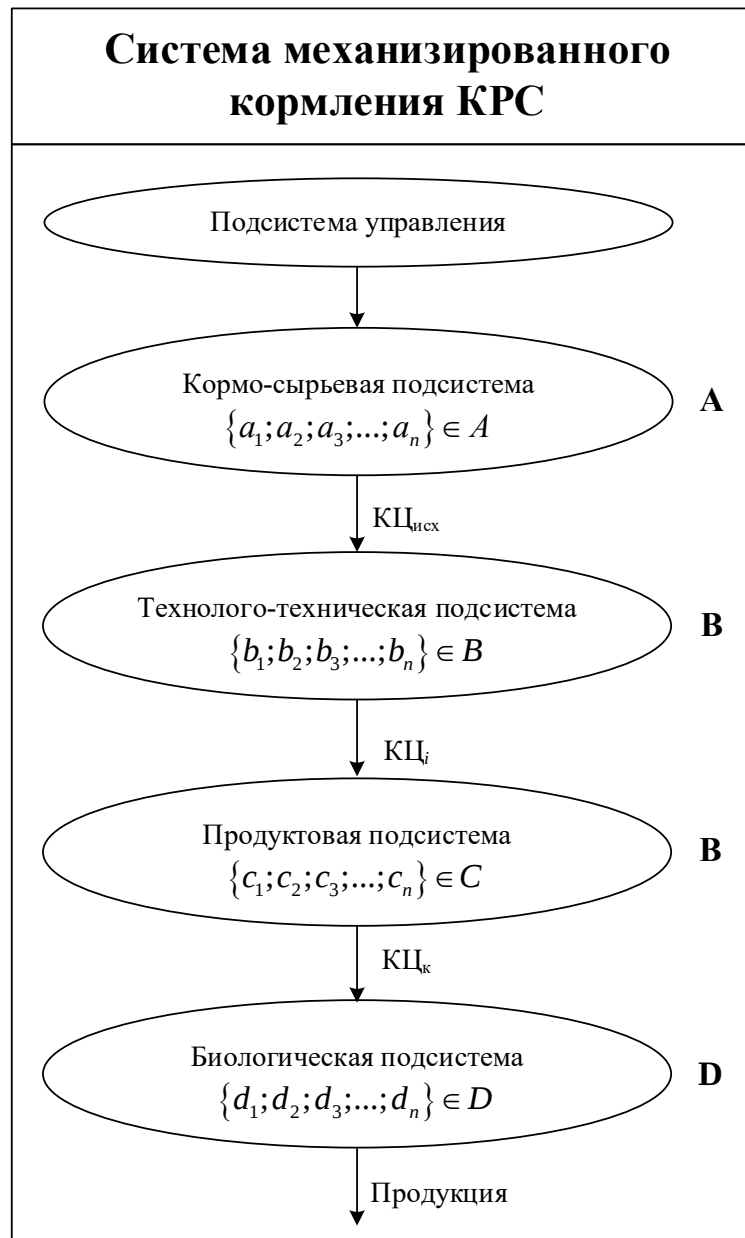
$$KЦ_i = KЦ_{исх} \cdot e^{-ct_{TP}}, \quad (2.1^*)$$

где $KЦ_i$, $KЦ_{исх}$ – текущая и исходная кормовая ценность кормовых продуктов; c – эмпирический коэффициент; t_{TP} – продолжительность ТТ.

Для сырьевой подсистемы в системе МК КРС характерно использование объемистых кормов (грубых и сочных) и концентрированных:

a_1 – сено (рассыпное, прессованное и т.д.); a_2 – солома (рассыпная, прессованная и т.д.); a_3 – зеленая масса травы и зерновых культур (по видовому составу); a_4 – силос; a_5 – сенаж; a_6 – корнеклубнеплоды; a_7 – семена сои; a_8 – се-

мена зерновых культур.



$KЦ_{исх}$ – кормовая ценность исходного кормового сырья; $KЦ_i$ – текущие значения КЦ; $KЦ_к$ – конечные значения КЦ готовых кормовых продуктов

Рисунок 2.1 – Формализованная схема технологической трансформации сырья в системе МК крупного рогатого скота

Для технологическо-технической подсистемы характерно наличие следующих технологических операций:

b_{1_i} – измельчение; b_{2_i} – смешивание; b_{3_i} – раздача; b_{4_i} – экстракция; b_{5_i} – разделение; b_{6_i} – дозирование.

Для продуктовой подсистемы характерно получение:

c_{1_i} – рассыпных кормовых смесей; c_{2_i} – гранулята; c_{3_i} – брикетов; c_{4_i} – паст; c_{5_i} – заменителя цельного молока; c_{6_i} – комбикормов.

Биологическая подсистема характеризуется структурой стада:

d_{1_i} – коровы (дойные, сухостойные); d_{2_i} – нетели (по возрасту); d_{3_i} – телята (по возрасту).

Таким образом, система МК животных включает k комбинаций, равное 4 (рисунок 2.1) в виде подсистем А, В, С и D, каждая из которых содержит в себе n элементов в виде a_i, b_i, c_i, d_i .

Тогда в соответствии с положениями комбинаторики [21]:

– число всех перестановок с повторениями:

$$Pn(a_i; b_i; c_i; d_i) = \frac{n!}{a!b!c!d!}, \quad (2.2)$$

где $!$ – факториал;

– число размещений из n элементов по k комбинациям:

$$A_n^k = \frac{n!}{(n-k)!} = n(n-1)(n-2)\dots(n-k+1) \quad (2.3)$$

с повторениями

$$A_n^{k(повт)} = n^k \quad (2.4)$$

– число сочетаний:

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!} = \frac{n(n-1)\dots(n-k+1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot k} \quad (2.5)$$

Для k с повторениями из n различных:

$$C_n^{k(повт)} = \frac{(n+k-1)!}{k!(n-1)!} \quad (2.6)$$

Соотношения между числом размещений, сочетаний и перестановок

$$C_n^k = \frac{P_n}{P_k \cdot P_{n-k}} = \frac{A_n^k}{P_k} \quad (2.7)$$

При этом, процесс технологической трансформации исходного кормового

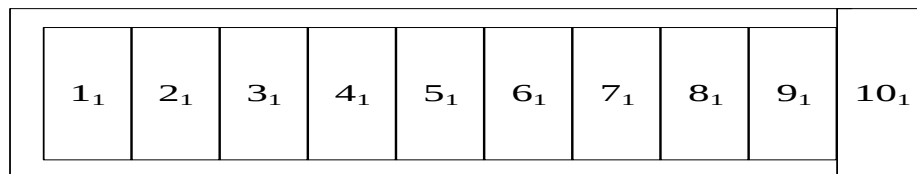
сырья в пространстве и времени при всех возможных вариациях должен быть целесообразным и рациональным

$$\xrightarrow{Y_{\text{вх}}(t_{\text{ТР}})} [КС \rightarrow ТТС] \rightarrow КП \rightarrow БС, \quad (2.8)$$

где КС – кормовое сырье, характеризующееся исходной КЦ; ТТС – технологическая система, характеризующаяся технико-экономическими показателями; КП – кормовой продукт, характеризующийся конечной КЦ; БС – биологическая система, характеризующаяся продуктивностью стада в соответствии с его структурой; $Y_{\text{вх}}(t_{\text{ТР}})$ – входные параметры системы МК КРС.

Проведенным анализом установлено, что ТТПС в своем составе должна иметь следующие малогабаритные многооперационные технические средства блочно-модульного типа:

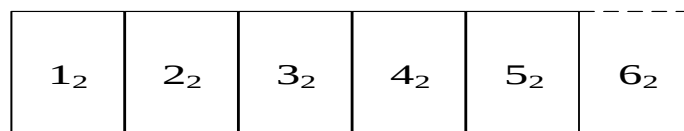
I – Малогабаритный мобильный многооперационный раздатчик-питатель кормов (ММ МРПК)



1₁ – захват-манипулятор (ЗМ); 2₁ – измельчитель (И); 3₁ – распределитель (Р);
 1₁– 2₁–3₁ – загружающе-измельчающе-распределяющий модуль (ЗИРМ);
 4₁ – подающий транспортер (ПТ); 5₁ – бункер (Б); 6₁ – битера (БП); 7₁ – выгрузной транспортер (ВТ); 8₁ – шасси (Ш); 9₁ (5₁ – 8₁) – транспортирующее средство (ТС); 4₁–5₁–6₁–7₁ – дозирующий модуль (ДМ); 10₁ – энергетическое средство (ЭС); 1₁–10₁ – кормоприготовительно-раздающий модуль (КРМ)

Рисунок 2.2 – Структурная схема технического средства блочно-модульного типа в виде ММ МРПК

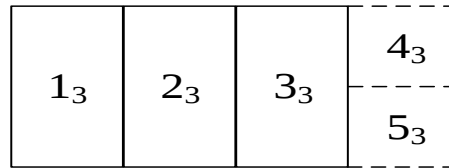
II – Малогабаритный многооперационный стационарный пресс-гранулятор-брикетировщик (ММ СПГБ)



1₂ – бункер (Б); 2₂ – битера (БП); 1₂– 2₂ – смешивающий модуль (СМ);
 3₂ – винт (В); 4₂ – компрессионная камера (КК); 3₂– 4₂ – прессующий модуль (ПМ); 5₂ – сменная формующая матрица (СФМ); 6₂ – сушильный шкаф (СШ); 3₂–4₂–5₂ – прессующе-формующий модуль (ПФМ)

Рисунок 2.3 – Структурная схема технического средства блочно-модульного типа в виде ММ СПГБ

III – Малогабаритное многооперационное стационарное дезинтегрирующе-экстракционное устройство (ММ СДЭУ)



1_з – приемный бункер-дозатор (ПБД); 2_з – дисковый дезинтегратор (ДД); 3_з – конический разделитель (КР); 4_з – емкость-накопитель заменителя цельного молока (ЕН ЗЦМ); 5_з – емкость-накопитель мезги (ЕНМ)

Рисунок 2.4 – Структурная схема технического средства блочно-модульного типа в виде ММ СДЭУ

С точки зрения выбора рациональных вариантов функционирования системы МК КРС на малых фермах, с учетом композиционирования подсистем А, В, С и D, примем некоторую функцию вероятности выбора $F(x)$.

Функцию $F(x)$ в неявном виде можно представить как:

$$\Delta(P) = f(K_1; K_2, \dots K_n; P, \dots) \rightarrow \max, \quad (2.9)$$

где K_1, K_2, K_n – потенциально возможные варианты выбора технологических решений, направленных на увеличение кормовой ценности; P – вероятность выбора правильного решения (варианта).

Для определения вероятности выбора правильного решения (варианта) приемлем метод дерева логических возможностей (ДЛВ), который предусматривает предварительное получение исходной информации, характеризующей особенности изучаемых и разрабатываемых технологий, а также информации, определяющей вероятностные характеристики изучаемых процессов и их номинальные (регламентируемые) значения показателей (критериев) [25].

При решении задачи предполагается наличие некоторого пространства логических возможностей. В этом пространстве может быть построено так называемое дерево, представляющее собой связанный граф, в котором нет ни одного контура. Каждая ветвь такого дерева характеризует один из возможных исходов разработки технологии или же ее процесса с показателями, ограниченными определенными регламентами. Тогда каждой ветви дерева приписывается

некоторая вероятностная мера, представляющая собой безусловную или условную вероятность получения правильного решения.

В этой связи, предполагается, что рассматриваемая система совокупности независимых вариантов a , b и c , при их дискретных положениях a_i , b_j и c_k ($i, j, k = 1, 2, 3$) с требуемыми вероятностями Pa_i , Pb_j , Pc_k т.е.

$$\left. \begin{aligned} &a_i(a_1, a_2, a_3), b_j(b_1, b_2, b_3), \\ &c_k(c_1, c_2, c_3), Pa_i(Pa_1, Pa_2, Pa_3), \\ &Pb_j(Pb_1, Pb_2, Pb_3), Pc_k(Pc_1, Pc_2, Pc_3) \end{aligned} \right\} \quad (2.10)$$

Каждое из возможной совокупности есть реализация выбора искомого варианта.

Вероятность ее появления:

$$Pa_i Pb_j Pc_k = P[a_i \wedge b_j \wedge c_k] = P[a_i] Pa_i[b_j] Pb_j \wedge a_i[c_k] = Pa_i Pa_i \cdot b_j Pa_i \cdot b_j \cdot c_k, \quad (2.11)$$

где $\wedge$ – знак логического умножения.

Последние два сомножителя в правой части уравнения (2.11) определяют тренд на ДЛВ.

В более общем случае Pa_i , b_j и Pa_i , b_j c_k являются условными.

На рисунке 2.5 представлено ДЛВ, согласно условиям системы (2.10) и уравнению (2.11), где O – корень, а отрезки Pa_1 и т.д. – ветви первого, второго и третьего уровней. Ветви всех уровней откладывают в одном масштабе. По ветвям наивысшего ранга можно определить число путей логических возможностей. Для нашего случая их число $N = 27$.

В общем случае аналогично может быть построена схема ДЛВ с ветвями m^* -го ранга (m^* - конечное число) или составлена эквивалентная таблица. При этом, если через n_i обозначить число дискретных значений случайной величине номер i , то число путей в дереве окажется равным

$$N = \prod_{i=1}^{\ell=L} n_i, \quad (2.12)$$

Вероятность выбранных путей:

$$Pn_1, n_2 \dots n_L = P[n_1 \wedge n_2 \dots \wedge n_{L-1} \wedge n_L] = \begin{cases} Pn_1 Pn_1 n_2, \dots, Pn_1, n_2 \dots n_{L-1} n_L \\ P[n_1] P[n_2], \dots P[n_{L-1}] P[n_L] \end{cases}, \quad (2.13)$$

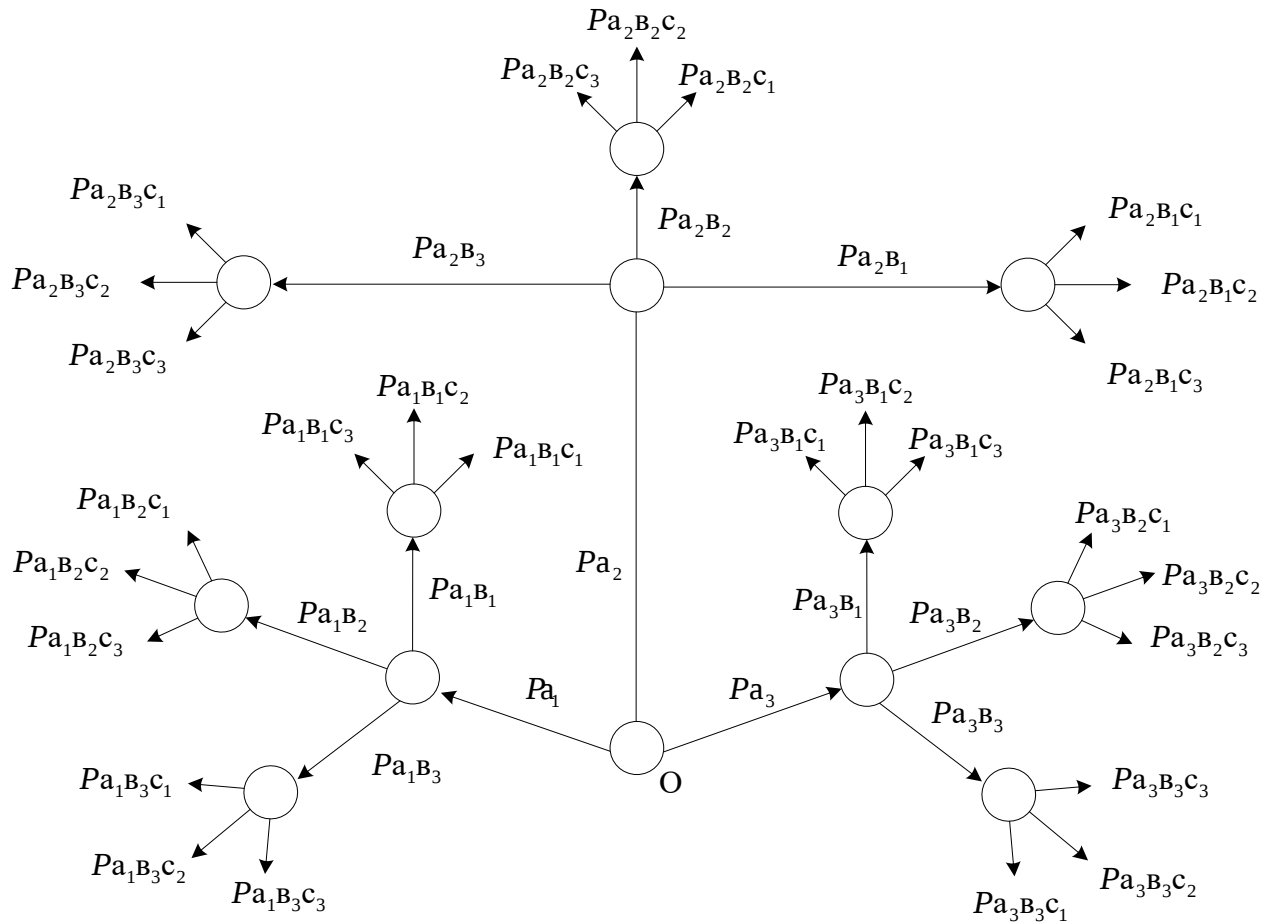
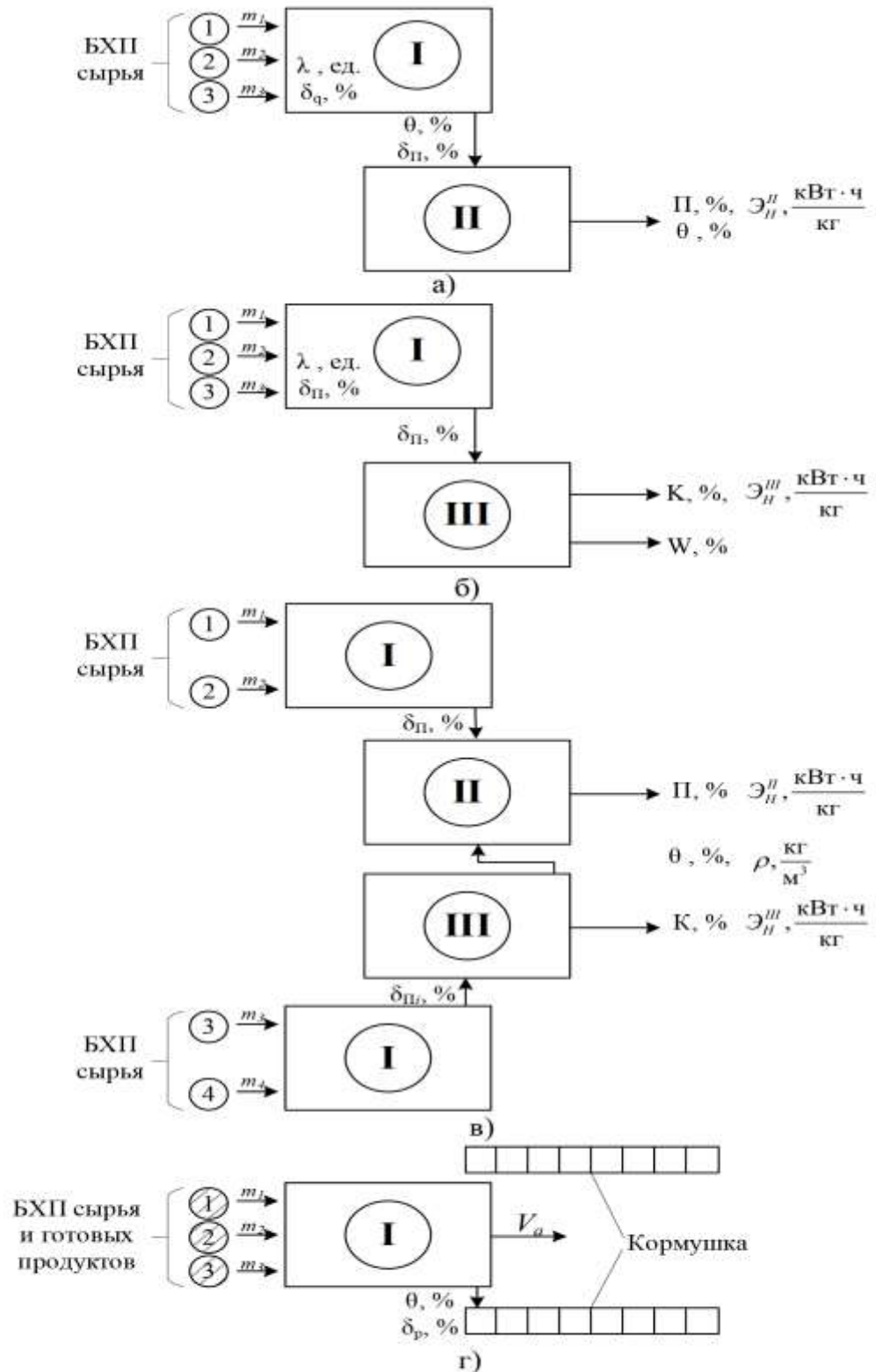


Рисунок 2.5 – Схема дерева логических возможностей по выбору рационального варианта

В зависимости от того, являются ли случайные величины $n_1, n_2, \dots, n_L$ связанными или независимыми в статистическом смысле, в конечных случайных процессах, каждому пути на ДЛВ приписывается некоторая «масса» вероятности, равная произведению условных «масс» вероятностей, характеризующих собой ветви соответствующих уровней, входящих в рассматриваемый путь.

Рисунок 2.6 характеризует совокупность рациональных вариантов компоновки подлежащих разработке блочно-модульных устройств, входящих в состав принятой на исследование подсистемы.

Таблицей 2.1 представлен график годовой помесечной загрузки технических средств с учетом имеющихся рационов кормления животных (птицы), согласно структуре стада, принятой для предприятий малой и средней производственной мощности и соответствующего направления (крупного рогатого скота, свиноводческой, кролиководческой, птицеводческой, овцеводческой и т.д.).



а) линии приготовления гранул и брикетов; б) линии приготовления ЗЦМ; в) линии приготовления ЗЦМ, гранул и брикетов; г) линии приготовления смесей, раздачи кормов и внесения подстилки

Рисунок 2.6 – Инновационные структурно-компоновочные схемы линии подготовки, приготовления и раздачи кормов с использованием машин и оборудования, адаптированных к условиям малых ферм КРС

Таблица 2.1 – Годовой график помесечной загрузки машин и оборудования технологической линии приготовления и раздачи кормов на с/х предприятиях малой производственной мощности

Технические средства	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ММА в режиме раздатчика (раздатчика-кормосмесителя) (схема <i>г</i>)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ММА в режиме питателя (гранулы и брикеты) (схемы <i>а</i> и <i>в</i>)		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
ММА в режиме питателя (ЗЦМ и паста) (схемы <i>б</i> и <i>в</i>)		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
ММА в режиме приготовления и внесения подстилочного материала (схема <i>г</i>)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Для инновационной системы механизированного кормления животных на предприятиях КРС малой производственной мощности, принята следующая модель оценки затратно-энергетической эффективности (ЗЭЭ) ее функциони-

рования на стадии проектирования ТТС:

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{E}_{кр} &= \sum_{i=1}^n (C_{кп_i} - C_{ис_i} - C_{з_i}) \cdot Q_i \cdot t_i \cdot D \cdot k \rightarrow \max; \\ \text{при } \sum_{i=1}^n C_{з_i} &\rightarrow \min; \\ \text{и } \left. \begin{aligned} \mathcal{E}_И &= \frac{N_И}{Q_И \cdot \lambda_И \cdot n}; \quad \mathcal{E}_С = \frac{100 \cdot N_С}{Q_С \cdot \theta_С \cdot n}; \\ \mathcal{E}_П &= \frac{100 \cdot N_{Пр}}{Q_{Пр} \cdot П \cdot n}; \quad \mathcal{E}_Э = \frac{100 \cdot N_Э}{Q_Э \cdot К \cdot n} \end{aligned} \right\} &\rightarrow \min; \end{aligned} \right\}, \quad (2.14)$$

где $\mathcal{E}_{кр}$ – годовая экономическая эффективность (годовой доход) от производства кормовых продуктов, руб.; $C_{кп_i}$ – реализационная цена кормовых продуктов, руб./кг; $C_{ис_i}$ – стоимость исходного сырья, руб./ кг; $C_{з_i}$ – эксплуатационные затраты; Q_i – производительность i -й линии, кг/ч; t_i – продолжительность работы линии, ч; D – число дней работы машин и оборудования в году, дней; k – коэффициент, учитывающий налоговые отчисления; $Q_И, Q_С, Q_{Пр}, Q_Э, \mathcal{E}_И, \mathcal{E}_С, \mathcal{E}_{Пр}, \mathcal{E}_Э$ – производительность соответственно измельчителя, смесителя, пресса, экстрактора, кг/ч и их энергоёмкость, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}}$; $N_И, N_С, N_{Пр}, N_Э$ – затраты энергии а процессы соответственно измельчения, смешивания, прессования, экстракции, кВт; $\lambda_И, \theta_С, П, К$ – качественные показатели выполнения процессов, соответственно измельчения, смешивания, прессования и экстракции (степень измельчения, однородность смеси, прочность гранул или брикетов и содержание сухих веществ); n – число одновременно выполняемых операций в одной машине.

2.2 Разработка технологической подсистемы подготовки, приготовления и раздачи кормов с теоретическим обоснованием параметров ММ МРПК

Особенностью работы инновационного многооперационного малогабаритного мобильного раздатчика-питателя кормовых продуктов (ММ МРПК) является то, что он позволяет самозагружаться в режиме циклической подачи порций сено-соломистого, корнеплодного или другого сырья в местах его складирования и хранения, путем их подачи в измельчитель с последующим распределением измельченного продукта в бункере ММ МРПК.

При этом процесс заполнения бункера осуществляется с помощью измельчающе-распределяющего устройства (ИРУ). При чем, распределение измельченного продукта может осуществляться по двум схемам (рисунок 2.7), обеспечивающим выравнивание колебаний входного кормового потока – $Q_{ИР}(t_p)$.

При этом, средняя величина подачи $Q_{ИР}$ ИРУ соответствующее процессу реализации распределяемого кормового потока, как вероятностно-случайной функции $Q(t_{II})$, за цикл погрузки t_{II} , равно

$$\bar{Q}_{ИР} = \frac{1}{t_{II}} \int_0^{t_{II}} Q_{ИР}(t_{II}) dt, \quad (2.15)$$

Взяв за математическое ожидание вероятностно-случайной функции среднюю величину подачи ИРУ – $\bar{Q}_{ИР}$, получим, что

$$\bar{Q} = Q_p (1 \pm \varepsilon \cdot \delta_{II}), \quad (2.16)$$

где δ_{II} – отклонение массы продукта, распределяемого в бункере от его среднего значения.

Фундаментальными научными работами и исследованиями д.т.н., профессора Мельникова С.В., д.т.н., профессора Кобы В.Г., д.т.н. Кукты Г.М. [33-52, 63-67, 72-74, 80, 84, 85, 148] и других ученых показано, что материальные потоки аналогичного характера, подчиняются нормальному закону распределения вероятностно-случайной величины $Q(t)$ и, тогда

$$P\left\{Q_p - 2 \cdot [\sigma^2]^{0,5} < 2|\Delta| < Q_{ИР} + 2 \cdot [\sigma^2]^{0,5}\right\} = 0,95, \quad (2.17)$$

где $\pm \varepsilon = (\bar{Q} - Q_{ИР})$ – отклонение фактической подачи ИРУ; σ_Q – среднеквадратическое отклонение реализации вероятностно-случайного процесса подачи ИРУ.

Для условия (2.17) справедливо равенство $\varepsilon = 2[\sigma^2]^{0,5}$.

Ввиду того, что $\delta_{II} = \varepsilon / Q_{ИР}$, следует записать

$$\sigma_Q^2 = \delta_{II}^2 \cdot Q_{ИР}^2 / 4, \quad (2.18)$$

$$\text{или} \quad \sigma_Q^2 = M \left\{ \left[\frac{1}{t_{II}} \int_0^{t_{II}} Q(t_{II}) dt - Q_{ИР} \right]^2 \right\} = \frac{1}{t_{II}^2} \int_0^{t_{II}} \int_0^{t_{II}} K_Q(t_{II} - t'_{II}) dt \cdot dt' \cdot dt \cdot dt', \quad (2.19)$$

где M – математическое ожидание; K_Q – корреляционная функция вероятностно-случайной функции $Q(t_n)$ в диапазоне времени $t_{II} - t'_{II}$.

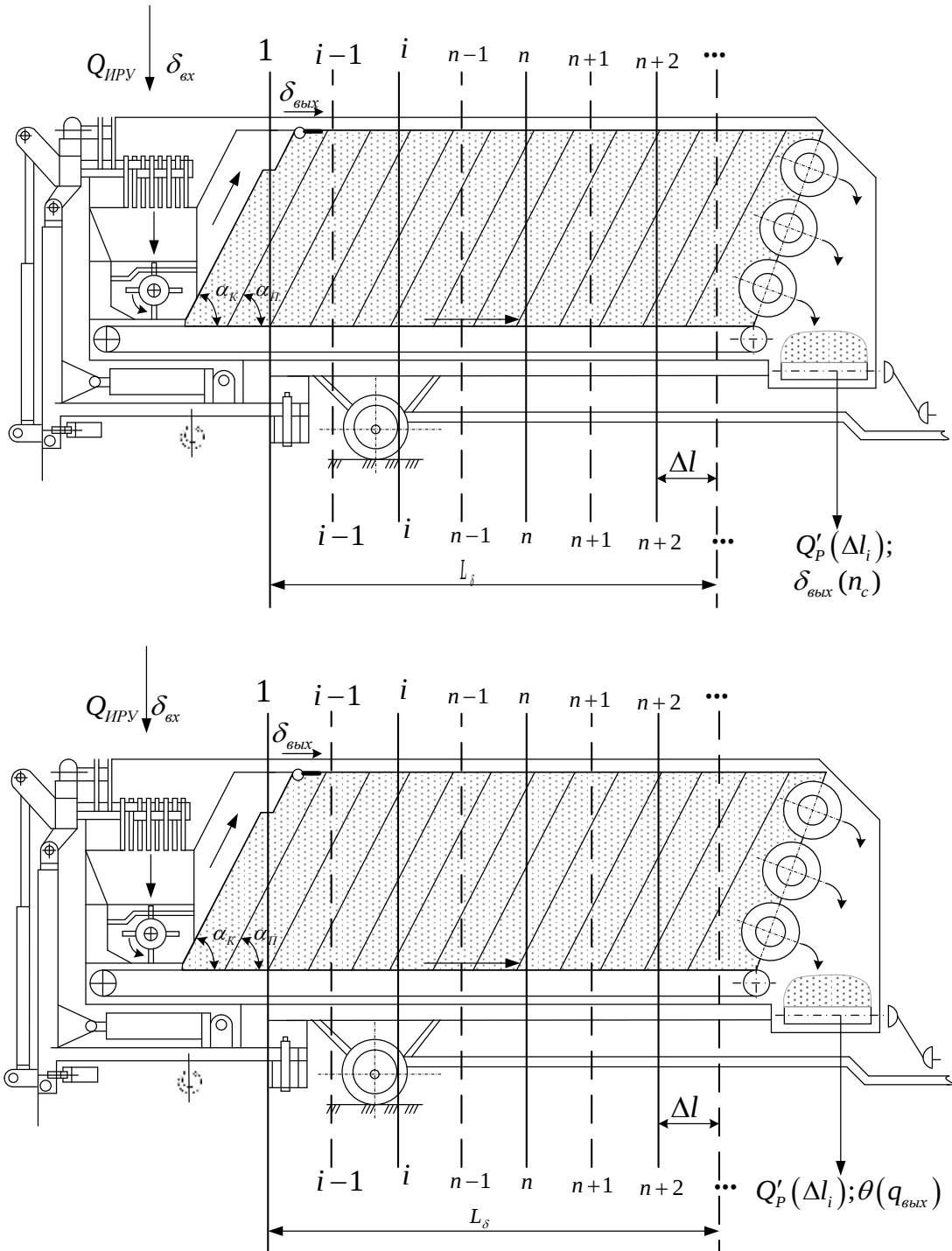


схема 1 – наклонными слоями; схема 2 – горизонтальными слоями, при возвратно-поступательном режиме формирования слоев

Рисунок 2.7 – К обоснованию рациональных схем заполнения бункера ММ МРПК [205]

В то же время имеем равенство:

$$4^{-1} \cdot \delta_{\Pi}^2 Q_{\Pi}^2 = \left[2\sigma_Q \cdot \Delta t_{\Pi} \right] \cdot t_{\Pi}^{-1} + K_Q(\Delta t_{\Pi}), \quad (2.20)$$

для которого выбран следующий вид функции

$$K_Q(\Delta t_{\Pi}) = \sigma_Q^2 \cdot e^{-\gamma|\Delta t_{\Pi}|}, \quad (2.21)$$

где γ – параметрический коэффициент.

Решив равенство (2.20) относительно параметра δ_{Π} получаем, что

$$\delta_{\Pi} = 2 \cdot \left[\left(2\sigma_Q^2(\Delta t_{\Pi}) + \sigma_Q^2 \cdot t_{\Pi} \cdot e^{-\gamma|\Delta t_{\Pi}|} \right) \cdot t_{\Pi}^{-1} \right]^{0,5} \cdot Q_{\Pi}^{-1}, \quad (2.22)$$

Для момента времени равного $\Delta t_{\Pi} = 0$, имеем, что

$$\delta_{\Pi} = \left[4\sigma_Q^2 \right]^{0,5} / Q_{\Pi}, \quad (2.23)$$

Таким образом, процесс заполнения бункера – это есть способ, при котором его загрузка осуществляется путем подаваемого в него кормового потока общей длиной $l(t)$, на отрезки длиной L_{δ} с послойной их укладкой в бункере ММ МРПК, при количестве слоев – n_c .

В произвольных сечениях входного потока на интервале Δl_i , послойно уложенных в бункере отрезков длиной L_{δ} , дисперсия колебаний массы загружаемого продукта равна

$$\sigma_{\text{вх}}^2 = n^{-2} \cdot \sum_{i=1}^n \sigma_{\text{вх}}^2 \quad (2.24)$$

Для каждого из произвольных сечений, равных Δl_i , имеем

$$\delta_{\text{вх}} = n_c^{-2} \cdot L_{\delta}^{-1} \cdot \left[4 \cdot \sigma_{\text{вх}}^2 \right]^{0,5}, \quad (2.25)$$

где $\sigma_{\text{вх}}^2$ – дисперсия массы загружаемого продукта в i -м сечении бункера ММ МРПК j -го слоя, длиной равной – L_{δ} , выраженная через среднеквадратическое отклонение – σ .

Данная зависимость используется в системе уравнений (2.14) при расчетах ЗЭЭ системы МК КРС.

Для аналитического описания рабочего процесса ММ МРПК в предложенной подсистеме, включающей параллельную подачу измельченного сырья → перемешивание с усреднением влаги в камере пресса-гранулятора (ПГ)

предположим, что корреляционная функция потока на выходе из ММ МРПК и, соответственно на входе в пресс-гранулятор, имеет вид

$$K_{Q(\Delta l)} = D_{Q(\Delta l)} \cdot e^{-\alpha \Delta l} \cdot \cos \beta \cdot \Delta l$$

В этой связи показатель неравномерности потока подачи, например, тыквенно-травяной композиции в пресс-гранулятор, в секундном интервале времени, будет характеризоваться следующей зависимостью

$$\delta_{II} = 2 \cdot \left[\left(\sigma_{exj}^2 \cdot \Delta l_0 + \sigma_{ex}^2 \cdot L_{\delta} \cdot n_c \cdot e^{-\alpha \Delta l_0} \cdot \cos \beta \cdot \Delta l_0 \right) \cdot l^{-1} \right]^{0,5} \cdot (n \cdot L_{\delta})^{-1}, \quad (2.26)$$

где Δl_0 – интервал корреляции при $\Delta l = 0$.

При значении $\Delta l = 0$ зависимость (2.26) приобретает вид

$$\delta_{II} = \left\{ 2 \left[\sigma_{exj} \right]^{0,5} / (n \cdot L_{\delta}) \right\} \cdot 100\%, \quad (2.27)$$

Для преобразования известной зависимости [74]:

$$\delta = \delta_1 \cdot \Delta t \leq [\delta], \quad (2.28)$$

где δ_1 – показатель точности дозирования в интервале, равном 1 с, а $[\delta]$ – допускаемая по зоотребованиям точность дозирования, примем, что $\delta_1 = \delta_{II}$, а

$$\Delta t = G / Q_{III},$$

где G – секундная подача массы; Q_{III} – пропускная способность предложенного пресс-гранулятора.

Подстановкой значений δ_{II} и Δt в известное уравнение для расчета подачи – Q_{III} [2] с последующим решением его относительно параметра ω , получаем, что

$$\omega = \frac{0,5[\delta] \cdot G \cdot n_c \cdot L_{\delta}}{\left[\sigma_{exj}^2 \right]^{0,5} \cdot (D^2 - d^2) \cdot S \cdot \rho \cdot \varphi_n}, \quad (2.29)$$

где D , d – диаметральные размеры витков и вала винта пресс-гранулятора S – шаг витков, размещенных на валу; ρ – плотность продукта, подаваемого в камеру пресс-гранулятора; φ_n – коэффициент, характеризующий заполнение камеры пресс-гранулятора.

Таким образом, обоснованы требования к функционированию измельчающе-распределяющего устройства, входящего в состав ММ МРПК, с получе-

нием зависимостей, характеризующих качественные показатели рабочего процесса многофункционального раздатчика-питателя кормов в системе «подача сырья – получение гранул», а также конструктивно-режимные параметры пресс-гранулятора, например, с компрессионной камерой и плоской решеточной матрицей.

Схема и режим работы ММ МПРК в качестве раздатчика-смесителя при заполнении бункера, путем горизонтальной укладки слоев исходных компонентов представлены на рисунке 2.8.

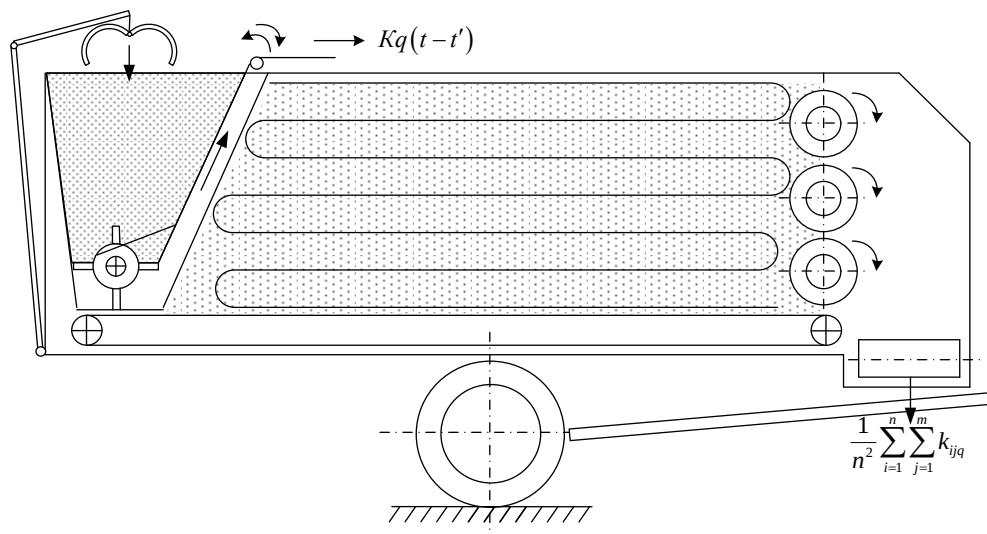


Рисунок 2.8 – Схема к обоснованию выравнивания колебаний качественного состава кормового продукта посредством послойной укладки кормового потока

В конечном итоге, обеспечивая заданную последовательность формирования монолита в бункере, путем подачи входящего в него потока, на выходе из бункера можно получить поток с усредненными характеристиками, описываемыми с помощью математического аппарата случайных функций.

Для каждого из потоков кормовых компонентов существуют свои характеристики эргодической стационарной случайной функции $q(t)$. Данные характеристики случайной функции могут быть рассчитаны как средние по времени – t .

При достаточно большом интервале времени T математическое ожидание Mq может быть определено как [33]:

$$Mq \approx \frac{1}{T} \int_0^T q(t) dt, \quad (2.30)$$

То же самое имеем для корреляционной функции $k_q(\Delta t)$ при любом Δt .

$$\dot{q}(t) = M[q(t) \cdot \dot{q}(t + \Delta t)], \quad (2.31)$$

Центрируем данную реализацию

$$\dot{q}(t) = q(t) - Mq, \quad (2.32)$$

Примем, что $T \geq t + \Delta t$ и тогда среднее по времени

$$k_q(\Delta t) = \frac{1}{T - \Delta t} \int_0^{T - \Delta t} \dot{q}(t) \cdot \dot{q}(t + \Delta t) dt, \quad (2.33)$$

Математическое ожидание для случайной функции, выраженное через знак суммы для n равных частей длиной Δt

$$Mq = \frac{1}{T} \frac{T}{n} \sum_{i=1}^n q(t_i), \quad (2.34)$$

или

$$Mq = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q(t_i), \quad (2.35)$$

Приняв $\tau = m \cdot \Delta t = \frac{m \cdot T}{n}$ для зависимости (2.33), имеем, что

$$T - \tau = T - \frac{m \cdot T}{n} = \frac{n - m}{n} T \quad (2.36)$$

на $n - m$ равных участках длиной Δt и вынося на каждом из них функцию $\dot{q}(t) \cdot \dot{q}(t + \tau)$ за знак интеграла средним значением

$$k_q\left(\frac{m \cdot T}{n}\right) = \frac{n}{(n - m) \cdot T} \cdot \frac{T}{n} \sum_{i=1}^{n-m} \dot{q}(t_i) \dot{q}(t_{i+m})$$

или

$$k_q\left(\frac{m \cdot T}{n}\right) = \frac{1}{n - m} \sum_{i=1}^{n-m} \dot{q}(t_i) \dot{q}(t_{i+m}), \quad (2.37)$$

Общий вид корреляционной функции представлен на рисунке 2.9.

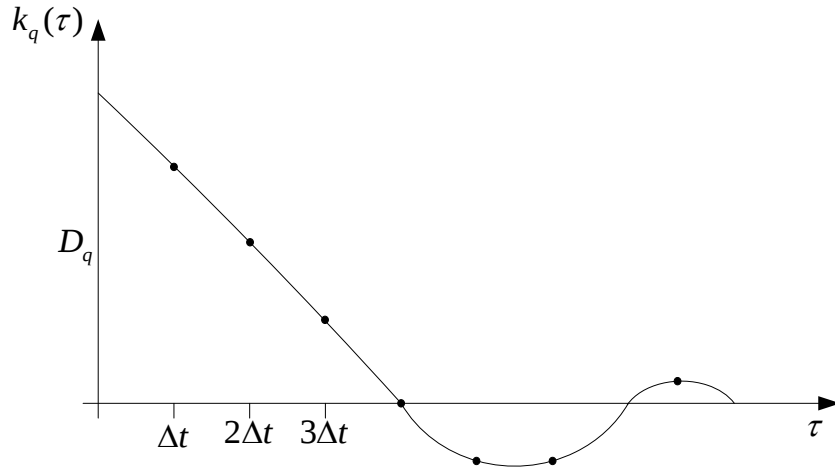


Рисунок 2.9 – Графическая интерпретация случайной функции $k_q(\tau)$

Корреляционную функцию (2.33) аппроксимируем функцией следующего вида

$$k_q(\tau) = \sigma_q^2 \cdot e^{-\alpha\tau_0} \cdot \cos \beta \cdot \tau_0, \quad (2.38)$$

где σ_q^2 – дисперсия случайной величины $q(t)$; α , β – параметры корреляционной функции, учитывающие соответственно характер ее убывания и колебания.

Подставив данное выражение в уравнение (2.37) и приняв $\tau = 0$ получили, что характеристика выходного потока равна среднеарифметической величине входного потока, деленного на $n - m$ частей.

$$k_q(0) = \frac{1}{n - m} \sum_{m=1}^{n-m} \sigma_{q_{\text{вх}}}^2, \quad (2.39)$$

где $\sigma_{q_{\text{вх}}}^2$ – дисперсия входного потока

Характеристики суммарного выходного потока по двум и более компонентам найдем, используя метод сложения корреляционных функций.

По теореме сложения математических ожиданий имеем

$$M_Q(t) = Mq_x(t) = Mq_y(t), \quad (2.40)$$

Для определения корреляционной функции $k_Q(t, t')$ перейдем к центрированным случайным функциям $\dot{Q}(t)$, $\dot{q}_x(t)$, $\dot{q}_y(t)$. Очевидно, что

$$\dot{Q}(t) = \dot{q}_x(t) = \dot{q}_y(t), \quad (2.41)$$

По определению корреляционной функции имеем

$$k_Q(t, t') = M[(\dot{Q}(t) \cdot \dot{Q}(t'))] = M[(\dot{q}_x(t) \cdot \dot{q}_y(t')) + M[(\dot{q}_y(t) \cdot \dot{q}_y(t')) + \\ + M[(\dot{q}_x(t) \cdot \dot{q}_y(t')) + M[(\dot{q}_x(t') \cdot \dot{q}_y(t))]] , \quad (2.42)$$

или

$$k_Q(t, t') = k_{q_x}(t, t') + k_{q_y}(t, t') + k_{q_x q_y}(t, t') + k_{q_y q_x}(t, t') , \quad (2.43)$$

В случае, когда функции $q_x(t)$ и $q_y(t)$ некоррелированы $k_{q_x q_y}(t, t') = 0$, то формула (2.43) принимает вид

$$k_Q(t, t') = k_{q_x}(t, t') + k_{q_y}(t, t') , \quad (2.44)$$

При произвольном числе слагаемых Z функций имеем

$$q_x(t) = \sum_{i=1}^Z q_{x_i}(t) , \quad (2.45)$$

а ее математическое ожидание соответственно равно

$$M_{q_x}(t) = \sum_{i=1}^Z M_{q_{x_i}}(t) \quad (2.46)$$

При этом корреляционная функция имеет вид

$$k_{q_x}(t, t') = \sum_{i=1}^Z k_{q_{x_i}}(t, t') + \sum_{i=1}^Z q_{x_i} q_{y_i}(t, t') , \quad (2.47)$$

В случае, при котором вероятностно-случайные функции не являются коррелированными получаем, что:

$$k_{q_x}(t, t') = \sum_{i=1}^u k_{q_{x_i}}(t, t') , \quad (2.48)$$

Приняв вид вероятностно-случайной функции на выходе из бункера ММ МРПК по каждому из кормовых компонентов соответствующей зависимости (2.38), с учетом равенства (2.47), при $\tau_0 = t' - t = 0$, получаем:

$$k_{q_i}(0) = n_c^{-2} \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{q_{x_i}}^2 , \quad (2.49)$$

При известных значениях показателей $\sigma_{q_{ex}}^2$, характеризующего колебания качественного и количественного состава исходных сырьевых компонентов, можно дать им оценку, посредством коэффициента вариации

$$\theta_c = \left\{ n_c^{-2} \cdot \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sigma_{q_{ex}}^2 \right]^{0,5} \right\} \cdot q_{вых}^{-1} \leq [\theta_c] , \quad (2.50)$$

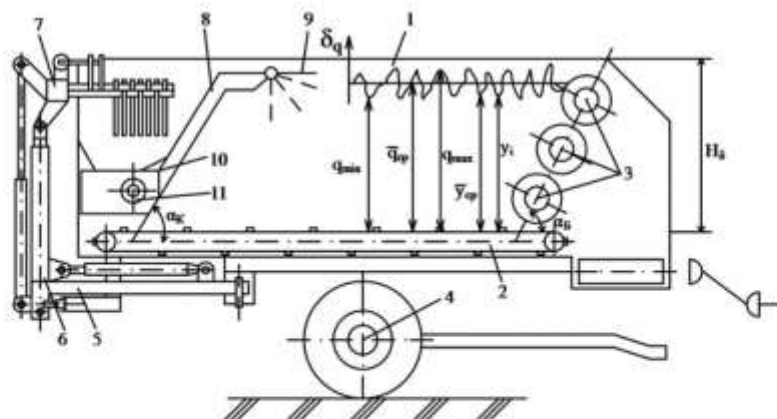
где $q_{вых}$ – секундная подача ММ МРПК, кг/с; $[\theta_{PP}]$ – допускаемое значение однородности смеси по зоотехническим требованиям, равное 85 %.

Расчеты, проведенные по данной зависимости, показывают, что значение показателя θ_c в диапазоне от 85% до 90% достигается при значениях количества слоев – n_c в пределах 60-61.

Данная зависимость (2.50) используется при расчетах ЗЭЭ системы МК КРС (2.14).

Обоснование и выбор параметров и режимов рабочего процесса ИРУ ММ МРПК, адаптированного к условиям функционирования малых ферм.

Известные и применяемые в настоящее время в сельскохозяйственном производстве дезинтегрирующие аппараты и технические средства широко используются в питателях-измельчителях, входящих в состав стационарных ПТЛ получения кормовых смесей. Однако, их конструкции и компоновочные схемы рассчитаны на конкретные виды кормового сырья. В этой связи существует необходимость и целесообразность в разработке и создании универсального аппарата, позволяющего измельчать и равномерно распределять по объему бункера ММ МРПК корма в виде силоса, тыквы, корнеплодов, соломы и т.д. Анализом установлено, что наиболее полно данным требованиям удовлетворяет дезинтегратор молоткового типа с шарнирно подвешенными молотками-ножами. Такие ножи-молотки должны еще создавать воздушный поток, в связи с чем их конфигурация выполнена Н-образной (рисунки 2.10 и 2.11).



1 – бункер; 2 – подающий транспортер; 3 – битера; 4 – ходовая часть; 5 – рама;
6 – манипулятор; 7 – захват; 8 – кормопровод;
9 – распределяющий козырек-заслонка; 10 – измельчитель; 11 – ротор.

Рисунок 2.10 – Схема к обоснованию и выбору параметров ИРУ ММ МРПК, адаптированного к условиям предприятий малой и средней производственной мощности

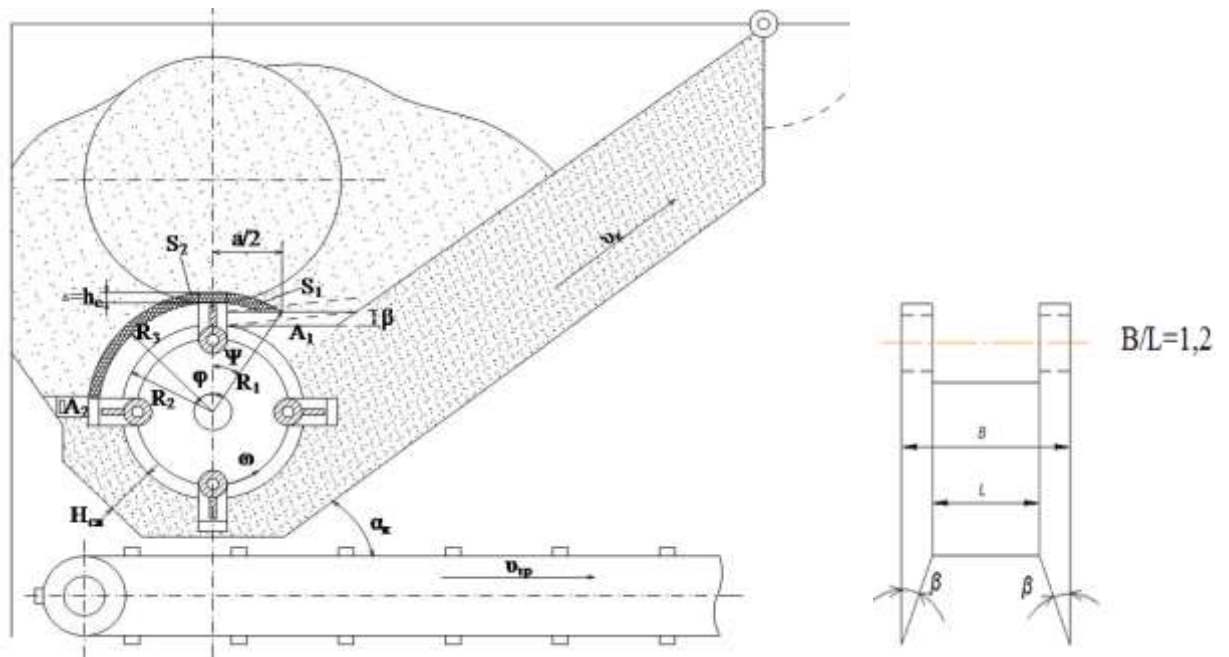


Рисунок 2.11 – Расчетная схема к обоснованию параметров ИРУ с Н-образной конфигурацией молотка-лопасти, выполненного в соответствии с патентом РФ № 2624954 [111]

Дезинтегратор данного типа предложен для применения в составе ММ МРПК. С целью вывода аналитических выражений для проведения инженерных расчетов по определению производительности и мощности, потребной на осуществление рабочего процесса ИРУ ММ МРПК выполнено аналитическое исследование вариантов возможных перемещений частицы корма, взаимодействующей с поверхностью Н-образного молотка (рисунок 2.12) в соответствии с методологическими подходами, приведенными в работах [55, 143-145, 227].

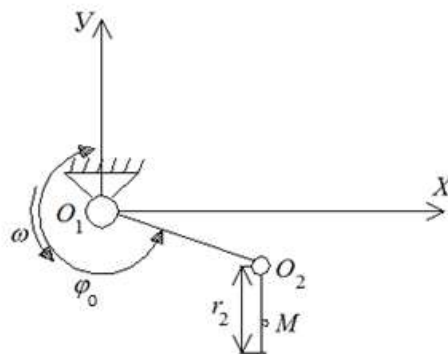


Рисунок 2.12 – Схема к расчету параметров молоткового рабочего органа Н-образной конфигурации

Элемент корма, представленный в виде частицы, связанной с поверхностью шарнирно подвешенного Н-образного молотка в некоторой его точке M , выполняет сложное перемещение в неподвижной системе координат XO_1Y (рисунок 2.12).

Это движение представили как сумму трех движений. Первое – это вращательное движение точки, находящейся в положении O_2 относительно точки с центром в положении O_1 . Второе – это также вращательное движение точки M относительно O_2 , совместно с шарнирно подвешенным Н-образным молотком, в котором они соприкасаются. Третье – это прямолинейное относительное перемещение частицы корма по поверхности шарнирно подвешенного Н-образного молотка.

Положение кривошипа O_1O_2 на плоскости определено углом ψ (угол между осью O_1Y и направлением O_1O_2). Режимный параметр кривошипа принят постоянной и, тогда

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \text{const} \quad (2.51)$$

где n – частота вращения ротора ИРУ ММ МРПК.

На основании составленных уравнений перемещения точки O_2 , в ее проекциях на оси координат X и Y , а также базовых положений теоретической и прикладной механики, получили возможность расчета данного режимного параметра через соответствующие угловые, характеризуемые определителями:

$$\psi = x_2 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} \cdot b_1 \cdot 0 \\ 0 \cdot b_2 \cdot a_{22} \\ a_{31} \cdot b_3 \cdot a_{33} \end{vmatrix}}{\Delta} \quad (2.52)$$

$$\varphi = x_3 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} \cdot 0 \cdot b_1 \\ 0 \cdot a_{22} \cdot b_2 \\ a_{31} \cdot a_{32} \cdot b_3 \end{vmatrix}}{\Delta} \quad (2.53)$$

где a и b – коэффициенты матрицы, получаемые из соответствующих уравнений [188].

Последовательность и суть принятых подходов, с целью получения дан-

ных выражений, приведена в работе автора [188].

Как показал анализ, в общем виде производительность ИРУ данной конструкции может быть представлена равенством:

$$Q_{ИРУ} = m \cdot n \cdot b \cdot \rho_n (S_1 + S_2), \quad (2.54)$$

где m, b – количество и ширина молотков соответственно; n – частота вращения ротора, равная $(30 \cdot \omega) \cdot \pi^{-1}$, ω – угловая скорость ротора ИРУ ММ МРПК, с^{-1} ; ρ_n – плотность кормового продукта, подлежащего дезинтеграционной обработке.

Через подстановку значений ω уравнение (2.54) преобразуем к виду

$$Q_{ИРУ} = 9,6 \cdot m \cdot \omega \cdot b \cdot \rho_n (S_1 + S_2) \quad (2.55)$$

В соответствии с рисунком 2.11 площадь S_1 характеризуется следующей зависимостью

$$F_1 = 0,25R_1(l - a) + 0,5a \cdot h_c \quad (2.56)$$

где l – параметр дуги, соответствующий значению $\pi R_1 \cdot \psi / 180^\circ$; a – параметр хорды, соответствующий значению $2(h_c \cdot R_1 - h_c^2)^{0,5}$; h_c – стрелка, с размерным вылетом Н-образного молотка-лопасти над ограничительной решеткой, согласно рисунку 2.11.

Параметрическая зависимость, характеризующая площадь имеет вид:

$$S_2 = \pi(\varphi + \psi)(R_1 + R_3) \cdot (360^\circ)^{-1} \quad (2.57)$$

Согласно приведенных обоснований и подходов получаем, что

$$Q_{ИРУ} = 9,6 \cdot m \cdot \omega \cdot b \cdot \rho_n \left\{ 0,25R_1 \left[180^{\circ-1} \cdot \pi \cdot R_1 \cdot \psi - 2 \cdot (\Delta R_1 - \Delta^2)^{0,5} \right] + \right. \\ \left. + a(\Delta^3 \cdot R_1 - \Delta^4)^{0,5} \right\}, \quad (2.58)$$

где Δ – расчетный вылет Н-образного молотка-лопасти над ограничительной решеткой ИРУ.

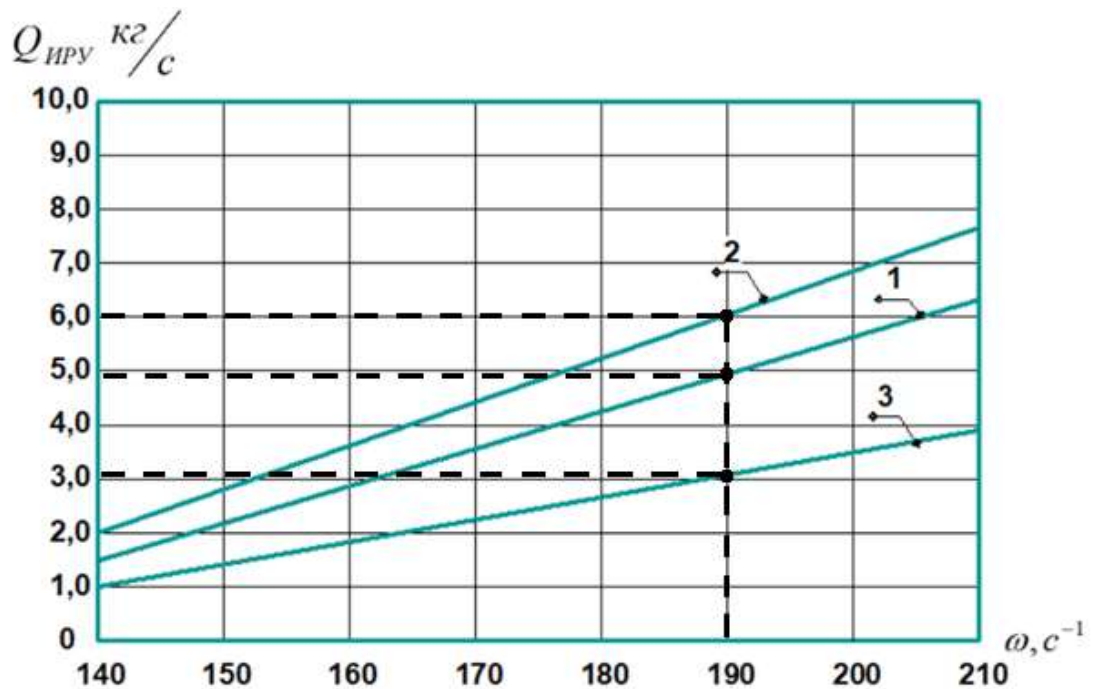
С целью упрощения данной формулы, ее часть, заключенную в фигурные скобки, примем равной S_i , а число молотков, соответственно $m = (L_p - \Delta Z_{pi}) R_z / b$ и тогда получим, что

$$Q_{ИРУ} = 9,6(L_p - \Delta Z_{pi})R_z \cdot \omega \cdot \rho \cdot S_i, \quad (2.59)$$

где L_p – линейный параметр ротора; R_z – число Н-образных молотков в плоскости разреза ротора.

Данная зависимость используется также при расчетах ЗЭЭ системы МК КРС (2.14).

Таким образом, проведенные теоретические исследования и полученная зависимость (2.59) позволяют сделать вывод о том, что изменения подачи ИРУ можно осуществить путем варьирования угловой скоростью. Согласно рисунку 2.13 полученные параметрические функции характеризуются линейным видом.



1 – овсяная солома; 2 – кукурузный силос; 3 – тыква сорта «Стофунтовая»

Рисунок 2.13 – Зависимости пропускной способности – $Q_{ИРУ}$ ИРУ ММ МРПК от величины параметра – ω (формула (2.59))

Анализ представленных зависимостей показывает, что в диапазоне $\omega = 200-210 \text{ с}^{-1}$ обеспечивается производительность измельчения и распределения кормового сырья в пределах от 4,0 до 7,5 кг/с.

При данных значениях производительности ИРУ бункер объемом $5,0 \text{ м}^3$ заполняется за 10-15 минут. При этом, данный объем бункера позволяет обслужить за время одного цикла приготовления и раздачи от 50 до 100 коров.

Как показывает анализ (рисунок 2.13), с увеличением угловой скорости – ω производительность измельчающе-распределяющего устройства $Q_{ИРУ}$ возрастает. Так при возрастании угловой скорости ротора от 150 с^{-1} до 210 с^{-1} . производительность возросла с $1,5 \text{ кг/с}$ до 4 кг/с (тыква), с $2,2 \text{ кг/с}$ до $6,2 \text{ кг/с}$ (овсяная солома) и с $2,9 \text{ кг/с}$ до $7,7 \text{ кг/с}$ (силос).

Рассматриваемая совокупность элементов системы «исходное кормовое сырье – дезинтегрирующий ротор ИРУ ММ МРПК» характеризуется материальным балансом, параметрические связи которого описываются следующим функционалом:

$$\sum_{i=1}^m S_i (Z_{pi} - \Delta Z_{pi}) \psi_c = 0,25 \cdot \lambda \cdot \sum_{j=1}^{R_c} l_j \cdot \pi d_y^2 \cdot j, \quad (2.60)$$

где S_i – площадь поперечного сечения исходного кормового сырья, согласно рисунку 2.11; Z_{pi} – зазор между пластинами ограничительной решетки ИРУ ММ МРПК; ΔZ_{pi} – размер пластины ограничительной решетки по ее ширине; ψ_c – коэффициент плотности укладки сырья в зоне ограниченной – S_i ; λ – степень дезинтеграции сырья; R_c – число частиц сырья; l_j – размер частиц сырья; d_y – параметр, характеризующий размер частиц сырья.

Преобразование уравнения (2.60) относительно параметра λ дает зависимость следующего вида:

$$\lambda = 1,27 \sum_{i=1}^m S_i (Z_{pi} - \Delta Z_{pi}) \psi_c \cdot \left(\sum_{j=1}^{R_c} l_j d_y^2 \right)^{-1} = [\lambda], \quad (2.61)$$

где $[\lambda]$ – допустимая по зоотребованиям степень измельчения.

Характер полученных функциональных зависимостей, имеющих линейный вид (рисунок 2.14), позволяет сделать вывод о том, что степень разрушения исходного сырья и, следовательно, размер частиц полученного продукта обусловлен режимом работы ротора ИРУ, который следует определять в зависимости от вида исходного сырья.

Анализ функциональных зависимостей (рисунок 2.14) позволяет сделать вывод о том, что необходимую степень дезинтеграции исходного сырья можно получить, варьируя режимом работы ротора ИРУ ММ МРПК.

Данная зависимость используется при расчетах ЗЭЭ системы МК КРС (2.14).

С использованием принципа равенства работ [165], учитывающим показатель степени разрушения [84], установлена функциональная зависимость основного параметра ротора, в виде его диаметра – D , от совокупности технологических и режимных факторов рабочего процесса ИРУ ММ:

$$D = \left[C_1 \lg \lambda^3 + C_2 (\lambda - 1) \right] \cdot \left[\psi L_p \cdot (1 + f_{cl}) v_{отн}^2 \right]^{-1}, \quad (2.62)$$

где C_1, C_2, ψ, f_{cl} – опытные коэффициенты; L_p – размер ротора ИРУ по его длине; $v_{отн}$ – скорость Н-образных молотков. Здесь параметр – λ определяется по формуле (2.61).

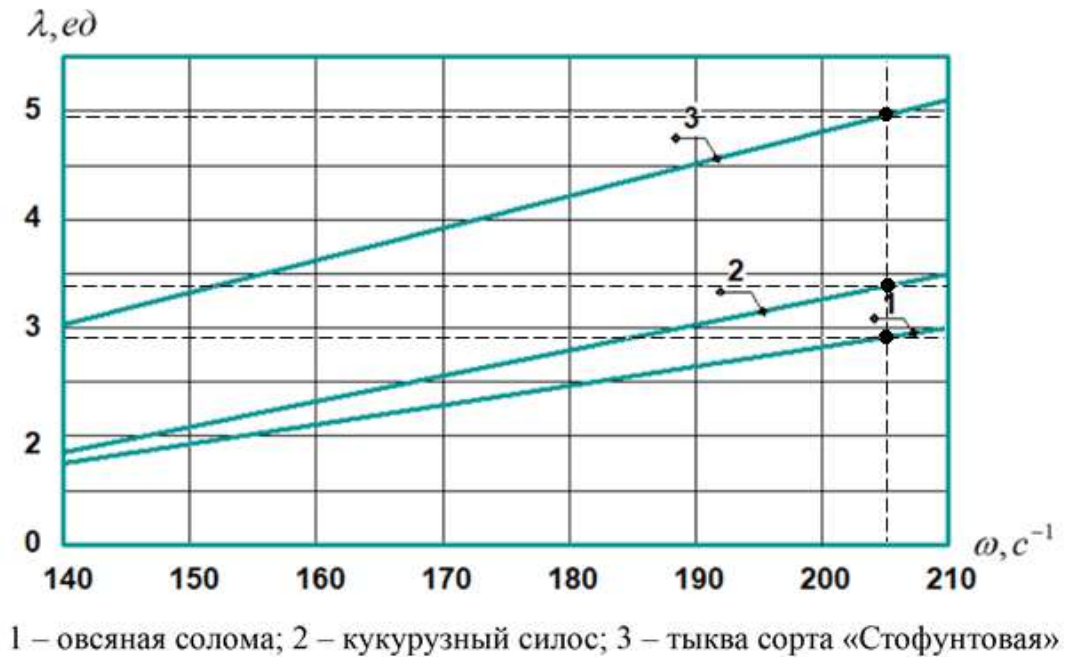


Рисунок 2.14 – Функциональные зависимости, λ ; $\lambda_i = f(\omega_i)$, построенные на основании формул (2.58) и (2.59)

Размер ротора ИРУ по его длине, установленного в бункере ММ МРПК, обусловлен значениями параметра – $R_{изм}$, имеющего размерность кг/с·м²

$$L_p = 9,6 \left(L_p - \Delta Z_{pi} \right) R_m \cdot \omega \cdot \rho_n \cdot S_i / R_{изм} \cdot D, \quad (2.63)$$

Значения параметра $R_{изм}$ обусловлены размером циркулирующего слоя продукта H_{cl} в камере ИРУ, плотностью продукта – ρ_n и его массовой долей в

слое – γ_u ($R_{изм} = 0,5000 - 0,8000$).

Параметр кратности циркулирующего движения воздушно-продуктового слоя в объеме камеры ИРУ ММ МРПК определяется следующей зависимостью

$$K_u = 0,318 M_u \cdot v_{сл} / Q_{ИРУ} \cdot D, \quad (2.64)$$

где M_u – масса циркулирующего слоя с параметром – $H_{сл}$.

Значения показателя $Q_{ИРУ}$ и параметра D рассчитываются согласно равенствам (2.60 и 2.62).

Затраты мощности, связанные с реализацией работы ИРУ ММ МРПК, характеризуются следующей совокупностью параметров:

$$N_{изм} = 9,6 (L_p - \Delta Z_{pi}) R_m \cdot \omega \cdot \rho \cdot S_i \cdot A_{дез}, \quad (2.65)$$

где $A_{дез}$ – работа разрушения, определяемая по формуле Мельникова С.В. с учетом выражения (2.61).

Расход энергии, связанный с циркуляцией воздушно-продуктового слоя в объеме камеры ИРУ ММ МРПК характеризуется следующей взаимосвязью параметров

$$N_u = R_{вр} (1 + K_u \gamma_u) v_m^3, \quad (2.66)$$

где $R_{вр}$ – коэффициент, определяемый в опыте и зависящий от компоновочной схемы и режимных параметров рабочего процесса ИРУ ММ МРПК; v_m – скорость движения Н-образного молотка-лопасти, с учетом аэродинамических показателей его работы; K_u – параметр, определяемый по формуле (2.64), с учетом $Q_{ИРУ}$, определяемого по формуле (2.59).

Суммарный расход энергии, затрачиваемой на осуществление рабочего процесса ИРУ ММ МРПК составит:

$$N_0 = 1,2 \cdot (N_{изм} + N_u) \quad (2.67)$$

где $N_{изм}$ определяется по формуле (2.65), а N_u – по (2.66).

Энергоемкость ИРУ ММ МРПК, с учетом его производительности – $Q_{ИРУ}$ равна:

$$\Xi_u = N_0 / Q_{ИРУ} \cdot \lambda, \quad (2.68)$$

где λ – показатель качества работы ИРУ ММ МРПК, рассчитываемый по уравнению (2.61), а $Q_{ИРУ}$ – по формуле (2.59).

Данная зависимость используется при расчетах ЗЭЭ системы МК КРС (2.14).

Анализ выражения (2.68) показывает, что значение удельных затрат энергии зависит от значения подачи и ее уменьшение достигается повышением подачи. Зависимости затрат энергии – N_u и удельных затрат энергии N_z от пропускной способности ИРУ ММ МРПК – $Q_{ИРУ}$ приведены на рисунке 2.15.

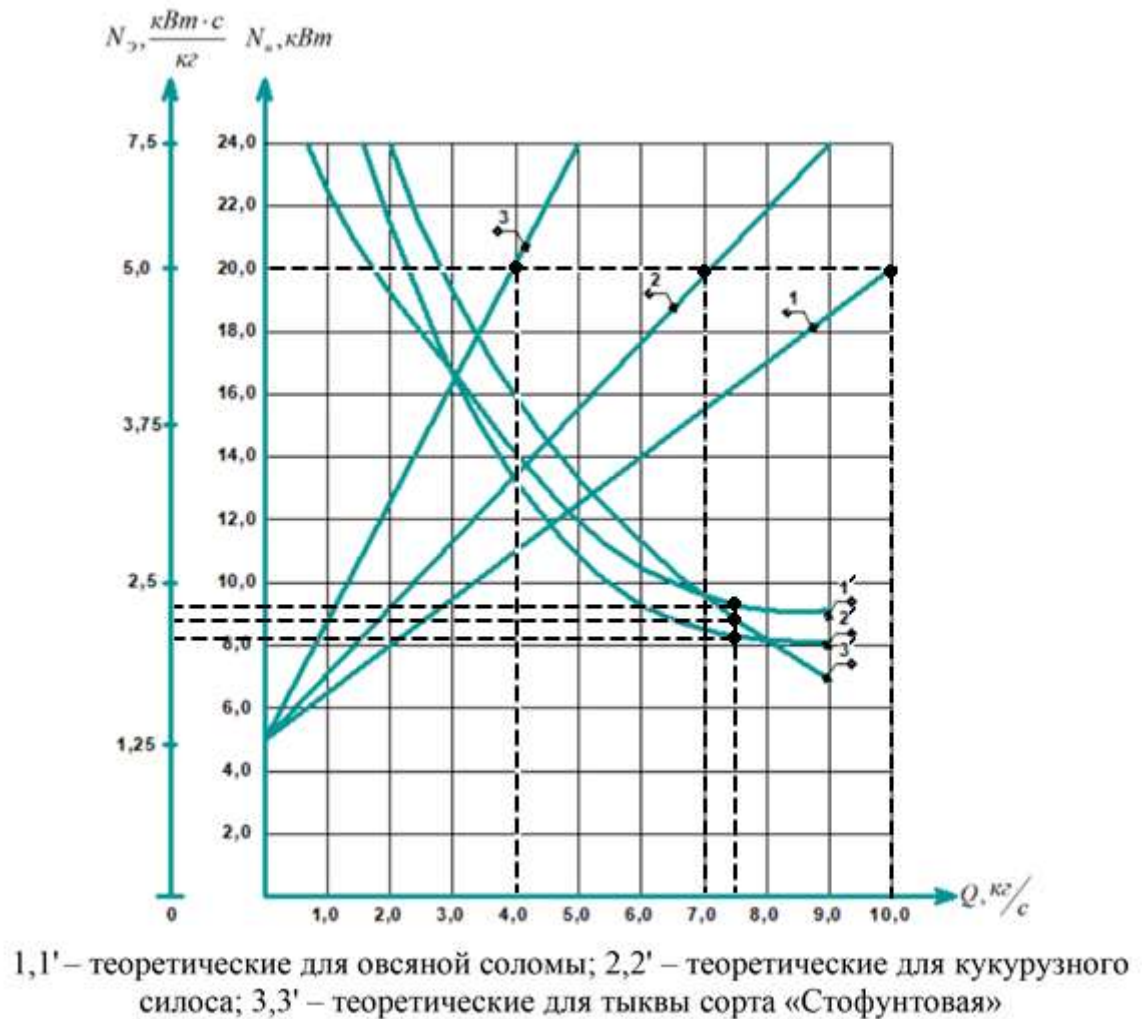


Рисунок 2.15 – Зависимости затрат энергии – N_u и удельных затрат энергии N_z от пропускной способности ИРУ ММ МРПК – $Q_{ИРУ}$

Анализ зависимостей, представленных на рисунке 2.15 показывает, что затраты энергии на привод ИРУ при требуемой его производительности от 4,0 до 7,5 кг/с находится в пределах 20 кВт, а энергоёмкость от 2,0 до 2,5 $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}}$.

