

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

На правах рукописи



Чернышев Алексей Дмитриевич

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПАКОВКИ КОМБИКОРМА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ

Специальность **4.3.1.** – Технологии, машины и оборудование для
агропромышленного комплекса

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор **Костенко М.Ю.**

Рязань – 2023

Оглавление

Введение.....	4
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	8
1.1 Анализ технологий хранения концентрированных, комбинированных кормов и зернопродуктов	8
1.2 Анализ технологий хранения кормов в регулируемой газовой среде.....	20
1.3 Анализ технических средств для упаковки комбикорма.....	26
1.4 Анализ выполненных исследований в области хранения комбикорма и зернопродуктов.....	31
1.5 Постановка цели и задачи исследования.....	40
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА УПАКОВКИ КОМБИКОРМА	42
2.1 Теоретические предпосылки к обоснованию хранения комбикорма в среде углекислого газа	42
2.2 Конструктивно-технологическая схема устройства для упаковки комбикорма	46
2.3 Теоретическое обоснование параметров установки для упаковки комбикорма	49
2.3.1 Объемно-массовые соотношения углекислого газа при хранении комбикорма в мягком герметичном контейнере.....	49
2.3.2 Расчет конструктивных параметров кассеты для вытеснения излишков углекислого газа	60
Выводы по второй главе.....	60
3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	67
3.1 Методика исследования сохранности комбикорма при хранении в различных средах	67
3.2 Методика исследования степени уплотнения комбикорма.....	69
3.3 Методика исследования скважистости комбикорма при сжатии	72
3.4 Методика экспериментального исследования параметров устройства для упаковки комбикорма в мягкие контейнеры.....	72
Выводы по третьей главе.....	83
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	85

4.1 Результаты исследования сохранности комбикорма при хранении в различных средах	85
4.2 Результаты исследования сжатия комбикормов в устройстве для упаковки .	88
4.3 Результаты исследования скважистости комбикорма при сжатии.....	95
4.4 Исследования энергетических затрат при работе устройства для упаковки комбикорма	96
4.5 Результат экспериментального обоснования параметров устройства для упаковки комбинированных кормов.....	101
Выводы по четвертой главе.....	104
5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ХРАНЕНИЯ КОМБИКОРМА В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА.....	106
Выводы по пятой главе.....	110
Заключение	110
Список литературы	111
Приложения	131

Введение

Актуальность темы исследования. Увеличению производства продукции животноводства отводится значительное внимание в программных документах Правительства Российской Федерации. Известно, что стоимость кормов в себестоимости животноводческой продукции занимает значительную её часть, достигает пятидесяти и более процентов. Наиболее дорогими являются концентрированные и комбинированные корма.

Комбикорм является сложным продуктом, который содержит зерновые смеси, белково-витаминные добавки и премиксы. Для повышения сохранности сельскохозяйственной продукции применяется герметичная упаковка, которая способна сохранять газовую среду. Газовая среда способствует сохранности комбикорма, снижая окислительные процессы, препятствуя развитию патогенной микрофлоры и вредителей. Поэтому, упаковка комбикормов для транспортировки и временного хранения исключает его порчу.

Степень разработанности темы.

Исследованиями производства и хранения комбикорма, кормовых добавок и витаминной муки в газомодифицированной среде занимались ученые: И.М. Бобинас, С.Н. Бахтин, С.В. Брагинец, Ф.Д. Братерский, А.Н. Глобин, М.Г. Голик, А.Ю. Измайлов, Л.И. Карецкас, Г.Ф. Подобай, Г.С. Сухарова, и другие. Вопросами послеуборочной обработки, хранения зерновых смесей и кормов занимались: И.В. Баскаков, А.А. Березовский, О.С. Васюкова, С.М. Ведищев, В.М. Долбаненко, В.М. Дринча, Г.А. Егоров, А.А. Зубрилин, Я.П. Лобачевский, А.В. Ивашкин, В.И. Курдюмов, М.Ю. Костенко, А.П. Мазник, А.В. Семенов, В.М. Ульянов, С.Н. Хохрин и другие ученые.

Работа выполнялась в соответствии с планом научно-исследовательской работы ФГБОУ ВО РГАТУ на 2016-2020 гг. по теме «Совершенствование энергоресурсосберегающих технологий и средств механизации в отраслях животноводства» (№ гос. рег. 01201174434).

Цель исследований – обосновать параметры упаковки комбикорма для хранения в среде углекислого газа.

Задачи исследований:

- проанализировать существующие технологии хранения комбикорма;
- исследовать и обосновать необходимое количество углекислого газа для хранения комбикорма;
- теоретически и экспериментально обосновать параметры упаковки для хранения комбикорма в среде углекислого газа;
- оценить годовой экономический эффект от упаковки комбикорма в среде углекислого газа.

Объект исследований. Процесс упаковки для хранения комбикорма в среде углекислого газа в мягких контейнерах.

Предмет исследований. Теоретические и экспериментальные зависимости, описывающие процесс упаковки для хранения комбикорма в среде углекислого газа в мягких контейнерах.

Научная новизна. Теоретические зависимости массы углекислого газа для упаковки комбикорма в мягком контейнере от давления и температуры, изменения содержания углекислого газа от времени хранения комбикорма после упаковки в мягком контейнере, экспериментальные аналитические зависимости толщины пленки от величины сжатия мягкого контейнера, необходимого количества углекислого газа для упаковки комбикорма в мягком контейнере.

Теоретическая значимость работы представлена зависимостями, выражающими необходимое количество углекислого газа для упаковки комбикорма в мягком контейнере.

Практическая значимость работы заключается в предложенных решениях упаковки комбикорма в мягком контейнере в среде углекислого газа, экспериментально обоснованных его параметрах и оценке экономического эффекта применения.

Методология и методы исследования. Теоретические исследования

проведены на основе использования положений молекулярной физики, химии, термодинамики, математики, сопротивления материалов. При обосновании прочностных параметров использовались специализированные программы и методики для определения деформации. Обработку экспериментальных данных, проводили методами математической статистики с использованием программ: Microsoft Excel 2007, T-Flex Cad, Mathcad 15.0.

Положения, выносимые на защиту:

- аналитические зависимости, выражающие необходимое количество углекислого газа в мягком контейнере для хранения комбикорма;
- теоретически и экспериментально обоснованные параметры упаковки для хранения комбикорма в среде углекислого газа;
- теоретически и экспериментально обоснованные параметры упаковки для хранения комбикорма в среде углекислого газа.

Достоверность результатов исследований. Экспериментальные исследования проводились на современном сертифицированном оборудовании, с использованием стандартных и разработанных на их основе методик, а также методик обработки опытных данных. Выводы, полученные в ходе исследований, подтверждаются сходимостью теоретических и экспериментальных результатов (сходимость составила 2,3 %). Результаты диссертационной работы прошли апробацию на научно-практических конференциях, в печати и согласуются с ранее полученными результатами.

Реализация результатов исследования. Упаковка и хранение комбикорма в среде углекислого газа в мягкие контейнеры применялась в ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА» и ООО «ИНДОСТАР».

Личный вклад соискателя заключался в постановке цели и задач исследований, в проведении теоретических и экспериментальных исследований, интерпретации полученных результатов, обосновании параметров упаковки комбикорма для хранения в среде углекислого газа в мягкие контейнеры, написании научных статей.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований доложены и обсуждены на научно-практических конференциях: международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. (2020 г.); XIX международной научно-практической конференции «Новые технологии в учебном процессе и производстве» (2021 г.); международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию заслуженного деятеля науки и техники РФ, академика РАТ, д.т.н., профессора Н.Н. Колчина «Совершенствование конструкций и эксплуатации техники» (2021 г.); V международной научно-практической конференции AGRITECH-V (2021 г.): Наука о Земле и окружающей среде; XV-ой международной научно-практической конференции «Наука и образование XXI века» (2021 г.); VI международной научно-практической конференции AGRITECH-VI (2021 г.): Агротехнологии, экологический инжиниринг и устойчивое развитие.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 6 печатных работ, в том числе: 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 1 в международной глобальной базе Scopus. Общий объем публикаций соискателя составляет 2,94 усл. п.л., в т. ч. доля соискателя – 2,06 усл. п.л.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа представлена введением, пятью главами, заключением, списком литературы из 144 наименований, в том числе 17 наименований на иностранных языках, и восьми приложений. Работа изложена на 156 страницах, содержит 12 таблиц и 47 рисунков.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Анализ технологий хранения концентрированных, комбинированных кормов и зернопродуктов

Комбинированные корма являются определяющим фактором формирования цены мясомолочной продукции. В настоящее время длительность хранения комбинированных кормов в обычных условиях составляет около полутра месяцев [30]. Это обстоятельство требует взаимосвязанной работы комбикормового завода и животноводческого предприятия [96]. Комбикорм является сложным продуктом в состав которого входят пшеница, ячмень, кукуруза, бобы и другие элементы. При этом необходимо обеспечить хорошее качество зерна и зернопродуктов, для исключения попадания негативной флоры, вредителей элементы комбикорма проходят обработку непосредственно после сбора урожая [37]. При обеспечении кормами небольших хозяйств, ритмичность работы комбикормовых заводов нарушается, возрастают затраты на производство комбикормов [79, 108]. Поэтому совершенствование методов хранения небольших партий комбикормов будет способствовать снижению себестоимости продукции за счет ритмичной работы комбикормовых заводов и удовлетворять спрос малых предприятий [54, 81].

Наибольшее применение комбикорма нашли в свиноводстве (около 70% рациона) и птицеводстве (около 90% рациона). Так же комбикорма применяют для кормления крупного рогатого скота (КРС), овец, лошадей и других животных [34, 115].

В зависимости от вида животных разрабатываются различные рецептуры комбикормов, например, комбикорма для свиноводства содержат сырого протеина от 14,00% до 19,70%; жира от 3,30% до 5,62%; сырая клетчатка от 3,36% до 5,00%. В птицеводстве применяют корма со следующим содержанием питательных веществ: сырого протеина от 19,00% до 22,49%;

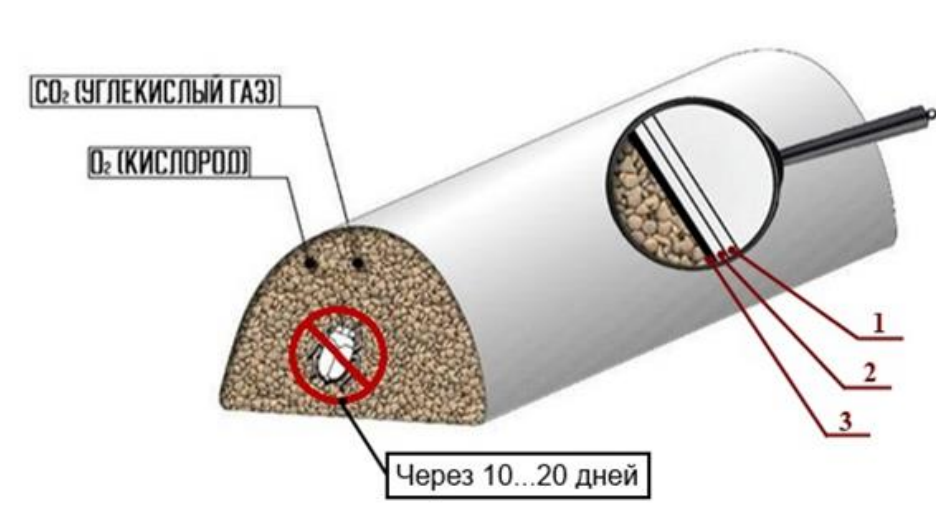
жира от 2,41% до 4,95%; сырая клетчатка от 4,00% до 5,00%. При этом содержание зерно-продуктов в комбикормах для свиноводства составляет от 68,95% до 86,68%, а для птицеводства от 64,59% до 67,78% [24, 25, 27, 114].

Анализируя состав комбикормов можно заметить, что значительная часть компонентов имеет высокое содержание белков, растительных жиров, углеводов, витаминов, которые представляют собой высокомолекулярные соединения, склонные к порче и разложению под действием окислителей и микроорганизмов [20, 109].

Окисление и разложение высокомолекулярных соединений приводит не только к ухудшению органолептических свойств комбикорма, вызывает его порчу, но и снижает его питательную ценность [110]. Кроме того, комбикорм является хорошей питательной средой для развития патогенных микроорганизмов, энтеропатогенных типов кишечной палочки, токсинообразующих анаэробов, гнилостных бактерий, бактерий рода сальмонелла и других [1, 43]. Таким образом, длительно хранящиеся корма могут представлять опасность для животных вызывать различные виды заболеваний [73, 129]. Наиболее важными факторами при хранении комбикормов являются питательная ценность и наличие патогенной микрофлоры [22]. Сохранность комбикорма определяется условиями внешней среды, рецептурой (составом) комбикорма, а также химическим составом окружающей среды [76].

Основой перспективной технологии хранения зерна является использование полиэтиленовых рукавов (рисунок 1.1), которые имеют возможность герметизироваться после наполнения. Это обеспечивает создание изолированной среды, которая в результате дыхания зерна повышается содержание углекислого газа, а кислорода снижается, что способствует консервации зерна и угнетает жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей [44, 131]. Благодаря многослойной структуре полимерных рукавов и окраске снижается влияние солнечного излучения. Внешние слои полимерного рукава, имеющие белую окраску, отражают инфракрасное и

световое излучение, а нижний черный слой – ультрафиолетовое излучение, способствуя стабильности физиологического состояния зерна. При длительном хранении накапливающийся углекислый газ в рукаве приводит к анаэробному дыханию, что снижает посевные качества семенного зерна [46, 101].



а



б

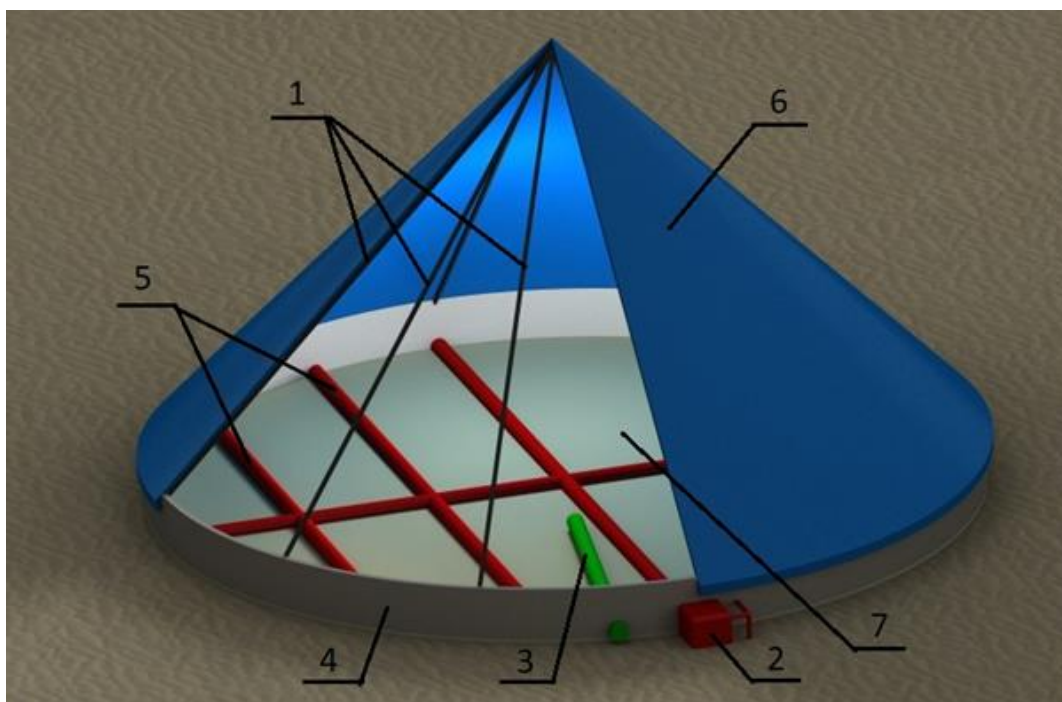
1 – первый белый слой; 2 – второй белый слой; 3 – третий черный слой
Рисунок 1.1 – Хранение зерна в герметичных полиэтиленовых рукавах: а – схема хранения зерна; б – общий вид рукавов для хранения зерна [112]

Недостатком хранения зерна в полиэтиленовых рукавах является нарушение герметичности рукавов сельскохозяйственными животными, грызунами и птицами. Для ремонта полиэтиленовых рукавов применяют специальный скотч, однако нарушение герметичности вызывает появление очагов поражения, которые способствуют порче зерна в рукаве [11].

Преимуществом шатровых зернохранилищ является возможность быстрого монтажа за несколько дней. Также шатровое хранения зерна предполагает наличие вентиляционных каналов, которые способствуют обмену воздуха, а также могут применяться для охлаждения и подсушивания зерна [10, 11]. Хранение зерна в шатровых зернохранилищах представлено на рисунке 1.2.

Недостатками технологии хранения в шатрах является ограниченный срок хранения зерна. Недостаточная устойчивость шатровых хранилищ к неблагоприятным погодным условиям: ветровые нагрузки, снеговые нагрузки и др. Несмотря на применение вентиляционных систем, допускается хранение зерна с влажностью не более 15%, что значительно ограничивает их применение в неблагоприятные годы [6, 17].

Индустриальная технология хранения зерна предполагает использование герметичных силосов с системой вентиляции, которая позволяет проводить охлаждение зерна для снижения его физиологической активности и угнетения патогенной микрофлоры и вредителей [58, 71]. Снижение температуры зерна обеспечивает долгосрочное хранение без существенного снижения качества зерна. Примером такой технологии является установка фирмы «Granifrigor» (рисунок 1.3). Хранение зерна при положительных околонулевых температурах позволяет снизить интенсивность дыхания и инактивировать микрофлору. Низкая теплопроводность зерна с одной стороны затрудняет процесс охлаждения и требует интенсивного вентилирования, с другой стороны позволяет сохранять нужную температуру в течение длительного времени [128].