Искомое уравнение имеет вид:

$$m \cdot \ddot{y} = -G + c \cdot m \cdot v_{\theta} \cdot \sin \beta = -m \cdot g + c \cdot m \cdot v_{\theta} \cdot \sin \beta \quad (2.70)$$

Теоретическим анализом перемещения частиц в составе воздушно-продуктовой массы посредством принятых подходов и преобразований, приведенными в работе автора [188] установлено, что в процессе работы ИРУ колебания высоты поверхности формируемого монолита в бункере ММ МРПК обусловлена значением вертикальной координатой – Y_i :

$$Y_i = -\frac{g}{2} \left(\frac{x_i - x_o}{v_{\theta} \cdot \cos \alpha_o} \right)^2 + (x_i - x_o) \cdot \operatorname{tg} \alpha_o + y_o, \quad (2.71)$$

где x_i, x_o – соответственно значения горизонтальной координаты; v_{om} – скорость движения отраженной частицы от поверхности козырька-заслонки; α_o – угол между векторами скоростей движения частицы v_{θ} и v_n ; y_o – параметр по высоте профиля формируемого монолита.

С учетом принятых подходов и преобразований получена функциональная модель оценки неравномерности распределения высоты – H формируемого кормового монолита по длине бункера

$$\delta_n = \pm 100 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{cp})^2 / n - 1} / Q_{ИРУ} \leq [\delta_n], \quad (2.72)$$

где n – число принятых участков по длине бункера ММ МРПК; $[\delta_n]$ – допустимое по требованиям значение показателя качества, %.

Расчеты, проведенные по данной зависимости при $Q_{ИРУ} = 4,0 - 7,5$ кг/с, показали, что δ_n находится в пределах $4,0 - 5,0\%$, что $\leq [\delta_n]$.

Таким образом, проведенным анализом с использованием инновационных методологических подходов, получены функционально-аналитические модели оценки энергетических и качественных показателей работы ММ МРПК с учетом его компоновочной схемы, а также конструктивно-режимных и технологических параметров, которые необходимы для проведения расчетов ЗЭЭ (2.14) [186, 188, 189, 205, 211, 212, 215-219].

2.3 Разработка технологической подсистемы получения прессованно-формованных продуктов с помощью ММ СПГБ

При обосновании прочности – Π прессовано-формованных продуктов примем, что скорость ее прироста в матрице пропорциональна достигнутому уровню, т.е. относительная скорость прироста постоянна

$$\frac{1}{\Pi} \cdot \frac{d\Pi}{dt} = k \quad \text{или} \quad \frac{d\Pi}{dt} = k \cdot \Pi \quad (k > 0) \quad (2.73)$$

где k – коэффициент пропорциональности.

Решение данного дифференциального уравнения имеет вид экспоненты

$$\Pi = \gamma \cdot e^{kt}, \quad (2.74)$$

где γ – константа, характеризующая некоторый начальный уровень прочности формованного продукта.

При дальнейшем изменении условий формования, дифференциальное уравнение представим в следующем виде

$$\frac{d\Pi}{dt} = k \cdot \Pi (K - \Pi) \quad \text{при} \quad (k > 0; 0 < \Pi < K), \quad (2.75)$$

где K – максимально возможное значение показателя Π .

При этом, относительная скорость прироста прочности

$$\frac{1}{\Pi} \cdot \frac{d\Pi}{dt} = k(K - \Pi) \quad (2.76)$$

Разделяя переменные и интегрируя получаем, что

$$\frac{d\Pi}{\Pi(K - \Pi)} = k \cdot dt \quad (2.77)$$

или

$$\int \frac{d\Pi}{\Pi(K - \Pi)} = k \cdot t + C \quad (2.78)$$

Так как

$$\int \frac{d\Pi}{\Pi(K - \Pi)} = \frac{1}{K} \int \left(\frac{1}{\Pi} + \frac{1}{K - \Pi} \right) d\Pi = \frac{1}{K} \ln \frac{\Pi}{K - \Pi}, \quad (2.79)$$

то решение данного уравнения имеет вид

$$\frac{1}{K} \ln \frac{\Pi}{K - \Pi} + \frac{1}{K} \ln \gamma = kt \quad (2.80)$$

где постоянная C принята, равной $C = -\frac{1}{K} \ln \gamma$.

Преобразование уравнения (2.77) дает

$$\frac{\gamma \cdot \Pi}{K - \Pi} = e^{\Pi \cdot K \cdot t}; \gamma \Pi = (K - \Pi) \cdot e^{K \cdot K \cdot t};$$

$$\Pi = \left(\gamma + e^{K \cdot K \cdot t} \right) = K \cdot e^{K \cdot K \cdot t}; \Pi = \frac{K \cdot e^{K \cdot K \cdot t}}{\gamma + e^{K \cdot K \cdot t}}$$

и, в конечном виде,

$$\Pi = \frac{K}{1 + \gamma \cdot e^{-K \cdot K \cdot t}} \geq [\Pi], \quad (2.81)$$

где $[\Pi]$ – требуемая прочность гранул или брикетов. %.

При этом крошимость формованного продукта составит

$$Kp = 100 - \left[\frac{[\Pi]}{1 + \gamma \cdot e^{-[\Pi] \cdot K \cdot t}} \right] \quad (2.82)$$

Анализ литературных источников и практика показывают, что для процесса сушки ПФП на основе композиций отсутствуют данные, позволяющие проектировать процесс их обезвоживания.

Исследования производились согласно схеме, включающей три структурных элемента (рисунок 2.17).

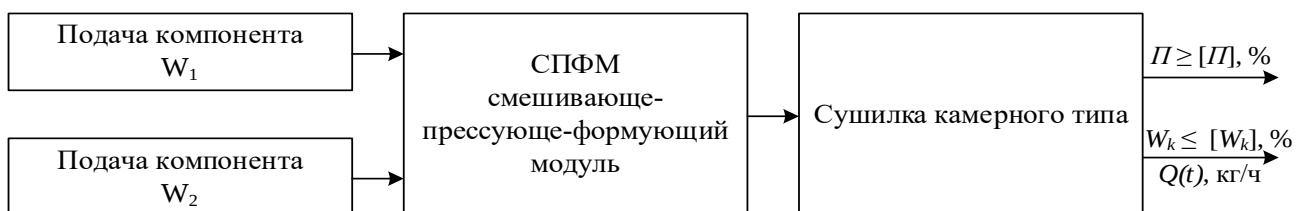


Рисунок 2.17 – Структурно-функциональная схема линии получения формованных кормовых изделий

При обосновании параметров процесса сушки прессовано-формованного продукта (ПФП) примем, что при $t = 0$ гранула или брикет массой M с постоянным влагосодержанием v имеет содержание влаги W_n , при влагосодержании в окружающей среде – const и равной W_c . Затем определим закон удаления влаги

из ПФП за элементарный промежуток времени dt .

В процессе удаления влаги из ПФП, его влажность уменьшается от W_n до W_c . В момент времени t влажность ПФП будет равна W_i . За бесконечно малое значение промежутка времени dt количество влаги, отдаваемое ПФП равно

$$dW = -\gamma(W_i - W_c)dt, \quad (2.83)$$

где γ – коэффициент пропорциональности, зависящий от интенсивности воздействия сушильного агента – воздуха.

С другой стороны, количество влаги, отдаваемое ПФП при его обезвоживании от влажности W_i до W_c , равно $W = M \cdot \beta(W_i - W_c)$ и, следовательно,

$$dW = M \cdot \beta(W_i - W_c) \quad (2.84)$$

Сопоставляя между собой равенства (2.83) и (2.84) имеем дифференциальное уравнение

$$M \cdot \beta(W_i - W_c) = \gamma(W_i - W_c)dt \quad (2.85)$$

Произведем разделение переменных и получим

$$\frac{dW}{W_i - W_c} = \frac{\gamma}{M \cdot \beta} dt, \quad (2.86)$$

Последующее интегрирование этого уравнения дает

$$\ln(W_i - W_c) = -\frac{\gamma}{M \cdot \beta} t - \ln C$$

или

$$W_i - W_c = C \cdot e^{-\gamma t / (M \cdot \beta)}, \quad (2.87)$$

При начальных условиях $W_i = W_n$ и $t = 0$ решение данного уравнения позволяет определить постоянную C , которая равна

$$C = W_n - W_c, \quad (2.88)$$

Частное решение уравнения дает закон изменения влажности в процессе удаления влаги из ПФП

$$W_i = W_c + (W_n - W_c)e^{-\gamma t / (M \cdot \beta)} \quad (2.89)$$

Параметр γ определяется при условиях, когда $W_i = W_1$ при $t = t_1$.

В данном случае имеем, равенство

$$W_1 - W_c = (W_n - W_c)e^{-\gamma t_1 / (M \cdot \beta)} \quad (2.90)$$

Преобразование уравнения (2.90) позволят получить формулу следующего вида

$$e^{-\gamma t / (M \cdot \beta)} = \left(\frac{W_1 - W_c}{W_H - W_c} \right)^{1/t_1} \quad (2.91)$$

Тогда текущее значение показателя влажности ПФП составит:

$$W_i = W_c + (W_H - W_c) \cdot \left(\frac{W_1 - W_c}{W_H - W_c} \right)^{1/t_1} \leq [W], \quad (2.92)$$

где $[W]$ – допустимое по технологическим требованиям значение влажности ПФП, равное 8 – 10 %.

Гипотетически возможно существование зависимости в виде следующего равенства

$$[W] = f(t_c), \quad (2.93)$$

где t_c – продолжительность сушки ПФП на основе композиционных продукто-вых смесей.

Примем, что $[W] \geq W_k$, где W_k – конечная влажность прессованно-формованного продукта, равная

$$W_k = \frac{W_H}{e^{Ct_c}} \leq [W] \quad (2.94)$$

Здесь составляющая – C представляет собой эмпирический коэффициент.

Тогда продолжительности сушки продукта полученной физической формы на основе композиций равна:

$$t_c = \frac{1}{C} \lg \left(W_H / [W] \right) \quad (2.95)$$

В свою очередь пропускная способность камерной сушилки модели «ЭСПИС-4-Универсал» по обезвоженному ПФП определится как:

$$Q_c = G \left[(100 - W_H) / 100 \right] \cdot t_c^{-1} \quad (2.96)$$

где G – масса ПФП.

При известной величине Q_c и исходной влажности прессованно-формованного продукта – W_H кинетический параметр времени будет равен

$$t_c = Q_c \cdot \{G[(100 - W_H)/100]\}^{-1} \quad (2.97)$$

Решая совместно параметрические уравнения полученного вида (2.96) и (2.97)

$$C = G \cdot \lg(W_n - [W]^{-1}) \cdot [1,00 - 0,01 \cdot W_n] \cdot Q_c^{-1} \quad (2.98)$$

Значения параметрического коэффициента – C обуславливают кинетический характер процесса обезвоживания прессованно-формованного продукта от степени колебаний физико-механических и структурно-реологических показателей и свойств исходного сырья и, в первую очередь, от значений их исходно-начальной влажности $W_1 = W_n$.

При условии $t = t_c$, где t_c – кинетический показатель обезвоживания в сушилке камерного типа согласно зависимости (2.81) получаем, что

$$t = t_c = \lg \left\{ \gamma / [(K/\Pi) - 1] \right\} \cdot (K \cdot k)^{-1} \quad (2.99)$$

Совместное решение параметрических уравнений, имеющих вид (2.99) и (2.97) дает формулы для расчета:

– производительность камерной сушилки:

$$Q_{cy} = G \cdot K \cdot k \cdot (1,00 - 0,01 \cdot W_n) \cdot \left[\lg \left\{ \gamma / [(K/\Pi) - 1] \right\} \right]^{-1} \quad (2.100)$$

– показателя прочности гранул:

$$\Pi = K / \left\{ 1 + \gamma \cdot e^{-K \cdot k \cdot Q_c / G \left[\frac{100 - W_n}{100} \right]} \right\} \geq [\Pi] \quad (2.101)$$

Данная зависимость получена для проведения расчетов ЗЭЭ согласно системе уравнений (2.14).

Теоретическое обоснование параметров смешивающе-прессующе-формующего модуля (СПФМ).

В самом общем случае массовая секундная подача СПФМ подчиняется известной зависимости, следующего вида [84]

$$Q_{СП} = (D^2 - d^2) \cdot S_{L_k} \cdot \omega \cdot \rho_1 \cdot \varphi_n / 8, \quad (2.102)$$

где D и d – линейные размерные параметры винта по его виткам и впадинам вала; S_L – шаговый параметр витков; ω – режимный параметр вращения винта; ρ_1 – плотность композиции; φ_n – коэффициент объемного заполнения впадин винта продуктом.

В то же время, объемная подача СПФМ определяется как:

$$Q_{СП} = 0,785(D^2 - d^2) \cdot S_L \cdot K \cdot \operatorname{tg} \alpha / t_y, \quad (2.103)$$

где K – количество витков винта; t_y – временной параметр усреднения влаги в композиции; α – угол наклона витка.

С учетом приведенных параметров S_L и K примем длину винта равной

$$L_K = K \cdot S_L \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (2.104)$$

В этой связи параметр скорости перемещения v_y композиционного продукта принятого состава и свойств посредством винтового рабочего органа, с обеспечением необходимой степени усреднения влаги в нем, составит

$$v_y = S_L \cdot K / t_y = [v_y]. \quad (2.105)$$

С другой стороны, линейный размер винта и средняя скорость перемещения продукта им составят:

$$L = 2\omega \cdot S_L \cdot t_y / \pi, \quad (2.106)$$

$$\text{и } v_y = 2\omega \cdot S_L / \pi, \quad (2.107)$$

Преобразование уравнений (2.105) и (2.107) дает:

$$K = 2\omega \cdot t_y / \pi, \quad (2.108)$$

$$\text{и } \omega = \frac{\pi \cdot K}{2t_y}, \quad (2.109)$$

Анализом выражений (2.103), (2.106), (2.108) и (2.109) установлено, что искомый параметр – t_y , функционально определяется множеством управляемых и неуправляемых т.е. случайных факторов, в связи с чем необходимо проведение дальнейшего анализа в этом направлении.

В предложенной конструкции смесителя-усреднителя влаги в композициях, продолжительность усреднения t_y соответствует времени пребывания композиции в смесителе-грануляторе, т.е. времени прохождения по всей его длине и определяется конкретными условиями работы в соответствующей среде:

- фактическим объемом усреднения влаги, обусловленными геометрией конструктивных узлов;
- степенью и характером воздействия рабочего органа на компоненты

композиции и его взаимодействия с ними;

– длиной пути эффективного воздействия и взаимодействия рабочего органа и компонентов композиции;

– структурой и физико-механическим состоянием компонентов.

В общем виде продолжительность усреднения определяется

$$t_y \leq L_K / v_y, \quad (2.110)$$

где L_K – длина смесителя-усреднителя, определяемая по выражению (2.104).

В то же время в качестве уравнения кинетики усреднения влаги в композициях можно принять следующую модель

$$\sigma(t) = \sigma_K + (\sigma_H - \sigma_K) \cdot e^{-t_y/\tau}, \quad (2.111)$$

где $\sigma(t)$ – текущая величина среднеквадратического отклонения (СКО) содержания влаги в продуктовой композиции; σ_H , σ_K – начальная и конечная величина СКО в продуктовой композиции; τ – эмпирический коэффициент пропорциональности, характеризующий интенсивность усреднения влаги, состояние и способность компонентов к усреднению влаги в композиции.

Из приведенного уравнения (2.111) следует, что данный технологический процесс является непрерывным и продолжительным и его можно считать законченным, когда значение $\sigma(t)$ достигнет некоторого значения $\beta \cdot \sigma_K$, где β – некоторый постоянный коэффициент ($\beta = 1,05 - 1,1$).

В этой связи, время при котором $t_y = \beta \cdot \sigma_K$ можно считать оптимальным.

Из уравнения (2.111) следует, что

$$t_y = \tau \ln \left[\frac{\sigma_H - \sigma_K}{(\beta - 1) \sigma_K} \right] \quad (2.112)$$

Для определения параметра t_y необходимо знать величины τ , σ_H , σ_K и β , из которых особое значение в теоретическом плане представляет величина σ_K .

В то же время, зная некоторое промежуточное значение σ_2 при некоторой величине экспозиции t_2 можно записать

$$t_y = t_1 + \frac{(t_2 - t_1) \ln \left[\frac{\sigma_1 - \sigma_k}{(\beta - 1) \sigma_k} \right]}{\ln \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_k}{\sigma_2 - \sigma_k} \right)} \quad (2.113)$$

Параметр σ_k определим, используя следующий методический подход.

С целью установления аналитической зависимости, характеризующей рабочий процесс усреднения влаги в композициях, примем ее бинарной (двух-компонентной). При этом, в процессе перераспределения компонентов в результате их перемещения винтовым рабочим органом (рисунок 2.18).

При совместной подаче двух компонентов различной влажности – W_1 и W_2 на рабочий орган в виде винта, получение интервала $S_k = \zeta$ между частицами, содержащими соответствующее количество влаги равно совместному появлению событий $K_0(P)$ и $K_1(P)$, т.е. попаданию частиц компонентов в первый и второй квадраты (рисунок 2.18) – $\square$ – частицы с влажностью – W_1 , $\square$ – частицы с влажностью – W_2 .

Эти события независимы, поэтому вероятность их совместного появления равна произведению вероятностей [25] $\text{Вер} [K_0(p)] = p_k$ и $\text{Вер} [K_1(p)] = p_m$, где p_k – вероятность попадания частиц компонентов композиции в квадраты $\square$ и $\square$.

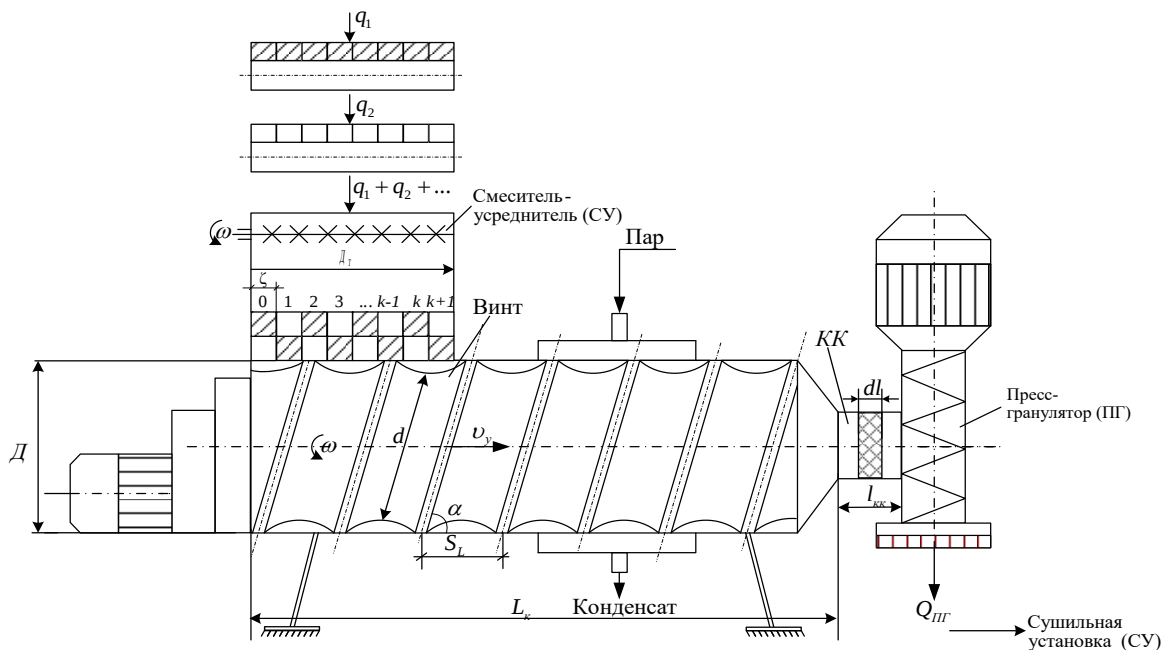


Рисунок 2.18 – Компоновочная схема пресс-гранулятора:
КК – компрессионно-формующий узел ММ СПГБ

При получении усредненных значений влаги, находящейся в составе частиц композиции при их пропорции $c \cdot m^{-1}$ имеем, что

$$p_k = (c \cdot p_c + m \cdot p_m) \cdot (c + m)^{-1}, \quad (2.114)$$

где c и m – масса влаги, находящейся в частицах композиции; p_c – вероятность попадания частиц в квадрат $\square$; p_m – вероятность попадания частиц в квадрат $\square$.

Для двухкомпонентной композиции $c + m = 1$ и, тогда,

$$\begin{aligned} \text{Вер} [K_0(p) \text{ и } K_1(p)] &= p_k^2 = \left[(c \cdot p_c + m \cdot p_m) \cdot (c + m)^{-1} \right]^2 = \\ &= (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^2 \end{aligned} \quad (2.115)$$

Для нахождения вероятности $\text{Вер} (S_k = \zeta)$ появления интервала между частицами $S_k = \zeta$ вероятность $\text{Вер} [K_0(p) \text{ и } K_1(p)]$ необходимо умножить на так называемый вес, определяющий отношение интервалов до и после попадания в зону расположения винта. Он определяется из следующей пропорции

$$(\rho_c + \rho_m) \cdot (\rho_c^e + \rho_m^e)^{-1}, \quad (2.116)$$

где ρ_c и ρ_m – соответственно плотность укладки частиц различного состава и свойств $\square$ и $\square$ до соприкосновения с винтом; ρ_c^e, ρ_m^e – то же, на винте.

С учетом того, что $\rho_c^e \cdot \rho_m = p_c$, а $\rho_m^e \cdot \rho_m^{-1} = c \cdot m^{-1}$ сделав необходимые преобразования получим

$$(\rho_c + \rho_m) \cdot (\rho_c^e + \rho_m^e)^{-1} = (c + m) \cdot (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^{-1} = (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^{-1}, \quad (2.117)$$

В этой связи получаем, что

$$\begin{aligned} \text{Вер}(S_k = \zeta) &= \text{Вер} [K_0(p) \text{ и } K_1(p)] \cdot (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^{-1} = \\ &= (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^2 \cdot (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^{-1} = c \cdot p_c + m \cdot p_m \end{aligned} \quad (2.118)$$

Наличие интервала $S_k = 2$ соответствует размещению частиц в нулевом квадрате и их непопадания в первый, т.е. – произведению вероятности реализации событий $K_0(p)$ и $K_1(p)$ и $K_2(p)$.

Вероятность реализации данного события

$$\text{Вер} [K_0(p) \text{ и } K_1(o) \text{ и } K_2(p)] = (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^2 \cdot p_k^0, \quad (2.119)$$

где p_{κ}^0 – вероятность непопадания частиц компонентов в квадраты $\square$ и $\square$.

Однако согласно тому, что $p_{\kappa}^0 = 1 - p_{\kappa} = [1 - (c \cdot p_c + m \cdot p_m)] \cdot (c + m)^{-1} =$
 $= [c \cdot (1 - p_c) + m \cdot (1 - p_m)] \cdot (c + m)^{-1} = c \cdot p_c^0 + m \cdot p_m^0$ вероятность интервала
 $S_K = 2\zeta$ составит

$$\begin{aligned} \text{Вер}(S_K = 2\zeta) &= \text{Вер}[K_0(p) \text{ и } K_1(o) \text{ и } K_2(p)] \cdot (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^{-1} = \\ &= (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^2 \cdot (c \cdot p_c^0 + m \cdot p_m^0)^{-1} \end{aligned} \quad , \quad (2.120)$$

где p_c^0 и p_m^0 – вероятность непопадания частиц с W_1 и W_2 соответственно в квадраты $\square$ и $\square$.

В случае получения интервала $S_K = k\zeta$ частицы попадают в нулевую зону и попадают в первую, вторую и $k-1$.

Вероятность такого события

$$\begin{aligned} \text{Вер}[K_0(p) \text{ и } K_1(o) \text{ и } \dots \text{ и } K_{k-1}(o) \text{ и } K_k(p)] \cdot (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^{-2} \times \\ \times (c \cdot p_c^0 + m \cdot p_m^0)^{-1} \end{aligned} \quad , \quad (2.121)$$

Вероятность интервала $S_K = k\zeta$ равна

$$\begin{aligned} \text{Вер}(S_K = k\zeta) &= \text{Вер}[K_0(p) \text{ и } K_1(o) \text{ и } \dots \text{ и } K_{k-1}(o) \text{ и } K_k(p)] \times \\ &\times (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^{-1} = (c \cdot p_c + m \cdot p_m) \cdot (c \cdot p_c^0 + m \cdot p_m^0)^{k-1} \end{aligned} \quad , \quad (2.122)$$

Таким образом, при одновременной подаче частиц с W_1 и W_2 в зону размещения винтового рабочего органа интервалы между ними есть случайная величина, принимающая значения, близкие к величинам, кратным шагу подачи частиц компонентов.

Ряд распределения этой величины имеем следующие составляющие [25]

$$\begin{aligned} &\left| \frac{S_K}{\text{Вер}(S_K = k \cdot \zeta)} \right| \left| \frac{\zeta}{c \cdot p_c + m \cdot p_m} \right| \left| \frac{2\zeta}{(c \cdot p_c + m \cdot p_m) \cdot (c \cdot p_c^0 + m \cdot p_m^0)} \right| \\ &\left| \frac{3\zeta}{(c \cdot p_c + m \cdot p_m) \cdot (c \cdot p_c^0 + m \cdot p_m^0)} \right| \left| \frac{k\zeta}{(c \cdot p_c + m \cdot p_m) \cdot (c \cdot p_c^0 + m \cdot p_m^0)} \right| \end{aligned} \quad , \quad (2.123)$$

С учетом этого, закон распределения интервалов между частицами с W_1 и

W_2 в зоне размещения захватывающей части винтового рабочего органа будет следующим

$$\left. \begin{aligned} F(S_K) &= \sum_{i=1}^k (c \cdot p_c + m \cdot p_m) \cdot (c \cdot p_c^0 + m \cdot p_m^0)^{i-1} ; \\ k &= \gamma(S_K / \zeta) + 1 \end{aligned} \right\}, \quad (2.124)$$

где $F(S_K)$ - функция целой части числа.

Начальные моменты первого γ_1 и второго γ_2 порядка величины S_K можно представить как

$$\left. \begin{aligned} \gamma_1 &= \sum_{k=1}^{\infty} k \cdot \zeta (c \cdot p_c + m \cdot p_m) \cdot (c \cdot p_c^0 + m \cdot p_m^0)^{k-1} = \zeta (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^{-1} ; \\ \gamma_2 &= \sum_{k=1}^{\infty} k^2 \cdot \zeta^2 (c \cdot p_c + m \cdot p_m) \cdot (c \cdot p_c^0 + m \cdot p_m^0)^{k-1} = \\ &= \zeta^2 [2 - (c \cdot p_c + m \cdot p_m) \cdot] (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^{-2} ; \end{aligned} \right\}, \quad (2.125)$$

С учетом известного соотношения [25] между начальными и центральными моментами имеем зависимости для нахождения числовых характеристик случайной величины S_K :

– математическое ожидание:

$$M_{S_K} = \zeta \cdot (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^{-1}, \quad (2.126)$$

– среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma_{S_K} = \zeta \cdot [1 - (c \cdot p_c + m \cdot p_m)]^{0,5} \cdot (c \cdot p_c + m \cdot p_m)^{-1}, \quad (2.127)$$

– коэффициент вариации:

$$\nu_{S_K} = [1 - (c \cdot p_c + m \cdot p_m)]^{0,5}, \quad (2.128)$$

Аналогично находятся и числовые характеристики интервалов между частями с W_1 и W_2 в составе бинарной композиции:

– математическое ожидание:

$$M_M = \zeta \cdot (m \cdot p_m)^{-1}, \quad (2.129)$$

– среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma_{M_M} = \zeta \cdot (1 - m \cdot p_m)^{0,5} \cdot (m \cdot p_m)^{-1}, \quad (2.130)$$

– коэффициент вариации, характеризующий качество усреднения влаги в бинарных композициях:

$$\nu_{M_M} = (1 - m \cdot p_m)^{0,5}, \quad (2.131)$$

где M – содержание частиц с влажностью W_2 моркови в композиции для принятого соотношения принятых компонентов в бинарной композиции, при с:м = 1:2, $M = 0,66$; при с:м = 1:3, $M = 0,75$; при с:м = 1:4, $M = 0,8$ и т.д.

Таким образом, с учетом принятого ранее подхода имеем, что

$$\sigma_K = \sigma_{M_M} = \zeta \cdot (1 - m \cdot p_m)^{0,5} \cdot (m \cdot p_m)^{-1}, \quad (2.132)$$

Подставив значения $\sigma_K = \sigma_{M_M}$ в уравнение (2.239) получаем, что

$$t_y = t_1 + \frac{(t_2 - t_1) \ln \left\{ \frac{\sigma_1 - \left[\zeta \cdot (1 - m \cdot p_m)^{0,5} \cdot (m \cdot p_m)^{-1} \right]}{(\beta - 1) \zeta \cdot (1 - m \cdot p_m)^{0,5} \cdot (m \cdot p_m)^{-1}} \right\}}{\ln \left\{ \frac{\sigma_1 - \left[\zeta \cdot (1 - m \cdot p_m)^{0,5} \cdot (m \cdot p_m)^{-1} \right]}{\sigma_2 - \left[\zeta \cdot (1 - m \cdot p_m)^{0,5} \cdot (m \cdot p_m)^{-1} \right]} \right\}}, \quad (2.133)$$

Обозначив подлогарифмические составляющие в числителе и знаменателе как Z_1 и Z_2 и приняв, что $t_2 - t_1 = \Delta t$, выражение (2.133) в менее громоздком виде

$$t_y = t_1 + \Delta t \cdot \ln Z_1 \cdot [\ln Z_2]^{-1}, \quad (2.134)$$

Таким образом, формула (2.103) принимает вид

$$Q_{СП} = \frac{0,785(D^2 - d^2) \cdot S_{L_K} \cdot K \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\left\{ t_1 + \Delta t \cdot \ln Z_1 \cdot [\ln Z_2]^{-1} \right\}}, \quad (2.135)$$

Соответствующим анализом приведенного выражения установлено, что подача винтового смесителя-усреднителя с требуемым режимом его работы должна определяться с учетом параметра L_K , согласно формуле (2.104).

Согласно процессу уплотнения получаемого продукта в компрессионной камере, длиной l_K , частицы, в составе композиции винтовым прессом продавливаются в полость т.н. компрессионной камеры – KK (рисунок 2.19).

В компрессионной камере пресса, которая может иметь или квадратное

($a \times a$) или прямоугольное ($a \times b$) сечение, формируется т.н. монолит, плотностью – ρ_m и с усредненной влажностью – W_y , путем сжатия поступающих частиц компонентов и выдавливания воздуха из поступающей массы продукта.

При формировании данного монолита, внутри замкнутого объема КК, также осуществляется усреднение влаги за счет ее перераспределения под действием давления (рисунок 2.19).

Для возможности оценки дополнительной усредняющей способности КК по влажности, в качестве исходной и базовой характеристики входного материально-продуктового потока примем дисперсию равномерности распределения влаги по его длине. При этом, формируемый монолит по высоте условно разобьем на k слоев, а по длине на n участков, каждый из которых равен Δl_i (рисунок 2.19).

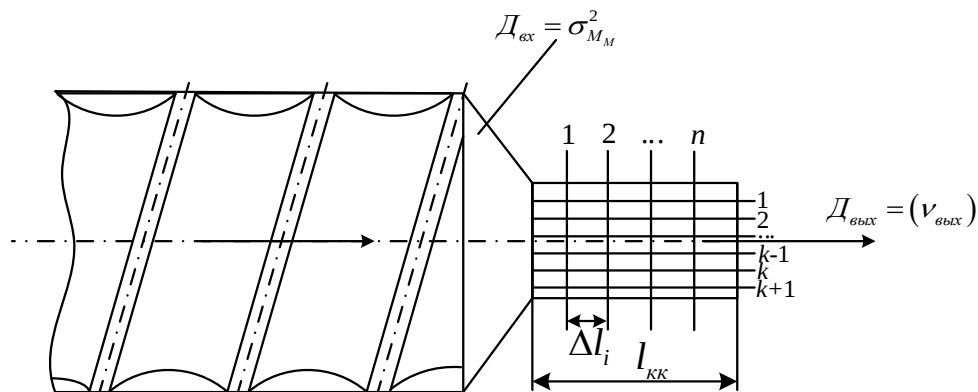


Рисунок 2.19 – Схема к расчету усредняющей способности компрессионной камеры пресса

Для принятой технологической-технической схемы усреднения влаги в КК, согласно [25], дисперсия – $D_{вых}$ колебаний ее значений на выходе из КК определяется как

$$D_{вых} = k^{-2} \cdot \sum_{i=1}^k D_{вх} , \quad (2.136)$$

где $D_{вх}$ – дисперсия колебаний содержания влаги во входном материально-продуктовом потоке.

По каждому из поперечных сечений, обусловленных длиной отрезка Δl_i имеем, что:

$$v_{\text{блх}} = k^{-2} \cdot l_{\text{КК}}^{-1} \sqrt{4 \mathcal{D}_{\text{ex}}}, \quad (2.137)$$

где $v_{\text{блх}}$ – неравномерность распределения по содержанию влаги в геометрическом объеме композиции, ограниченном длиной элемента Δl_i .

С учетом показателя, обусловленного значением среднеквадратического отклонения, зависимость (2.130) приобретает вид

$$v_{\text{блх}} = k^{-2} \cdot l_{\text{КК}}^{-1} \left\{ 4 \left\{ \zeta \cdot (1 - m \cdot p_m) / [m \cdot p_m]^{0,5} \right\} \right\}, \quad (2.138)$$

Требуемая объемная подача компрессионной камеры предложенного устройства зависит от его параметров и режимов работы:

$$Q_{\text{КК}} = F_{\text{КК}} \cdot v_{\text{КК}} \geq Q_{\text{CV}}, \quad (2.139)$$

где $F_{\text{КК}}$ – геометрическая площадь поперечного сечения КК формирующего модуля СПФМ; $v_{\text{КК}}$ – скорость движения формируемого монолита в полости камеры любой геометрической формы ее сечения.

С учетом зависимостей (2.135) и (2.139), имеем, что

$$F_{\text{КК}} = \frac{0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot S_{L_{\text{К}}} \cdot K \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\left\{ t_1 + \Delta t \cdot \ln Z_1 \cdot [\ln Z_2]^{-1} \right\} \cdot v_{\text{КК}}} = a \times b, \quad (2.140)$$

Зная численное значение геометрического параметра – $F_{\text{КК}}$ и задавшись геометрическим параметром a , можно определить геометрический параметр b через соотношение $F_{\text{КК}}/a$.

Таким образом, проведенный теоретический анализ позволил установить и выбрать факторы процесса, существенно и значимо влияющие на качество работы формирующего узла компрессионной камеры, обеспечивающей выравнивание колебаний влаги в композиционных смесях, а также получить авторские зависимости и формулы по определению пропускной способности пресса, а также инженерному расчету и выбору рациональных значений конструктивно-режимных параметров [187, 190-196, 198, 199, 201, 202].

При этом зависимости (2.135), (2.137) и (2.139) получены для использования их при расчетах ЗЭЭ (2.14).

Теоретическое обоснование и выбор рациональных значений параметров

прессующе-формующего узла малогабаритного многооперационного стационарного пресс-гранулятора-брикетировщика (СПФМ).

Объемное сжатие, направленной в компрессионную камеру (КК) предложенного устройства, порции определено силовым фактором трения ранее уплотненного композиционного продукта о стенки внутренней поверхности камеры и, в таком случае, работа, связанная с уплотнением новой порции продукта A_C , должна быть не меньше работы, связанной с преодолением силовых факторов, обусловленных наличием трения A_{TP} [165, 227]:

$$A_{CЖ} = A_{TP}, \quad (2.141)$$

Функционально зависимость между начальной плотностью – ρ_1 массы смеси и приложенным к ней нормальным давлением – P , гипотетически представим функцией следующего вида:

$$P = c \cdot \rho_1^m, \quad (2.142)$$

где c и m – эмпирические коэффициенты.

При установлении вида модели, раскрывающей характер работы фактора сжатия, имеем, что

$$A_{CЖ} = \pi \cdot c \cdot a \cdot b \cdot \rho_2 \cdot L_K (\rho_2^{m-1} - \rho_1^{m-1}) \cdot (m-1)^{-1}, \quad (2.143)$$

где a и b , L_K , ρ_2 – соответственно длины сторон компрессионного узла устройства, а также текущее значение величины плотности продукта в компрессионно-формующем узле СПФМ.

Работа, необходимая на преодоление сил трения композиционного продукта о стенки КК равна:

$$A_{TP} = F_{TP} \cdot L_K, \quad (2.144)$$

где F_{TP} – величина силового фактора, обусловленного трением продукта о стенки компрессионной камеры формующего узла предложенного устройства.

Величина силового фактора, обусловленного наличием трения в компрессионном узле, например, квадратного ($a \times a$) или прямоугольного ($a \times b$) сечения определяется как

$$F_{TP} = f \cdot \xi \cdot a \cdot \vartheta \int_0^{L_K} P_l \cdot dl, \quad (2.145)$$

где f – коэффициент трения продукта о стенки компрессионного узла устройства; ξ – коэффициент бокового распора $\xi = P_{\phi}/P_l$, где P_{ϕ} и P_l – боковое и осевое давление в КК.

Для установления характера P_l запишем условие равенства

$$(P_l \cdot a \cdot \vartheta) - (P_l + dP_l) a \cdot \vartheta = P_l f \xi a \cdot \vartheta \cdot dl, \quad (2.146)$$

Разделение переменных и интегрирование данного выражения дает, что

$$a \cdot \vartheta \cdot \ln P_l = -f \xi \cdot dl + C, \quad (2.147)$$

где C – постоянная интегрирования, при $l = 0$, $C = a \cdot \vartheta \cdot \ln P_1$, где P_1 – начальное давление в КК.

Подставляя значение C и потенцируя получим, что

$$P_l = P_1 \cdot \exp(-f \cdot \xi \cdot l / a \cdot \vartheta), \quad (2.148)$$

Решая совместно уравнения (2.144), (2.145) и (2.148) с последующим интегрированием получаем

$$F_{TP} = a \cdot \vartheta \cdot c \cdot \rho_1^m \left[1 - e^{-f \xi L_K / a \cdot \vartheta} \right], \quad (2.149)$$

Тогда, для выражения по определению работы силы трения имеем

$$A_{TP} = a \cdot \vartheta \cdot c \rho_1^m \left[1 - e^{-f \xi L_K / a \cdot \vartheta} \right] \cdot l, \quad (2.150)$$

С учетом равенства (2.145) для выражений (2.149) и (2.144) имеем, что

$$Z_K = \frac{a \cdot \vartheta}{f \xi} \ln \left\{ \frac{1}{\left[1 - \frac{1}{m-1} (1 - 1/\gamma^{m-1}) \right]} \right\}, \quad (2.151)$$

где параметр γ – степень уплотнения.

Анализ выражения (2.151) показывает, что значение параметра Z_K обусловлено степенью уплотнения σ .

С учетом выражения (2.151), определим продолжительность пребывания продукта в виде композиции в КК

$$T = \left[L_K \cdot a \cdot \vartheta \cdot \rho_K(A) : \psi_p \right] / Q_{СП} \geq t_p, \quad (2.152)$$

где $\rho_k(A)$ – плотность продукта в КК; ψ_p – коэффициент, учитывающий расширение монолита; t_p – время релаксации материала продукта.

Параметры формующего узла пресс-гранулятора-брикетировщика связаны с конструктивно-режимными параметрами КК, поэтому справедливо следующее равенство

$$Q_{ПУ} \geq Q_{КК} , \quad (2.153)$$

Запишем его в развернутом виде

$$F_{КК} \cdot \rho_{КК} \cdot v_{КК} \leq d_0^2 \cdot Z_0 \cdot h \cdot \rho \cdot \omega_{ПУ} / 8, \quad (2.154)$$

где d_0 – диаметральный размер отверстий в матрице; Z_0 – число сквозных отверстий в матрице; h – величина перемещения продукта в отверстиях за один оборот винта; ρ – плотность сформованного в гранулы продукта ($\rho = \rho_{КК}$); $\omega_{ПУ}$ – угловая скорость винта прессующе-гранулирующего узла предложенного устройства.

Решение равенства относительно параметра $\omega_{ПУ}$ дает

$$\omega_{ПУ} \geq \frac{8 \cdot F_{КК} \cdot v_{КК}}{d_0^2 \cdot Z_0 \cdot h}, \quad (2.155)$$

Длину формующей части матрицы – l в виде насадки определим с учетом затрачиваемой работы.

В принятом нами случае, направления силы F и скорости v совпадают

$$A = \int_{l_0}^{l_1} F(l) dl , \quad (2.156)$$

где $F = p \cdot S$, p – давление, создаваемое винтом пресса, а S – площадь поперечного сечения канала матрицы.

При этом, принимаем, что работа формования прямопропорциональна времени t , т.е.

$$A = kt , \quad (2.157)$$

где k – коэффициент пропорциональности.

Тогда дифференцированием по l получаем, что

$$F(l) = k \frac{dt}{dl}$$

В то же время имеем что $v = dl/dt$, а $\frac{dt}{dl} = \frac{1}{dl/dt} = \frac{1}{v}$, то

$$F(l) = k/v \quad (2.158)$$

С другой стороны, согласно второму закону Ньютона имеем, что

$F(l) = M \frac{dv}{dt}$. Приравнивая правые части имеем, что

$$M \frac{dv}{dt} = \frac{k}{v} \quad (2.159)$$

и тогда

$$\frac{Mv^2}{2} = kt + C_1 \quad (2.160)$$

Из начального условия при $v = v_0$ и $t = 0$ имеем, что $C_1 = \frac{Mv_0^2}{2}$ и тогда

$$v = \left[\frac{2k \cdot t}{M} + v_0^2 \right]^{0,5}$$

Проведя замену v на dl/dt и интегрирование, получаем, что

$$l = \frac{M}{3k} \left[\frac{2k \cdot t}{M} + v_0^2 \right]^{3/2} + C_2 \quad (2.161)$$

Из начального условия $l = l_0$ при $t = 0$ следует, что $C_2 = l_0 - \frac{Mv_0^3}{3k}$ и, тогда

$$l = \frac{M}{3k} \left[\frac{2k \cdot t}{M} + v_0^2 \right]^{3/2} + l_0 - \frac{Mv_0^3}{3k} \quad (2.162)$$

Затратно-энергетическую эффективность процесса уплотнения продукта в виде продуктовой композиции, находящейся в КК можно оценить посредством показателя энергоемкости, учитывающего прочность, определяемую по формуле (2.81)

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{100 \cdot N_{ynl} \left\{ t_1 + \Delta t \cdot \ln Z_1 \cdot [\ln Z_2]^{-1} \right\}}{\left[0,785(D^2 - d^2) \cdot S_{L_k} \cdot K \cdot tg\alpha \right] \cdot \Pi}, \quad (2.163)$$

В данной формуле затраты энергии N_{ynl} определяется как

$$N_{ynl} = 0,125 \cdot d_0^2 \cdot Z_0 \cdot h \cdot \rho \cdot \omega_{ПВ} \cdot v_{КК}^2, \quad (2.164)$$

Для высушенных гранул и брикетов удельные затраты энергии (энергоёмкость) можно определить по выражению

$$\mathcal{E}_2 = 100 \cdot N_c / G \cdot K \cdot k (1,00 - 0,01 W_n) \left[\lg \left\{ \gamma / [(K/\Pi) - 1] \right\} \right]^{-1} \cdot \Pi, \quad (2.165)$$

где N_c – затраты энергии на сушку гранул.

Показатель Π определяется по формуле (2.81).

Более наглядно зависимости мощности, затрачиваемой на прессование и энергоёмкости от производительности пресса, представлены на рисунке 2.20.

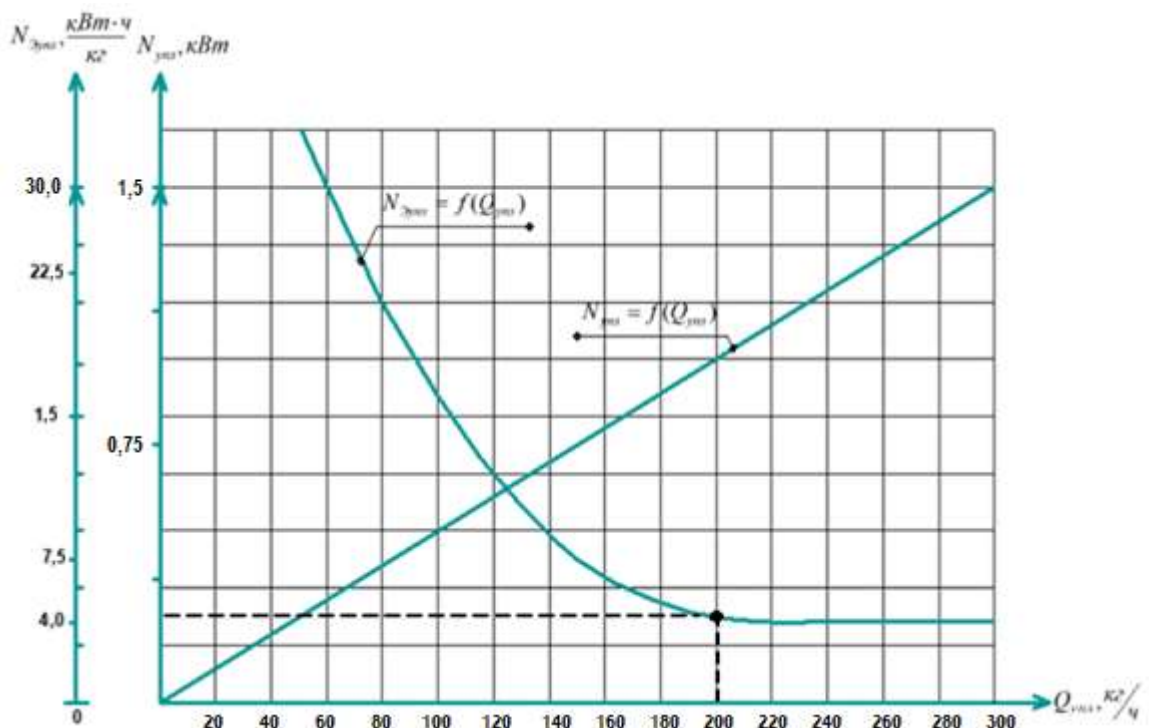
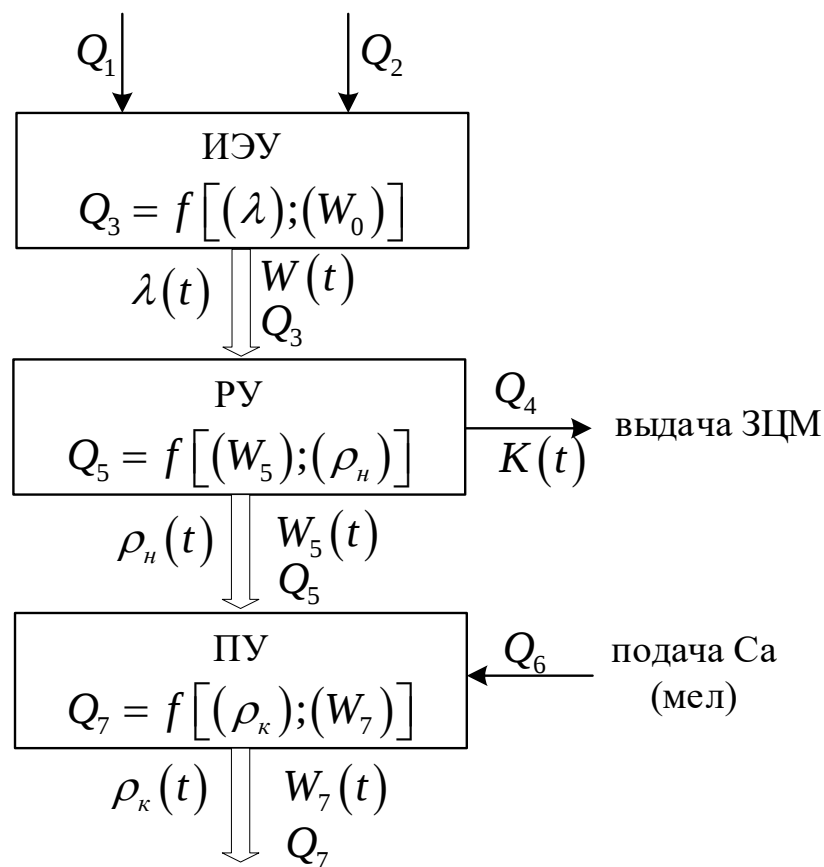


Рисунок 2.20 – Зависимости мощности, затрачиваемой на прессование $N_{упл}$ и энергоёмкости от производительности пресса $Q_{упл}$.

Анализ данных зависимостей показывает, что энергоёмкость пресса при производительности от 200 до 300 кг/ч составляет не более $4,00 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}}$. В данном диапазоне производительности пресса, годовой объём гранулированного продукта, обеспечивает потребность в нем до 100 коров.

2.4 Разработка технологической подсистемы получения заменителя цельного молока и кормовой белково-кальциевой добавки с помощью ММ СДЭУ

Получение ЗЦМ и БКД на основе семян сои с использованием экстрагента (воды, обрат, сыворотки или пахты) обеспечивается с помощью малогабаритного многооперационного стационарного дезинтеграционно-экстракционного устройства (рисунок 2.21).



ИЭУ – измельчающе-экстракционный узел; РУ – разделяющий узел;
 ПУ – прессующий узел; Q_1 – подача экстрагента (вода, обрат, сыворотка или пахта);
 Q_2 – подача семян сои и частиц корнеплодов; $Q_3 = Q_1 + Q_2$ – подача РУ по суспензии;
 Q_4 – пропускная способность РУ по жидкой фракции; Q_5 – пропускная способность РУ по нерастворимому соево-корнеплодному остатку (НСКО); Q_6 – подача кальцийсодержащего компонента; Q_7 – подача конического ПУ; λ – степень измельчения;
 ρ_n и ρ_k – начальная и конечная плотность, W_0 , W_5 , W_7 – влажность;
 $K(t)$ – содержание сухих веществ (их концентрация)

Рисунок 2.21 – Структурно-функциональная схема ТПС получения ЗЦМ и БКД

Теоретическое обоснование параметров процесса одновременного измельчения, экстракции и разделения в системе получения ЗЦМ и жома.

Процесс измельчения зерна сои и частиц корнеплодов, размером D_0 рассмотрим, как представляющий собой явление, при котором из исходных набухших частиц, путем последовательного разрушения образуется какое-то количество частиц, например – $K = 2$, которое в свою очередь также разрушается на m частиц с их количеством равным $K = 2^m$ и т.д. Данный процесс осуществляется с помощью устройства (рисунок 2.22) [110].

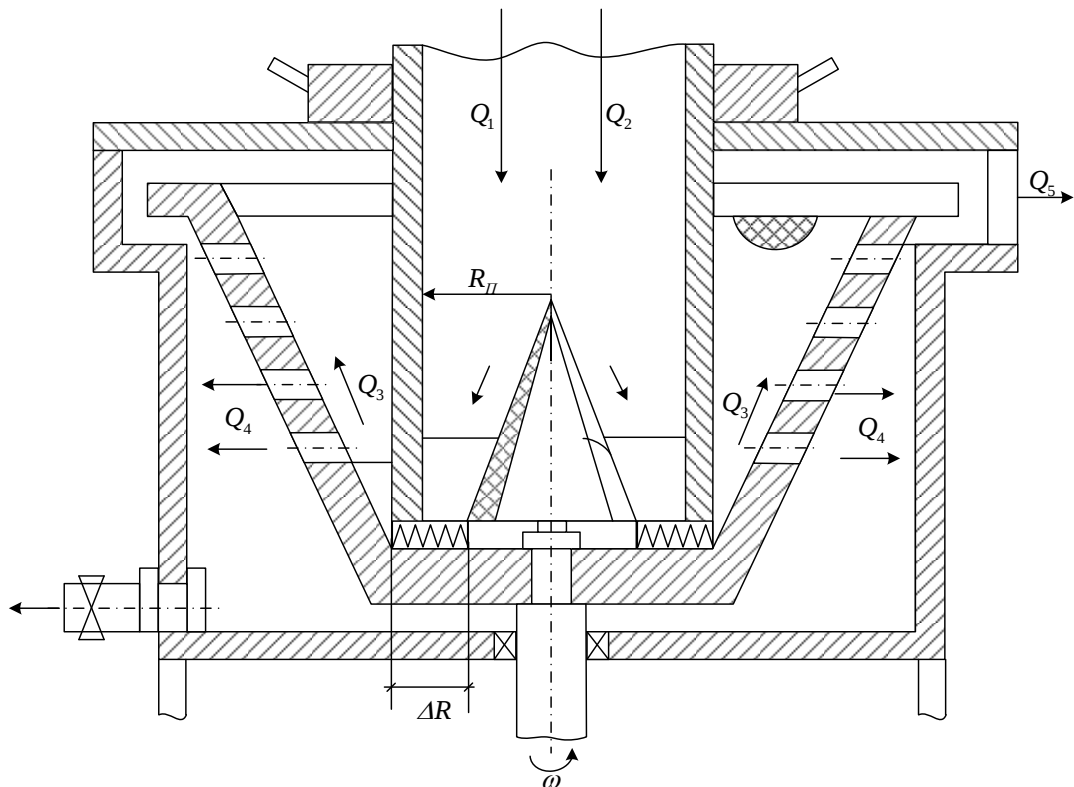


Рисунок 2.22 – Схема к обоснованию параметров измельчающего узла ММ СДЭУ

Интенсивность разрушения вновь образованных частиц до определенного, заданного технологическими требованиями размера $d_{ли}$ принимаем равной коэффициенту – k .

Таким образом, количество частиц, полученных за период времени, равный dt , с учетом интенсивности их разрушения окажется равным, согласно дифференциальному уравнению

$$dK = -kK \cdot dt, \quad (2.166)$$

Знак минус в уравнении (2.166) показывает, что число неразрушенных частиц, полученных от исходного соевого семени с течением времени уменьшается.

После разделения переменных имеем, что

$$dK/K = -k \cdot dt_3 \quad (2.167)$$

Путем интегрирования получаем, что

$$\ln K = -k \cdot t_3 + \ln C \quad (2.168)$$

или

$$K = C \cdot e^{-k \cdot t_3} \quad (2.169)$$

При известном первоначальном количестве семян сои, равном K_0 ($K = K_0$ при $t_3 = t_0$) можно определить произвольную постоянную – C как $K_0 = C$ и, тогда

$$K = K_0 \cdot e^{-k \cdot t_3} \quad (2.170)$$

Из этого уравнения при $t_3 = t_u$ имеем, что продолжительность измельчения равна

$$t_u = k^{-1} \cdot \ln(K_0/K) \quad (2.171)$$

В этом уравнении, соотношение K_0/K , представляет собой ни что иное, как величину обратную степени измельчения, т.е.

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{K_0}{K} \quad (2.172)$$

Скорость образования новых частиц, с соответствующим увеличением поверхности на вновь образованных частицах назовем фактором активности взаимодействия сред

$$i = k \cdot K = k \cdot K_0 \cdot e^{-k \cdot t_u} \quad (2.173)$$

Если принять $i_0 = k \cdot K_0$ за активность взаимодействия сред (жидкой и нерастворимой) в начальный момент времени, то получим, что

$$i = i_0 \cdot e^{-k \cdot t_u} \quad (2.174)$$

Количество частиц, неразрушенных за период времени t и измельченных в последующий промежуток времени dt равно

$$-dk = k \cdot K_0 \cdot e^{-kt_u}, \quad (2.175)$$

Для принятой схемы устройства (рисунок 2.23) имеем, что $t = 2\pi/\omega$, где ω – угловая скорость рабочего органа, а потому, с учетом уравнений (2.171) и (2.172) получаем

$$\omega = 2\pi k / \ln(1/\lambda) \quad (2.176)$$

Приняв форму зерна сои в виде правильного эллипсоида с осями a и b , а конечной частицы за шар с радиусом $r_{ш}$ имеем, что

$$\left. \begin{aligned} D_9 &= 1,24 \sqrt[3]{\frac{4}{3} \pi \cdot a \cdot b^2}; \\ d_{ш} &= 1,24 \sqrt[3]{\frac{4}{3} \pi \cdot r_{ш}^3} \end{aligned} \right\} \quad (2.177)$$

При этом, степень измельчения составит

$$\lambda = \frac{(4,19 \cdot a \cdot b^2)^{0,33}}{(4,19 \cdot r_{ш}^3)^{0,33}} \geq [\lambda] \quad (2.178)$$

где $[\lambda]$ – допустимая по технологическим требованиям степень измельчения.

При высоте режущего элемента $h_{рэ}$ (рисунок 2.23) имеем следующую зависимость

$$h_{рэ} = d_{ш} = (4,19 \cdot r_{ш}^3)^{0,33} \leq [d_{ш}] \quad (2.179)$$

где $[d_{ш}]$ – допустимое значение диаметра конечной частицы, равное

$$[d_{ш}] = D_9 / [\lambda] \quad (2.180)$$

Степень измельчения λ характеризует удельную поверхность полученных частиц из семян сои, принятых за правильный эллипс с полуосями a и b .

$$S_{y0} = 1,5 / \sqrt{(a \cdot b) / \lambda}, \quad (2.181)$$

При этом, суммарная поверхность всех полученных в процессе измельчения частиц равна

$$S = \pi \cdot K \cdot d_{ш}^2, \quad (2.182)$$

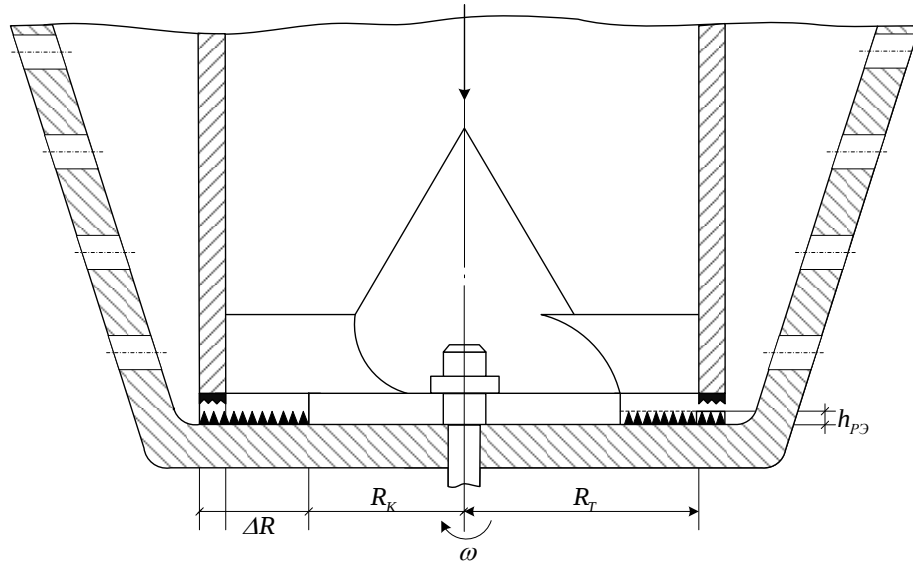


Рисунок 2.23 – Схема к обоснованию параметров процесса измельчения и экстракции в измельчающе-экстракционном узле (ИЭУ) устройства

Процесс экстракции белковых и липидных веществ в экстрагент, по сути является конвективной диффузией, продолжительность которого обусловлена временем, определяемым из уравнения (2.171) с учетом равенства (2.172) и (2.178)

$$t_y = k^{-1} \cdot \ln \left[\frac{(4,19 \cdot r_u^3)^{0,33}}{(4,19 \cdot a \cdot \epsilon^2)^{0,33}} \right] \leq t_u, \quad (2.183)$$

Тогда коэффициент диффузии, характеризующий процесс экстракции белковых и липидных веществ из измельченных частиц семян сои в экстрагент, определяется выражением

$$D = \frac{\pi \cdot K \cdot d_u^2 \cdot k}{\ln \left[\frac{(4,19 \cdot r_u^3)^{0,33}}{(4,19 \cdot a \cdot \epsilon^2)^{0,33}} \right]}, \text{ м}^2/\text{с}, \quad (2.184)$$

При этом, масса белковых и липидных веществ, экстрагируемых в жидкую среду образующейся суспензии, составит

$$M_{Б,Л} = 6,28 \left\{ \frac{\pi \cdot K \cdot d_u^2 \cdot k}{\ln \left[\frac{(4,19 \cdot r_u^3)^{0,33}}{(4,19 \cdot a \cdot \epsilon^2)^{0,33}} \right]} + \epsilon_D \right\} \cdot \frac{F \cdot \Delta C}{\delta \cdot \omega}, \quad (2.185)$$

где ε_D – коэффициент конвективной диффузии, учитывающий влияние перемешивания и характеризующий интенсивность перемешивания в диффузионных процессах, м²/с; F – площадь диффундирующего слоя продукта; ΔC – разность концентраций диффундирующего вещества в частицах и экстрагенте (разность концентраций, определяющая движущую силу процесса); δ – толщина слоя продукта, взаимодействующего с экстрагентом.

Примем за M массу веществ, содержащихся в продукте и постепенно переходящих в экстрагент, влажностью равной – W (молоко, сыворотка или пахта), в виде белковых веществ – B и липидов – Z . При установившемся режиме работы устройства принимаем, что интенсивность экстракции (перехода веществ из частиц в экстрагент) за промежуток времени равный dt в случае экстракции белков в экстрагент – пропорциональна оставшемуся количеству белковых веществ, что характеризуется дифференциальным уравнением следующего вида

$$\frac{dM}{dt} = \xi(\varepsilon - M), \quad (2.186)$$

где ε – начальное количество белковых веществ; ξ – коэффициент пропорциональности.

В случае экстракции белковых и липидных веществ в экстрагент влажностью W , пропорционально произведению экстрагируемых масс белков и липидов, что характеризуется дифференциальным уравнением вида

$$\frac{dM}{dt} = \xi(\varepsilon - M)(l - M), \quad (2.187)$$

где ε и l – начальные количества белковых B и липидных Z веществ в экстрагент; ξ – так же коэффициент пропорциональности.

Для первого и второго случаев необходимо определить зависимость $M = f(t)$.

Составленные выше дифференциальные уравнения представляют собой уравнения с разделяющимися переменными при начальном условии $M = 0$ и $t = 0$.

Для первого случая после разделения переменных имеем, что

$\frac{dM}{(M - \vartheta)} = -\xi dt$, откуда находим общее решение уравнения

$$M = \vartheta + C \cdot e^{-\xi t}, \quad (2.188)$$

Из начального условия определим, что $C = -a$ и, следовательно, частное решение имеет вид

$$M = \vartheta(1 - e^{-\xi t}) \quad (2.189)$$

При $t \rightarrow \infty$, из этого уравнения следует, что $M \rightarrow \vartheta$.

Для второго случая, после разделения переменных получаем, что

$$\frac{dM}{(M - \vartheta)(M - l)} = \xi dt \quad (2.190)$$

После соответствующих преобразований получаем, что

$$\frac{1}{(M - \vartheta)(M - l)} = \frac{1}{l - \vartheta} \left(\frac{1}{M - \vartheta} - \frac{1}{M - l} \right) \quad (2.191)$$

Произведя интегрирование получаем общий интеграл

$$\frac{1}{l - \vartheta} \ln \left(\frac{M - \vartheta}{M - l} \right) = -\xi t + \frac{1}{l - \vartheta} \cdot \ln C$$

После соответствующих преобразований имеем, что

$$\frac{M - \vartheta}{M - l} = C \cdot e^{-\xi(l - \vartheta)t} \quad (2.192)$$

Из начального условия следует, что $C = \vartheta/l$ и тогда

$$\frac{M - \vartheta}{M - l} = \frac{\vartheta}{l} \cdot e^{-\xi(l - \vartheta)t} \quad (2.193)$$

Из равенства (2.193) находим частное решение уравнения

$$M = \vartheta \cdot l \frac{1 - e^{-\xi(l - \vartheta)t}}{l - \vartheta \cdot e^{-\xi(l - \vartheta)t}} \quad (2.194)$$

Уравнение (2.193) преобразуем к следующему виду

$$e^{-\xi(l - \vartheta)t} = \frac{(M - \vartheta) \cdot l}{(M - l) \cdot \vartheta} \quad (2.195)$$

Решение данного уравнения, относительно параметра t , дает

$$t_3 = \frac{1}{\xi(l - \vartheta)} \ln \left[\frac{(M - \vartheta) \cdot l}{(M - l) \cdot \vartheta} \right] \leq t_u \quad (2.196)$$

Приравнивая равенства (2.171) и (2.196) получаем

$$\frac{1}{k} \ln\left(\frac{1}{\lambda}\right) = \frac{1}{\xi(l-\epsilon)} \ln\left[\frac{(M-\epsilon) \cdot l}{(M-l) \cdot \epsilon}\right] \quad (2.197)$$

Решая данное равенство относительно k имеем, что

$$k = \frac{\ln\left(\frac{1}{\lambda}\right) \cdot \xi(l-\epsilon)}{\ln\left[\frac{(M-\epsilon) \cdot l}{(M-l) \cdot \epsilon}\right]} \quad (2.198)$$

Подставляя данное значение параметра k в формуле (2.170) имеем, что

$$K = K_0 \cdot e^{-t_3 \cdot \left\{ \frac{\ln\left(\frac{1}{\lambda}\right) \cdot \xi(l-\epsilon)}{\ln\left[\frac{(M-\epsilon) \cdot l}{(M-l) \cdot \epsilon}\right]} \right\}}, \quad (2.198^*)$$

Данная зависимость получена для расчета ЗЭЭ системы МК КРС с помощью модели (2.14).

Для пропускной способности (подачи) измельчающе-экстракционного узла устройства имеем, что

$$Q_3 = \frac{V \cdot \rho \cdot \ln\left(\frac{1}{\lambda}\right)}{k} \quad (2.199)$$

где V – объем продукта, отделяемого от общей массы режущими элементами высотой $h_{pэ}$; ρ – плотность отделенного продукта в виде пульпы.

Объем продукта V , выраженный через параметры ИЭУ устройства (рисунок 2.23)

$$V = \pi h_{pэ} (R_T^2 - R_K^2) \quad (2.200)$$

С учетом зависимостей (2.199) и (2.200), а также неравенства (2.178) и (2.177), в конечном итоге, имеем, что

$$Q_3 = \frac{\pi (4,19 \cdot r_{uu}^3) \cdot (R_T^2 - R_K^2) \cdot \rho \cdot k}{\ln(\lambda^{-1})} \quad (2.201)$$

где коэффициент k имеет размерность рад/секунда.

Анализ, полученного в результате принятых подходов, выражения (2.201) показывает, что пропускная способность ИЭУ зависит от конечных раз-

меров получаемых частиц – $r_{и}$, характеризующихся заданной степенью измельчения соевого зерна $[\lambda]$, а также конструктивными параметрами измельчающего диска, а конкретно разностью $(R_T - R_K)$.

Затраты энергии (мощность) на осуществление процесса измельчения и экстракции определяются с учетом удельной работы измельчения – $A_{уд}$ (Дж/кг), определяемой по формуле профессора Мельникова С.В. [84]

$$N_3 = A_{изм} \cdot Q_3 \quad (2.202)$$

С учетом вышеприведенных подходов, равенство (2.202) в развернутом виде представим как

$$N_3 = C_{np} \left\{ C_V \lg \left[\frac{(4,19 \cdot a \cdot e^2)^{0,33}}{(4,19 \cdot r_{и}^3)^{0,33}} \right]^3 + C_S \left\{ \left[\frac{(4,19 \cdot a \cdot e^2)^{0,33}}{(4,19 \cdot r_{и}^3)^{0,33}} - 1 \right] \right\} \right\} \cdot Q_{из} \quad (2.203)$$

где C_{np} – безразмерный коэффициент, находящийся в пределах 0,9 – 5,0 в зависимости от влажности соевого зерна; C_V и C_S – размерные коэффициенты, характеризующие работу на преодоление упругих деформаций, связанную с разрушением единицы массы или объема продукта, $C_V = 0,23 - 10,7$ кДж/кг и $C_S = 2,3 - 3,66$ кДж/кг [84].

Данная зависимость используется при расчетах ЗЭЭ системы МК КРС с помощью модели (2.14).

Теоретическое обоснование параметров процесса отделения нерастворимого остатка (НСО) от жидкой белково-липидной основы.

При рассмотрении сути данного технологического процесса принимаем, что в первоначальный момент времени нерастворимый соево-корнеплодный остаток (НСКО) объёмом V и плотностью ρ имеет влажность W_0 . В процессе разделения влажность продукта уменьшается до значения равного W_K .

В момент времени $t = t_l$ влажность НСКО имеет значение W_i . За принятое бесконечно малое значение промежутка времени – dt относительное количество влаги, отделяемой от НСКО равно

$$dW = -\beta(W - W_K)dt, \quad (2.204)$$

где β – коэффициент пропорциональности.

С другой стороны, относительное количество влаги, отделяемое в процессе разделения суспензии равно

$$W_i = M \cdot \eta (W - W_{\kappa}) , \quad (2.205)$$

где M – масса влаги; η – коэффициент влагоотделения.

В то же время, имеем, что

$$dW = M \cdot \eta dW , \quad (2.206)$$

На основании равенств (2.205) и (2.206) имеем дифференциальное уравнение

$$M \cdot \eta \cdot dW = -\beta (W - W_{\kappa}) dt \quad (2.207)$$

Разделяя переменные получаем, что

$$\frac{dW}{W - W_{\kappa}} = -\frac{\beta}{M \cdot \eta} dt \quad (2.208)$$

Проведя интегрирование получаем

$$\ln(W - W_{\kappa}) = -\frac{\beta}{M \cdot \eta} t + \ln C \quad (2.209)$$

или

$$W - W_{\kappa} = C \cdot e^{-\beta t / (M \cdot \eta)} \quad (2.210)$$

Из начального условия ($W = W_0$ при $t = t_0$) постоянная C равна

$$C = W_0 - W_{\kappa} \quad (2.211)$$

Тогда закон изменения влажности, при разделении суспензии на НСКО и белково-липидную дисперсную систему примет вид

$$W = W_{\kappa} + (W_0 - W_{\kappa}) \cdot e^{-\beta t / (M \cdot \eta)} \quad (2.212)$$

Коэффициент пропорциональности определяется экспериментально.

Для текущих условий $W = W_1$ при $t = t_1$ имеем, что

$$W_1 - W_{\kappa} = (W_0 - W_{\kappa}) \cdot e^{-\beta t / (M \cdot \eta)} \quad (2.213)$$

откуда

$$e^{-\beta t / (M \cdot \eta)} = \left(\frac{W_1 - W_{\kappa}}{W_0 - W_{\kappa}} \right)^{1/t_1} \quad (2.214)$$

Соответственно получаем

$$W = W_{\kappa} + (W_0 - W_{\kappa}) \left(\frac{W_1 - W_{\kappa}}{W_0 - W_{\kappa}} \right)^{1/t_1} \quad (2.215)$$

откуда

$$t_1 = \ln \left\{ \frac{W}{W_{\kappa} + (W_0 - W_{\kappa}) \left(\frac{W_1 - W_{\kappa}}{W_0 - W_{\kappa}} \right)} \right\} \quad (2.216)$$

С учетом уравнений (2.171), (2.172) и (2.176) имеем равенство

$$k^{-1} \cdot \ln(1/\lambda) = \ln \left\{ \frac{W}{W_{\kappa} + (W_0 - W_{\kappa}) \left(\frac{W_1 - W_{\kappa}}{W_0 - W_{\kappa}} \right)} \right\} = 2\pi/\omega \quad (2.217)$$

Решая это равенство относительно параметра ω , получаем выражение для определения угловой скорости ротора разделителя РУ с учетом конечной влажности НСКО – W_{κ} :

$$\omega = 2\pi/\ln(1/\lambda) \cdot \ln \left\{ \frac{W}{W_{\kappa} + (W_0 - W_{\kappa}) \left(\frac{W_1 - W_{\kappa}}{W_0 - W_{\kappa}} \right)} \right\} \quad (2.218)$$

Из того же равенства (2.217) следует, что

$$k = \frac{\ln(1/\lambda)}{\ln \left\{ \frac{W}{W_{\kappa} + (W_0 - W_{\kappa}) \left(\frac{W_1 - W_{\kappa}}{W_0 - W_{\kappa}} \right)} \right\}} \quad (2.219)$$

Пропускная способность разделяющего узла устройства в общем виде равна

$$Q_5 = V_{\kappa p} \cdot \rho \cdot \omega, \quad (2.220)$$

где $V_{\kappa p}$ – объем НСКО, сходящего с конического разделителя (КР); ρ – плотность НСКО в момент его схода с КР.

Согласно рисунку 2.24 объем НСКО, сходящий с обода КР выразим как

$$V_{\kappa p} = \pi h_c \left[\left(\frac{D_m}{2} \right)^2 - \left(\frac{D_T}{2} \right)^2 \right], \quad (2.221)$$

где h_c – высота слоя, сходящего с обода КР; D_m и D_T – соответствующие диаметры КР согласно рисунку 2.24.

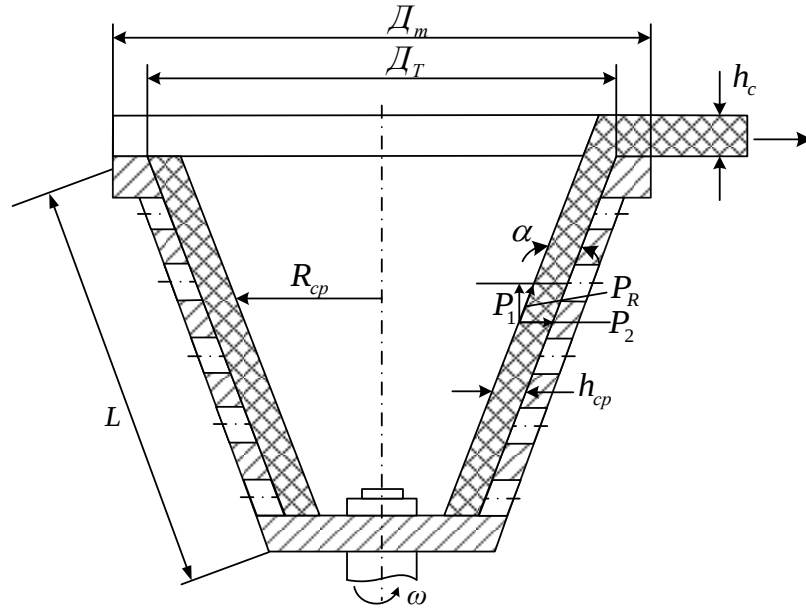


Рисунок 2.24 – Схема к обоснованию параметров конического разделителя суспензии ММ СДЭУ

С учетом уравнений (2.219) и (2.221) получаем, что массовая подача КР равна

$$Q_5 = \frac{2\pi^2 h_c \left[\left(\frac{D_m}{2} \right)^2 - \left(\frac{D_T}{2} \right)^2 \right] \cdot \rho}{\ln(1/\lambda) \cdot \ln \left\{ \frac{W}{W_\kappa + (W_0 - W_\kappa) \left(\frac{W_1 - W_\kappa}{W_0 - W_\kappa} \right)} \right\}} \quad (2.222)$$

Затраты энергии на осуществление процесса отделения НСКО от жидкой фракции определим на основании зависимости, учитывающей радиальную составляющую давления P_2 , которая определена формулой, полученной к.т.н. Соболевым Р.В. в работе [151] и объемной подачи конического разделителя

$$N_5 = (P_2 / \sin \alpha) \cdot Q_5 = \frac{2\pi^2 h_c \left[\left(\frac{D_m}{2} \right)^2 - \left(\frac{D_T}{2} \right)^2 \right] \cdot P_2}{\ln(1/\lambda) \cdot \ln \left\{ \frac{W}{W_\kappa + (W_0 - W_\kappa) \left(\frac{W_1 - W_\kappa}{W_0 - W_\kappa} \right)} \right\} \cdot \sin \alpha} \quad (2.223)$$

где α – угол наклона образующей внутренней стенки конического разделителя.

Зависимости (2.223) и (2.222) получены для проведения расчетов ЗЭУ согласно модели (2.14).

Зависимость мощности, затрачиваемой на дезинтеграцию-экстракцию N_{Σ} и энергоёмкости $N_{\Sigma\Delta}$ от производительности ММ СДЭУ - Q_{Σ} , кг/ч, представлена на рисунке 2.25.

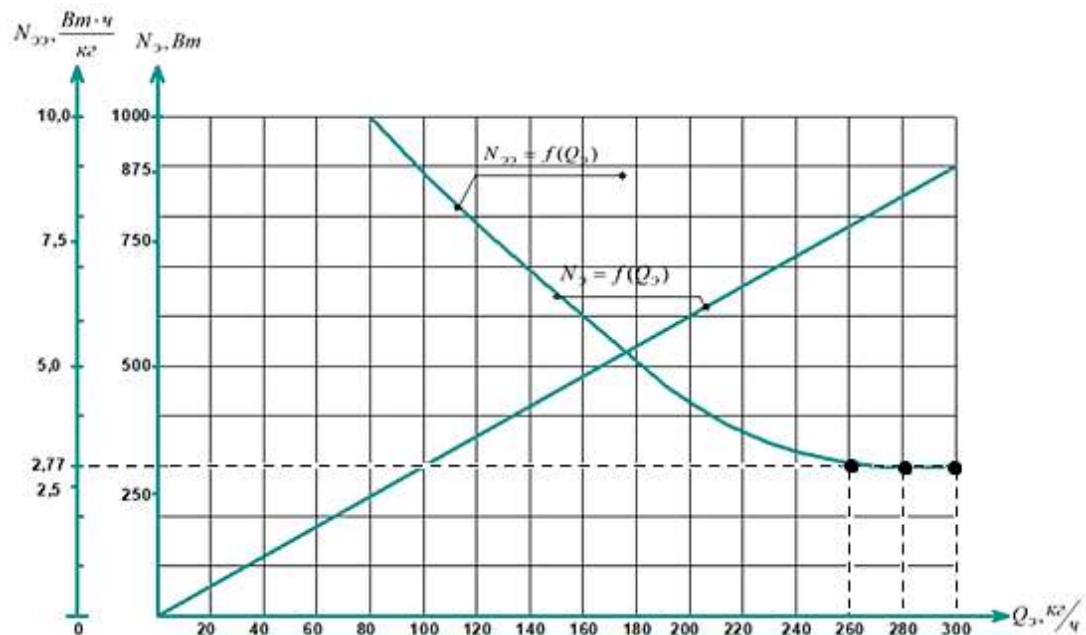


Рисунок 2.25 – Зависимости мощности, затрачиваемой на дезинтеграцию-экстракцию N_{Σ} и энергоёмкости $N_{\Sigma\Delta}$ от производительности ММ СДЭУ - Q_{Σ} , кг/ч

Анализ зависимостей, представленных на рисунке 2.25, показывает, что при производительности в диапазоне от 260 до 300 кг/ч затраты энергии составляют 800-875 Вт, что эквивалентно значениям энергоёмкости ММ СДЭУ в пределах $2,77 \frac{\text{Вт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}}$. Данной производительностью обеспечивается кормление

телят в количестве от 50 до 80 голов телят молочного периода вскармливания.

Теоретическое обоснование параметров процесса получения белково-кальцевой добавки с помощью пресса.

Согласно технологическому процессу (рисунок 2.26) отделенный НСКО плотностью ρ поступает в винтовой пресс конической конфигурации, с начальным давлением P и которое равномерно увеличивается в течение определённого промежутка времени t от P_0 до P_k , причем существует зависимость $P_i = k \cdot \rho$.

Для установления закона уплотнения НСКО примем, что в момент времени давление в конической камере пресса равно P_i . Тогда, давление, оказыва-

ющее действие на композицию в момент времени t , будет равно разности

$$P_\rho = P_i - k\rho_i \quad (2.224)$$

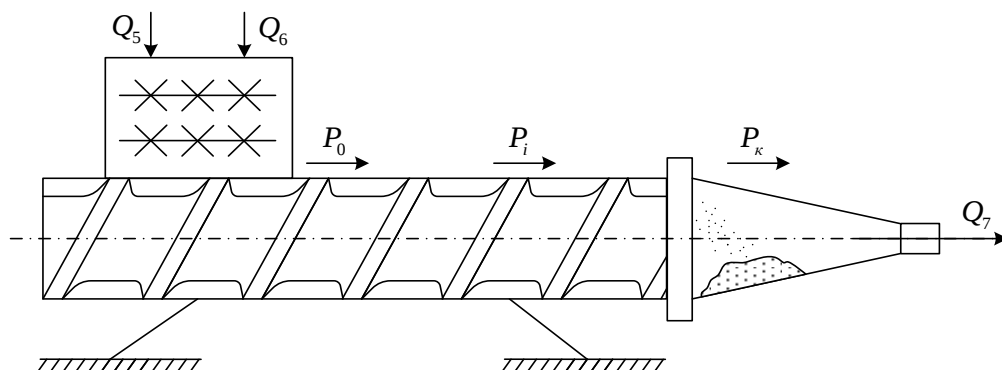


Рисунок 2.26 – Схема к обоснованию параметров рабочего процесса пресса для получения БКД

Закон изменения плотности в конической камере пресса представим как

$$P_i = A \cdot t + B, \quad (2.225)$$

где постоянные A и B определяются из условия $P_i = P_a$ при $t = 0$ и $P_\rho = P_\epsilon$ при $t = t_\kappa$ и равны соответственно $A = (P_\epsilon - P_a)/t_\kappa$ и $B = P_a$.

Дифференциальное уравнение имеет вид

$$\frac{dP_\rho}{dt} = k \cdot \rho \quad (2.226)$$

А так как

$$\frac{dP_\rho}{dt} = \frac{d}{dt}(P_i - k \cdot \rho) = (A \cdot t + B - k \cdot \rho) = A - \frac{d(k \cdot \rho)}{dt}, \quad (2.227)$$

то данное уравнение преобразуется к виду

$$A - \frac{d(k \cdot \rho)}{dt} = k \cdot \rho \quad (2.228)$$

или

$$\frac{d(k \cdot \rho)}{dt} + k \cdot \rho - A = 0 \quad (2.229)$$

Это уравнение является уравнением с разделяющимися переменными, а потому его общий интеграл равен

$$\frac{1}{k} \ln(k \cdot \rho - A) + t = \frac{1}{k} \ln C \quad (2.230)$$

или

$$k \cdot \rho - A = C \cdot e^{-kt} \quad (2.231)$$

Из начального условия ($t = 0$) находим, что $C = A$ и, следовательно,

$$P_i - P_\rho = \frac{A}{k}(1 - e^{-kt}) \quad (2.232)$$

Произведя замену

$$P_i - P_\rho = A \cdot t + B - P_\rho \quad (2.233)$$

получаем, что

$$P_\rho = A \cdot t + B - \frac{A}{k}(1 - e^{-kt}) \quad (2.234)$$

или

$$P_{\rho_i} = P_a - \frac{P_\kappa - P_a}{k \cdot t}(1 - e^{-kt} - k \cdot t) \quad (2.235)$$

Для конечного значения давления имеем, что

$$P_\kappa = P_{\rho_i} + \frac{\Delta P}{k \cdot t_\kappa}(1 - e^{-kt_\kappa}) \quad (2.236)$$

Затраты энергии на осуществление процесса прессования НСКО и мела с помощью пресса конической конфигурации в общем виде определяется по формуле

$$N_7 = P_\kappa \cdot Q_7, \quad (2.237)$$

где Q_7 – объемная подача пресса, м³/с.

Приняв, что процесс уплотнения с помощью пресса данной конструкции следует зависимости, учитывающей начальную ρ_n и конечную ρ_κ , плотность композиции НСКО+мел имеем,

$$\rho_i = \rho_n \cdot e^{\mu t}, \quad (2.238)$$

где μ – эмпирический коэффициент, учитывающий степень уплотнения композиции НСКО+мел; t – время уплотнения.

Продолжительность уплотнения принятого объема порции НСКО+мел равна

$$t = \mu^{-1} \ln(\rho_\kappa / \rho_n), \quad (2.239)$$

где отношение $(\rho_\kappa / \rho_n) = k_y$ по сути есть величина обратная степени уплотнения.

Объемную подачу пресса определим с учетом параметров выходного отверстия его конического корпуса

$$Q_7 = \frac{\pi d_0^2 \cdot l \cdot \mu}{\ln(k_y)}, \quad (2.240)$$

где d_0 – диаметр выходного отверстия; l – длина выходного отверстия.

С учетом уравнений (2.136), (2.237) и (2.240) получаем, что

$$N_7 = \pi d_0^2 \cdot l \cdot \mu \left[P_{\rho_i} + \frac{\Delta P}{k t_k} (1 - e^{-k t_k}) \right] / \ln(k_y) \quad (2.241)$$

$$N_o = 1,2 \cdot (N_3 + N_5 + N_7)$$

Полученная зависимость используется при расчетах ЗЭЭ системы МК КРС на стадии ее проектирования (2.14).

Выводы:

1. На основе проведенного теоретического анализа и разработанной схемы технологической трансформации сырья в системе приготовления и раздачи кормов КРС с использованием принципов и положений математической комбинаторики, обоснован состав, а также структурно-компоновочные схемы рациональных вариантов линий, обеспечивающих эффективное функционирование системы механизированного кормления КРС на предприятиях малой производственной мощности.

С учетом принятых инновационных подходов разработана и предложена модель оценки затратно-энергетической эффективности функционирования СМК на стадии ее проектирования для ферм указанной производственной мощности по величине годового дохода, при ограничениях на величину эксплуатационных затрат и энергоемкость применяемых технических средств с учетом показателей качества их работы.

При этом, зависимости, характеризующие энергоемкость технических средств, включают как эксплуатационные показатели, в виде затрат энергии, производительности, числа одновременно выполняемых одной машиной опе-

раций, так и качественные показатели, такие как степень измельчения, однородность смешивания, прочность гранул и брикетов, а также выход (концентрация) сухих веществ при производстве ЗЦМ на основе соево-тыквенных композиций.

Данные показатели не известны, а потому требуется проведение специальных экспериментальных исследований по установлению их количественных и качественных характеристик и значений.

На основе принципов комбинаторики обоснованы структурные схемы технических средств в виде ММ МРПК, ММ СПГБ и ММ СДЭУ блочно-модульного типа с соответствующим им числом одновременно выполняемых операций одной машиной, а также структурно-компоновочные схемы линий приготовления и раздачи кормов на малых фермах КРС с годовым графиком помесичной загрузки оборудования, производительность которой обусловлена структурой стада, нормой выдачи соответствующего вида корма, а также продолжительностью периода подготовки корма к скармливанию животным различного пола и возраста.

С помощью ДВЛ обоснована вероятность правильного выбора рационального варианта соответствующей производственной линии;

2. На основании положений теории случайных функций обоснованы рациональные способы загрузки бункера малогабаритного многооперационного мобильного раздатчика-питателя кормов путем его послойного заполнения кормовыми компонентами.

Получена аналитическая модель оценки выравнивания качественного и количественного состава кормового потока, как трансформирующейся в пространстве и времени дискретно-потокосвой системы.

Данная зависимость устанавливает взаимосвязь между качественным показателем однородности смеси — v_{PI} на выходе из ММ МРПК и количеством слоев кормовых компонентов, размещенных в бункере — n , расчетное значение которого равно 60 слоев.

Расчеты, проведенные посредством полученной авторской зависимости

показали, что допустимая по зоотребованиям однородность смеси в 15% и равномерность ее выдачи животным также в 15%, с помощью ММ МРПК может быть достигнута при количестве загруженных слоев в его бункере, равном $n_c = 60-61$.

Обосновано и доказано, что при совместном агрегатировании в технологической линии ММ МРПК и ММ СПГБ угловую скорость последнего необходимо определять исходя из потребной производительности ММ СПГБ, равной 300 кг/ч;

3. Посредством теоретического обоснования параметров рабочего процесса ИРУ малогабаритного многофункционального мобильного раздатчика-питателя кормов получены авторские зависимости, характеризующие его производительность, затраты энергии и энергоемкость, с учетом степени измельчения, а также основные геометрические параметры и качественные показатели работы ММ МРПК, такая как однородность смешивания и равномерность раздачи кормов.

При этом установлено, что производительность ИРУ в значительной степени зависит от параметра угловой скорости – ω , затраты энергии – от требуемой степени измельчения – λ , а длина L и диаметр ротора ИРУ – D – обусловлены в большей степени значениями параметров – ω и λ соответственно.

Расчетные значения параметров, определённые по полученным формулам равны: $\lambda = 4$ ед. и $\omega = 210$ с⁻¹. Значения параметров L и D необходимо установить экспериментально.

При этом качественные показатели работы ИРУ характеризуются степенью измельчения сырья – λ , которая зависит от количества Н-образных молотков-лопастей – R_z и способа их размещения на валу ротора. Значения данных параметров неизвестны, поэтому их необходимо установить экспериментально;

4. В результате теоретического обоснования параметров ТТПС и оборудования, входящего в ее состав, по приготовлению прессованно-формованных продуктов, получены авторские зависимости, характеризующие качественные показатели их работы по критерию крошимости гранул и брикетов, через пока-

затель прочности, учитывающий их начальную прочность, т.е. во влажном состоянии. Расчетное значение прочности, полученное по формуле, равно $\Pi = 100 \%$ при $\omega = 11,09 \text{ с}^{-1}$.

Получены авторские расчетные формулы для определения производительности ММ СПГБ от его геометрических – $F_{\text{кк}}, l$ и кинематических – $\omega, v_{\text{кк}}$ параметров, с учетом временного параметра – T , однако значения параметров $F_{\text{кк}}$ и l неизвестны, в связи с чем, их необходимо определить в процессе эксперимента.

Получена авторская зависимость, характеризующая качество усреднения влаги в смесителе-усреднителе, как составного модуля ММ СПГБ.

На основании принципа взаимности работ, получена авторская формула для расчета затрат энергии на привод пресса, с учетом полученного показателя прочности гранул и брикетов;

5. В результате теоретического обоснования параметров ТПС и технических средств, входящих в нее по приготовлению ЗЦМ и БКД, разработана ее структурно-функциональная схема и получены зависимости, характеризующие кинетику извлечения питательных веществ из соево-тыквенной композиции с помощью предложенного ММ СДЭУ. Расчетное значение показателя $K = 120, \%$ при $\lambda = 45,0 \text{ ед.}$ и $\omega_{\text{д}} = 200 \text{ с}^{-1}$.

На основании полученных данных определены зависимости, характеризующие пропускную способность ММ СДЭУ, а также мощность, необходимую для его привода. При значениях $\omega_{\text{д}} = 200 \text{ с}^{-1}$ $Q_3 = 300 \text{ л/ч}$, а $N_3 = 2,82 \frac{\text{Вт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}}$.

Получены зависимости по обоснованию параметров процесса приготовления БКД на основе жома и мела, с помощью предложенного прессующего устройства, блочно-модульного типа.

6. Полученные зависимости по определению мощности технических средств – N , а также их производительности – Q и качественных показателей работы – $\lambda, \delta, \theta_{\text{с}}, \Pi$ и K получены для использования в расчетах ЗЭЭ по системе уравнений (2.14).

Глава 3 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА, РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ

Поэтапное выполнение программ предполагало решение следующих задач:

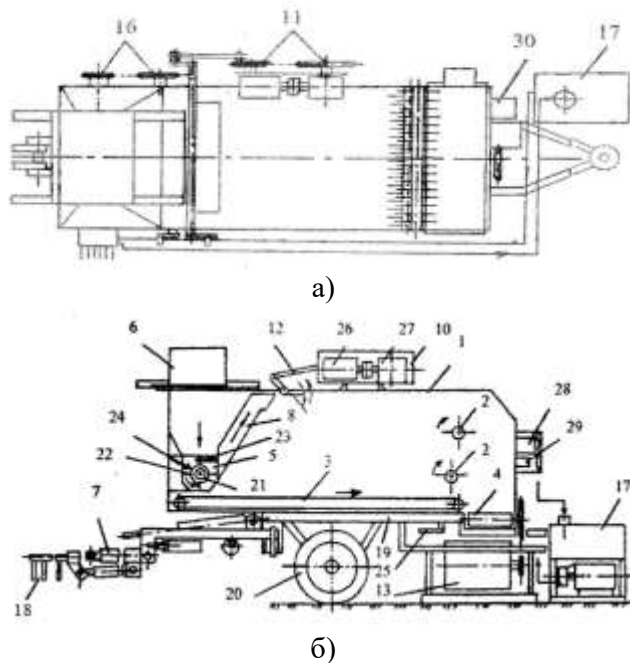
- определить физико-механические свойства кормового сырья, подлежащего обработке, переработке и раздаче;
- провести изыскание рациональных схем компоновок технических средств обеспечивающий эффективное выполнение необходимых операций в соответствии с зоотехническими требованиями;
- выявить влияние технологических и конструктивно-режимных параметров малогабаритного многооперационного мобильного питателя-раздатчика кормов (ММ МПРК) на показатели его работы и энергоемкость;
- исследовать влияние технологических и конструктивно-режимных параметров на качественные показатели работы и энергоемкость процессов, осуществляемых малогабаритным многооперационным стационарным пресс-гранулятором-брикетировщиком (ММ СПГБ) в режимах получения влажных и сушеных гранул и брикетов;
- выявить влияние технологических и конструктивно-режимных параметров на качественные показатели и энергоемкость процессов, реализуемых с помощью малогабаритного многофункционального стационарного дезинтегратора-экстрактора (ММ СДЭ) на приготовлении заменителя цельного молока (ЗЦМ) и кормовой белково-кальциевой добавки (КМКД);
- посредством известных методов обработать полученные экспериментальные данные и установить оптимальные значения параметров принятых на исследование процессов, которые реализуются предложенными техническими средствами.

3.1 Комплект оборудования и пилотные установки, разработанные для проведения опытов по изучению процессов приготовления, подачи и раздачи кормовых продуктов, адаптированных к условиям малых ферм

Экспериментальные исследования проводились с использованием частного технологического оборудования, с помощью которого реализовалась возможность варьирования принятыми на исследование факторами в требуемом диапазоне их значений.

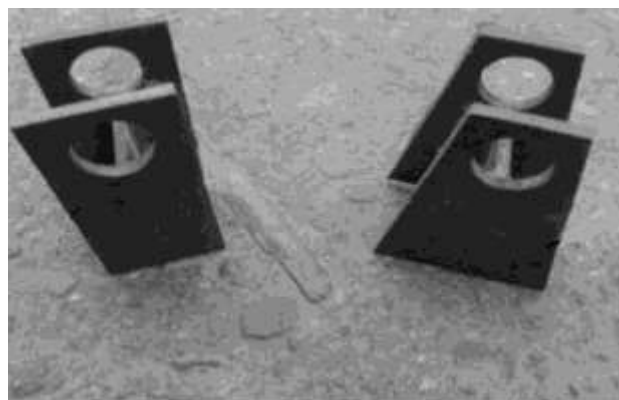
Экспериментальный комплекс по изучению процессов приготовления, подачи и раздачи кормов с помощью предложенных технических средств.

При изучении процессов, осуществляемых многофункциональным малогабаритным мобильным раздатчиком-питателем кормов была изготовлена специальная пилотная установка, схема и устройство которой приведены на рисунке 3.1.



- 1 – бункер; 2 – битера; 3 – подающий транспортёр; 4 – поперечный транспортер; 5 – корпус ИРУ;
 6 – мерный бункер; 7 – захват-манипулятор; 8 – распределитель; 9 – козырек; 10 – рама;
 11, 16 – приводные звездочки; 12 – кривошипно-шатунный механизм; 13 – электродвигатель;
 14 – гидроцилиндры; 15 – направляющие; 17 – масляный бак; 18 – захват; 19 – рама; 20 – шасси;
 21 – ротор; 22 – молотки; 23 – решетка; 24 – противорезы; 25 – рамка; 26 – редуктор;
 27 – электродвигатель; 28, 29, 30 – пускатели

Рисунок 3.1 – Схема пилотной установки по реализации и изучению процесса заполнения бункера: а) вид сверху; б) вид справа



а) б)
Рисунок 3.2 – Общий вид камеры ИРУ – а) и
Н-образных режущих молотков – б)

Комплект оборудования и пилотные установки для изучения процесса получения гранул и брикетов.

Общий вид оборудования для проведения эксперимента по осуществлению процесса получения гранул и брикетов представлен на рисунках 3.3 – 3.7.



Рисунок 3.3 – Общий вид экспериментального оборудования по изучению процесса получения гранулированных и брикетированных продуктов с различными типами сопла



а)



б)

Рисунок 3.4 – Общий вид реле времени, прибора для определения затрат энергии – (а) и экспериментального комплекса – (б)



Рисунок 3.5 – Общий вид экспериментального комплекса по изучению процесса получения морковно-зернового гранулята

Для регулирования режима работы волчка и сушилки применялось реле времени – таймер электронный АТМ-24.



Рисунок 3.6 – Общий вид экспериментального пресс-гранулятора



Рисунок 3.7 – Общий вид экспериментального пресс-брикетировщика

Для определения температуры использовался термометр ТБ-100-1 кл. 1.5.

Для замеров потребляемого тока использовался «Multimeter» модели DT-830 В.

Комплект оборудования и пилотные установки для изучения процесса переработки соево-корнеклубнеплодной сырьевой композиции.

Для исследования работы многофункционального устройства по переработке соево-корнеплодной сырьевой композиции, были изготовлены экспериментальные установки. Общий вид пилотных установок по изучению процессов приведен на рисунках 3.8 – 3.15.



1 – дезинтеграционно-экстракционное устройство для измельчения композиции и получения ЗЦМ (ДЭУ); 2 – дозатор; 3 – гранулятор жомового остатка

Рисунок 3.8 – Общий вид пилотной установки и комплекса для получения ЗЦМ и белково-кальциевой добавки



Рисунок 3.9 – Общий вид рабочего органа ДЭУ



Рисунок 3.10 – Общий вид надкамерного устройства ДЭУ



Рисунок 3.11 – Общий вид полученных проб продуктов в виде соево-тыквенной суспензии и нерастворимого (соево-тыквенного) остатка – жома

Пилотная установка, в составе разработанного комплекса обеспечивала возможность управления экспериментом.

Для определения показателей, связанных с затратами энергии на холостой

ход, а также процессы измельчения, экстракции и отделения соево-тыквенного жома применяли прибор К-505, при этом взвешивание проводилось на весах ВЛТК-500М.

Частота вращения рабочих органов контролировалась тахометром типа Т4-10-Р ГОСТ 14915-69, $n = 9000 \text{ мин}^{-1}$. Замеры расстояния между рабочим диском установки и поперечной перегородкой осуществлялись с помощью шаблона с учетом показаний индикатора с точностью до одной сотой миллиметра.



Рисунок 3.12 – Общий вид экспериментального комплекса и пилотных установок по изучению, исследованию и получению значений параметрических показателей процесса приготовления кормовых продуктов на основе соево-тыквенных и соево-морковных композиций



Рисунок 3.13 – Общий вид емкости для водонасыщения семян сои для последующего формирования на их основе композиций



Рисунок 3.14 – Общий вид пилотных установок по изучению, исследованию и реализации процесса получения ЗЦМ на основе соево-тыквенных (СТК) и соево-морковных (СМК) композиций



Рисунок 3.15 – Общий вид установки по изучению процесса инактивации антипитательных веществ, полученных из СТК и СМК

Применяемые приборы и оборудование, представлены на рисунке 3.16.

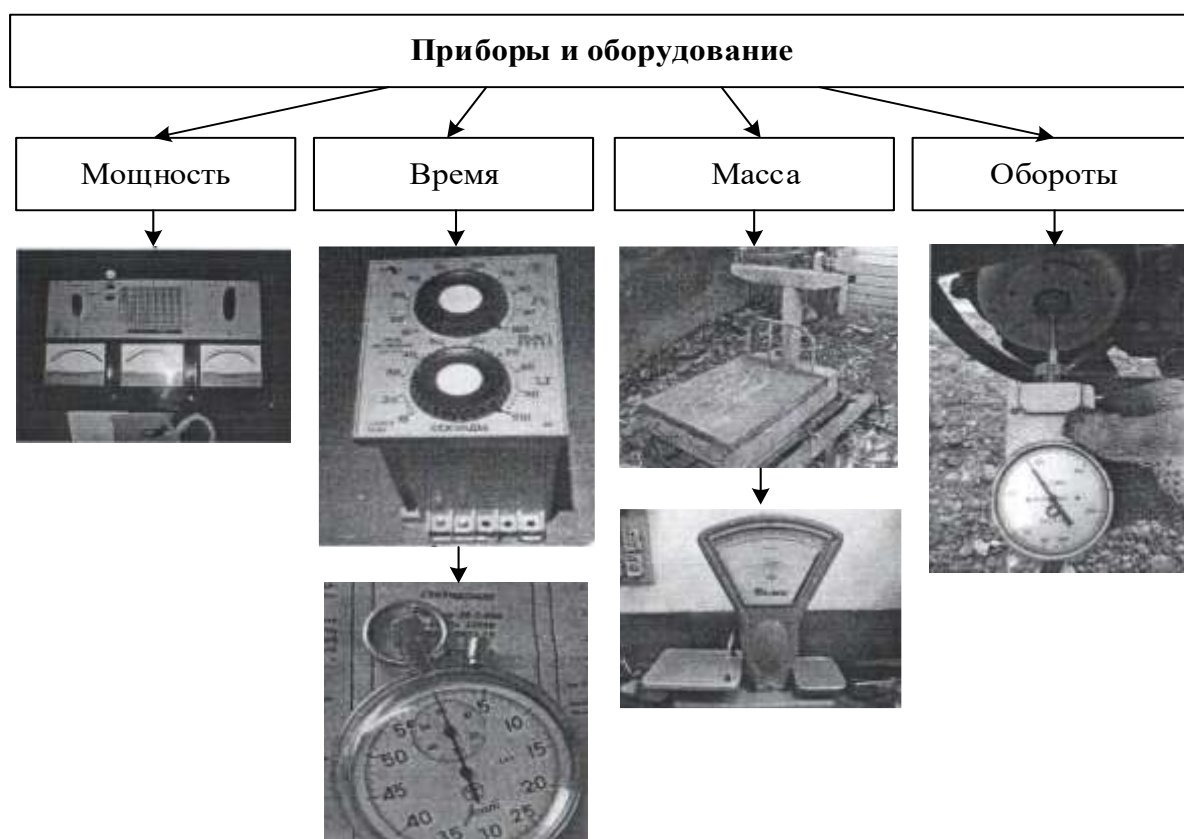


Рисунок 3.16 – Общий вид приборов

3.2 Методика проведения экспериментальных исследований по обоснованию режимов и параметров инновационных технологий и технических средств

Методика определения физико-механических показателей и реологических характеристик кормовых продуктов и исходного сырья, используемых в опытах.

В качестве исходного сырья были выбраны семена сои сорта «Соната» селекции ФНЦ ФГБНУ ВНИИ сои, морковь сорта «Нантская», соответствующая требованиям ГОСТ 1721-85 «Морковь столовая свежая заготавливаемая и поставляемая. Технические условия», тыква сорта «Стофунтовая», соответствующая требованиям ГОСТ 7975-2013 «Тыква продовольственная свежая. Технические условия», а также свекла сорта «Бордо», соответствующая требо-

ваниям ГОСТ 1722-85 «Свекла столовая свежая, заготавливаемая и поставляемая. Технические условия». Фрагменты приведены на рисунках 3.17 – 3.19.



Рисунок 3.17 – Фрагмент пробы водонасыщенных семян сои сорта «Соната», используемых в опытах по получению ЗЦМ и жома



Рисунок 3.18 – Общий вид пробы грубоизмельченного морковного компонента сорта «Нантская», используемого в опытах по изучению процесса и получению ЗЦМ и жома



Рисунок 3.19 – Общий вид пробы приготовленных тыквенно-зерновых и морковно-зерновых композиций

Предварительно замоченное в течении трех часов соевое зерно, в последующем совместно с тыквой (или морковью, или свеклой), предварительно измельченных до размера зерна сои, затем и совместно с водой подается на рабочую поверхность диска дезинтегратора-экстрактора. При взаимодействии зерна и частиц композиции с металлическими элементами рабочего органа происходит растирание сои и соответствующего вида корнеплода до пастообразного состояния.

Оценку качество дезинтеграции композиции, а, следовательно, и качества получаемой соево-морковной, соево-тыквенной и т.д. пульпы осуществляли путем определения концентрации питательных веществ. Для изучения выхода питательных веществ, с помощью литровой пурки ПХ-1 берем объемно-постоянную массу белково-витаминного экстракта (БВЭ) (200 мл) при неизменно объемной доле воды. Опытами определено, что оптимальным значением соотношения соевого зерна, корнеплодов и воды является соотношение 1:8.

Полученный БВЭ в результате работы измельчающе-экстракционного узла ДЭУ совместно с жидкой соево-корнеплодной пульпой пропускаем через многослойный марлевый фильтр для отделения жомового остатка от жидкой фракционной составляющей.

Отфильтрованный, через многослойный марлевый фильтр, жомовый остаток подвергаем сушке. Влажность – W , %, определяем путем высушивания, взвешиваем на весах ВЛТК-500-М с последующим расчетом по формуле:

$$W = [(X_1 - X_2) \cdot 100] \cdot [X_2 - X_B]^{-1}, \quad (3.1)$$

где X_1 , X_2 , X_B – соответственно масса пробы с бюксой до обезвоживания, после обезвоживания и масса бюксы, в граммах.

Эквивалентный размер зерна и частиц по их диаметральному параметру – $D_э$, через геометрический объем одной зерновки или частицы – V_3 [84].

$$D_э = 1,24 \cdot V_3^{\frac{1}{3}}, \quad (3.2)$$

Физико-механические показатели исходного сырья и готовых продуктов определялись по известным методикам [72-74].

Энергетическую оценку проводили в установившемся режиме по энергозатратам в целом для ММ СДЭ:

$$\mathcal{E}_{уд} = \frac{N_{р.х.} - N_{х.х.}}{Q_{ИЭУ}}, \quad (3.3)$$

где $\mathcal{E}_{уд}$ – удельный расход энергии (энергоемкость), Вт·с/кг; $N_{р.х.}$ – затраты энергии на рабочий ход привода, Вт; $N_{х.х.}$ – затраты энергии на холостой ход привода рабочих органов, Вт; Q – значение пропускной способности, кг/с.

Статистическую и математическую обработку, с последующим анализом данных, установленных в ходе исследований, проводим известными методами, изложенными в работах [5, 20, 21, 24, 25, 32, 68].

Методика изучения рабочих процессов заполнения и распределения кормов в бункере.

Исследование процессов заполнения и распределения кормов в бункере на лабораторном образце малогабаритного мобильного агрегата проводилось на стебельных кормах, наиболее распространенных в зоне Дальнего Востока: соломе овсяной, силосе кукурузном, а также в композициях соломы с тыквой, измельченной зеленой массой и др.

Средневзвешенная длина частиц – L_{cp} , как характеристика качества измельченного стебельного кормового сырья определялась в соответствии с известной зависимостью

$$L_{cp} = \left(\sum_0^N \cdot \frac{L_k + L_n}{2} \cdot M_i \right) \cdot M^{-1}, \quad (3.4)$$

где L_k , L_n – размерные границы фракций, мм; N – число фракций; M – масса всей навески; M_i – масса фракционной навески, г.

Объемная масса кормов определялась путем взвешивания порции корма в мерной емкости, объемом 1,0 м³.

Влажность определяли по формуле [73. 74]:

$$W_k = \frac{b - a}{b} \cdot 100\%, \quad (3.5)$$

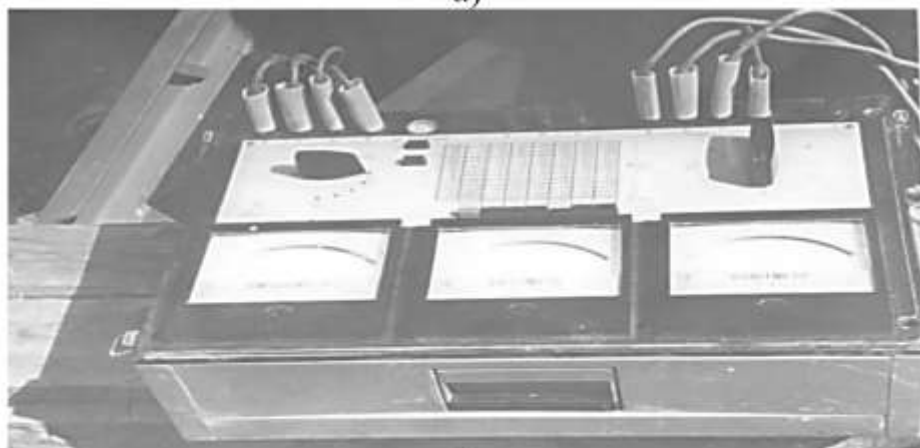
где b , a – масса исходной и высушенной навески корма.

Методика исследования рабочего процесса и параметров измельчающе-распределяющего устройства (ИРУ) предложенного многофункционального мобильного раздатчика-питателя кормов.

Привод ротора ИРУ в опытах проводился от электродвигателя, который включался в сеть посредством комбинированного прибора К-505 (рисунок 3.20). Данным прибором замерялась энергия, затрачиваемая на процессы измельчения и распределения в бункере многофункционального мобильного питателя-раздатчика [188].



а)



б)

а) реле времени; б) прибор К-505

Рисунок 3.20 – К методике определения энергии, затрачиваемой на привод ИРУ

Пропускная способность измельчителя-распределителя в каждом опыте определялась по формуле:

$$Q_i = \frac{3600 \cdot G_i}{t_i}, \quad (3.6)$$

где G_i - масса измельченной порции корма, кг; t_i – время измельчения порции корма, с.

Средняя часовая пропускная способность измельчителя при $n = 3$ -кратной повторности опыта:

$$Q_{cp} = \frac{\sum Q_i}{n} \quad (3.7)$$

Удельный расход энергии по процессам измельчения и распределения корма:

$$\mathcal{E}_N = \frac{N_{cp}}{Q_{cp}}, \text{ кВт.ч/кг} \quad (3.8)$$

где N_{cp} - средняя величина затрат энергии, замеренные при исследовании процесса:

$$N_{cp} = \frac{\sum N_i}{R}, \quad (3.9)$$

где N_i – текущее значение затрат энергии; R – количество замеров затрат энергии при n -кратной повторности.

Однородность гранулометрического состава определялась через средне-квадратичное отклонение σ_p [82, 83]:

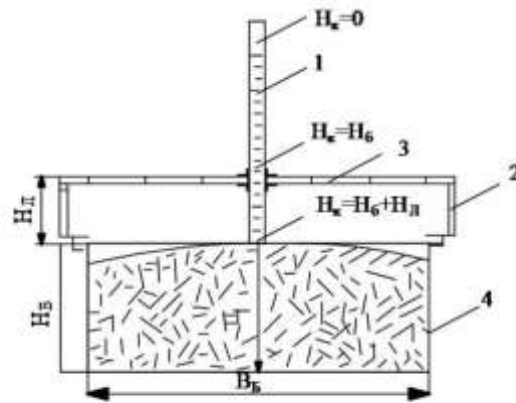
$$\sigma_p = \left[\frac{\sum (L_i - L_{cp})^2 \cdot m_i}{\sum m_i} \right]^{0,5}, \quad (3.10)$$

где L_i, L_{cp} – средняя длина частиц, мм; m_i – масса частиц во фракциях.

Коэффициент вариации:

$$\nu = \frac{\sigma_p}{L_{cp}} \cdot 100\%, \quad (3.11)$$

Методика определения неравномерности распределения корма в бункере ММ МРПК по его длине.



1 – мерный стержень; 2 – стойка; 3 – планка; 4 – бункер

Рисунок 3.22 – Схема к методике проведения замеров
в бункере ММ МРПК

Определение неравномерности распределения корма в бункере ММ МРПК по его длине.

В качестве факторов, оказывающих влияние на неравномерность распределения корма в бункере ММ МРПК, определена их следующая совокупность (рисунки 3.1 и 3.2, рисунки 1П-6П):

ψ_1 / ω – угловая скорость ротора ИРУ, с^{-1} ;

ψ_2 / Δ – выход рабочей части Н-образных молотков над решеткой, мм;

ψ_3 / n_k – интенсивность колебаний козырька, мин^{-1} .

Исходные данные, необходимые для проведения эксперимента, приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Уровни и диапазон варьирования факторами, принятыми при изучении, исследовании и определении оптимальных значений параметров рабочих процессов, осуществляемых с помощью измельчающе-распределяющего устройства ММ МРПК

Уровни факторов	Обозначения	$\omega, \text{с}^{-1} / \psi_1$	$\Delta, \text{мм} / \psi_2$	$n_k, \text{мин}^{-1} / \psi_3$
Центр эксперимента	0	190,00	20,00	49,00
Интервал варьирования	Е	20,00	10,00	25,00
Верхний уровень	+1	210,00	30,00	74,00
Нижний уровень	-1	170,00	10,00	24,00
Звездная точка +	+1,215	214,30	32,15	79,375
Звездная точка –	-1,215	165,70	7,85	18,625

Таблица 3.2 – Стандартная матрица ПФЭ ММ МРПК по изучению, исследованию и определению оптимальных значений параметров измельчающе-распределяющего устройства

Номер опыта	Угловая скорость ротора – $\omega, \text{с}^{-1}/(\psi_1)$	Выход рабочей части Н-образных молотков – $\Delta, \text{мм}/\psi_2$	Частота колебаний козырька – $n_k, \text{мин}^{-1}/\psi_3$	Энергоемкость $\dot{E}_N$ кВт·с/кг (ϕ_1)	Неравномерность распределения массы в бункере, $\delta_q(\phi_2)$
1	-1	-1	+1		
2	+1	-1	-1		
3	-1	+1	-1		
4	+1	+1	+1		
5	-1	-1	-1		
6	+1	-1	+1		
7	-1	+1	+1		
8	+1	+1	-1		
9	-1,215	0	0		
10	+1,215	0	0		
11	0	-1,215	0		
12	0	+1,215	0		
13	0	0	-1,215		
14	0	0	+1,215		
15	0	0	0		

Содержание данной частной методики приведено в работе автора [188].

Время – t , затрачиваемое на выгрузку корма с каждого из участков, определяли расчетом:

$$t = \frac{l_{yc}}{v_{п.т.}}, \quad (3.12)$$

где l_{yc} – размерный параметр участка, $l_{yc} = 0,29000$ м; $v_{п.т.} = 0,04000$ м/с – режущий параметр перемещения цепи подающего транспортера ММ МРПК.

Средняя масса корма на участке рассчитывалась по формуле:

$$M_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n}, \quad (3.13)$$

где M_i , n – масса корма и количество участков.

Среднеквадратическое отклонение рассчитывалось по формуле:

$$\sigma = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (M_{cp} - M_i)^2}{n - 1} \right]^{0,5} \quad (3.14)$$

Показатель неравномерности распределения высоты кормового монолита по его длине оценивалась через значение коэффициента вариации – δ_n , %.

$$\delta_n = \frac{\sigma}{M_{cp}} \cdot 100\% \quad (3.15)$$

Методика определения смешивающей способности ММ МРПК в процессе выгрузки кормовых компонентов.

Получение кормовой смеси в опытах, с помощью экспериментальной установки в виде ММ МРПК, проводилось путем предварительного формирования внутри бункера кормового монолита с послойно размещенными компонентами (измельченные солома и тыква) с последующим их перемешиванием при выгрузке из бункера ММ МРПК. Загрузка компонентов в ИРУ проводилась гидроманипулятором ИРУ ММ МРПК. ИРУ ММ МРПК измельчал и аэродинамическим способом распределял компоненты по длине и ширине бункера. Смешивание послойно расположенных компонентов обеспечивалось кормоотделителями, снабженными пальцами Δ -образной формы [188].

Число емкостей, заполненных кормовым сырьем, которые выгружались в зоне действия гидроманипулятора, рассчитывалось по формуле

$$Z_i = \frac{g_i}{g_{cpi}}, \quad (3.16)$$

где g_i - заданная масса i -го компонента; g_{cpi} - средняя масса i -го компонента смеси.

Подробное изложение содержания методики приведено в работе автора [188].

Для оценки качества смешивания использовалась методика, предложенная Г.М. Куктой и др. [72-74, 80, 86].

При отборе проб к принятой для смеси массе пробы проводили пересчет значения x_i :

$$x_{in} = x_i \cdot g_n / g_{phi}, \quad (3.17)$$

где x_i , x_{in} - фактическое и приведенное к g_n значение контрольного компонента в пробах, г; g_n , g_{phi} - массы проб, принятые для кормовой смеси и фактическая, г.

При использовании способа разделяющего признака – влажность и массу контрольного компонентов в пробах x_i (солома) определяли косвенно, по формулам профессора И.А. Уланова [162]:

$$x_i = \frac{w_2 \cdot g_{ni} - g_{Bi}}{w_2 - w_1}, \quad (3.18)$$

где w_2, w_1 – значения влажности соответственно влажного компонента (силоса, измельченной соломы), в долях единицы; g_{ni} – масса пробы смеси, г; g_{Bi} – масса воды в пробе, г.

Значения w_2, w_1 определяли до начала опытов, g_{Bi} – по результатам высушивания проб, отобранных на выходе. Погрешность E_{xi} определялась по формуле:

$$E_{xi} = \left(\frac{\Delta g_n + \Delta g_c}{g_n - g_c} + \frac{\Delta g_n}{g_n} \right), \quad (3.19)$$

где g_n, g_c – масса проб до и после высушивания, г; $\Delta g_n, \Delta g_c$ – абсолютные ошибки взвешивания проб, г (обычно $\pm 0,01$ г).

При известных – x_{in} и среднеквадратическом отклонении – σ и показатель однородности смеси θ_{cm} рассчитывали по формулам:

$$\sigma = \left[\frac{\sum (x_{in} - \overline{x_{in}})^2}{n-1} \right]^{0,5}, \quad (3.20)$$

$$\theta_{CM} = 100 - \frac{100}{\overline{x_{in}}} \sqrt{\frac{\sum (x_{in} - \overline{x_{in}})^2}{n-1}}, \quad (3.21)$$

где $\overline{x_{in}}$ – среднее значение содержания контрольного компонента в пробах, г; n – число проб.

$$\overline{x_{in}} = \frac{\sum x_{in}}{n}, \quad (3.22)$$

Значение θ_{cm} сравнивали с допустимым по зоотехническим требованиям, $[\theta_{cm}] \leq \pm 15 \%$.

Методика определения физико-механических показателей и свойств кормового сырья и компонентов.

Исследования по изучению указанных показателей и свойств проводились

с использованием корнеплодов – тыквы, моркови, свеклы, а также семян зерновых и зернобобовых культур: кукурузы, пшеницы, ячменя, овса и сои (рисунки 3.17-3.19, приложения – рисунки 8П – 14П) при $\varepsilon = 0,95$, с использованием методов, предложенных Т.В. Веденяпиным, Г.М. Куктой, С.В. Мельниковым и другими учеными [2, 20, 57, 72-74, 82, 83].

Влажность определяли с помощью сушильного шкафа модели СЭШ-3М и весов модели ВЛТК-500 с расчетом по формуле:

$$W = \frac{(M_1 - M_2) \cdot 100}{M_2 - M_B}, \quad (3.23)$$

где M_1, M_2, M_B – соответственно исходная масса пробы до сушки, после сушки и пустой бюксы, г.

Влажность пробы гранулированного продукта на основе композиции:

$$W_{CM} = \frac{(W_1\alpha_1 + W_2\alpha_2 + \dots + W_n\alpha_n)}{100}, \quad (3.24)$$

где W_{CM}, W_1, W_2, W_n – влажность смеси и компонентов, %; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_n$ – содержание компонентов в композиционной смеси, %.

Методика проведения опытов по изучению прочности гранул, получаемых с помощью инновационного пресс-гранулятора.

Прочность высушенных гранул – П, %, определяем на приборе по методике, изложенной в работе [84]:

$$П = \frac{M_{ПИ}}{M_{БР}} \cdot 100, \quad (3.25)$$

где $M_{ПИ}$ – масса гранул или брикетов после испытания, кг; $M_{БР}$ – масса гранул до испытания, кг.

За результат принималось арифметическое значение от трех повторностей [84].

Методика проведения опытов по изучению однородности гранулометрического состава, энергоемкости и подачи пресса.

Размеры корнеплодов и тыквы устанавливали на 50 – 75 корнях и плодах.

Однородность гранулометрического состава и средневзвешенную длину –

$l_{CP.B3}$ определяли на пробах, полученных и взятых при постоянном режиме работы пресса. Пробы брали по методике ВИСХОМ с определением величины средней пробы по формуле [70]:

$$a_n = \frac{l_{CP.B3} v_{\lambda}^{2.95}}{74.33}, \quad (3.26)$$

где v_{λ} – коэффициент вариации по оценке разброса размера частиц, %.

Пробы, измельченных плодов тыквы и корнеплодов разбирали вручную, предварительно промыв массу водой с одновременным встряхиванием [73, 74].

Пробы разбираем и устанавливаем среднюю длину частиц – l_{cp} :

$$l_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i l_{cpi}}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad (3.27)$$

где l_{cpi} , m_i – длина (мм) и масса (г) частиц во фракции.

Однородность состава измельченных частиц определяли по ОСТ 70.19.2-83, через среднеквадратичное отклонение σ размера частиц

$$\sigma_{\lambda} = \left[\frac{\sum (l_i \cdot l_{cp})^2 q_i}{\sum q_i} \right]^{0.5}, \quad (3.28)$$

где $l_i; l_{cp}$ – средние размеры частиц, мм; q_i – масса частиц.

Коэффициент вариации:

$$v_{\lambda} = \frac{\sigma_{\lambda}}{l_{cp}} \cdot 100 \% , \quad (3.29)$$

Значения подачи, осуществляемой инновационным прессом проводили путем определения его производительности с последующим взвешиванием кормового материала, выданного за промежуток времени, равный 10 секундам.

Среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma = \left[\frac{\sum m_i - m_{cp}}{n-1} \right]^{0.5}, \quad (3.30)$$

где m_i – масса одной пробы, г; m_{cp} – среднее значение массы из всех проб, г; n – число анализируемых проб.

$$m_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n} \quad (3.31)$$

С целью оценки отклонений данных опыта проводили расчет следующего показателя:

$$v_m = \frac{\delta}{m_{cp}} \cdot 100\% \quad (3.32)$$

В процессе установления удельных затрат энергии:

- фиксируем показания по затратам энергии, потребляемой рабочим органом в результате измельчения продукта и холостой ход, для чего используем прибор DT-830B;
- замеряем затраты энергии на холостой ход;
- при установившемся режиме работы пресса показания прибора DF-830B вносим в таблицу.

При определении затрат мощности при измельчении тыквы, моркови и зерна:

- отбираем навеску массой $\sigma = 50$ кг при включенном в работу волчке;
- подаем продукт в приемную горловину волчка, подключенного через таймер.

Удельные затраты энергии определяем по формуле

$$N_{y\partial} = \frac{N_{px} - N_{xx}}{Q}, \quad (3.33)$$

где Q – подача, кг/с; t – продолжительность, с; N_{px} ; N_{xx} – затраты энергии при рабочем и холостом ходе.

Секундная подача равна:

$$Q_i = G_i / t_i, \text{ кг/с}, \quad (3.34)$$

где G_i – масса анализируемой пробы, кг; t_i – время отбора пробы для анализа.

Частота вращения изменялась путем подбора передаточного отношения, а также использованием преобразователя ПЧSJ100-022HF фирмы Hitachi.

Продолжительность выполнения процесса замеряли посредством секун-

домера модели СОПР-6Т-2-000, а массу проб определяли с помощью весов модели ВЛТК-500.

Методика изучения показателя однородности смеси в получаемых корнеплодно-зерновых композициях.

Смесь считали двухкомпонентной, для чего вводили в приготавливаемую смесь так называемый контрольный компонент, второй считали условным. По степени распределения контрольного компонента, в виде цветных пластмассовых гранул в массе определяли качество смеси. Гранулы сушили и сортировали.

Выделенные группы считали и взвешивали с определением в них доли контрольного компонента.

Показатель степени однородности по методике А.А. Лапшина [84]

$$\theta_r = \frac{1}{n} \sum \frac{B_t}{B_0}, \quad (3.35)$$

где n – число проб; B_t , B_0 – соответственно доли меньшего компонента в пробе и в идеальной смеси.

Показатель степени однородности смеси также проверяли и по величине:

$$\theta_r = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (3.36)$$

где теоретическое СКО, равно:

$$\sigma_T = \left[\frac{\sum_{i=1}^m (X_i - P)^2}{m-1} \right]^{0,5}, \quad (3.37)$$

здесь X_i – содержание контрольного компонента в i -й пробе; P – заданное расчетом его содержание; S – эмпирическое (опытное) СКО, которое равно:

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^m (X_i - \bar{X})^2}{m-1} \right]^{0,5}, \quad (3.38)$$

где $\bar{X}$ – среднеарифметическое значение контрольного компонента во всех пробах; m – общее число проб.

Коэффициент вариации, характеризующий качество смеси:

$$\theta_c = \frac{S}{\bar{X}} 100, \quad (3.39)$$

Показатель степени усреднения влаги в полученных композициях определяли по методу профессора И.А. Уланова [162].

Методика проведения многофакторного эксперимента по изучению процессов и определению оптимальных параметров инновационного технического средства – ММ СПГБ

Опыты по изучению процесса дезинтеграции и гомогенизации корнеплодно-зерновых композиций осуществляли в соответствии со стандартной матрицей, приведенной в таблице 3.3.

ψ_1/ω_6 – угловая скорость винта инновационного технического средства, с^{-1} ;

ψ_2/d_0 – диаметр отверстия решетки инновационного технического средства, мм;

$\psi_3/R_{\text{ж}}$ – коэффициент «живого» сечения решетки инновационного технического средства.

Таблица 3.3 – Стандартная матрица эксперимента по изучению рабочего процесса инновационного технического средства – ММ СПГБ

Номер опыта	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ψ_3	$\psi_1^2 - (\psi_1^*)^2$	$\psi_2^2 - (\psi_2^*)^2$	$\psi_3^2 - (\psi_3^*)^2$	$\psi_1 \psi_2$	$\psi_1 \psi_3$	$\psi_2 \psi_3$	$\psi_1 \psi_2 \psi_3$
1	+1	-1	-1	+1	0,270	0,270	0,270	+1	-1	-1	+1
2	+1	+1	-1	-1	0,270	0,270	0,270	-1	-1	+1	+1
3	+1	-1	+1	-1	0,270	0,270	0,270	-1	+1	-1	+1
4	+1	+1	+1	+1	0,270	0,270	0,270	+1	+1	+1	+1
5	+1	-1	-1	-1	0,270	0,270	0,270	+1	+1	+1	-1
6	+1	+1	-1	+1	0,270	0,270	0,270	-1	+1	-1	-1
7	+1	-1	+1	+1	0,270	0,270	0,270	-1	-1	+1	-1
8	+1	+1	+1	-1	0,270	0,270	0,270	+1	-1	-1	-1
9	+1	-1,215	0	0	+0,745	-0,730	-0,730	0	0	0	0
10	+1	+1,215	0	0	+0,475	-0,730	-0,730	0	0	0	0
11	+1	0	-1,215	0	-0,730	+0,745	-0,730	0	0	0	0
12	+1	0	+1,215	0	-0,730	+0,745	-0,730	0	0	0	0
13	+1	0	0	-1,215	-0,730	-0,730	0,745	0	0	0	0
14	+1	0	0	+1,215	-0,730	-0,730	0,745	0	0	0	0
15	+1	0	0	0	-0,730	-0,730	0,730	0	0	0	0

Описание процесса проводилось математической моделью второго порядка:

$$\phi = Z_0 + \sum_{i=1}^k Z_i \psi_i + \sum_{i < j}^k Z_{ij} \psi_i \psi_j + \sum_{i=1}^k Z_{ii} \psi_i^2, \quad (3.40)$$

где Z_0, Z_i, Z_{ij} – коэффициенты модели, принятой за базовую.

Для проведения эксперимента использовали ортогональный план.

Натуральные значения переводили в кодовые переменные:

$$\psi_i = \frac{\psi_n - \psi_0}{E}, \quad (3.41)$$

где ψ_i, ψ_n – кодовые и натуральные значения переменных; ψ_0 – натуральное значение в центре эксперимента; E – натуральное значение диапазона варьирования.

Для определения значений величин звездных точек выбрано $K = \pm 1, 2, 15$.

Коэффициенты $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$ определяли по формуле:

$$Z_{cp} = \frac{\sum_{U=1}^N \psi_{iU} \phi_u}{\sum_{U=1}^N \psi_{iU} u^2}, \quad (3.42)$$

где i – номер конца матрицы.

Дисперсия коэффициентов определялась как:

$$S_{Z_{cp}}^2 = \frac{S_{\phi}^2}{\sum_{U=1}^N \psi_{iU}^1} \quad (3.43)$$

Проверку адекватности проводили по F-критерию Фишера:

$$F = \frac{S_{LF}^2}{S_y^2}, \quad (3.44)$$

где S_{LF}^2 и S_{ϕ}^2 – дисперсии неадекватности и ошибки, которые равны:

$$S_{LF}^2 = \frac{m \sum_{U=1}^N (\phi - \phi_0)^2}{N - (k + 1)}, \quad (3.45)$$

$$S_{\phi}^2 = \frac{\sum_{U=1}^N \sum_{i=1}^m (\phi_{iu} - \phi_0)^2}{N(m - 1)}, \quad (3.46)$$

где m – число повторностей; y_{iu} – значения критерия ϕ в 15 опытах.

Для использования уравнений их преобразовывали к именованным:

- для линейных членов:

$$Z_i \phi_i = \frac{Z_i}{E_i} \psi_i - \frac{Z_i}{E_i} \psi_{0i} \quad (3.47)$$

- для членов, содержащих взаимодействия:

$$Z_{ij} \psi_i \psi_j = \frac{Z_{ij}}{E_i E_j} (\psi_i \psi_j - \psi_i \psi_{0j} - \psi_j \psi_{0i} + \psi_{0j} \psi_{0i}) \quad (3.48)$$

- для квадратичных членов:

$$Z_{ii} \psi_i^2 = \frac{Z_{ii}}{E_i^2} (\psi_i^2 - 2\psi_i \psi_{0i} + \psi_{0i}^2) \quad (3.49)$$

Операции по измельчению тыквы и корнеплодов проводили по стандартной матрице (таблица 3.2):

— для основного плана:

$$\psi^2 - (\psi'')^2 = 1 - 0,73 = 0,27 \quad (3.50)$$

— для плана со звездными точками:

$$\psi^2 - (\psi'')^2 = 1,215 - 0,73 = 0,485$$

$$\psi^2 - (\psi'')^2 = 0 - 0,73 = -0,73$$

Преобразования проводили для определения свободного члена полинома. За основу была принята информация по методам планирования многофакторных экспериментов, которая приведена в работах авторов [1, 2, 85, 102].

Теоретическую и математическую обработку данных проводили посредством ПЭВМ по программам «Statistika-6», «KPS», «Apollo» и др.

По полученным теоретическим и экспериментальным данным определялась степень их сходимости [25].

Методика планирования многофакторного эксперимента по оптимизации и рационализации конструктивно-режимных и технологических параметров ИЭУ

Проведенным анализом установлено, что модели, характеризующие процессы измельчения, экстракции и разделения механических систем при приготовлении ЗЦМ являются функцией большого числа факторов, в связи с чем был проведен опрос специалистов с последующим априорным их ранжированием [41, 42].

Априорное ранжирование факторов по данным, полученным при проведении опроса специалистов, проводилось по общепринятой методике [85].

Коэффициент согласования мнений специалистов:

$$W = \frac{S}{1/12m^2 \cdot (K^3 - K) - m \cdot \sum_{i=1}^m T_i}, \quad (3.51)$$

где S – сумма квадратов отклонений, равная:

$$S = \sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=1}^m (\alpha_{ij} - L) \right)^2, \quad (3.52)$$

– m – число опрошенных специалистов; k – число факторов; α_{ij} – ранг i -го фактора у j -го специалиста; L – среднее значение сумм рангов по каждому фактору, которое равно:

$$L = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m \alpha_{ij}, \quad (3.53)$$

– T_i – величина, учитывающая наличие «связанных рангов»:

$$T_i = 1/12 \cdot \sum_{j=1}^m (t_j^3 - t_j), \quad (3.54)$$

где t_j – число одинаковых рангов в j -ом ранжировании.

Расчетное значение χ^2 – критерия Пирсона:

$$\chi^2 = \frac{S}{1/12m \cdot K(K+1) - \frac{1}{K-1} \cdot \sum_{i=1}^m T_i}, \quad (3.55)$$

при $\Delta y = \pm 3\sigma$. (3.56)

За критерии оптимизации приняты: λ , $K_{\text{пв}}$, %; Π , %; W , % и $N_{\text{э}}$, Вт·кг/с для поставленных на исследование процессов по соответствующим инновационным техническим средствам. Коэффициенты уравнений регрессии рассчитывали по известной методике с использованием ПЭВМ [102], ошибку опытов оценивали по параллельным опытам, а однородность ряда дисперсии проверяли по критерию Кохрена.

Для расчета коэффициентов в уравнении (3.40) использовали метод

наименьших квадратов [21].

Гипотезу об адекватности модели (3.40) проверяли с помощью критерия Фишера [21].

При $F_R > F_T$, принималась гипотеза о значимости коэффициента модели для степени измельчения – λ , б/р, концентрации питательных веществ – K , %, влажности – W , % и энергоемкости – $\mathcal{E}_N$, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}}$ по соответствующим процессам.

3.3 Результаты экспериментальных исследований по обоснованию параметров технических средств блочно-модульного исполнения

При функционировании кормоприготовительных и раздающих технических средств кормовое сырье подвергается различным воздействиям их рабочих органов, а также влиянию факторов окружающей среды (влажность, давление и т.д.), что приводит к изменению их физико-механических свойств и показателей в довольно широком диапазоне конечных величин [188].

Академиком В.П. Горячкиным [27] отмечалась необходимость предварительного получения данных по физико-механическим свойствам и показателям исходного сельскохозяйственного сырья и продуктов, а также установления связи такого изучения с задачами исследования конкретных процессов [27].

В таблице 3.4 приведены физико-механические показатели кормового сырья, использованного при проведении экспериментальных исследований.

Таблица 3.4 – Показатели по физико-механическим свойствам исходного сырья

Видовая принадлежность корма	Объемная масса (плотность) γ , кг/м ³	Влажность (влагосодержание) W , %	Величина среднего размера, мм	
			по длине	по ширине
Солома овсяная	41,0	15,3	139,0	–
Силос кукурузный	317,0	74,0	36,1	9,3

Размерные характеристики, а также физико-механические свойства и показатели исходного зернового и корнеклубнеплодного сырья приведены в таблицах 3.5 и 3.6 и приложении 1.

Таблица 3.5 – Значения размерных характеристик зернового сырья ($\bar{x} \pm m$; $p \leq 0,05$)

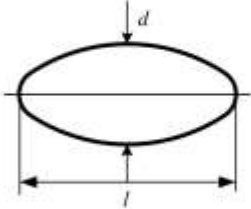
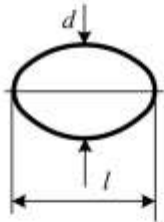
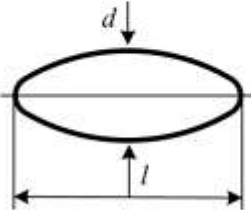
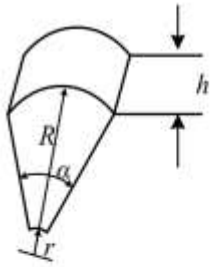
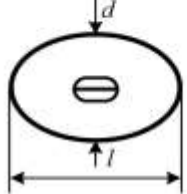
Культура (сортовая смесь)	Параметры семян					
	d , мм	l , мм	R , мм	r , мм	α , °	h , мм
Пшеница 	2,0 – 3,0	5,0 – 6,0	–	–	–	–
Ячмень шелушённый 	3,0 – 4,0	5,0 – 7,0	–	–	–	–
Овёс 	3,0 – 4,0	10,0 – 13,0	–	–	–	–
Кукуруза 	–	–	8,0 – 10,0	1,0 – 2,0	45,0 – 60,0	4,0 – 5,0
Соя 	5,0 – 7,0	5,0 – 11,0	–	–	–	–

Таблица 3.6 – Основные физико-химические показатели корнеплодов, использованных при проведении соответствующих экспериментальных исследований

Наименование показателей	Ед. изм.	Вид продукта		
		морковь	свекла кормовая	тыква
Диаметр (ширина)	мм	40-68	156-176	165-465
Длина	мм	140-190	146-196	145-440
Влажность	%	80-85	82-85	86
Плотность (объёмная масса)	кг/м ³	725	650	580
Модуль упругости первого рода	МПа	70-85	50-80	55-60
Предел прочности при сжатии	МПа	10-25	10-25	10-20
Относительное сжатие	%	70-85	60-85	60-65

Статистическим анализом данных, представленных в таблицах 3.5 и 3.6 установлено, что характеристики, свойства и показатели кормового сырья и продуктов изменяются в широких пределах их значений, что следует учитывать при проектировании и конструировании инновационных технологических процессов и новых технических средств, связанных с их обработкой и переработкой на кормовые нужды.

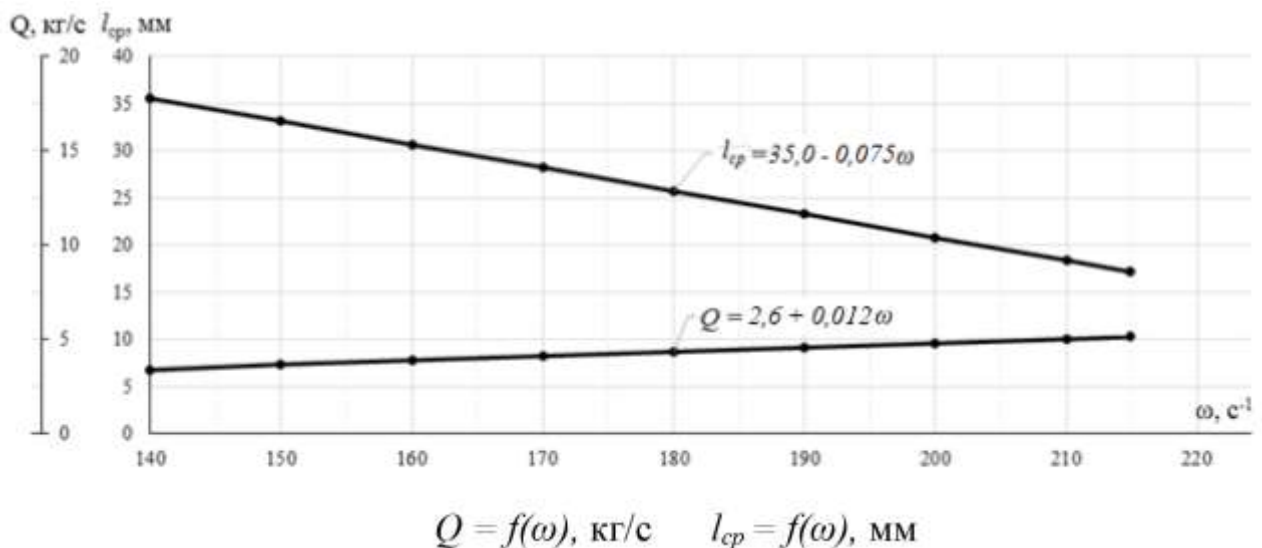
Исследование процессов измельчения, распределения, выдачи и смешивания кормов с обоснованием параметров мобильного малогабаритного многооперационного питателя-раздатчика кормов

Зоотехническими требованиями определено, что исходное кормовое сырье (солома, корнеклубнеплоды, силос и др.) должно быть доведено до заданных размеров, позволяющих его качественное смешивать, дозировать, а также обеспечивать минимальные затраты энергии, связанные с пережевыванием корма животным и свободным прохождением по пищеводу.

В этой связи в ММ МПРК установлен измельчителем-распределителем кормовых компонентов, который измельчает и равномерно распределяет их в бункере ММ МПРК. Первый этап исследований включал установление количественных и определение качественных показателей измельченных продуктов, в зависимости от параметров предложенного измельчителя-распределителя. Изучение процесса измельчения проводилось классическими методами исследования.

Из выделенной совокупности факторов, оказывающих существенное влияние на процесс работы ИРУ, приоритетное значение имеют угловая скорость ротора и вылет молотков над решеткой измельчителя. Изучение работы ИРУ осуществлялось при угловой скорости ротора 151,8000; 165,5000; 174,5000; 181,8000; 198,3000; 214,9000 с^{-1} и значениях вылета молотков 8,000; 16,000; 24,000; 32,000 мм (приложение 2).

На рисунках 3.23 и 3.24 приведены установленные зависимости средневзвешенной длины l_{cp} частиц измельченной соломы и секундной подачи Q , от значений угловой скорости ротора ИРУ – ω , при вылете молотков, равном $h_m = 24,000$ мм. Качество измельченной соломы, удовлетворяло зоотребованиям.

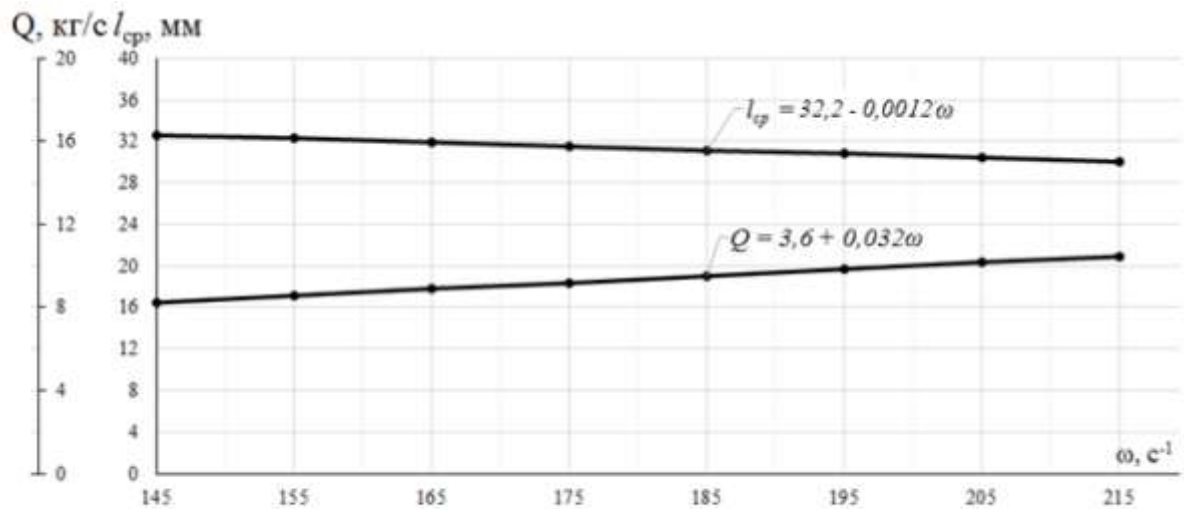


$Q = f(\omega), \text{кг/с}$ $l_{cp} = f(\omega), \text{мм}$
 l_{cp} – средневзвешенная длина частиц соломы, мм; Q – производительность, кг/с

Рисунок 3.23 – Функциональные зависимости l_{cp} и Q от угловой скорости ротора при измельчении овсяной соломы $W=15,3\%$

Анализ зависимости – $l_{cp}=f(\omega)$ (рисунок 3.23) показывает, что она в пределах значений угловой скорости ротора от 151,8000 до 214,9000 с^{-1} носит линейный характер. Увеличение значений угловой скорости приводит к уменьшению средневзвешенной длины частиц и при $\omega = 177,4000 \text{ с}^{-1}$ он находится на уровне 25,5000 мм, что удовлетворяет зоотребованиям. Однако, при данных значениях угловой скорости, масса частиц с размером $< 50,000$ мм составляла

60,8000 %, что меньше допустимого по зоотребованиям на 24,2000.



$$Q = f(\omega), \text{ кг/с} \quad l_{cp} = f(\omega), \text{ мм}$$

l_{cp} – средневзвешенная длина частиц кукурузного силоса, мм;

Q – производительность ИРУ, кг/с

Рисунок 3.24 – Функциональные зависимости l_{cp} и Q от параметра – ω при измельчении кукурузного силоса $W = 74 \%$

В то же время, при значении угловой скорости ротора $\omega = 198,3000 \text{ с}^{-1}$ по качественным показателям измельченная солома, отвечала зоотребованиям. Средневзвешенная длина частиц составила 29,3000 мм, а однородность гранулометрического состава была на уровне 90,1000%, что также отвечало зоотребованиям. Масса частиц размером $< 50,000 \text{ мм}$ находилась на уровне – 86,3000 %.

Масса частиц длиной в интервале от 20,000 до 50,000 мм находилась на уровне 37,1500 % от общей массы взятой пробы. Данный показатель оказался выше, чем у измельчителей грубых кормов типа ИГК-30Б и ИРТ-165 всех модификаций. Масса частиц в пределах 20...50 мм, у названных измельчителей составляет 28,6000 и 27,7000 %.

Степень сходимости результатов, рассчитанных по формуле (2.59) и экспериментальным данным (рисунок 3.23) при $Q_{ИРУ} = 5,0 \text{ кг/с}$ ($p = 0,9$ и

$\delta = \pm 10 \%$) составила $\Delta_{ИРУ} = \left(1 - \frac{5,0}{5,476}\right) = 1 - 0,913 = \pm 8,7\%$.

При увеличении угловой скорости (рисунок 3.24) ротора ИРУ $> 198,3000 \text{ с}^{-1}$ средневзвешенная длина частиц снижается и при $\omega = 214,9000 \text{ с}^{-1}$ находится на уровне 16,1000 мм, что не соответствует требованиям.

При остальных значениях вылетов молотков качественные показатели измельчения соломы были ниже, чем при $\omega = 198,3 \text{ с}^{-1}$ и $h_m = 24 \text{ мм}$. Степень измельчения соломы, при указанных значениях ω , h_m составила $\lambda = 4,74 \text{ ед}$.

Представляет определённый интерес, как будет влиять угловая скорость ротора на величину производительности. С этой целью были проведены аналогичные экспериментальные исследования с овсяной соломой; силосом и тыквой. Результаты исследований приведены на рисунках 3.25, 3.26.

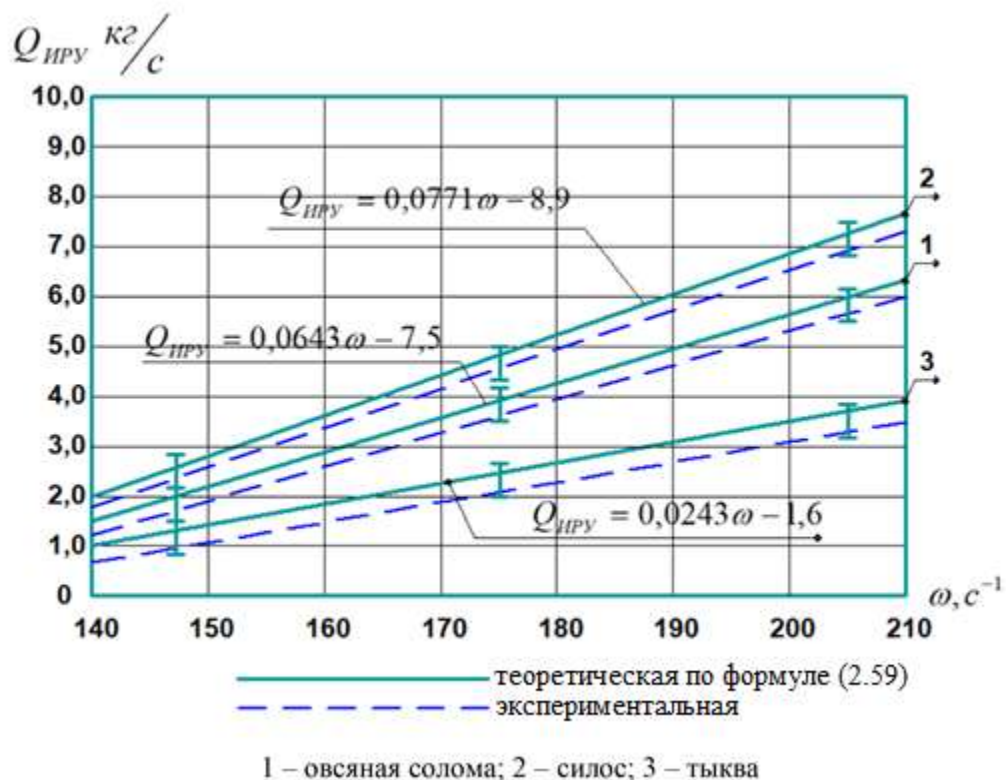


Рисунок 3.25 – Зависимости производительности ИРУ от угловой скорости ротора

Как показали проведенные исследования (рисунок 3.25) с увеличением угловой скорости ротора в диапазоне с 150 с^{-1} до 210 с^{-1} возросла и производи-

тельность для всех исследуемых видов корма: овсяная солома с 2,18 кг/с до 6,2 кг/с, силос с 2,9 кг/с до 7,7 кг/с и тыква с 1,5 кг/с до 4 кг/с.

При этом, степень сходимости результатов по формуле (2.59) и $Q_{ИРУ} = 4,0$ кг/с составила $\Delta_{ИРУ} = \left(1 - \frac{4,0}{4,419}\right) = 1 - 0,905 = \pm 9,5\%$.

С целью определения влияния угловой скорости ротора на степень изменения были проведены экспериментальные исследования. Результаты представлены на рисунке 3.26.