а)



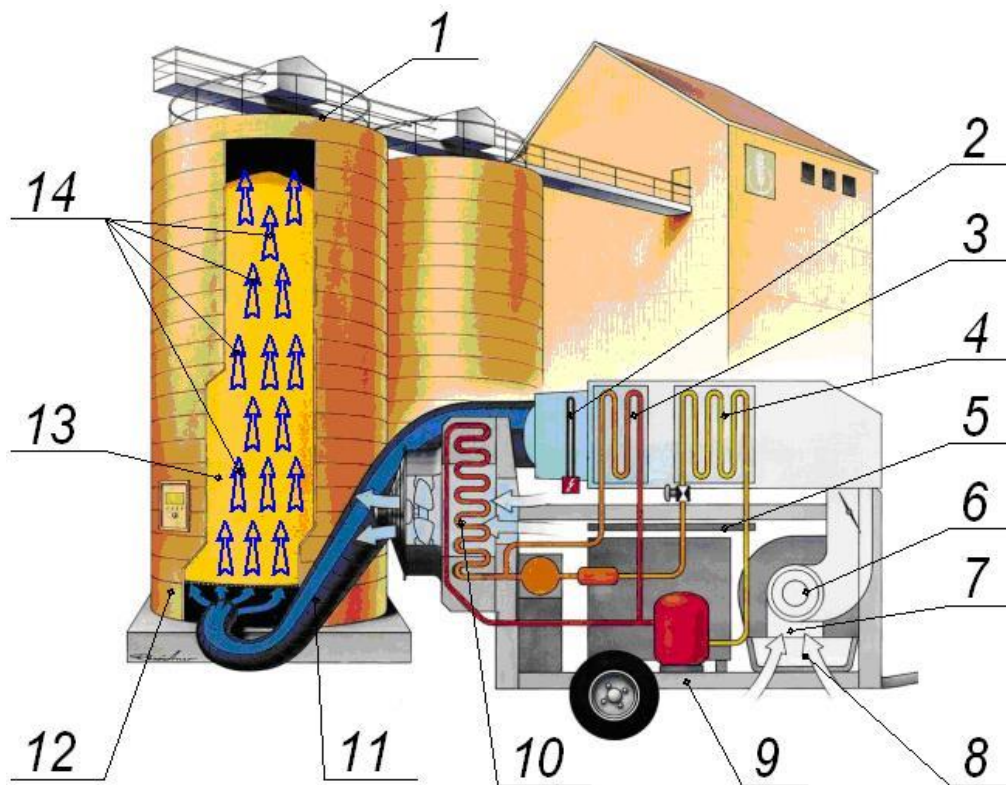
б)

а) – технологическая схема хранения зерна в шатрах, 1 – ребра жесткости; 2 – вентилятор; 3 – выгрузное устройство; 4 – обшивка; 5 – вентиляционная система; 6 – тент; 7 – днище; б) – зернохранилище шатрового типа

Рисунок 1.2 – Зернохранилище шатрового типа [10]

При использовании метода охлаждения, заявленного фирмой «Granifrigor», необходима герметизация только нижней части силоса, так как

холодный воздух перемещается вниз, при этом герметизация обеспечивается конструкцией выпускного устройства, а также зерновой массой имеющую в нижней части более высокую плотность, герметизация верхней части силоса не обязательна [10, 11, 95].



1 – дыхательный клапан; 2 – датчик температуры воздуха; 3 – устройство «Hygromat»; 4 – испаритель; 5 – конденсатор влаги; 6 – вентилятор высокого давления; 7 – фильтр; 8 – впускное окно; 9 – охлаждающая установка «Granifrigor»; 10 – калорифер; 11 – воздуховод; 12 – металлический силос; 13 – зерно; 14 – воздушный охлаждённый поток

Рисунок 1.3 – Технологическая схема консервации зерна методом охлаждения «Granifrigor» в силосном металлическом зернохранилище [10]

Недостатком данной технологии является высокие энергозатраты на охлаждение зерна, особенно в условиях теплого и влажного климата [74]. При нарушении герметичности силоса при данном способе хранения происходит интенсивное увлажнение зерна за счет теплообмена с теплым воздухом окружающей среды, что способствует интенсивному развитию патогенных

микроорганизмов и интенсивному дыханию зерна [83, 126]. Поэтому выгрузку зерна из силосов, его перемешивание можно производить только при отрицательных или околонулевых температурах.

Применяемые в России технологии хранения зерна так же предполагают охлаждение зерна в ночное время в бункерах активного вентилирования, а для исключения развития очагов самосогревания, производят перемешивание зерна за счет перегрузки силосов [38, 39]. В то же время необходимо проводить мероприятия по обеззараживанию зерна и борьбе с вредителями, которые могут интенсивно развиваться в зонах самосогревания или при повышенной влажности [45, 102].

Различают несколько разновидностей комбикормовой продукции. «Комбикормовая продукция, вырабатываемая в соответствии с заданным рецептом и предназначенная для скармливания животным в чистом виде или в смеси с другими кормовыми средствами, бывает:

- рассыпная комбикормовая продукция: комбикормовая продукция, изготовленная в виде однородной россыпи;
- гранулированная комбикормовая продукция: комбикормовая продукция, изготовленная в виде гранул путем прессования на прессе-грануляторе и выдавливания через матрицы с отверстиями определенной формы и размеров;
- брикетированная комбикормовая продукция: комбикормовая продукция, изготовленная в виде прессованных брикетов геометрически правильной формы и определенных размеров;
- экструдированная комбикормовая продукция: комбикормовая продукция, изготовленная путем влаготепловой обработки в экструдере» [31].

Внешние факторы хранения комбикормов: температура окружающей среды, газовый состав, влажность в хранилище определяют скорость изменения качества комбикорма, то есть продолжительность хранения. К основным способам размещения комбикорма относят – хранение насыпью, хранение в силосах, хранение в газовой среде, хранение в мягких контейнерах

и мешках, которые оказывают влияние на качество и питательную ценность комбикорма [50, 132].

Исследованиями М.Г. Голика и И.П. Александровой установлено, что вид упаковки влияет на потери каротина в негранулированной травяной муке при хранении. Высокая сохранность питательных веществ и меньшее количество микроорганизмов наблюдалось в крафт-мешках по сравнению с хранением насыпью [5]. Таким образом, сохранность каротина негранулированной травяной муки в таре с малой проницаемостью воздуха на 28-31 % выше, чем при хранении насыпью [84]. С другой стороны, хранение негранулированной травяной муки в герметичной упаковке может приводить к развитию патогенной микрофлоры [48].

Хранение рассыпного комбикорма в условиях пониженной влажности имеет ряд преимуществ, обеспечивается высокая сохранность, уменьшается интенсивность жизнедеятельности микроорганизмов. Однако данный способ хранения имеет ряд недостатков, такие как, высокие энергозатраты на сушку, обеспечение определенных условий хранения и возможность повышения влажности в результате контакта с атмосферным воздухом, разложения жиров и белков [43]. Равновесная влажность комбикорма будет определяться параметрами воздушной среды. Следует отметить, что при понижении температуры окружающей воздушной среды даже в закрытой (герметичной) таре влажность будет существенно возрастать, хотя при низких температурах развитие микроорганизмов затруднено, но повышение влажности будет способствовать порче кормов, расположенных у стенок емкости или тары. В процессе хранения так же происходит постепенное разложение жиров и белков с образованием кислорода углекислого газа и воды, что будет способствовать ускорению разложения продукции (цепная реакция) [42,113].

Комбикорм зачастую содержит добавки животного происхождения – мясокостную и рыбную муку, при повышении влажности и температуры влияет на качество комбикорма [117]. Применение обычных приемов хранения комбикорма не дает нужных результатов, так как режимы хранения

зерновой части комбикорма не приемлемы для мясокостной и рыбной муки, различного вида шротов, травяной муки. Это требует специальных приемов хранения комбинированных кормов [116, 132].

Хранение рассыпного комбикорма при низких температурах замедляет скорость химических реакций, поэтому хранение кормов в условиях пониженных температур обеспечивает сохранность более длительный период. Хранение комбинированных кормов в условиях крайнего севера увеличивает срок хранения комбикорма до 5 месяцев, что в несколько раз больше, чем в средней полосе. Однако, использование низкотемпературного хранения в условиях средней полосы приведет к увеличению затрат на хранение кормов [39].

Одним из способов повышения сохранности рассыпного комбикорма является его хранение в безвоздушной среде. Уменьшение концентрации кислорода замедляет окислительные процессы высокомолекулярных соединений, белков, жиров и углеводов [49].

Однако отсутствие кислорода способствует развитию анаэробных бактерий, которые могут вызывать заражение продукции. Кроме того, обеспечение безвоздушной среды вакуумированием ведет к дополнительным энергозатратам [59]. Так же недостатком данного способа является необходимость постоянного контроля состава газовой среды [95].

«Известен способ хранения рассыпного комбикорма, при котором загрузка продукта осуществляется одновременно с подачей углекислого газа. Мягкий контейнер с комбикормом в среде углекислого газа позволяет снизить концентрацию кислорода и замедляется газообмен, развитие микроорганизмов бактерий и патогенной флоры. Способ позволяет достигать концентрации кислорода в упаковке - менее 12 миллионных долей [21]. Способ упаковки сельскохозяйственных продуктов и кормов позволяет снизить затраты на удаление кислорода из мягких контейнеров и повысить сохранность сельскохозяйственных продуктов и кормов» [81]. В то же время углекислый газ может вступать в реакцию со свободной водой комбикорма внутри мягкого

контейнера, в результате чего образуется угольная кислота. Взаимодействие угольной кислоты с белками и жирами комбикорма приводит к снижению его кормой ценности [62, 128].

«Анализ режимов хранения комбикормов позволяет выделить следующие распространённые технологии хранения:

- хранение комбикормов в сухом состоянии (влажность до критического уровня);
- хранение комбикормов при пониженных температурах;
- хранение комбикормов без доступа воздуха;
- хранение комбикормов в модифицированной газовой среде» [51].

Гранулирование комбикорма способствует снижению площади контакта поверхности гранул с окружающей средой, что уменьшает интенсивность химических реакций и развитие микроорганизмов. Для образования гранул исходное сырьё увлажняют паром и прессуют с последующим охлаждением и сушкой. Так как полученные гранулы проходят дополнительную тепловую обработку, их перевариваемость животными улучшается. Гранулы, обладая более высокой плотностью, занимают меньший объём, исключается сегрегация исходных компонентов комбикорма, таких как зерно и зернопродукты, снижаются потери при погрузке, транспортировке, разгрузке, раздаче корма [4, 40]. Недостатком гранулирования кормов является снижение концентрации витамина «С», и повышаются энергозатраты на получение гранулированного комбикорма [82]. Высокотемпературная обработка обеспечивает микробную чистоту на протяжении нескольких месяцев [36]. Недостатком данного способа является повреждение протеина и разрушение витаминов при образовании гранул [80].

Несмотря на преимущество гранулированных и экструдированных комбикормов, их производство связано с большими энергозатратами, что существенно удорожает продукцию животноводства, поэтому для снижения потерь питательной ценности и бактериального заражения применяют хранение в регулируемой газовой среде (РГС) [57, 95].

В процессе хранения содержание основных показателей меняется в результате разложения белков, жиров, углеводов, витаминов и других веществ. Таким образом, изменения химического состава комбикорма является основанием для определения срока хранения. Сравнение традиционных режимов хранения и хранения комбикорма в регулируемых газовых средах показывает, снижение потерь высокомолекулярных соединений и бактериального заражения [41, 47].

При использовании традиционных методов хранения компонентов комбикормов появляется негативный фактор: контакт кислорода из окружающего воздуха с хранимым продуктом. Чтобы исключить воздействие кислорода на продукт хранения, было внедрено – хранение в регулируемой газовой среде (азота, диоксида углерода). В настоящее время существуют модифицированные газовые среды для хранения различной продукции и кормов. Газовые среды могут иметь как различный химический состав, так и различные параметры газовой среды: температуру, влажность, давление [50].

Азот используют для образования модифицированных газовых смесей в качестве буферного газа. При этом азот используется для замещения кислорода в упаковке. Инертность азота исключает химические реакции с его участием и поэтому он не оказывает влияния на развитие патогенной среды [31].

Кислород применяют для поддержания определенных свойств продукции, например, кислород необходим для обеспечения дыхания зерна, особенно семенного при хранении, в то же время кислород активизирует процессы окисления и прогоркания жиров, порчи продуктов [82]. Поэтому наличие кислорода в модифицированных газовых средах необходимо только для определенных видов продукции. При хранении комбикормов содержание кислорода в модифицированной газовой среде пытаются ограничить для повышения сохранности. Так же в процессе хранения сельскохозяйственной продукции в среде с определенным содержанием кислорода, эту среду могут подвергать охлаждению [75].

Угольная кислота имеет антимикробное действие [137]. При разложении жиров и других высокомолекулярных соединений образуется вода, которая, вступая в реакцию с углекислым газом, образует угольную кислоту в очагах, где могли бы размножиться патогенные микроорганизмы [129]. Следует отметить, что стоимость углекислого газа в баллонах, сравнимо со стоимостью азота в баллонах и со стоимостью кислорода в баллонах. Учитывая необходимость утилизации углекислого газа при получении энергии, возможно снижение его стоимости, что ведет к уменьшению затрат на создание модифицированной газовой среды для хранения комбикорма.

Следует отметить, что растворимость углекислого газа существенно зависит от температуры и давления модифицированной газовой среды внутри упаковки [67]. По мере растворения углекислого газа в высокомолекулярных соединениях комбикорма, его концентрация и давление внутри упаковки будет снижаться. Снижение давления приведет к уменьшению растворимости углекислого газа и уменьшению образования угольной кислоты. Поэтому следует создать запас углекислого газа в упаковке для обеспечения длительного хранения, с одной стороны, и исключить избыточное образование угольной кислоты для сохранения питательной ценности, с другой стороны. При оценке запасов углекислого газа следует учитывать скважистость комбикорма (таблица 1.1).

Углекислый газ растворяется в высокомолекулярных соединениях, образуя угольную кислоту, тем самым снижая давления внутри упаковки. Одновременное заполнение смесью углекислого газа и азота позволяет ограничить развитие патогенной микрофлоры и поддерживать хороший вид упаковки, исключая ее слипание [136].

При длительном хранении возможно расслоение модифицированной газовой среды внутри упаковки [104]. При этом, азот имеющий меньшую молекулярную массу будет находиться вверху упаковки, а углекислый газ – внизу. Кроме того, при заполнении упаковки необходимо дорогостоящее оборудование для заполнения и герметизации.

Таблица 1.1 – Значения скважистости различных видов комбикорма

Показатель	Влажность, %					
	9,8-10,0	10,8-11,2	12,0-12,1	12,9-13,2	14,5-14,6	15,4-15,9
Скважистость, %:						
1. Рассыпных	55,8	56,6	57,3	58,3	58,4	58,6
2. Гранулированных	50,7	51,8	52,1	52,7	54,8	54,2

1.2 Анализ технических средств для хранения кормов в регулируемой газовой среде

Большинство рассыпных комбикормов хранится в силосах. Особенностью хранения в силосах является необходимость предварительной сепарации зерна, для отделения легких примесей [35]. Хранение в силосах зерна и комбикорма позволяет механизировать и автоматизировать загрузочно-разгрузочные операции и ограничить контакт зернопродуктов с воздухом, для исключения негативного фактора влияния мелкодисперсных частиц [94]. Современные силосы, входящие в состав комбикормовых заводов, бывают бетонные и металлические (рисунок 1.4). Силосы имеют выгрузные устройства в виде дисковых и шлюзовых затворов. Шлюзовые затворы позволяют обеспечить герметичность силосов даже при выгрузке комбикорма и зернопродуктов из силоса, при этом выгрузка может производиться порционно, применяя шнековую систему транспортировки продукто [12, 78]. Загрузочное устройство у большинства силосов представляют собой норрии, которые оборудованы отводными трубами. Поэтому верхнюю часть силосов невозможно герметизировать из-за загрузочных устройств и необходимости выпуска воздуха из силоса при загрузке [60].

В настоящее время наибольшее распространение получили металлические силосы модульного типа, они быстро монтируются и имеют низкую стоимость, предназначенных, в том числе, для хранения переработанного зерна, зернопродуктов, комбикорма [9, 15]. Преимуществом

металлических силосов является возможность оборудования их станциями для создания в них регулируемой газовой среды. Для существующих станций создания регулируемой газовой среды предназначены определенные типоразмеры силосов (таблица 1.2) [64].



а)

б)

а – металлический силос; б – бетонный силос

Рисунок 1.4 – Хранение комбикормов в силосах

Таблица 1.2 – Параметры силосов с регулируемой газовой средой

Параметры	РГС-3	РГС-5	РГС-10	РГС-25	РГС-50	РГС-75	РГС-100
Вместимость, куб.м.	3	5	10	25	50	75	100
Давление рабочее	Налив						
Внутренний диаметр, мм	1400	1600	2200	2760		3000	
Высота, мм	2550	2785	3335	4990	10100		14400
Масса силоса, кг	1400	1540	2520	4340	5880	7640	11900

Создание регулируемой газовой среды осуществляется с помощью генераторов сжигающих природный газ (рисунок 1.5) с образованием низко кислородной газовой среды. Генератор оборудован системой катализаторов

для дожигания продуктов сгорания, охладителем, отделителем влаги (конденсата). Помимо рабочих генераторов на систему газоснабжения устанавливают дополнительный резервный генератор. Контроль параметров газовой среды осуществляют с помощью датчиков контроля газов, находящихся в силосе [60]. Системы подачи газов в силосы автоматизированы.