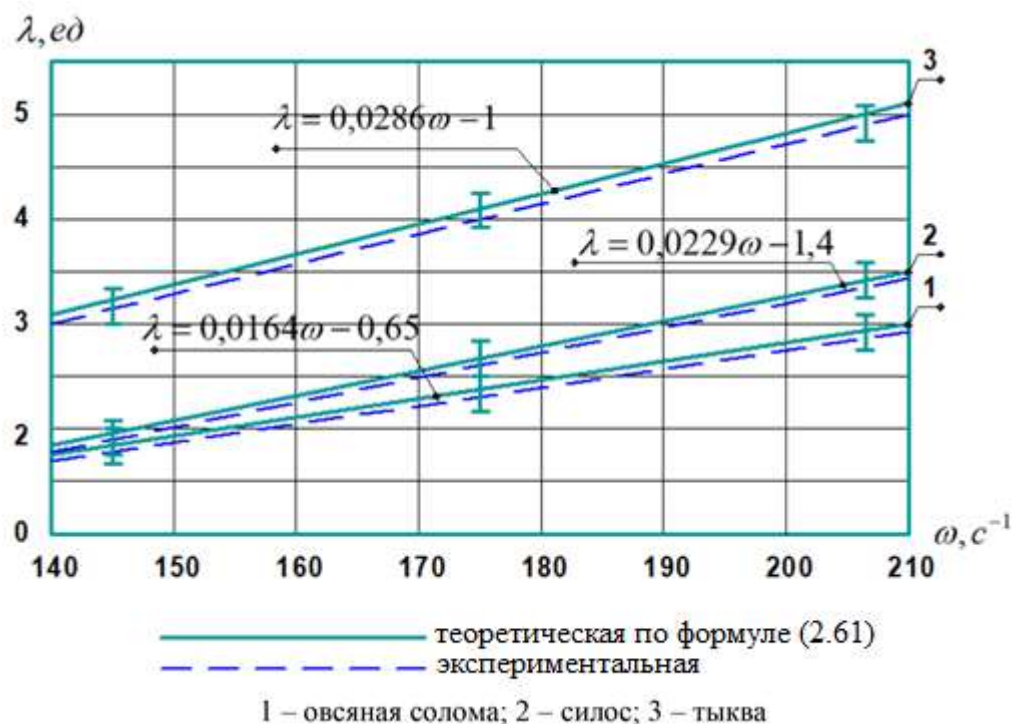


Рисунок 3.26 – Зависимости степени измельчения – λ от угловой скорости ротора ИРУ – ω

Как показали проведённые исследования (рисунок 3.26), с увеличением угловой скорости ротора степень измельчения повышается. Так, при повышении угловой скорости ротора в диапазоне с $150 с^{-1}$ до $210 с^{-1}$ степень измельчения увеличилась: для овсяной соломы с 1,5 до 3, силоса с 1,8 до 3,5 и тыквы с 3,0 до 5,2.

Анализ полученных данных (рисунки 3.25 и 3.26) показывает, что результаты по выполненным теоретическим и экспериментальным исследованиям не

выходят за пределы доверительного интервала $p = 0,9$, что подтверждает их достоверность.

Степень сходимости результатов по формуле (2.61) и эксперименту при $\omega = 210 \text{ с}^{-1}$ и $\lambda = 4,0$ ед. составляет $\Delta_\lambda = \left(1 - \frac{4,0}{4,40}\right) = 1 - 0,908 = \pm 9,2\%$.

При работе ИРУ на однокомпонентных кормах при заполнении бункера ММ МПРК на профиль продольных и поперечных сечений формируемого кормового монолита, существенно влияет угол установки поворотного козырька по отношению к основанию бункера ММ МПРК.

На рисунке 3.27 представлены профили кормового монолита по продольным сечениям бункера ММ МПРК.

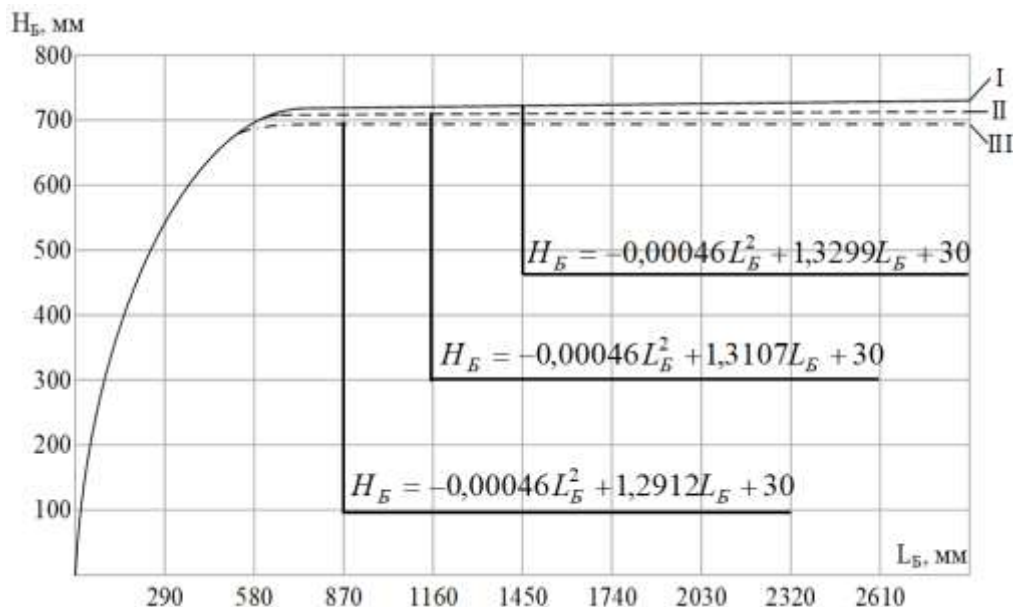
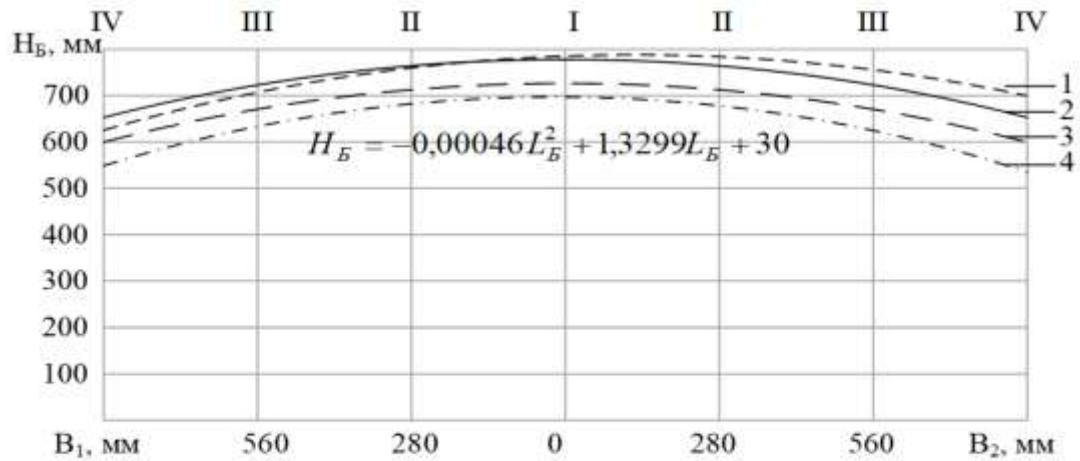


Рисунок 3.27 – Профильная конфигурация поперечных сечений сформированного монолита по длине бункера при работе в нем ИРУ на соломенном компоненте корма

Максимальная высота была в центральном сечении I (рисунок 3.28), которая вышла за пределы высоты бункера в 750 мм, однако она была минимальной у бортов бункера. Данная форма профилей позволила исключить потери корма [188].

Характер кривых по всем поперечным сечениям (рисунок 3.28) аналогичен рассмотренным выше.



1 – у битеров; 2 – в центре бункера, отметка 1450 мм; 3 – у конца поворотной заслонки, отметка 870 мм; 4 – у конца выгрузного кормопровода, отметка 580 мм.

Рисунок 3.28 – Профили поперечного сечения кормового монолита по характерным поперечным секущим плоскостям бункера (приложение 2)

Результаты исследований процесса заполнения бункера ММ МРПК блочно-модульного исполнения в режиме наклонного формирования слоев с помощью ИРУ.

Для инновационного режима заполнения бункера ММ МРПК в качестве значимых факторов определены следующие:

- ψ_1/ω , с^{-1} – угловая скорость ротора с шарнирно-подвешенными Н-образными молотками;
- ψ_2/h_m , мм – вылет Н-образным шарнирно-подвешенных молотков ротора над плоскостью решетки;
- ψ_3/z , шт. – количество молотков, проходящих по одному следу.

В качестве оценочных показателей изучаемого процесса приняты следующие критерии:

ϕ_1/δ'_3 , % – неравномерность заполнения бункера по ММ МРПК его длине, учитывающей колебания высоты и плотности продукта;

ϕ_2/λ' , % – степень измельчения сырьевого компонента после его прохождения через ИРУ;

ϕ_3/N'_3 , $\frac{\text{кВт} \cdot \text{с}}{\text{кг}}$ – энергоемкость процесса измельчения с помощью ИРУ.

В общем виде искомые зависимости представлены как: $\phi_{1-3} = f(\omega; h_m; z) \rightarrow \text{opt}$.

Поисковыми опытами установлены значения уровней варьирования указанными факторами (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Значения факторов и уровней варьирования по изучению инновационного процесса заполнения бункера по схеме I

Градация уровней	Факторы		
	ψ_1 / ω	ψ_2 / h_m	ψ_3 / z
Верхний уровень (+)	250,0	30,0	4,0
Основной уровень (о)	200,0	20,0	3,0
Нижний уровень (-)	150,0	10,0	2,0
Интервал варьирования (Е)	50,0	10,0	1,0

Результаты по 15 опытам приведены в таблице 3.8, а статистической обработки в таблицах 3.9 – 3.11.

Таблица 3.8 – Стандартная матрица планирования эксперимента и результаты опытов по изучению процесса заполнения бункера по схеме I

Значение факторов в безразмерной системе координат			Значение факторов в натуральном масштабе			Значения выходного параметра		
ψ_1	ψ_2	ψ_3	ψ_1 / ω	ψ_2 / h_m	ψ_3 / z	ϕ_1 / δ'_1	ϕ_2 / λ'	ϕ_3 / N'_z
-1	-1	1	150,00	15,00	4,00	12,00	11,00	4,20
1	-1	-1	250,00	15,00	2,00	10,00	14,00	3,80
-1	1	-1	150,00	25,00	2,00	9,50	22,00	3,60
1	1	1	250,00	25,00	4,00	11,00	19,00	3,50
-1	-1	-1	150,00	15,00	2,00	9,00	18,00	4,00
1	-1	1	250,00	15,00	4,00	10,20	20,00	3,90
-1	1	1	150,00	25,00	4,00	11,50	17,00	3,60
1	1	-1	250,00	25,00	2,00	11,00	12,00	3,10
-1,215	0	0	139,25	20,00	3,00	10,20	19,00	3,00
1,215	0	0	262,55	20,00	3,00	8,00	22,00	2,60
0	-1,215	0	200,00	13,925	3,00	6,00	17,00	4,50
0	1,215	0	200,00	26,255	3,00	7,80	21,00	4,00
0	0	-1,215	200,00	20,00	1,749	5,20	27,00	2,70
0	0	1,215	200,00	20,00	4,251	4,80	25,00	3,10
0	0	0	200,00	20,00	3,00	4,20	30,00	2,50

Таблица 3.9 – Регрессионный анализ зависимости $\phi_{1-3} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий	Стандартное отклонение	R-корреляции	Коэффициент детерминации R^2	F-критерий	Значимость F-критерия (p)
$\phi_1 \rightarrow \text{opt}$	0,977	0,974	0,948	10,22	0,01
$\phi_2 \rightarrow \text{opt}$	1,746	0,980	0,960	13,50	0,005
$\phi_3 \rightarrow \text{opt}$	0,167	0,987	0,973	20,42	0,002

Таблица 3.10 – Результаты регрессионного анализа зависимости $\phi_{1-3} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий	μ_0	μ_1	μ_2	μ_3	μ_{12}	μ_{13}	μ_{23}	μ_{11}	μ_{22}	μ_{33}	Заключение об адекватности	
											F_R	F_T
ϕ_1	3,74	-0,26	0,34	0,42	0,23	-0,6	-	3,62	2,19	0,91	10,22	3,59
ϕ_2	28,43	1,14	-	-	1,13	3,13	0,38	-4,87	-5,88	-1,25	13,50	3,59
ϕ_3	2,73	-0,14	-0,25	-0,11	-	0,04	-	-	0,95	0,06	20,42	3,59

Математические модели в виде уравнений регрессии, характеризующие инновационный процесс заполнения бункера по схеме I:

– в кодированной форме:

$$\phi_1 = 3,740 - 0,260 \cdot \psi_1 + 0,340 \cdot \psi_2 + 0,420 \cdot \psi_3 + 0,230 \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 - 0,60 \cdot \psi_1 \cdot \psi_3 + 3,620 \cdot \psi_1^2 + 2,190 \cdot \psi_2^2 + 0,910 \cdot \psi_3^2 \rightarrow opt$$

$$\phi_2 = 28,430 + 1,140 \cdot \psi_2 - 1,130 \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 + 3,130 \cdot \psi_1 \cdot \psi_3 + 0,380 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 - 4,870 \cdot \psi_1^2 - 5,880 \cdot \psi_2^2 - 1,250 \cdot \psi_3^2 \rightarrow opt$$

$$\phi_3 = 2,730 - 0,140 \cdot \psi_1 - 0,250 \cdot \psi_2 - 0,110 \cdot \psi_3 + 0,040 \cdot \psi_1 \cdot \psi_3 + 0,950 \cdot \psi_2^2 + 0,060 \cdot \psi_3^2 \rightarrow opt$$

– в натуральной форме:

$$\delta'_3 = 71,390 - 0,560 \cdot \omega - 0,890 \cdot h_m - 2,330 \cdot z - 0,010 \cdot \omega \cdot z + 0,0010 \cdot \omega^2 + 0,020 \cdot h_m^2 - 0,910 \cdot z^2 \rightarrow opt$$

$$\lambda' = -59,760 + 0,660 \cdot \omega + 3,00 \cdot h_m - 5,880 \cdot z - 0,0030 \cdot \omega \cdot h_m + 0,060 \cdot \omega \cdot z - 0,0020 \cdot \omega^2 - 0,060 \cdot h_m^2 - 1,250 \cdot z^2 \rightarrow opt$$

$$N'_9 = 8,280 - 0,0040 \cdot \omega - 0,410 \cdot h_m - 0,440 \cdot z + 0,00080 \cdot \omega \cdot z + 0,010 \cdot h_m^2 + 0,060 \cdot z^2 \rightarrow opt$$

Адекватность данных моделей, с вероятностью $P=0,95$, при значениях коэффициентов $R_1=0,974$, $R_2=0,980$ и $R_3=0,987$ подтверждается установленным неравенством $F_R > F_T$ (таблица 3.10).

В таблице 3.11 приведены значения области экстремума факторов ψ_1 , ψ_2 и ψ_3 , при которых $\phi_{1-3} \rightarrow opt$.

Таблица 3.11 – Области экстремальных значений для зависимостей $\phi_{1-3} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3) \rightarrow \text{opt}$

Критерий	ψ_1 / ω	ψ_2 / h_m	ψ_3 / z	ϕ_{1-3}
$\phi_1 \rightarrow \text{opt (min)}$	0/201,0	0,05/20,00	0,50/3,00	4,20/4,20
$\phi_2 \rightarrow \text{opt (max)}$	0/200,0	0,07/20,00	0,10/4,00	29,00/30,00
$\phi_3 \rightarrow \text{opt (min)}$	1,5/199,0	0,13/21,00	0,76/3,00	2,50/2,60

Графическая интерпретация полученных зависимостей приведена в приложении 3.

Основные результаты исследований инновационного процесса заполнения бункера ММ МРПК блочно-модульного исполнения в режиме горизонтального формирования слоев с помощью гидроманипулятора и предложенного измельчающе-распределяющего устройства.

Для инновационного процесса заполнения бункера ММ МРПК эксперимент осуществлялся аналогично схеме I (при тех же факторах и критериях оценки) с установлением функциональных зависимостей следующего общего вида – $\phi_{4-6} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3) \rightarrow \text{opt}$.

В таблице 3.12 приведены данные по реализации эксперимента.

Таблица 3.12 – Числовые значения факторов и диапазоны их варьирования по инновационному процессу заполнения бункера ММ МРПК по схеме II

Уровни	Факторы		
	ψ_1 / ω	ψ_2 / h_m	ψ_3 / z
Верхний уровень (+)	250,0	25,0	4,0
Основной уровень (о)	200,0	20,0	3,0
Нижний уровень (-)	150,0	15,0	2,0
Интервал варьирования (Е)	50,0	5,0	1,0

Стандартная матрица проведения опытов, с результатами по 15 опытам, представлена таблицей 3.13.

Статистически обработанные данные приведены в таблицах 3.14 – 3.16.

Таблица 3.13 – Стандартная матрица и результаты проведенных опытов по изучению инновационного процесса заполнения бункера ТДА по схеме II

Значения факторов в безразмерной системе координат			Значения факторов в натуральном масштабе			Значение выходного параметра		
ψ_1	ψ_2	ψ_3	ψ_1 / ω	ψ_2 / h_m	ψ_3 / z	ϕ_4 / δ_s''	ϕ_5 / λ''	ϕ_6 / N_s''
-1	-1	1	150,00	15,00	4,00	18,00	20,80	4,70
1	-1	-1	250,00	15,00	2,00	17,50	16,70	3,90
-1	1	-1	150,00	25,00	2,00	16,00	17,30	4,10
1	1	1	250,00	25,00	4,00	14,50	20,00	3,10
-1	-1	-1	150,00	15,00	2,00	12,90	17,30	4,30
1	-1	1	250,00	15,00	4,00	17,00	22,00	4,50
-1	1	1	150,00	25,00	4,00	15,10	19,00	3,80
1	1	-1	250,00	25,00	2,00	13,50	19,50	2,90
-1,215	0	0	139,25	20,00	3,00	18,60	21,00	3,60
1,215	0	0	262,55	20,00	3,00	16,80	23,50	2,80
0	-1,215	0	200,00	13,925	3,00	15,00	22,50	3,10
0	1,215	0	200,00	26,255	3,00	14,00	19,50	2,90
0	0	-1,215	200,00	20,00	1,749	4,90	23,50	2,50
0	0	1,215	200,00	20,00	4,251	4,50	24,00	2,30
0	0	0	200,00	20,00	3,00	4,20	25,00	2,00

Таблица 3.14 – Данные по регрессионному анализу зависимости $\phi_{4-6} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий	Стандартное отклонение	R-корреляции	Коэффициент детерминации R^2	F-критерий	Значимость F-критерия (p)
$\phi_4 \rightarrow opt$	2,1670	0,9650	0,9310	7,480	0,020
$\phi_5 \rightarrow opt$	1,2230	0,9600	0,9220	6,250	0,030
$\phi_6 \rightarrow opt$	0,2690	0,9810	0,9630	14,280	0,0040

Таблица 3.15 – Данные по результатам регрессионного анализа зависимости $\phi_{4-6} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий оптимизации	μ_0	μ_1	μ_2	μ_3	μ_{12}	μ_{13}	μ_{23}	μ_{11}	μ_{22}	μ_{33}	Заключение об адекватности	
											F_R	F_T
$\phi_4 \rightarrow opt$	6,85	-0,22	-0,72	0,38	-0,84	-0,46	-0,56	6,53	4,54	-1,93	7,48	3,59
$\phi_5 \rightarrow opt$	25,39	0,65	-0,39	1,04	0,32	-	-0,82	-2,15	-2,99	-1,13	6,25	3,59
$\phi_6 \rightarrow opt$	1,88	-0,32	-0,35	-	-0,16	0,09	-0,14	0,89	0,77	0,35	14,28	3,59

На основе проведенной статистической и математической обработки полученных данных установлены математические модели в виде уравнений ре-

грессии, характеризующие инновационный процесс заполнения бункера по схеме II:

– в кодированной форме:

$$\phi_4 = 6,850 - 0,220 \cdot \psi_1 - 0,720 \cdot \psi_2 + 0,380 \cdot \psi_3 - 0,840 \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 - 0,460 \cdot \psi_1 \cdot \psi_3 - 0,560 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 + 6,530 \cdot \psi_1^2 + 4,540 \cdot \psi_2^2 - 1,930 \cdot \psi_3^2 \rightarrow opt$$

$$\phi_5 = 25,390 + 0,650 \cdot \psi_1 - 0,390 \cdot \psi_2 - 1,2040 \cdot \psi_3 + 0,320 \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 - 0,820 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 - 2,150 \cdot \psi_1^2 - 2,990 \cdot \psi_2^2 - 1,130 \cdot \psi_3^2 \rightarrow opt$$

$$\phi_6 = 1,880 - 0,320 \cdot \psi_1 - 0,350 \cdot \psi_2 - 0,160 \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 + 0,090 \cdot \psi_1 \cdot \psi_3 - 0,140 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 + 0,890 \cdot \psi_1^2 + 0,770 \cdot \psi_2^2 + 0,350 \cdot \psi_3^2 \rightarrow opt$$

– в раскодированной форме:

$$\delta_3'' = 142,18 - 0,95 \cdot \omega - 6,26 \cdot h_m + 16,06 \cdot z - 0,003 \cdot \omega \cdot h_m - 0,01 \cdot \omega \cdot z - 0,11 \cdot h_m \cdot z + 0,003 \cdot \omega^2 + 0,18 \cdot h_m^2 - 1,93 \cdot z^2 \rightarrow opt$$

$$\lambda'' = -74,95 + 0,33 \cdot \omega + 4,94 \cdot h_m + 10,84 \cdot z + 0,001 \cdot \omega \cdot h_m - 0,16 \cdot h_m \cdot z - 0,0009 \cdot \omega^2 + 0,12 \cdot h_m^2 - 1,13 \cdot z^2 \rightarrow opt$$

$$N_9'' = 31,00 - 0,140 \cdot \omega - 1,090 \cdot h_m - 1,870 \cdot z - 0,00070 \cdot \omega \cdot h_m + 0,0020 \cdot \omega \cdot z - 0,030 \cdot h_m \cdot z + 0,00040 \cdot \omega^2 + 0,030 \cdot h_m^2 + 0,350 \cdot z^2 \rightarrow opt$$

Адекватность моделей, с вероятностью $P=0,95$, при значениях $R_4=0,965$, $R_4=0,960$ и $R_5=0,981$ подтверждается неравенством $F_R > F_T$ (таблица 3.15).

Значения совокупности факторов ψ_1 , ψ_2 и ψ_3 , при которых ϕ_{4-6} стремится к оптимальному уровню представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Значения области экстремума для $\phi_{4-6} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3) \rightarrow opt$

Значение критерия оптимизации	ψ_1 / ω , с	ψ_2 / h_m , мм	ψ_3 / z , б/р	ϕ_{4-6}
$\phi_4 \rightarrow opt$	0,18/200,00	0,49/19,00	1,35/3,00	4,20/4,20
$\phi_5 \rightarrow opt$	0,58/201,00	0,15/21,00	0,75/3,00	25,00/25,00
$\phi_6 \rightarrow opt$	0,37/198,00	0,54/20,00	0,66/4,00	2,00/2,00

Графическая интерпретация полученных зависимостей приведена в приложении 4.

Обоснование параметров измельчителя-распределителя.

Во второй главе было доказано, что на величину энергоёмкости большое влияние оказывает величина производительности и её снижение может быть обеспечено путем увеличения производительности.

С целью проверки зависимости мощности – N_u и удельных затрат энергии N_3 от подачи ИРУ – $Q_{ИРУ}$ проведен эксперимент, результаты которого представлены на рисунке 3.29.

Проведенными исследованиями (рисунок 3.29а) установлено, что с увеличением подачи возрастают и затраты энергии на работу измельчителя-распределителя. Характер изменения мощности носит линейный характер для всех используемых видов корма (овсяная солома; силос и тыква). Сравнение величины затрат энергии при одинаковой подаче в 5 кг/с, показывает, что для тыквы она составляет – 24 кВт, для кукурузного силоса - 13,5 кВт и для овсяной соломы - 10 кВт.

Анализом данных по изменению энергоёмкости от подачи (рисунок 3.29б), показано, что с увеличением подачи энергоёмкость уменьшается для всех взятых видов кормов с 24 кВт·с/кг до 9 кВт·с/кг у соломы; 8 кВт·с/кг у тыквы и 7 кВт·с/кг у кукурузного силоса при снижении величины подачи до 9 кг/с.

Экспериментом также установлено (рисунок 3.29), что данные, полученные теоретическим и экспериментальным путем, не выходят за пределы доверительного интервала, что подтверждает их достоверность.

Выше были установлены факторы, влияющие на эффективность работы ИРУ. В этой связи, был также проведен эксперимент по установлению зависимостей – $\mathcal{E}_N = f(\omega; h; n_3) \rightarrow \min$ и $\delta_q = f(\omega; h; n_3) \rightarrow \min$. Значения этих факторов и диапазоны их варьирования приведены в таблице 3.17.

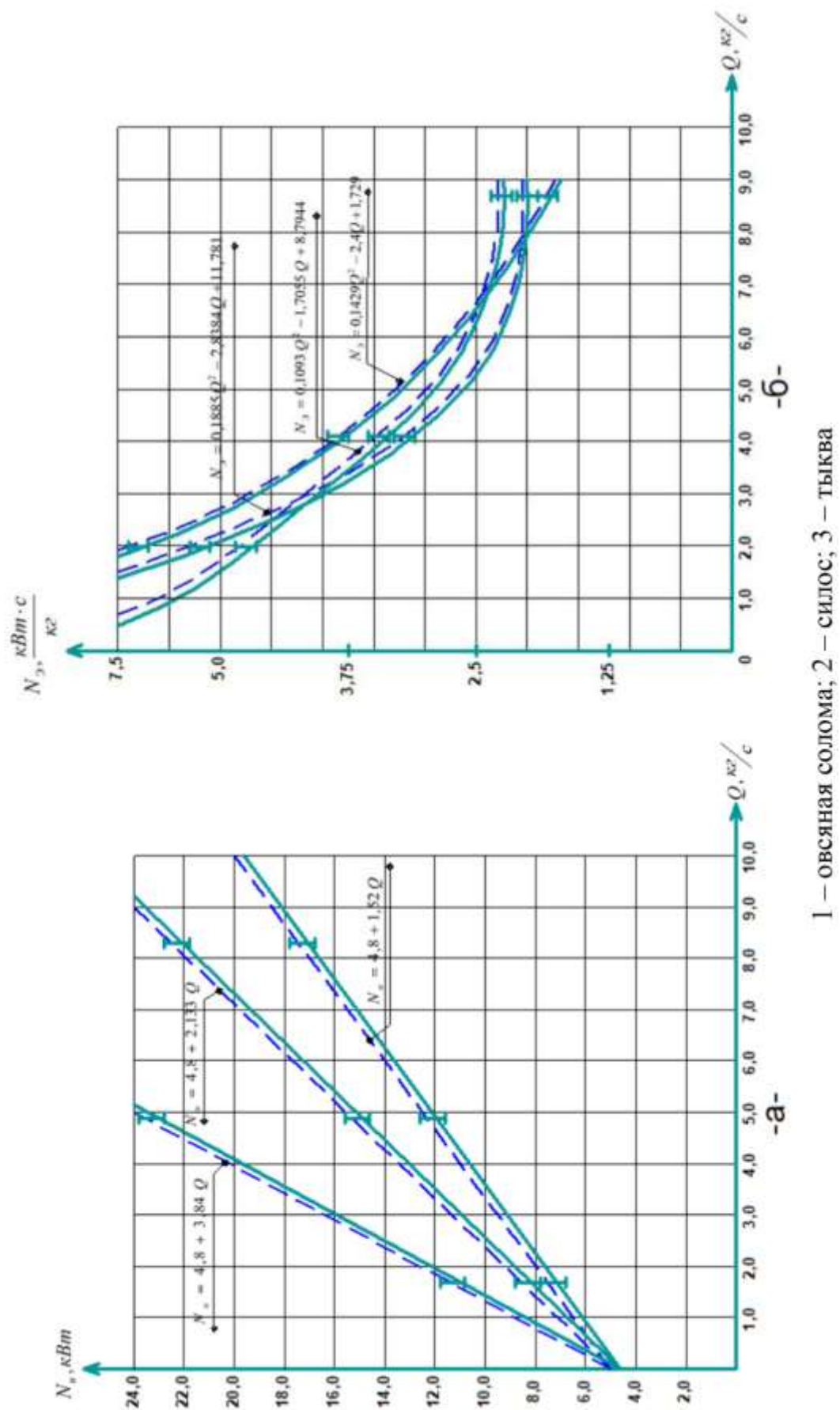


Рисунок 3.29 – Зависимости мощности (N_u) – а, и удельных затрат энергии (N_3) – б, от подачи ИРУ ($Q_{\text{ИРУ}}$) – формулы (2.65) и (2.68)

Таблица 3.17 – Значения факторов и уровней их варьирования для инновационного процесса работы ИРУ

Обозначения уровней варьирования факторами	Угловая скорость ротора, ω , с^{-1}	Вылет молотков, h , мм	Частота колебаний козырька, n_3 , мин^{-1}
	ψ_1	ψ_2	ψ_3
Интервал варьирования	20,0	10,0	25,0
Верхний уровень (+)	210,0	30,0	74,0
Основной уровень (0)	190,0	20,0	49,0
Нижний уровень (-)	170,0	10,0	24,0

$\phi_1 / \mathcal{E}_N$ – показатель энергоемкости (удельные затраты энергии), $\text{кВт} \cdot \text{с} / \text{кг}$;

ϕ_2 / δ_q – показатель неравномерности распределения массы ММ МРПК, %.

Таблицей 3.18 представлена стандартная матрица планирования эксперимента, в которой приведены результаты опытов.

Таблица 3.18 – Стандартная матрица для эксперимента по выявлению зависимости $\phi_{1-2} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3) \rightarrow \min$

Номер опыта	Критерии				
	ψ_1 / ω , с^{-1}	ψ_2 / h_m , мм	ψ_3 / n_k , мин^{-1}	$\phi_1 / N_{\mathcal{E}} \frac{\text{кВт} \cdot \text{с}}{\text{кг}}$	ϕ_2 / δ_q , %
1	-1	-1	+1	2,40	13,0
2	+1	-1	-1	3,00	9,0
3	-1	+1	-1	3,30	12,0
4	+1	+1	+1	3,80	4,5
5	-1	-1	-1	2,40	15,0
6	-1	-1	+1	3,50	4,0
7	-1	+1	+1	2,90	5,0
8	+1	+1	-1	3,60	8,0
9	-1,215	0	0	2,30	14,0
10	1,215	0	0	3,80	6,2
11	0	-1,215	0	2,40	4,0
12	0	1,215	0	3,30	5,0
13	0	0	-1,215	2,40	4,0
14	0	0	1,215	3,45	4,2
15	0	0	0	2,50	3,5

Результаты регрессионного анализа полученных данных и значения области экстремума приведены в таблицах 3.19 – 3.21.

Таблица 3.19 – Совокупность данных по регрессионному анализу зависимости $\phi_1 = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3) \rightarrow \min$

Шаг анализа		1	2	3	4	5	6
μ_1	Коэффициенты модели	0,4310	0,4310	0,4310	0,4310	0,4310	0,4310
μ_2		0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100	0,3100
μ_3		0,1440	0,1440	0,1440	0,1440	0,1440	-
μ_4		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	-
μ_{13}		0,1380	0,1380	0,1380	0,1380	-	-
μ_{14}		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
μ_{23}		-0,0880	-0,0880	-	-	-	-
μ_{24}		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
μ_{34}		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
μ_{11}		0,2320	0,2320	0,2320	0,2320	0,2320	0,2320
μ_{22}		0,0960	0,0960	0,0960	-	-	-
μ_{33}		0,1470	0,1470	0,1470	0,1470	0,1470	0,1470
Стандартное отклонение – σ		0,53510	0,56635	0,62760	0,66795	0,81920	1,0459
R – корреляция		0,93813	0,93439	0,92701	0,92212	0,90356	0,87499
F – критерий		3,66940	4,58580	5,34610	6,49200	6,67060	6,53290

Таблица 3.20 – Совокупность данных, полученных на основании регрессионного анализа зависимости $\phi_2 = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3) \rightarrow \min$

Шаг анализа		1	2	3	4	5	6
μ_1	Коэффициенты модели	-	-2,6460	-2,6460	-2,6460	-2,646	-2,646
μ_2		-0,9390	-0,9390	-0,9390	-0,9390	-0,9390	-
μ_3		-1,5760	-1,5760	-1,5760	-1,5760	-1,5760	-1,5760
μ_{12}		1,3130	1,3130	1,3130	1,3130	1,3130	1,3130
μ_{23}		-0,4380	-0,4380	-0,4380	-	-	-
μ_{24}		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
μ_{34}		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
μ_{11}		4,3520	4,3520	4,3520	4,3520	4,3520	4,3520
μ_{22}		0,5580	0,5580	0,5580	0,5580	-	-
μ_{33}		0,2870	0,2870				
Стандартное отклонение – σ		25,0830	25,1140	25,4720	27,0040	28,6310	38,0190
R – корреляция		0,94590	0,94583	0,94503	0,94163	0,93859	0,91675
F – критерий		4,24930	5,65780	7,30910	8,94040	11,1010	10,5330

По результатам опытов получены регрессионные уравнения:

– в кодированном виде:

$$\phi_1 = 2,730 + 0,430\psi_1 + 0,310\psi_2 + 0,140\psi_3 + 0,230\psi_1^2 + 0,150\psi_3^2 \rightarrow \min;$$

$$\phi_2 = 4,2500 - 2,6005\psi_1 - 0,9400\psi_2 - 1,5800\psi_3 + 1,3100\psi_1 \cdot \psi_2 + 4,3500\psi_1^2 \rightarrow \min$$

– в раскодированном виде:

$$\mathcal{E}_N = 19,230 - 0,1990\omega + 0,0310h - 0,0170n_3 + 5,810 \cdot 10^{-3}\omega^2 + 2,350 \cdot 10^{-3}n_3^2 \rightarrow \min$$

$$\delta_q = 452,07 - 4,40\omega - 1,34h - 0,06n_k + 6,56 \cdot 10^{-2} \omega h + 0,011\omega^2 \rightarrow \min$$

Таблица 3.21 – Совокупность данных по результатам регрессионного анализа функции $\phi_{1-2} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий	μ_0	μ_1	μ_2	μ_3	μ_{12}	μ_{11}	μ_{33}	Заключение об адекватности	
								F_R	F_T
ϕ_1	2,7270	0,4310	0,310	0,1440	-	0,2320	0,1470	11,4030	5,960
ϕ_2	4,2490	-2,6460	-0,9390	-1,5760	1,3130	4,3520	-	5,8700	4,770

Расчет на экстремум приведен в таблице 3.22, в таблице 3.23 – области компромисса, а в таблице 3.24 – совокупность данных по коэффициентам выборочной корреляции.

Таблица 3.22 – Совокупность значений области экстремума функции $\phi_{1-2} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3) \rightarrow \min$

Критерий оптимизации	ψ_1	ψ_2	ψ_3	ϕ_{1-2}
$\phi_1 - \text{minimum}$	-0,930	-1,210	-0,490	2,116
	-0,930	-1,210	-0,480	2,116
	-0,930	-1,210	-0,500	2,116
	-0,920	-1,210	-0,490	2,116
	-0,940	-1,210	-0,490	2,116
	-0,920	-1,210	-0,480	2,116
	-0,920	-1,210	-0,500	2,116
	-0,940	-1,210	-0,480	2,116
	-0,940	-1,210	-0,500	2,116
	-0,930	-1,210	-0,470	2,116
$\phi_2 - \text{minimum}$	0,120	1,210	1,210	1,142
	0,130	1,210	1,210	1,142
	0,110	1,210	1,210	1,142
	0,140	1,210	1,210	1,143
	0,100	1,210	1,210	1,144
	0,150	1,210	1,210	1,145
	0,090	1,210	1,210	1,146
	0,160	1,210	1,210	1,148
	0,080	1,210	1,210	1,149
	0,120	1,200	1,210	1,149

Таблица 3.23 – Совокупность данных по области компромиссных значений

Уступка, %	$\psi_1/\omega, \text{ c}^{-1}$	$\psi_2/h_m, \text{ мм}$	$\psi_3/p_k, \text{ мин}^{-1}$	$\phi_1/N_3, \frac{\text{кВт}\cdot\text{с}}{\text{кг}}$	$\phi_2/\delta_q, \%$
$\Delta \phi_1 = 17,42$	0,11	-1,21	0,48	12,494	2,518
$\Delta \phi_2 = 20,30$					

Таблица 3.24 – Совокупность данных по коэффициентам выборочной корреляции

Факторы и критерии	$\psi_1/\omega, \text{с}^{-1}$	$\psi_2/h_m, \text{мм}$	$\psi_3/n_3, \text{мин}^{-1}$	$\phi_1/N_3 \frac{\text{кВт}\cdot\text{с}}{\text{кг}}$	$\phi_2/\delta_q, \%$
ψ_1	1,0000	0,0000	0,0000	0,6755	-0,5673
ψ_2	0,0000	1,0000	0,0000	0,4854	-0,2013
ψ_3	0,0000	0,0000	1,0000	0,2254	-0,3378
ϕ_1	0,6755	0,4854	0,2254	1,0000	-0,3580
ϕ_2	-0,5673	-0,2013	-0,3378	-0,3580	1,0000

Рациональные значения факторов равны (приложение 5):

Угловая скорость ротора ИРУ, ω $\psi_3 = 192,20 \text{ с}^{-1}$

Вылет молотков над решеткой, h $\psi_2 = 7,90 \text{ мм}$

Частота колебаний заслонки, n_3 $\psi_3 = 60,0 \text{ мин}^{-1}$

Мощность $N_3 = 25,0 \text{ кВт}$

При указанных значениях параметров ИРУ значение показателя: $\delta_q = 4,20 \%$, что $< [5,0\%]$.

Поверхности откликов ϕ_1 , ϕ_2 , а также их сечения приведены в приложении 3.

Минимальные значения неравномерности выдачи, равны $\delta_p = 7,5 - 9 \%$. они получены при колебаниях козырька, равных $n_3 = 61 \text{ кол./мин}$. Опыты показали, что при заполнении бункера по схеме II (рисунок 3.30) неравномерность распределения корма, равную $4 - 5 \%$, можно получить при числе загруженных слоев от 125 до 150, что соответствует такому же числу колебаний заслонки. Однородность смеси и неравномерность выдачи корма при указанных значениях колебаний козырька, соответственно составляют $\delta_p = 8 - 10 \%$ и $\theta = 92 - 94 \%$ в зависимости от вида корма. выгрузка кормов в кормушку производилась при одной и той же скорости движения трактора и цепи продольного транспортера агрегата. Выгруженный на участки корм затем взвешивался. Неравномерность выдачи соломы, силоса и кормовой смеси соответственно была равна 8,81; 9,37; 9,68.

На рисунке 4.31 представлены зависимости неравномерности выдачи

корма δ_p ММ МРПК от числа колебаний поворотного козырька n_3 при формировании кормового монолита наклонными слоями (схема 1 - рисунок 3.31).

Как показали исследования (рисунок 3.31) наименьшая неравномерность выдачи корма обеспечивается колебаниями козырька при значении $n_3 = 50,0 \text{ мин}^{-1}$.

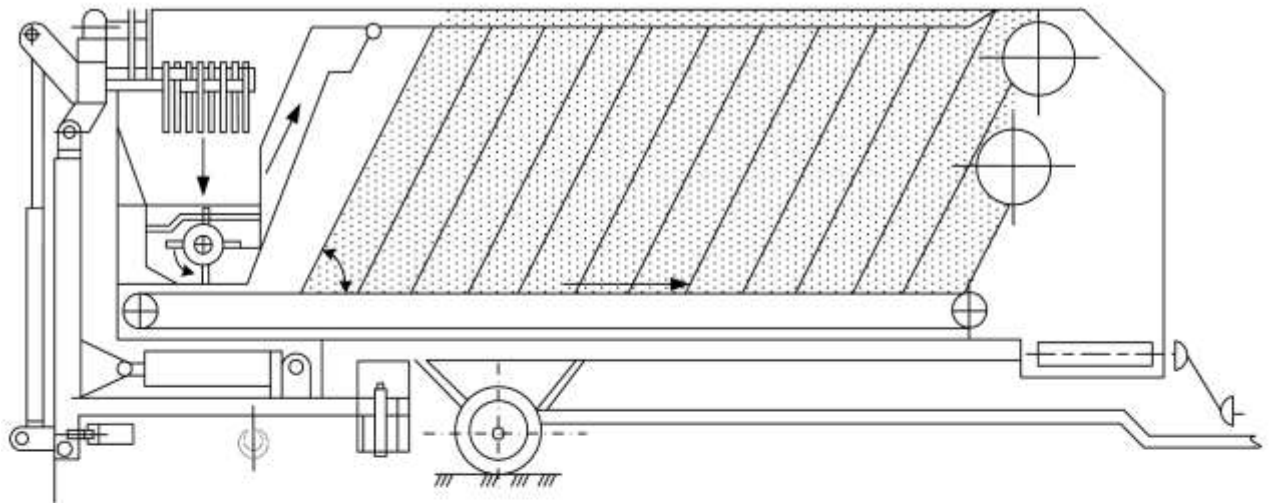


схема 1

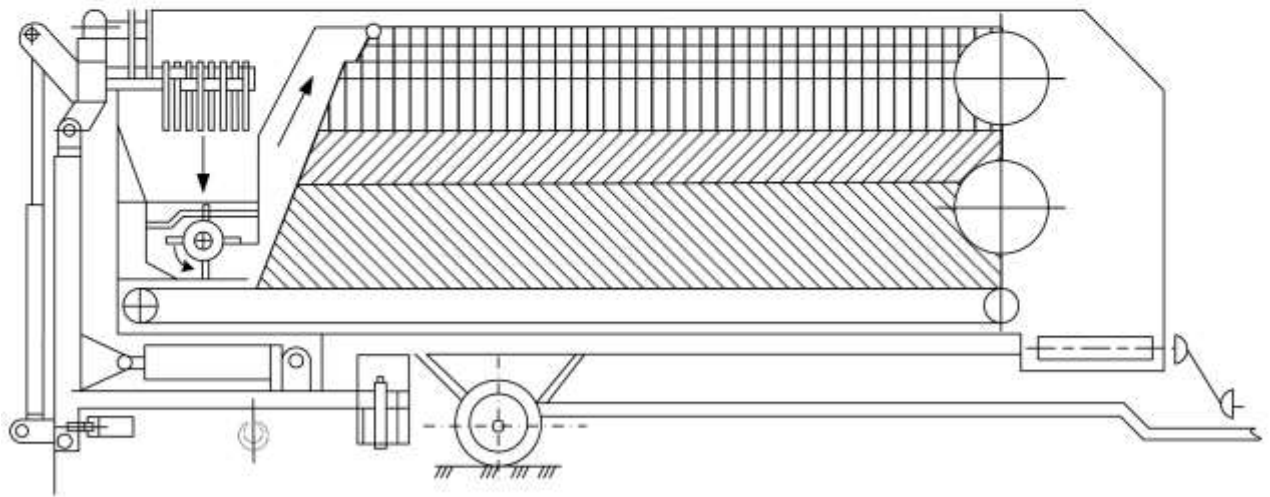


схема 2

схема 1 – наклонными слоями; схема 2 – горизонтальными слоями, при возвратно-поступательном режиме формирования слоев

Рисунок 3.30 – Схемы заполнения бункера ММ МРПК одним видом корма

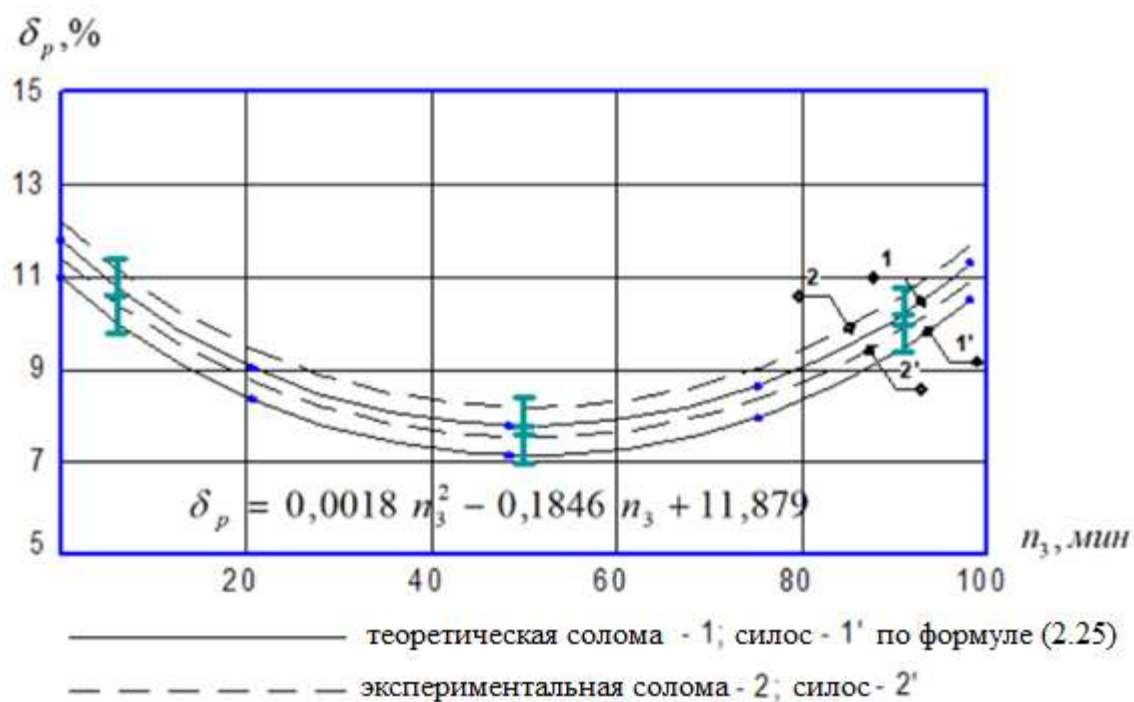
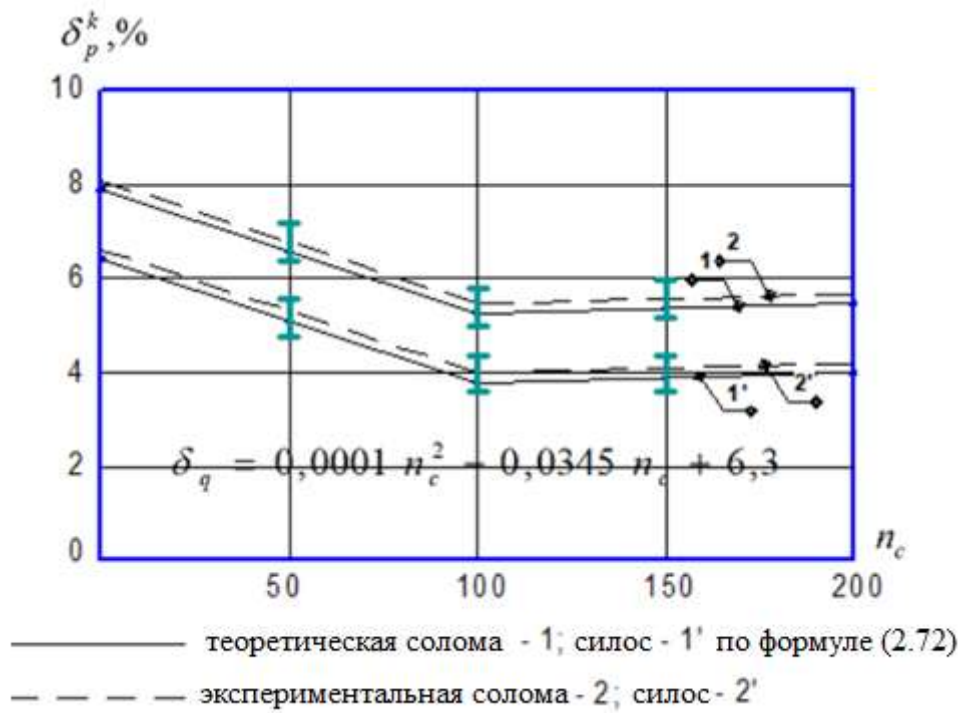


Рисунок 3.31 – Зависимости показателя неравномерности выдачи корма δ_p от значений частоты колебаний козырька n_3 (схема 1)

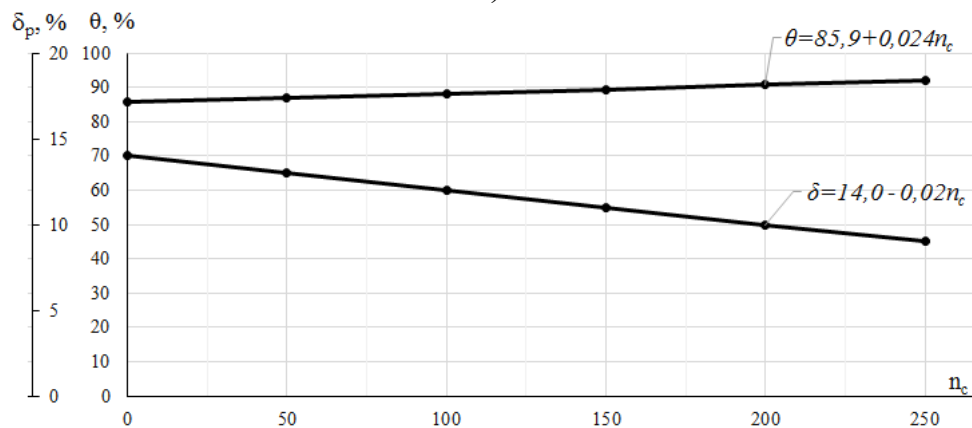
Статистические характеристики инновационного процесса выгрузки кормовых продуктов и кормовой смеси с помощью ММ МРПК (Q_v – производительность; σ – среднеквадратическое отклонение; D – дисперсия потока) представлены в таблице 3.25.

Таблица 3.25 – Статистические характеристики процесса дозированной выгрузки кормов с помощью ММ МРПК

Режим формирования	$Q_v, \text{кг/с}$	$\sigma, \text{кг/с}$	$D, \text{кг}^2/\text{с}^2$
Схема 1	9,2	0,8740	0,7630
Схема 2	9,2	0,9200	0,8460
	9,2	0,0846	0,0071



а)



б)

Рисунок 3.32 – Зависимости неравномерности распределения корма δ_p^k (а), однородности смеси θ и неравномерности выдачи δ_p (б) от количества слоев в бункере n_c (схема 2)

Результаты исследований по обоснованию параметров процесса получения прессованно-формованных продуктов с помощью ММ СПГБ

Результаты исследований по получению влажных ПФП.

С целью определения влияния производительности пресса на мощность, затрачиваемую на прессование и энергоёмкость, были проведены экспериментальные исследования, результаты которых приведены на рисунке 3.33.



Рисунок 3.33 – Зависимости мощности, затрачиваемой на прессование $N_{у\text{пл}}$ и энергоёмкости от производительности пресса $Q_{у\text{пл}}$.

Как видно из полученных результатов (рисунок 3.33) с повышением производительности пресса мощность, затрачиваемая на прессование, возрастает, но при этом снижается величина энергоёмкости. Необходимо отметить, что результаты по проведенным теоретическим и экспериментальным исследованиям не выходят за пределы доверительного интервала.

Для процесса получения ПФП в виде полых брикетов, определена следующая совокупность факторов:

- ψ_1/ω , с^{-1} – угловая скорость винта пресса;
- ψ_2/d_0 , мм – диаметр продольного канала в брикете;
- ψ_3/γ , ед. – соотношение компонентов (солома : тыква).

Критериями являются:

- ϕ_7/θ , % – показатель однородности;
- ϕ_8/ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$ – показатель плотности;

– $\phi_9/N_{ЭУ}$, Вт·ч/кг – показатель энергоёмкости.

Уравнения имеют следующий общий вид: $\phi_{7-9} = f(\omega_v; d_0; \gamma) \rightarrow \text{opt.}$

Результатами поисковых опытов установлены уровни для совокупности факторов процесса получения ПФП и их числовые значения (таблица 3.26).

Таблица 3.26 – Числовые значения принятой совокупности факторов и уровни их варьирования для процесса получения ПФП с помощью инновационного технического средства

Уровни	Факторы		
	$\psi_1 / \omega_v, \text{с}^{-1}$	$\psi_2 / d_0, \text{мм}$	$\psi_3 / \gamma, \text{ед.}$
Верхний уровень (+)	12,0	3,0	1,5
Основной уровень (о)	10,0	2,0	1,0
Нижний уровень (-)	8,0	1,0	0,5
Интервал варьирования (Е)	2,0	1,0	0,5

Результаты по проведенным 15 опытам приведены в стандартной матрице (таблица 3.27).

Таблица 3.27 – Стандартная матрица планирования эксперимента и результаты опытов по процессу получения ПФП с помощью инновационного технического средства

Факторы в безразмерной системе координат и их значения			Факторы в натуральном масштабе и их значения			Значения показателя оптимизации		
ψ_1	ψ_2	ψ_3	ψ_1 / ω_v	ψ_2 / d_0	ψ_3 / γ	$\phi_7 / \theta, \%$	$\phi_8 / \rho, \text{кг/м}^3$	$\phi_9 / N_{ЭУ}, \text{Вт·ч/кг}$
-1	-1	1	8,00	1,00	1,50	80,00	820,00	5,100
1	-1	-1	12,00	1,00	0,50	82,00	805,00	4,900
-1	1	-1	8,00	3,00	0,50	85,00	870,00	5,400
1	1	1	12,00	3,00	1,50	76,00	810,00	5,100
-1	-1	-1	8,00	1,00	0,50	70,00	840,00	5,000
1	-1	1	12,00	1,00	1,50	82,00	820,00	4,700
-1	1	1	8,00	3,00	1,50	75,00	830,00	5,300
1	1	-1	12,00	3,00	0,50	79,00	808,00	5,100
-1,215	0	0	7,570	2,00	1,00	88,00	890,00	4,900
1,215	0	0	12,5020	2,00	1,00	91,00	850,00	4,400
0	-1,215	0	10,00	0,785	1,00	82,00	820,00	4,200
0	1,215	0	10,00	3,251	1,00	77,00	795,00	5,300
0	0	-1,215	10,00	2,00	0,3745	94,00	950,00	4,100
0	0	1,215	10,00	2,00	1,6255	92,00	930,00	4,300
0	0	0	10,00	2,00	1,00	95,00	980,00	4,000

Обработка данных приведена в таблицах 3.28 – 3.30.

Таблица 3.28 – Данные по регрессионному анализу зависимостей $\phi_{7-9} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий оптимизации	Стандартное отклонение	R-корреляции	Коэффициент детерминации R^2	F-критерий	Значимость F-критерия (p)
$\phi_7 \rightarrow opt$	2,9820	0,9710	0,9430	9,2400	0,0100
$\phi_8 \rightarrow opt$	21,0270	0,9760	0,9530	11,1600	0,0080
$\phi_9 \rightarrow opt$	2,1660	0,9610	0,9240	6,7800	0,0200

Таблица 3.29 – Результаты регрессионного анализа зависимости $\phi_{7-9} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий	μ_0	μ_1	μ_2	μ_3	μ_{12}	μ_{13}	μ_{23}	μ_{11}	μ_{22}	μ_{33}	Заключение об адекватности	
											F_R	F_T
ϕ_7	95,75	1,19	-	-0,49	-2,37	-	-2,87	-4,27	-10,86	-1,9	9,24	3,590
ϕ_8	947,88	-14,67	-	-6,11	-5,87	9,62	-4,12	-43,63	-85,11	-	11,16	3,590
ϕ_9	39,82	-1,51	2,26	0,04	-	-0,25	-	4,41	5,09	1,41	6,78	3,590

Математические модели в виде уравнений регрессии, характеризующих инновационный процесс приготовления ПФП:

– в кодированной форме:

$$\phi_7 = 95,750 + 1,190 \cdot \psi_1 - 0,490 \cdot \psi_3 - 2,370 \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 - 2,870 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 - 4,270 \cdot \psi_1^2 - 10,860 \cdot \psi_2^2 - 1,90 \cdot \psi_3^2 \rightarrow opt (max);$$

$$\phi_8 = 947,88 - 14,67 \cdot \psi_1 - 6,11 \cdot \psi_3 - 5,87 \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 + 9,62 \cdot \psi_1 \cdot \psi_3 - 4,12 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 - 43,63 \cdot \psi_1^2 - 85,11 \cdot \psi_2^2 \rightarrow opt (max);$$

$$\phi_9 = 39,82 - 1,51 \cdot \psi_1 + 2,26 \cdot \psi_2 + 0,04 \cdot \psi_3 - 0,25 \cdot \psi_1 \cdot \psi_3 + 4,41 \cdot \psi_1^2 + 5,09 \cdot \psi_2^2 + 1,41 \cdot \psi_3^2 \rightarrow opt(min).$$

– в раскодированной форме:

$$\theta = -105,37 + 24,71 \cdot \omega_g + 60,72 \cdot d_0 + 29,47 \cdot \gamma - 1,19 \cdot \omega_g \cdot d_0 - 5,75 \cdot d_0 \cdot \gamma - 1,07 \cdot \omega_g^2 - 10,86 \cdot d_0^2 \rightarrow opt;$$

$$\rho = -371,06 + 207,09 \cdot \omega_g + 379,07 \cdot d_0 - 107,63 \cdot \gamma - 2,94 \cdot \omega_g \cdot d_0 + 9,62 \cdot \omega_g \cdot \gamma - 8,25 \cdot d_0 \cdot \gamma - 10,91 \cdot \omega_g^2 - 85,11 \cdot d_0^2 \rightarrow opt;$$

$$N_{\text{эв}} = 176,65 - 22,58 \cdot \omega_g - 18,1 \cdot d_0 - 8,71 \cdot \gamma - 0,25 \cdot \omega_g \cdot \gamma + 1,10 \cdot \omega_g^2 + 5,09 \cdot d_0^2 + 5,65 \cdot \gamma^2 \rightarrow opt.$$

Адекватность моделей при доверительной вероятности $P=0,95$ и $R_{10}=0,971$, $R_{11}=0,976$ и $R_{12}=0,961$ обусловлена наличием неравенства $F_R > F_T$ (таблица 3.29).

В таблице 3.30 и приложении 6 показаны значения области экстремума для факторов ψ_1 , ψ_2 и ψ_3 , при которых ϕ_{7-9} стремится к оптимуму.

Таблица 3.30 – Значения области экстремума для искомых зависимостей $\phi_{7-9} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий оптимизации	$\psi_1 / \omega_n, c^{-1}$	$\psi_2 / d_0, мм$	$\psi_3 / \gamma, ед.$	ϕ_{7-9}
$\phi_7 \rightarrow opt$	0,32/10,00	0/2,00	0,48/1,00	95,00/95,00
$\phi_8 \rightarrow opt$	0,30/9,00	0/2,10	0,10/1,00	940,00/970,00
$\phi_9 \rightarrow opt$	0,14/10,00	0/2,10	0,46/1,00	4,000/4,000

Результаты эксперимента по получению сушеных прессованно-формованных продуктов с использованием камерной сушилки.

На следующем этапе исследований изучался процесс получения сушеных брикетов, в связи с чем были выделены следующие значимые факторы:

- ψ_1/t_c , мин – продолжительность сушки брикетов в камерной сушилке;
- ψ_2/T° , град – температура сушки брикетов в камерной сушилке;
- ψ_3/d_0 , мм – диаметр продольного канала полого брикета, получаемого с помощью предложенного узла.

За показатель оптимизации (отклика) принята прочность сушеных брикетов:

- ϕ_{10}/Π , % – прочность сушеных брикетов.

Искомое уравнение для данного процесса имеет следующий вид:
 $\phi_{10} = f(t_c; T; d_0) \rightarrow opt.$

Проведенными поисковыми опытами установлены уровни варьирования указанными факторами процесса сушки ПФП. которые приведены в таблице 3.31.

Данные по проведенной обработке приведены в таблицах 3.33 – 3.35.

Таблица 3.31 – Значения факторов и уровни варьирования для изучения и исследования процесса сушки ПФП

Уровни	Факторы		
	ψ_1/t_c , мин	ψ_2/T° , град	ψ_3/d_0 , мм
Верхний уровень (+)	40,0	90,0	3,0
Основной уровень (о)	35,0	80,0	2,0
Нижний уровень (-)	30,0	70,0	1,0
Интервал варьирования (E)	5,0	10,0	1,0

Таблица 3.32 – Стандартная матрица планирования эксперимента и результаты опытов по изучению процесса сушки ПФП с помощью камерной сушилки

Значение факторов в безразмерной системе координат			Факторы в натуральном масштабе и их значения			Параметр оптимизации
ψ_1	ψ_2	ψ_3	ψ_1/t_c , мин	ψ_2/T° , град	ψ_3/d_0 , мм	ϕ_{10}/Π , %
-1	-1	1	30,00	70,00	3,00	76,00
1	-1	-1	40,00	70,00	1,00	77,00
-1	1	-1	30,00	90,00	1,00	84,00
1	1	1	40,00	90,00	3,00	79,00
-1	-1	-1	30,00	70,00	1,00	72,00
1	-1	1	40,00	70,00	3,00	78,00
-1	1	1	30,00	90,00	3,00	76,00
1	1	-1	40,00	90,00	1,00	78,00
-1,215	0	0	28,925	80,00	2,00	84,00
+1,215	0	0	41,255	80,00	2,00	81,00
0	-1,215	0	35,00	67,85	2,00	77,00
0	+1,215	0	35,00	92,51	2,00	86,00
0	0	-1,215	35,00	80,00	0,749	90,00
0	0	+1,215	35,00	80,00	3,251	91,00
0	0	0	35,00	80,00	2,00	95,00

Таблица 3.33 – Данные по регрессионному анализу зависимости $\phi_{10} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий оптимизации	Стандартное отклонение	R-корреляции	Коэффициент детерминации R^2	F-критерий	Значимость F-критерия (p)
$\phi_{10} \rightarrow \text{opt (max)}$	2,7510	0,9680	0,9370	8,250	0,010

Таблица 3.34 – Данные по результатам регрессионного анализа $\phi_{10} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий	μ_0	μ_1	μ_2	μ_3	μ_{12}	μ_{13}	μ_{23}	μ_{11}	μ_{22}	μ_{33}	Заключение об адекватности	
											F_R	F_T
ϕ_{10}	93,56	0,09	2,35	-0,07	-1,25	0,75	-1,5	-6,98	-7,6	-1,66	8,25	3,59

Посредством статистической и математической обработки данных получены математические модели в виде уравнений регрессии, характеризующие прочность полученных ПФП:

– в кодированной форме:

$$\phi_{10} = 93,560 + 0,090 \cdot \psi_1 + 2,350 \cdot \psi_2 - 0,070 \cdot \psi_3 - 1,250 \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 + \\ + 0,750 \cdot \psi_1 \cdot \psi_3 - 1,50 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 - 6,980 \cdot \psi_1^2 - 7,60 \cdot \psi_2^2 - 1,660 \cdot \psi_3^2 \rightarrow \text{opt};$$

– в раскодированной форме:

$$\Pi = -844,790 + 21,270 \cdot t_c + 13,580 \cdot T + 13,310 \cdot d_0 - 0,020 \cdot t_c \cdot T + \\ + 0,150 \cdot t_c \cdot d_0 - 0,150 \cdot T \cdot d_0 - 0,280 \cdot t_c^2 - 0,080 \cdot T^2 - 1,660 \cdot d_0^2 \rightarrow \text{opt}$$

Адекватность моделей, с вероятностью $P=0,95$, при значении коэффициента $R_{10}=0,968$, обусловлена $F_R > F_T$ (таблица 3.34).

В таблице 3.35 приведены данные, характеризующие области экстремума для факторов ψ_1 , ψ_2 и ψ_3 , при которых $\phi_{10} \rightarrow \text{opt}$, а их графическая интерпретация – в приложении 7.

Таблица 3.35 – Числовые значения области экстремума

Критерий	ψ_1/t_c , мин	ψ_2/T° , град.	ψ_3/d_0 , мм	ϕ_{10}/Π , %
$\phi_{10} \rightarrow \text{opt (max)}$	0,10/35,00	0,15/79,00	0/4,00	93,70/95,00

Сходимость результатов по формуле (2.29), при $[\delta] = \pm 15\%$, $n = 60$ слоев в бункере ММ МРПК и $\sigma^2 = 0,8740$ кг/с (таблица 3.25) составляет

$$\Delta_\omega = \left(1 - \frac{10,0}{11,09}\right) = 1 - 0,901 = \pm 9,9\%, \text{ а по формуле (2.101), при } W_n = 35,4 \%$$

$$\Delta_\Pi = \left(1 - \frac{95,0}{100,0}\right) = 1 - 0,950 = \pm 5\%.$$

Результаты экспериментальных исследований по обоснованию параметров процесса получения ЗЦМ с использованием соево-тыквенных композиционных смесей

Проведению эксперимента предшествовало выделение значимых факторов, влияющих на качество инновационных продуктов и энергоемкость

процесса:

– ψ_1/C , ед. – соотношение компонентов в соево-тыквенной композиции (семена сои : тыква);

– ψ_2/λ , ед. – степень измельчения тыквенного компонента;

– ψ_3/ω_d , с^{-1} – угловая скорость измельчающего диска.

Критерии оптимизации:

– ϕ_{11}/K , % – показатель выхода сухих веществ из соево-тыквенных композиций в экстрагент;

– ϕ_{12}/W , % – показатель влажности соево-тыквенного жома;

– $\phi_{13}/N_{\text{ЭЭ}}$, $\frac{\text{Вт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}}$ – показатель энергоемкости.

Искомое уравнение общего вида: $\phi_{11-13} = f(C; \lambda; \omega_d) \rightarrow \text{opt}$.

Проведенными поисковыми опытами установлены уровни варьирования указанными факторами и их значения.

В таблице 3.36 приведены значения факторов процесса и уровни их варьирования на этапе проведения физического эксперимента.

Таблица 3.36 – Значения факторов и уровни варьирования для процесса дезинтеграционно-экстракционного извлечения ПВ

Уровни градации факторов	Факторы и их значения		
	ψ_1 / C , б/р	ψ_2 / λ , ед.	ψ_3 / ω_d , с^{-1}
Верхний уровень (+)	1,50	60,00	250,00
Основной уровень (о)	1,00	45,00	200,00
Нижний уровень (-)	0,50	30,00	150,00
Интервал варьирования (Е)	0,50	15,00	50,00

Результаты по 15 проведенным опытам приведены в стандартной матрице (таблица 3.37).

Данные по проведенной обработке представлены в таблицах 3.38 – 3.40.

Таблица 3.37 – Стандартная матрица планирования эксперимента данные опытов по инновационному процессу извлечения ПВ

Значения факторов в безразмерной системе координат			Значения факторов в натуральном масштабе			Значение выходного параметра оптимизации		
ψ_1	ψ_2	ψ_3	ψ_1 / C	ψ_2 / λ	ψ_3 / ω_d	$\phi_{11} / K, \%$	$\phi_{12} / W, \%$	$\phi_{13} / N_{ЭЭ}, \text{Вт} \cdot \text{ч/кг}$
-1	-1	1	0,50	30,0	250,0	9,40	78,0	3,300
1	-1	-1	1,50	30,0	150,0	9,80	80,0	3,500
-1	1	-1	0,50	60,0	150,0	8,70	76,0	3,100
1	1	1	1,50	60,0	250,0	8,20	64,0	3,350
-1	-1	-1	0,50	30,0	150,0	9,10	69,0	3,600
1	-1	1	1,50	30,0	250,0	8,30	73,0	3,250
-1	1	1	0,50	60,0	250,0	10,20	69,0	3,000
1	1	-1	1,50	60,0	150,0	9,90	79,0	3,550
-1,215	0	0	0,3925	45,0	200,0	10,50	63,0	2,900
1,215	0	0	1,6255	45,0	200,0	10,30	68,0	3,200
0	-1,215	0	1	26,775	200,0	7,90	72,0	2,950
0	1,215	0	1	63,765	200,0	8,80	70,0	3,150
0	0	-1,215	1	45,00	137,45	11,80	62,0	2,800
0	0	1,215	1	45,00	262,55	11,00	63,0	2,500
0	0	0	1	45,00	200,0	12,00	60,0	2,780

Таблица 3.38 – Данные по регрессионному анализу $\phi_{11-13} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий оптимизации	Стандартное отклонение	R-корреляции	Коэффициент детерминации R^2	F-критерий	Значимость F-критерия (p)
$\phi_{11} \rightarrow \text{opt (max)}$	0,505	0,971	0,943	9,21	0,01
$\phi_{12} \rightarrow \text{opt (min)}$	2,535	0,973	0,946	9,77	0,01
$\phi_{13} \rightarrow \text{opt (min)}$	0,143	0,962	0,925	6,86	0,02

Таблица 3.39 – Данные по результатам регрессионного анализа

Критерий	μ_0	μ_1	μ_2	μ_3	μ_{12}	μ_{13}	μ_{23}	μ_{11}	μ_{22}	μ_{33}	Заключение об адекватности	
											F_R	F_T
ϕ_{11}	11,4	-0,13	0,15	-0,22	-	-0,62	0,12	-0,53	-1,87	0,12	9,21	3,59
ϕ_{12}	59,38	0,88	-1,14	-1,68	-1,0	-3,0	-3,0	4,16	7,76	2,1	9,77	3,59
ϕ_{13}	2,62	0,09	-0,04	-0,11	0,12	-	0,03	0,32	0,32	0,05	6,86	3,59

Посредством проведенной статистической и математической обработки данных получены математические модели в виде уравнений регрессии, характеризующие инновационный процесс извлечения ПВ из соево-тыквенных композиций:

– в кодированном виде:

$$\phi_{11} = 11,4 - 0,13 \cdot \psi_1 + 0,15 \cdot \psi_2 - 0,22 \cdot \psi_3 - 0,62 \cdot \psi_1 \cdot \psi_3 + 0,12 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 - \\ - 0,53 \cdot \psi_1^2 - 1,87 \cdot \psi_2^2 + 0,12 \cdot \psi_3^2 \rightarrow \text{opt};$$

$$\phi_{12} = 59,380 + 0,880 \cdot \psi_1 - 1,140 \cdot \psi_2 - 1,630 \cdot \psi_3 - 1,00 \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 - 3,00 \cdot \psi_1 \cdot \psi_3 - \\ - 3,00 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 + 4,160 \cdot \psi_1^2 + 7,760 \cdot \psi_2^2 + 2,10 \cdot \psi_3^2 \rightarrow \text{opt};$$

$$\phi_{13} = 2,620 + 0,090 \cdot \psi_1 - 0,040 \cdot \psi_2 - 0,110 \cdot \psi_3 + 0,120 \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 + \\ + 0,030 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 + 0,320 \cdot \psi_1^2 + 0,320 \cdot \psi_2^2 + 0,050 \cdot \psi_3^2 \rightarrow \text{opt};$$

– в раскодированном виде:

$$K = -8,760 + 9,250 \cdot c + 0,730 \cdot \alpha - 0,020 \cdot c \cdot \omega_d + 0,00020 \cdot \alpha \cdot \omega_d - 2,10 \cdot c^2 - \\ - 0,0080 \cdot \alpha^2 \rightarrow \text{opt};$$

$$W = 122,950000 - 2,270000 \cdot \alpha - 0,130000 \cdot c \cdot \alpha - 0,120000 \cdot c \cdot \omega_d - \\ - 0,040000 \cdot \alpha \cdot \omega_d + 16,630000 \cdot c^2 + 0,030000 \cdot \alpha^2 + 0,00080000 \cdot \omega_d^2 \rightarrow \text{opt};$$

$$N_{\text{ЭЭ}} = 9,060000 - 3,030000 \cdot c - 0,160000 \cdot \alpha - 0,010000 \cdot \omega_d + \\ + 0,020000 \cdot c \cdot \alpha + 1,270000 \cdot c^2 + 0,0010000 \cdot \alpha^2 \rightarrow \text{opt}$$

Адекватность моделей, с вероятностью $P=0,95$, при коэффициентах $R_{11}=0,971$, $R_{12}=0,973$ и $R_{13}=0,962$ обусловлена неравенством $F_R > F_T$ (таблица 3.39).

В таблице 3.40 приведены данные для области экстремума для факторов ψ_1 , ψ_2 и ψ_3 , при которых $\phi_{11-13} \rightarrow \text{opt}$.

Таблица 3.40 – Значения области экстремума для $\phi_{11-13} = f(\psi_1, \psi_2, \psi_3)$

Критерий оптимизации	ψ_1 / C , ед.	ψ_2 / λ , ед.	ψ_3 / ω_d , с ⁻¹	ϕ_{11-13}
$\phi_{11} \rightarrow \text{opt (max)}$	0,0/1,0	0,04/44,0	0/200,0	11,6/12,0
$\phi_{12} \rightarrow \text{opt (min)}$	0,75/1,0	0,53/45,0	1,16/201,0	60,0/60,0
$\phi_{13} \rightarrow \text{opt (min)}$	0,45/1,0	0,52/44,0	0,99/199,0	2,78/2,77

Графическая интерпретация полученных зависимостей $\phi_{11-13} \rightarrow \text{opt}$ приведена в приложении 8.

Сходимость результатов по формуле (2.198*) при $\omega_d = 200 \text{ с}^{-1}$, $\lambda = 44,0 \text{ ед.}$

и $C = 1,0$ составляет $\Delta_k = \left(1 - \frac{12,0}{12,60}\right) = 1 - 0,952 = \pm 4,8\%$.

Выводы:

1. На основании данных, полученных по физико-механическим показателям исходного сырья, а также размерным характеристикам зерна установлено, что их значения варьируют в широком диапазоне.

Данный факт необходимо учитывать при проектировании системы механизированного кормления КРС для условий предприятий малой производственной мощности и конструировании новых технических средств блочно-модульного типа, предназначенных для приготовления и раздачи кормов на фермах КРС малых размеров от 50 до 100 голов;

2. В результате экспериментальных исследований установлено, что средневзвешенный размер частиц, получаемых в процессе работы измельчителя-распределителя, уменьшается прямопропорционально в зависимости от увеличения угловой скорости ротора. При этом, на измельчении овсяной соломы средневзвешенный размер частиц уменьшается более интенсивно, чем на измельчении кукурузного силоса;

3. Экспериментально доказано, что производительность измельчителя-распределителя увеличивается с повышением угловой скорости ротора и зависит как от вида корма, так и его плотности, влажности, а также и вылета молотков;

4. Установлено, что неравномерность распределения корма в бункере ММ МРПК зависит от угловой скорости ротора измельчителя-распределителя, вылета молотков, а также частоты колебаний козырька и изменяется в пределах от ± 3 до $\pm 15\%$;

5. Полученные экспериментальным путем модели изученных рабочих процессов многооперационного малогабаритного мобильного раздатчика-питателя кормов позволили установить рациональные значения его конструктивно-режимных параметров:

- угловая скорость ротора $\omega = 192,2000 \text{ с}^{-1}$;
- длина выступающей части молотков над решеткой $h = 7,9000 \text{ мм}$;

– частота колебаний направляющего козырька $n_k = 61,000 \text{ мин}^{-1}$.

При данной компоновочной схеме и установленных конструктивно-режимных параметрах энергоёмкость процесса измельчения и распределения составляет $N_{\text{э}} = 2,5000 \text{ кВт} \cdot \text{с/кг}$, а неравномерность распределения корма по длине бункера ММ МРПК находится на уровне $\delta_p = \pm 4,22000 \%$.

При достигнутом значении величины показателя качества работы инновационного ММ МРПК, точность дозированной выдачи кормов в кормушки животным соответствует зоотехническим требованиям, так как не превышает $\pm 15,000 \%$.

Полученные результаты по производительности ИРУ, объёму бункера, способам загрузки бункера ММ МРПК, позволяют рекомендовать его применение на малых фермах с поголовьем 50 – 100 коров.

6. Экспериментально установлено, что с увеличением производительности ММ СПГБ в диапазоне ее значений от 60 до 300 кг/ч энергоёмкость процесса получения прессованного продукта снижается, а в диапазоне от 200 до 300 кг/ч находится на одном уровне и составляет не более $4,00 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$.

Посредством полученных адекватных уравнений регрессии, обоснованы рациональные параметры рабочего процесса – получения влажных гранул с помощью ММ СПГБ:

- угловая скорость винта пресса – $9,0\text{-}10,0 \text{ с}^{-1}$;
- диаметр продольного канала в брикете – $2,0 \text{ мм}$;
- соотношение компонентов (солома : тыква) = $1:1$.

При данных значениях параметров, показатели однородности, плотности и энергоёмкости соответственно составляют:

- $\Theta = 95,0 \%$;
- $\rho = 940\text{-}970 \text{ кг/м}^3$;
- $N_{\text{э}} = 4,00 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$;

7. Экспериментально доказано, что требуемая прочность сушеных брикетов, равная $\Pi = 95,0\%$ достигается при следующих рациональных значениях

параметров процесса сушки:

- продолжительность сушки в камерной сушилке – 35 мин;
- температура – 79,0 С°;
- диаметр продольного канала в брикете – 4,0 мм.

8. Экспериментально установлено, что требуемые величины показателей рабочего процесса ММ СДЭУ, такие как выход (концентрация) сухих веществ из соево-тыквенной композиции, влажность соево-тыквенного жома и энергоёмкость, обеспечиваются при следующих рациональных значениях его параметров:

- соотношение компонентов в соево-тыквенной композиции (семена сои : тыква) – 1 : 1;
- степень измельчения тыквенного компонента – 44,0-45,0 ед.;
- угловая скорость измельчающего диска – 199,0-200,0 с⁻¹.

При данных значениях параметров величина показателей составляет:

- $K = 11,6-12 \%$;
- $W = 60,0 \%$;
- $N_{\text{Э}} = 2,77 \frac{\text{Вт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}}$;

9. Расхождение результатов, полученных по расчетным формулам и экспериментальным данным, составляет:

- для ММ МРПК:

а) по формуле (2.50), при количестве горизонтально уложенных слоев, равном $n_c = n_k = 60$ и производительности ММ МРПК на выдаче – $Q = 11,11 \text{ кг/с}$ составляет: $\Delta_{v_{\text{PI}}} = \pm 9,5 \%$ ($p = 0,9$ и $\delta = \pm 10 \%$);

б) по формуле (2.59), при производительности ИРУ – $Q_{\text{ИРУ}}$:

$Q_{\text{ИРУ}} = 5,0 \text{ кг/с}$ на овсяной соломе: $\Delta_{Q_{\text{ИРУ}}} = \pm 8,7 \%$;

и $Q_{\text{ИРУ}} = 4,0 \text{ кг/с}$ на тыкве: $\Delta_{Q_{\text{ИРУ}}} = \pm 9,5 \%$;

в) по формуле (2.61) на силосе при $\omega = 210 \text{ с}^{-1}$ и $\lambda = 4,0 \text{ ед.}$: $\Delta_{\lambda} = \pm 9,2 \%$;

- для ММ СПГБ: по формуле (2.29), при $[\delta] \pm 15\%$, $n = 60$ слоев в бункере

ММ МРПК и $\sigma^2 = 0,8740$ кг/с (таблица 3.25): $\Delta_{\omega} = \pm 9,9 \%$ и $\Delta_{\Pi} = \pm 5,0 \%$;

– для ММ СДЭУ: по формуле (2.198*) при $\omega_d = 200 \text{ с}^{-1}$, $\lambda = 44$ ед. и $C = 1,0$: $\Delta_K = \pm 4,8 \%$;

9. Согласно полученным данным по производительности для ММ СПГБ равной – 300 кг/ч и ММ СДЭУ, равной – 300 л/ч разработанный типоразмер технических средств блочно-модульного исполнения. рекомендуется для молочных ферм малого размера с поголовьем 50-100 коров.

Глава 4 ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКА ИХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

4.1 Сведения общего характера о внедрении и реализации инновационных разработок по материалам выполненной автором работы

Полученные результаты выполненных автором данной работы теоретических и экспериментальных исследований по решению важной народнохозяйственной проблемы, связанной с повышением эффективности функционирования процесса механизированного кормления животных путем создания блочно-модульной технологической системы, адаптированной к условиям малых ферм КРС внедрены и апробированы в учреждениях и хозяйствах согласно приложениям.

Основные результаты выполненных теоретических и экспериментальных исследований, содержащихся в диссертационной работе автора периодически публиковались в научных изданиях международного, федерального и регионального значения и, в частности, в базах данных Web of Science и Scopus: «INDO AMERICAN JOURNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCES» – 4, «Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences» – 1, «Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences» – 1, в журналах рекомендованных ВАК РФ: «Научное обозрение» – 1, «Механизация и электрификация сельского хозяйства» – 1, «Кормопроизводство» – 3, «Вестник КрасГАУ» – 3, «АгроЭкоИнфо» – 15, «Дальневосточный аграрный вестник» – 3, в научных трудах и научных сборниках ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, ФНЦ ФГБУ ВНИИ сои ДВО РАН, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева и др. Получено 28 патентов РФ на изобретения (приложение 9).

Результаты исследований по повышению эффективности функциониро-

Ниже приведены технологические схемы: подготовки и раздачи грубых кормов с использованием ММ МРПК, подготовки и раздачи объемистых и сочных кормов и кормовых смесей на малой ферме КРС, подготовки и раздачи кормовых смесей с использованием ММ МРПК (рисунок 4.1 - 4.6).

Производственные испытания малогабаритного многооперационного мобильного РПК проводились в ООО «МиСАгро» Серышевского района на молочной ферме. Общий вид ММ МРПК представлен в приложении, а его техническая характеристика – в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Показатели ММ МРПК для приготовления и раздачи кормовых продуктов

Показатель	Ед. измерения	Значения параметров
1	2	3
Грузоподъемность	кг	1600-2000
Габаритные размеры:		
длина		5600
ширина	мм	2140
высота		2125
Ширина колеи	мм	1550
Вместимость бункера	м ³	4,2
Производительность при выдаче корма	т/ч	5-40
Транспортный просвет	мм	310
Радиус поворота по следу наружного колеса	м	4,5
Скорость: рабочая транспортная	км/ч	0,80-2,8 до 16

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3
Масса	кг	2020
Мощность, потребная на привод рабочих органов	кВт	до 25,0
Обслуживающий персонал	чел	1

На стадии проведения производственной проверки по работоспособности многофункционального малогабаритного мобильного раздатчика-питателя кормов на приготовлении и раздаче кормовых смесей, вначале проводилась его настройка, согласно номограмме (приложение 1), а затем загрузка гидроманипулятором, измельчение и распределение в бункере с помощью ИРУ однокомпонентных кормов (рисунки 4.1 – 4.4). Далее проводилось перемещение ММ МРПК в коровник с целью выдачи кормов в кормушки животным. С помощью инновационного ММ МРПК также выполнялся процесс по получению и выдаче кормовой смеси, начиная от погрузки, вначале, соломы и тыквы в бункер агрегата и заканчивая выдачей готовой смеси в кормушки. С помощью предложенного ММ МРПК готовилась и раздавалась коровам двухкомпонентная смесь из соломы ячменной и тыквы при соотношении 3:1. ММ МРПК также испытывался на получении и выдаче трехкомпонентной кормовой смеси, в состав которой входили: по первому варианту: солома, силос и морковь, а по второму – солома ячменная, силос кукурузный и тыква сорта «Стофунтовая» при соотношении 3:1:1. Контроль соотношения проводился по продольной разметке на внутренней поверхности бортов бункера по его высоте.

В ходе проведенной проверки ММ МРПК качественно выполнял все операции по технологическому процессу приготовления и выдачи одно-, двух-, трехкомпонентных смесей, при надлежащей надежности работоспособности всех его узлов и агрегатов. Результаты проверки были оформлены актами (приложение 10).

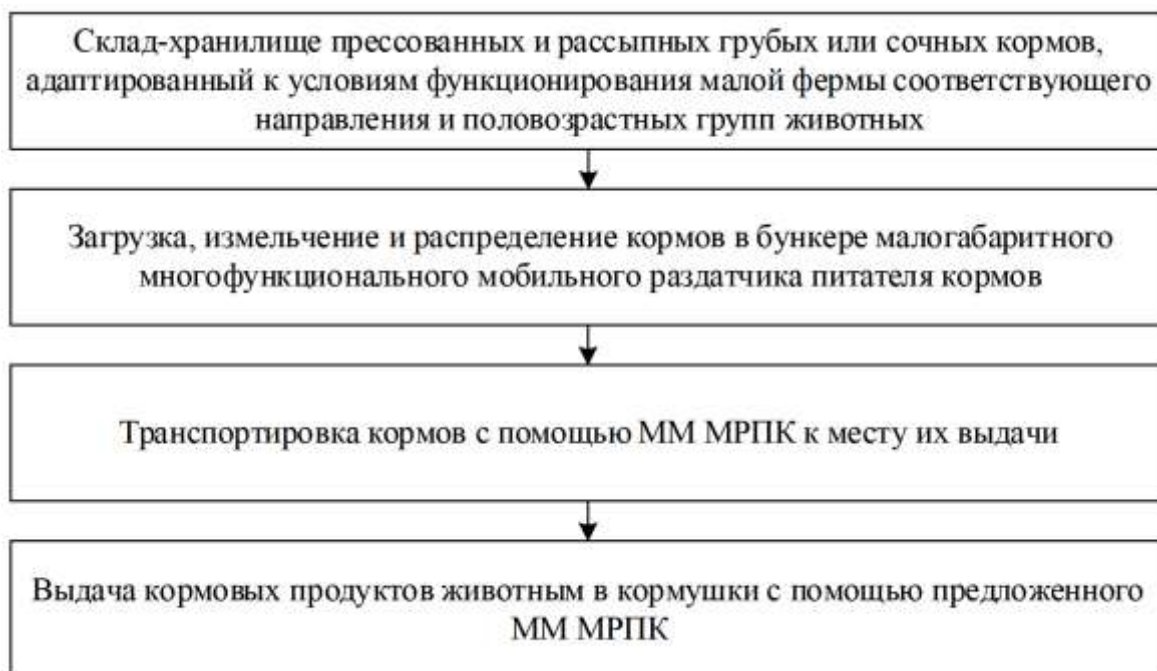


Рисунок 4.1 – Технологическая схема подготовки и раздачи грубых прессованных и рассыпных кормов с использованием малогабаритного многофункционального мобильного раздатчика питателя кормов

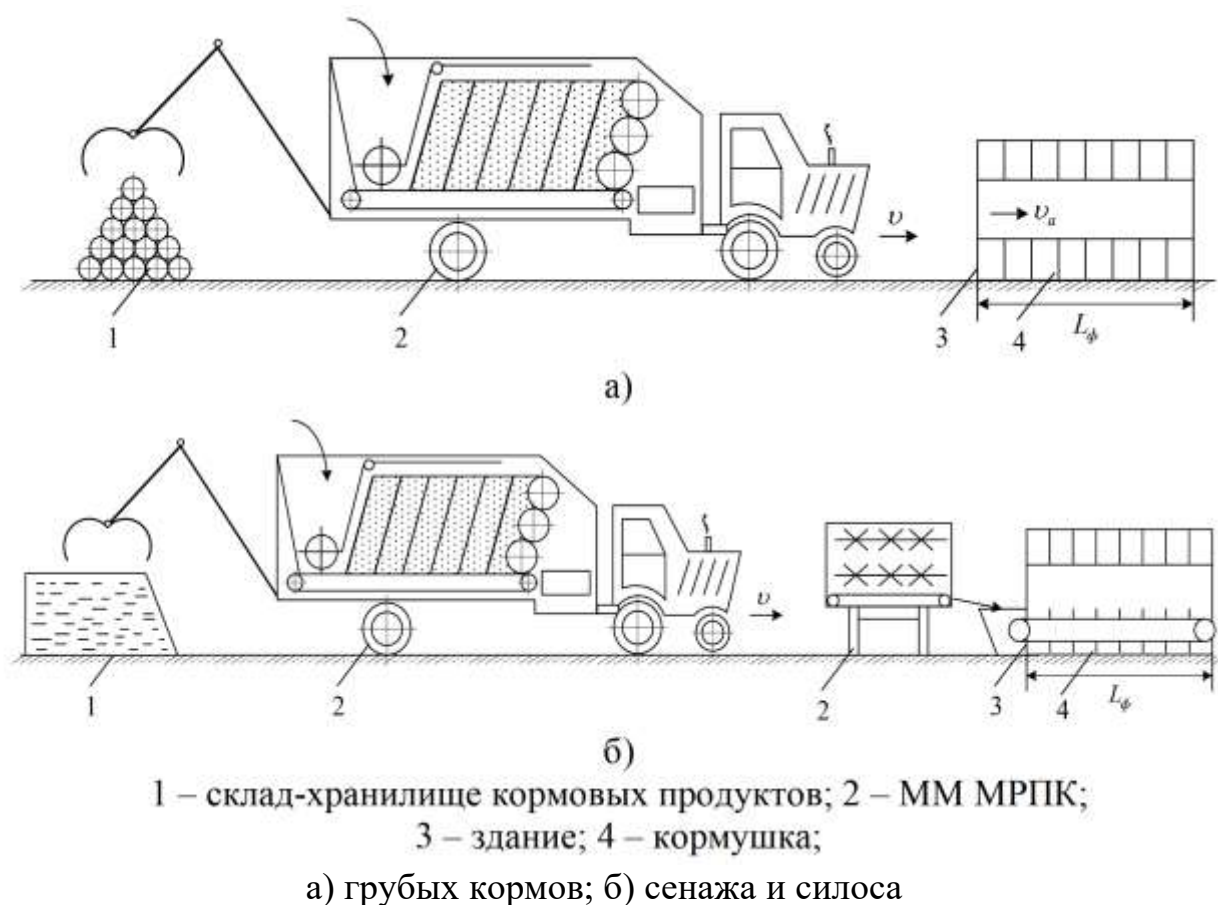


Рисунок 4.2 –Компоновочные схемы линии подготовки и раздачи объемистых и сочных кормов, а также кормовых смесей животноводческих предприятиях малой и средней производственной мощности

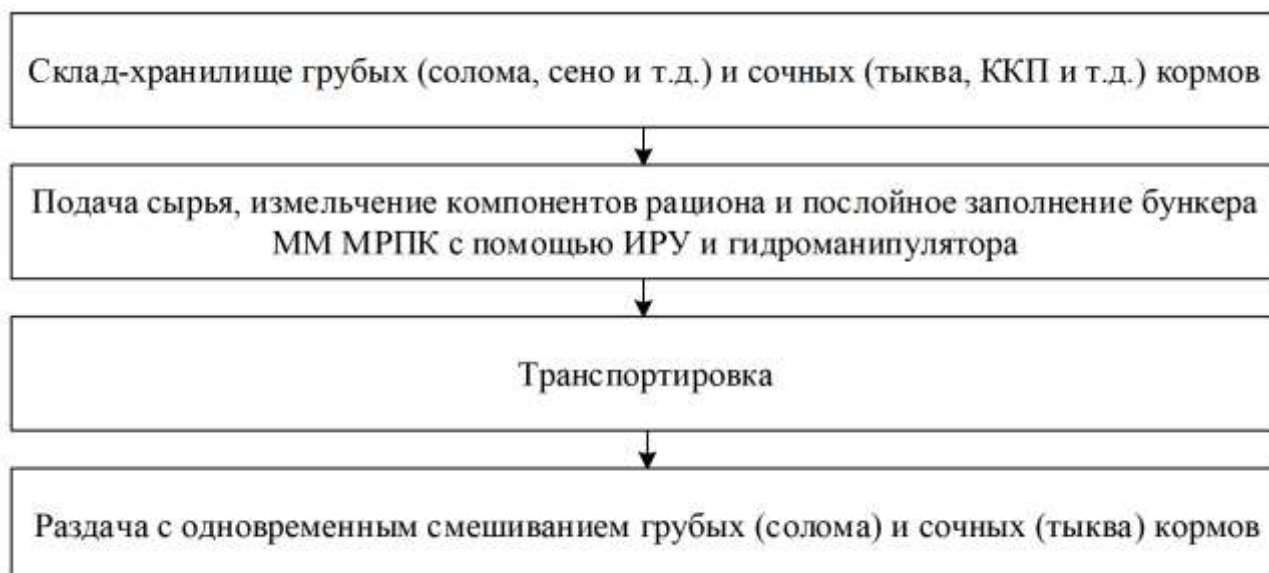


Рисунок 4.3 – Технологическая схема подготовки и выдачи кормовых смесей с помощью инновационного ММ МРПК

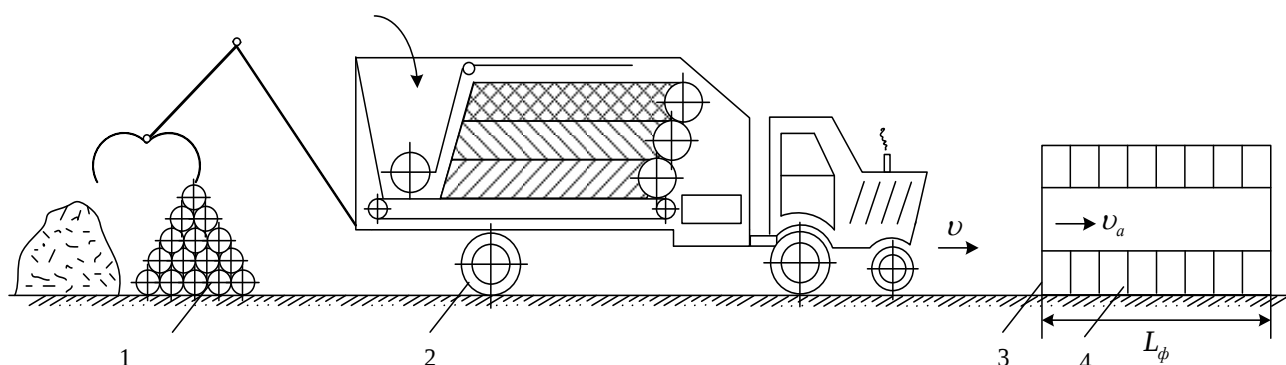


Рисунок 4.4 – Компоновочная схема линии приготовления и выдачи кормовых смесей на предприятиях малой и средней производственной мощности с использованием ММ МРПК

На основании полученных результатов были подготовлены рекомендации по применению многофункционального малогабаритного мобильного раздатчика-питателя кормов в производственных условиях агропромышленного комплекса, которые по соответствующим запросам переданы заинтересованным организациям и учреждениям сельскохозяйственного профиля (приложение 10).

На рисунке 4.5 приведен общий вид ММ МРПК, внедренный в КФХ «Шкурпет А.Г.» и КФХ «Курникова Г.Н.» (приложение 10).



Рисунок 4.5 - Общий вид ММ МРПК, внедренного в КФХ Шкурпет Александр Геннадьевич, КФХ Курникова Галина Николаева

Выбор схемы процесса прессования исходного сырья в гранулы или брикеты осуществляли от назначения и гранулометрического (размерного) состава кормов и кормовых смесей. Согласно с ГОСТ 23513-79, плотность брикетов устанавливалась на уровне до $1200,000 \text{ кг/м}^3$, крошимость гранул и брикетов – на уровне до 15,000 %.

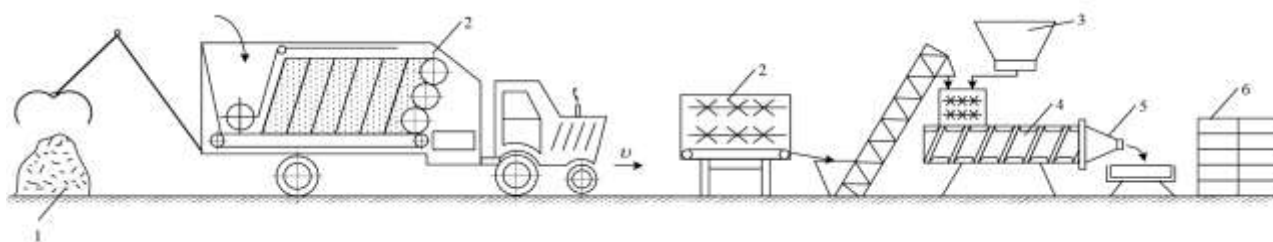
Согласно ГОСТ 23513-79, диаметр гранул для телят определен равным от 5,000 до 7,000 мм и для КРС от 14,000 до 20,000 мм. Диаметр круглых брикетов для КРС составляет от 30,000 до 65,000 мм, а прямоугольной формы определен размерами – $60,000 \times 50,000 \text{ мм}$.

Качество гранул и брикетов определяли по их плотности, прочности и крошимости. Данные показатели обусловлены температурным и силовым режимами т.д. При этом значения влажности должны составлять от 15 до 16 %, при температуре от 60° до 70°C [84, 93].

Ниже приведены научно обоснованные технологические схемы: подготовки и приготовления формованных кормовых продуктов; подготовки и приготовления кормов с помощью малогабаритных многооперационных технических средств; приготовления брикетов; приготовления брикетированных кормовых продуктов на основе соломы и измельченной зеленой массы (рисунки 4.6 – 4.10).



Рисунок 4.6 – Технологическая схема подготовки и приготовления формованных кормовых продуктов



1 – хранилище кормов; 2 – ММ МРПК; 3 – питатель-дозатор; 4 – ММ СПГБ;
5 – гранулирующий узел; 6 – сушильный шкаф

Рисунок 4.7 – Конструктивно-технологическая схема подготовки и приготовления гранулированных кормов с помощью малогабаритных многооперационных технических средств: ММ МРПК и ММ СПГБ

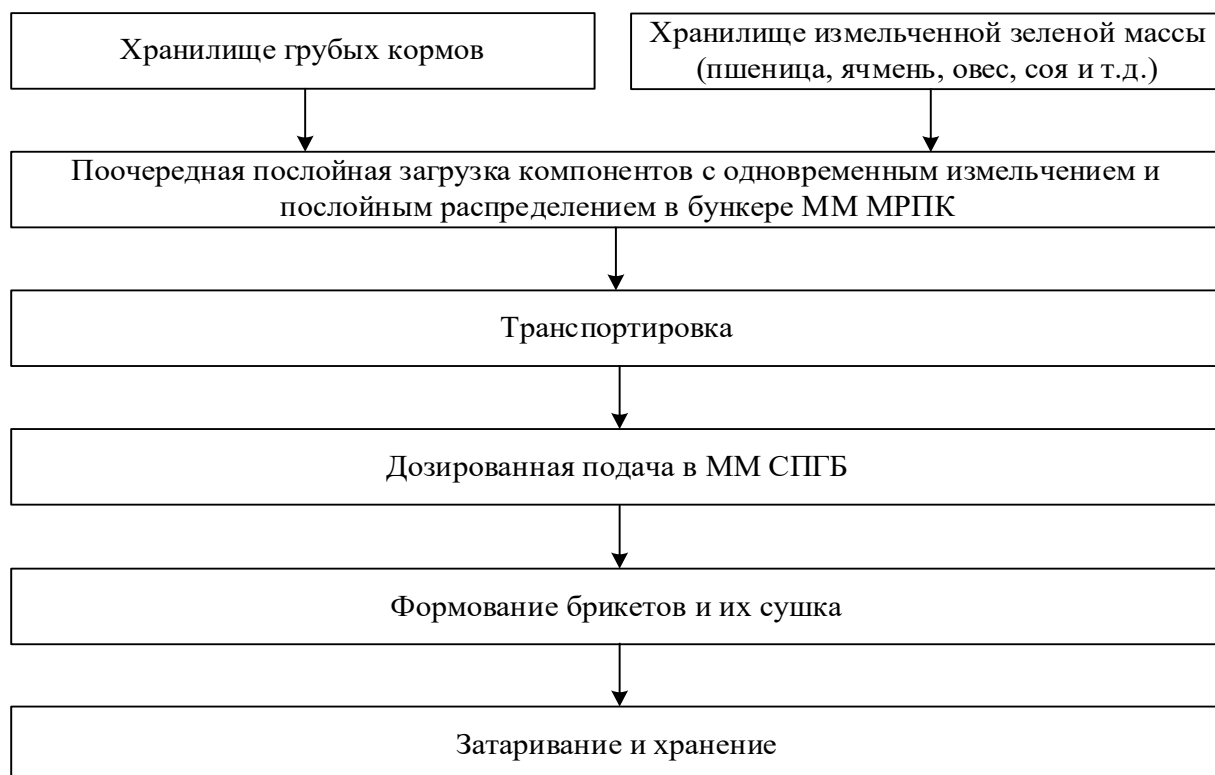
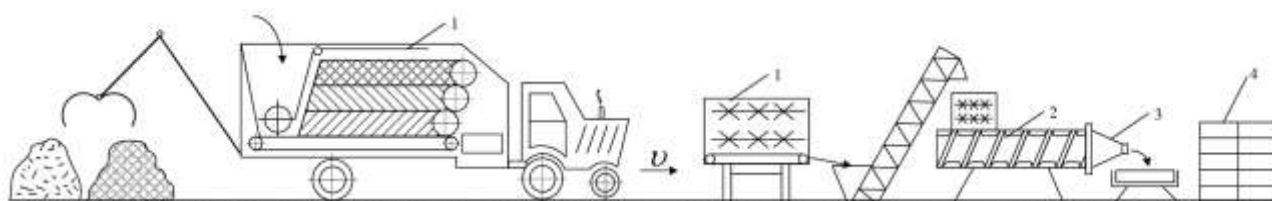


Рисунок 4.8 – Технологическая схема приготовления брикетов



- 1 – многофункциональный малогабаритный мобильный раздатчик-питатель кормов;
 2 – многофункциональный малогабаритный стационарный пресс-брикетировщик;
 3 – брикетировочный узел; 4 – сушильный шкаф

Рисунок 4.9 – КТС линии получения брикетов на основе соломы и измельченной зеленой массы

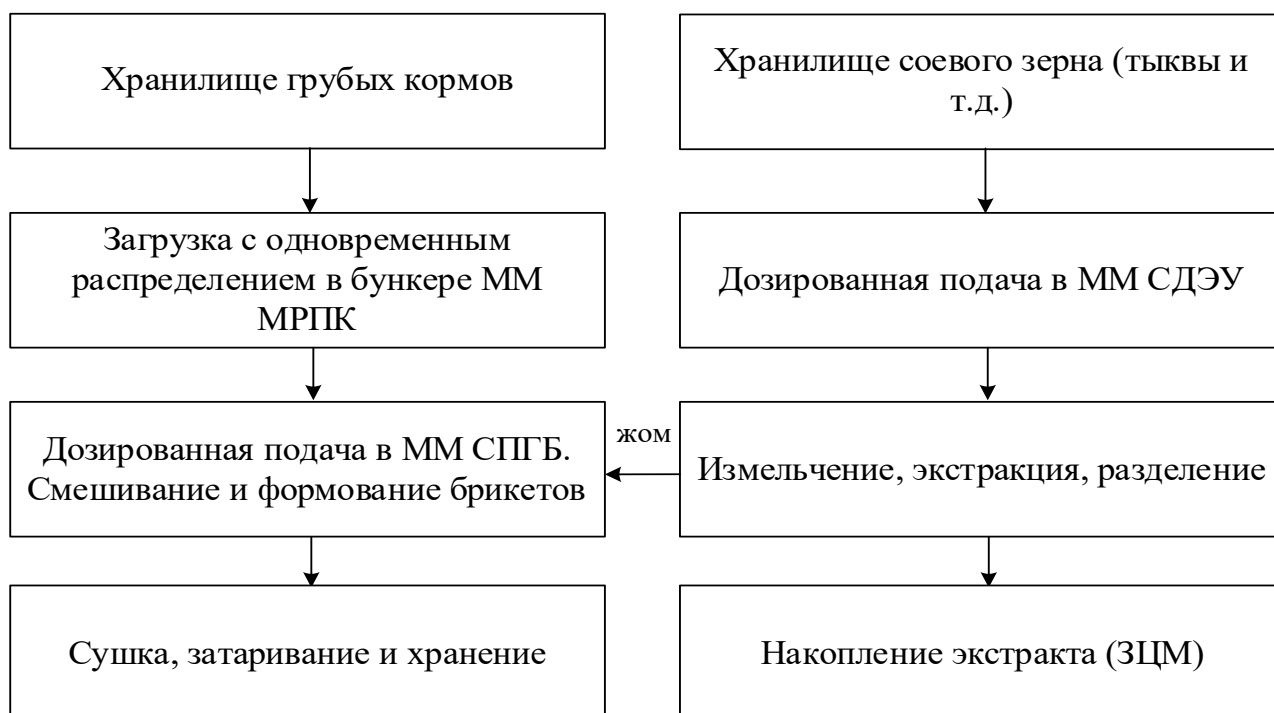


Рисунок 4.10 – Технологическая схема приготовления брикетов

В таблице 4.2 приведены технические характеристики ММ СПГБ, ММ СДЭУ и МСШ – «Универсал» – ЭСПИС-4», которые были внедрены в соответствующих хозяйствах (приложение 10).

Таблица 4.2 – Технические характеристики средств механизации разработанных вариантов линии приготовления и раздачи кормов для малых ферм КРС

Параметры	Единицы измерения	Технические средства линии		
		ММ СПГБ	ММ СДЭУ	МСШ «Универсал»
Производительность	кг/ч	300	30,0 / 300	300
Угловая скорость рабочего органа	с ⁻¹	9,6 -10,0	1500,0	–
Установленная мощность	кВт	1,5	1,0	10,5
Масса	кг	253,0	94,0	200,0
Габариты	мм	1185×580×1250	1200×600×1500	1170×895×1435
Количество лотков	шт	–	–	10,0
Количество режимов сушки	шт	–	–	9,0
Размеры ФИ: - гранул; - брикетов	мм	Ø = 2,0 – 5,0 $l_{\delta} = 50,0$	–	–

На рисунках 4.7 – 4.12 приведены схемы и общий вид оборудования, включающего пресс-грануляторы и пресс-брикетировщик, внедренные в соответствующих хозяйствах.



Рисунок 4.11 – Фрагменты оборудования используемого в технологии получения гранулированного корма в ООО «МиСАгро» (приложение 11)



Рисунок 4.12 – Общий вид пресс-брикетировщика, внедренный в ООО «Симбирская» (приложение 10)

Эффективность применения заменителей цельного молока не ограничивается только разницей цен между цельным молоком и ЗЦМ. Заменители являются мощным барьером против распространения различных инфекций и других заболеваний.

Эффективное использование телятами ЗЦМ определяется учетом возрастных анатомо-физиологических особенностей процессов пищеварения. Исходя из этого в настоящее время существенное внимание уделяется поиску менее дорогих и биологически полноценных заменителей молочных белков, жиров и углеводов, а также разработке обоснованно рациональных технологических схем получения ЗЦМ, с улучшенными условиями кормления, обеспечивающими повышение усвояемости и использования питательных веществ ЗЦМ организмом животных соответствующего вида и возраста.

Глубокий детальный анализ имеющихся экспериментальных данных, опубликованных по проблеме использования ЗЦМ в течение последних 3–5 лет, свидетельствует о значительных успехах в этой отрасли АПК.

Однако, использование ЗЦМ, выпускаемых молочными заводами, особенно на малых фермах, и в настоящее время не является экономически оправданных в силу определенных обстоятельств.

К достоинствам соевого «молока» относят хорошую переваримость, отсутствие холестерина, наличие полиненасыщенных жирных кислот, лецитина, она также является антиаллергеном.

Ниже представлены научно обоснованные технологические схемы: приготовления гранул (брикетов) с использованием соево-тыквенного жомового остатка и ЗЦМ; приготовления ЗЦМ и кормовой добавки с помощью ММ СДЭУ и ММ СПГБ; ЗЦМ и кормовой белково-кальциевой добавки (рисунки 4.13 - 4.17).

В рамках проведенных исследований на базе ООО «СоТех», в период с 01.03.2019 г. по 01.09.2019 г. была разработана, изготовлена и внедрена установка по производству ЗЦМ и кормовой белково-кальциевой добавки (БКД) животным на основе соево-морковных и соево-тыквенных композиций (прило-

жение 10) (рисунок 4.17).

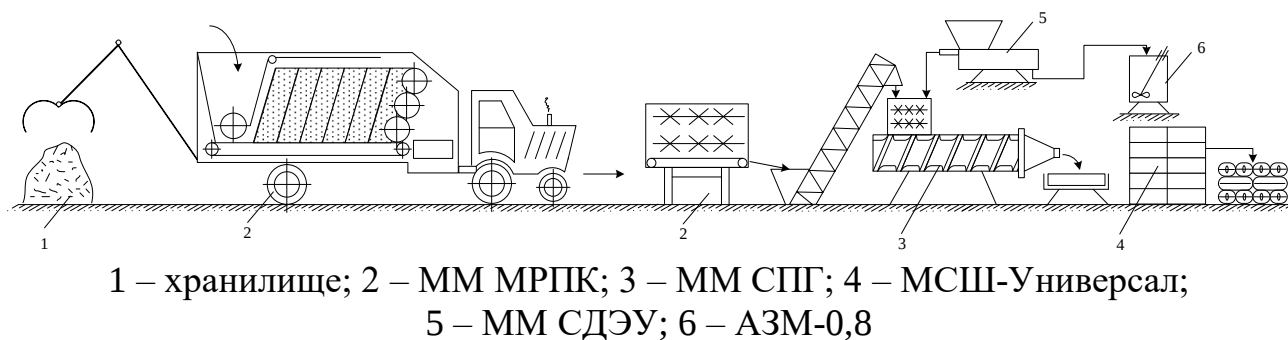


Рисунок 4.13 – КТС линии получения гранул (брикетов) с использованием соевого жомового остатка и ЗЦМ

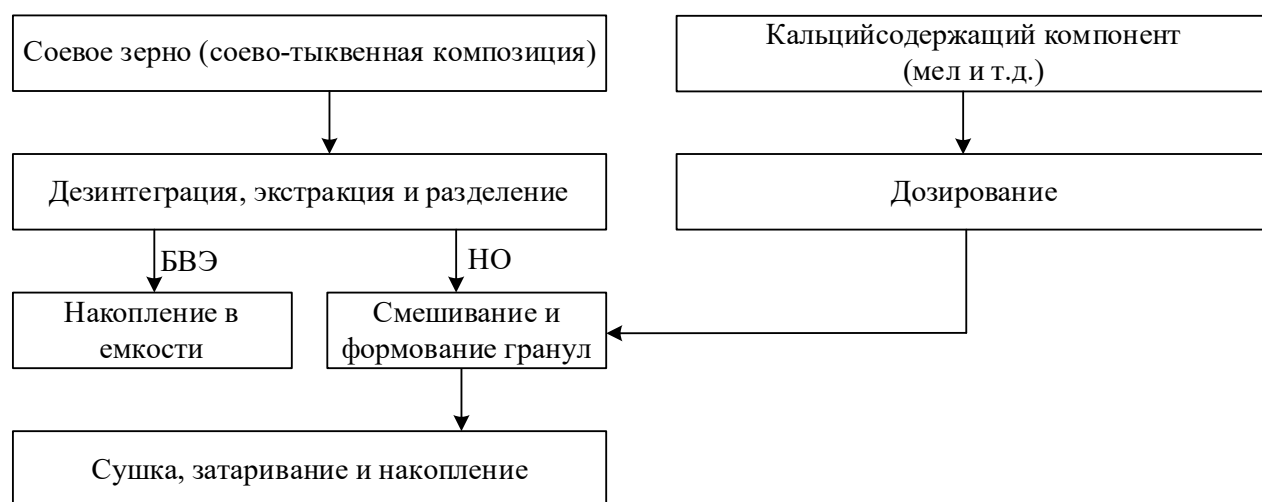


Рисунок 4.14 – Технологическая схема приготовления ЗЦМ и кормовой добавки с помощью ММ СДЭУ и ММ СПГБ

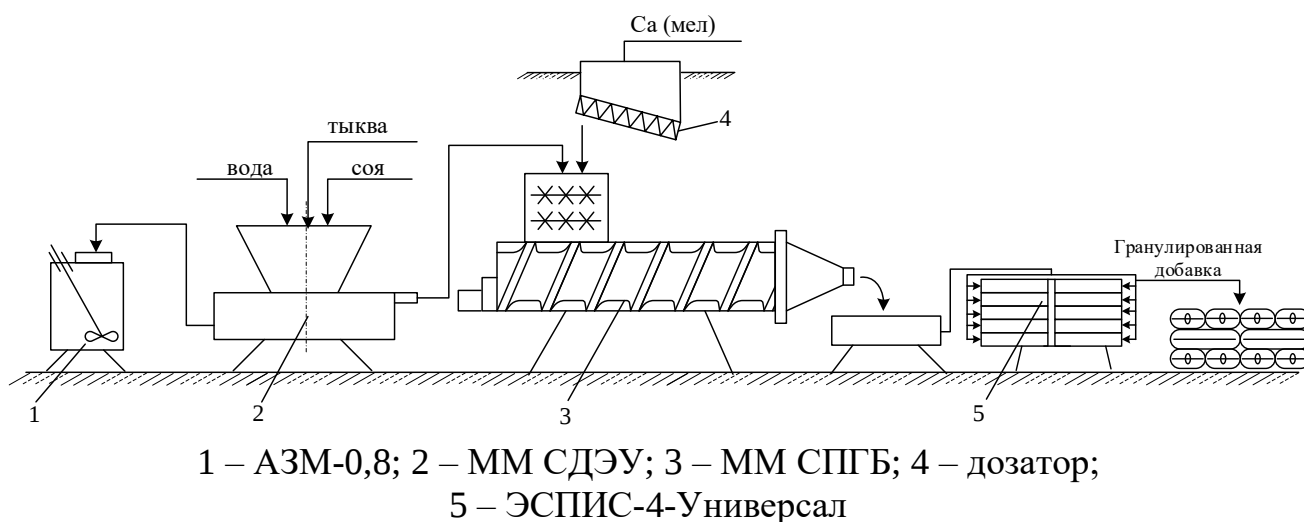


Рисунок 4.15 – Конструктивно-технологическая схема приготовления ЗЦМ и кормовой белково-кальциевой добавки



Рисунок 4.16 – Общий вид оборудования по получению ЗЦМ, установленного в ООО «Симбирсксоя» (приложение 10)



Рисунок 4.17 – Общий вид установки для получения ЗЦМ и БКД на основе соево-морковных и соево-тыквенных композиций

Проведенные производственно-хозяйственные испытания показали, что энергоемкость и металлоемкость разработанных технических средств блочно-модульного типа составила:

– по ММ МРПК – $0,625 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ и $0,065 \text{ т}(\text{т/ч})$ на реализации процессов смешивания и раздачи кормовых смесей;

– по ММ СПГБ – $5,0 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ и $0,167 \text{ т}(\text{т/ч})$ на получении гранул и брикетов;

– по ММ СДЭУ – $3,33 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ и $3,3 \text{ т}(\text{т/ч})$ на приготовлении ЗЦМ, а по исходному сырью $33,3 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$.

4.2 Расчет технико-экономической эффективности при использовании малогабаритного многофункционального мобильного раздатчика-питателя кормов

В качестве базового варианта принят вариант, состав оборудования по которому приведен в источнике [83] (глава 1, рисунок 1.3, вариант в и таблица 1.2, вариант – 2).

В состав данной технологической линии входят автономный погрузчик модели ПЭ-0,8Б, стационарный измельчитель модели ИРТ-80 и раздатчик-смеситель модели РСП-10.

Расчет на амортизацию и текущий ремонт по данному варианту и предложенному инновационному приведен в таблице 4.3. Конструктивно-технологическая схема предложенного варианта представлена на рисунке 4.4, а общий вид агрегата ММ МРПК – на рисунке 4.5.

В таблице 4.4 приведены данные, полученные расчетом на основании известных методик [53, 87].

Таблица 4.3 – Расчет затрат на амортизацию и текущий ремонт по базовому и предлагаемому вариантам

Оборудование	Количество	Стоимость, тыс. руб.	Отчисления на амортизацию, %	Отчисления на текущий ремонт, %	Сумма амортизационных отчислений, тыс. руб.	Сумма затрат на текущий ремонт, тыс. руб.
Базовый вариант						
1. Трактор типа МТЗ-80/82	2	1000000	15	22	150000	220000
2. Раздатчик типа РСП-10	1	500000	16,6	14	83000	70000
3. Погрузчик типа ПЭ-0,8	1	450000	14,2	14	63900	63000
4. Измельчитель рулонов и тюков типа ИРТ-80	1	400000	16,6	14	66400	56000
5. Транспортер типа ТС-40Б	1	200000	16,6	14	33200	28000
ИТОГО:		4250000			512700	535000
Предлагаемый вариант						
1. ММ МРПК	1	1000000	16,6	14	166000	140000
2. Трактор типа МТЗ-80/82	1	1000000	15	22	150000	220000
ИТОГО:		2000000			316000	360000

Таблица 4.4 – Показатели технико-экономической эффективности по внедрению в производство ММ МРПК

Наименование показателя	Обозначение	Единицы измерения	Показатели при применении	
			базового варианта	предлагаемого варианта
Амортизационные отчисления	A_1 A_2	руб.	512 700,00	316 000,00
Стоимость ГСМ	$\Gamma_{Г1}$ $\Gamma_{Г2}$	руб.	675 000,00	337 500,00
Стоимость электроэнергии	$\Gamma_{Э1}$ $\Gamma_{Э2}$	руб.	482 676,00	–
Затраты на текущий ремонт	R_1 R_2	руб.	535 000,00	36 000,00
Затраты на зарплату	$З_1$ $З_2$	руб.	840 000,00	420 000,00
Годовой экономический эффект по затратам	$Э_{Г}$	руб.	–	1 612 026,00
Годовой экономический эффект от снижения энергозатрат по ИРУ	$Э_{иру1}$	руб.	–	610 995,00
Лимитная цена при объеме работ, равном 960 тонн	$Ц_{Л}$	руб.	–	3 422 678,15

4.3 Техничко-экономическая эффективность результатов исследований по использованию линии получения формованных изделий посредством инновационного пресс-гранулятора-брикетировщика

Расчет ТЭЭ по использованию разработанного комплекта оборудования, имеющего состав, согласно схеме, приведенной на рисунках 4.7, 4.9 и 4.13, проводили в сравнении с комплектом оборудования, перечень которого и характеристика представлены в таблице 4.5. Данный комплект оборудования предназначен для получения гранулированных комбикормов-концентратов.

Таблица 4.5 – Состав оборудования сравниваемых технологических линий приготовления ФИ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Установленная мощность электродвигателей, кВт	Балансовая стоимость, руб.
1	Линия ввода карбамида в мелассу	1	12,0	95000
2	Линия ввода мелассы в комбикорм	1	13,0	2050000
3	Установка Б6-ДГВ	1	137,5	2575000
	Всего	3	162,5	4 720 000
4	Комплект предлагаемого оборудования: ММ МПРК+МТЗ-82,0	1	25,0	2000000
5	Бункеры-дозаторы	1	3,0	54000
6	Смеситель-гранулятор ММ СПГБ	1	1,5	255000
7	Сушильная камера-шкаф «Универсал» ЭСПИС-4	1	10,5	50000
	Всего	5	40,0	2 359 000

Основные технико-экономические показатели сравниваемых вариантов представлены в таблице 4.6, а результаты расчета затрат – в таблице 4.7.

Таблица 4.6 – Техничко-экономические показатели сравниваемых вариантов

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Сравниваемые варианты		Степень превышения раз
			Базовый на основе смесителя-гранулятора Б6-ДГВ	Предлагаемый на основе ММ СПГБ	
1	2	3	4	5	6
1.	Производительность	кг/ч	при Ø гранул от 4,7 мм до 19 мм 2500-4500 при Ø 2,0 мм – 3,0 мм не работоспособен (принимает 300)	при Ø гранул 2-5 до 300	-

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3	4	5	6
2.	Установленная мощность				
2.1	Линии карбамида		12,0	-	-
2.2	Линии мелассы		13,0	-	-
2.3	Установки Б6-ДГВ		137,5	-	-
2.4	Линии подачи соломы и зеленой массы	кВт	-	25,0	-
2.5	Линии подачи соевого сырья		-	3,0	-
2.6	Смесителя-гранулятора		-	1,5	-
2.7	Сушильной камеры «Универсал» ЭСПИС-4		-	10,5	-
	Всего		162,5	40,0	4,1
3	Масса оборудования	т	12,0	5,8	2,1
4	Энергоёмкость	$\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{кг}}$	1,35	0,34	3,98
5	Металлоёмкость	т/кг/ч	0,1	7,0	0,05

Таблица 4.7 – Показатели технико-экономической эффективности внедрения в производство линий приготовления ФИ

Наименование показателя	Обозначение	Единицы измерения	Показатели при применении	
			базового варианта	предлагаемого варианта
Амортизационные отчисления	АО ₁ АО ₂	руб.	669 000,00	403 0850,00
Затраты на текущий ремонт	ТР ₁ ТР ₂	руб.	780 500,00	470 260,00
Годовой фонд зарплаты	ЗП ₁ ЗП ₂	руб.	733 320,00	733 320,00
Затрат на электроэнергию	ЗЭ ₁ ЗЭ ₂	руб.	1 595 853, 00	133 371,00
Годовые эксплуатационные затраты	ЭГ ₁ ЭГ ₂	руб.	3 778 673,00	1 740 031,00
Годовой экономический эффект по затратам	ЭГ _э	руб.	–	2 038 642,00

4.4 Технико-экономическая эффективность получения заменителя цельного молока и кальцийсодержащей кормовой добавки на основе соево-корнеклубнеплодных композиций с помощью инновационного дезинтеграционно-экстракционного устройства

Технико-экономическую эффективность от использования разработанных и предложенных технических решений по данному направлению для комплек-

та, согласно рисунку 4.15, определяли в соответствии с принятыми методиками [53, 60, 87].

В качестве базового варианта для сравнения и расчета принят комплект оборудования КПСМ-850 для производства соевой муки и крупки, дополненный необходимым оборудованием, по разработкам д.т.н. Иванова С.А. [60]. Состав и характеристика комплектов оборудования по сравниваемым вариантам представлены в таблицах 4.8 и 4.9.

Результаты расчетов по основным ТЭП представлены в таблице 4.10, а по затратам – в таблице 4.11.

Таблица 4.8 – Состав и характеристика комплекта оборудования по базовому варианту КПСМ-850+ПШМ-250+АЗМ-0,8 [60]

Перечень оборудования	Количество	Масса, кг	Установленная мощность, кВт	Оптовая цена, руб.
Термоагрегат	1	2300	8,5	470 600
Шелушильная машина	1	85	3,0	20 400
Мельница грубого помола	1	85	3,0	23 600
Циклон-накопитель	2	200	2,5	12 300
Вихревая мельница КРС-1,0	1	500	40	310 600
Агрегат АЗМ-0,8 А	1	800	1,5	62 000
Промежуточный бункер-накопитель	2	100	1,5	5 200
Пресс-экструдер ПШМ-250	1	500	20	285 000
Нория	1	165	1,5	8 216
Резервуар-накопитель	2	100	1,5	8 100
ИТОГО	11	5139	83,0	1 231 616

Таблица 4.9 – Состав и характеристика комплекта оборудования по предлагаемому варианту

Перечень оборудования	Количество	Масса, кг	Установленная мощность, кВт	Оптовая цена, руб.
Бункер-дозатор соевого сырья	1	100	2,0	150 000
Бункер-дозатор мела	1	100	2,0	150 000
ММ СДЭУ	1	100	1,0	150 000
ММ СПГ	1	250	1,0	255 000
АЗМ-0,8 А с парогенератором	1	800	1,5	62 000
Нория	1	165	1,5	8 216
МСШ-Универсал	1	300	9,0	50 000
ИТОГО	7	1815	20,0	825 216

Таблица 4.10 – Основные технико-экономические показатели к расчету годовых эксплуатационных затрат

Наименования показателя	Обозначение	Единицы измерения	Показатели при применении:	
			базового варианта	предлагаемого варианта
Оптовая цена	C_1 C_2	Руб.	1 231 616	825 216
Коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку и монтаж	K_0	Руб.	1,2	1,2
Балансовая стоимость	B_1 B_2	Руб.	14 779 392	990 259,2
Количество работников	R	Чел.	2	2
Часовая тарифная ставка работника	C_p	Руб./ч	166,4	166,4
Коэффициент, учитывающий отчисления в фонды	$K_{дон}$	–	1,395	1,395
Коэффициент использования оборудования	K_u	–	0,8	0,8
Действительный годовой фонд рабочего времени	Φ_D	час	1668,8	1668,8
Годовой объем работ	$G_{год}$	тонн	500,6 – ЗЦМ 50,06 – КД	500,6 – ЗЦМ 50,06 – КД
Коэффициент, учитывающий отчисления на текущий ремонт	$K_{ТР}$	–	0,05	0,05
Коэффициент амортизационных отчислений на капитальный ремонт	K_a	–	0,39	0,39
Тариф за электроэнергию	$T_э$	Руб./кВт·ч	4,0	4,0
Коэффициент, учитывающий прочие накладные расходы	$K_{нр}$	–	1,89	1,89

Таблица 4.11 – Затраты на реализацию процесса приготовления заменителя цельного молока на основе соево-тыквенных композиций

Статьи затрат	Обозначение	Единицы измерения	Показатели при применении:	
			базового варианта	предлагаемого варианта
Заработная плата с отчислениями	C_1	Руб.	277 688,32	277 688,32
Амортизационные отчисления	C_2	Руб.	576 396,0	386 201
Затраты на текущий ремонт	C_3	Руб.	73 896,6	49 512,9
Затраты на электроэнергию	C_4	Руб.	554 041,6	146 854,4
Прочие накладные расходы	C_5	Руб.	376 222,88	376 222,88
Годовые эксплуатационные затраты	$З$	Руб.	1 858 245,4	1 236 479,3
Годовой экономический эффект	$Э$	Руб.	–	621 765,9

Срок окупаемости составляет:

$$CO = 825216 / 621765,9 = 1,32 \text{ года}$$

Снижение металлоемкости:

$$M = 5139/1815 = 2,83 \text{ раза}$$

Снижение энергоемкости:

$$\mathcal{E}_H = 83,0/22,0 = 3,77 \text{ раза}$$

Эффективность предложенного оборудования для приготовления кормовых продуктов на основе и с использованием соевого зерна, с учетом получения дополнительной продукции, определили по следующей методике [60].

Годовое количество животноводческой продукции, получаемой за счет снижения содержания антипитательных веществ в кормах, рассчитывали по формуле [60]:

$$П_P^Г = \sum_{i=1}^n Д \cdot N \cdot G_{сум} \{0,075(1 - H \cdot \eta_1^{TЭ})\} R_1$$

Стоимость получаемой животноводческой продукции рассчитывали по формуле [60]:

$$C = П_P^Г \cdot Ц_{np}$$

Стоимость получаемой дополнительной животноводческой продукции рассчитывали по формуле:

$$\Delta C = C^{Пp} - C^B$$

Эффективность разработанных и предлагаемых технологических и технических решений рассчитывали по соотношению $\Delta C/3 > 1$.

Годовое количество животноводческой продукции, при скормливании ЗЦМ телятам, составляет:

– по базовому варианту:

$$\begin{aligned} П_P^{Г^B} &= 100 \cdot 365 \cdot (51 \cdot 0,12) \left\{ 0,075 \left[1 - 0,35 \cdot \frac{1}{24} \right] \right\} 0,2 = \\ &= 100 \cdot 365 \cdot 6,12 = \{0,075[1 - 0,35 \cdot 0,417]\} 0,2 = \\ &= 223380 \cdot \{0,075[1 - 0,146]\} 0,2 = 223380 \{0,075 \cdot 0,854\} 0,2 = 2861 \text{ кг}; \end{aligned}$$

– по новому варианту:

$$\begin{aligned} П_P^{Г^{Пp}} &= 100 \cdot 365 \cdot (51 \cdot 0,12) \left\{ 0,075 \left[1 - 0,35 \cdot \frac{0,1}{24} \right] \right\} 0,1 = \\ &= 223380 \cdot \{0,075[1 - 0,0146]\} 0,1 = 223380 \{0,075 \cdot 0,98\} 0,1 = \\ &= 223380 \{0,0739\} 0,2 = 3301,8 \text{ кг}. \end{aligned}$$

Годовое количество животноводческой продукции при скармливании гранулированных и брикетированных комбикормов-концентратов составляет:

– по базовому варианту:

$$\begin{aligned} \Pi_p^{\Gamma^B} &= 500 \cdot 365 \cdot (16 \cdot 0,9) \left\{ 0,075 \left[1 - 0,35 \cdot \frac{1,0}{24} \right] \right\} 0,34 = \\ &= 2628000 \cdot \{ 0,075 [1 - 0,146] \} 0,34 = 2628000 \{ 0,075 \cdot 0,854 \} 0,34 = 57230,0 \text{ кг}; \end{aligned}$$

– по новому варианту:

$$\Pi_p^{\Gamma^{np}} = 2628000 \{ 0,075 \cdot 0,98 \} 0,1 = 65674,0 \text{ кг}.$$

Стоимость животноводческой продукции, получаемой за счет скармливания ЗЦМ:

– по базовому варианту:

$$C^B = 2861,5 \text{ кг} \cdot 100 \text{ руб./кг} = 286150 \text{ руб.};$$

– по новому варианту:

$$C^{np} = 3301,8 \text{ кг} \cdot 100 \text{ руб./кг} = 330180 \text{ руб.}$$

Стоимость животноводческой продукции, получаемой за счет скармливания кормовой добавки, составляет:

– по базовому варианту:

$$C^B = 57230 \text{ кг} \cdot 90 \text{ руб./кг} = 5150700 \text{ руб.};$$

– по новому варианту:

$$C^{np} = 65674 \text{ кг} \cdot 90 \text{ руб./кг} = 5910660 \text{ руб.}$$

Стоимость получаемой дополнительной продукции

$$\begin{aligned} \Delta C &= (330180 + 591066) - (286150 + 5150700) = \\ &= 6240840 + 5436850 = 803990 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Эффективность предлагаемых технологических и технических решений равна

$$\mathcal{E}^D = 803990 / 643043,68 = 1,25.$$

Таким образом, предложенные решения дают норму рентабельности, равную 25 %.

Выводы:

1. В результате проведенной производственной проверки основных результатов исследований, выполненных в рамках данной диссертационной работы, установлено, что предложенные варианты технологических линий, с использованием разработанных технических средств блочно-модульного типа, позволяют получить кормовые продукты в виде кормовых смесей, гранул и брикетов, а также ЗЦМ и кальцийсодержащую добавку, с показателями, соответствующими зоотехническим требованиям.

Так, однородность смеси и равномерность дозированной выдачи кормов при достигнутой степени измельчения $\lambda = 3 - 5$ ед. составляет $\theta \geq \pm 15 \%$, $\delta \leq \pm 15 \%$.

Производственная проверка также показала, что достижение данных показателей обеспечивается применением модуля в виде инновационного ИРУ, производительностью от 3,0 до 6,0 кг/с, в зависимости от вида измельчаемого и распределяемого в бункере ММ МРПК вида кормового сырья.

При этом, затраты энергии на смешивании и раздаче кормовых смесей не превышает 25,0 кВт, а производительность составляет до 40 т/ч. Это обеспечивает значение показателя энергоемкости на уровне $0,625 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, что ниже, чем аналога;

2. Проверкой установлено, что техническое средство в виде ММ СПГБ позволяет получить гранулы и брикеты с прочностью не ниже $\Pi = 15 \%$ при производительности до 300 кг/ч и установленной мощности электродвигателя $N = 1,0$ кВт.

При данных значениях, энергоемкость ММ СПГБ составляет $5,0 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, что ниже, чем у аналога;

3. Производственными испытаниями установлено, что качественные показатели ММ СДЭУ на приготовлении ЗЦМ и КД телятам, на основе соево-

тыквенных композиций находятся на уровне $K \geq 12,0 \%$ и $\Theta \geq 85,0 \%$, при установленной мощности 2,0 кВт и производительности:

- по исходному сырью – $Q = 30,0$ кг/ч;
- по ЗЦМ – $Q = 300,0$ л/ч;
- по КД – $Q = 30,0$ кг/ч.

Это обеспечивает значение показателя энергоемкости на приготовлении ЗЦМ – $3,33 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ и по сырью – $33,3 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$, что ниже, чем у аналогов (КНР);

4. Проведенные расчеты по сравнительной технико-экономической эффективности использования предложенного комплекта технических средств блочно-модульного типа, показали их относительно высокую эффективность по энергоемкости, металлоемкости и эксплуатационным затратам.

При этом расчетный показатель рентабельности находится на уровне 25 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоги выполненного исследования:

1. Многочисленные исследования ученых, а также практика показывают, что при существующей многовариантности типов и схем системы механизированного кормления КРС на фермах малого размера, ее функционирование не является эффективным в виду отсутствия рационально унифицированных технологий и малоэнерго- и металлоемких технических средств по приготовлению и раздаче кормов, а также прессованных кормовых смесей и заменителей цельного молока.

Так энергоемкость и металлоемкость прицепных раздатчиков-смесителей отечественного производства находится на уровне – 9,27 кВт·ч/т и 0,918 т/(т/ч), и зарубежного (Венгрия, США) – 0,835-0,900 кВт·ч/т и 0,05-0,086 т/(т/ч).

По прессам-грануляторам с кольцевой матрицей эти показатели составляют – 9,75 кВт·ч/т и 1,1 т/(т/ч), с двухвинтовым нагнетателем – соответственно – 21,5 кВт·ч/т и 0,24 т/(т/ч).

По установкам для производства соевого молока серии DFJ-50A, производства КНР от 40,0 кВт·ч/т.

При этом, установлено, что требованиям рациональной технологической гибкости и универсальности, а также относительно низкой энерго- и металлоемкости, в полной мере отвечают малогабаритные многооперационные технические средства блочно-модульного типа многофункционального назначения;

2. На основе теории множеств и математической логики, базирующихся на принципах комбинаторики и пространства логических возможностей обоснованы подходы к созданию малоэнерго- и металлоемких технических средств блочно-модульного типа, адаптированных к условиям малых ферм.

Разработана математическая модель оценки затратно-энергетической эффективности функционирования системы механизированного кормления жи-

вотных в условиях малых ферм КРС, позволяющая на стадии ее проектирования оценить принятые технологические и технические решения по величине материальных, трудовых и энергетических затрат, с учетом качественных показателей работы малогабаритно-многооперационных технических средств многофункционального назначения, а также количества операций, выполняемых одной машиной;

3. Сравнительная оценка затратно-энергетической эффективности механизированного процесса приготовления кормов и кормовых смесей с их раздачей на малых фермах КРС основывается на полученных аналитическим путем математических зависимостях, характеризующих показатели качества работы технических средств по:

- степени измельчения измельчающе-распределяющего модуля ММ МРПК;
- показателям равномерности подачи и однородности выдаваемой смеси ММ МРПК;
- показателю прочности гранул и брикетов, получаемых с помощью ММ СПГБ;
- показателю концентрации питательных веществ в ЗЦМ на основе соевых-тыквенных композиций, получаемого с помощью ММ СДЭУ;

4. Обоснованы оптимальные значения конструктивно-режимных параметров малогабаритных многооперационных технических средств для приготовления и раздачи кормов и кормовых смесей, приготовления гранул и брикетов, а также ЗЦМ и кормовой добавки с помощью полученных адекватных математических моделей в виде достоверных уравнений регрессии и эмпирических зависимостей;

Оптимальными параметрами и режимами работы технических средств блочно-модульного типа, обеспечивающих выполнение процессов в соответствии с требуемыми показателями качества, а также минимальными материальными и энергетическими затратами являются:

- для малогабаритного многооперационного мобильного раздатчика-

питателя кормов и кормовых смесей:

- 1) угловая скорость ротора ИРУ – $\omega = 190,0 \text{ с}^{-1}$;
- 2) интенсивность колебаний козырька ИРУ – $n_k = 60 \text{ кол./мин.}$;
- 3) выход рабочей части Н-образных молотков ИРУ – $\Delta_n = 8 \text{ мм}$;

– для малогабаритного многооперационного стационарного пресс-гранулятора-брикетировщика:

- 1) угловая скорость винта пресса – $\omega_s = 9 - 10 \text{ с}^{-1}$;
- 2) диаметр продольного канала в брикете – $d_o = 2,0 - 2,1 \text{ мм}$;
- 3) соотношение компонентов (солома : тыква) – $\gamma = 1,0 : 1,0$;

– для процесса сушки брикетов:

- 1) продолжительность сушки брикетов – $t_c = 35 \text{ мин}$;
- 2) температура – $T^\circ = 79 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 3) диаметр продольного канала в полом брикете – $d_o = 3,0 \text{ мм}$;

– для малогабаритного многооперационного стационарного дезинтеграционно-экстракционного устройства с прессом для приготовления кальцийсодержащей добавки:

- 1) угловая скорость диска $\omega_d = 199 - 201 \text{ с}^{-1}$;
- 2) степень измельчения – $\lambda = 44 - 45 \text{ ед.}$;
- 3) соотношение семена сои : тыква = $1 : 1$;

– для получения КБКД:

- 1) угловая скорость винта – $\omega_o = 6,0 \text{ с}^{-1}$;
- 2) диаметр отверстия – $d_{oo} = 5,0 \text{ мм}$;
- 3) влажность НСТЖО – $W = 60 \text{ \%}$ с расхождением по теоретическим данным в пределах $4,8 - 9,9 \text{ \%}$ при доверительной вероятности $p = 0,9$;

5. Полученные экспериментальным путем параметры подтверждены результатами теоретических исследований и обоснованы в результате проведенной производственной проверки. На основе проведенных исследований и полученных результатов разработаны конструктивно-технологические схемы рациональных вариантов технологической линии приготовления и раздачи кормов с использованием малогабаритных многооперационных технических средств

двухфункционального назначения:

- ММ МРПК (раздача и подача с одновременным смешиванием);
- ММ СПГБ (гранулирование и брикетирование);
- ММ СДЭУ (получение ЗЦМ и кормовой добавки);

6. Производственной проверкой установлено, что:

– ММ МРПК обеспечивает самозагрузку, измельчение с равномерным распределением корма в бункере, транспортировку, равномерное дозирование однокомпонентных грубых и сочных кормовых продуктов, а также однородных смесей на их основе при $\lambda = 2,9-6,0$ ед. и $\theta_c = 87,5$ %;

– ММ СПГБ – равномерное усреднение влаги в прессуемых композициях, формирование гранул и полых брикетов требуемой прочности $\Pi = 95,0$ %;

– ММ СДЭУ – дезинтеграцию исходных компонентов и их композиций с экстракцией питательных веществ с требуемой их концентрацией – $K = 12,0$ %, отделением нерастворимого соево-тыквенного остатка – жома и получением кальцийсодержащей кормовой добавки заданного состава и свойств.

Проведенная проверка позволяет рекомендовать к использованию в производстве данные технические средства по семи вариантам их технологических и компоновочных схем.

7. В результате сравнительной технико-экономической оценки эффективности предложенных технологических схем и совокупности малогабаритных многооперационных средств механизации, установлено, что они позволяют:

– по малогабаритному многооперационному мобильному раздатчику-питателю кормов получить годовой экономический эффект по затратам в размере 1 612 026,00 руб., при лимитной цене 3 422 678,15 руб. на объем работ, равный 960 тонн;

– по линии производства гранулированных и брикетированных комбикормов-концентратов снизить металлоемкость в 2,1 раза, энергоёмкость в 3,98 раза при годовой экономической эффективности по затратам, равной 2 038 642,22 руб.;

– по линии производства заменителя цельного молока на основе соево-

тыквенных композиций снизить металлоемкость в 2,83 раза, энергоемкость в 3,77 раза, при годовой экономической эффективности по затратам в размере 621 765,90 руб. и сроке окупаемости 1,32 года;

8. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований даны рекомендации и предложения производству по разработке и проектированию систем механизированного кормления животных на фермах КРС малой мощности с поголовьем – 50-100 коров.

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. При разработке, проектировании и создании системы механизированного кормления КРС, адаптированных к условиям малых ферм, рациональным подходом является использование малогабаритных многооперационных технических средств двухфункционального назначения в виде:

- самозагружающегося мобильного малогабаритного многооперационного раздатчика-питателя кормов, производительностью на смешивании и раздаче кормов не менее 40,0 т/ч, агрегируемого трактором типа МТЗ;

- стационарного многооперационного пресс-гранулятора-брикетировщика кормов, производительностью 300 кг/ч, с сушильной камерой «Универсал»-ЭСПИС-4 и установленной мощностью 10,5 кВт;

- стационарного многооперационного дезинтеграционно-экстракционного устройства, производительностью 300 л/ч по заменителю цельного молока и устройством для приготовления кальцийсодержащей кормовой добавки и установленной мощностью до 2,0 кВт;

2. Данную совокупность машин рекомендуется компоновать по схемам в соответствии с разработанными вариантами, с учетом структуры стада, видового состава исходного сырья, на основе сезонного годового графика загрузки и работы данного оборудования, в его блочно-модульном исполнении на фермах до 100 коров.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Используя наработанный теоретический и экспериментальный материал, имеется возможность и целесообразность создания высокоэффективных технологических и технических решений для малых ферм в направлении повышения их технологической гибкости и универсальности по следующей совокупности вариантов:

- разработки технических средств блочно-модульного типа для приготовления и раздачи кормовых смесей с объемом бункера до 10,0 м³ различной компоновки;
- разработки технических средств блочно-модульного типа пресс-грануляторов и пресс-брикетировщиков для получения продуктов различной конфигурации и более широкого кормового ассортимента;
- разработки технических средств решетчато-ножевого типа для приготовления ЗЦМ и белково-витаминных добавок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
- 2 Алешкин, В.Р. Механизация животноводства / В.Р. Алешкин, П.М. Рошин. – М.: Колос, 1993. – 284 с.
- 3 Артюшин, А.А. Методика оценки качества работы смесителей кормов / А.А. Артюшин // Новое в методах испытаний тракторов и сельхозмашин. – М., 1976. – С. 32 – 38.
- 4 Бахтоков, В.М. Бипланетарные и адаптивные циклоидальные смесители / В.М. Бахтоков. – М.: Индрик, 2000. – 58 с.
- 5 Беклемишев, Д.В. Курс аналитической алгебры / Д.В. Беклемишев. – М.: Наука, 1987. – 320 с.
- 6 Борсук, А.А. Механико-технологические основы получения продуктов различной физической формы с использованием сои: монография / А.А. Борсук, С.М. Доценко, С.В. Вараксин [и др.]. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2015. – 252 с.
- 7 Бочарова, Е.Г. Разработка и обоснование параметров навесного смесителя к трактору-трамбовщику для приготовления силоса в траншеях: автореф. дис. канд. техн. наук / Е.Г. Бочарова. – Саратов, 1985. – 23 с.
- 8 Боярский, Л.Г. Производство и использование полнорационных кормовых смесей / Л.Г. Боярский. – М.: Колос, 1976. – 240 с.
- 9 Булавин, С.А. Эффективность применения мобильного кормоприготовительного агрегата / С.А. Булавин, И.И. Воронцов // Техника в сельском хозяйстве. – 1991. – № 3. – С. 8 – 9.
- 10 Бурмага, А.В. Исследование эффективности работы линии приготовления и раздачи кормовых смесей / А.В. Бурмага, С.М. Доценко, С.В. Каменев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 6. – С. 29 – 30.

11 Бурмага, А.В. Методика расчета поточной линии приготовления и раздачи кормовых смесей жвачным животным / А.В. Бурмага, С.М. Доценко, С.В. Каменев // Научное обозрение. – 2013. – № 10. – С. 213 – 219.

12 Бурмага, А.В. Определение мощности на привод измельчителя корнеклубнеплодов и тыквы / А.В. Бурмага, Е.В. Сохимо, Л.Н. Кравченко // Сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 1996. – С. 7 – 10.

13 Бурмага, А.В. Рекомендации по повышению эффективности функционирования системы механизированного кормления жвачных животных / А.В. Бурмага, С.М. Доценко, А.В. Якименко, С.В. Каменев. – Благовещенск : Изд-во ДальГАУ, 2013. – 46 с.

14 Бурмага, А.В. Рекомендации по разработке и использованию технологии приготовления полнорационных кормовых смесей с использованием плодов тыквы / А.В. Бурмага, С.М. Доценко. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2012. – 26 с.

15 Бурмага, А.В. Совершенствование процессов и средств механизации кормления КРС полнорационными кормовыми смесями с использованием тыквы: монография / А.В. Бурмага, С.М. Доценко. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2012. – 228 с.

16 Бурмага, А.В. Совершенствование рабочего процесса и обоснование параметров измельчителя плодов тыквы / А.В. Бурмага, С.М. Доценко, Е.В. Панова // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 1. – С. 153 – 158.

17 Бурмага, А.В. Совершенствование технологического процесса бункерного раздатчика-смесителя кормов для крупного рогатого скота и обоснование параметров его отделяюще-смешивающего органа: автореф. дис. канд. техн. наук / А.В. Бурмага. – Саратов, 1992. – 22 с.

18 Вараксин, С.В. Механико-технологические основы повышения эффективности приготовления кормовых продуктов с использованием соево-зерновых композиций: монография / С.В. Вараксин, С.М. Доценко, С.А. Иванов [и др.]. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2014. – 294 с.

19 Вараксин, С.В. Научно-технические аспекты технологии пригото-

ния сухих заменителей молочных кормов и гранулятов с использованием сои: монография / С.В. Вараксин, С.М. Доценко, С.А. Иванов [и др.]. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2015. – 196 с.

20 Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. – 199 с.

21 Вентцель, Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1964. – 576 с.

22 Воякин, С.Н. Научные основы повышения эффективности приготовления кормовой добавки с использованием соевого компонента для с.х. птицы: монография / С.Н. Воякин, С.М. Доценко, Л.А. Ковалева [и др.]. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2013. – 205 с.

23 Воякин, С.Н. Технологические основы процессов и технических средств получения высокобелкового гранулята для птицы на основе сырья животного и растительного происхождения: монография / С.Н. Воякин, С.М. Доценко, А.Н. Вишневский. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2014. – 283 с.

24 Выгодский, М.Я. Справочник по высшей математике / М.Я. Выгодский. – М., 1963. – 870 с.

25 Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 1972. – 368 с.

26 Гордезиани, В.С. Производство заменителей молока / В.С. Гордезиани. – М.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.

27 Горячкин, В.П. Собрание сочинений: в 7 т. / В.П. Горячкин. – М.: Колос, 1968. – Т. 1. – 686 с.

28 Данные о ценах на сельскохозяйственную продукцию Амурской области [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства Амурской области: офиц. сайт. – URL: <http://www.agroamur.ru/14.html> (дата обращения 10.11.2020).

29 Девяткин, А.И. Рациональное использование кормов / А.И. Девяткин. – М.: Россельхозиздат, 1990. – 256 с.

30 Дегтерев, Г.П. Технологии и средства механизации животноводства:

учебное пособие / Г.П. Дегтярев. – М. : Столичная ярмарка, 2010. – 384 с.

31 Доманьков, В.М. Агрегат для очистки и измельчения корнеклубне-плодов / В.М. Доманьков, В.П. Мармалюков, Л.Н. Яковлев // Тракторы и с.-х. машины. – 1988. – № 8. – С. 23 – 25.

32 Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

33 Доценко С.М. Технология производства белково-минеральной добавки на основе соевого сырья и морской капусты / С.М. Доценко, С.В. Бушуев [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 8. – С. 143 – 146.

34 Доценко, С.М. Выбор и расчет линии приготовления и раздачи кормовых смесей / С.М. Доценко // Техника в сельском хозяйстве. – 1989. – № 4. – С. 34 – 36.

35 Доценко, С.М. Комплект оборудования для приготовления кормосмесей КРС / С.М. Доценко, А.В. Бурмага, В.Ю. Фролов. – Благовещенск, 1993. – 3 с.

36 Доценко, С.М. Корморазравнивающее устройство / С.М. Доценко // Техника в сельском хозяйстве. – 1983. – № 6. – С. 61 – 62.

37 Доценко, С.М. Линия измельчения и дозирования сочных кормов / С.М. Доценко, Ю.Н. Нагорный, Я.А. Осипов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1988. – № 10. – С. 18 – 19.

38 Доценко, С.М. Машины и аппараты влаготепловой обработки соевого зерна: учебное пособие / С.М. Доценко, В.В. Самуйло. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 1996. – 113 с.

39 Доценко, С.М. Машины и оборудование для производства заменителей цельного молока на основе соевого белка: учебное пособие / С.М. Доценко, В.В. Самуйло. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 1996. – 200 с.

40 Доценко, С.М. Метод определения эффективности механизированного кормления животных / С.М. Доценко, А.В. Бурмага // Техника в сельском хозяйстве. – 1999. – № 5. – С. 32 – 33.

41 Доценко, С.М. Научно-практические основы технологии приготовления формованных кормовых продуктов с использованием тыквенно-зерновых

композиций: монография / С.М. Доценко, А.В. Бурмага, П.Н. Школьников [и др.]. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2017. – 254 с.

42 Доценко, С.М. Научно-технические основы получения кормовых продуктов пастообразной и жидкой физической формы с использованием сои: монография / С.М. Доценко, И.В. Бибик, А.С. Катаев [и др.]. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2015. – 196 с.

43 Доценко, С.М. Оценка эффективности механизированного кормления крупного рогатого скота / С.М. Доценко, А.В. Бурмага // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 1. – С. 28 – 30.

44 Доценко, С.М. Повышение эффективности подготовки соевого зерна к скармливанию с.х. животным: учебное пособие / С.М. Доценко, В.В. Самуйло. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 1996. – 125 с.

45 Доценко, С.М. Повышение эффективности процессов и средств механизации кормления КРС / С.М. Доценко, А.В. Бурмага // Сб. науч. тр. ДальГАУ – Благовещенск, 1997. – С. 24 – 49.

46 Доценко, С.М. Размерные характеристики тыквы / С.М. Доценко, А.В. Бурмага, Е.В. Сохимо // Сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 1996. – С. 24 – 27.

47 Доценко, С.М. Расчет производительности и выбор числа раздатчиков технологической линии приготовления и раздачи кормовых смесей крупному рогатому скоту / С.М. Доценко // Сб. науч. тр. Благовещенского сельхозинститута. – Благовещенск, 1989. – № 1. – С. 54 – 55.

48 Доценко, С.М. Рекомендации по эффективному использованию мобильных раздатчиков кормов на фермах и комплексах крупного рогатого скота / С.М. Доценко. – Новосибирск: СибИМЭ, 1990. – 33 с.