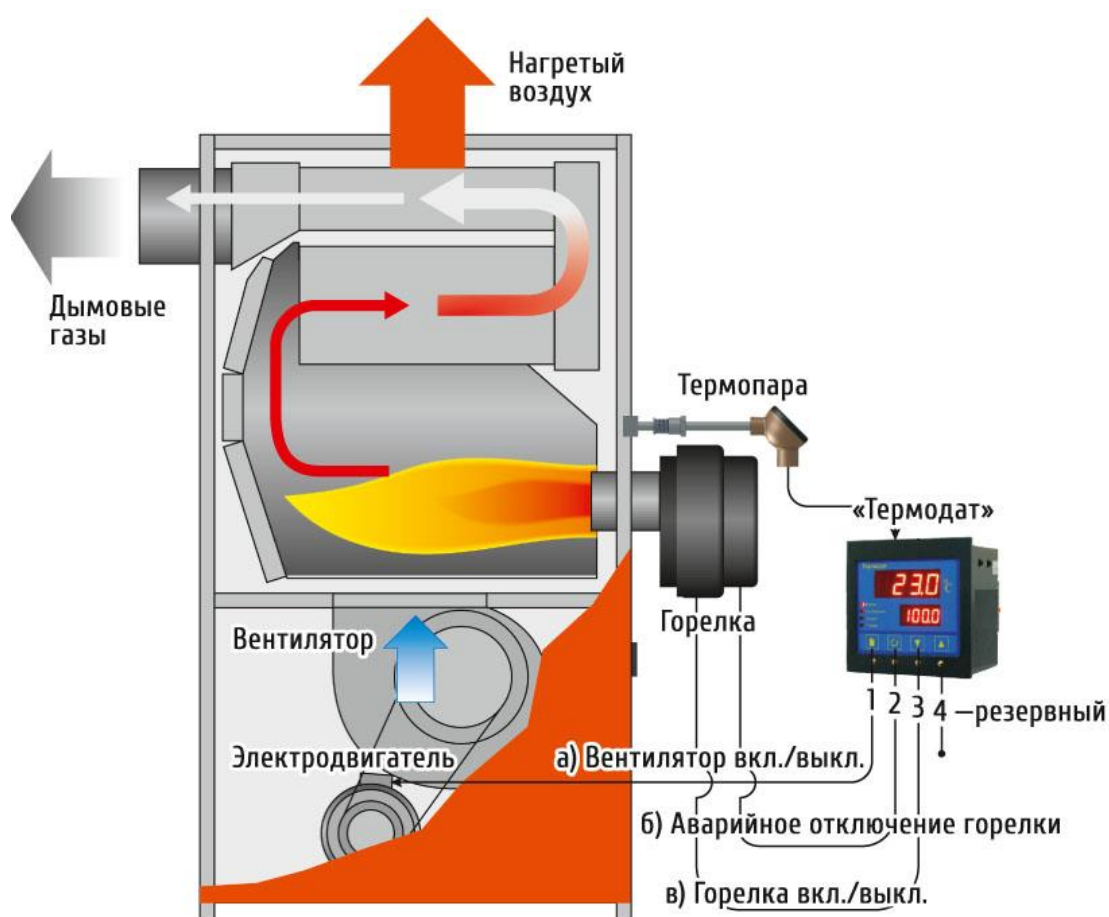


Рисунок 1.5 – Схема работы генератора дымовых газов

При сжигании газа, концентрация кислорода в газовой смеси снижается с 21 % до 1 %, а концентрация углекислого газа возрастает до 12 %. При использовании катализаторов и водяных холодильников содержание вредных веществ существенно снижается. При этом на подготовку газовой смеси расходуется небольшое количество топлива [37]. Следует отметить, что при заполнении силоса газовая смесь может несколько менять свой состав за счет

воздушной среды и концентрация кислорода может увеличиваться до 1-3 %, концентрация углекислого газа так же может увеличиваться, так как углекислый газ будет вытеснять другие газы смеси за счет большей молекулярной массы .

Для образования регулируемой газовой среды используют специальные установки, которые поддерживают необходимый состав РГС. Для получения таких сред используют мембранные и абсорбционные газоразделительные установки. Генератор азота (N_2) широко применяется для образования регулируемых газовых сред (рисунок 1.6), при этом он способен как генерировать образование газа, так и изменять его процентное соотношение в окружающей среде [2]. Генераторы мембранного типа позволяют получать несколько видов газов, применяя мембраны с различной селективной проницаемостью. Адсорберы позволяют получать только один вид газа, применяя специальный абсорбент. Общий вид адсорбера приведен на рисунке 1.7 [11].

Система автоматического поддержания параметров регулируемой газовой среды позволяет увеличить срок хранения другой сельскохозяйственной продукции. Поддержание состава газовой среды может осуществляться как с помощью газовых генераторов, так и с помощью адсорберов, имеющих автоматические системы контроля и управления [70]. Состав газовой среды подвержен изменениям не только в процессе дыхания продукции, но и в процессе заполнения хранилищ продукцией, вытеснение воздушной среды при подаче газовой среды.

При кратковременном хранении продуктов воздушную смесь вытесняют азотом. Для образования бескислородной среды чаще применяют азот в сжиженном состоянии. Применение сжиженного азота предполагает использование специального оборудования для подготовки и подачи азота в силос с комбикормом [98]. Хранение кормов в бескислородной азотосодержащей среде предъявляют высокие требования к герметичности силосов для хранения кормов. Ввиду низкой молекулярной массы азот легко

проникает через неплотности силоса наружу, в связи с чем, резко возрастает его расход. Следует отметить, что азот не препятствует развитию патогенной микрофлоры и может применяться для непродолжительного хранения кормов [122]. Хранения кормов в азоте предполагает дополнительную обработку.



Рисунок 1.6 – Генератор газовой среды (азота) ABC-2.5А

Параметры регулируемых газовых сред, при хранении кормов, определяются условиями окружающей среды. Наиболее значимым фактором окружающей среды влияющей на состояние газовой среды является температура наружного воздуха [119]. Снижение температуры окружающей среды приводит к снижению давления внутри устройства для хранения и способствует проникновению атмосферного воздуха в это устройство через неплотности. При повышении температуры окружающей среды, газовая среда из устройства для хранения вытесняется наружу. Поэтому значительные

колебания температуры стенок устройства для хранения комбикормов в регулируемой газовой среде нежелательны. Высокое содержание углекислого газа в регулируемых газовых средах снижает влияние температурных колебаний на изменение параметров регулируемой газовой среды, так как углекислый газ вытесняет другие газы в верхнюю часть устройства для хранения. Основные изменения состава газовой среды происходит в верхней части устройства для хранения, где нет комбикорма [77, 127].



Рисунок 1.7 – Общий вид адсорбера углекислого газа

При хранении сельскохозяйственной продукции предназначенной для кормления животных нужно обеспечить сохранность питательной ценности корма за счет применения модифицированных газовых сред, которые не позволяют развиваться микроорганизмам и патогенной микрофлоре. Применение обычных приемов хранения кормов не дают нужных результатов, так как их режимы хранения не приемлемы для отдельных видов кормовой

смеси: различного вида шротов, травяной муки, сена, комбикормов и других. Это требует специальных приемов хранения сельскохозяйственных продуктов [107].

Регулируемые газовые среды с низким содержанием кислорода обеспечивают высокую сохранность витаминного комплекса. Установлено, что при хранении комбикорма потери каротина почти в 6 раз ниже при хранении в бескислородной регулируемой газовой среде в сравнении с хранением в воздушной среде [121]. Таким образом, хранение комбикормов в регулируемых газовых средах обеспечивает не только сохранение питательной ценности, но и необходимые свойства кормов [104].

1.3 Анализ технических средств для упаковки комбикорма

Комбикорм для транспортировки и длительного хранения фасуется в мешки из бумаги и комбинированных материалов [29], тканевые мешки с полиэтиленовым вкладышем, специализированные мягкие контейнеры [28]. Кроме того, государственный ветеринарный надзор допускает использование других видов упаковки обеспечивающих сохранность качества продукции при длительном хранении продукции (кормов), которые предусмотрены межгосударственным стандартом продукции комбикормовой промышленности, правилами его приемки, упаковки, транспортировки и хранения [30].

Для замедления окислительных реакций при хранении комбикорма в него добавляют антиоксиданты, однако, из-за сложности равномерного распределения, они малоэффективны. Поэтому для повышения сохранности рекомендуют хранить комбикорма в бескислородной среде в полиэтиленовых контейнерах. Такие контейнеры допускается хранить на открытых площадках и под навесом в соответствии с ГОСТ 23462-2019. Преимуществом такой упаковки является возможность транспортировки комбикорма в универсальных транспортных средствах. Комбикорм в такой

упаковке легко загрузить и выгрузить из транспортного средства. Наиболее удобной тарой для хранения и транспортировки комбикормов являются мягкие контейнеры типа «Биг-Бэг» (рисунок 1.8).

Мягкий контейнер (далее по тексту МК) «Биг-Бэг» представляет собой каркасную емкость, обшитую полипропиленовой или капроновой тканью, наложенной в несколько слоев [133]. Многие изготовители предпочитают прокладывать внутри стенок МК «Биг-Бэг» дополнительную термостойкую прослойку, с помощью которой он сохраняет температуру помещаемого в него груза, при этом не повреждаются стенки самой упаковки [28].

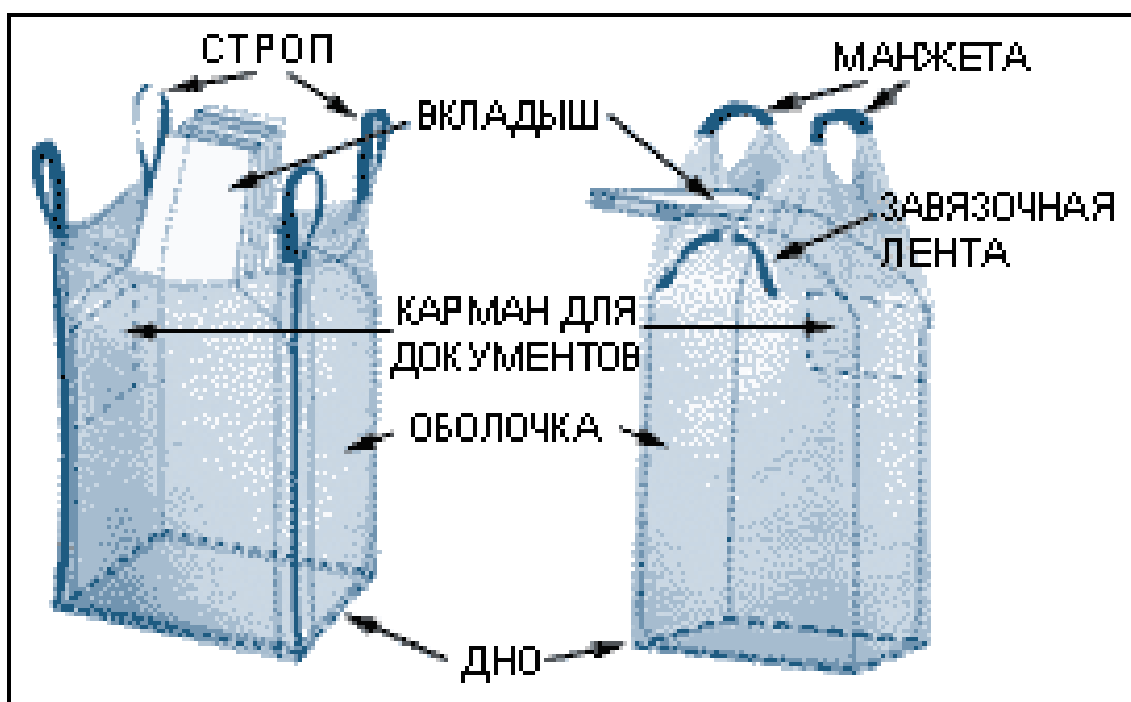


Рисунок 1.8 – Устройство мягкого контейнера типа «Биг-Бэг»

Газовая среда, применяемая для хранения кормов, может быть регулируемой и нерегулируемой [130]. Регулируемая газовая среда предполагает наличие контролирующих и управляющих устройств, для поддержания заданного состава (рисунок 1.9). Регулируемая газовая среда используется на крупных предприятиях, где имеется значительное количество силосов для хранения кормов. Это позволяет существенно снизить затраты на

обслуживание автоматизированных систем поддержания регулируемой газовой среды [144].

Нерегулируемая газовая среда применяется для хранения продуктов в упаковке, когда при затаривании продукта создается заданная газовая среда, которая учитывает химико-биологические процессы продукции в период всего срока хранения [135]. Нерегулируемая газовая среда формируется на комбикормовых заводах в процессе упаковки кормов, обеспечивая необходимые показатели сохранности продукции. Данный способ хранения в нерегулируемой газовой среде может найти широкое применение как в крупных хозяйствах, так в небольших фермерских хозяйствах, так как позволяет обеспечить высокую сохранность продукта [49, 92].



Рисунок 1.9 – Упаковка сельскохозяйственных продуктов в герметичную тару с модифицированной газовой средой

Комплекс для упаковки мягких контейнеров типа «Биг-Бэг» (рисунок 1.10) включает в себя элементы строительного оборудования технологической линии [46]. Установка для затаривания включает в себя пространственную силовую раму, на которую с помощью строп подвешивается мягкий контейнер [143]. Для дозирования комбикорма используются специальные затворы. По заполнению комбикормом, мягкий контейнер поднимается с помощью домкратов, и освобождают стропы и упаковывают, а затем транспортирую к месту хранения [3].

Исследованиями установлено, что упаковка кормов в газовой среде позволяет увеличить их длительность хранения и сохранность. [11, 106]. В то же время реализация заполнения больших Биг-Бэгов специальной газовой средой требует сложного оборудования с герметичной камерой. В реальных условиях применение автоматизированного высокотехнологичного оборудования возможно только в условиях крупных предприятий, или при больших объемах производимых кормов.

Крупные предприятия обеспечивают ритмичную поставку комбикормов птицефабрикам, свинофермам, не используя упаковку [13]. Исходя из этого, следует использовать газовые среды для хранения комбикорма, которые не требуют применения специализированного оборудования, а могут применяться на обычных предприятиях после небольшой доработки уже существующего оборудования. В качестве такой газовой среды может использоваться углекислый газ, который вытесняет воздушную среду из мягкого контейнера при загрузке его комбикормом в потоке углекислого газа.

Существующие комплексы для заполнения мягких контейнеров типа Биг-Бэг предназначены для затаривания свободно текучих материалов с плотностью 800 до 2500 кг/м³ и фракционного состава от 0,1 до 30 мм. При заполнении Биг-Бэгов комплексы для затаривания могут способствовать сегрегации комбикорма, что приводит к снижению его качества (рисунок 1.11) [102]. Для интенсивного перемешивания и насыщения комбикорма определенной газовой средой применяют специальные устройства.



Рисунок 1.10 – Установка для упаковки мягких контейнеров типа «Биг-Бэг»



Рисунок 1.11 – Затаривание готовой продукции на комбикормовом заводе

При загрузке комбикормов возникают процессы сводообразования, сортирование частиц по плотности, крупности и другим показателям, поэтому важно обеспечить перемешивание продукта в процессе загрузки. Потому для повышения качественных показателей комбикорма в процессе упаковки, хранения и транспортировки необходимо учитывать свойства отдельных компонентов. Так же необходимо уточнить некоторые теоретические подходы применительно к упаковке и хранению комбикормов [33].

1.4 Анализ выполненных исследований в области хранения комбикорма и зернопродуктов

Исследованиями хранения и переработки зернопродуктов, кормовых добавок и витаминной муки в газомодифицированной среде занимались многие ученые, такие как И.М. Бобинас, С.Н. Бахтин, А. А. Богданов, Ф.Д. Братерский, А. Н. Глобин, М.Г. Голик, В.М. Дринча, Г. Ф. Подобай, Г.С. Сухарова и другие [15, 16, 41, 85, 103].

Вопросами технико-технологических основ хранения и переработки зерна занимались Глобин А.Н., Репин А.Н., Трисвятский Л.А. и другие ученые [19, 96, 113]. Ими исследовались биофизиологические аспекты хранения зернопродуктов. Ряд ученых изучали влияние химико-физических воздействий на зернопродукты с целью их обеззараживания и обеспечения необходимых условий хранения, а так же их переработки. Этой тематикой занимались: Баскаков И.В., Бородин И.Ф., Глобин А.Н., Прищеп Л.Г., Цугленок Г.И., Цугленок Н.В. и др. [11, 14, 119, 120]

За рубежом известно несколько технологий хранения семян и зерна, которые определяются погодными условиями, укладом сельского хозяйства и экономическими возможностями производителей. В настоящее время различают американскую, аргентинскую, канадскую и другие технологии хранения зерна [11, 102].

Для повышения сохранности зерна период послеуборочной обработки проводят его обеззараживание. Обеззараживание зерна, особенно семенного может включать электрофизические, химические и другие способы [134]. Электрофизические способы обеззараживания зерна при послеуборочной обработке зерна нашли широкое развитие в трудах ВИЭСХ.

Влияние СВЧ нагрева на биологические объекты, а так же изучение равномерности нагрева проводилось в следующих научных организациях: БГСХА (республика Белоруссия), ГНУ ВИЭСХ, ЗАО НПЦ «АлмазФазотрон», КНИТУ-КАИ, КрасГАУ, МИЭМ, РГАУ МСХА имени К. А. Тимирязева, СГТУ, СГУ имени Н. Г. Чернышевского, СТЦС [55, 56, 86, 87, 93, 118].