49 Доценко, С.М. Технологическая линия кормления крупного рогатого скота / С.М. Доценко, А.В. Бурмага // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 1. – С. 15 – 16.

50 Доценко, С.М. Технология и механизация переработки соевого зерна / С.М. Доценко, В.В. Самуйло. – М.: НИИТЭИагропрм, 1996. – 509 с.

51 Доценко, С.М. Технология и технические средства для подготовки корнеклубнеплодов и тыквы к скармливанию / С.М. Доценко, Я.А. Осипов. – Новосибирск: СибИМЭ, 1990. – 41 с.

52 Доценко, С.М. Руководство по расчету и выбору оборудования для пищевой продукции с использованием соевого, овощного и грибного сырья: рекомендации / С.М. Доценко [и др.]. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2018. – 53 с.

53 Драгайцев, В.И. Методика экономической оценки технологий и машин в сельском хозяйстве / В.И. Драгайцев, Н.М. Морозов. – М.: Колос 2010. – 145 с.

54 Жабко, В. А. Исследование и обоснование основных параметров для измельчения волокнистых кормовых материалов: автореф. дис. канд. техн. наук / В. А. Жабко. – Минск: 1980. – 24 с.

55 Желиговский, В.А. Экспериментальная теория резания лезвием / В.А. Желиговский // Труды МИМЭСХ. – М., 1940. – Вып. 9. – С. 27.

56 Житков, В.В. Технологии переработки сои / Митков В.В. // Механизация и электрификация с.х. – 1993. – № 8. – С. 16 – 18.

57 Завражнов, А.И. Механизация приготовления и хранения кормов / А.И. Завражнов, Д.И. Николаев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.

58 Земсков, В.И. Методы обеспечения безотказности и эффективности функционирования кормоцехов / В. И. Земсков: автореф. дис. докт. техн. наук. – Л., 1983. – 40 с.

59 Зенков, Р.Л. Механика насыпных грузов / Р.Л. Зенков. – М.: Машиностроение, 1964. – 303 с.

60 Иванов, С.А. Совершенствование технологии и технических средств приготовления кормов для животноводства на основе соевого зерна: автореф. дисс. ... докт. тех. наук / С.А. Иванов. – Новосибирск, 2005. – 48 с.

61 Как рассчитать NPV [Электронный ресурс]. – URL: rdv-it.ru/company/press-center. – 06.02.2019.

62 Клычев, Е.М. Повышение эффективности механизации животновод-

ства / Е.М. Клычев, Е.А. Вагин // Техника в сельском хозяйстве. – 1987. – № 9 – С. 29 – 31.

63 Коба, В.Г. Анализ технологических операций механизированных процессов раздачи кормов и устройств, предназначенных для выполнения их / В.Г. Коба // Механизация животноводческих ферм: сб. науч. тр. – Саратов, 1977. – Вып. 103. – С. 46 – 56.

64 Коба, В.Г. Выбор и анализ различных конструкторских схем рыхлителей-подавателей дозирующих устройств для стебельных кормов / В.Г. Коба, Г.М. Обухан // Труды Сиб. отделения ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1970. – Вып. 7. – Т. 1 – С. 35 – 39.

65 Коба, В.Г. К методике расчета экономической эффективности работы раздатчиков кормов / В.Г. Коба // Механизация работ в животноводстве: сб. науч. тр. – Саратов, 1976. – Вып. 102. – С. 119 – 124.

66 Коба, В.Г. Теоретическое исследование процесса заполнения кормовой массой бункера дозирующего устройства для грубых и сочных кормов / В.Г. Коба, В.А. Силагин // Механизация работ в животноводстве: сб. науч. тр. – Саратов, 1975. – Вып. 43. – С. 57 – 66.

67 Коба, В.Г. Технологическое обоснование повышения эффективности работы машин для раздачи кормов животным: автореф. дис. ... докт. техн. наук / В.Г. Коба. – Челябинск, 1982. – 47 с.

68 Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1977. – 831 с.

69 Краснов, В.С. Совершенствование процесса переработки грубых кормов / В.С. Краснов, Е.И. Резник // Вестник с.-х. науки. – 1980. – № 6. – С. 93 – 67.

70 Краснов, Д.А. Теоретические основы и расчетные формулы для определения веса проб / Д.А. Краснов. – М.: Недра, 1969. – 124 с.

71 Краснощекова, Т.А. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных в условиях интенсивных технологий производства продукции животноводства: учебное пособие для сельскохозяйственных вузов /

Т.А. Краснощекова и [др.] – Благовещенск: ДальГАУ, 2011. – 188 с.

72 Кукта, Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов / Г.М. Кукта. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.

73 Кукта, Г.М. Методика определения неравномерности смешивания кормов / Г.М. Кукта // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1985. – № 1. – С. 44 – 46.

74 Кукта, Г.М. Технология переработки и приготовления кормов / Г.М. Кукта. – М.: Колос, 1978. – 240 с.

75 Курков, Ю.Б. Поточно-технологическая линия приготовления кормов / Ю.Б. Курков, А.В. Бурмага, В.Ю. Фролов // Сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 1995. – С. 54 – 56.

76 Куцын, Л.М. Механико-технологические основы создания транспортирующих, дозирующих и смешивающих устройств для приготовления кормов на животноводческих фермах: автореф. дис. ... докт. техн. наук / Л.М. Куцын. – Ростов-на-Дону, 1982. – 42 с.

77 Лачуга, Ю.Ф. Прикладная математика. Нелинейное программирование в инженерных задачах / Ю.Ф. Лачуга, В.А. Самсонов, О.Н. Дидманидзе. – М.: Колос, 2001. – 288 с.

78 Лившиц, О.И. Влияние некоторых параметров на стабильность процесса раздачи кормов / О.И. Лившиц, О.Д. Гусаров // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1972. – № 5. – С. 18 – 19.

79 Лившиц, Ю.Л. Передвижные раздатчики кормов / Ю.Л. Лившиц. – М.: Машиностроение, 1966. – 87 с.

80 Макаров, Ю.И. Аппараты для смешивания сыпучих материалов / Ю.И. Макаров. – М.: Машиностроение, 1973. – 215 с.

81 Математические методы в исследовании процесса работы бункерных раздатчиков-смесителей кормов: монография / Л.Г. Крючкова [и др.]. – Благовещенск: ДальГАУ. – 2009. – 109 с.

82 Машины и оборудование для приготовления кормов: справочник в 2 ч. / И.В. Кулаковский [и др.]. – М.: Россельхозиздат, 1987. – Ч. 1. – 242 с.

- 83 Машины и оборудование для приготовления кормов: справочник: в 2 ч. / И.В. Кулаковский [и др.]. – М.: Росагропромиздат, 1988. – Ч. 2. – 286 с.
- 84 Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С. В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
- 85 Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин. – Л.: Колос, 1972. – 182 с.
- 86 Метод оценки качества смешивания кормов / С.М. Доценко [и др.] // Сб. науч.тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 1997. – С. 45 – 52.
- 87 Методические рекомендации по определению общего экономического эффекта от использования результатов НИР и ОКР в АПК. – М.: РАСХН, 2007. – 31 с.
- 88 Механизация животноводства и кормопроизводства на малой ферме / под ред. Л.П. Кармановского. – М.: Агропромиздат, 1989. – 207 с.
- 89 Механизация и технология животноводства: учебник / В.В. Кирсанов [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 583 с.
- 90 Механизация и технология животноводства: учебник для вузов / В.В. Кирсанов, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич [и др.]. – М.: Колосс, 2007. – 581 с.
- 91 Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба [и др.]. – М.: Колос, 2000. – 528 с.
- 92 Механизация процессов приготовления и раздачи кормов в условиях малых ферм и фермерских хозяйств / А.В. Бурмага [и др.] // Сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 1999. – С. 18 – 21.
- 93 Миончинский, П.Н. Производство комбикормов / П.Н. Миончинский. – М.: Агропромиздат, 1991 – 208 с.
- 94 Монари, С. Справочник по использованию в кормлении животных соевых бобов / С. Монари. – Вашингтон, 1994. – 64 с.
- 95 Монтгомери, Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных / Д.К. Монтгомери. – Л.: Колос, 1980. – 384 с.

96 Морозова, Е.И. Повышение эффективности приготовления соевых кормов путем оптимизации параметров ленточного пресса / Е.И. Морозова. – СПб., Павловск, 2001. – 16 с.

97 Мурусидзе, Д.Н. Технология производства продукции животноводства: учебник для вузов / Д.Н. Мурусидзе, В.Н. Легеза, Р.Ф. Филонов. – М.: Колос, 2005.

98 Налимов, В.В. Теория эксперимента / В.В. Налимов. – М.: Наука, 1971. – 208 с.

99 Обухан, Г.М. Обоснование и исследование конструкции дозирующего устройства для грубых и сочных кормов: автореф. дис. канд. техн. наук / Г.М. Обухан. – Саратов, 1970. – 33 с.

100 Омельченко, А.А. К вопросу о неравномерности раздачи кормов мобильными кормораздатчиками / А.А. Омельченко, Ю.Л. Лившиц // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1970. – № 8. – С. 33 – 54.

101 Омельченко, А.А. Кормораздающие устройства / А.А. Омельченко, Л.М. Куцын. – М.: Машиностроение, 1971. – 208 с.

102 Орлова И. В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование / И.В. Орлова, В.А. Полковников. – М.: Вузовский учебник, 2009. – 365 с.

103 Оценка процесса смешивания кормов / Г.М. Кукта [и др.] // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1969. – № 2. – С. 48 – 51.

104 Патент РФ № 2563676 Способ приготовления белково-углеводно-минерального кормового продукта / авторы Школьников П.Н., Широков В.А., Доценко С.М. и др. Оpubл. в БИ от 26.08.2015.

105 Патент РФ № 2563677 Способ приготовления белково-минерально-витаминного кормового продукта / авторы Школьников П.Н., Широков В.А., Доценко С.М. и др. Оpubл. в БИ от 26.08.2015.

106 Патент РФ № 2563673 Способ приготовления белково-витаминно-минерального кормового продукта / авторы Школьников П.Н., Широков В.А.,

Доценко С.М. и др. Оpubл. в БИ от 26.08.2015.

107 Патент РФ № 2555581 Способ приготовления гранулированного кормового продукта / авторы Школьников П.Н., Широков В.А., Доценко С.М. и др. Оpubл. в БИ от 08.06.2015.

108 Патент РФ № 2555578 Способ приготовления гранулированного кормового продукта / авторы Школьников П.Н., Широков В.А., Доценко С.М. и др. Оpubл. в БИ от 08.06.2015.

109 Патент РФ № 2621354 Способ приготовления гранулированного корма / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Гончарук А.И. и др. Оpubл. в БИ от 02.06.2017.

110 Патент РФ № 2624947 Измельчитель влажных продуктов / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Иванин А.Г. и др. Оpubл. в БИ от 11.07.2017.

111 Патент РФ № 2624954 Самозагружающийся кормораздатчик / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Гончарук А.И. и др. Оpubл. в БИ от 11.07.2017.

112 Патент РФ № 2628397 Способ приготовления гранулированного комбикорма для кроликов / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Гончарук А.И. и др. Оpubл. в БИ от 16.08.2017.

113 Патент РФ № 2634004 Способ приготовления белково-витаминных продуктов функциональной направленности / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Иванин А.Г. и др. Оpubл. в БИ от 23.10.2017.

114 Патент РФ № 2634005 Способ приготовления кормов для кроликов / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Гончарук А.И. и др. Оpubл. в БИ от 23.10.2017.

115 Патент РФ № 2634359 Способ приготовления гранулированного продукта для кроликов / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Гончарук А.И. и др. Оpubл. в БИ от 26.10.2017.

116 Патент РФ № 2652387 Способ приготовления белково-витаминного гранулированного продукта / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Винокуров С.А. и др. Оpubл. в БИ от 26.04.2018.

117 Патент РФ № 2665075 Способ приготовления гранулированного концентрата / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Винокуров С.А. и др. Оpubл. в БИ от 28.08.2018.

118 Патент РФ № 2663610 Агрегат для поточного приготовления заменителя цельного молока и комбикормов / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Иванин Г.А. и др. Оpubл. в БИ от 07.08.2018.

119 Патент РФ № 2652389 Способ приготовления гранулированного комбикорма для кроликов / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Гончарук А.И. и др. Оpubл. в БИ от 26.04.2018.

120 Патент РФ № 2663340 Способ приготовления комбикорма для кроликов / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Гончарук А.И. и др. Оpubл. в БИ от 03.08.2018.

121 Патент РФ № 2690637 Пресс-гранулятор / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Винокуров С.А. и др. Оpubл. в БИ от 04.06.2019.

122 Патент РФ № 2685943 Прессующее устройство / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Винокуров С.А. и др. Оpubл. в БИ от 23.04.2019.

123 Патент РФ № 2727270 Способ приготовления каротино-кальциевой добавки / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Крючкова Л.Г. и др. Оpubл. в БИ от 21.07.2020.

124 Патент РФ № 2727272 Способ приготовления белково-витаминного кормового продукта / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Крючкова Л.Г. и др. Оpubл. в БИ от 21.07.2020.

125 Патент РФ № 2729216 Способ приготовления белково-концентратной добавки / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Крючкова Л.Г. Оpubл. в БИ от 05.08.2020.

126 Патент РФ № 2729393 Способ приготовления белково-витаминного концентрата / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Крючкова Л.Г. Оpubл. в БИ от 06.08.2020.

127 Патент РФ № 2734264 Способ приготовления белково-углеводного кормового продукта / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Крючкова Л.Г.

и др. Оpubл. в БИ от 14.10.2020.

128 Патент РФ № 2727255 Способ получения белково-калициево-токофероловой добавки / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Крючкова Л.Г. и др. Оpubл. в БИ от 21.07.2020.

129 Патент РФ № 2738978 Способ получения белково-углеродного продукта для крупного рогатого скота / авторы Школьников П.Н., Доценко С.М., Крючкова Л.Г. и др. Оpubл. в БИ от 21.12.2020.

130 Пахомов, В.С. Расчет технологических показателей комплектов машин и оборудования / В.С. Пахомов, В.Д. Никитин, В.С. Шве́ц // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1986. – № 7. – С. 32 – 34.

131 Пелеев, А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности / А.И. Пелеев. – М.: Колос, 1971. – 223 с.

132 Передня, В.И. Инженерные основы построения технологических линий приготовления кормовых смесей / В.И. Передня // Проблемы комплексной механизации и автоматизации кормопроизводства, хранения, приготовления и раздачи кормов животным. – М., 1981. – С. 174 – 176.

133 Передня, В.И. Использование оборудования КОРК-15 в типовых кормоцехах / В.И. Передня, В.С. Сыманович, Л.И. Кропп // Техника в сельском хозяйстве. – 1982. – № 5. – С. 28 – 30.

134 Передня, В.И. Механизация приготовления кормосмесей / В.И. Передня. – Минск: Ураджай 1982. – 286 с.

135 Передня, В.И. Энергоемкость процесса резания в измельчителе-смесителе типа ИСК-3 / В.И. Передня // Механизация процессов в земледелии и кормоприготовлении. – Минск, 1983. – С. 131 – 139.

136 Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление / Н.С. Пискунов. – М.: Наука, 1976. – Т. 1. – 445 с.

137 Пошевкин, Ю.Б. Оценка равномерности распределения ингредиентов в кормосмесях / Ю.Б. Пошевкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства – 1980. – № 3. – С. 25 – 28.

138 Разработка и внедрение машин для подготовки кормов к скармлива-

нию крупному рогатому скоту: отчет о НИР / БСХИ. Руководитель работы Доценко С.М. Исполнители: Нагорный Ю.Н., Фролов В.Ю., Бурмага А.В. 01.870091526. – Благовещенск, 1988.

139 Разработка и обоснование параметров ПТЛ приготовления и раздачи кормовых смесей: отчет / ДальНИПТИМЭСХ. Руководитель работы Доценко С.М. Исполнители: Фролов В.Ю., Нагорный Ю.Н., Осипов Я.А., Бурмага А.В., Курков Ю.Б. и др. № ГР 74029566. – Благовещенск, 1990. – 205 с.

140 Резник, Е.И. Малым фермам – современную кормоприготовительную технику / Е.И. Резник // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1986. – № 8. – С. 38 – 40.

141 Резник, Е.И. Основные тенденции развития конструкций бункерных измельчителей кормов / Е.И. Резник // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1985. – № 6. – С. 26 – 27.

142 Резник, Е.И. Развитие зарубежной техники для заготовки, приготовления и раздачи кормов / Е.И. Резник // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1985. – № 1. – С. 35 – 36.

143 Резник, Е.И. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Е.И. Резник. – М.: Машиностроение, 1975. – 265 с.

144 Рекомендации по эффективному использованию машин и оборудования в животноводстве / Н.Г. Насыпайко [и др.]. – Тамбов, 1986. – 45 с.

145 Ромазанов, Л.Н. Исследование и совершенствование конструкций рабочих органов для измельчения сочных кормов / Л.Н. Ромазанов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Саратов, 1974. – 24 с.

146 Сажко, Л.И. Выбор массы пробы при определении влажности кормовых смесей / Л.И. Сажко, В.А. Матвиевский // Механизация и электрификация сельского хозяйства – 1986. – № 7. – С. 17 – 18.

147 Сечкин, В.С. Заготовка и приготовление кормов в Нечерноземье / В.С. Сечкин, Л.А. Сулима, В.П. Белов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 205 с.

148 Силагин, В.А. Влияние способа загрузки на работу бункерного дозатора // Механизация и автоматизация животноводческих ферм / В.А. Силагин. –

Тамбов, 1972. С. 42 – 44.

149 Симарев, Ю.А. Снижение эксплуатационных издержек при использовании машин для приготовления и раздачи кормов / Ю.А. Симарев // Техника в сельском хозяйстве. – 1990. – № 5. – С. 30 – 31.

150 Сичкарь, В.Ф. О кормоцехе для малых ферм крупного рогатого скота / В.Ф. Сичкарь, В.В. Гопка // Научно-технический бюллетень ЦНИИТИМЭСЖ. – Запорожье, 1986. – С. 15 – 20.

151 Соболев Р.В. Совершенствование технологии и обоснование параметров технологической линии приготовления кормов с использованием сои: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Р.В. Соболев. – Благовещенск, 2011. – 24 с.

152 Справочник по кормлению сельскохозяйственных животных / А.М. Венедиктов [и др.]. – М.: Россельхозиздат, 1989. – 358 с.

153 Справочник по механизации животноводства / С.В. Мельников [и др.]. – Л.: Колос, 1983. – 336 с.

154 Стригунов, М.В. Оптимизация параметров и режимов процесса приготовления кормовых смесей / М.В. Стригунов // Тракторы и с.-х. машины. – 1985. – № 10. – С 21 – 22.

155 Сухоруков, В.В. Стабильность дозирования кормов раздатчиком типа КТУ-10 / В.В. Сухоруков // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1976. – № 10. – С. 22 – 24.

156 Сыроватка, В.И. Машинные технологии приготовления комбикормов в хозяйствах: монография / В.И. Сыроватка; ГНУ ВНИИМЖ. – М.: ГНУ ВНИИМЖ, 2010. – 247 с.

157 Сыроватка, В.И. Механизация приготовления кормов. / В.И. Сыроватка, А.В. Демин, А.Х. Джалилов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 287 с.

158 Титенок, А.В. Повышение эффективности процесса измельчения корнеплодов режущими элементами: автореф. дис. канд. техн. наук / А.В. Титенок. – Саратов, 1988. – 24 с.

159 Тишанинов, Н.П. Повышение эффективности использования техники в животноводстве / Н.П. Тишанинов // Техника в сельском хозяйстве. – 1991. –

№ 3. – С. 34 – 35.

160 Тищенко, М.А. Выбор оборудования для кормовых линий ферм крупного рога – того скота / М.А. Тищенко // Техника в сельском хозяйстве. – 1989. – № 4. – С. 27 – 28.

161 Тот, Л. Эффективность использования кормосмесителей-раздатчиков на скотоводческих фермах / Л. Тот // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1976. – № 1. – С. 91 – 95.

162 Уланов, И.А. Исследование технологического процесса приготовления смесей из грубых и сочных кормов: автореф. дис. канд. техн. наук / И.А. Уланов. – Саратов, 1965. – 26 с.

163 Федоренко, И.Я. Проектирование технических устройств и систем: принципы, методы, процедуры: учебное пособие / И.Я. Федоренко. – Барнаул: АГАУ, 2003.

164 Федоренко, И.Я. Технологические процессы и оборудование для приготовления кормов : учебное пособие / И.Я. Федоренко. – М.: ФОРУМ, 2007. – 176 с.

165 Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов / В.И. Феодосьев. – М., 1967. – 552 с.

166 Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления / Г.М. Фихтенгольц. – М.: Наука, 1966. – Т. 1. – 633 с.

167 Хазанов, Е.Е. Повышение равномерности раздачи корма мобильными машинами / Е.Е. Хазанов, Н.К. Александров // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1971. – № 12. – С. 27 – 28.

168 Херуимов, Н. Г. Кормоприготовительное отделение малой фермы / Н.Г. Херуимов, Ю.Н. Нагорный, А.В. Бурмага // Проблемы комплексной механизации растениеводства и животноводства на Дальнем Востоке: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1991. – С. 129 – 131.

169 Хлыстунов, В.Ф. Об использовании электрофизических свойств кормосмесей в анализах их однородности / В.Ф. Хлыстунов, В.А. Малахов // Исследование и разработка высокопроизводительных технических средств в кор-

мопроизводстве. – Зеленоград, 1982. – 171 с.

170 Шакиров, Г.Н. Исследования рабочего процесса и обоснование параметров бункерного раздатчика кормов для крупного рогатого скота: автореф. дис. канд. техн. наук / Г.Н. Шакиров. – Саратов, 1977. – 26 с.

171 Шамов, Н.Г. Технологическая линия обработки корнеклубнеплодов / Н.Г. Шамов // Техника в сельском хозяйстве. – 1985. – № 8. – С. 38.

172 Широков, В.А. Научно-технические аспекты повышения эффективности приготовления комбикормов-концентратов на основе соево-зерновых смесей: монография / В.А. Широков, С.М. Доценко, С.А. Иванов [и др.] – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2014. – 227 с.

173 Школьников, П. Н. Научные основы процессов приготовления кормовой добавки с использованием сапропеля / П. Н. Школьников, С. М. Доценко, В. А. Широков, В. А. Макаров. – Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2018. – 295 с.

174 Школьников, П.Н. Научные основы разработки системы заготовки сапропелевого сырья и приготовления кормовой добавки с его использованием / П.Н. Школьников, В.А. Широков, С.М. Доценко // Научное обозрение. – 2014. – № 3. – С.11 – 19.

175 Школьников, П.Н. Основы разработки сапропелевого сырья и его использования при производстве кормовых добавок / П.Н. Школьников, В.А. Широков, С.М. Доценко // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2014. – С.14 – 22.

176 Школьников, П.Н. Использование сапропелевого сырья в приготовлении белково – минеральных и углеводно-минеральных кормовых добавок / П.Н. Школьников, В.А. Широков, С.М. Доценко, В.А. Макаров // Международные исследования: сборник по результатам XXVI научной конференции. – Екатеринбург, 2014. – № 4. – С. 103.

177 Школьников, П.Н. Обоснование технологии и параметров процесса приготовления белково-минеральной кормовой добавки для сельскохо-

зяйственных животных и птицы / П.Н. Школьников, В.А. Широков, С.М. Доценко, В.А. Макаров // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 9. – С.201 – 206.

178 Школьников, П.Н. Использование сапропеля в производстве белково-минеральной кормовой добавки / П.Н. Школьников, В.А. Широков, С.М. Доценко, В.А. Макаров // Кормопроизводство. – 2015. – № 3. – С.43 – 48.

179 Школьников, П.Н. Использование соевой окары в технологии производства белково-углеводных кормовых продуктов для кроликов / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, В.А. Широков. – Кормопроизводство. – 2015. – № 5. – С.40 – 44.

180 Школьников, П.Н. Экономическая оценка производства кормовой добавки с использованием сапропеля / П.Н. Школьников, В.А. Широков, С.М. Доценко, В.А. Макаров // Механизация и электрификация сельского хозяйства, – 2015. – № 5. – С.27 – 28.

181 Школьников, П.Н. Разработка технологии приготовления белково-минеральной кормовой добавки для с/х животных / П.Н. Школьников, В.А. Макаров // Молодёжь XXI века: шаг в будущее: материалы XVI региональной научно-практической конференции (г. Благовещенск, 14 мая 2015 г.). – Благовещенск: Изд-во АГМА, 2015. – Т.2. – С.93 – 95.

182 Школьников, П.Н. Использование многофункционального мобильного агрегата в линиях приготовления и раздачи кормов / П.Н. Школьников, В.А. Широков // Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях; материалы Международной научно-практической конференции, сб. науч. тр. – Волгоград: Изд-во Волгоградский ГАУ, 2015. – С.155 – 159.

183 Школьников, П.Н. Использование сапропелевого сырья в приготовлении углеводно-минеральной кормовой добавки / П.Н. Школьников // Молодёжь XXI века: шаг в будущее: материалы XVI региональной научно-практической конференции (г. Благовещенск, 14 мая 2015 г.). – Благовещенск: Изд-во АГМА, 2015. – Т.2. – С.110 – 111.

184 Школьников, П.Н. Обоснование процесса приготовления белково-

минеральной кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и птицы / П.Н. Школьников, В.А. Широков, В.А. Макаров // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточный ГАУ, 2015. – № 22. – С.114 – 120.

185 Школьников, П.Н. Технологические аспекты использования сапропеля в производстве белково-минеральной кормовой добавки / П.Н. Школьников, В.А. Широков, В.А. Макаров // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточный ГАУ, 2015. – № 22. – С.120 – 125.

186 Школьников, П.Н. Использование многофункционального малогабаритного мобильного агрегата в линиях приготовления и раздачи кормов / П.Н. Школьников, В.А. Широков // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточный ГАУ, 2016. – С.126 – 129.

187 Школьников, П.Н. Технология и режимы производства кормового гранулята с использованием сапропеля / П.Н. Школьников, В.А. Широков, В.А. Макаров // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточный ГАУ, 2016. – С.130 – 133.

188 Школьников, П.Н. Повышение эффективности функционирования технологической линии производства и раздачи кормов на малых фермах крупного рогатого скота: дисс. ... канд. техн. наук; 05.20.01 / П.Н. Школьников. Благовещенск, 2016. – 170 с.

189 Школьников, П.Н. Обоснование параметров многофункционального малогабаритного мобильного агрегата для малых ферм крупного рогатого скота [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников // АгроЭкоИнфо. – 2016. – № 4. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2016/4/st_434.doc.

190 Школьников, П.Н. Теоретические основы рабочего процесса пресса для производства влажных гранул [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников,

С.М. Доценко, В.А. Широков, В.А. Макаров // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 2. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/2/st_202.doc.

191 Школьников, П.Н. Основы разработки смесителя-усреднителя для линии производства гранулята кроликам [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, К.М. Горбунов, А.И. Гончарук, О.В. Гончарук // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 2. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/2/st_203.doc.

192 Школьников, П.Н. Научные основы разработки пресс-гранулятора для производства кормовых продуктов кроликам [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, К.М. Горбунов, А.И. Гончарук // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 2. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/2/st_204.doc.

193 Школьников, П.Н. Кинетика усреднения влаги в соево-сапропелевых композициях при кондиционировании смеси [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, В.А. Макаров, С.М. Доценко, В.А. Широков // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 2. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/2/st_205.doc.

194 Школьников, П.Н. Технологические и методологические подходы к разработке технологии и технических средств по производству соево-мясокостной кормовой добавки [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, А.Н. Вишневский // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 2. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/2/st_216.doc.

195 Школьников, П.Н. Кинетика усреднения влаги в приложении к обоснованию пропускной способности смесителя-усреднителя [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.Н. Воякин, С.М. Доценко // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 4. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_420.doc.

196 Школьников, П.Н. Обоснование параметров уплотняющей формующей матрицы винтового пресса [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.А. Винокуров, С.М. Доценко, А.В. Бурмага // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 4. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_443.doc.

197 Школьников, П.Н. Обоснование параметров процесса дезинтегра-

ции-гомогенизации тыквенно-зерновой композиции решеточно-ножевым аппаратом [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.А. Винокуров, С.М. Доценко, А.В. Бурмага // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 4. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_444.doc.

198 Школьников, П.Н. Обоснование структурно-функциональной схемы и параметров пресса для получения гранулированно-брикетированных смесей животным [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.А. Винокуров, С.М. Доценко, А.В. Бурмага // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 4. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_445.doc.

199 Школьников, П.Н. Кинетика уплотнения бинарной композиции в приложении к обоснованию параметров компрессионной камеры винтового пресс-гранулятора / П.Н. Школьников, С.Н. Воякин, С.М. Доценко // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 4(44). – С. 165 – 169.

200 Школьников, П.Н. Кинетика сушки белково-витаминного гранулята в камерной сушилке / П.Н. Школьников, В.А. Макаров, С.М. Доценко и др. // Современные проблемы науки: материалы Российской национальной научной конференции с международным участием (22 декабря 2017 г.). – Часть I. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017. – С.70 – 71.

201 Школьников, П.Н. Кинетика уплотнения композиций в приложении к обоснованию параметров компрессионно-формующего узла пресс-гранулятора / П.Н. Школьников, С.А. Винокуров, С.М. Доценко и др. // Современные проблемы науки: материалы Российской национальной научной конференции с международным участием (22 декабря 2017 г.). – Часть I. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017. – С.72 – 73.

202 Школьников, П.Н. Кинетика усреднения влаги в приложении к обоснованию мощности, затрачиваемой на привод пресс-гранулятора [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.Н. Воякин, С.М. Доценко // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 1. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/1/st_111.doc.

203 Школьников, П.Н. Научные основы повышения эффективности процессов производства и переработки грибов рода «Pleurotus» [Электронный ре-

курс] / П.Н. Школьников, А.И. Гончарук, Гончарук О.В. и др. // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/2/st_235.doc.

204 Школьников, П.Н. Научные основы разработки системы утилизации отработанного субстратного сырья, получаемого при производстве грибов рода «Pleurotus» [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, А.И. Гончарук и др. // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2. - URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/2/st_236.doc.

205 Школьников, П.Н. Теоретические аспекты повышения эффективности работы мобильного раздатчика-питателя кормов в системе «подача – гранулирование кормовых смесей» [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, А.И. Гончарук и др. // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 2. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/2/st_234.doc.

206 Школьников, П.Н. Кинетика обезвоживания влажных гранул в приложении к обоснованию производительности камерной сушилки / П.Н. Школьников, С.Н. Воякин, С.М. Доценко // Кормопроизводство. – 2018. – № 2. – С.38 – 40.

207 Школьников, П.Н. Кинетическое обоснование процесса сушки белково-минерального гранулята / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, В.А. Макаров, Л.А. Ковалева и др. // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 5. – С.167 – 172.

208 Школьников, П.Н. Обоснование способа и параметров процесса измельчения корнеплодов для линий по приготовлению гранулированных кормов / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, Крючкова Л.Г. и др. // WebofScience, Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – May – June, 2018 RJPBCS 9(3). – Page №. 737 ISSN: 0975 – 8585.

209 Школьников, П.Н. Кинетические аспекты уплотнения белково-витаминной композиции при получении гранул и брикетов / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, С.А. Винокуров и др. // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 6. – С. 105 – 111.

210 Школьников, П.Н. Обоснование технологических подходов к ис-

пользованию борщевика Сосновского в составе кормовой добавки) / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, Л.Г. Крючкова и др. // WebofScience, INDO AMERICAN JOURNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCES, IAJPS 2019, 06 (04), 7078-7081 CODEN [USA]: IAJPBB ISSN: 2349 – 7750. – URL: <http://www.iajps.com> <http://doi.Org/10.5281/zenodo.2628895>.

211 Школьников, П.Н. Разработка технолого-технической системы кормления животных адаптированной к условиям фермерских хозяйств / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, Фролов В.Ю. и др. // WebofScience, INDO AMERICAN JOURNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCES, IAJPS 2019, 06 (05), 9505-9510 CODEN [USA]: IAJPBB ISSN: 2349-7750. – URL: <http://www.iajps.com> <http://doi.Org/10.5281/zenodo.2767731>.

212 Школьников, П.Н. Моделирование процесса получения качественных смесей с помощью транспортирующе-дозировочной машины / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, С.В. Щитов и др. // WebofScience, INDO AMERICAN JOURNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCES, IAJPS 2019, 06 (05), 9511-9517 CODEN [USA]: IAJPBB ISSN: 2349-7750. – URL: <http://www.iajps.com> <http://doi.Org/10.5281/zenodo.2767769>.

213 Школьников, П.Н. Пути повышения эффективности производства заменителя цельного молока / П.Н. Школьников, Л.Г. Крючкова, А.В. Бурмага, И.В. Бумбар и др. // WebofScience, INDO AMERICAN JOURNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCES, IAJPS 2019, 06 (04), 7043-7046 CODEN [USA]: IAJPBB ISSN: 2349-7750. – URL: <http://www.iajps.com> <http://doi.Org/10.5281/zenodo.2628859>.

214 Школьников, П.Н. Обоснование параметров устройства для получения формованных изделий [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.М. Доценко, Л.А. Ковалева и др. // АгроЭкоИнфо. – 2020. – № 4. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_410.pdf.

215 Школьников, П.Н. Экспериментальные исследования многофункционального универсального агрегата / П.Н. Школьников, С.В. Щитов // Международная научно-практическая конференция профессорско-

преподавательского состава, посвященная 155-летию РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. (2 – 4 декабря 2020 г.). – Москва, 2020. – С. 24

216 Школьников, П.Н. Совершенствование процесса приготовления корма на фермах с малым поголовьем животных / П.Н. Школьников, С.В. Щитов // 70-я Международная научная конференция «Итоги науки в теории и практике 2020». «Евразийское Научное Объединение». – Декабрь, 2020. – № 12 (70). – С. 140 – 142.

217 Школьников, П.Н. Снижение энергетических затрат при приготовлении и раздаче кормовых рационов / П.Н. Школьников, С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов // Сборник научных трудов «Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения» IX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Хазретали Умаровича Бугова (22 – 23 декабря 2020 г.). – Нальчик, 2020. – С. 184 – 188.

218 Школьников, П.Н. Повышение эффективности процесса приготовления и раздачи корма при использовании МММА (многофункционального малогабаритного мобильного агрегата) / П.Н. Школьников, С.В. Щитов, А.В. Якименко // Дальневосточный аграрный вестник. – 2020. – № 4(56). – С. 141 – 145.

219 Школьников, П.Н. Улучшение процесса приготовления и раздачи тыквы на малых фермах КРС [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов // АгроЭкоИнфо. – 2020. – № 4. - URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_419.pdf.

220 Школьников, П.Н. Результаты исследований по изучению процесса получения прессованно-формованных продуктов [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 1. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/1/st_104.pdf.

221 Школьников, П.Н. Результаты исследований по использованию универсального кормораздатчика / П.Н. Школьников, С.В. Щитов // «Чтения академика В. Н. Болтинского». – 2020.

222 Школьников, П.Н. Теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию процесса получения кормового продукта заменяющего цельное молоко / П.Н. Школьников, С.В. Щитов // Научно-практическая конференция «Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона». (8 – 10 февраля 2021 г.)

223 Школьников, П.Н. Результаты исследований по определению качественного состава выдаваемого корма / П.Н. Школьников, С.В. Щитов // Евразийское Научное Объединение. – Февраль 2021 г.

224 Школьников, П.Н. Результаты исследований по изучению процесса получения кормовых продуктов в виде заменителей цельного молока [Электронный ресурс] / П.Н. Школьников, С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 1. – URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/1/st_113.pdf

225 Шуткин, А.П. Влияние распределения массы корма в емкости на равномерность выгрузки механизмом типа ПТУ-10К / А.П. Шуткин // Подготовка и раздача кормов на фермах. – Киев, 1971. – С. 44 – 49.

226 Шуткин, А.П. Факторы, влияющие на равномерность выгрузки измельченной соломы дозирующим механизмом / А.П. Шуткин // Комплексная механизация животноводческих ферм. – Киев, 1977. – Вып. 195.

227 Яблонский, А.А. Курс теоретической механики / А.А. Яблонский. – М.: Высшая школа, 1977. – Ч. 2. – 348 с.

228 Яворский, Т.М. Причины неравномерной раздачи кормов прицепными кормораздатчиками / Т.М. Яворский // Техника в сельском хозяйстве. – 1965. – № 2. – С. 24.

229 Ясеницкий, В.А. О применении раздатчиков-смесителей / В.А. Ясеницкий, А.О. Бацюк // Молочное и мясное скотоводство. – 1980. – № 10. – С. 23-25.

230 А.с. № 1419632 (СССР). Погрузчик-раздатчик кормов / М.А. Тищенко, С.К. Филатов, В.И. Суворов, Ю.Г. Либанов. – Оpubл. в Б.И. – 1988. – № 32.

231 А.с. № 893176 (СССР). Измельчитель длинностебельчатых кормов /

Л.Н. Солодов, И.А. Головченко, И.А. Никифоров [и др.]. – Оpubл. в Б.И. – 1981. – № 48.

232 А.с. № 1009330 (СССР). Рабочий орган измельчителя корнеклубнеплодов / С.В. Кравчук. – Оpubл. в Б. И. – 1983. – № 13.

233 А.с. № 1050605 (СССР). Центробежный измельчитель корнеклубнеплодов / А.В. Киселев, Л. С. Воронин. – Оpubл. в Б.И. – 1983. – № 40.

234 А.с. № 1053781 (СССР). Устройство для резки корнеклубнеплодов / В.А. Сысоев, А.Б. Русаков. – Оpubл. в Б.И. – 1983. – № 42.

235 А.с. № 1195948 (СССР). Измельчитель корнеплодов и бахчевых / В.С. Горюшинский, В.А. Богатов, Е.М. Клычев. – Оpubл. в Б.И. – 1985. – № 45.

236 А.с. № 1242049 (СССР). Устройство для измельчения корнеклубнеплодов / П.В. Гончаренко [и др.]. – Оpubл. в Б.И. – 1986. – № 25.

237 А.с. № 1371611 (СССР). Измельчитель корнеплодов и бахчевых / В.А. Богатов [и др.] – Оpubл. в Б.И. – 1988. – № 5.

238 А.с. № 1496701 (СССР). Измельчитель корнеклубнеплодов. / В.Г. Фарносов [идр.]. – Оpubл. в Б.И. – 1989. – № 28.

239 А.с. № 1496731 (СССР). Кормораздатчик – смеситель / Е.И. Храпач, А. Л. Охрименко. – Оpubл. в Б.И. – 1989. – № 28.

240 А.с. № 1607741 (СССР). Устройство для измельчения бахчевых и корнеплодов / С.М. Доценко, Ю.Н. Нагорный, Я.А. Осипов. – Оpubл. в Б.И. – 1990. – № 43.

241 А.с. № 721029 (СССР). Распределитель сыпучих материалов / В.С. Андрущук, З.Ф. Каптур. – Оpubл. в Б.И. – 1980. – № 10.

242 А.с. № 808062 (СССР). Распределитель корма к бункеру-дозатору / А.А. Артюшин [и др.]. – Оpubл. в Б.И. – 1981. – № 8.

243 А.с. № 895349 (СССР). Устройство для распределения измельченного растительного материала / В.Ф. Кузьменко, Е.И. Храпач – Оpubл. в Б.И. – 1982. – № 1.

244 А.с. № 1033092 (СССР). Устройство для разравнивания кормов / С.М. Доценко, В.Г. Коба. – Оpubл. в Б.И. – 1983. – № 29.

245 А.с. № 1058545 (СССР). Устройство для распределения кормов / С.М. Доценко, В.Г. Коба. – Оpubл. в Б.И. – 1983. – № 45.

246 А.с. № 1069733 (СССР). Устройство для распределения кормов / С.М. Доценко. – Оpubл. в Б.И. – 1984. – № 4.

247 А.с. № 1109095 (СССР). Устройство для распределения кормов / С.М. Доценко, В.Г. Коба. – Оpubл. в Б.И. – 1984. – № 31.

248 А.с. № 1347914 (СССР). Установка для распределения кормов / С.М. Доценко, Ю.Н. Нагорный. – Оpubл. в Б.И. – 1987. – № 40.

249 А.с. № 1366125 (СССР). Установка для распределения кормов / С.М. Доценко, Ю.Н. Нагорный. – Оpubл. в Б.И. – 1988. – № 2.

250 А.с. № 314496 (СССР). Мобильный кормораздатчик / В.И. Воронин. – Оpubл. в Б.И. – 1971. – № 28.

251 А.с. № 701615 (СССР). Кормораздатчик / А.С. Федоров, С.А. Булавин. – Оpubл. в Б.И. – 1979. – № 10.

252 А.с. № 695626 (СССР). Кормораздатчик / А.Г. Газизов, И.В. Алексеев, А.Д. Погуляев. – Оpubл. в Б.И. – 1979. – № 41.

253 А.с. № 707549 (СССР). Дозатор к кормораздатчикам / Ф.В. Нагайкин, В.Г. Мулюкин. – Оpubл. в Б.И. – 1980. – № 1.

254 А.с. № 843887 (СССР). Кормораздатчик / М.А. Тищенко, С.К. Филатов, М.Ф. Сергеев, В.А. Максименко, Р.К. Бенсоне. – Оpubл. в Б.И. – 1981. – № 25.

255 А.с. № 1107812 (СССР). Электрифицированный раздатчик / Г.М. Обухан, А.П. Петров. – Оpubл. в Б.И. – 1984. – № 30.

256 А.с. № 1130288 (СССР). Устройство для раздачи кормов / В.Г. Коба – Оpubл. в Б.И. – 1984. – № 47.

257 А.с. № 1143355 (СССР). Устройство для раздачи кормов / В.Г. Коба, В.Ф. Дмитриев. – Оpubл. в Б.И. – 1985. – № 9.

258 А.с. № 1337012 (СССР). Кормораздатчик / А.П. Петров, В.Г. Коба, Г.М. Обухан. – Оpubл. в Б.И. – 1987. – № 34.

259 А.с. № 1662454 (СССР). Самозагружающийся кормораздатчик /

С.М. Доценко, Н.Г. Херуимов. – Оpubл. в Б.И. – 1991. – № 26.

260 А.с. № 1690632 (СССР). Кормораздатчик-смеситель / С.М. Доценко, Н.Г. Херуимов. – Оpubл. в Б. И. – 1991. – № 42.

261 А.с. № 1248573 (СССР). Кормораздатчик-смеситель. / С.М. Доценко, И.Н. Лебедев. – Оpubл. в Б.И. – 1986. – № 29.

262 А.с. № 1327858 (СССР). Способ смешивания и выдачи корма животным и устройство для его осуществления / С.М. Доценко. – Оpubл. в Б.И. – 1987. – № 29.

263 А.с. № 1351547 (СССР). Кормораздатчик-смеситель / С.М. Доценко. – Оpubл. в Б.И. – 1987. – № 42.

264 А.с. № 1371652 (СССР). Кормораздатчик-смеситель / С.М. Доценко. – Оpubл. в Б.И. – 1988. – № 5.

265 А.с. № 1382454 (СССР). Раздатчик-смеситель кормов / С.М. Доценко. – Оpubл. в Б.И. – 1988. – № 11.

266 А.с. № 1410926 (СССР). Раздатчик-смеситель кормов / И.Н. Краснов, П.В. Сидоренко, В.А. Рубанников, А.Г. Сергиенко. – Оpubл. в Б.И. – 1988. – № 27.

267 А.с. № 1428320 (СССР). Кормораздатчик-смеситель / С.М. Доценко, А.В. Бурмага. – Оpubл. в Б. И. – 1988. – № 37.

268 А.с. № 1498439 (СССР). Раздатчик-смеситель / С.М. Доценко, А.В. Бурмага. – Оpubл. в Б. И. – 1989. – № 29.

269 Blende, H. Die technische tinrishtung zur an libim-tbtterung beim Schwein / H.Blende. – Landtechnir, 1972, 27, № 8, 163 – 165.

270 Per-Curan, K. Means for increased feed efficlincy in large for increased feed efficincyin large scale cattle production / K. Per-Curan. // Souiet – Swedish Symposium on problems in large scale cattle and pig husbandry. Ainarp, sept. 12 – 14, 1973. Agricultural college, Sweden Department of Animal Husbandry Rapport nr. 31, 1975.

271 Maler, J. Deike at var prurezu Gastle Slamu do mochhanlake upratve / J. Maler. – Zemed Techn., 1983. h. 229; 252 – 540.

272 Haltunga-technikilr die Rinder – und Sweine – Preduktionen // Agrartech-
nik. – 1984. – № 12. – S. 544 – 550.

273 Pat 3979077 (USA). Taarup Yeragen hasnew cutting concept // The
Scettlah Yarmer, 1983. – 90.3:62.370. Plapenaing apparatus tevcireu-lar hau beles /
Dalman Denalds. Bor c18/02.

274 Pat. 4087051 (USA) Camainu-tag apparatus / Meel-ler charlee E. B
02cl3/04.

275 Acroff, R.L. M.W. Fundamentals of operation research / R.L. Acroff,
M.W. Sasieni. – London, 1968. – h. 3 – 20.

276 Guyer, Q. Low gabity teeds tuts – alternatives to guin for but ration /
Q. Guyer. J. Anim. sci. – 1976. – p. 778 – 782.

277 Piatkowski B. Now Ergebnisse zun besseren Nutzung von feuchtau fge-
shlosseenemGetzeidestroh mit Natronlange. Fierrucht. – 1974. – № 8 – 371.

ПРИЛОЖЕНИЯ



Рисунок 1П – К определению физико-механических показателей зернового и соевого сырья



Рисунок 2П – Общий вид пробы сухого соевого зерна



Рисунок 3П – Общий вид пробы замоченного соевого зерна



Рисунок 4П – Общий вид проб применяемого зернового сырья



Рисунок 5П – Общий вид проб для получения соево-морковных композиций



а)



б)

Рисунок 6П – Общий вид проб к определению физико-механических показателей тыквы:

а) целых плодов; б) измельчённых



Рисунок 7П – Общий вид пробы нерастворимого остатка - жома

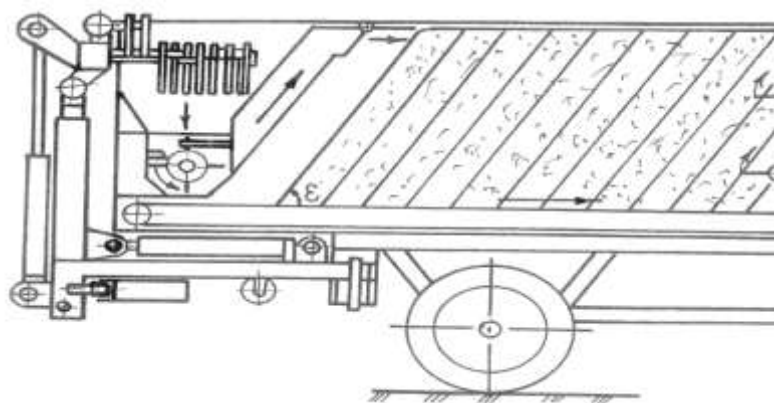


Рисунок 8П – Конструктивно-технологическая схема многофункционального мобильного малогабаритного питателя-раздатчика кормов (ММ МПРК)

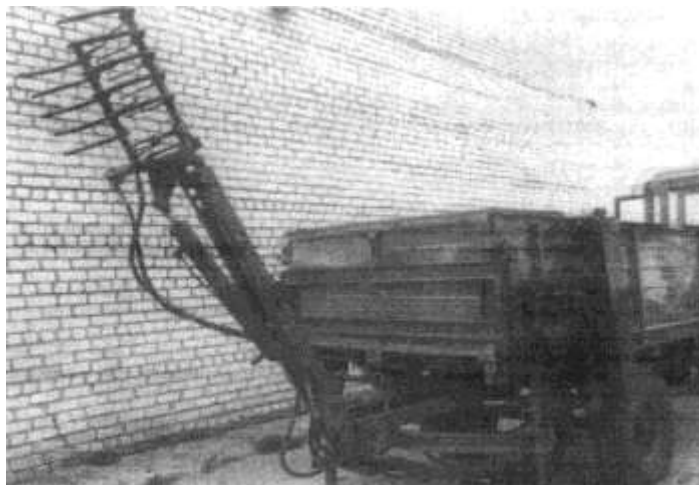


Рисунок 9П – Общий вид экспериментальной установки

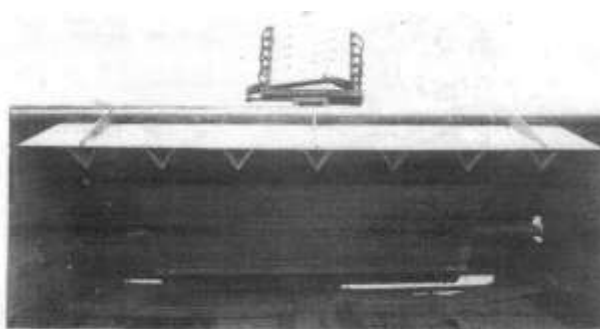


а)



б)

Рисунок 10П – Общий вид раздатчика:
а) сверху; б) сзади



а)



б)

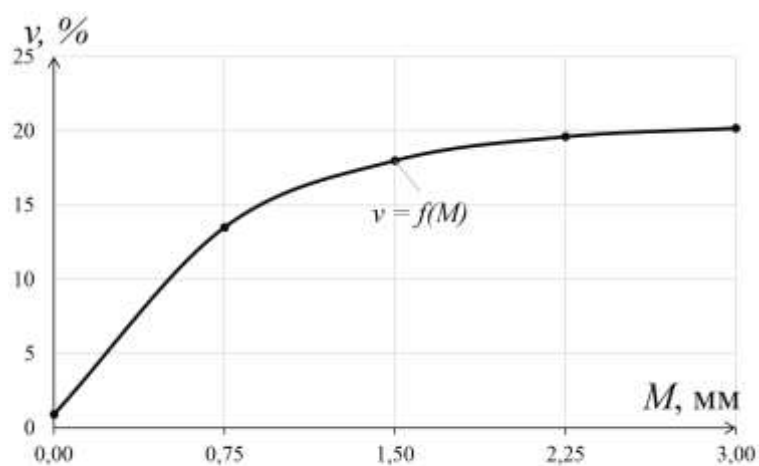
Рисунок 11П – Общий вид бункера МММА со стороны ИРУ:
а) пустой; б) заполненный



Рисунок 12П – Общий вид МММА к обоснованию равномерности заполнения
бункера



Рисунок 13П – Общий вид экспериментального комплекса



$$v = 20,5 - 19,6 \cdot e^{-1,37M}$$

Рисунок 14П – Зависимость неоднородности фракционного состава v от модуля помола M используемого сырья



Рисунок 15П – Общий вид оборудования для получения брикетов круглого поперечного сечения



Рисунок 16П – Общий вид лабораторной установки по изучению процесса формирования гранул и круглых брикетов



а)



б)

Рисунок 17П – Общий вид формующего сопла:
а) для брикетов; б) для гранул



Рисунок 18П – Общий вид формующей матрицы



Рисунок 19П – Общий вид лабораторной установки для получения гранул на основе соево-корнеплодных и корнеплодно-зерновых композиций



Рисунок 20П – Общий вид лабораторного комплекса для получения брикетов с продольным каналом



Рисунок 21П – К обоснованию параметров процесса сушки нерастворимого остатка – жома



Рисунок 22П – К обоснованию параметров процесса сушки гранулята на основе соево-морковных композиций



Рисунок 23П – Общий вид гранулята на основе соево-тыквенных композиций



Рисунок 24П – К обоснованию параметров процесса сушки гранулята на основе соево-тыквенных композиций



а)



б)

Рисунок 25П – Общий вид экспериментального комплекса и полученного гранулята



Рисунок 26П – К обоснованию давления в компрессионной камере пресс-гранулятора



Рисунок 27П – Общий вид пресса с компрессионной камерой и активным прессующим узлом



Рисунок 28П – Общий вид сушильного шкафа с сушеным БКД



а)



б)

Рисунок 29П – Общий вид пресса:

а) без привода узла прессования;

б) с приводом узла прессования



Рисунок 30П – Общий вид пресса с различной компоновкой прессующе-формующего узла



а)



б)

Рисунок 31П – Общий вид устройства с компоновкой прессующего узла

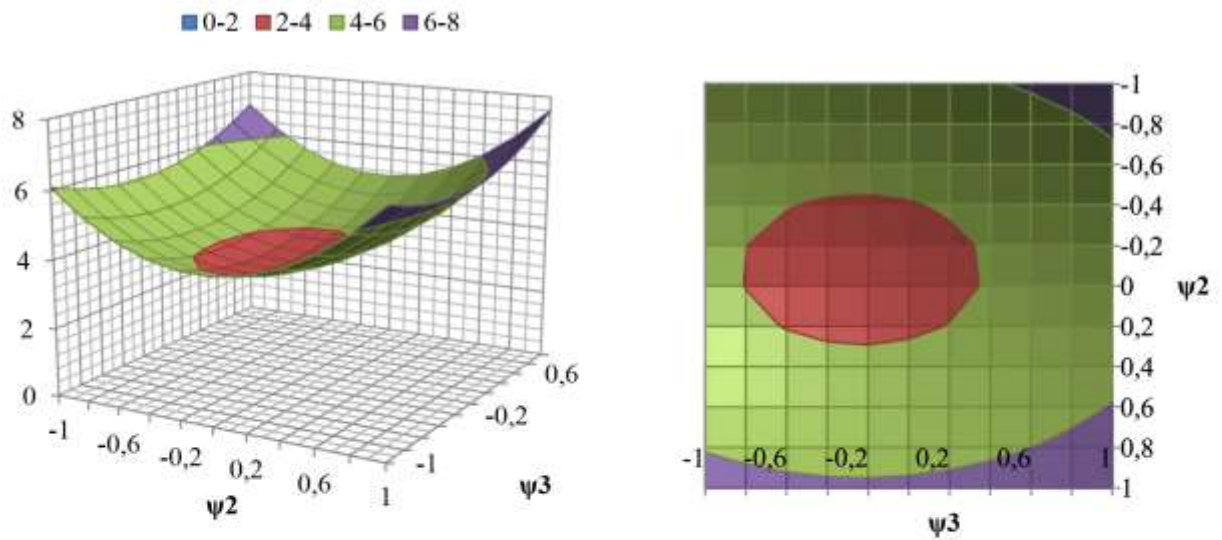


Рисунок 32П – Поверхность отклика $\phi_1 = f(\psi_1=0; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

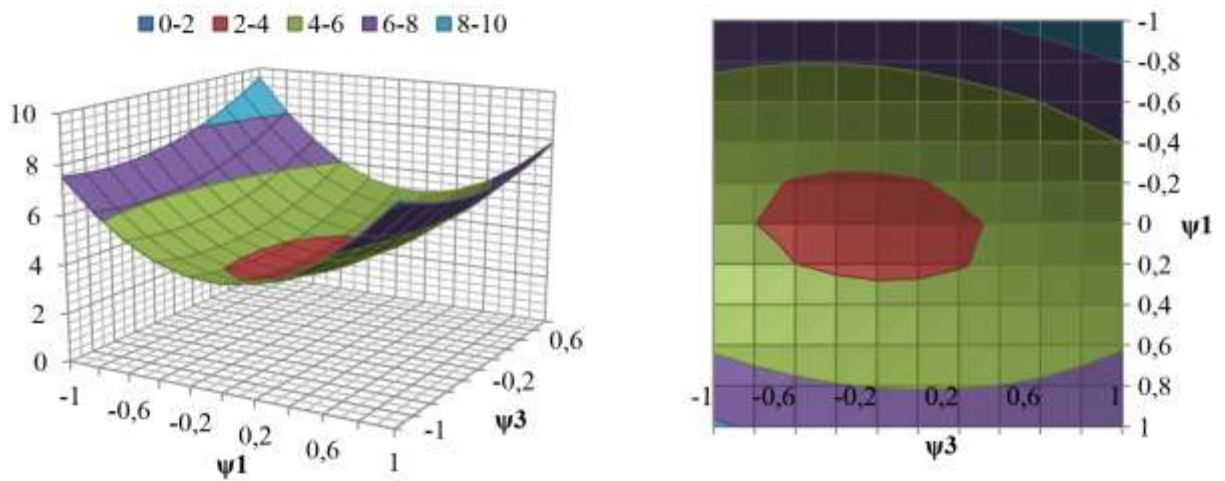


Рисунок 33П – Поверхность отклика $\phi_1 = f(\psi_1; \psi_2=0; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

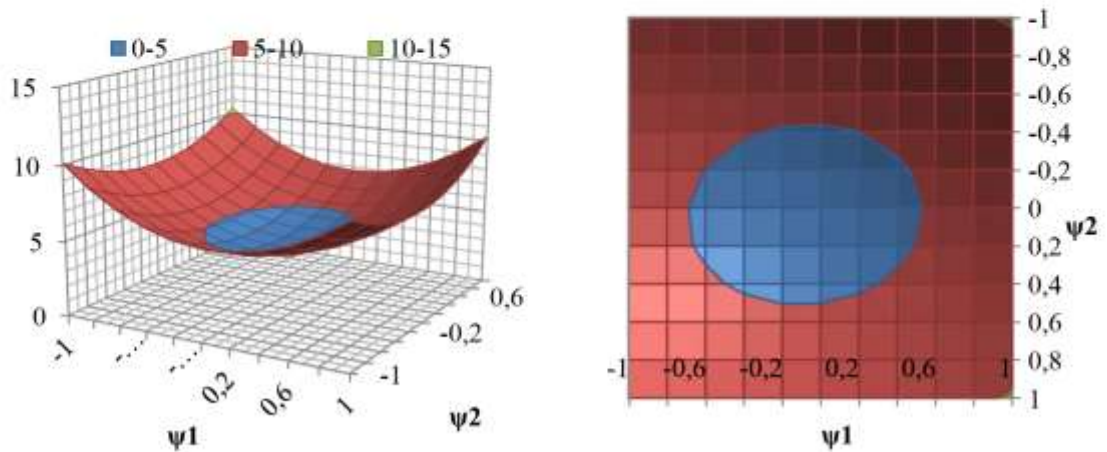


Рисунок 34П – Поверхность отклика $\phi_1 = f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=1,5) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

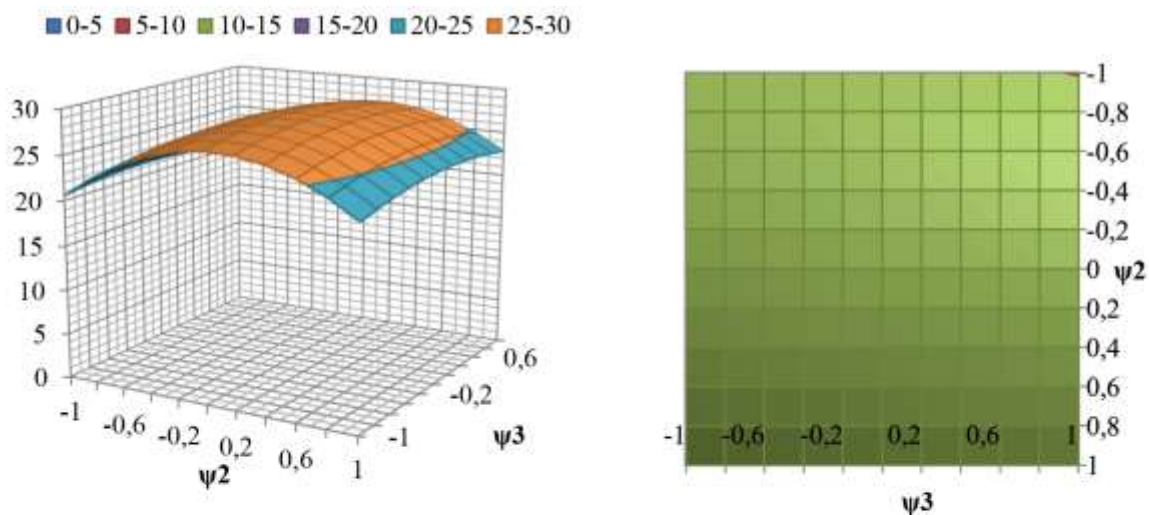


Рисунок 35П – Поверхность отклика $\phi_2 = f(\psi_1=0,05; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

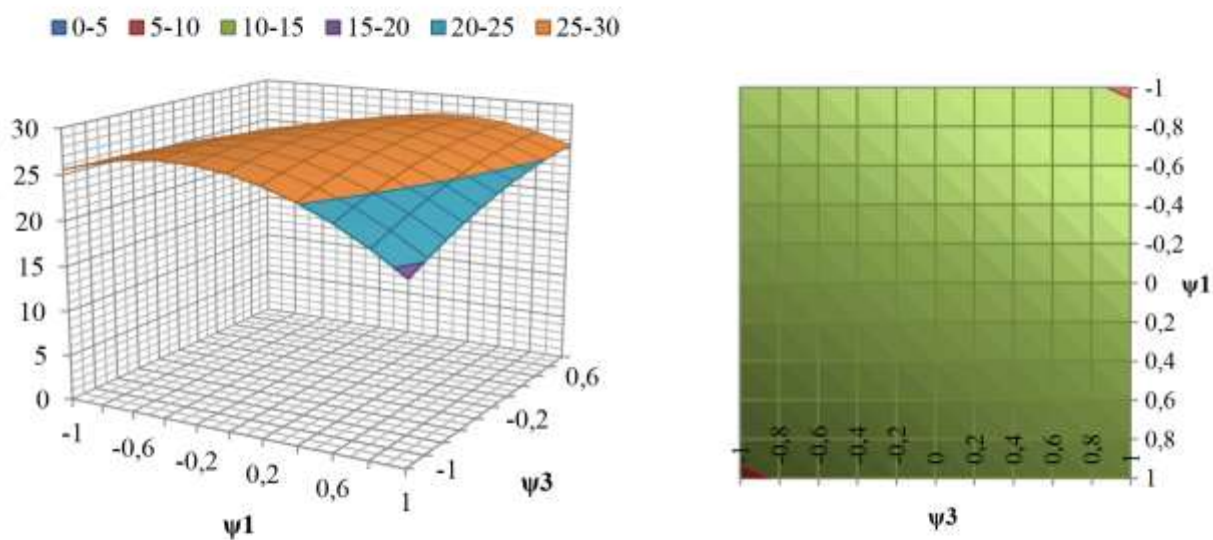


Рисунок 36П – Поверхность отклика $\phi_2 = f(\psi_1; \psi_2=0,07; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

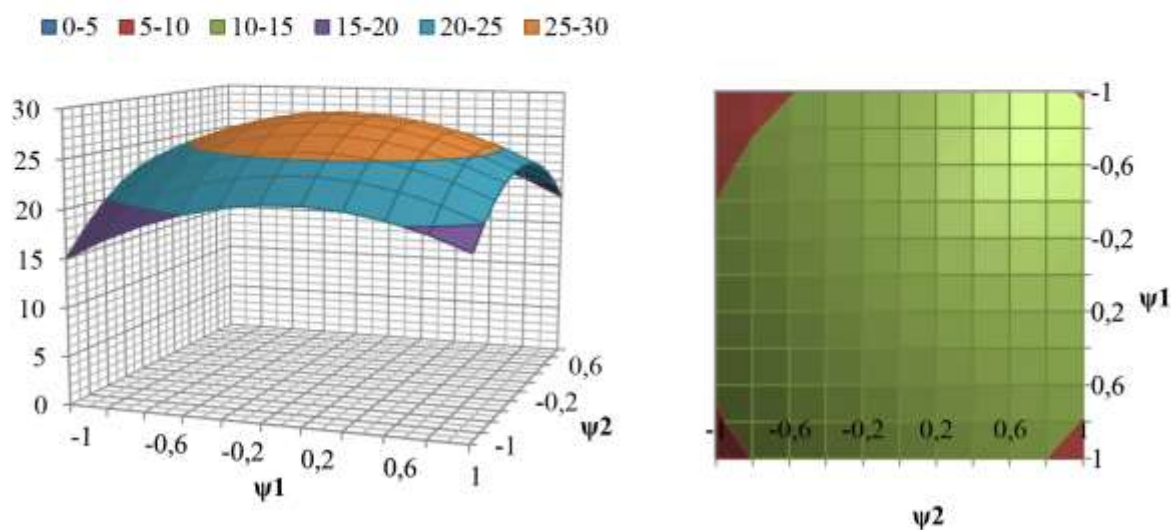


Рисунок 37П – Поверхность отклика $\phi_2 = f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=0,13) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

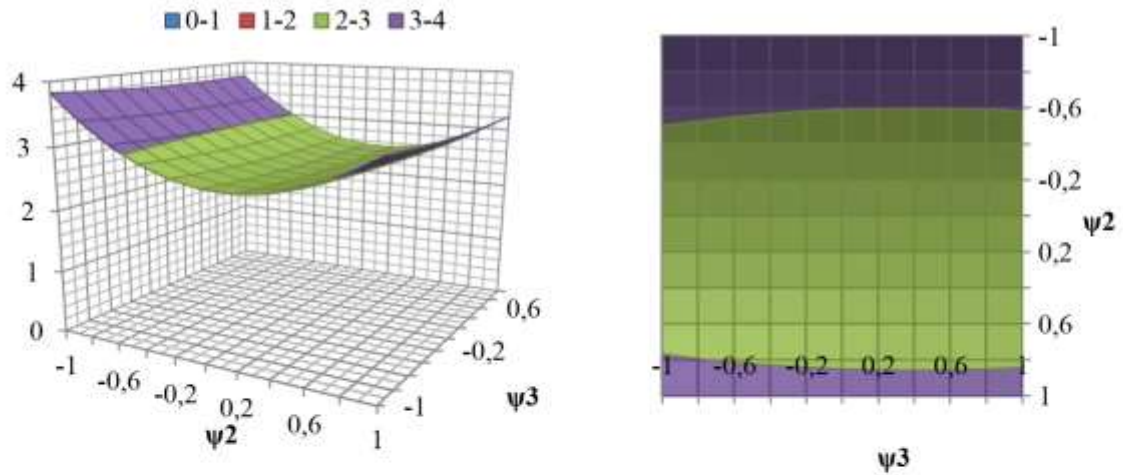


Рисунок 38П – Поверхность отклика $\phi_3 = f(\psi_1=0,5; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

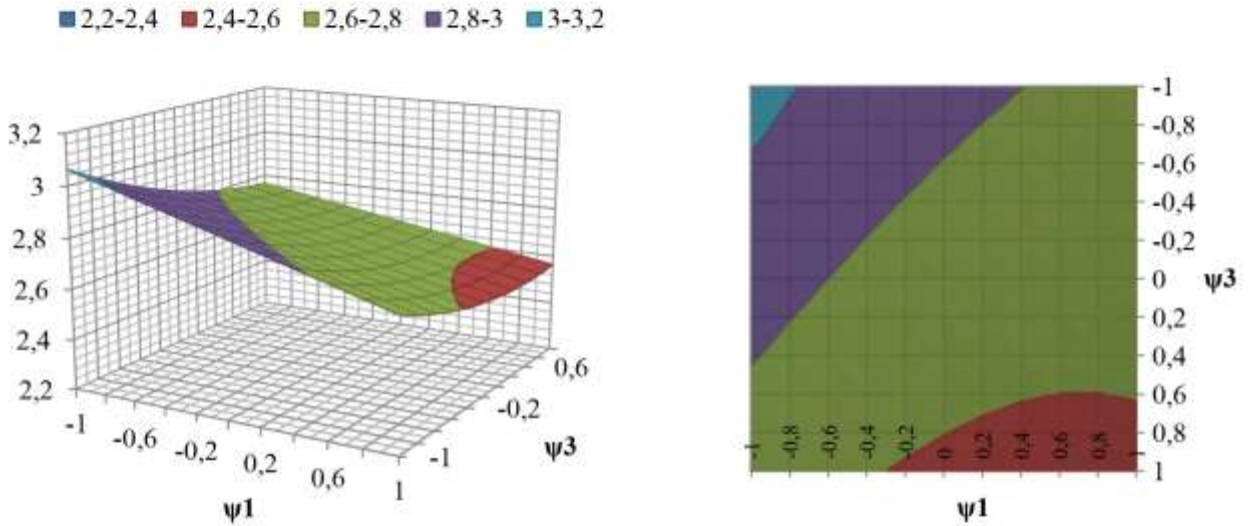


Рисунок 39П – Поверхность отклика $\phi_3 = f(\psi_1; \psi_2=0,1; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

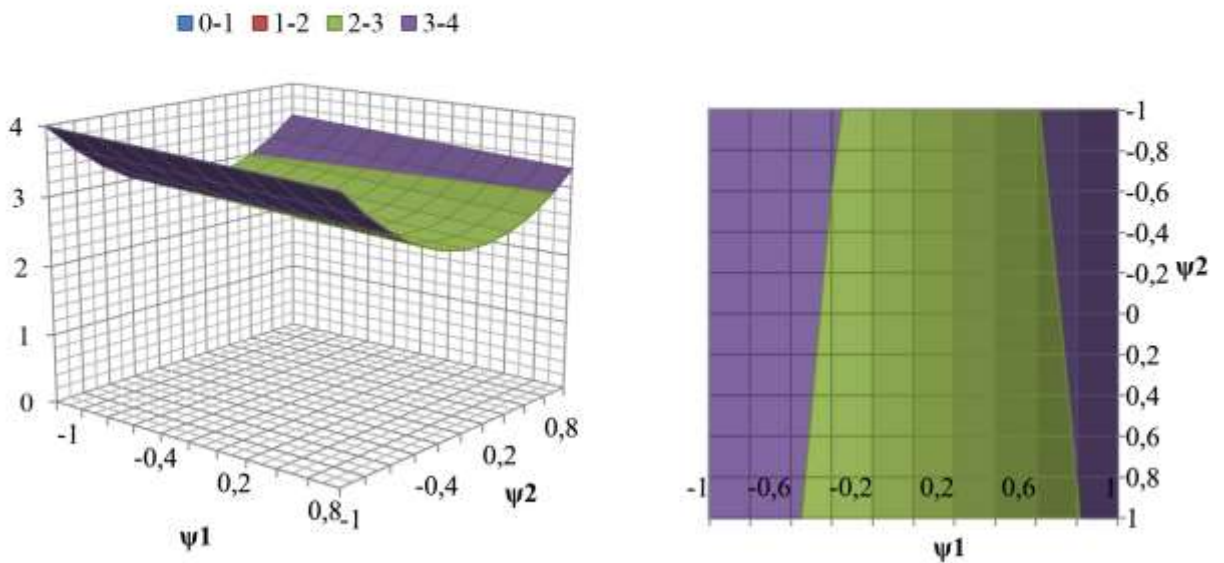


Рисунок 40П – Поверхность отклика $\phi_3 = f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=0,76) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

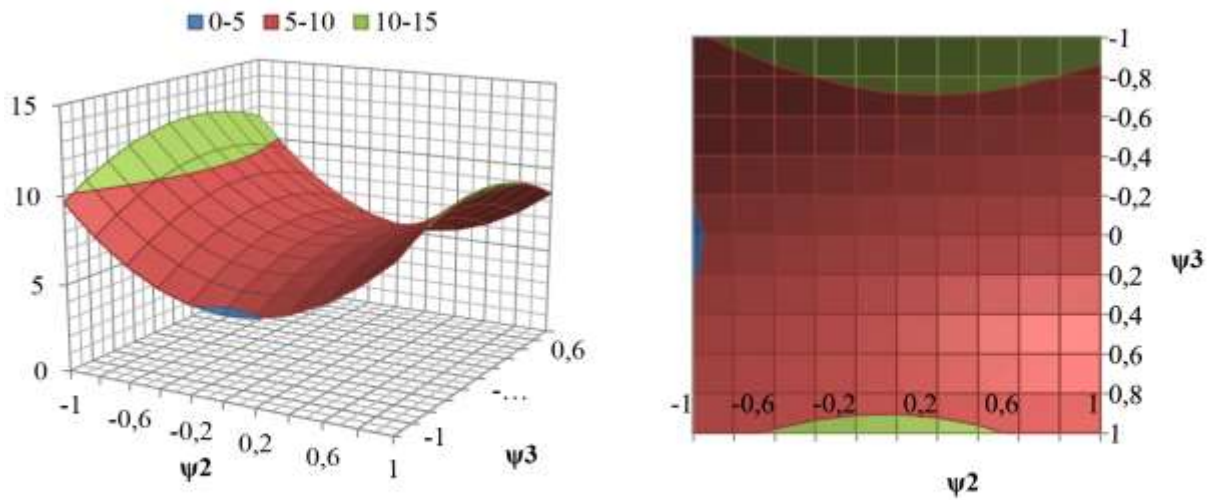


Рисунок 41П – Поверхность отклика $\phi_4 = f(\psi_1=0,18; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

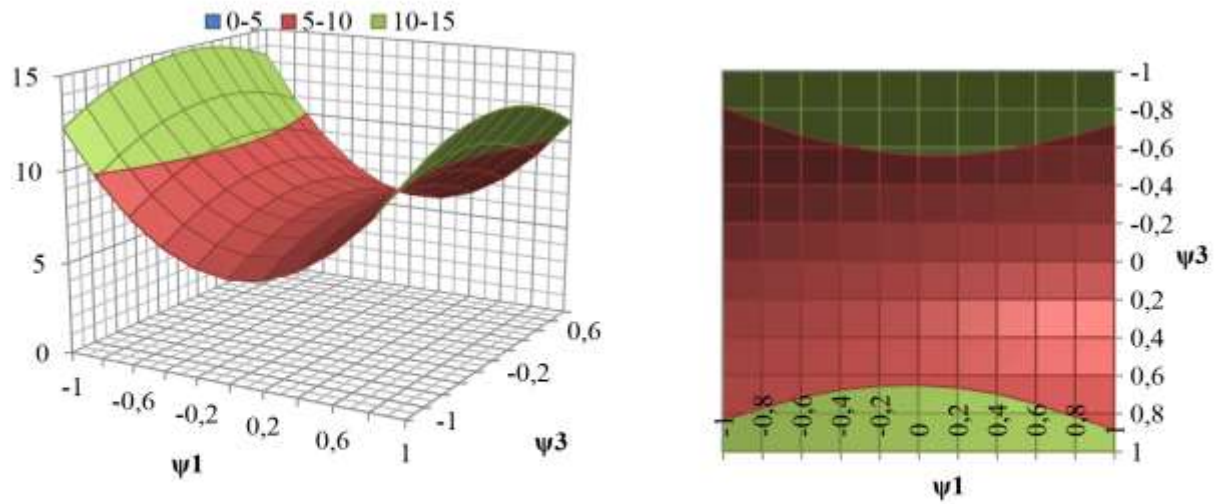


Рисунок 42П – Поверхность отклика $\phi_4 = f(\psi_1; \psi_2=0,58; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