Исследованием влияния физических факторов на семенной материал во время предпосевной обработке, занимались следующие ученые: Бородин И. Ф., Гинзбург А. С., Прищеп Л. Г., Цугленок Г.И., Юсупова Г.Г. и другие ученые [14, 102, 113, 119, 120].

В настоящее время большинство комбикормовых предприятий производят гранулированные комбикорма, их объём из общей массы производства комбинированных кормов составляет от 5 до 10% [75]. При гранулировании сыпучего комбикорма, он нагревается до температуры около 80° С. Физико-механическое состояние гранул при выходе из пресса нестабильно, гранулы не прочны и легко разрушаются. Что бы исключить разрушение гранул выходящих из пресса их охлаждают и отделяют крошку от гранул [142]. Для транспортировки и хранения гранулированного комбикорма применяют его хранение в мягких полиэтиленовых пакетах (контейнерах), при этом процесс охлаждения комбикорма можно осуществлять непосредственно в контейнерах в моменте его затаривания [38].

Перспективным способом обеззараживания зернопродуктов является озонирование которое может проводиться перед хранением и не требует значительных затрат на получение озона, который производится из окружающего воздуха с помощью озонатора [127]. Однако, наличие озона при

хранение зерна и продуктов ее переработке будет способствовать окислительным процессам, поэтому озонирование возможно использовать кратковременно перед закладкой продуктов на хранение [90]. Обеззараживание зерна перед хранением увеличивает длительность хранения в 1,2...2,0 раза и обеспечивает необходимую сохранность [61]. «Процесс озонирования в сельском хозяйстве изучается относительно недавно. Несмотря на это, есть несколько теоретических работ по взаимодействию озона с зерном или семенами» [11].

В России изучением процесса озонирования воздуха занимались учёные: Авдеева В.Н., Вербицкая С.В., Закладной Г.А., Нормов Д.А., Саед Е.К., Сигачёва М.А., Сторчевой В.Ф., Шестерин И.В., Штанько Р.И., Шхалахов Р.С. и другие [1, 41, 54, 68, 97, 99, 105].

И.В. Баскаковым произведен анализ скорости поглощения озона семенами, что позволило оценить сорбционную активность зерна и оценить необходимую концентрацию озона в воздушной смеси [11]

$$\frac{dC}{dt} = -K_C \cdot C_{\text{озон}} \cdot S, \quad (1.1)$$

где $\frac{dC}{dt}$ – скорость поглощения озона семенами;

$C_{\text{озон}}$ – концентрация озона в озоновоздушной смеси, мг/м³;

K_C – константа скорости поглощения озона единицей объёма зерна, мг/м³ · с;

S – площадь обрабатываемого зернового материала, м² [11].

«Для поглощения озона семенами с учетом скорости сорбции, была получена зависимость, связывающая основные параметры процесса обеззараживания зерна»

$$\frac{dC}{dt} = \frac{S}{V} \cdot (v \cdot (C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}}) - K_C \cdot C_{\text{вых}} \cdot V), \quad (1.2)$$

где V – объём обрабатываемого зернового материала, м³;

v – скорость движения озоновоздушной смеси, м/с;

$C_{\text{вх}}$ – концентрация озона на входе в зерновой материал, мг/м³;

$C_{вых}$ – концентрация озона на выходе из зернового материала, мг/м³.

В результате были определены необходимые концентрации озона для обеззараживания и время обработки

$$C_{вых} = \frac{C_{вх} \cdot v}{v + K_C \cdot S \cdot V} \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{v + K_C \cdot S \cdot V}{V}\right) \right] \cdot t, \quad (1.3)$$

где t – время обработки.

Несмотря на эффективность обеззараживания зерна озоном, обработка озоном измельченного зерна входящего в состав комбикорма будет способствовать окислению жиров и белков [11]. Поэтому для хранения кормовых продуктов применяют газовые среды с незначительным содержанием кислорода.

При поглощении углекислого газа на скорость сорбции влияет химический состав продукта и соотношение химических субстанций [65]. «Коэффициент абсорбции α_t (мл CO₂/г) углекислого газа продуктом при данной температуре определяется формулой» [81]

$$\alpha_t = [\alpha_w W(1 - fD) + \alpha_B \cdot B + \alpha_C \cdot C] \cdot 0,01, \quad (1.4)$$

где: W —содержание свободной воды в продукте в %;

B —содержание белка (сырого Протеина) в %;

C — содержание жировых веществ в %;

D — содержание поваренной соли в %;

α_w - коэффициент абсорбции углекислого газа водой при данной температуре;

α_B — коэффициент абсорбции углекислого газа белком при данной температуре;

α_C —коэффициент абсорбции углекислого газа жиром при данной температуре;

f — коэффициент уменьшения абсорбции углекислого газа.

Хранение комбикорма характеризуется окислительными процессами, происходящими в высокомолекулярных соединениях, развития патогенной микрофлоры, так как комбикорм содержит значительное количество компонентов. Длительное хранение комбикорма приводит к окислению

жиров, вследствие чего увеличивается кислотное число жира, происходит разложение белков и других высокомолекулярных соединений (рисунок 1.12) [67].

«Процесс окисления жиров существенно ускоряется в присутствии металлов переменной валентности: кобальт, марганец, железо, медь. При добавлении в комбикорм семян масличных структур, возможно ферментативное окисление жиров» [53].

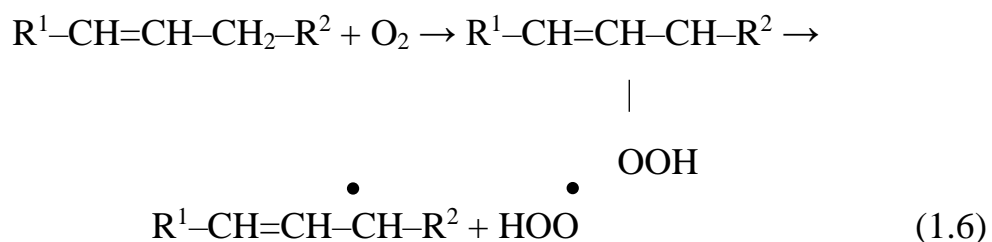
Учитывая что углекислый газ хорошо растворяется в жире, он частично замещает кислород, что способствует замедлению окисления, кроме того под действием углекислого газа снижается воздействие микроорганизмов способствующих окислительной порче жира. Наличие углекислого газа замедляет образование перекисей, которые способствуют ускоренному окислению [49].

Химические реакции окисления ненасыщенных жиров представляет собой:

а) прогоркание жира:



б) порча жиров:



При разработке рецептуры комбикормов учитывают не только необходимые компоненты питательных веществ, но учитывают показатели сохранности приготовленного комбикорма. Получение партии комбикормов хранят на протяжении определенного срока, исследуя влияния факторов окружающей среды на сохранность комбикорма. Исследования Васюковой О.С. и Мартненко Я.Ф. показывают, что при хранении рассыпного комбикорма по рецепту К 111-10 влажностью 10...12% «установлено предельным сроком хранения 30 суток при относительной влажности воздуха 70-90% и температуре 21-23 °С [30, 116].

Сохранность комбикорма зависит от влажности, то есть наличие водной фазы обуславливает интенсивность окислительных реакций высокомолекулярных соединений. Учитывая, что комбикорм обладает гигроскопическими свойствами, он может существенно изменять свою влажность, особенно при хранении насыпью, это относится и к компонентам комбикорма приготовленным из зернопродуктов [17, 140]. Для поддержания равновесной влажности комбикорма хранят с высотой насыпи до 4 метров при влажности до 13% и до 2,5 метров – выше 13%. При хранении рассыпных комбикормов должна поддерживаться влажность воздуха не более 80% и температурой не более 25°С в упакованном виде или насыпью, согласно ГОСТ 23462-2019. Повышение влажности комбикорма способствует развитию патогенной микрофлоры, насекомых вредителей и уменьшает сроки хранения кормов (таблица 1.3).

Таким образом, для повышения сохранности комбикормов их следует хранить в силосах или в специальной таре, что снижает влияние окружающей среды на влажность и температуру комбикорма. Полимерная упаковка позволяет снизить или исключить поглощение влаги из атмосферного воздуха, а так же имеет возможность создать модифицированную газовую среду (МГС) для хранения комбикормов. В настоящее время для упаковки комбикормов применяются однослойные и многослойные полимерные пленки, они обеспечивают сочетание требуемых характеристик, такие как герметичность,

термосвариваемость, высокая прочность, удобство погрузки, разгрузки и транспортировки. Наиболее часто в качестве полимеров используют полиэтилен высокой (HDPE) и низкой (LDPE) плотности. При выборе полимеров для применения в качестве упаковки комбикормов для хранения в модифицированной газовой среде, следует учитывать проницаемость упаковочных материалов компонентами газовой среды [88].

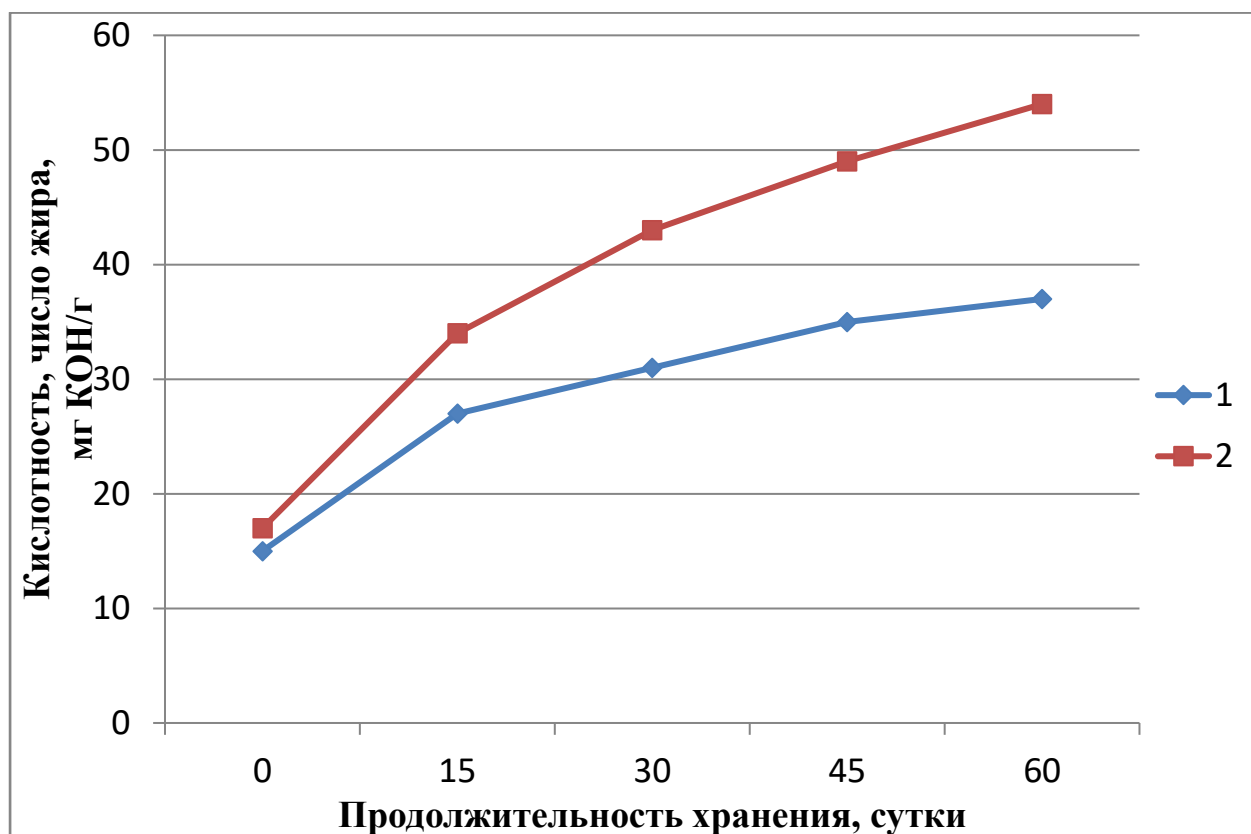


Рисунок 1.12 – Изменение кислотного числа жира при хранении комбикормов рецептов ПК 51-4 (1) и СК 12 (2) [40]

Качество комбикормов и продолжительность их хранения определяются качеством исходного сырья, рецептурой, технологией приготовления, а также условиями хранения. Исследования длительного хранения комбикорма показали, что в процессе хранения уменьшается содержание жира и белковых веществ, при этом увеличивается содержание углекислого газа, аммиака и других продуктов разложения [42, 139].

Исследованиями Исматовой Ш.Н. и Юлдашевой Ш.Ж. установлено, что при длительном хранении комбикорма марок ПК-65 и ПК-51, снижается содержание протеина и жира, а так же возрастает кислотность (таблица 1.4).

Таблица 1.3 – Влияние влажности и сроков хранения на развитие микрофлоры комбикормов (тыс. штук/ колоний)

№	Влажность комбикорма, %	Срок хранения, мес.	Васт. herbicola	Грибы			Относительная влажность воздуха, %
				Penicillium	Alternaria	Aspergillus	
1	13,36	0	1,0	1,	1,0	3,1	65
		3	0,3	1,4	0,9	2,3	65
		6	-	1,3	0,7	1,07	65
2	14,03	0	1,0	1,2	1,0	3,1	70
		3	0,4	1,0	0,9	3,75	70
		6	0,08	1,5	1,2	4,0	70
3	14,48	0	1,0	1,2	1,0	3,1	75
		3	0,2	1,8	0,7	4,5	75
		6	-	1,6	0,25	5,0	75
4	15,44	0	1,0	1,2	1,0	3,1	80
		3	-	2,0	0,4	3,2	80
		6	-	3,1	0,1	4,0	80
5	18,14	0	1,0	1,2	1,0	3,1	85
		3	-	2,5	0,2	7,2	85
		6	-	3,7	0,05	10,1	85
6	19,60	0	1,0	1,2	1,0	3,1	90
		3	-	4,0	-	10,1	90
		6	-	3,6	-	19,0	90

Исматова Ш.Н. и Юлдашева Ш.Ж. установили, что порча комбикорма начинается с расщепления белков с помощью ферментов выделяемых бактериями и грибами. Аминокислоты белков используются ими для своей

жизнедеятельности, так же происходит гидролиз жиров в результате которого образуется вода и оксид углерода. Так как окисление высокомолекулярных соединений идет в течение длительного времени, то образующиеся промежуточные продукты альдегиды, кетоны, придают жиру неприятный прогорклый вкус и запах [49].

Таблица 1.4 – Потеря питательной ценности комбикормов при длительном хранении [49]

Объем	Продолжительность хранения, мес.	Содержание			Кислотность, град.
		Протеин, %	Жир, %	Аммиак, %	
ПК-65	0	11,8	3,9	7,6	3,2
	3	9,6	2,8	20,2	5,0
ПК-51	0	18,7	4,2	8,9	3,8
	3	12,6	3,0	23,1	5,7

Для сохранения питательной ценности и качества комбикормов необходимо обеспечить воздухообмен для предупреждения очагов развития микроорганизмов в массе комбикорма. Это достигается рациональным размещением комбикорма и систематическим наблюдением за его состоянием в процессе хранения. Применяемое оборудование для приготовления, транспортировки и хранения комбикорма должно регулярно обеззараживаться [49, 17].

Комбикорм зачастую содержит добавки животного происхождения – мясокостную и рыбную муку, при повышении влажности и температуры качество комбикорма ухудшается [88, 138]. Применение обычных приемов хранения комбикорма не дает нужных результатов, так как режимы хранения зерновой части комбикорма не приемлемы для мясокостной и рыбной муки, различного вида шротов, травяной муки. Это требует специальных приемов хранения комбинированных кормов.

Уменьшение концентрации кислорода замедляет окислительные процессы высокомолекулярных соединений, белков, жиров и углеводов. Для хранения комбикорма следует использовать газовые среды, а так же могут применяться на обычных предприятиях после небольшой доработки уже существующего оборудования [52]. В качестве такой газовой среды может использоваться углекислый газ, который вытесняет воздушную среду из мягкого контейнера при загрузке его комбикормом в потоке углекислого газа. Полимерная упаковка позволяет снизить или исключить поглощение влаги из атмосферного воздуха, а так же имеет возможность создать модифицированную газовую среду (МГС) для хранения комбикормов.

1.5 Постановка цели и задачи исследования

Анализ существующих технологий хранения различной продукции в модифицированных газовых средах показал, что наилучший эффект сохранности сельскохозяйственной продукции обеспечивается в среде углекислого газа. Для обеспечения данной технологии необходимо наличие герметичных хранилищ, одним из видов которых является полимерная упаковка. Достоинством полимерной упаковки является возможность хранения различных объемов продуктов, что удобно при транспортировке и ее хранении, особенно длительного. При хранении продуктов в среде углекислого газа преимуществом является высокая молекулярная масса углекислоты, что позволяет герметизировать только нижнюю часть полимерной упаковки, и дает возможность частичного изъятия продуктов из верхней части упаковки, не нарушая условий хранения нижележащих слоев.

Целью исследований данной работы является обеспечение сохранности качественных показателей комбикорма при его хранении в среде углекислого газа.

Задачи исследований:

1. Проанализировать существующие технологии хранения сельскохозяйственной продукции и на их основе выбрать эффективную технологию хранения комбикорма.
2. Исследовать процесс насыщения комбикормов углекислым газом и обосновать его необходимое количество для хранения комбикорма в устройствах хранения.
3. Теоретически и экспериментально обосновать параметры хранения комбикормов в среде углекислого газа.
4. Оценить чистый дисконтированный доход от хранения комбикормов в среде углекислого газа.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА УПАКОВКИ КОМБИКОРМА

2.1 Теоретические предпосылки к обоснованию хранения комбикорма в среде углекислого газа

При хранении комбикормов в воздушной среде происходит окисление органических соединений (белков, жиров, углеводов, витаминов и др.), что снижает питательную ценность и вкусовые качества. Для исключения процессов окисления и разложения отдельных компонентов комбикорма, их хранят в модифицированной газовой среде. Это позволяет снизить содержание кислорода и ограничить окислительные реакции [123]. Повышение концентрации углекислого газа способствует образованию угольной кислоты при взаимодействии со свободной водой и водой, присутствующей в органических соединениях, например, в жирах и белках. Растворимость углекислого газа в воде определяется температурой окружающей среды, наличием и состоянием воды. Наибольшая растворимость углекислого газа наблюдается при температуре 8-10 °С. Жиры обладают наибольшей абсорбцией углекислого газа, что исключает их прогоркание и снижает развитие патогенной микрофлоры [67].

Скорость насыщения комбикорма углекислым газом при его хранении в контейнере определяется фазовым равновесием газовой среды. Примем следующие допущения:

1. При рассмотрении насыщения углекислым газом примем комбикорм как совокупность одинаковых сферических частиц;
2. Средний размер частиц комбикорма характеризуется модулем помола.

Проникновение углекислого газа в ткани частиц комбикорма происходит на основе законов диффузии и осмоса. Количество растворенной

углекислоты за время $d\tau$ будет пропорционально поверхности и определяется выражением [11, 67]

$$dp = -KF \frac{\partial c}{\partial x} d\tau, \quad (2.1)$$

где K — коэффициент диффузии который определяет количество углекислого газа проходящее через участок поверхности в единицу времени $\text{м}^2/\text{с}$;

F – площадь поверхности частицы комбикорма, м^2 ;

$\frac{\partial c}{\partial x}$ – градиент концентрации углекислого газа в продукте.

Концентрация углекислого газа dc за время $d\tau$ изменяется пропорционально разности концентрации, при этом путь диффузии углекислого газа равен $\frac{1}{2}$ среднего диаметра частицы комбикорма и для нашего случая определяется выражением

$$dc = -\frac{4K}{h^2} (C_0 - C)d\tau, \quad (2.2)$$

где C_0 – концентрация углекислого газа в газовой среде;

C - концентрация углекислого газа в частицы комбикорма;

h – линейная протяженность диффузии углекислого газа в частице комбикорма, м ;

$d\tau$ – время диффузии углекислого газ в частице комбикорма, с .

Концентрация углекислого газа в частицы комбикорма пропорциональна разности концентрации углекислого газа снаружи и внутри частицы, проинтегрируем выражение (2.2), и получим концентрацию углекислого газа внутри частицы

$$\int_0^c \frac{dc}{C_0 - C} = -\frac{4K}{h^2} \int_0^\tau d\tau \quad (2.3)$$

Проинтегрировав выражение (2.3) получаем

$$\ln|C_0 - C| \Big|_0^c = \frac{4K}{h^2} \tau \Big|_0^\tau \quad (2.4)$$

Подставив пределы интегрирования в выражение (2.4), получим

$$\ln \frac{|C_0 - C|}{|C_0|} = \frac{4K}{h^2} \tau \quad (2.5)$$

Пропотенцировав выражение (2.5), получаем

$$\frac{C_0 - C}{C_0} = e^{-\frac{4K\tau}{h^2}} \quad (2.6)$$

Преобразовав выражение (2.6), получаем

$$C_0 - C = C_0 e^{-\frac{4K\tau}{h^2}} \quad (2.7)$$

Выразим значение концентрации углекислого газа из формулы (2.7), получаем

$$C = C_0 - C_0 e^{-\frac{4K\tau}{h^2}} \quad (2.8)$$

Окончательное выражение концентрации углекислого газа внутри частицы комбикорма определяется выражением

$$C = C_0 \left(1 - e^{-\frac{4K\tau}{h^2}} \right) \quad (2.9)$$

Абсорбция углекислого газа комбикормом определяется коэффициентом абсорбции и парциальным давлением углекислого газа

$$C_0 = \alpha P_{CO_2} \quad (2.10)$$

где, α – коэффициент абсорбции углекислого газа частицами комбикорма, м·с²/кг;

P_{CO_2} – парциальное давление углекислого газа, Па.

Тогда подставив в выражение (2.9) значение коэффициентом абсорбции и парциальным давлением углекислого газа (2.10), получим

$$C = \alpha P_{CO_2} \left(1 - e^{-\frac{4K\tau}{h^2}} \right) \quad (2.11)$$

Преобразуем выражение (2.11), получаем

$$C = \alpha PCO_2 - \alpha PCO_2 e^{\frac{4K\tau}{h^2}} \quad (2.12)$$

Разделим переменные выражения (2.12), получаем

$$e^{\frac{4K\tau}{h^2}} = \frac{\alpha PCO_2 - C}{\alpha PCO_2} \quad (2.13)$$

Прологарифмировав выражение (2.13) получаем

$$\frac{4K}{h^2} \tau = \ln \frac{\alpha PCO_2 - C}{\alpha PCO_2} \quad (2.14)$$

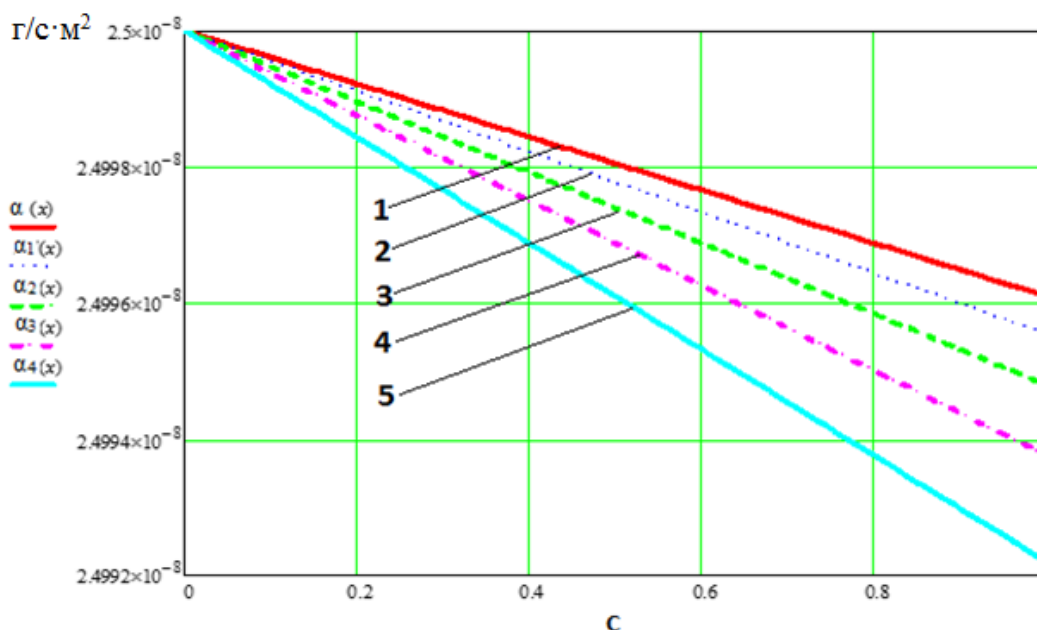
Тогда количество углекислого газа проходящее в единицу времени через участок поверхности $\text{кг/с}\cdot\text{м}^2$ будет характеризоваться коэффициентом диффузии

$$K = \frac{h^2}{4\tau} \ln \left(\frac{\alpha PCO_2 - C}{\alpha PCO_2} \right) \quad (2.15)$$

Учитывая, что средний путь диффузии углекислого газа в частицу комбикорма зависит от ее размера (модулем помола частиц, входящих в состав комбикорма), эта зависимость представлена на рисунке 2.1.

Анализируя рисунок 2.1 можно видеть, что абсорбция углекислого газа частицами комбикорма уменьшается с увеличением концентрации углекислого газа в комбикорме. Размер частицы комбикорма так же оказывает значительное влияние на абсорбцию углекислого газа, чем меньше размер частицы, тем больше абсорбция. При измельчении зерновых культур нарушается целостность оболочки, и высокомолекулярные частицы могут вступать в химические реакции с окружающей средой. Жиры наиболее активно реагируют с газами окружающей среды, при взаимодействии с кислородом происходит разложение жиров с образованием соединений альдегидов, гидрооксикислот, кетонов и других веществ, которые обладают неприятным запахом и вкусом, происходит так называемое прогоркание жиров. При взаимодействии углекислого газа с жирами процесс разложения

происходит медленнее, с образованием угольной кислоты, которая препятствует развитию патогенных микроорганизмов.



Размер частиц комбикорма 1 – 1,6 мм; 2 – 1,4 мм;
3 – 1,2 мм; 4 – 1,0 мм; 5 – 0,8 мм

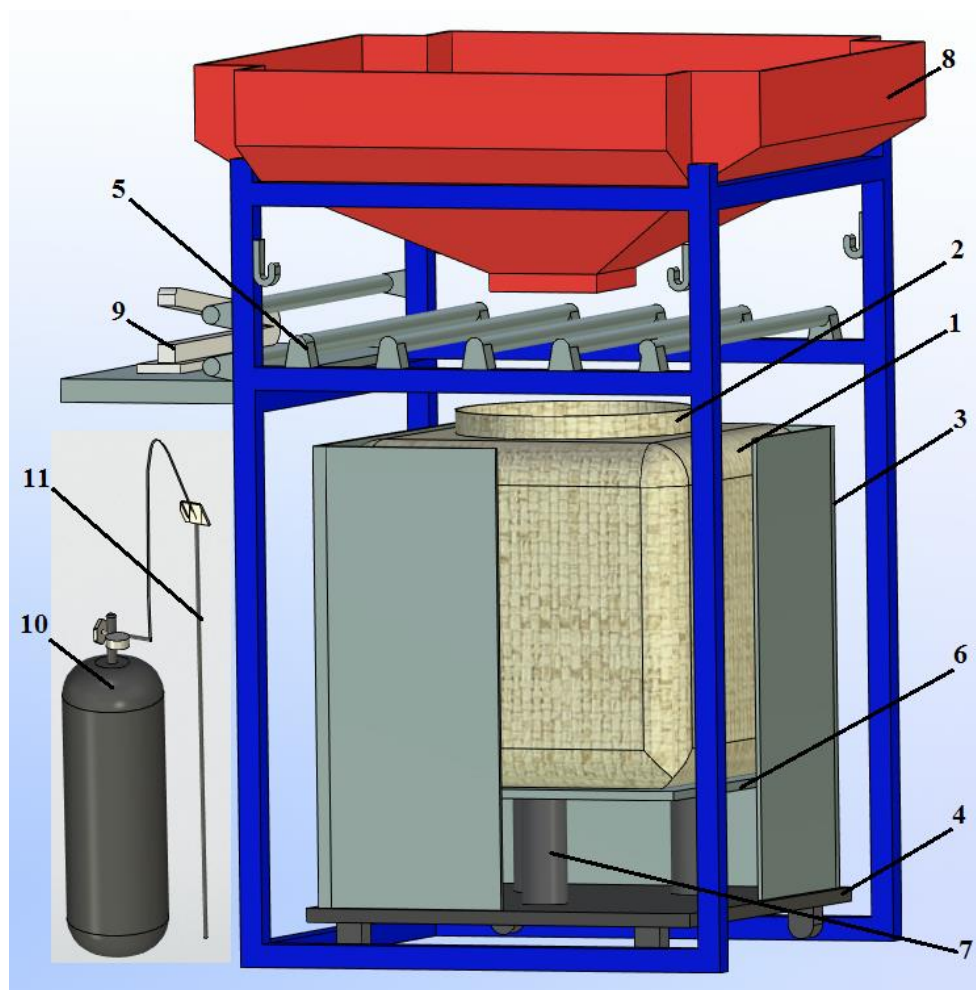
Рисунок 2.1 – График зависимости количества углекислого газа проходящего в единицу времени через участок поверхности

Исследованиями ученых установлено, что процесс окисления жиров кислородом прогрессирует с увеличением продуктов распада. Поэтому при длительном хранении качество комбикормов значительно ухудшается. Ограничение содержания кислорода в окружающей среде при хранении комбикорма способно снизить скорость химических реакций. Замещение кислорода углекислым газом позволит уменьшить скорость окисления жиров [98].

2.2 Конструктивно-технологическая схема устройства для упаковки комбикорма

В Рязанском Агротехнологическом университете был разработан способ упаковки комбинированных кормов в среде углекислого газа. Для

осуществления этого процесса было разработано устройство упаковки сельскохозяйственных продуктов (рисунок 2.2).



1 – мягкий контейнер; 2 – вкладыш; 3– кассета; 4 – подвижная платформа; 5 – вальцы; 6 – подвижное днище; 7 – пневматические баллоны; 8 – загрузочный бункер; 9 – запаечный аппарат; 10 – баллон с углекислым газом; 11 – игла-инъектор; 12 – рама.

Рисунок 2.2 –Устройство для упаковки комбикорма в среде углекислого газа

Устройство состоит из рамы 12, в которой установлена кассета 3, предназначенная для всестороннего сжатия мягкого контейнера 1. Днище кассеты включает в себя подвижной платформу 4 на колесах. На этой платформе смонтированы пневматические баллоны 7 для поднятия

подвижного днища 6 и сжатия мягкого контейнера 1. Стенки кассеты 3 выполнены попарно- шарнирными, для выгрузки мягкого контейнера 1. Сверху кассета ограничена вальцами 5. Вальцы 5 способствуют свободному передвижению вкладыша 2 при загрузке и его протаскиванию к запаечному аппарату 9. В верхней части рамы расположен загрузочный бункер 8 для затаривания мягкого контейнера 1 с вкладышем 2. Загрузка вкладыша 2 мягкого контейнера 1 комбикормом, осуществляется с одновременной подачей углекислого газа из баллона 10 с редуктором с помощью иглы-инъектора 11.

Перед загрузкой, кассету выкатывают из устройства, при необходимости опускают подвижное днище 6 и закрепляют стенки кассеты 3 с помощью замков. Мягкий контейнер с предварительно вложенным вкладышем помещают в кассеты и закатывают в устройство по направляющим. После фиксации кассеты 3 в раме 12 устройства мягкий контейнер 1, вешают на крючки, а горловину вкладыша 2 раскрывают для загрузки комбикорма. Подачу комбикорма осуществляют в загрузочный бункер 8, в который с помощью направляющих загружают комбикорм в мягкий контейнер 1. При загрузке комбикорма в мягкий контейнер 1 устанавливается игла-инъектор 11, которая подает углекислый газ из баллона с редуктором 10 по мере загрузки, вытесняя воздушную среду. По заполнении комбикормом мягкого контейнера 1, вкладыш 2 направляют между вальцами 5 к запаечному аппарату 9. Вытеснение излишков углекислого газа производят путем сжатия контейнера подвижным днищем 6 пневматическими баллонами 7. Степень сжатия и количество углекислого газа в мягком контейнере 1 определяется необходимым давлением пневматической системы. Герметизацию вкладыша 2 производят в сжатом состоянии мягкого контейнера 1, с помощью запаечного аппарата 9, предварительно сняв петли мягкого контейнера 1 с крючков рамы. После этого, сбрасывают давление в пневматических баллонах 7, и мягкий контейнер под действием собственного веса опускает подвижное днище. Освобождая фиксаторы, выкатывают кассету 3 на подвижной платформе 4.

Открывая замки, распахивают шарнирные стенки кассеты 3 и погрузчиком перемещают мягкий контейнер 1 к месту хранения [80].

Кассета устройства рассчитана на стандартный мягкий контейнер типа Биг-Бэг с размерами 0,95x0,95x1,30 метра, с объемом 1,173 м³. Масса рассыпного комбикорма при упаковке в среде углекислого газа составляет от 640 до 720 кг в одном контейнере. Средняя скважистость рассыпного комбикорма равна 57% [109].

2.3 Теоретическое обоснование параметров установки для упаковки комбикорма

2.3.1 Объемно-массовые соотношения углекислого газа при хранении комбикорма в мягком герметичном контейнере

«Мягкий герметичный контейнер с комбикормом является закрытой термодинамической системой. В процессе хранения комбикорма в среде углекислого газа происходит окисление растительных жиров, белков, углеводов и витаминов, в результате количество углекислого газа в межзерновом пространстве снижается, так же идут другие биохимические процессы, в результате которых так же возможно выделение паров воды, кислорода и других химически активных веществ» [124].

«Учитывая, что в процессе химического взаимодействия, масса в герметичном мягком контейнере не меняется, определим молярную массу взаимодействующих компонентов. При хранении комбикорма, возможно окисление жирных кислот, то при прогоркании жира на окисление линолевой кислоты до гидропероксида линолевой кислоты на молярную массу 280,44468 г/моль тратится около 32 г/моль кислорода, что соответствует уменьшению объема кислорода в герметичном мягком контейнере на 22,4 литра. Учитывая, что наибольшее содержание жиров в комбикорме для птицы составляет не более 5 %, то возможное содержание жиров в мягком контейнере составляет 35 кг. Следует отметить, что в процессе хранения окисляется только часть

жиров непосредственно контактирующих с кислородом газовой среды, а объем газовой смеси ограничен, то возможно снижение интенсивности окислительного процесса за счет замены кислорода углекислым газом» [119].