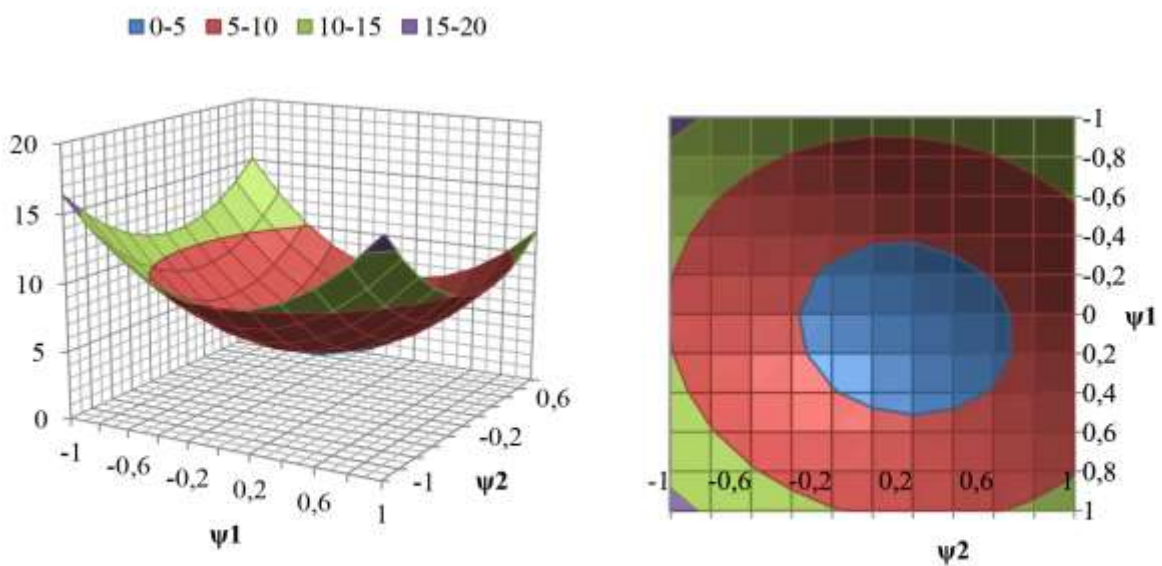


Рисунок 43П – Поверхность отклика $\phi_4 = f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=0,37) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

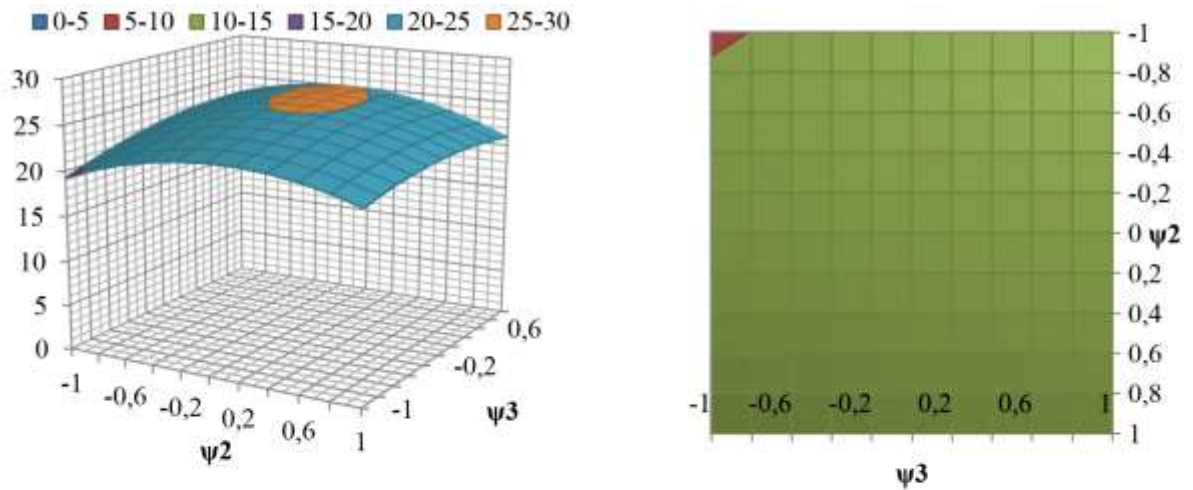


Рисунок 44П – Поверхность отклика $\phi_5 = f(\psi_1=0,49; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

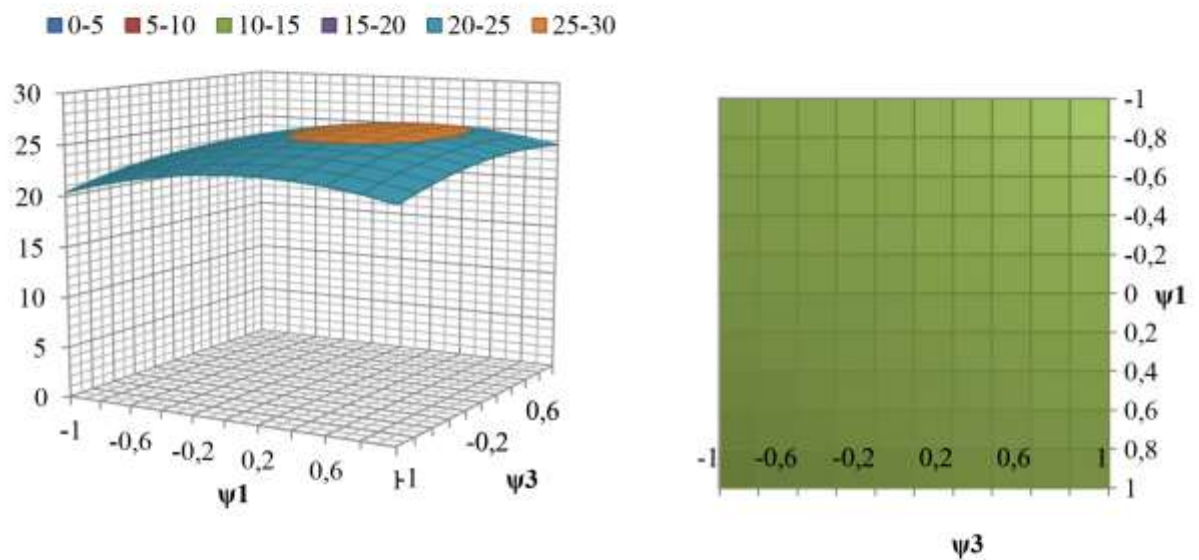


Рисунок 45П – Поверхность отклика $\phi_5 = f(\psi_1; \psi_2=0,15; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

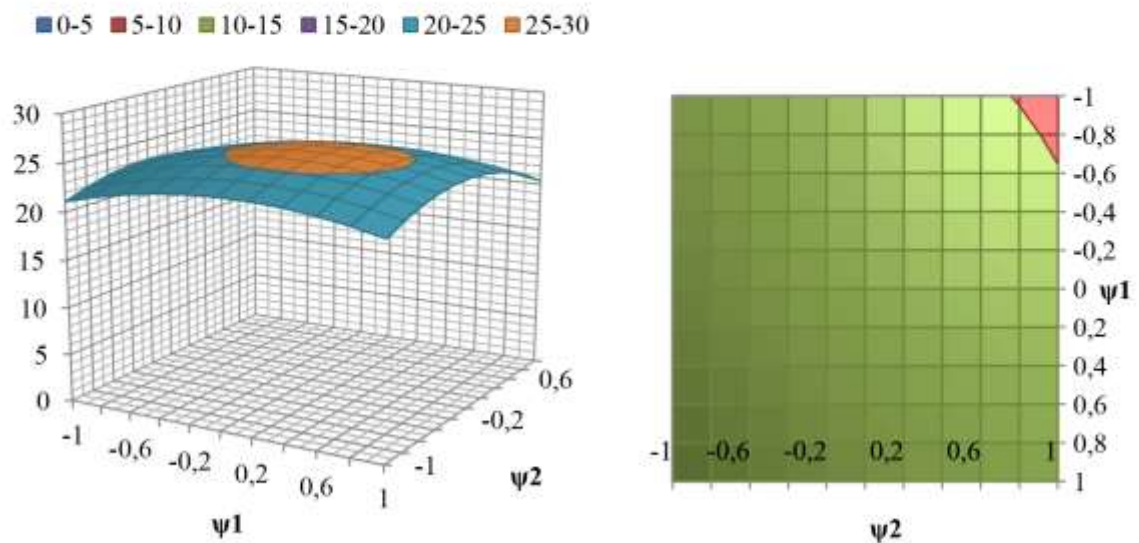


Рисунок 46П – Поверхность отклика $\phi_5 = f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=0,54) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

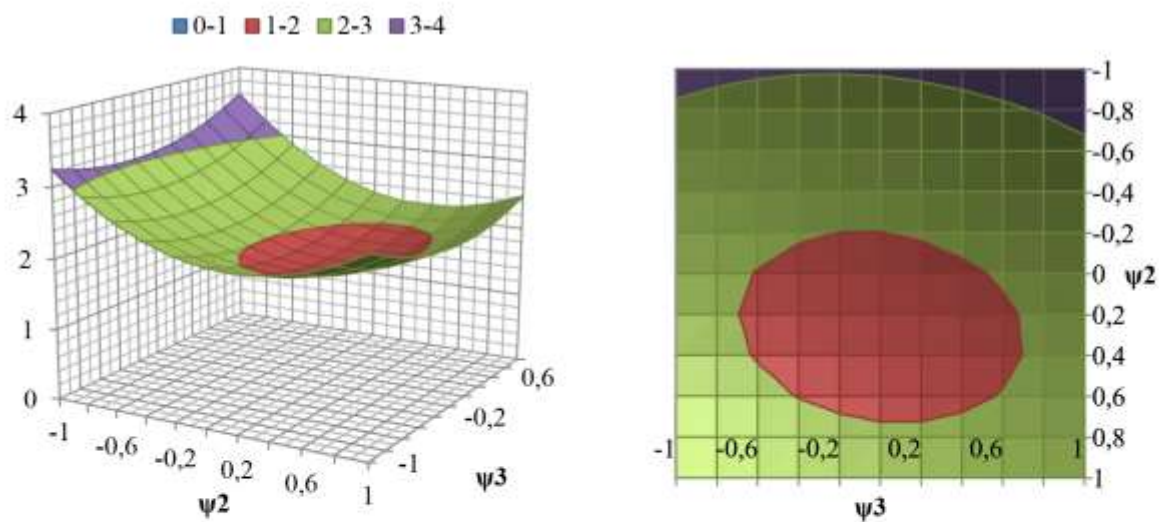


Рисунок 47П – Поверхность отклика $\phi_6 = f(\psi_1=1,35; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

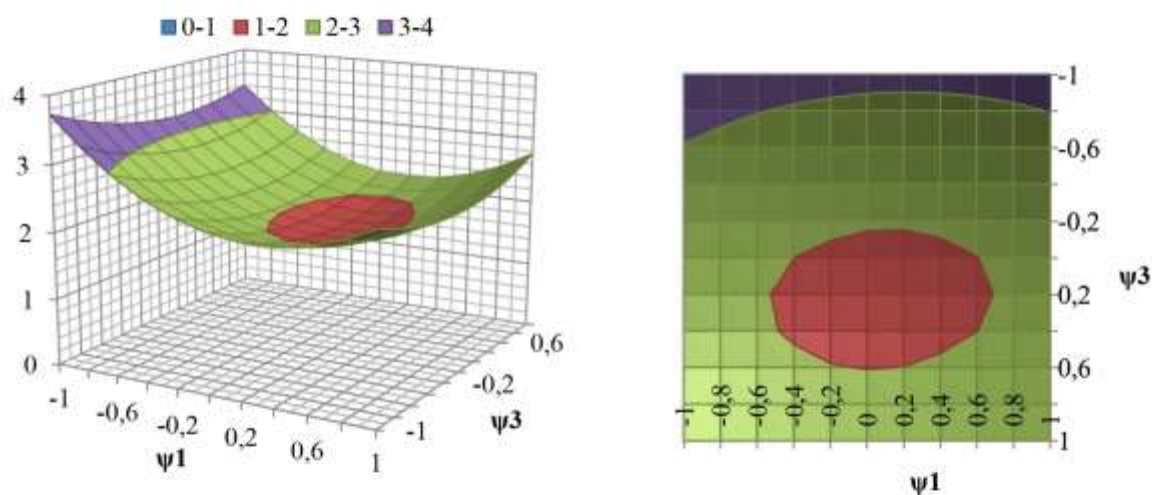


Рисунок 48П – Поверхность отклика $\phi_6 = f(\psi_1; \psi_2=0,75; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

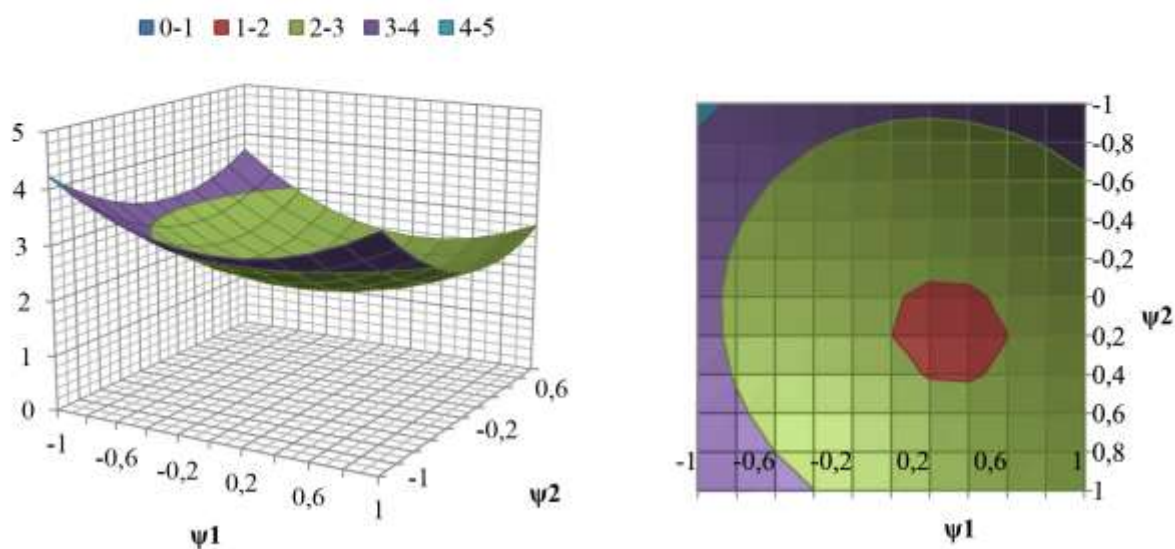


Рисунок 49П – Поверхность отклика $\phi_6 = f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=0,66) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

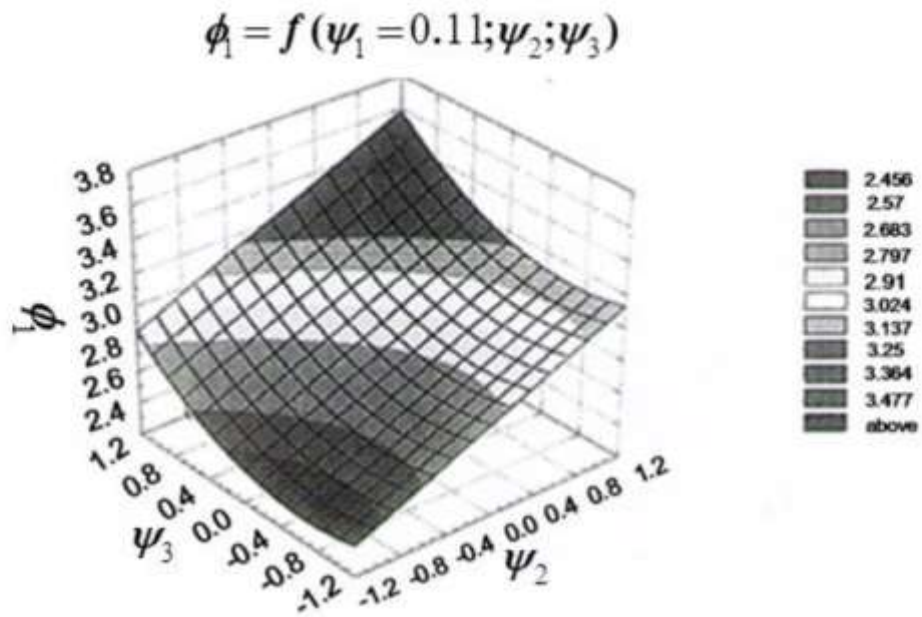


Рисунок 50П – Зависимости энергоемкости ϕ_1 от вылета молотков $h(\psi_2)$ и частоты колебаний козырька $n_k(\psi_3)$

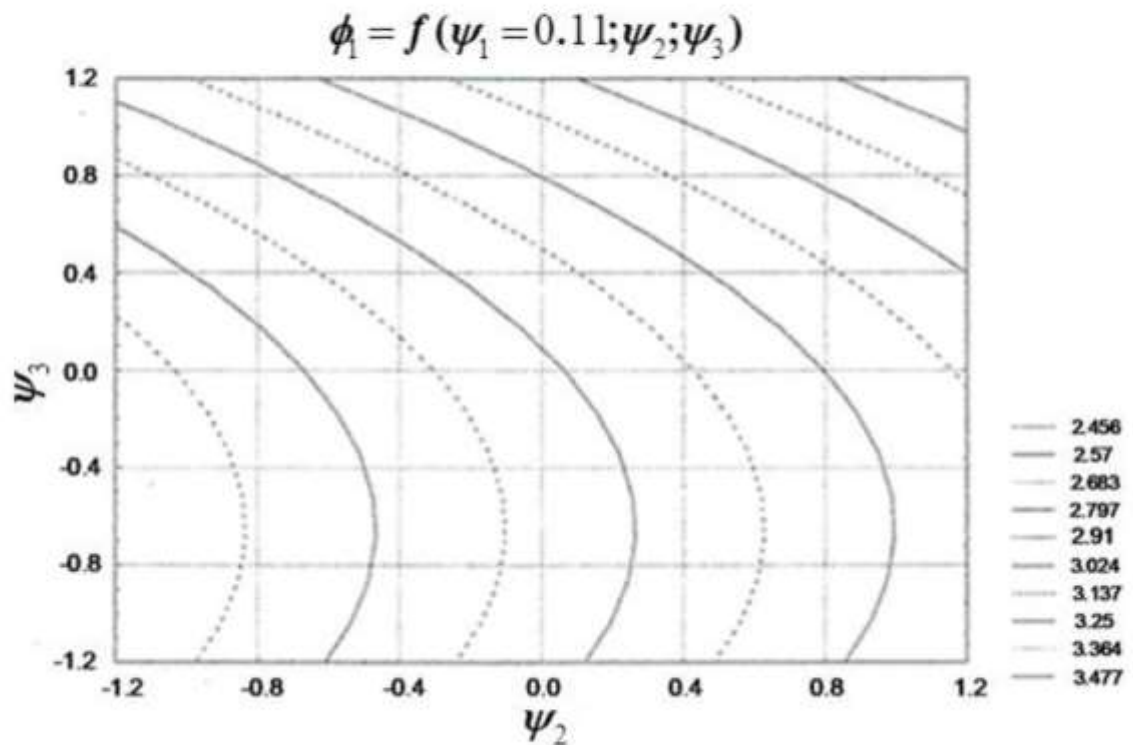


Рисунок 51П – Сечения поверхности удельной мощности ϕ_1 на плоскости $h_{n3}(\psi_2, \psi_3)$

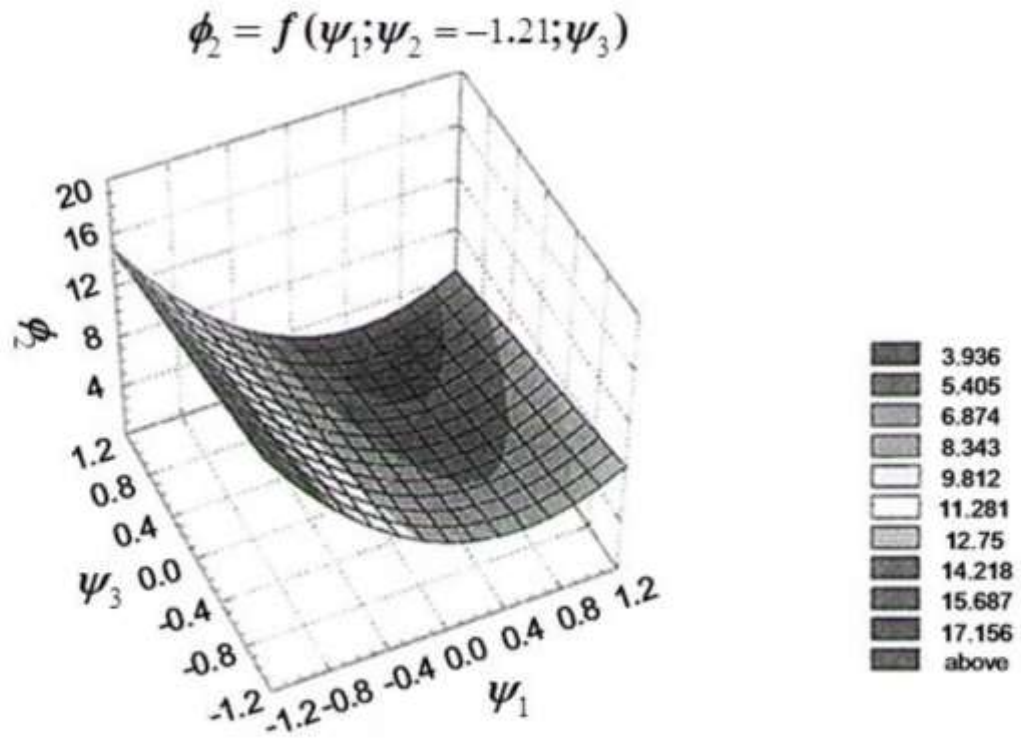


Рисунок 52П – Зависимости неравномерности распределения ϕ_2 от угловой скорости ротора $\omega(\psi_1)$ и частоты колебаний козырька $\psi_3(\psi_3)$

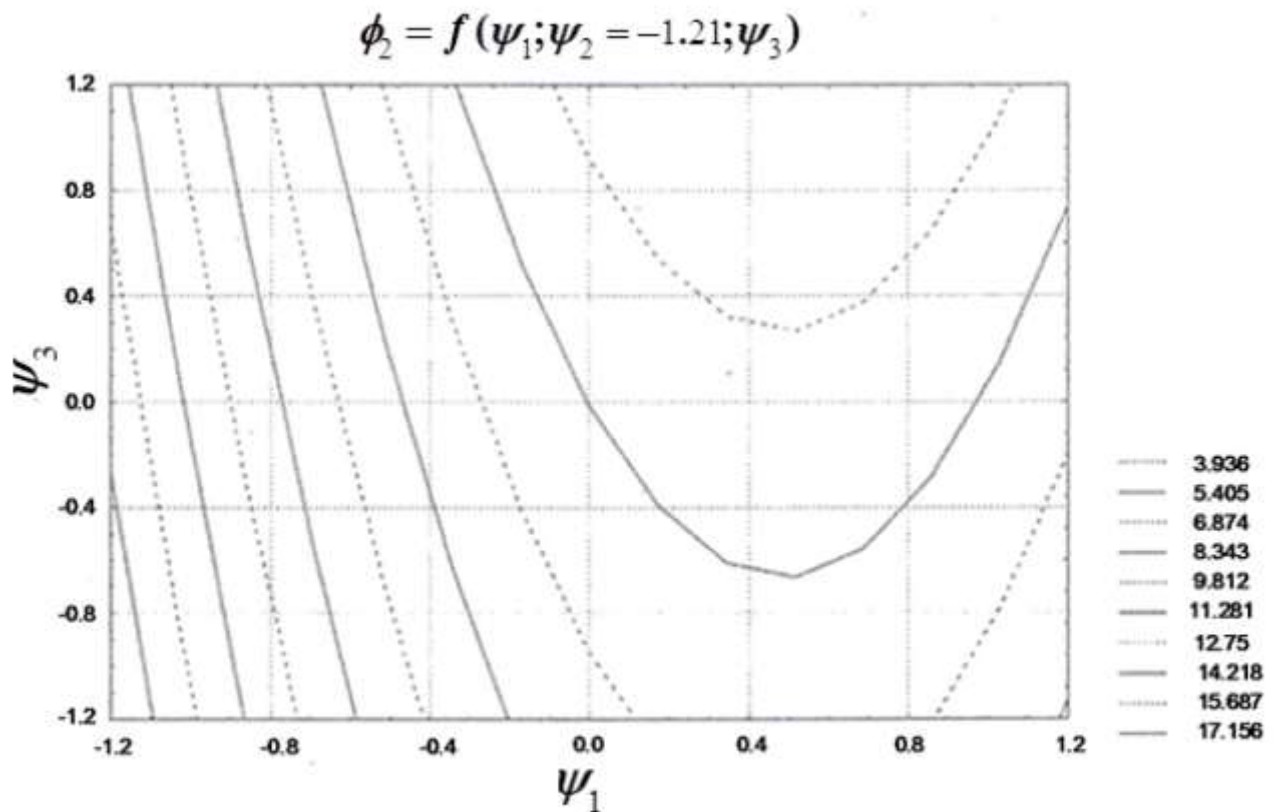


Рисунок 53П – Сечения поверхности неравномерности распределения ϕ_2 на плоскости $\omega_{пк}(\psi_1, \psi_3)$

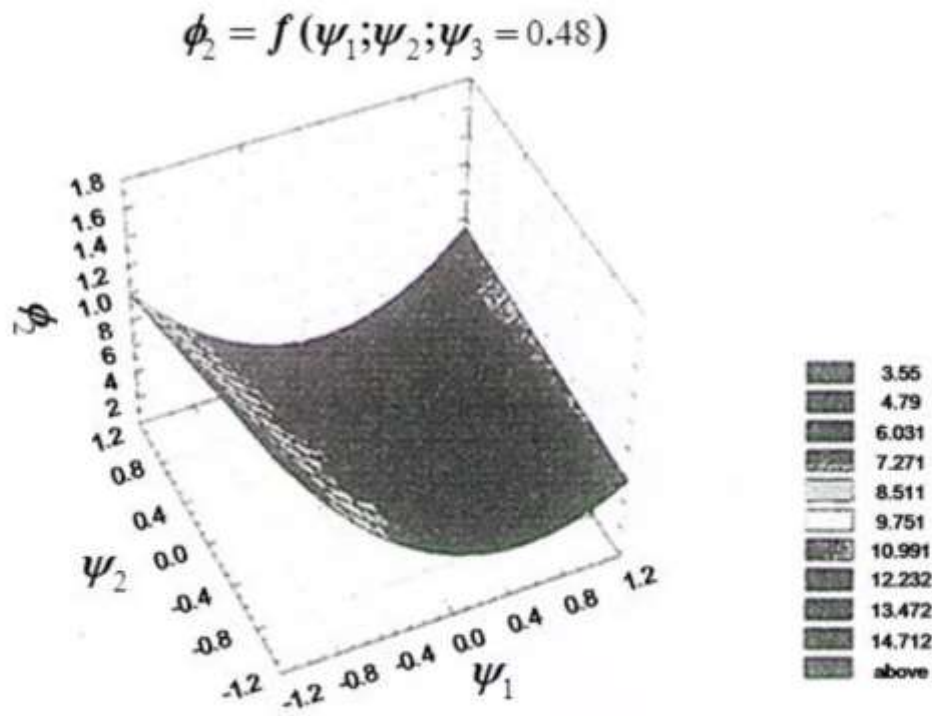


Рисунок 54П – Зависимости неравномерности распределения ϕ_2 от угловой скорости вращения ротора $\omega(\psi_1)$ и вылета молотков $h(\psi_2)$

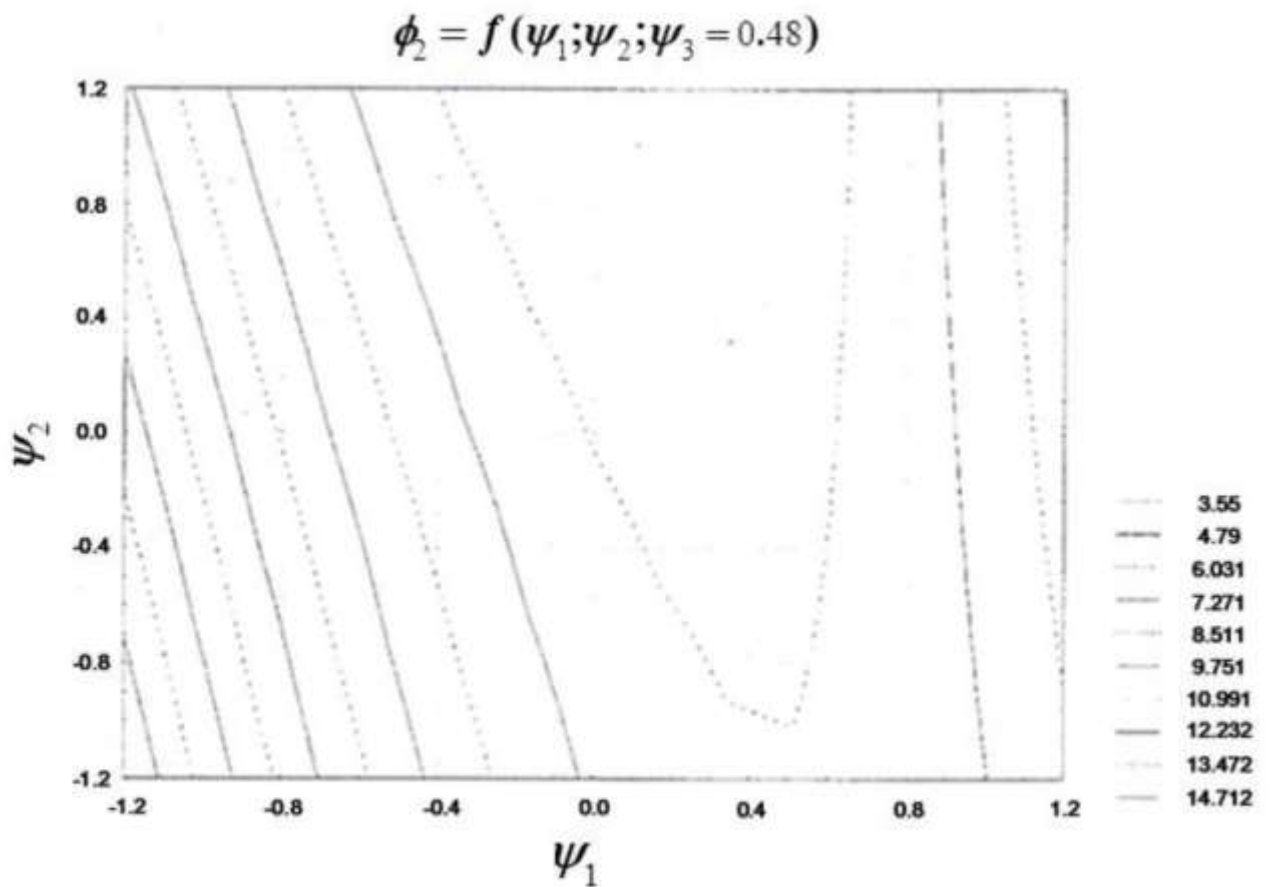


Рисунок 55П – Сечения поверхности неравномерности распределения ϕ_2 на плоскости $\omega h(\psi_1, \psi_2)$

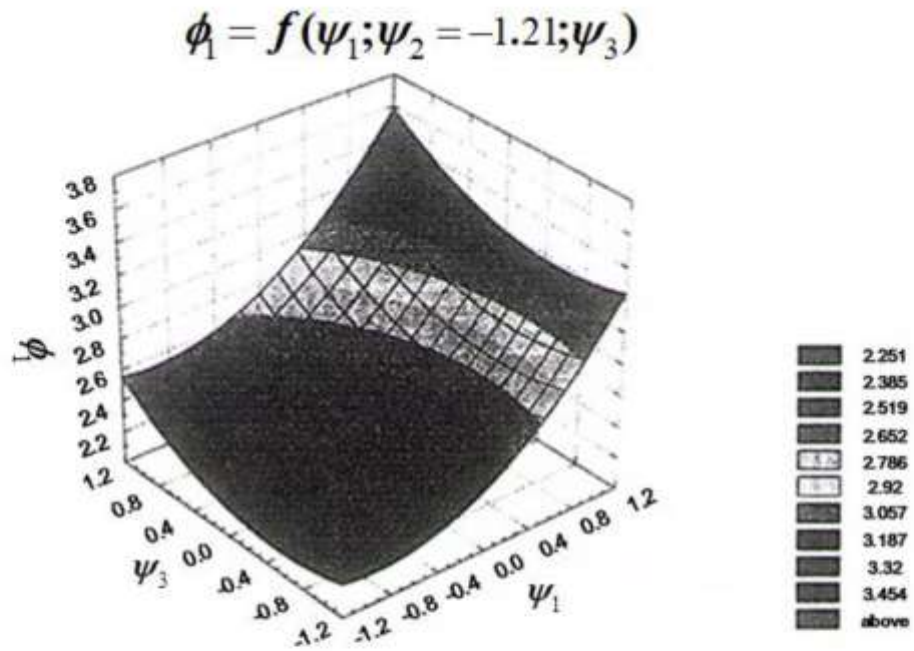


Рисунок 56П – Зависимости энергоемкости ϕ_1 от угловой скорости ротора $\omega(\psi_1)$ и частоты колебаний заслонки $\omega_3(\psi_3)$

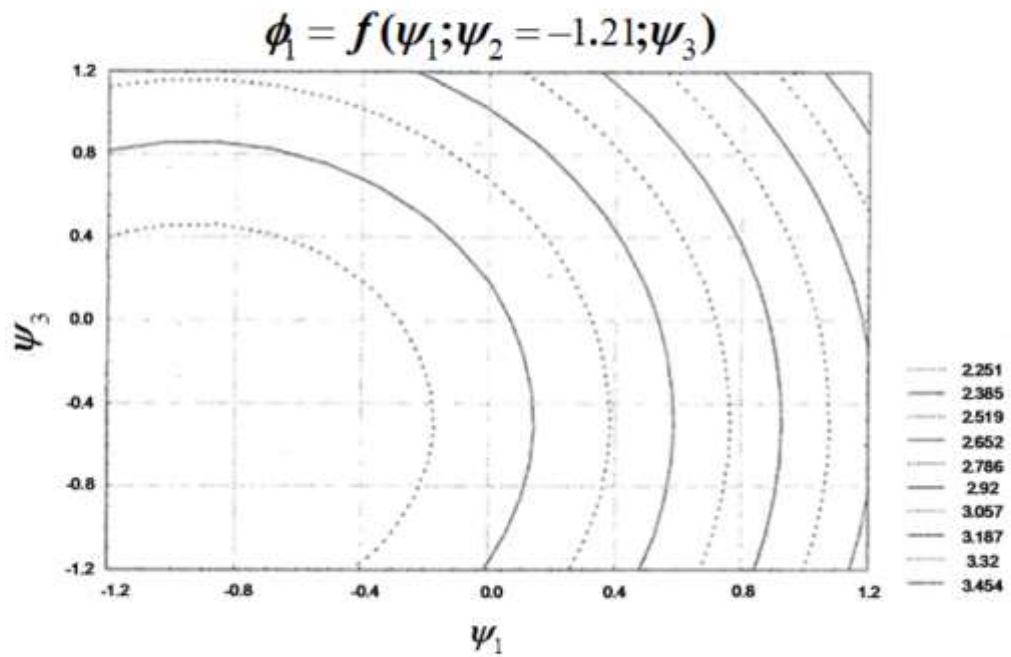


Рисунок 57П – Сечения поверхности энергоемкости ϕ_1 на плоскости $\omega_{\text{н}}(\psi_1, \psi_2)$

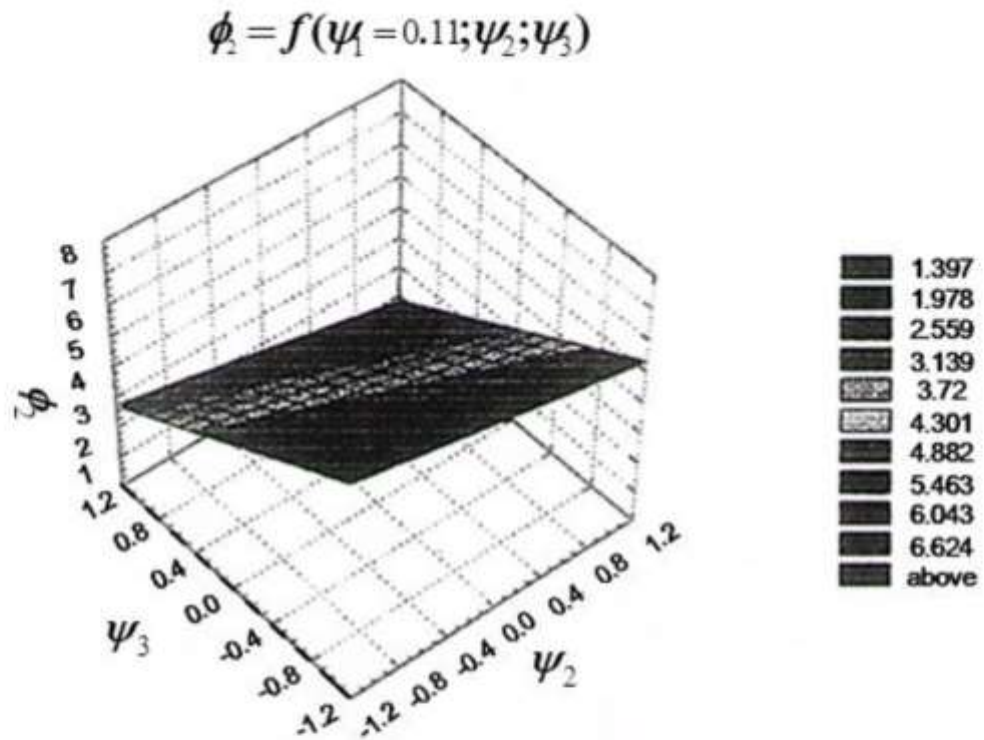


Рисунок 58П – Зависимости неравномерности распределения ϕ_2 от вылета молотков $h(\psi_2)$ и частоты колебаний козырька $p_3(\psi_3)$

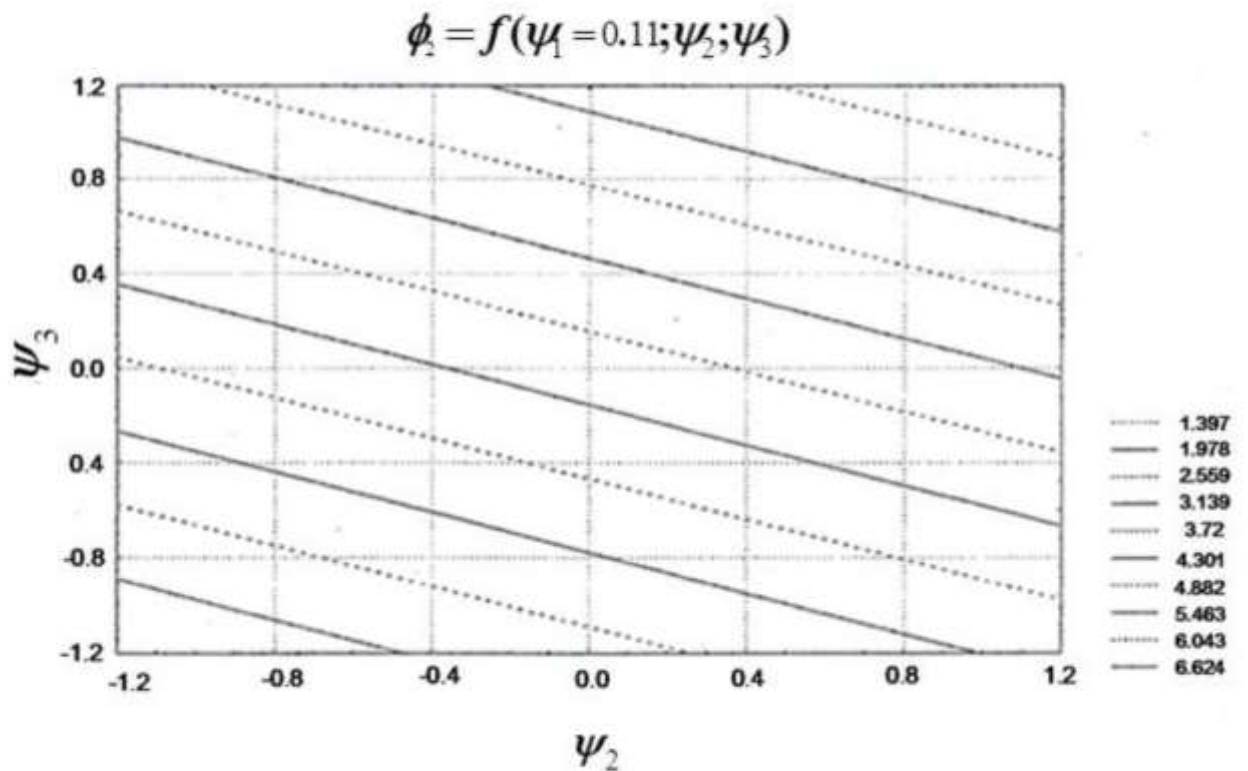


Рисунок 59П – Сечения поверхности неравномерности распределения ϕ_2 на плоскости $h_n(\psi_2, \psi_3)$

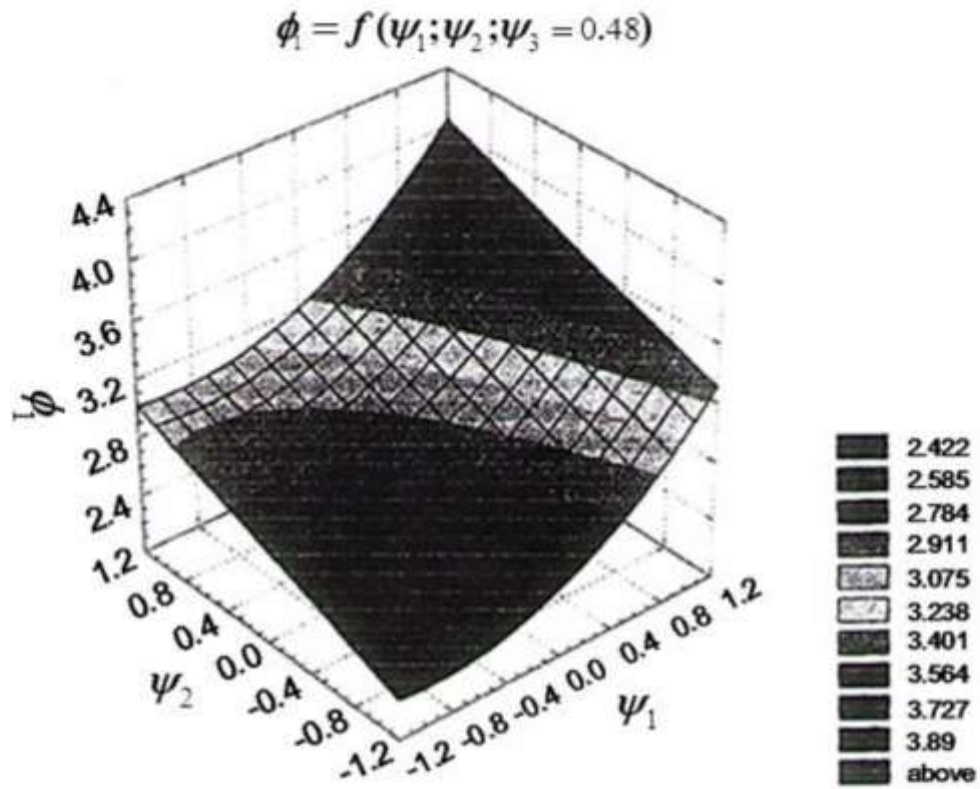


Рисунок 60П – Зависимости энергоемкости ϕ_1 от угловой скорости ротора $\omega(\psi_1)$ и вылета молотков $\Delta(\psi_2)$

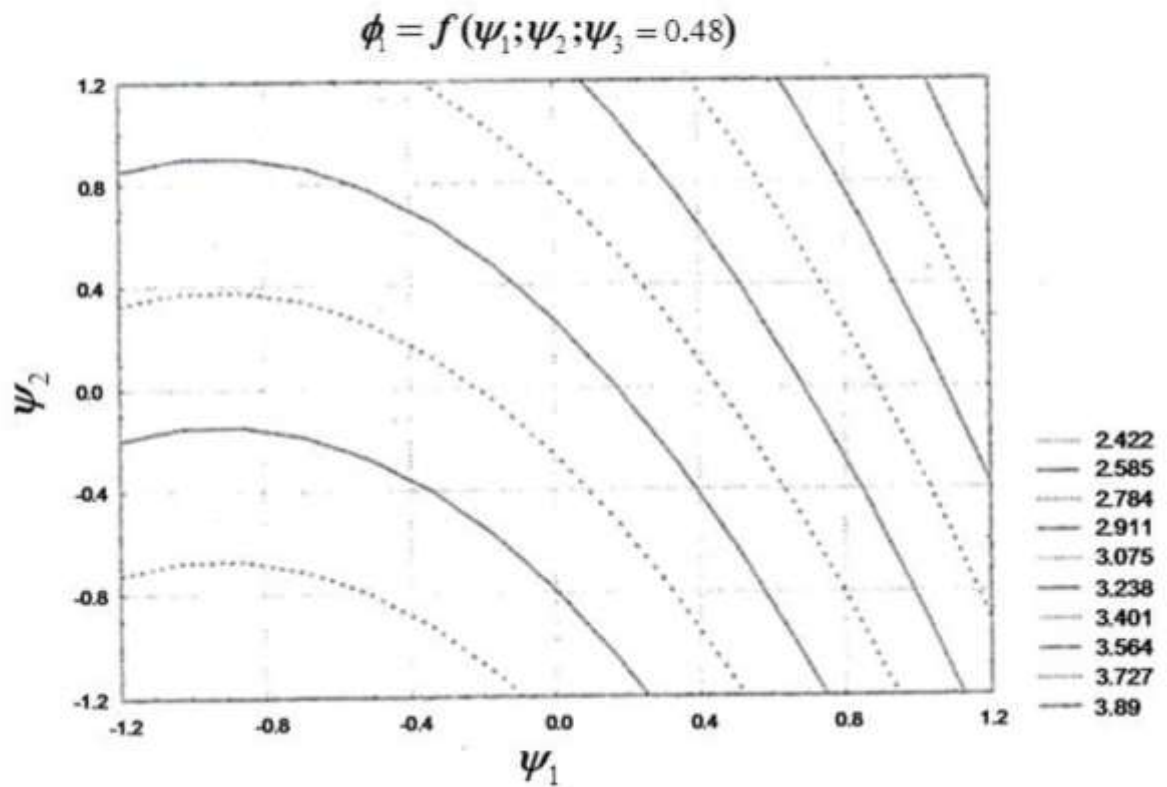


Рисунок 61П – Сечения поверхности удельной мощности ϕ_1 на плоскости $\omega h(\psi_1, \psi_2)$

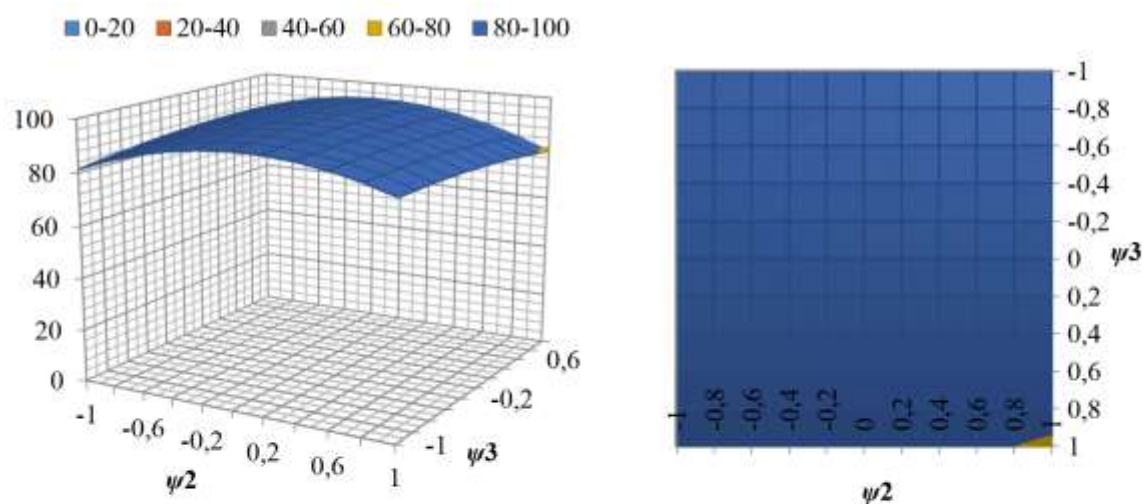


Рисунок 62П – Поверхность отклика $\phi_7 = f(\psi_1=0.32; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

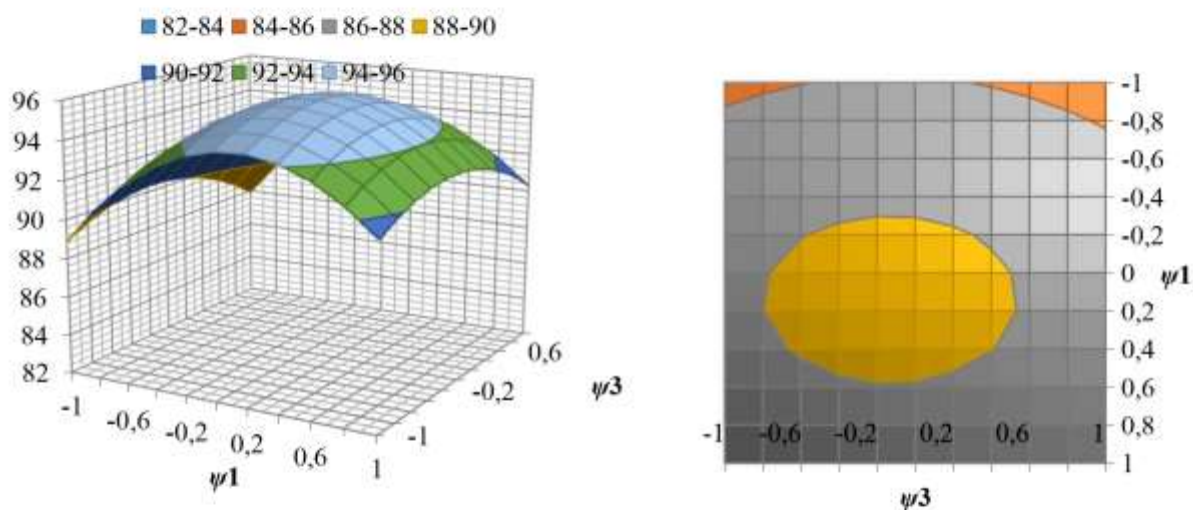


Рисунок 63П – Поверхность отклика $\phi_7 = f(\psi_1; \psi_2=0; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

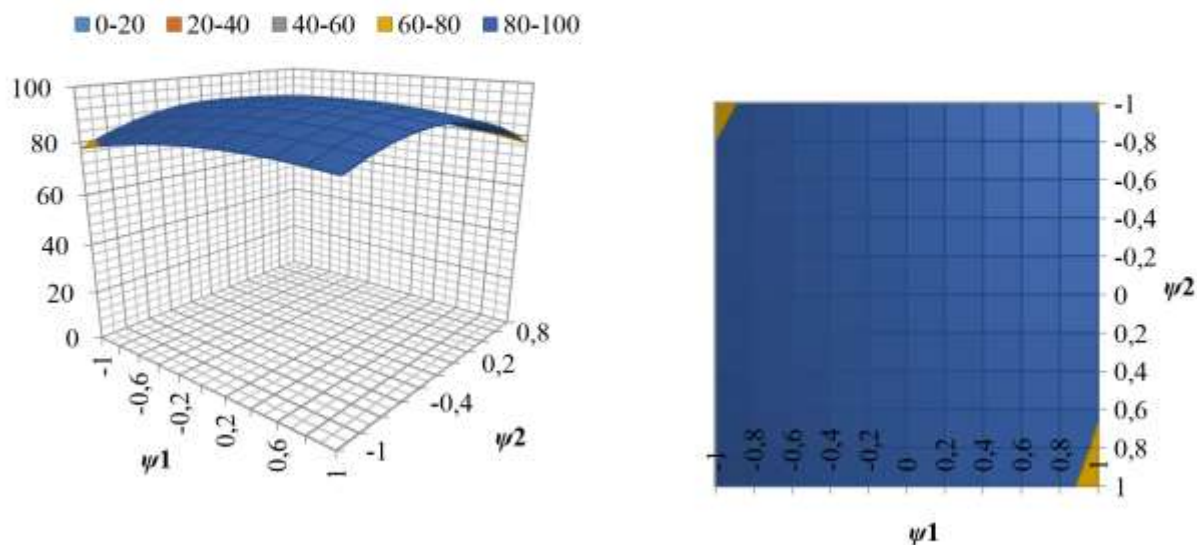


Рисунок 64П – Поверхность отклика $\phi_7 = f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=0.48) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

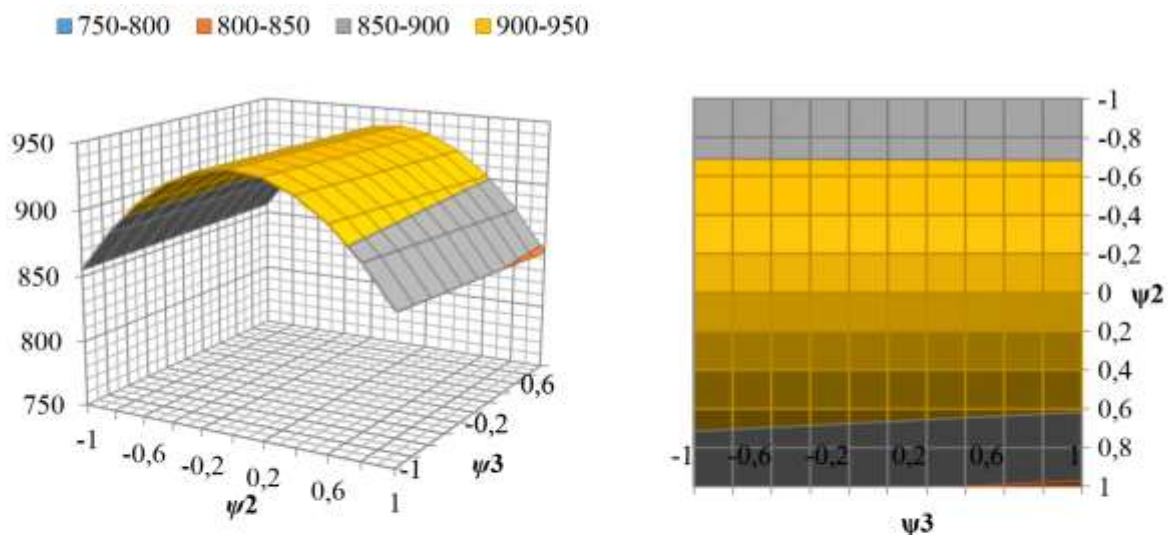


Рисунок 65П – Поверхность отклика $\phi_8 = f(\psi_1=0,3; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

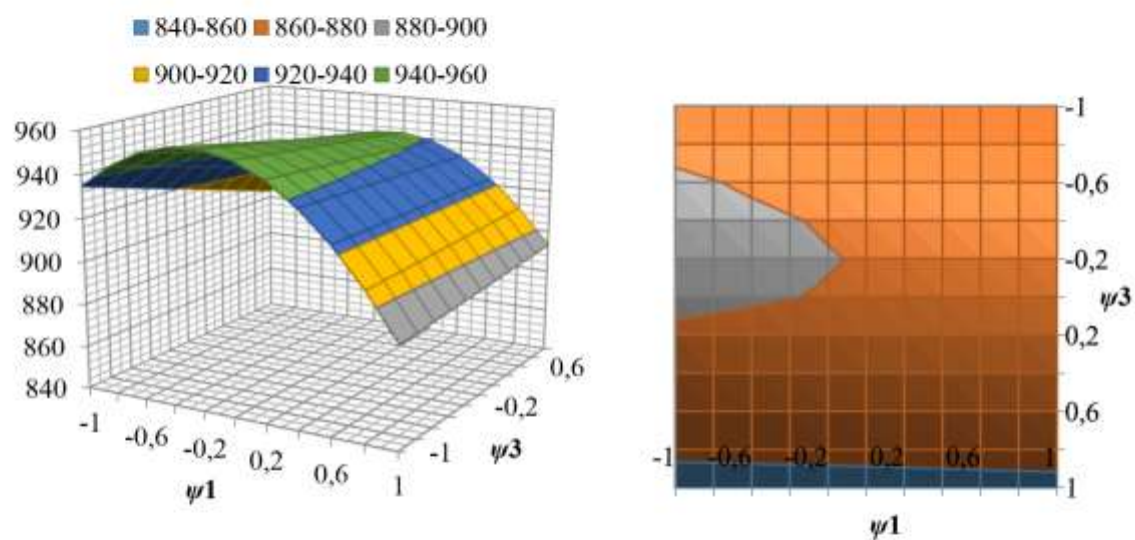


Рисунок 66П – Поверхность отклика $\phi_8 = f(\psi_1; \psi_2=0; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

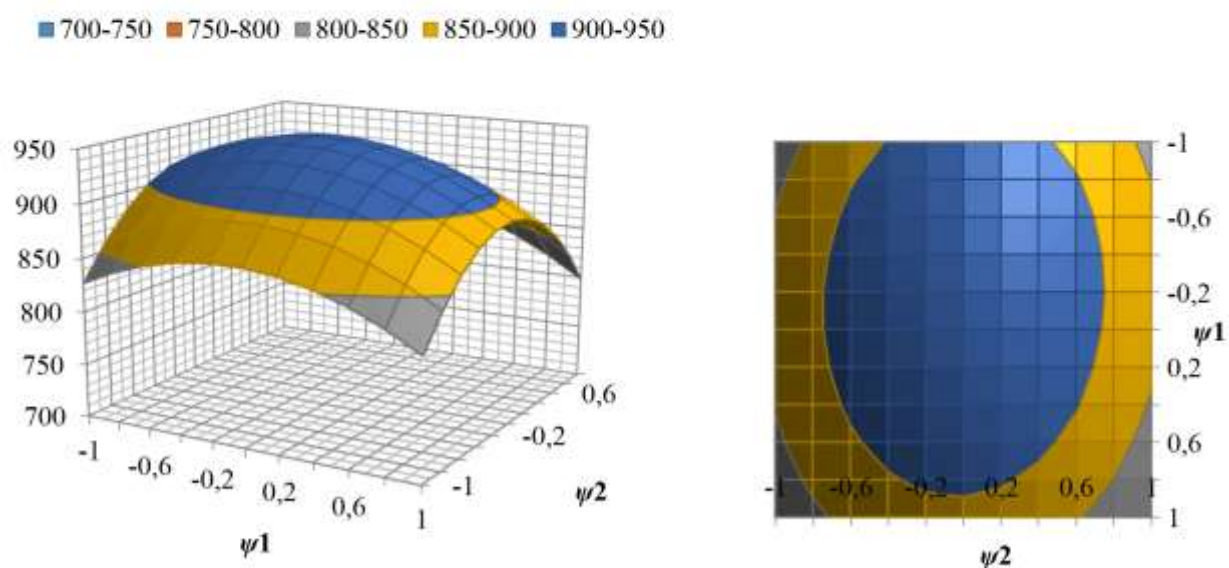


Рисунок 67П – Поверхность отклика $\phi_8 = f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=0,1) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

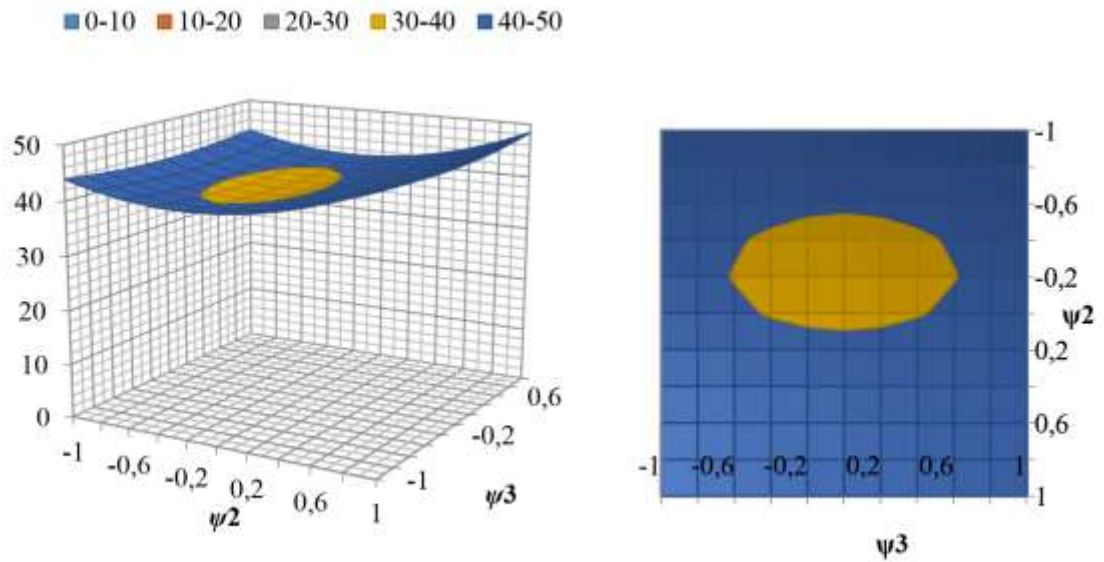


Рисунок 68П – Поверхность отклика $\phi_9 = f(\psi_1=0,14; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

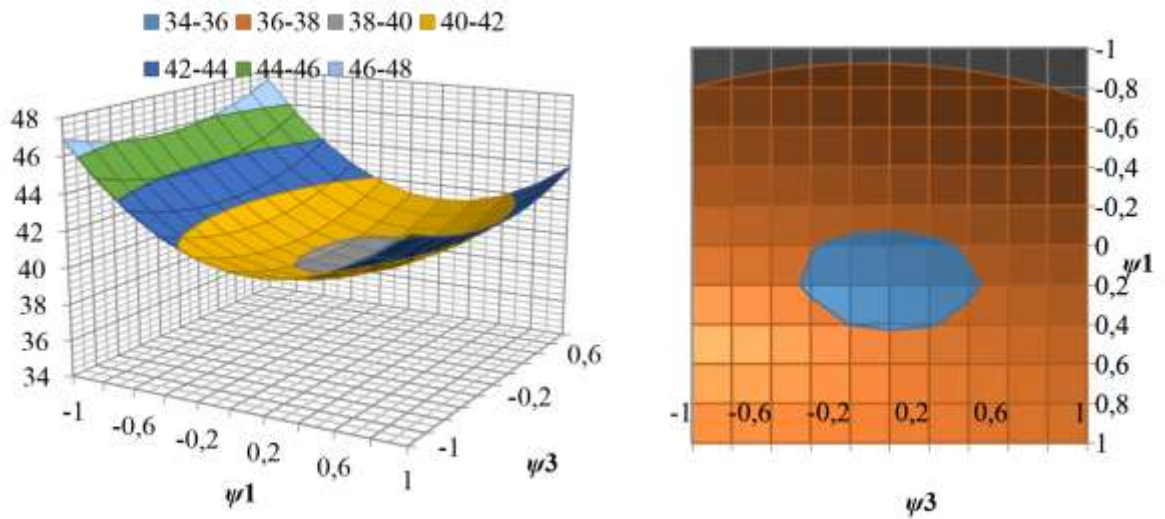


Рисунок 69П – Поверхность отклика $\phi_9 = f(\psi_1; \psi_2=0; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

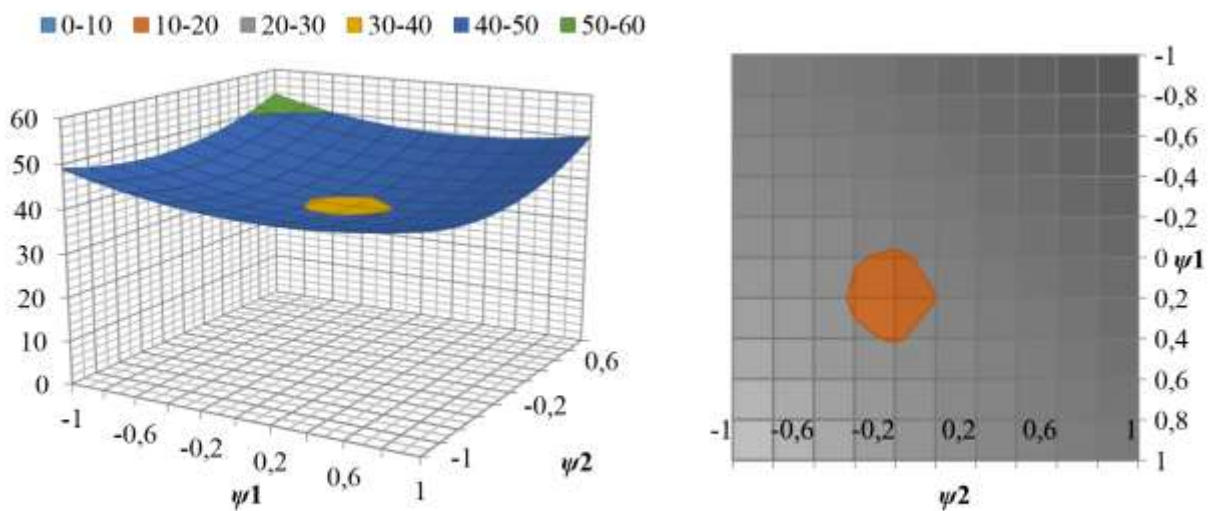


Рисунок 70П – Поверхность отклика $\phi_9 = f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=0,46) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

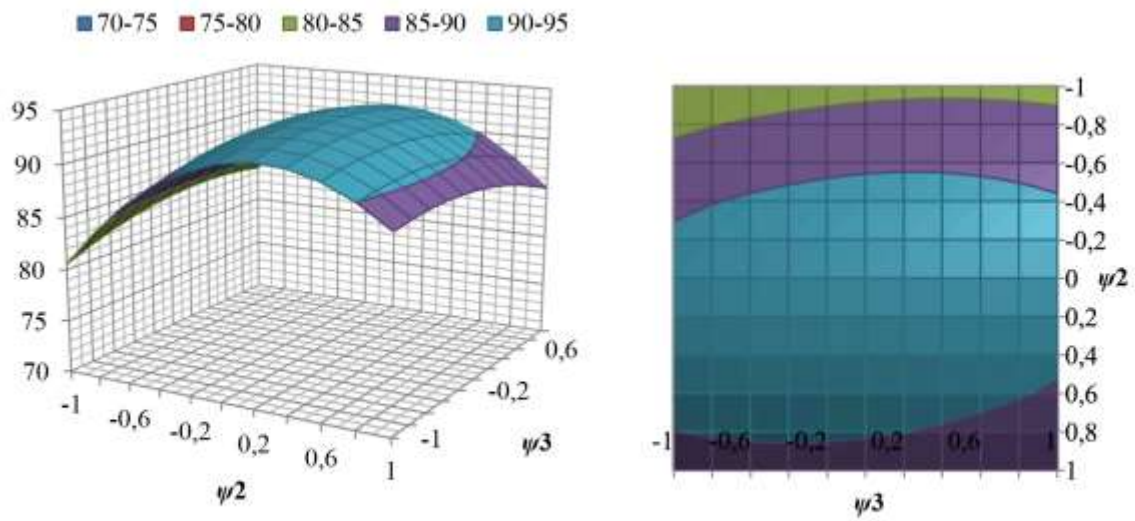


Рисунок 71П – Поверхность отклика $\phi_{10}=f(\psi_1=0,1; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

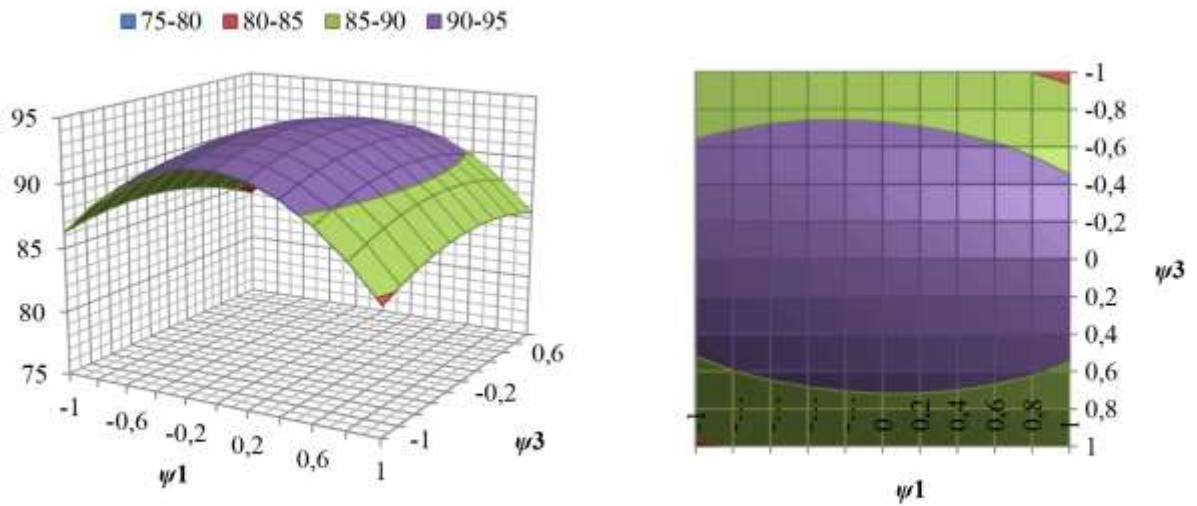


Рисунок 72П – Поверхность отклика $\phi_{10}=f(\psi_1; \psi_2=0,15; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

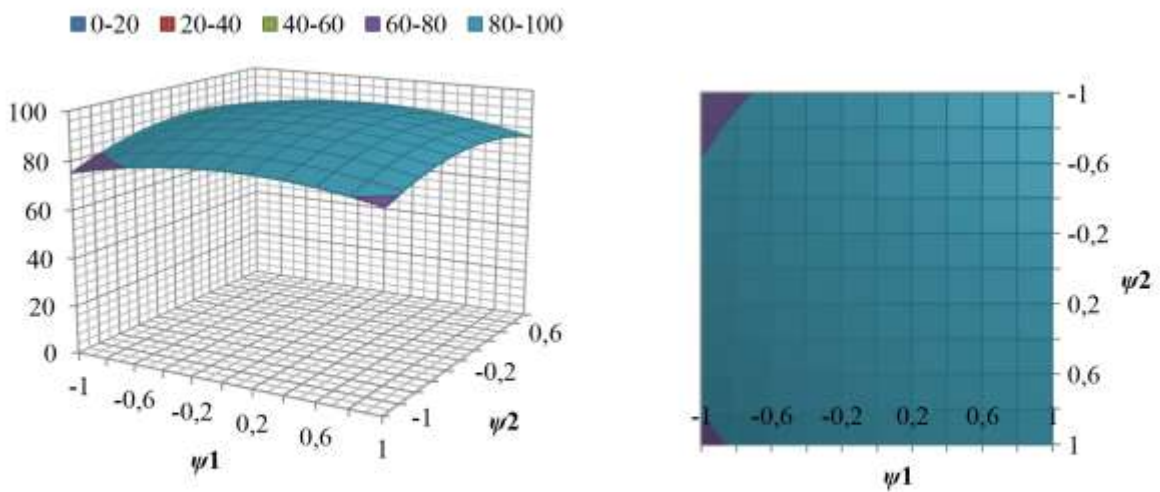


Рисунок 73П – Поверхность отклика $\phi_{10}=f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=0) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

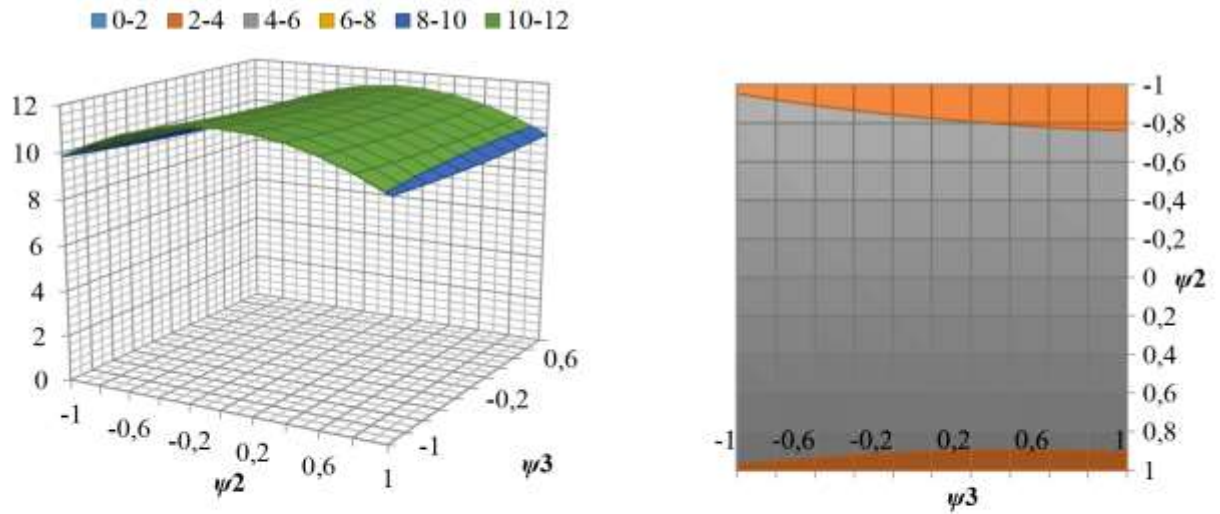


Рисунок 74П – Поверхность отклика $\phi_{11}=f(\psi_1=0; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

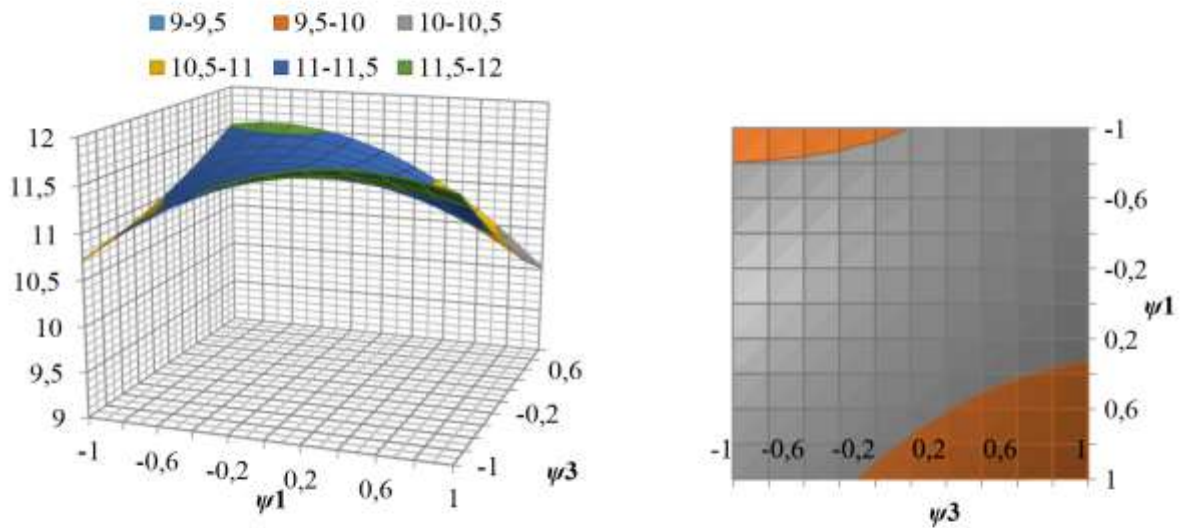


Рисунок 75П – Поверхность отклика $\phi_{11}=f(\psi_1; \psi_2=0,04; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