«Молярная масса углекислого газа $M(CO_2) = 44,00995 \frac{г}{моль}$ и молярная масса кислорода $M(O_2) = 31,9988 \frac{г}{моль}$. Для окисления жиров требуется в два раза больше молей углекислого газа, чем кислорода, таким образом, максимальное количество газовой среды в мягком контейнере составляет 680 литров и это соответствует приблизительно 18 молям углекислого газа, что потенциально может окислить около 8 молей линолевой кислоты. Уменьшение объема газовой среды в мягком контейнере будет способствовать снижению количества углекислоты, а соответственно и уменьшению интенсивности прогоркания и окисления жиров. Лабораторные исследования содержания жиров при длительном хранении в герметичном контейнере в среде углекислого газа показали незначительное снижение живого жира по сравнению с хранением в обычной воздушной среде. Следует отметить, что часть углекислого газа может растворяться в жирных кислотах без снижения их качественных показателей» [119].

$$V = \frac{m}{M}, \quad (2.16)$$

«где, V – количество вещества, м³; M – молярная масса газовой среды, г/моль; m – масса газовой среды внутри герметичного мягкого контейнера, кг».

При это количество вещества можно выразить через объем газа.

$$V = \frac{V_G}{V_M}, \quad (2.17)$$

«где, V_G – объем газа при нормальных условиях, м³; V_M – молярный объем газа при нормальных условиях равный 22,4 г/моль» [50].

Сквашистость комбикорма определяется выражение [109] (2.18)

$$S = \frac{V_n - V}{V_n} \cdot 100, \quad (2.18)$$

«где S – скважистость комбикорма, %; V_n — общий объем внутри герметичного мягкого контейнера, м³; V — истинный объем комбикорма, м³».

«С учетом скважистости общий объем газовой среды будет равен»:

$$V_{\Gamma} = \frac{V_n \cdot S}{100} \quad (2.19)$$

«Таким образом, можно определить начальную и конечную массу газовой среды, а так же величину давления, внутри герметичного мягкого контейнера».

$$m_{\text{газ.сп.}} = \frac{P_{\text{хр}} \cdot V_k \cdot S \cdot M_{\text{газ.сп.}}}{R \cdot T \cdot 100\%}, \quad (2.20)$$

где, $m_{\text{газ.сп.}}$ – масса газовой среды внутри герметичного мягкого контейнера, кг; $P_{\text{хр}}$ – давление газовой среды внутри герметичного мягкого контейнера, Па; S – скважистость комбикорма, %; V_k — объем герметичного мягкого контейнера с комбикормом, м³; T – температура газовой среды, К; $M_{\text{газ.сп.}}$ – молярная масса газовой смеси, кг/моль; R – универсальная газовая постоянная, Дж/моль·К. [50]. На основании формулы (2.29) в программе Mathcad был построен график для мягкого контейнера объемом 1,173 м³ и скважистости 57% (рисунок 2.3).

«Анализируя график на рисунке 2.3, можно видеть, что при нормальном атмосферном давлении и температуре 20-25 °С на один мягкий контейнер с комбикормом расходуется 0,84-0,86 кг углекислого газа» [52].

При использовании мягких контейнеров возможна диффузия углекислого газа через пленку мягкого контейнера в атмосферу и наоборот. Диффузия углекислого газа через различные материалы полиэтиленовой пленки будет происходить по-разному, и зависеть от ее толщины, материала, физико-механических свойств. При этом установлено, что наибольшая диффузия будет осуществляться при температуре 30°С. В таблице 2.1 указана проницаемость газов через различные пленки.

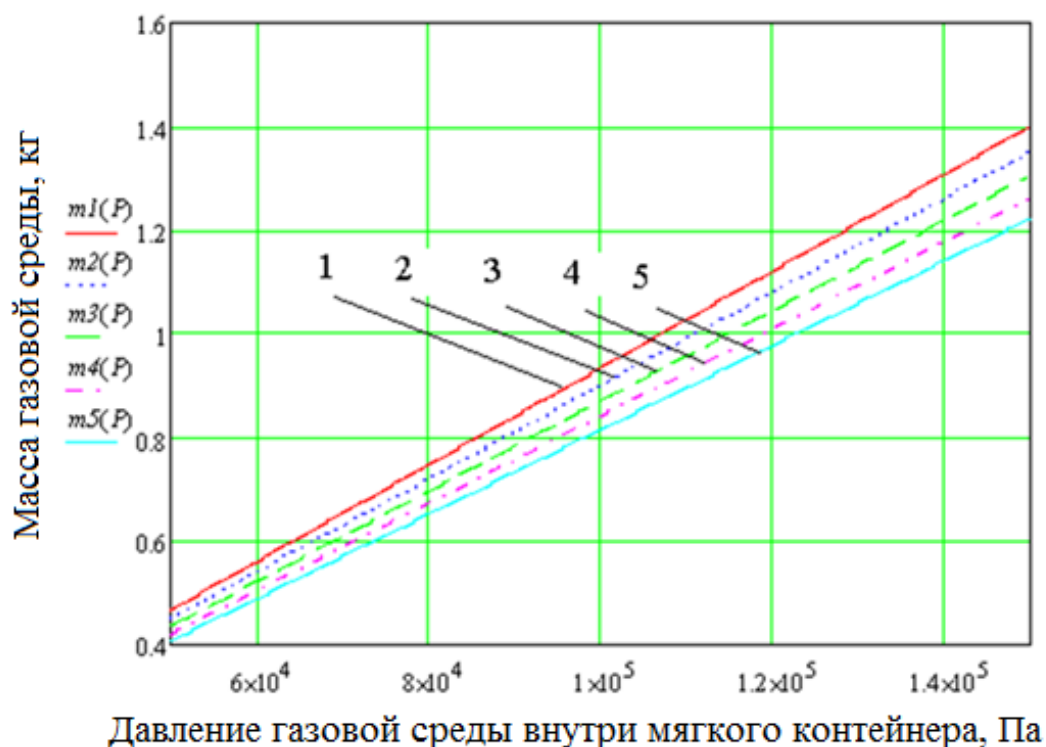


Рисунок 2.3 – График зависимости массы газовой среды от давления и температуры упаковки

Таблица 2.1 – Проницаемость различных пленок для газов [34]

	Газопроницаемость $P \cdot 10^9, \text{см}^3/\text{см}^2 \cdot \text{сек} \cdot \text{мм} \cdot \text{см рт.ст.}$		
	Азот	Кислород	Углекислый газ
Полиэтилен высокого давления	19	55	252
Полиэтилен низкого давления	2,7	10,6	35,2
Полиэтилентерефталат (майлар)	0,05	0,22	1,59
Полихлорифторэтилен	0,03	0,10	0,72
Поливинилхлорид	0,40	1,2	10
Полистирол	2,9	11,0	88

В мягком контейнере, вследствие проницаемости пленки количество углекислоты может уменьшаться, при этом скорость убывания углекислого

газа зависит от первоначального содержания углекислоты и времени хранения [91].

$$\frac{dV}{dt} = -KV, \quad (2.21)$$

где: V – объем CO_2 в контейнере, м^3 ;

K – коэффициент пропорциональности, толщины и свойств пленки;

t – время, ч.

Разделив переменные и проинтегрировав их, получим:

$$\ln V = -Kt + C \quad (2.22)$$

Потенцировав полученное выражение, имеем

$$V = e^{-Kt+C} \quad (2.23)$$

Применив начальные условия $t=0$, $V=V_0$, тогда

$$V_0 = e^C \quad (2.24)$$

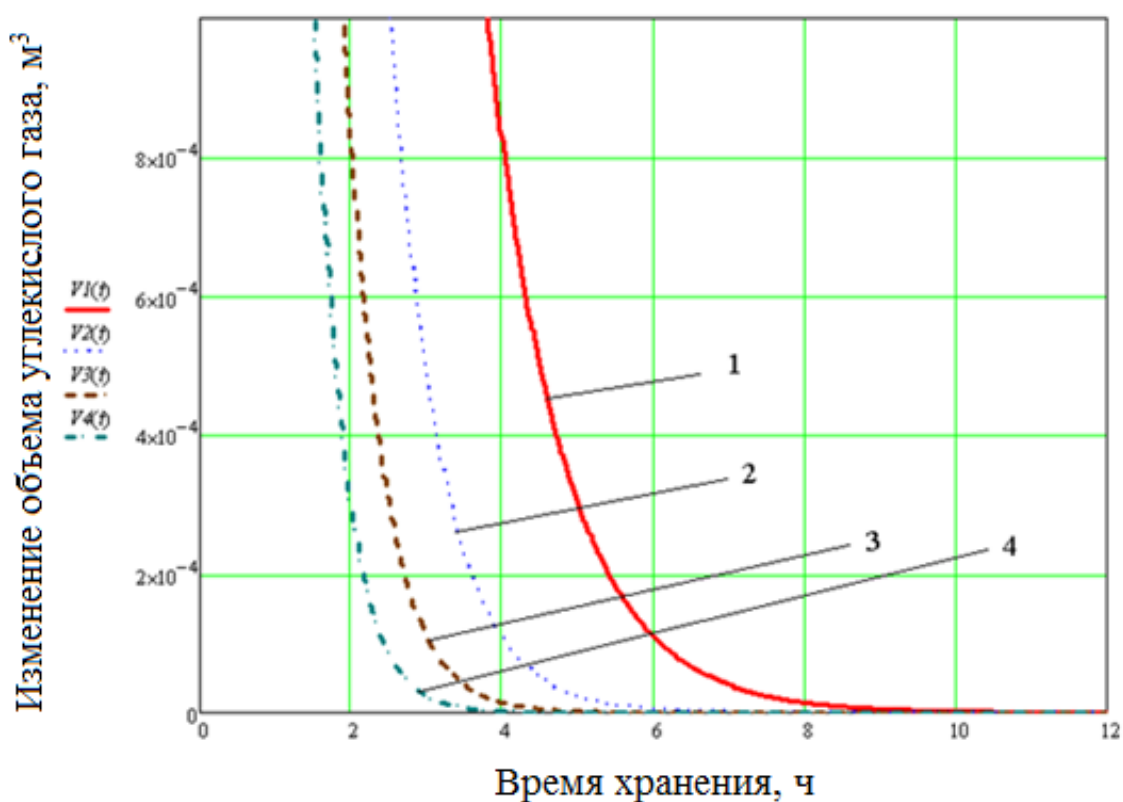
Определим постоянную интегрирования, при этом окончательный объём углекислого газа в контейнере будет определяться по формуле,

$$V = V_0 e^{-Kt} \quad (2.25)$$

«Анализ изменения содержания углекислого газа от времени хранения комбикорма в герметичном контейнере (рисунок 2.4) показывает, что толщина и материал пленки оказывают значительное влияние на процесс диффузии углекислого газа через полиэтиленовую пленку вкладыша. На процесс диффузии углекислого газа так же оказывает влияние давление внутри и снаружи герметичного контейнера, однако время хранения имеет небольшую значимость. В то же время можно видеть, что мы имеем дело с незначительными объемами углекислого газа (менее 1% объема углекислого

газа), таким образом, диффузия не оказывает существенного влияния на сохранность комбикорма» [52].

Исходя из ограниченных сроков хранения комбикорма, можно сделать вывод, что подобрав правильную толщину пленки можно полностью исключить диффузию углекислого газа из мягкого контейнера [141]. Ввиду того, что давление внутри контейнера совпадает с атмосферным давлением, углекислый газ находится в равновесном состоянии с внешней средой, и пленка будет являться для него буфером (рисунок 2.5).



$$K_1= 1; K_2= 1,5; K_3= 2; K_4= 2,5$$

Рисунок 2.4 – График изменения содержания углекислого газа от времени хранения комбикорма в герметичном контейнере

При сжатии контейнера с комбикормом пневматическими домкратами в пленке вкладыша возникают напряжения [9]. Наибольшая величина напряжений будет в местах изгиба полиэтиленовой пленки. Рассмотрим

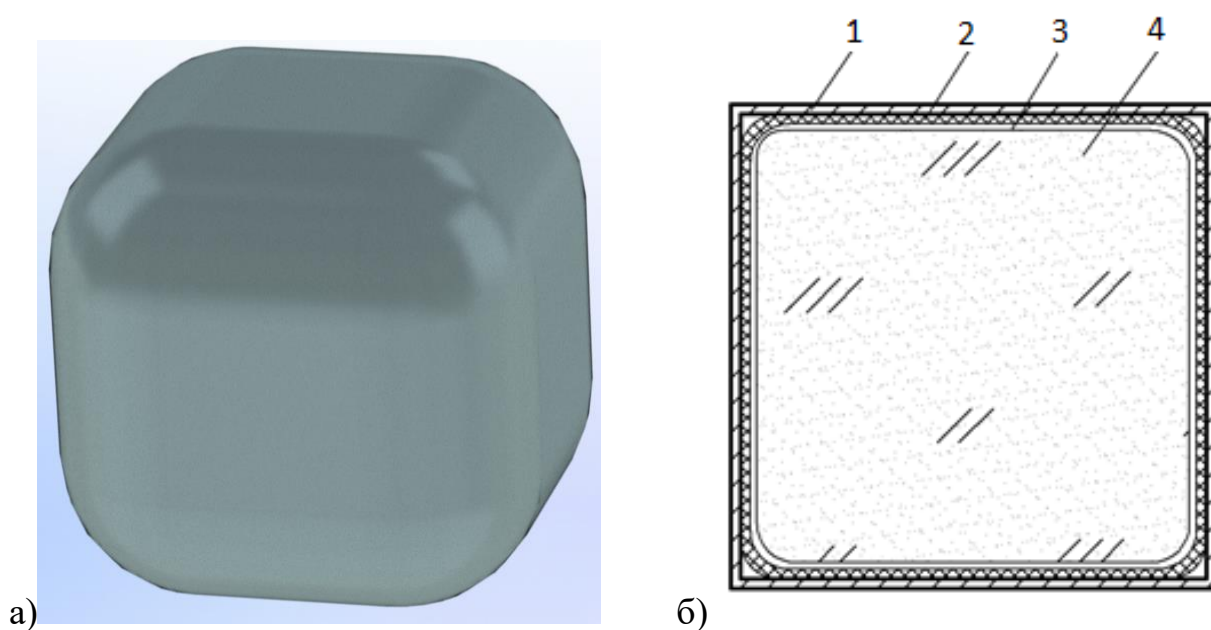
оболочку как элемент цилиндра, которая находится под давлением комбикорма $P_{ком}$ и внешним давлением $P_{внеш}$ мягкого контейнера [72].

$$P_z = p \iint_{A_1} \cos \varphi dA, \quad (2.26)$$

где, φ - угол между перпендикуляром к поверхности пленки в месте ее изгиба и осью oz [70].

При этом проекция dA_1 на плоскость XOY по площади будет равна $\cos \varphi \cdot dA$ (рисунок 2.6).

На радиусную поверхность A мягкого контейнера (рисунок 2.7 а), со стороны комбикорма действует давление P , формируя внутренние напряжения пленки.



1 – стенки кассеты; 2 – мягкий контейнер типа Биг-Бэг; 3 – полиэтиленовый вкладыш; 4 – комбикорм;

а - вид вкладыша заполненного комбикормом при сжатии; б – поперечный разрез мягкого контейнера для затаривания комбикорма

Рисунок 2.5 – Общий вид вкладыша мягкого контейнера заполненного комбикормом при сжатии

Исходя из формулы 2.26 и проекции поверхности dA_1 , получаем:

$$P_z = p \iint_{A_1} dA_1 \quad (2.27)$$

Рассмотрим отсеченную часть цилиндрической поверхности и определим условие ее равновесия для элемента поверхности A (рисунок 2.7 б):

$$\sigma_m 2\pi R h = \Delta P \quad (2.28)$$

Так как оболочка (полиэтиленовая пленка) имеет небольшую толщину, применим к элементу оболочки допущение о безмоментном характере, тогда на оболочку будут действовать равномерно распределённое давление комбикорма с одной стороны и внешнего давления с другой [34]. В этом случаи напряжение приложенное к элементарной поверхности $ABCD$ представлено на рисунке 2.7 б. [8].

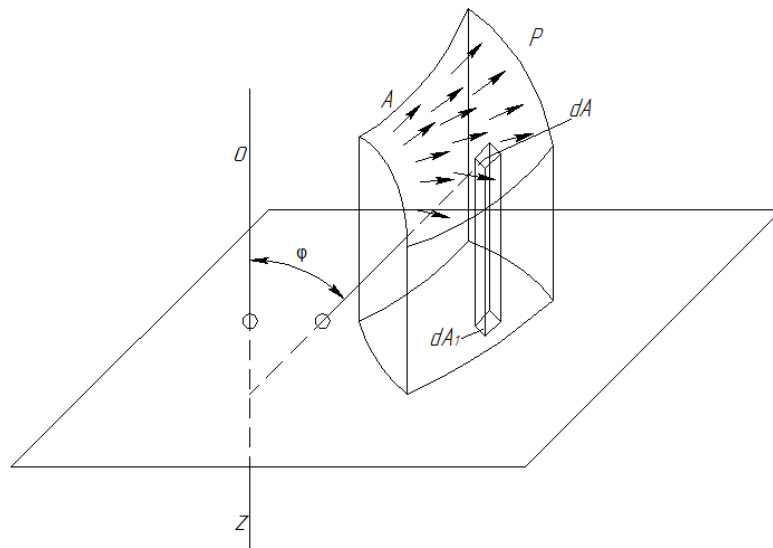
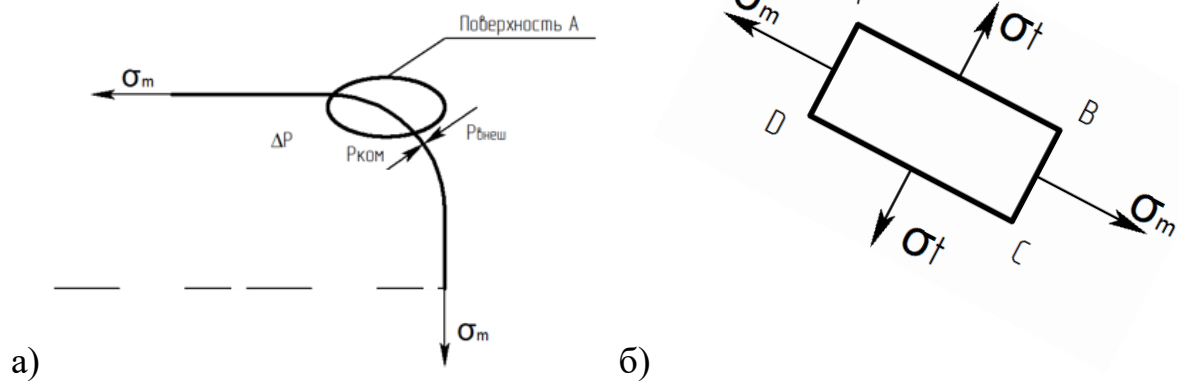


Рисунок 2.6 – Схема для расчета вертикальной составляющей усилия от равномерно распределенной нагрузки на наклонный элемент оболочки

При определении равнодействующей проекции φ сил давления на ось oz , следует отобразить проекцию этой силы на плоскость XOY и умножить давление комбикорма, возникающее в результате сжатия на площадь этого перпендикуляра [111].



а – равновесие элемента оболочки; б – элементарная поверхность с приложенными напряжениями

Рисунок 2.7 – Цилиндрический элемент оболочки в условиях внешнего напряжения нагрузкой

Давление на поверхность пленки равно:

$$\Delta P = \pi R^2 ; \quad \Delta P = \pi R^2 (P_{\text{КОМ}} - P_{\text{ВНЕШ}}) \quad (2.29)$$

Приравняв значения из формулы (10), получаем:

$$\sigma_m 2Rh = \pi R^2 (P_{\text{КОМ}} - P_{\text{ВНЕШ}}) \quad (2.30)$$

Упростив формулу (2.30) получим:

$$\sigma_m 2h = R (P_{\text{КОМ}} - P_{\text{ВНЕШ}}) \quad (2.31)$$

Тогда меридиональное напряжение σ_m равно:

$$\sigma_m = \frac{R(P_{\text{КОМ}} - P_{\text{ВНЕШ}})}{2h} \quad (2.32)$$

Из уравнения Лапласа [66]:

$$\frac{\sigma_m}{\rho_m} = \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{p}{h} \quad (2.33)$$

Окружное напряжение σ_t в полиэтиленовой пленке будет равно:

$$\frac{\sigma_t}{R} = \frac{P_{\text{КОМ}} - P_{\text{ВНЕШ}}}{h} \quad \text{или} \quad \sigma_t = \frac{R(P_{\text{КОМ}} - P_{\text{ВНЕШ}})}{h} \quad (2.34)$$

Основываясь на вышеприведенных формулах (2.43) можно сделать о том, что окружное напряжение полиэтиленовой пленке σ_t вдвое больше меридионального σ_m [63]. При этом элементарная поверхность $ABCD$, находящаяся на радиальной поверхности полиэтиленовой пленки (рисунок 2.11) фрагмент $ABCD$ находится в состоянии, где действуют только силы напряжения σ_t и σ_m : $\sigma_1 = \sigma_t$; $\sigma_2 = \sigma_m$; $\sigma_3 = 0$.

«При использовании полиэтиленовой пленки ее можно отнести к тонкостенному материалу, в котором составляющие сил напряжения σ_m и σ_t значительно больше, чем перпендикулярная составляющая силы внутреннего давления p , и при этом значением силы σ_3 можно пренебречь, или считать ее равной нулю. Согласно теории Мора [63], коэффициент k при рассмотрении радиальной составляющей оболочки из полиэтиленовой пленки влияющее на эквивалентное напряжение, определяет это напряжение по формуле» [89]

$$\sigma_{ЭКВ} = \sigma_1 - K\sigma_3 = \frac{R(P_{КОМ} - P_{ВНЕШ})}{h} \quad (2.35)$$

где K - разница предела текучести при растяжении и при сжатии, исходя из теории Мора (круги Мора, если материал при растяжении и сжатии имеет одинаковые пределы текучести $K=1$) [68, 97].

Используя коэффициент надежности n ($n=2$), можно найти максимальное напряжение полиэтиленовой пленки [32]

$$\sigma_{max} = n \cdot \frac{R(P_{КОМ} - P_{ВНЕШ})}{h} \leq [\sigma] \quad (2.36)$$

Исходя из формулы 2.36, характеристика и параметры полиэтиленовой пленки можно определить по величине внутреннего давления со стороны комбикорма на стенки контейнера, с учетом необходимого давления со стороны комбикорма, при этом опираясь на значения коэффициента надежности n и допускаемого напряжения $[\sigma]$, толщину пленки можно определить по формуле:

$$h = n \cdot \frac{R(P_{КОМ} - P_{ВНЕШ})}{[\sigma]} \quad (2.37)$$

где h – толщина пленки, м; n – коэффициент надежности; R – радиус кривизны оболочки мягкого контейнера, м; $P_{\text{КОМ}}$ – давление комбикорма, Па; $P_{\text{ВНЕШ}}$ – атмосферное давление, Па; $[\sigma]$ – допускаемое напряжение, Па.

Толщина пленки напрямую влияет на способность удерживать давление комбикорма, возникающее при сжатии мягкого контейнера пневматическими домкратами. При определенном давлении комбикорма применяется своя толщина полиэтиленовой пленки, рассчитываемая по формуле 2.37. Распределение внутренних напряжений возникающих внутри мягкого контейнера при его сжатии изображено на рисунке 2.8.

Следовательно, при сжатии мягкого контейнера с комбикормом возникают внутренние напряжения полиэтиленовой пленки, и существует вероятность её разрыва, применение формулы 2.37 позволяет правильно подобрать толщину пленки для упаковки комбикорма.

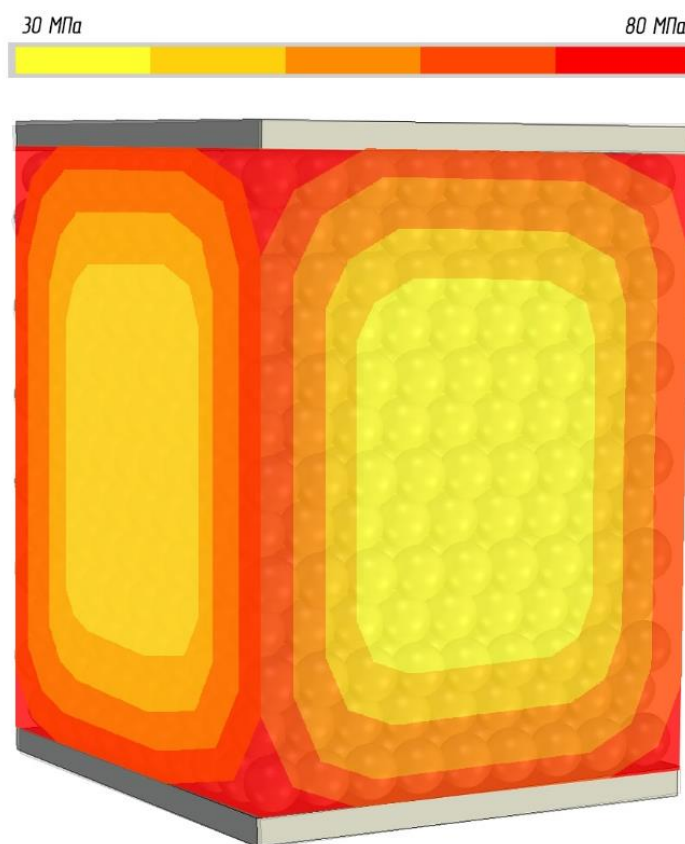


Рисунок 2.8 – Схема распределения напряжений возникающих в полиэтиленовой пленке вкладыша при сжатии мягкого контейнера

Для оценки максимальных напряжений в полиэтиленовой пленке вкладыша применялась программа T-Flex CAD технологии 3D моделирование. При сжатии мягкого контейнера с комбикормом внутри кассеты загрузочного устройства возникают дополнительные напряжения в полиэтиленовой пленке. Наибольшие напряжения обычно возникают в местах изгиба, когда радиус кривизны уменьшается. Такие зоны расположены по ребрам контейнера и особенно в углах. Моделирование показало, что величина возникающих напряжений в зонах наибольшей нагрузки не превышает предела текучести полиэтиленовой пленки $\sigma=100-110$ МПа (рисунок 2.8). Моделирование параметров пленки позволило установить, что для обеспечения необходимой прочности следует применять полиэтиленовую пленку ГОСТ 10354-82 толщиной 150 мкм. Так же установлено, что швы полиэтиленового вкладыша не следует располагать в углах и на ребрах мягкого контейнера в виду того, что они соприкасаются со стенками контейнера и при определенных условиях сжатия могут повредиться.

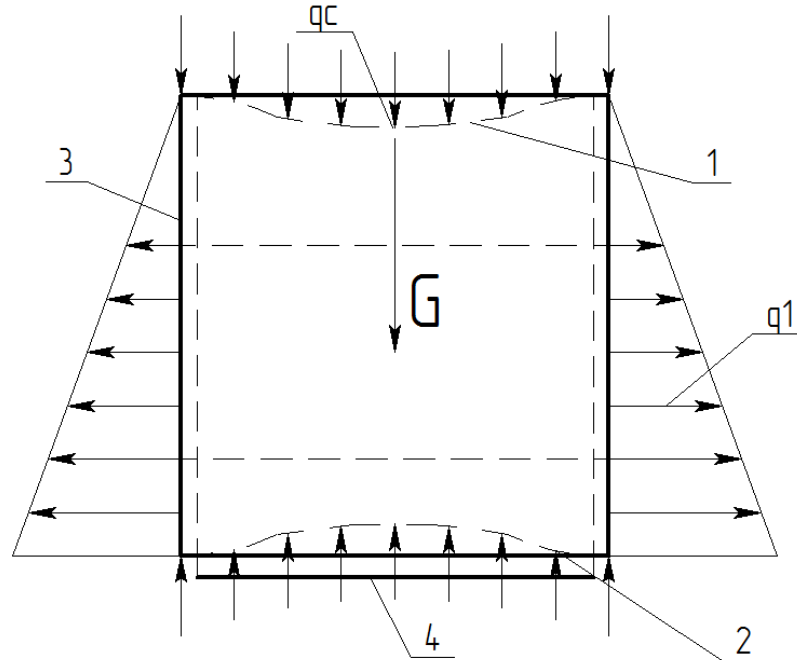
2.3.2 Расчет конструктивных параметров кассеты для вытеснения излишков углекислого газа

Для обоснования параметров кассеты для вытеснения излишков углекислого газа из комбикорма рассмотрим расчетную схему кассеты, в виде тонкостенной оболочки, заполненной комбикормом и находящейся под действием сжимающих сил (рисунок 2.9).

Рассчитаем основные элементы параметры кассеты с использованием теории изгиба для тонкостенных пластин. Проанализируем бигармонические уравнения изогнутой поверхности в середине пластины (уравнение Софи-Жермен) [61].

$$\frac{\partial^4 W}{\partial X^4} + 2 \frac{\partial^4 W}{\partial^2 X \partial^2 y} + \frac{\partial^4 W}{\partial y^4} = \frac{q(x, y)}{D} \quad (2.38)$$

Представим стенку кассеты в виде пластины закрепленной по периферии к жестким балкам направленных вдоль осей Z и Y (рисунок 2.10)



q_1 – боковая распределенная реакция сжатия массы комбикорма; q_c – распределенное усилие сжатия комбикорма; G – вес массы комбикорма; 1 – крышка контейнера; 2 – днище контейнера; 3 – деформируемые стенки; 4 – уплотняющая пластина.

Рисунок 2.9 – Расчетная схема кассеты для вытеснения излишков углекислого газа из комбикорма

Учитывая закрепления, допустим, что стенка кассеты изгибается по цилиндрической поверхности. Для расчета внутренних силовых факторов составим уравнение изгибающих [100]

$$M_z = \int_{-k/2}^{k/2} \sigma_x x dx = -D \left(\frac{\partial^2 W}{\partial z^2} + \mu \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} \right) \quad (2.39)$$

$$M_y = \int_{-k/2}^{k/2} \sigma_y x dz = -D \left(\frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + \mu \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} \right) \quad (2.40)$$

$$M_{zy} = \int_{-k/2}^{k/2} \sigma_x x dz = -D(1-\mu) \frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z} \quad (2.41)$$

где σ_x, σ_y – нормальные напряжения стенки кассеты, Па;

τ_{xy} – касательные напряжения стенки кассеты, Па;

W – прогиб стенки кассеты, который определяется из дифференциального уравнения Софи Жермен, м;

μ – коэффициент Пуассона;

D – цилиндрическая жесткость стенки кассеты Н/м;

E – модуль упругости, Па;

k – толщина стенки кассеты, м.

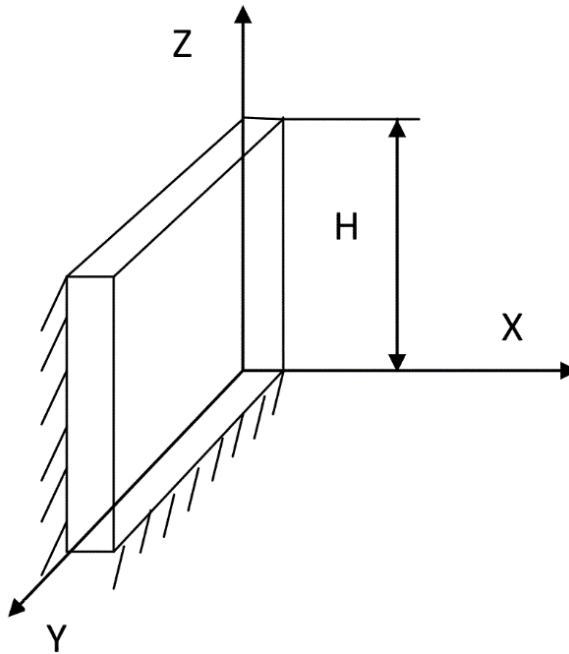


Рисунок 2.10 – Расчетная схема к определению параметров стенки кассеты

Определим прогиб стенки кассеты, как функции ординаты Z

$$\frac{\partial^4 W}{\partial z^4} = \frac{q_1}{D} = \frac{12(1-\mu^2)}{Ek^3} \cdot q_1 \quad (2.42)$$

Так как нагрузка на стенку кассеты будет симметричной относительно вертикальной оси симметрии, выразим из уравнения 2.42 дифференциальное уравнение консольной балки (рисунок 2.11)

Решим уравнение (2.42) методом начальных параметров

$$W(z) = \frac{\gamma H g}{D} \left(\frac{H^2}{6} \cdot \frac{z^2}{2} - \frac{H}{2} \cdot \frac{z^3}{6} + \frac{z^4}{8} \right); \quad (2.43)$$

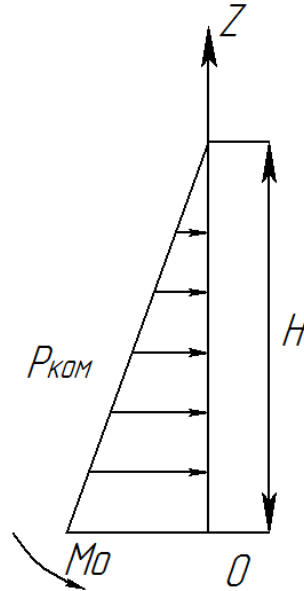


Рисунок 2.11 – Схема определения прогиба консольной балки

Пренебрегая последним членом уравнения $z^4/24$, тогда уравнение (2.43) можно записать в виде:

$$W(z) = \frac{\gamma H^2 g}{12D} (Hz^2 - z^3). \quad (2.44)$$

Дважды продифференцировав уравнение (2.44), подставим в него начальные условия, получим:

$$\frac{\partial W^2}{\partial z^2} = \frac{\gamma H^2 g}{12D} (2H - 6z) = \frac{\gamma H^2 g}{6D} (H - 3z); \quad (2.45)$$

С учетом граничных условий для плоской задачи величина нормальных напряжений по оси Y будет равна:

$$\sigma_Y = - \frac{E \cdot X}{1 - \mu^2} \cdot \mu \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} \quad (2.46)$$

Для расчета параметров стенки кассеты используем метод конечных элементов с учетом собственного веса металлической кассеты, ее жесткости. Узлы между стенками кассеты могут быть жесткими и шарнирными. Распределение деформаций в стенках кассеты указано на рисунке 2.12 [63, 66].