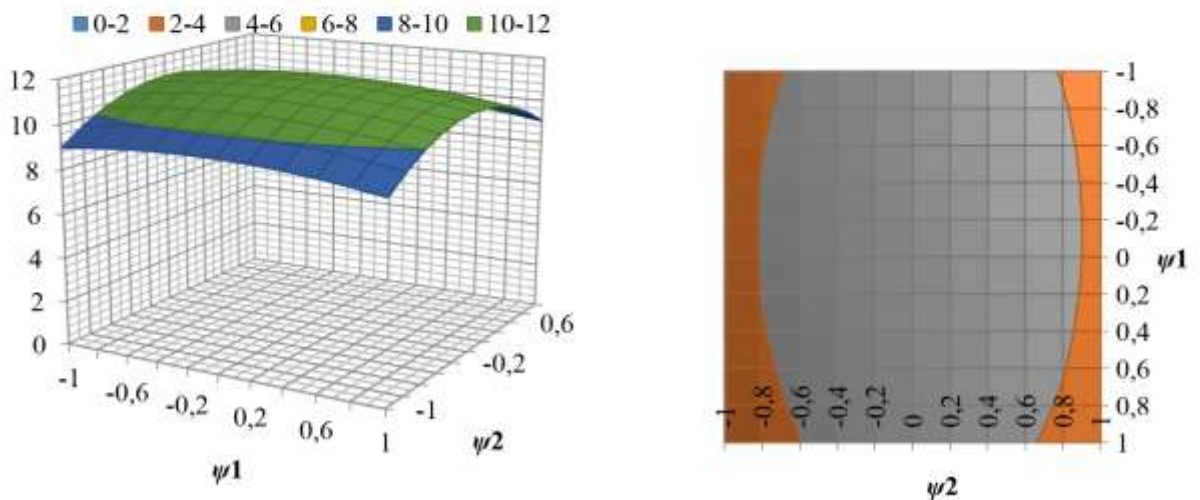


Рисунок 76П – Поверхность отклика $\phi_{11}=f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=0) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

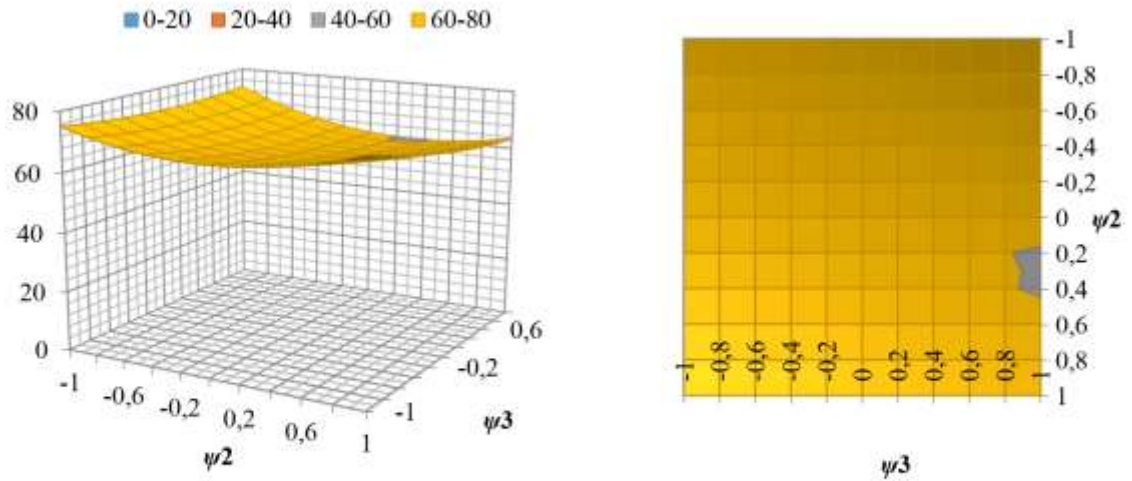


Рисунок 77П – Поверхность отклика $\phi_{12}=f(\psi_1=0,75; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

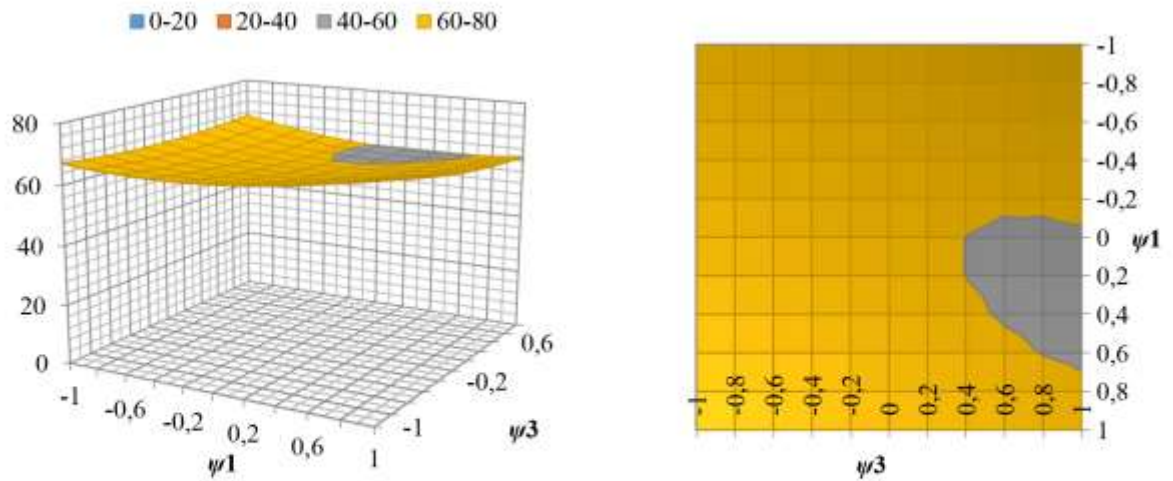


Рисунок 78П – Поверхность отклика $\phi_{12}=f(\psi_1; \psi_2=0,53; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

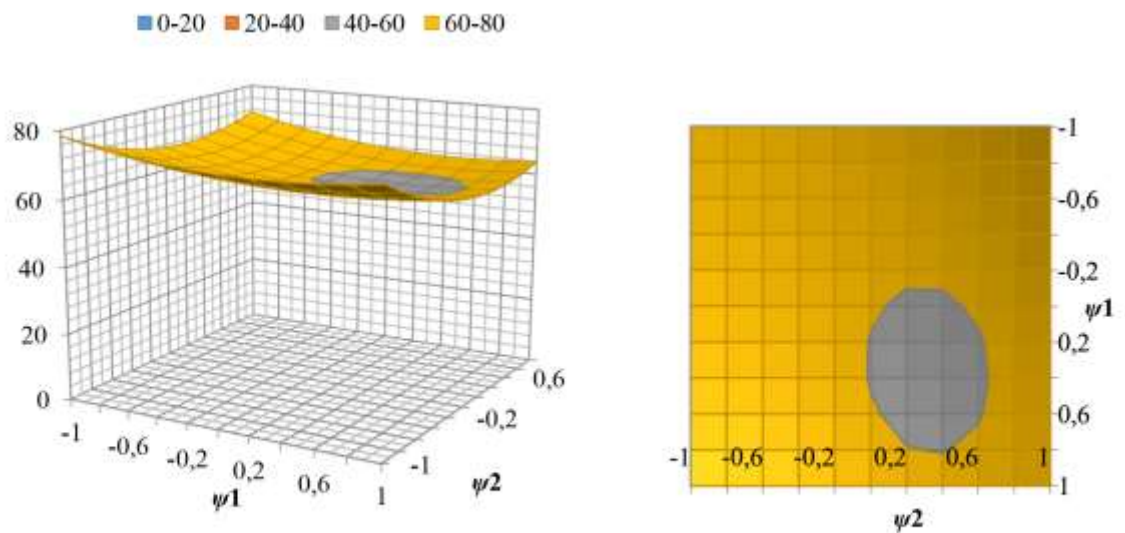


Рисунок 79П – Поверхность отклика $\phi_{12}=f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=1,16) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

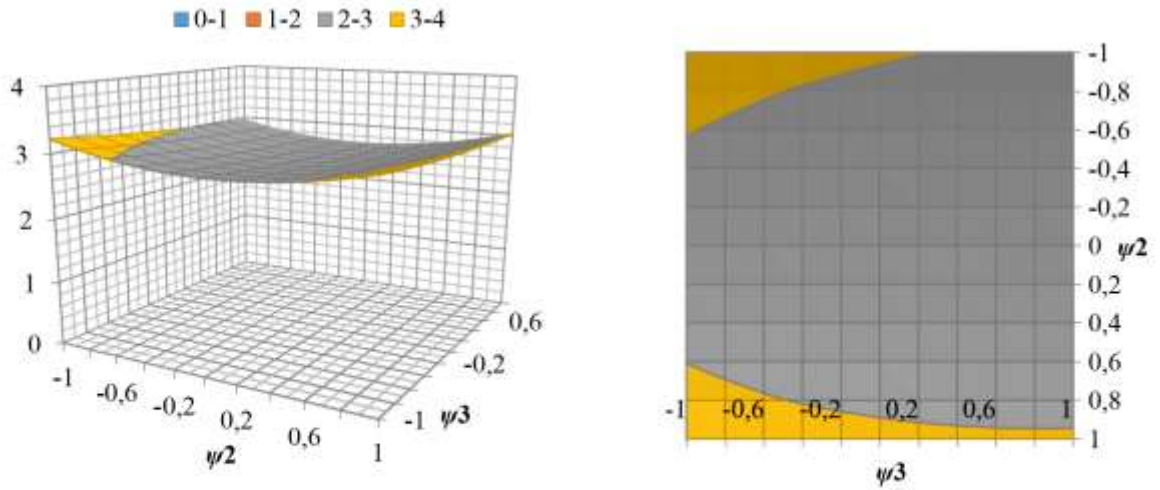


Рисунок 80П – Поверхность отклика $\phi_{13} = f(\psi_1=0,45; \psi_2; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

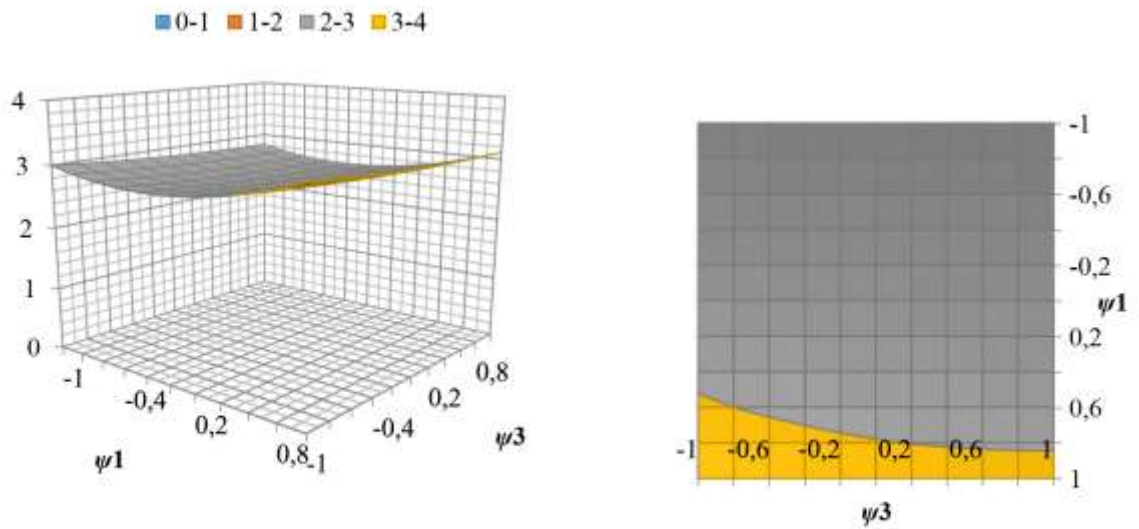


Рисунок 81П – Поверхность отклика $\phi_{13} = f(\psi_1; \psi_2=0,52; \psi_3) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

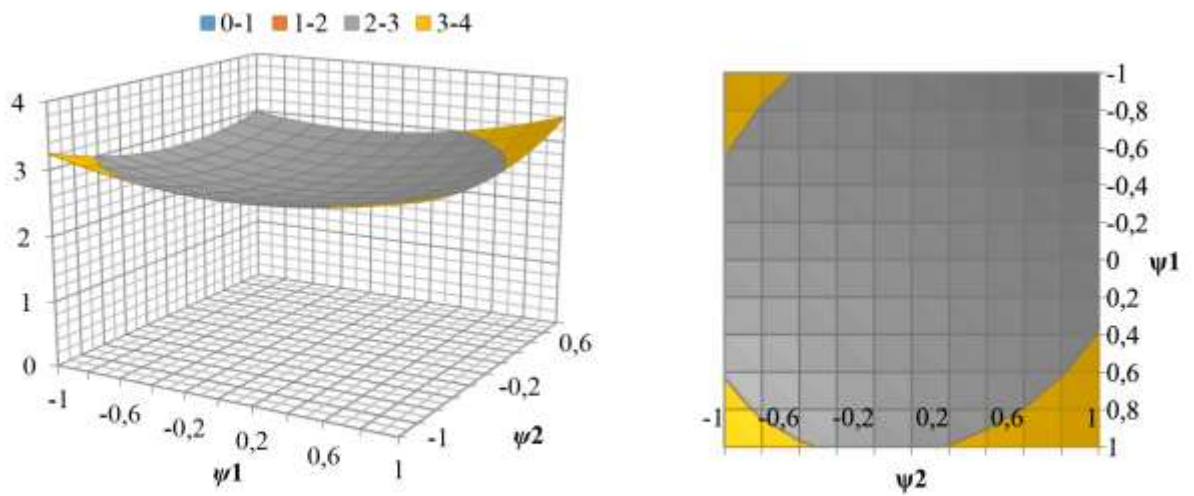


Рисунок 82П – Поверхность отклика $\phi_{13} = f(\psi_1; \psi_2; \psi_3=0,99) \rightarrow \text{opt}$ и ее сечения

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 555 578** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК

A23K 1/16 (2006.01)

A23K 1/20 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2014115563/13, 17.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.04.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.04.2014

(45) Опубликовано: 10.07.2015 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 298322 A1, 16.03.1971. RU 2148938
C1, 20.05.2000. RU 2219786 C2, 27.12.2003

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФГБОУ ВПО
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Широков Виктор Александрович (RU),
Вишневский Александр Николаевич (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Макаров Владимир Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (RU)**(54) СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО КОРМОВОГО ПРОДУКТА****(57) Формула изобретения**

Способ приготовления гранулированного кормового продукта, включающий получение композиции на основе предварительно подготовленного посредством сушки белково-витаминного компонента, его смешивание со связующим веществом и формование гранул, отличающийся тем, что в качестве белково-витаминного компонента используют муку из бобового сена естественной сушки, а в качестве связующего - сапропель естественной влажности, взятых при весовом соотношении мука:сапропель=1:1 с последующим доведением полученного значения усредненной влажности в композиции до 8-10%.

RU 2 555 578 C 1

RU 2 555 578 C 1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 555 581** (13) **C1**

(51) МПК

A23K 1/14 (2006.01)

A23K 1/16 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2014115558/13, 17.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.04.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.04.2014

(45) Опубликовано: 10.07.2015 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2050148 C1, 20.12.1995. SU 410756
A1, 15.01.1974. RU 2501303 C2, 20.12.2013. DD
296409 A, 05.12.1991

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФГБОУ ВПО
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Широков Виктор Александрович (RU),
Вишневский Александр Николаевич (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Макаров Владимир Андреевич (RU),
Неретина Евгения Александровна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (RU)

(54) СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО КОРМОВОГО ПРОДУКТА

(57) Формула изобретения

Способ приготовления гранулированного кормового продукта, включающий получение композиции на основе травяного мучного и связующего углеводистого компонентов, их смешивание и гранулирование, отличающийся тем, что в качестве связующего компонента используют или тыквенную, или морковную, или капустную, или картофельную пасты, или их композиции, или их комбинации, взятые в весовом соотношении 1:1, с последующим формованием гранул $\varnothing$ 2,0-3,0 мм и доведением их влажности до 8-10%.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 563 673** (13) **C1**

(51) МПК

A23K 1/16 (2006.01)

A23K 1/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2014113258/13, 04.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.04.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.04.2014

(45) Опубликовано: 20.09.2015 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2486759 C1, 10.07.2013. RU 2148938
C1, 20.05.2000. RU 2021737 C1, 30.10.1994. RU
2313230 C2, 27.12.2007

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФГБОУ ВПО
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Широков Виктор Александрович (RU),
Вишневский Александр Николаевич (RU),
Макаров Владимир Андреевич (RU),
Родоманская Светлана Александровна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (RU)(54) **СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕЛКОВО-ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО КОРМОВОГО ПРОДУКТА**(57) **Формула изобретения**

Способ приготовления белково-витаминно-минерального кормового продукта, включающий дозирование предварительно подготовленных белкового и витаминно-минерального компонентов с последующим смешиванием, формованием гранул и их сушкой, отличающийся тем, что в качестве белкового компонента используют необезжиренную соевую муку, а в качестве витаминно-минерального - сапропель естественной влажности, взятые при весовом соотношении как 1:1, причем гранулы формируют диаметром 2-4 мм, а их сушку осуществляют в пределах 200°C при активном вентилировании, доводя влажность до 8-10%.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(19) **RU** (11) **2 563 677** (13) **C1**

(51) МПК

A23K 1/10 (2006.01)

A23K 1/175 (2006.01)

A23K 1/16 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014112854/13, 02.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.04.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.04.2014

(45) Опубликовано: 20.09.2015 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 96107572 A, 10.02.1998. KZ 26423
A4, 14.12.2012. RU 2447674 C1, 20.04.2012. RU
248659 C1, 10.07.2013

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФГБОУ ВПО ДальГАУ

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Широков Виктор Александрович (RU),
Вишневский Александр Николаевич (RU),
Макаров Владимир Андреевич (RU),
Родоманская Светлана Александровна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (RU)(54) СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕЛКОВО-МИНЕРАЛЬНО-ВИТАМИННОГО КОРМОВОГО
ПРОДУКТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к кормопроизводству, в частности к способу приготовления корма на основе соевого белкового компонента. Способ включает использование предварительно подготовленного соевого белкового и минерального компонентов с последующим их смешиванием в определенном соотношении, получением гранул и их сушкой. В качестве подготовленного соевого белкового компонента используют дезинтегрированный соевый экстракт, а минерального - сапропель

естественной влажности. Смешивание компонентов проводят при весовом соотношении 50:50. Затем осуществляют формование гранул с размером до 10 мм и их сушку при активном вентилировании с доведением их влажности до 8-10%. Осуществление изобретения обеспечивает получение белково-минерально-витаминного кормового продукта повышенной биологической ценности и качественной однородной структуры при относительно низких затратах энергии. 2 ил., 1 пр.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(19) **RU** (11) **2 563 676** (13) **C1**

(51) МПК

A23K 1/16 (2006.01)

A23K 1/00 (2006.01)

(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2014112840/13, 02.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.04.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.04.2014

(45) Опубликовано: 20.09.2015 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2148938 C1, 20.05.2000. RU 2497381
C2, 10.11.2013. RU 2290833 C2, 10.01.2007. RU
2338388 C1, 20.11.2008

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФГБОУ ВПО
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Широков Виктор Александрович (RU),
Вишневский Александр Николаевич (RU),
Макаров Владимир Андреевич (RU),
Родоманская Светлана Александровна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (RU)(54) СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНО-МИНЕРАЛЬНОГО КОРМОВОГО
ПРОДУКТА

(57) Формула изобретения

Способ приготовления белково-углеводно-минерального кормового продукта, включающий получение белково-углеводной композиции на основе бобового и зернового сырья, а также белково-углеводно-минерального компонента, отличающийся тем, что в качестве белково-углеводной композиции используют соево-пшенично-ячменный экструдат при весовом соотношении компонентов 1:1:1, а в качестве минерального компонента - сапропель естественной влажности при весовом соотношении экструдат : сапропель как 1:1, на основе полученной белково-углеводно-минеральной композиции формируют гранулы, которые затем сушат, доводя до содержания сухих веществ 90-92%.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 621 354** (13) **C1**

(51) МПК
 A23K 40/10 (2016.01)
 A23K 10/30 (2016.01)
 A23K 20/20 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016137454, 19.09.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.09.2016

Дата регистрации:
02.06.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.09.2016

(45) Опубликовано: 02.06.2017 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
 Политехническая, 86, ФГБОУ ВО
 "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
 УНИВЕРСИТЕТ"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
 Гончарук Алексей Иванович (RU),
 Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
 Школьников Павел Николаевич (RU),
 Широков Виктор Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
 БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
 ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
 УНИВЕРСИТЕТ" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2148938 C1, 20.05.2000. RU
 2092073 C1, 10.10.1997. RU 2560946 C1,
 20.08.2015.

(54) Способ приготовления гранулированного корма

(57) Реферат:

Изобретение относится к кормопроизводству, в частности к способу получения гранулированного корма. Способ включает получение гранулированной многокомпонентной смеси, содержащей древесный компонент и минеральный комплекс. В качестве древесного компонента используют древесно-грибную массу, полученную из отработанных субстратно-грибных брикетов при производстве грибов рода

Pleurotus, а в качестве минерального комплекса - сапропель, взятые в весовом соотношении: масса : сапропель = 1:1. Осуществление изобретения обеспечивает повышение кормовых и питательных достоинств гранулированных комбикормов, а также их прочности, при одновременном снижении энергии, трудовых и материальных затрат. 2 ил., 1 пр.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(19) **RU** (11) **2 624 947** (13) **C1**(51) МПК
A01F 29/00 (2006.01)
B02C 7/12 (2006.01)(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2016133835, 17.08.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.08.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.08.2016

(45) Опубликовано: 11.07.2017 Бюл. № 20

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Иванин Александр Геннадьевич (RU),
Соболев Иван Владимирович (RU),
Вараксин Сергей Викторович (RU),
Гончарук Алексей Иванович (RU),
Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Маркин Дмитрий Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2127034 C1, 10.03.1999. RU
2477179 C1, 10.03.2013. RU 2133151 C1,
20.07.1999. CN 2464445 Y, 12.12.2001.

(54) Измельчитель влажных продуктов

(57) Формула изобретения

Измельчитель влажных продуктов, содержащий корпус и размещенный в нем диск с активной истирающей поверхностью в виде перфорированной тарелки и установленный с возможностью вертикального перемещения воронкообразный патрубок, отличающийся тем, что активная истирающая поверхность диска и торцевая поверхность воронкообразного патрубка снабжены упругими металлическими элементами, выполненными в виде кольцеобразных ворсяных поверхностей.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 624 954** ⁽¹³⁾ **C1**(51) МПК
A01K 5/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2016135592, 01.09.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.09.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.09.2016

(45) Опубликовано: 11.07.2017 Бюл. № 20

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Гончарук Алексей Иванович (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1662454 A1, 15.07.1991. SU
1353370 A1, 23.11.1987. RU 2399199 C1,
20.09.2010. US 4088272 A, 09.05.1978.

(54) Самозагружающийся кормораздатчик

(57) Формула изобретения

1. Самозагружающийся кормораздатчик, содержащий смонтированный на ходовой части бункер с выгрузными рабочими органами и подающим транспортером, закрепленной на его раме телескопической стрелой с захватом, установленный в задней части бункера формирователь кормовых слоев в виде кормопровода с распределительной пластиной, метателем с горизонтальным ротором, содержащим шарнирные лопасти, свободные концы которых расположены на образующей описываемой или цилиндрической поверхности, характеризующийся тем, что свободные концы шарнирных лопаток выполнены в виде $\wedge$ -образного элемента при отношении ширины лопатки и горизонтальной полки элемента, равном 1,2, при этом в поперечном сечении шарнирные лопасти имеют Н-образный профиль.

2. Самозагружающийся кормораздатчик по п.1, характеризующийся тем, что выгрузные рабочие органы установлены к горизонтали под углом, равным углу установки кормопровода, относительно продольной оси подающего транспортера.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 628 397** (13) **C1**

(51) МПК

A23K 50/50 (2016.01)

A23K 40/10 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2016137622, 20.09.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.09.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.09.2016

(45) Опубликовано: 16.08.2017 Бюл. № 23

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФГБОУ ВО
Дальневосточный ГАУ

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Гончарук Алексей Иванович (RU),
Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Горбунов Кирилл Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1625476 A1, 07.02.1991, RU
2433754 C1, 20.11.2011, RU 2189395 C2,
20.09.2002, CN 104366051 A, 25.02.2015.

(54) Способ приготовления гранулированного комбикорма для кроликов

(57) Формула изобретения

Способ приготовления гранулированного корма для кроликов, включающий получение многокомпонентной гранулированной смеси на основе связующего вещества и содержащей углеводно-витаминную композицию, отличающийся тем, что в качестве углеводного компонента композиции используют измельченную субстратно-грибную массу из отработанных соломенных брикетов, получаемых при производстве грибов рода «Pleurotus», а в качестве витаминного и связующего ингредиента - морковную пасту, взятые в весовом соотношении 1:2.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 634 004** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК

A23L 11/00 (2016.01)

A23L 19/00 (2016.01)

A23J 1/14 (2006.01)

A23J 3/16 (2006.01)

A23J 3/28 (2006.01)

A23L 33/105 (2016.01)

(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2016133960, 18.08.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.08.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.08.2016

(45) Опубликовано: 23.10.2017 Бюл. № 30

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Иванин Александр Геннадьевич (RU),
Гончарук Алексей Иванович (RU),
Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
Соболев Иван Владимирович (RU),
Вараксин Сергей Викторович (RU),
Купчак Дарья Владимировна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2482696 C2, 27.05.2013. RU
2270569 C2, 27.02.2006. RU 2553520 C2,
20.06.2015. RU 2482710 C2, 27.05.2013. US
8309159 B2, 13.11.2012.

(54) Способ приготовления белково-витаминных продуктов функциональной направленности

(57) Формула изобретения

1. Способ приготовления белково-витаминных продуктов функциональной направленности, включающий получение белковой дисперсной системы и нерастворимого соево-морковного остатка (НСМО) на основе соево-морковной композиции, термокислотной коагуляции белка в системе, разделение ее на белково-витаминный продукт и белково-витаминную сыворотку, отличающийся тем, что в качестве коагулянта используют 5% водный раствор аскорутина, а на основе нерастворимого соево-морковного остатка формируют гранулы в составе следующей комбинации НСМО:грибы рода «Pleurotus», в весовом соотношении 1:1, с доведением их влажности до 9,1-9,5 % и последующим получением муки.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что на основе белково-витаминного продукта (БВП) готовят печеночный паштет, при весовом соотношении БВП:печень животных и птицы = 1:1.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что на основе муки готовят соус - пищевконцентрат при весовом соотношении мука:мука пшеничная декстринизированная = 1:1.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что на основе белково-витаминной сыворотки

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 634 005** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК

A23K 50/50 (2016.01)

A23K 10/30 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2016149913, 19.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.12.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.12.2016

(45) Опубликовано: 23.10.2017 Бюл. № 30

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФГБОУ ВО
"ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Гончарук Алексей Иванович (RU),
Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2153811 C1, 10.08.2000. CN
105495006 A, 20.04.2016. SU 1625476 A1,
07.02.1991. RU 2148938 C1, 20.05.2000.

(54) Способ приготовления кормов для кроликов

(57) Формула изобретения

Способ приготовления кормов для кроликов, включающий получение гранулированной поликомпонентной смеси, содержащей углеводно-витаминный комплекс, отличающийся тем, что в качестве углеводного компонента используют измельченную соломенно-грибную массу из отработанных субстратных брикетов, полученных при производстве грибов рода «Pleurotus», а в качестве витаминного - тыквенную пасту, взятые в весовом соотношении масса:паста = 1:2.

RU 2 634 005 C1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 634 359** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК

A23K 50/50 (2016.01)

A23K 10/16 (2016.01)

A23K 40/10 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2016137624, 20.09.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.09.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.09.2016

(45) Опубликовано: 26.10.2017 Бюл. № 30

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФГБОУ ВО
Дальневосточный ГАУ

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Гончарук Алексей Иванович (RU),
Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2560946 C1, 20.08.2015. RU
2379943 C2, 27.01.2010. SU 626752 A1,
05.10.1978. RU 2092073 C1, 10.10.1997.

(54) Способ приготовления гранулированного продукта для кроликов

(57) Формула изобретения

Способ приготовления гранулированного продукта для кроликов, характеризующийся тем, что в смеситель пресс-гранулятор подают измельченную массу на основе отработанных соломенно-грибных брикетов с грибной массой рода «Pleurotus» и пасту свекольную в соотношении 1:2, смешивают, формируют гранулы с последующей сушкой до 10-12%.

RU 2 634 359 C1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **2 652 387** (13) **C1**
 (51) МПК
 A23K 40/10 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(52) СПК
 A23K 40/10 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017123906, 05.07.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 05.07.2017

Дата регистрации:
 26.04.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.07.2017

(45) Опубликовано: 26.04.2018 Бюл. № 12

Адрес для переписки:
 675000, г. Благовещенск, ул. Политехническая,
 86, ФГБОУ ВО "Дальневосточный
 государственный аграрный университет"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
 Винокуров Сергей Александрович (RU),
 Бурмага Андрей Владимирович (RU),
 Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
 Школьников Павел Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 образования "Дальневосточный
 государственный аграрный университет"
 (ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: П.Н. МИОНЧИНСКИЙ, Л.С.
 КОЖАРОВ. "Производство комбикормов".
 - М.: Агропромиздат, 1991, с. 288 и с. 96-98.
 RU 2555578 C1, 10.07.2015. RU 2555581 C1,
 10.07.2015. RU 2471361 C1, 10.01.2013.

(54) **СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕЛКОВО-ВИТАМИННОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО ПРОДУКТА**

(57) **Формула изобретения**

Способ приготовления белково-витаминного гранулированного продукта, включающий дозированную подачу зернового и связующего компонентов на дезинтеграцию с последующим получением гранулированной смеси, отличающийся тем, что в качестве зернового компонента используют ячменную крупку, а в качестве связующего - соево-тыквенную пасту с соотношением (вес.%): термообработанная необезжиренная соевая мука : измельченная тыква как 1:4, причем смешивание производят во время дезинтеграции ячменной крупки в среде соево-тыквенного связующего при соотношении (вес.%) ячменная крупка : соево-тыквенная паста как 1:2, затем смесь гранулируют, а полученные гранулы сушат.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(19) **RU** (11) **2 652 389**⁽¹³⁾ **C2**(51) МПК
A23K 50/50 (2016.01)
A23K 10/30 (2016.01)
A23K 10/35 (2016.01)(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**(52) СПК
A23K 50/50 (2006.01); A23K 10/30 (2006.01); A23K 10/35 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016137453, 19.09.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.09.2016Дата регистрации:
26.04.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.09.2016

(43) Дата публикации заявки: 22.03.2018 Бюл. № 9

(45) Опубликовано: 26.04.2018 Бюл. № 12

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФГБОУ ВО
"ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Гончарук Алексей Иванович (RU),
Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Горбунов Кирилл Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2153811 C1, 10.08.2000. RU
2148938 C1, 20.05.2000. CN 102630845 B,
05.02.2014. ШУМИЛИНА Н.Н.; КАЛУТИН
Ю.А.; БАЛАКИРЕВ Н.А. Практикум по
кролиководству / Под ред. Н.А. Балакирева.
- М: КолосС, 2010, лл. 46-51.

(54) Способ приготовления гранулированного комбикорма для кроликов

(57) Формула изобретения

Способ приготовления гранулированного комбикорма для кроликов, включающий получение многокомпонентной композиции, содержащей углеводный и минерально-связующий ингредиенты, с последующим ее формованием в гранулы и их сушкой, отличающийся тем, что в качестве углеводного ингредиента используют измельченную массу, полученную на основе отработанного соломенного субстрата грибов рода «Pleurotus», взятую при отношении к основной массе композиции равном 20%, а в качестве минерально-связующего ингредиента - картофельную пасту при соотношении масса:паста=1:2.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19)

RU (11)

2 663 340⁽¹³⁾ C2

(51) МПК

A23K 50/50 (2016.01)

A23K 10/30 (2016.01)

A23K 40/10 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(52) СПК

A23K 50/50 (2006.01); A23K 10/30 (2006.01); A23K 40/10 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016149679, 16.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.12.2016Дата регистрации:
03.08.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.12.2016

(43) Дата публикации заявки: 18.06.2018 Бюл. № 17

(45) Опубликовано: 03.08.2018 Бюл. № 22

Адрес для переписки:

675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФГБОУ ВО
"ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Гончарук Алексей Иванович (RU),
Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Горбунов Кирилл Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2153811 C1, 10.08.2000. SU
1625476 A1, 07.02.1991. RU 2560946 C1,
20.08.2015. CN 102630845 A, 15.08.2012.

(54) Способ приготовления комбикорма для кроликов

(57) Формула изобретения

Способ приготовления комбикорма для кроликов, характеризующийся тем, что он предусматривает получение гранулированной многокомпонентной смеси, содержащей измельченную массу, полученную из отработанных брикетов, применяемых при производстве грибов рода «Pleurotus», и пасту люцерновую на основе сырь, находящегося в фазе цветения, при этом измельченная масса и паста взяты в весовом соотношении 1:2 соответственно.

RU 2 663 340 C2

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) RU (11)

2 663 610⁽¹³⁾ C2(51) МПК
A23N 17/00 (2006.01)(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**(52) СПК
A23N 17/00 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016148580, 09.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.12.2016Дата регистрации:
07.08.2018Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 09.12.2016

(43) Дата публикации заявки: 13.06.2018 Бюл. № 17

(45) Опубликовано: 07.08.2018 Бюл. № 22

Адрес для переписки:
675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул.
Политехническая, 86, ФГБОУ ВО
Дальневосточный ГАУ

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Иванин Александр Геннадьевич (RU),
Соболев Иван Владимирович (RU),
Вараксин Сергей Викторович (RU),
Гончарук Алексей Иванович (RU),
Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Маркин Дмитрий Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 801831 A1, 07.02.1981. SU
1667821 A1, 07.08.1991. RU 2527087 C2,
27.08.2014. US 0005399080 A1, 21.03.1995.

RU 2 663 610 C2

(54) Агрегат для поточного приготовления заменителя цельного молока и комбикормов

(57) Формула изобретения

Агрегат для поточного приготовления заменителя цельного молока и комбикорма, включающий бункеры для подачи и подготовки сырья, измельчающее устройство, экстрактор и разделитель, отличающийся тем, что экстрактор размещен горизонтально между измельчающим устройством и разделителем и выполнен в виде двухстенного полого цилиндра, в котором внутренняя стенка перфорированная, а наружная снабжена патрубком для подвода экстрагента, при этом разделитель представляет собой винтовой пресс непрерывного действия с перфорированной конической насадкой и формирующим патрубком.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(19) **RU** (11) **2 665 075** (13) **C1**

(51) МПК

A23K 10/30 (2016.01)

A23K 40/10 (2016.01)

12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(52) СПК

A23K 10/30 (2006.01); A23K 40/10 (2006.01)

21)(22) Заявка: 2017123493, 03.07.2017

24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.07.2017Дата регистрации:
28.08.2018

Приоритет(ы):

22) Дата подачи заявки: 03.07.2017

45) Опубликовано: 28.08.2018 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

675000, г. Благовещенск, ул. Политехническая,
86, федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Винокуров Сергей Александрович (RU),
Бурмага Андрей Владимирович (RU),
Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: МЕЛЬНИКОВ С.В. Механизация
и автоматизация животноводческих ферм.
Л.: Колос, 1978, сс. 321-325. RU 2555581 C1,
10.07.2015. US 2011/0038984 A1, 17.02.2011.**54) СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО КОНЦЕНТРАТА****(57) Формула изобретения**

Способ приготовления гранулированного концентрата, включающий дозированную подачу зернового и связующего компонентов с последующим получением гранулированной смеси, отличающийся тем, что в качестве зернового компонента используют кукурузную крупку, а в качестве связующего компонента - соево-морковную пасту в соотношении в весовых частях необезжиренная термообработанная соевая паста:измельченная морковь как 1:4, при этом гранулированную смесь производят путем дезинтеграционного перераспределения вновь образованных кукурузных частиц в среде соево-морковной связующей при соотношении в весовых частях кукурузная паста:соево-морковная паста как 1:2 с формированием и последующей сушкой.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11)

2 685 943⁽¹³⁾ C1

(51) МПК

B30B 11/00 (2006.01)

A23N 17/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B30B 11/00 (2019.02); A23N 17/00 (2019.02)

(21) (22) Заявка: 2018128654, 03.08.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.08.2018Дата регистрации:
23.04.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.08.2018

(45) Опубликовано: 23.04.2019 Бюл. № 12

Адрес для переписки:

675027, Амурская обл., г. Благовещенск,
Игнатьевское ш., 21, ФГБОУ ВО "АмГУ",
Центр поддержки технологий и инноваций,
Шурбиной Ольге Яковлевне

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Винокуров Сергей Александрович (RU),
Ковалева Людмила Альбертовна (RU),
Якименко Андрей Владимирович (RU),
Волков Сергей Петрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Амурский государственный
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2118105 C1, 27.08.1998.КАВЕЦКИЙ Е.Д., КОРОЛЕВ А.В.
Процессы и аппараты пищевых
производств. - М.: Агропромиздат, 1991,
с.419-420. RU 2412819 C1, 27.02.2011. SU
407459 A1, 23.07.1983.

(54) ПРЕССУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению и, в частности к устройствам для получения формованных продуктов и изделий для пищевой промышленности. Прессующее устройство включает корпус с бункером, размещенный в корпусе шнек, связанный с корпусом узел прессования. Узел прессования содержит кожух с внутренней стенкой и фильерой с продольными пазами. Фильера выполнена в виде правильной призмы, у которой на четырех боковых ребрах и

посередине двух симметрично расположенных боковых поверхностях по всей длине установлены диаметрально относительно кожуха пластины. Пластины соприкасаются с внутренней поверхностью кожуха и образуют с ней продольные пазы замкнутого контура. Использование изобретения позволит расширить технологические возможности устройства за счет одновременного получения гранул и брикетов. 1 ил.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11)

2 690 637⁽¹³⁾ C1(51) МПК
A23N 17/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A23N 17/00 (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2018128653, 03.08.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.08.2018Дата регистрации:
04.06.2019Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 03.08.2018

(45) Опубликовано: 04.06.2019 Бюл. № 16

Адрес для переписки:
675027, Амурская обл., г. Благовещенск,
Игнатьевское ш., 21, ФГБОУ ВО "АмГУ",
Центр поддержки технологий и инноваций,
Шурбиной Ольге Яковлевне

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Винокуров Сергей Александрович (RU),
Ковалева Людмила Альбертовна (RU),
Якименко Андрей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Амурский государственный
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2118105C1, 27.08.1998.
КАВЕЦКИЙ Е.Д., КОРОЛЕВ А.В.
Процессы и аппараты пищевых
производств. - М.: Агропромиздат, 1991,
с.419-420. SU 650826A1, 09.03.1979. GB
450718A, 23.07.1936.

(54) ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению, в частности к устройствам для получения формованных продуктов в пищевой промышленности. Пресс-гранулятор включает цилиндрический корпус с загрузочной воронкой, размещенный в корпусе шнек и связанный с корпусом узел прессования, содержащий фильеру с формующими каналами, входной и выходной поверхностями. В пресс-грануляторе формующие каналы выполнены в теле фильеры в виде 3 пакетных наборов отверстий различного диаметра и длины, образующих на выходной торцевой поверхности фильеры ступенчатый профиль в продольном ее сечении. Пакетные наборы отверстий размещены в вертикальной плоскости в последовательности от верхнего пакета с набором отверстий большего диаметра

к нижнему пакету с набором отверстий наименьшего диаметра. Со стороны выходной поверхности фильеры под ней установлено срезающее устройство, выполненное в виде направленных лотков с верхней режущей кромкой. Лотки установлены таким образом, что одной из своих боковых сторон они копируют ступенчатый контур выходной торцевой поверхности фильеры с возможностью взаимодействия с ней в вертикальной плоскости, совершая вертикальное возвратно-поступательное перемещение относительно фильеры с помощью приводного механизма. Использование изобретения позволит снизить энергетические затраты с одновременным расширением технологических возможностей пресса, 4 ил.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 727 255**⁽¹³⁾ **C1**(51) МПК
A23K 10/00 (2016.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**(52) СПК
A23K 10/00 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019132172, 10.10.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.10.2019Дата регистрации:
21.07.2020Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 10.10.2019

(45) Опубликовано: 21.07.2020 Бюл. № 21

Адрес для переписки:
675000, г. Благовещенск, ул. Политехническая,
86, федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Крючкова Людмила Геннадьевна (RU),
(RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: МИОНЧИНСКИЙ П.Н. и др.
Производство комбикормов, Москва, ВО
"АГРОПРОМИЗДАТ", 1991, с.96-99.
ШИРОКОВ В.А. и др. Обоснование
технологии и параметров процесса
приготовления белково-минеральной
кормовой добавки для сельскохозяйственных
животных и птицы, Вестник КасГАУ, №9,
2014, с.201-206. С.М. Ajla, et al. Bio-processing
of agro-byproducts to (см. прод.)

(54) Способ получения белково-кальциево-токофероловой добавки

(57) Формула изобретения

Способ получения белково-кальциево-токофероловой добавки, включающий приготовление композиции в виде формованно-сушеного гранулята на основе азотсодержащей составляющей и отходового продукта переработки сырья, отличающийся тем, что в качестве азотсодержащей составляющей используют термообработанную необезжиренную соевую муку, а в качестве отходового продукта - картофельную мезгу в виде отжатого жома, полученного при производстве крахмала, взятых в весовом соотношении - мука : жом = 1:0,5.

(56) (продолжение):
animal feed, Critical reviews in biotechnology, 2012, p.1-19, DOI: 10.3109/07388551.2012.659172.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) RU (11)

2 727 270⁽¹³⁾ C1

(51) МПК

A23K 10/30 (2016.01)

A23K 40/10 (2016.01)

(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(52) СПК

A23K 10/30 (2020.02); A23K 40/10 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019131289, 02.10.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.10.2019Дата регистрации:
21.07.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.10.2019

(45) Опубликовано: 21.07.2020 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

675000, г. Благовещенск, ул. Политехническая,
86, федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Крючкова Людмила Геннадьевна (RU),
Гончарук Оксана Валентиновна (RU),
Вараксин Сергей Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2652387 C1, 26.04.2018. RU
2665075 C1, 28.08.2018. RU 2607103 C2,
10.01.2017. WO 1994004041 A1, 03.03.1994.

(54) Способ приготовления каротино-кальциевой добавки

(57) Формула изобретения

Способ приготовления каротино-кальциевой добавки, включающий получение композиционной смеси на основе отходовой составляющей перерабатывающего производства и влагоусредняющего мучного компонента с последующим формованием и сушкой, отличающийся тем, что в качестве отходовой составляющей перерабатывающего производства используют нерастворимый соево-корнеплодный остаток, получаемый при производстве соевого молока, а в качестве влагоусредняющего - мел в мучной форме, взятые в весовом соотношении - нерастворимый соево-корнеплодный остаток : мел = 1:1, а полученную формованно-гранулированную диаметром 2-3 мм смесь сушат при активном вентилировании.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11)

2 727 272⁽¹³⁾ C1

(51) МПК

A23K 10/30 (2016.01)

A23K 40/20 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(52) СПК

A23K 10/30 (2020.02); A23K 40/20 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019131294, 02.10.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.10.2019Дата регистрации:
21.07.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.10.2019

(45) Опубликовано: 21.07.2020 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

675000, г. Благовещенск, ул. Политехническая,
86, федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Крючкова Людмила Геннадьевна (RU),
Якименко Андрей Владимирович (RU),
(RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2546280 C2, 10.04.2015. RU
2486759 C1, 10.07.2013. RU 2652389 C2,
26.04.2018. RU 2514309 C1, 27.04.2014.

(54) Способ приготовления белково-витаминного кормового продукта

(57) Формула изобретения

Способ приготовления белково-витаминного кормового продукта путем использования связующего растительного происхождения и азотсодержащей составляющей с последующим формованием полученной композиции, отличающийся тем, что в качестве растительного связующего используют клеверную пастово-стебельную смесь, полученную на основе измельченной зеленой массы клевера, убранного в фазе бутонизации, а в качестве азотсодержащей составляющей - термообработанную соевую необезжиренную крупку в весовом соотношении пастово-стебельная смесь : крупка = 2:1 с последующим получением соево-клеверных брикетов.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11)

2 729 216⁽¹³⁾ C1

(51) МПК

A23K 10/30 (2016.01)

A23K 40/10 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(52) СПК

A23K 10/30 (2020.02); A23K 40/10 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019131287, 02.10.2019

(24) Дата начала отчета срока действия патента:
02.10.2019Дата регистрации:
05.08.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.10.2019

(45) Опубликовано: 05.08.2020 Бюл. № 22

Адрес для переписки:

675000, г. Благовещенск, ул. Политехническая,
86, Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Крючкова Людмила Геннадьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2570627 C1, 10.12.2015. RU
2486759 C1, 10.07.2013. RU 2486761 C1,
10.07.2013. RU 2496328 C2, 27.10.2013. BE 831228
A1, 03.11.1975.

(54) Способ приготовления белково-концентратной добавки

(57) Формула изобретения

Способ приготовления белково-концентратной добавки, включающий получение гомогенной смеси на основе азотсодержащего и связующего компонентов с последующим формованием композиционной смеси, отличающийся тем, что в качестве азотсодержащего белкового компонента используют необезжиренную соевую муку, а в качестве связующего - пасту, приготовленную на основе измельченной зеленой массы кормовой культуры «Борщевик Сосновского», убранной в фазе, предшествующей бутонизации, взятые в весовом соотношении соевая мука : паста из «Борщевика Сосновского» = 1:1, смесь формуют в гранулы при давлении $P=0,62$ МПа, а полученные гранулы сушат в среде активного вентилирования до 92% содержания сухих веществ.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 729 393** (13) **C1**

(51) МПК
A23K 10/30 (2016.01)
A23K 40/10 (2016.01)

(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(52) СПК
A23K 10/30 (2020.02); A23K 40/10 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019131291, 02.10.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.10.2019

Дата регистрации:
06.08.2020

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 02.10.2019

(45) Опубликовано: 06.08.2020 Бюл. № 22

Адрес для переписки:
675000, г. Благовещенск, ул. Политехническая,
86, федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Крючкова Людмила Геннадьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2514309 C1, 27.04.2014. RU
2483568 C1, 10.06.2013. RU 2555581 C1,
10.07.2015. RU 2665075 C1, 28.08.2018.

(54) Способ приготовления белково-витаминного концентрата

(57) Формула изобретения

Способ приготовления белково-витаминного концентрата, включающий получение композиции на основе азотсодержащего и связующего компонентов с последующим формованием и сушкой гранул, отличающийся тем, что в качестве азотсодержащего компонента используют термообработанную необезжиренную соевую муку, а в качестве связующего - пасту, приготовленную на основе ботвы свекольной, взятых в весовом соотношении 1:1 с последующей сушкой сформованных гранул до девяностопроцентного содержания сухих веществ.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 734 264** (13) **C1**(51) МПК
A23K 10/30 (2016.01)
A23K 40/10 (2016.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**(52) СПК
A23K 10/30 (2020.02); A23K 40/10 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019131296, 02.10.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.10.2019Дата регистрации:
14.10.2020Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 02.10.2019

(45) Опубликовано: 14.10.2020 Бюл. № 29

Адрес для переписки:
675000, г. Благовещенск, ул. Политехническая,
86, федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Крючкова Людмила Геннадьевна (RU),
Якименко Андрей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2563676 C1, 20.09.2015. RU
2560946 C1, 20.08.2015. RU 2496328 C2,
27.10.2013. RU 2665075 C1, 28.08.2018.

(54) Способ приготовления белково-углеводного кормового продукта

(57) Формула изобретения

Способ приготовления белково-углеводного кормового продукта, включающий получение композиции на основе азотосодержащего и связующе-углеводного компонентов с последующей сушкой композиции, отличающийся тем, что в качестве азотосодержащего компонента используют необезжиренную термообработанную соевую муку, а в качестве связующе-углеводного компонента - пасту кукурузную, приготовленную из измельченной зеленой массы кукурузы, убранной в фазе молочной спелости, при этом весовое соотношение муки к пасте составляет 1:2, после чего осуществляют сушку форматированной композиции в виде гранул и брикетов.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11)

2 738 978⁽¹³⁾ C1

(51) МПК

A23K 10/30 (2016.01)

A23K 10/33 (2016.01)

A23K 50/10 (2016.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(52) СПК

A23K 50/10 (2020.05)

(21)(22) Заявка: 2019132184, 10.10.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.10.2019Дата регистрации:
21.12.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.10.2019

(45) Опубликовано: 21.12.2020 Бюл. № 36

Адрес для переписки:
675000, г. Благовещенск, ул. Политехническая,
86, ФГБОУ ВО "Дальневосточный
государственный аграрный университет"

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Крючкова Людмила Геннадьевна (RU),
Якименко Андрей Владимирович (RU),
(RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный
государственный аграрный университет"
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2570722 C2, 10.12.2015. RU
2189150 C1, 20.09.2002. RU 2563673 C1,
20.09.2015. RU 2673753 C2, 06.11.2018. RU
2694739 C1, 16.07.2019.

(54) Способ получения белково-углеродного продукта для крупного рогатого скота

(57) **Формула изобретения**

Способ получения белково-углеводного продукта для крупного рогатого скота, включающий приготовление однородно гомогенизированной композиции на основе азотсодержащего компонента и связующе-углеводного компонента - мелассы с последующим ее формованием и сушкой, отличающийся тем, что в качестве азотсодержащего компонента используют соевую необезжиренную крупку, взятую в весовом соотношении крупка:меласса 1:1, полученную композицию формуют в гранулы диаметром 2-3 мм, содержание сухих веществ в которых в процессе сушки доводят до 90% с обеспечением карамелизации мелассы.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11)

2 740 649⁽¹³⁾ C1(51) МПК
B30B 11/28 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B30B 11/28 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020119225, 03.06.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.06.2020Дата регистрации:
19.01.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.06.2020

(45) Опубликовано: 19.01.2021 Бюл. № 2

Адрес для переписки:

675027, Амурская обл., г. Благовещенск,
Игнатьевское ш., 21, ФГБОУ ВО "АмГУ",
Центр поддержки технологий и инноваций,
Шурбиной Ольге Яковлевне

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Ковалева Людмила Альбертовна (RU),
Кузьмин Игорь Николаевич (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Школьников Мария Александровна (RU),
Чубенко Александр Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Амурский государственный
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU2690637C1, 23.04.2019.
RU2553177C2, 10.06.2015. RU2681091C1,
04.03.2019. US4039168A, 02.08.1977.

(54) ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению, в частности, к устройствам для получения формованных продуктов в пищевой промышленности. Пресс-гранулятор включает корпус, внутри которого размещен посредством вала винтовой шнек. С корпусом связан съемный узел прессования, содержащий фильеру с отверстиями в виде пакетных наборов сквозных отверстий различного диаметра. Фильера имеет ступенчатый профиль в своем продольном сечении. Ступенчатая конфигурация фильеры образована концентрично расположенными

относительно оси вала шнека цилиндрами различной длины. Вдоль ступенчатого продольного профиля фильеры, повторяющей его конфигурацию, установлена пластина, жестко связанная с валом и выполняющая роль срезающего устройства. Использование изобретения позволит снизить энергетические затраты с одновременным расширением технологических возможностей пресса путем получения гранул различного диаметра за один цикл работы пресса. 1 ил.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 740 651** (13) **C1**(51) МПК
B30B 11/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B30B 11/00 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020119226, 03.06.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.06.2020Дата регистрации:
19.01.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.06.2020

(45) Опубликовано: 19.01.2021 Бюл. № 2

Адрес для переписки:

675027, Амурская обл., г. Благовещенск,
Игнатьевское ш., 21, ФГБОУ ВО "АмГУ",
Центр поддержки технологий и инноваций,
Шурбиной Ольге Яковлевне

(72) Автор(ы):

Доценко Сергей Михайлович (RU),
Ковалева Людмила Альбертовна (RU),
Кузьмин Игорь Николаевич (RU),
Школьников Павел Николаевич (RU),
Школьников Мария Александровна (RU),
Чубенко Александр Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Амурский государственный
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2118105 C1, 27.08.1998. RU 161157
U1, 10.04.2016. RU 174097 U1, 02.10.2017. US
2845036 A, 29.07.1958.

(54) ШНЕКОВЫЙ ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению и, в частности, к шнековым пресс-грануляторам. Шнековый пресс-гранулятор включает корпус, внутри которого соосно размещен винтовой шнек. С корпусом связан узел прессования, содержащий съемно-сменный кожух с фланцевым креплением к корпусу, на внутренней поверхности которого выполнены продольные сквозные пазы различного профиля в поперечном сечении, а также фильера. Фильера выполнена в виде стакана, наружный выступ основания которого установлен в соответствующем пазу торца шнека. В полости стакана размещен установленный с

возможностью перемещения вдоль его образующей Г-образный нож-обламыватель. Вертикально загнутая рабочая поверхность ножа-обламывателя образует регулируемый зазор с торцевой частью кожуха, обеспечивающий требуемую длину гранул или брикетов. Использование изобретения позволит снизить металлоемкость пресса при одновременном расширении технических и технологических возможностей путем получения широкого ассортимента изделий по их конфигурации и размерному ряду. 1 ил.

Выписка

**Из протокола заседаний № 02 от «25» января 2021 года
по внедрению в агропромышленное производство
Белогорского муниципального округа Амурской области
научно-технических разработок и передового опыта**

Присутствовали: Члены комиссии – 8 человек, приглашённые – 4 (Учёные-аграрники, специалисты агропромышленного комплекса Белогорского муниципального округа).

Слушали: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. по вопросу повышения эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных.

Решение: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. считать актуальными, востребованными в производстве, направленными на повышение эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных. Рекомендовать результаты исследований к внедрению в АПК.

Председатель:

начальник отдела сельского хозяйства
Администрации Белогорского муниципального
округа Амурской области



А. Л. Викторенко

Выписка

**Из протокола заседаний № 2 от «29» января 2021 года
по внедрению в агропромышленное производство
Мазановского района Амурской области
научно-технических разработок и передового опыта**

Присутствовали: Члены комиссии – 6 человек, приглашённые – 3 (Учёные-аграрники, специалисты агропромышленного комплекса Мазановского района).

Слушали: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. по вопросу повышения эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных.

Решение: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. считать актуальными, востребованными в производстве, направленными на повышение эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных. Рекомендовать результаты исследований к внедрению в АПК.

Председатель:

начальник отдела сельского хозяйства
Администрации Мазановского района
Амурской области



В. Г. Крутень

Выписка

**Из протокола заседаний № 2 от «15» февраля 2021 года
по внедрению в агропромышленное производство
Михайловского района Амурской области
научно-технических разработок и передового опыта**

Присутствовали: Члены комиссии – 6 человек, приглашённые – 3 (Учёные-аграрники, специалисты агропромышленного комплекса Михайловского района).

Слушали: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. по вопросу повышения эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных.

Решение: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. считать актуальными, востребованными в производстве, направленными на повышение эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных. Рекомендовать результаты исследований к внедрению в АПК.

Председатель:

Руководитель сектора сельского хозяйства
Администрации Михайловского района
Амурской области



Д. В. Мозговой

Выписка

Из протокола заседаний № 2 от «01» февраля 2021 года

по внедрению в агропромышленное производство

Октябрьского района Амурской области

научно-технических разработок и передового опыта

Присутствовали: Члены комиссии – 7 человек, приглашённые – 4 (Учёные-аграрники, специалисты агропромышленного комплекса Октябрьского района).

Слушали: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. по вопросу повышения эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных.

Решение: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. считать актуальными, востребованными в производстве, направленными на повышение эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных. Рекомендовать результаты исследований к внедрению в АПК.

Председатель:

начальник отдела сельского хозяйства
Администрации Октябрьского района
Амурской области



О. В. Сотолук

Выписка

Из протокола заседаний № 02 от «18» февраля 2021 года

по внедрению в агропромышленное производство

Ромненского муниципального округа Амурской области

научно-технических разработок и передового опыта

Присутствовали: Члены комиссии – 7 человек, приглашённые – 4 (Учёные-аграрники, специалисты агропромышленного комплекса Ромненского муниципального округа).

Слушали: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. по вопросу повышения эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных.

Решение: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. считать актуальными, востребованными в производстве, направленными на повышение эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных. Рекомендовать результаты исследований к внедрению в АПК.

Председатель:

начальник отдела сельского хозяйства
Администрации Ромненского муниципального
округа Амурской области



Д. В. Жуков

Выписка

Из протокола заседаний № 01 от «20» января 2021 года

по внедрению в агропромышленное производство

Свободненского района Амурской области

научно-технических разработок и передового опыта

Присутствовали: Члены комиссии – 10 человек, приглашённые – 5 (Учёные-агрономы, специалисты агропромышленного комплекса Свободненского района).

Слушали: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. по вопросу повышения эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных.

Решение: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. считать актуальными, востребованными в производстве, направленными на повышение эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных. Рекомендовать результаты исследований к внедрению в АПК.

Председатель:

начальник отдела сельского хозяйства
Администрации Свободненского района
Амурской области



А. И. Бабенко

Выписка

Из протокола заседаний № 21 от «01» декабря 2020 года

по внедрению в агропромышленное производство

Серышевского района Амурской области

научно-технических разработок и передового опыта

Присутствовали: Члены комиссии – 8 человек, приглашённые – 4 (Учёные - аграрники, специалисты агропромышленного комплекса Серышевского района).

Слушали: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. по вопросу повышения эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных.

Решение: результаты научно-исследовательской работы Школьников П.Н. считать актуальными, востребованными в производстве, направленными на повышение эффективности использования технологий и средств механизации адаптированных к механизированному кормлению сельскохозяйственных животных. Рекомендовать результаты исследований к внедрению в АПК.

Председатель:

начальник отдела сельского хозяйства
Администрации Серышевского района
Амурской области



 О. А. Немытых

Ректору ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ»
доктору сельскохозяйственных наук, профессору
П.В. Тихончуку

Справка

Настоящим довожу до сведения, что в период с 15.03.2015 по 25.04.2015 г. в хозяйстве ООО «МиС Агро» была проведена производственная проверка результатов исследований, выполненных аспирантом Дальневосточного ГАУ Школьниковым П.Н. и к.т.н., доцентом Широковым В.А.

В ходе производственной проверки, с помощью разработанного многофункционального мобильного малогабаритного агрегата (МММА) был выполнен следующий объем работ:

1. Подготовка соломы ячменной к скармливанию в количестве 15 тонн и ее раздача коровам;
2. Подготовка сена лугового в количестве 12 тонн и его раздача телятам;
3. Приготовление кормовой смеси на основе соломы и силоса в количестве 25 тонн и ее раздача нетелям.

Директор ООО «МиС Агро»



Т.А. Михайленко

Ректору ФГБОУ ВО
Дальневосточного ГАУ
профессору
Тихончуку П.В.

Справка

О внедрении результатов исследований, выполненных
к.т.н. Школьниковым П.Н. и соискателем ФГБОУ ВО
Дальневосточный ГАУ Винокуровым С.А.

Доводим до Вашего сведения, что рекомендации по получению
кормовых продуктов с помощью измельчающе – прессующего устройства в
линии приготовления корнеплодно-зерновых кормов приняты к
использованию на ферме крупного рогатого скота ООО «МиС Агро».

Директор ООО «МиС Агро»

Главный инженер



А.В. Самозванов

В.И. Ганжа

Ректору ФГБОУ ВО ДальГАУ
д.с.х.н., профессору
Тихончуку П.В.

Справка
о внедрении результатов НИР и ОКР,
выполненных к.т.н. Школьниковым П.Н.

Сообщаю в Ваш адрес, что в период с 20.04.2020 г. по 14.07.2020 г. по материалам и рекомендациям, предоставленным автором-разработчиком, был изготовлен и смонтирован комплект оборудования, базовой машиной которого является дезинтегрирующе-экстракционное устройство (ДЭУ) непрерывного действия.

С использованием ДЭУ изготовлено 15 400 литров ЗЦМ на основе соево-морковных композиций.

Генеральный директор
ООО «Симбирсксоя»



С.А. Титаренко

Ректору ФГБОУ ВПО
ДальГАУ
д.с-х.н., профессору
П.В. Тихончуку

Справка

Настоящим довожу до сведения, что рекомендации по разработке системы заготовки сапропелевого сырья и приготовлению кормовой добавки, с его применением, разработанные к.т.н., доцентом В.А. Широковым, д.т.н., профессором С.М. Доценко, инженерами П.Н. Школьниковым и В.А. Макаровым, переданы в ГНУ ДальЗНИВИ и используются при разработке рецептур кормления животных и с.х. птицы.

Директор
ФГНУ ДальЗНИВИ
доктор биологических наук,
профессор.



В. А. Рябуха

Ректору ФГБОУ ВПО
ДальГАУ
д.с.-х.н., профессору
П.В. Тихончуку

Справка

Настоящим довожу до сведения, что рекомендации по разработке системы заготовки сапропелевого сырья и приготовления кормовой добавки, с его использованием, разработанные к.т.н., доцентом В.А. Шариковым, д.т.н., профессором С.М. Доценко, инженерами П.Н. Школьниковым и В.А. Макаровым, переданы в ООО «Симбирск Соя» и используются при проектировании технологических линий приготовления кормовой добавки.

Ген. Директор

ООО «Симбирск Соя»



С.А. Титаренко

Ректору ФГБОУ ВПО
ДальГАУ
д.с-х.н., профессору
П.В. Тихончуку

Справка

Настоящим довожу до сведения, что рекомендации по разработке системы заготовки сапропелевого сырья и приготовлению кормовой добавки, с его использованием, разработанные к.т.н., доцентом В.А. Широковым, д.т.н., профессором С.М. Доценко, инженерами П.Н. Школьниковым и В.А. Макаровым, переданы в ООО «Агроком» и используются при проектировании технологических линий приготовления кормовой добавки.

Ген. Директор
ООО «Агроком»



Ю.С. Чайка

Ректору ФГБОУ ВО ДальГАУ
д.с.х.н., профессору
Тихончуку П.В.

Справка

Довожу до Вашего сведения, что в период с 01.03.2019 г. по 01.09.2019 г. на базе ООО «СоТех» с участием к.т.н. Школьников П.Н. и к.т.н. Макарова В.А. проводилась производственная проверка, связанная с изготовлением и производственными испытаниями пресс-гранулятора-брикетировщика, содержащего сменные гранулирующий и брикетирующий узлы (разработчик к.т.н. Школьников П.Н.).

Гранулы готовились на основе морковно-зерновых, тыквенно-зерновых и свекольно-зерновых композиций.

Брикеты цилиндрической пустотелой формы готовились на основе зеленой массы пшеницы восковой спелости.

Общий объем выполненных работ составил:

– по грануляту – 2 300 кг;

– по брикетам – 1 680 кг,

с общим экономическим эффектом 79 600 руб.

Генеральный директор
ООО «СоТех»



A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of loops and strokes, positioned to the right of the circular stamp.

С.А. Иванов

Ректору ФГБОУ ВО ДальГАУ
д.с.х.н., профессору
Тихончуку П.В.

Справка
о внедрении результатов НИР и ОКР,
выполненных к.т.н. Школьниковым П.Н.

Настоящим сообщаяю, что на основании рекомендаций и технической документации, предоставленных автором-разработчиком, изготовлен и апробирован в производственных условиях пресс-гранулятор-брикетировщик.

Пресс представляет собой устройство винтового типа с двумя сменными блоками-модулями:

- для гранулирования кормов, в том числе и на основе морковно-кукурузных композиций;
- для получения цилиндрических полых брикетов $\varnothing 10-20$ мм и $\ell = 25-35$ мм на основе зеленой массы овса молочно-восковой спелости и сухого соевого остатка – окары.

Генеральный директор
ООО «Симбирсксоя»



С.А. Титаренко



о внедрении результатов научной исследовательской работы, выполненных к.т.н. Школьниковым П.Н. и соискателем ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ Винокуровым С.А.

В период с 10.10.2017г. по 25.11.2017г. в хозяйстве ООО «МиС Агро» проведена производственная проверка результатов исследований разработанного измельчающе-прессующего устройства, в ходе которой выполнен следующий объем работ:

1. Приготовление кормов в виде гранул на основе тыквенно-зерновых композиций в количестве 5,34 тонны;
2. Приготовление кормов в виде пасты на основе морковно-кукурузных композиций в количестве 7,10 тонны;
3. Приготовление кормов на основе свекольно-соевых композиций в количестве 11,8 тонны.

Закключение. В результате выполненных работ установлено, что предложенное измельчающе-прессующее устройство обеспечивает выполнение следующих процессов:

- получение паст на основе сочных и зерновых кормовых продуктов;
- получение тыквенно-зернового гранулята диаметром до 6,0 мм;
- получение морковно и свекольно -кукурузных брикетов диаметром до 20,0 мм.

Применение измельчающе - прессующего устройства винтового типа позволило снизить затраты труда и средств на приготовление кормов и довести себестоимость их производства до 5194 руб/тонну и обеспечить заготовку кормов с использованием корнеклубнеплодов в осенний период исключив замораживание и соответствующие потери.

Директор ООО «МиС Агро»
Главный инженер
Исполнители:

А.В. Самозванов
В.И. Ганжа
П.Н. Школьников
В.А. Винокуров

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор ФГБОУ ВО
Дальневосточный ГАУ Л.А. Крохмаль

«04» 08 2019 г.

М.П.

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель организации
ООО «СоТех» С.А. Иванов

«04» 08 2019 г.

М.П.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технологических работ

Мы, нижеподписавшиеся, представители ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, начальник НИЧ А.А. Муратов, доцент П.Н. Школьников и представители ООО «СоТех», главный инженер И.С. Плотнев и механик А.В. Еремин, составили настоящий акт о том, что в период с 01.03.2019 г. по 01.09.2019 г. на базе ООО «СоТех» с участием к.т.н., доцента Школьников П.Н. проводилась производственная проверка, связанная с изготовлением и производственными испытаниями использовать пресс-гранулятора-брикетировщика, содержащего сменные гранулирующий и брикетирующий узлы (разработчик к.т.н. Школьников П.Н.), а также с разработкой и созданием устройств для приготовления заменителя цельного молока (ЗЦМ) и белково-кальциевой добавки (БКД).

Гранулы готовились на основе морковно-зерновых, тыквенно-зерновых и свекольно-зерновых композиций. Брикеты цилиндрической пустотелой формы готовились на основе зеленой массы пшеницы восковой спелости. Общий объем выполненных работ составил: по грануляту – 2 300 кг; по брикетам – 1 680 кг с общим экономическим эффектом 79 600 рублей.

ЗЦМ готовился на основе соево-морковных и соево-тыквенных композиций. В результате проведенной проверки было приготовлено: ЗЦМ - 12 600 л; БКД - 620 кг в гранулированном виде с общим экономическим эффектом 40 800 рублей.

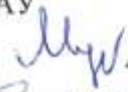
Предложения по дальнейшему внедрению результатов:

-рекомендовать пресс-гранулятор-брикетировщик и устройства для приготовления заменителя цельного молока (ЗЦМ) и белково-кальциевой добавки (БКД) использовать в технологии приготовления кормов для КРС.

Представители ФГБОУ ВО

Представители предприятия

Дальневосточный ГАУ

Начальник НИЧ  А.А. МуратовГлавный инженер  И.С. ПлотневДоцент  П.Н. ШкольниковМеханик  А.В. Еремин

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор ФГБОУ ВО
Дальневосточный ГАУ Л.А. Крохмаль«»  2020 г.

М.П.



«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель организации

ООО «Симбирск соя»

 С.А. Титаренко«»  2020 г.

М.П.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технологических работ

Мы, нижеподписавшиеся, представители ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, начальник НИЧ А.А. Муратов, доцент П.Н. Школьников и представители ООО «Симбирск соя», главный инженер С.С. Ярин и механик В.А. Усов, составили настоящий акт о том, что в период с 20.04.2020 г. по 14.07.2020 г. по материалам и рекомендациям, предоставленным автором-разработчиком, был изготовлен и смонтирован комплект оборудования, базовой машиной которого является дезинтегрирующе-экстракционное устройство (ДЭУ) непрерывного действия, а также изготовлен и апробирован в производственных условиях пресс-гранулятор-брикетировщик.

С использованием ДЭУ изготовлено 15 400 литров заменителя цельного молока (ЗЦМ) на основе соево-морковных композиций с общим экономическим эффектом 32678 рублей.

Использование пресс - гранулятора с двумя сменными блоками-модулями для гранулирования кормов на основе морковно-кукурузных композиций позволило приготовить по грануляту 2786 кг с общим экономическим эффектом 56743 рубля.

Предложения по дальнейшему внедрению результатов:

-рекомендовать пресс-гранулятор-брикетировщик и дезинтегрирующе-экстракционное устройство использовать в технологии приготовления кормов для КРС.

Представители ФГБОУ ВО

Дальневосточный ГАУ

Начальник НИЧ

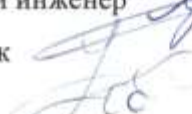
Доцент

 А.А. Муратов П.Н. Школьников

Представители предприятия

Главный инженер

Механик

 С.С. Ярин В.А. Усов

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «СоТех»
С.А. Иванов
«01» сентября 2019 г.



АКТ
о внедрении результатов исследований, выполненных
к.т.н. Школьниковым П.Н. и к.т.н. Макаровым В.А.

В период с 01.03.2019 г. по 01.09.2019 г. в ООО «СоТех» указанными лицами проведена производственная проверка результатов исследований, связанных с разработкой и созданием устройств для приготовления заменителя цельного молока (ЗЦМ) и белково-кальциевой добавки (БКД).

ЗЦМ готовился на основе соево-морковных и соево-тыквенных композиций.

В результате проведенной проверки было приготовлено 12 600 литров ЗЦМ и 620 кг БКД в гранулированном виде с общим экономическим эффектом 40 800 рублей.

Исполнители:

к.т.н. Школьников П.Н.

к.т.н. Макаров В.А.

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор ФГБОУ ВО

Дальневосточный ГАУ

 Л.А. Крохмаль

« 10 » сентября 2020 г.

М.П.

«УТВЕРЖДАЮ»

руководитель организации

ИП КФХ

 Г.Н. Курникова

« 10 » сентября 2020 г.

М.П.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

технологической линии по производству гранул и полых брикетов

Мы, нижеподписавшиеся, представители от лица КФХ – Курникова Г.Н. и от лица ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ» к.т.н. Школьников и начальник НИЧ А.А. Муратова составили настоящий акт о том, что в период с 10.08.2020 г. по 25.08.2020 г. в КФХ Курникова Г.Н. проведена производственная проверка линии по приготовлению гранул и полых брикетов с использованием ММ МРПК и пресс-гранулятора-брикетировщика с использованием зелёной массы ячменя в стадии молочно-восковой спелости.

При проведении работ предварительно скопленная зеленая масса гидроманипулятором загружалась в ИРУ ММ МРПК, измельчалась и равномерно распределялась в бункере.

Затем ММ МРПК транспортировал массу к месту расположения пресс-гранулятора-брикетировщика и дозированно её подавал в ММ СПГБ, работая, при этом, в режиме питателя-дозатора.

В результате проведенной проверки было произведено 2100 кг гранул, которые имели прочность в пределах 94-95% и 2800 кг полых цилиндрических брикетов, прочностью 85-86%

По результатам проведенной проверки сделано заключение о целесообразности использования данных технических средств в условиях малых ферм.

Представители

Начальник НИЧ Дальневосточный ГАУ

Разработчик, к.т.н.

Глава КФХ



А.А. Муратов

П.Н. Школьников

Г.Н. Курникова

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор ФГБОУ ВО
Дальневосточный ГАУ

Л.А. Крохмаль

«16» ноября 2020 г.

М.П.

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель организации
ИП КФХ (крестьянского
фермерского)
хозяйства

А.Г. Шкурпет

«16» ноября 2020 г.

М.П.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

многофункционального малогабаритного мобильного
раздатчика-питателя кормов и кормовых смесей КРС

Мы, нижеподписавшиеся, представитель КФХ А.Г.Шкурпет и представители ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ в лице начальника НИЧ А.А. Муратова и к.т.н. П.Н. Школьников, составили настоящий акт о том, что в период с 15.10.2020 г. по 15.11.2020 г. на базе указанного КФХ проведена производственная проверка, связанная с выполнением работ по приготовлению и раздаче кормов с помощью ММ МРПК.

Посредством данной машины осуществлялась послойная загрузка бункера соломой ячменной и тыквой, при соотношении компонентов 1:1. Солома и тыква загружались в ИРУ раздатчика-смесителя где подвергалась измельчению и равномерному распределению в бункере. При раздаче, послойно уложенные компоненты смешивались битерами.

Показатели работы ММ МРПК находились на уровне зоотехнических требований:

- степень измельчения соломы – $\lambda = 2,90$; тыквы – $\lambda = 4,92$;
- однородность смеси – $\theta_c = 87,5 \%$;
- равномерность дозирования – $\delta_p = 88,5\%$

На основании проведенной проверки в объеме 50,0 тонн, дано заключение о целесообразности использования ММ МРПК в условиях малых ферм КРС.

Представители ФГБОУ ВО

Дальневосточный ГАУ

Начальник НИЧ

А.А. Муратов

Разработчик, к.т.н.

П.Н. Школьников

Представитель организации

Руководитель ИП КФХ

А.Г. Шкурпет



**УПРАВЛЕНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ПРАВИТЕЛЬСТВА ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ**

Трансформаторная ул., 3-а, г. Биробиджан, 679014,
тел. (42622) 69804, факс 22136, E-mail: apk@post.eao.ru
ОКПО 00089980, ОГРН 1027900512012, ИНН 7900001240, КПП 790101001

10.11.2015 № 2301/15
На № _____ от _____

О внедрении
методических материалов
по повышению эффективности
приготовления с/х кормов

При разработке технологий и технических средств в системе механизированного приготовления кормов для сельскохозяйственных животных и птицы на агропромышленных предприятиях области применяются рекомендации, методические материалы разработанные Широковым В.А., Доцеко С.М., Школьниковым П.Н., Макаровым В.А. по разработке системы заготовки сапропелевого сырья и приготовления кормовой добавки с его применением в гранулированной форме.

Начальник управления
к.с/х.н.



М.В. Шупиков