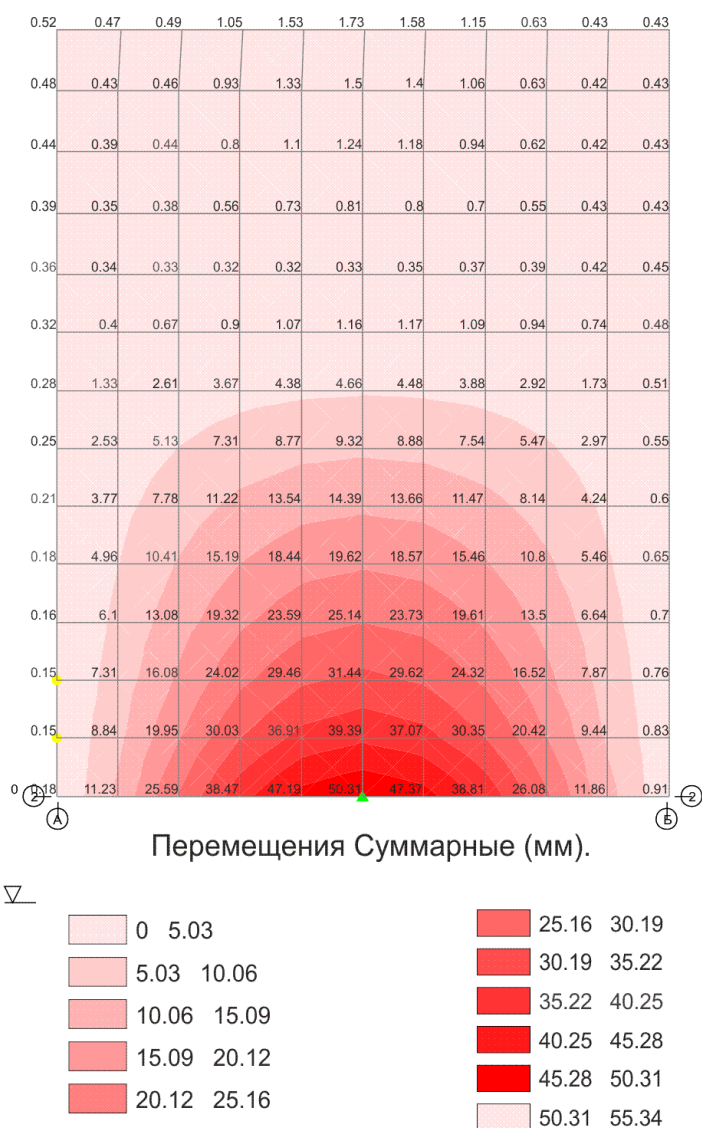


Рисунок 2.12 – Распределение деформаций в стенках кассеты

Анализ рисунка 2.12 показал, что величина нагрузок внутри кассеты определяется боковым давлением комбикорма внутри мягкого контейнера. С учетом собственного веса комбикорма, наибольшие изгибающие моменты возникают в нижней части стенки кассеты. Металлическая кассета, в которой создавали давление на комбикорм в пределах от 0,2 до 0,32 МПа для

вытеснения углекислого газа, при одинаковом весе комбикорма, значения деформаций стенок сверху и внизу контейнера различалось в 1,5 -2 раза при толщине стенки 0,6 мм. Увеличение жесткости конструкции производили с помощью установки дополнительных ребер жесткости по периметру стенок кассеты в тех местах, где наблюдалась максимальная деформация.

Выводы по второй главе

1. При хранении комбикорма в среде углекислого газа наблюдается его взаимодействие с частицами комбикорма. Абсорбция углекислого газа частицами комбикорма зависит от концентрации углекислого газа и размера частиц. Хранение комбикорма в мягких контейнерах позволяет создать модифицированную газовую среду и исключает порчу комбикорма.

2. Мягкий контейнер с предварительно вложенным вкладышем помещают в кассеты устройства для упаковки. Загрузку комбикорма осуществляют с одновременной подачей углекислого газа, который вытесняет воздушную среду. Излишки углекислого газа удаляются при сжатии мягкого контейнера в кассете, после чего полиэтиленовый вкладыш запаивают. Кассета устройства рассчитан на стандартный мягкий контейнер типа Биг-Бэг с размерами 0,95x0,95x1,30 метра, с объёмом 1,173 м³. Масса рассыпного комбикорма при упаковке в среде углекислого газа составляет от 640 до 720 кг в одном контейнере. Средняя скважистость рассыпного комбикорма равна 56%.

3. Металлическая кассета, в которой создавали давление на комбикорм в пределах от 0,2 до 0,32 МПа для вытеснения углекислого газа, упруго деформировалась. При этом стенки кассеты толщиной 0,6 мм имели различные деформации в верхней и нижней части, которые различались в 1,5-2 раза.

4. При нормальном атмосферном давлении и температуре в диапазоне от 20 °С до 25 °С расход углекислого газа составляет 0,84-0,86 кг на один мягкий

контейнер с комбикормом. На процесс диффузии углекислого газа через полиэтиленовый вкладыш оказывает давление внутри и снаружи контейнера. Установлено, что при длительном времени хранения диффузия не оказывает существенного влияния на сохранность комбикорма (диффузия не превышает 1% объема углекислого газа).

5. Моделирование параметров пленки позволило установить, что для обеспечения необходимой прочности следует применять полиэтиленовую пленку ГОСТ 16338-85 толщиной 150 мкм, при этом величина возникающих напряжений не превышает предела текучести полиэтиленовой пленки $\sigma=100-110$ МПа.

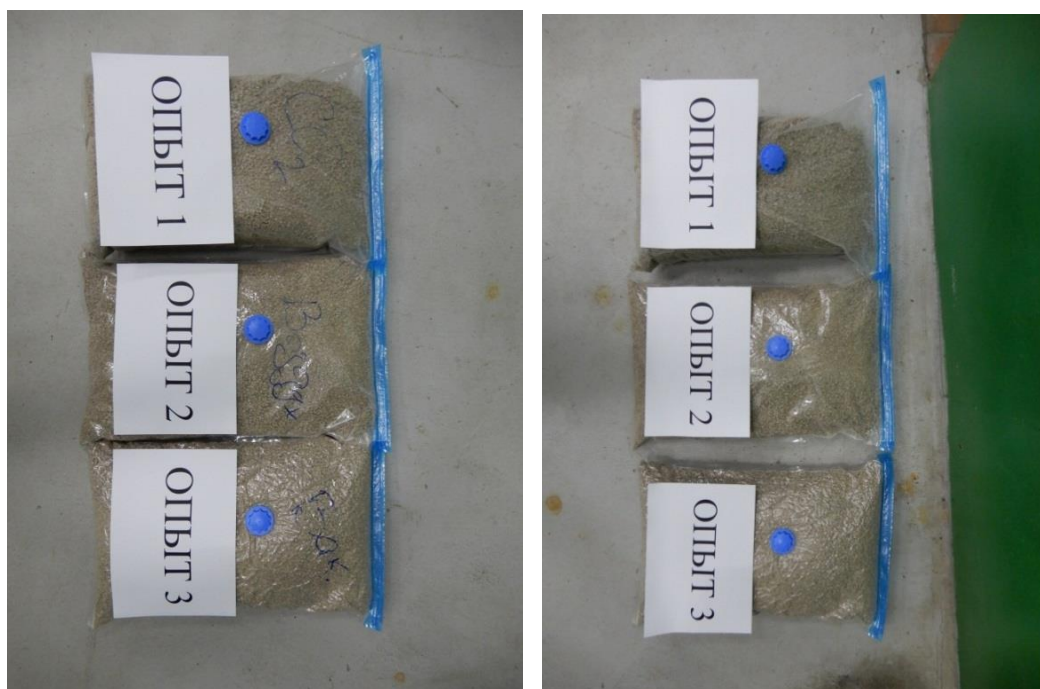
3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В процессе экспериментальных исследований нами было намечено проведение следующих исследований:

1. Исследование сохранности комбикорма при хранении в различных средах: в вакууме, в воздушной среде и в среде углекислого газа.
2. Лабораторные исследования разработанной установки для упаковки комбикорма в мягкие контейнеры с целью уточнения параметров и режимов ее работы.
3. Производственные исследования установки для упаковки комбикорма и оценка ее технико-экономической эффективности.

3.1 Методика исследования сохранности комбикорма при хранении в различных средах

Экспериментальные исследования упаковки и хранения комбикорма проводились на кафедре технологии металлов и ремонту машин Рязанского Агротехнологического университета. Методика заключалась в следующем: в мягкие герметичные контейнеры засыпали комбикорм, и хранение его осуществлялось в различных газовых средах [23]. В первом герметичном контейнере осуществлялось хранение комбикорма в воздушной газовой среде, во втором контейнере хранение производилось в вакуумной среде (абсолютное давление менее 30 кПа), третий герметичный контейнер был заполнен углекислым газом с предварительной откачкой воздушной смеси. В качестве мягких контейнеров использовались полиэтиленовые пакеты со специальным технологическим отверстием для откачки и (или) закачки в газовой смеси (обратный клапан). При этом все три мягких герметичных контейнера хранились при одинаковых условиях, а именно, влажности, величины наружного давления и температуры окружающей среды. Мягкие герметичные контейнеры изображены на рисунке 3.1.



опыт 1 – хранение в среде углекислого газа, опыт 2 – хранение в воздушном пространстве, опыт 3 – хранение в вакууме (безвоздушная среда)

Рисунок 3.1 – Общий вид герметичных пакетов (мягких контейнеров) для хранения комбикорма в газовой среде

Эксперимент по хранению комбикорма в среде углекислого газа был проведен в течение трех месяцев, после чего проводили анализ качества питательной ценности комбикормов, показатели качества, физико-химические показатели, микробиологические показатели, показатели безопасности [51].

Для исследований был приобретён комбикорм для кур-несушек до 45 недели содержащий зерновое сырье, подсолнечный шрот, соевый шрот, витаминно-минеральный премикс, аминокислоты, энзим (фермент), адсорбент, антиоксидант и др., выполненный по СТО 01535720-009-2019, который изготовлен 26.10.2020 года и отправлен на исследование в ГБУ РО «Рязанская областная ветеринарная лаборатория». Число закладываемых проб составило три для каждого вида хранения. Исследование проводилось по следующим показателям: показатели качества (кормовые единицы массовая доля каротина), физико-химические показатели (массовая доля влаги/сухого вещества, массовая доля сырого жира, массовая доля сырого протеина,

массовая доля сырой золы, обменная энергия, массовая доля сырой клетчатки), микробиологические показатели (бактерии рода сальмонелла, токсинообразующие анаэробы, энтеропатогенные типы кишечной палочки), показатели безопасности (Микроскопические грибы) [22, 52].

После хранения герметичные мягкие контейнеры были распакованы и из них была отобрана проба комбикорма и отправлена в ГБУ РО «Рязанская областная ветеринарная лаборатория» на исследование по следующим показателям: показатели качества (кормовые единицы массовая доля каротина), физико-химические показатели (массовая доля влаги/сухого вещества, массовая доля сырого жира, массовая доля сырого протеина, массовая доля сырой золы, обменная энергия, массовая доля сырой клетчатки), микробиологические показатели (бактерии рода сальмонелла, токсинообразующие анаэробы, энтеропатогенные типы кишечной палочки), показатели безопасности (Микроскопические грибы).

3.2 Методика исследования степени уплотнения комбикорма

При линейных деформациях мягкого контейнера возникают боковые смещения материала контейнер, таким образом, при сжатии по любым двум противоположно расположенным граням возникает объемная деформация комбикорма вместе с мягким контейнером, величину объемной деформации мягкого контейнера можно оценить с помощью коэффициента объемной деформации (ε_V).

$$\varepsilon_V = \frac{\Delta V}{V_0}, \quad (3.2)$$

где, $\Delta V = V - V_0$ – изменение объема мягкого контейнера с комбикормом, V_0 — первоначальный объем мягкого контейнера, м³, V –конечный объём мягкого контейнера, м³.

При упругом деформировании мягкого контейнера коэффициент объемной деформации можно записать в виде:

$$\varepsilon_V = \varepsilon(1 - 2\mu), \quad (3.3)$$

где, ε – относительная продольная деформация в направлении приложения усилия.

Напряжения возникающие в мягком контейнере с комбикормом можно определить с помощью выражения

$$\sigma = \frac{F}{A}, \quad (3.4)$$

где, F – продольная сила сжатия мягкого контейнера с комбикормом, Н; A – площадь грани контейнера, по которой происходит сжатие, м².

Деформация комбикорма в мягком контейнере характеризуется модулем упругости и коэффициентом Пуассона

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon_1}, \quad (3.5)$$

где, E – модуль упругости комбикорма.

$$\mu = \frac{\Delta\varepsilon_2}{\Delta\varepsilon_1}, \quad (3.6)$$

где, ε_1 – продольная относительная деформация при сжатии мягкого контейнера с комбикормом, ε_2 – поперечная деформация при сжатии мягкого контейнера с комбикормом, μ – коэффициент Пуассона.

«Максимальная величина коэффициента Пуассона является характеристикой более эластичных материалов. Минимальное значение его относится к хрупким веществам. Так стали имеют коэффициент Пуассона от 0,27 до 0,5» [4].

Сжатие мягких контейнеров с комбикормом осуществляют для удаления излишков углекислого газа. Для изучения процесса сжатия комбикорма в мягком контейнере была разработана установка, представляющая собой куб с тремя подвижными стенками, две из которых подпружинены и позволяют измерять величину боковых усилий, при этом верхняя грань куба предназначена для приложения вертикальной сжимающей нагрузки. На

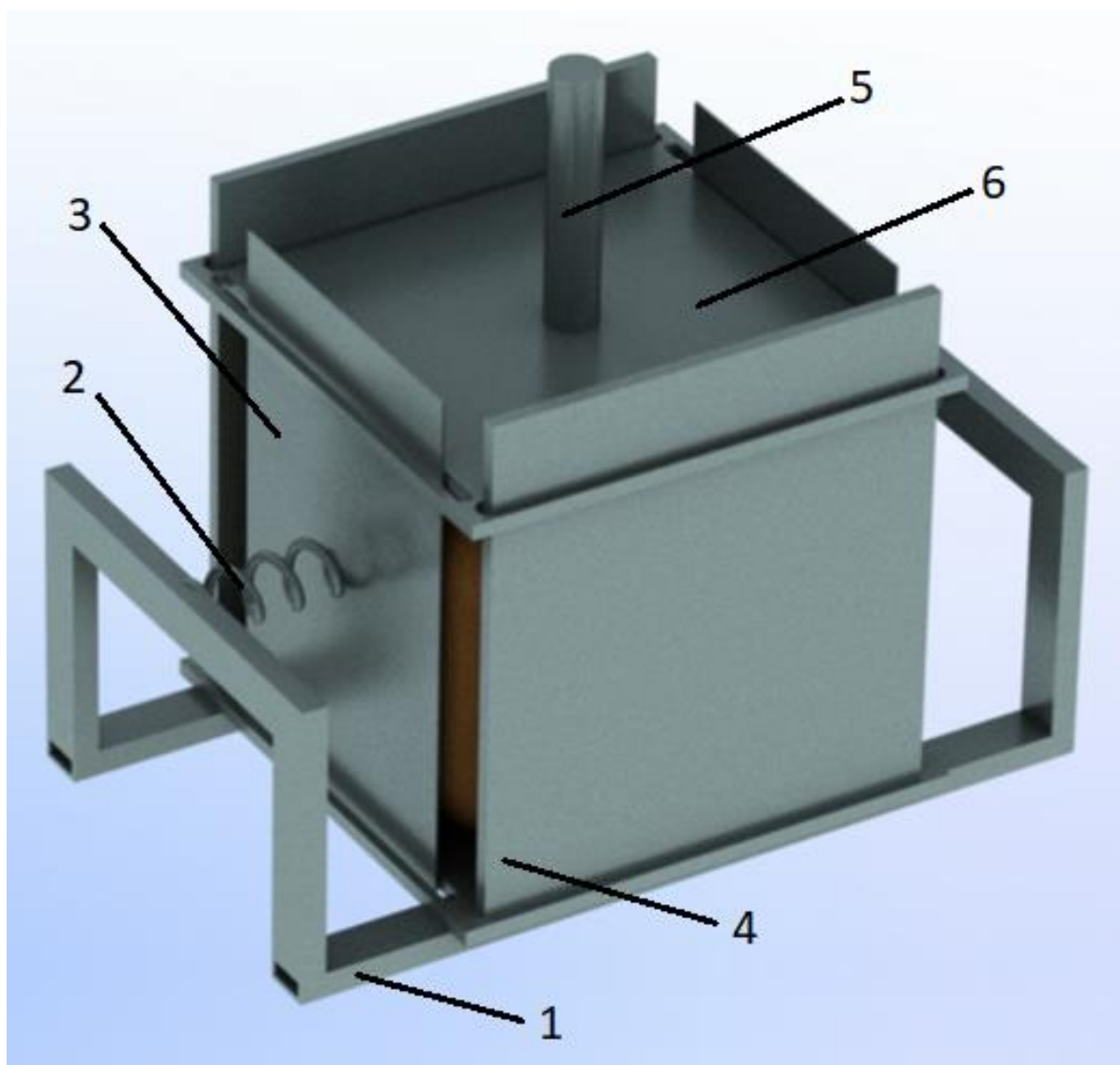
верхней грани смонтирован балласт для сжатия комбикорма. Размеры верхней грани платформы 270x270 мм.

Измерение усилий производится с помощью тарировки подвижных боковых стенок, при помощи электронных весов с домкратом. Для контроля величины деформации использовалась индукторная головка часового типа ГОСТ 577-68. Так как комбикорм представляет собой не однородный материал, то при изменении нагрузки требуется время для релаксации напряжения. Вследствие этого снятие показаний проводят через 15 минут после изменения нагрузки. Для изучения показателей нагружения регулируют скорость деформации таким образом, что бы была возможность релаксация напряжений в комбикорме. Для проведения эксперимента была разработана матрица планирования эксперимента (таблица 3.1).

Таблица 3.1 Матрица планирования эксперимента для определения показателей деформации мягкого контейнера с комбикормом при осевом сжатии

Уровни варьирования	Факторы варьирования		Функция оптимизации
	Осевое усилие сжатия мягкого контейнера с комбикормом F_{oc} , Н	Толщина полиэтиленовой пленки δ , мкм	Деформация боковой стенки l , мм
+1	250	200	l_1
0	200	150	l_2
-1	150	100	l_3
Интервал варьирования	50	50	

Исследования проводились на лабораторной установке (рисунок 3.2). В ходе исследования устанавливалось влияние усилий сжатия комбикорма в упаковке на боковые усилия и разрыва материала вкладыша. Для более точного исследования эксперименты проводили в трехкратной повторности.

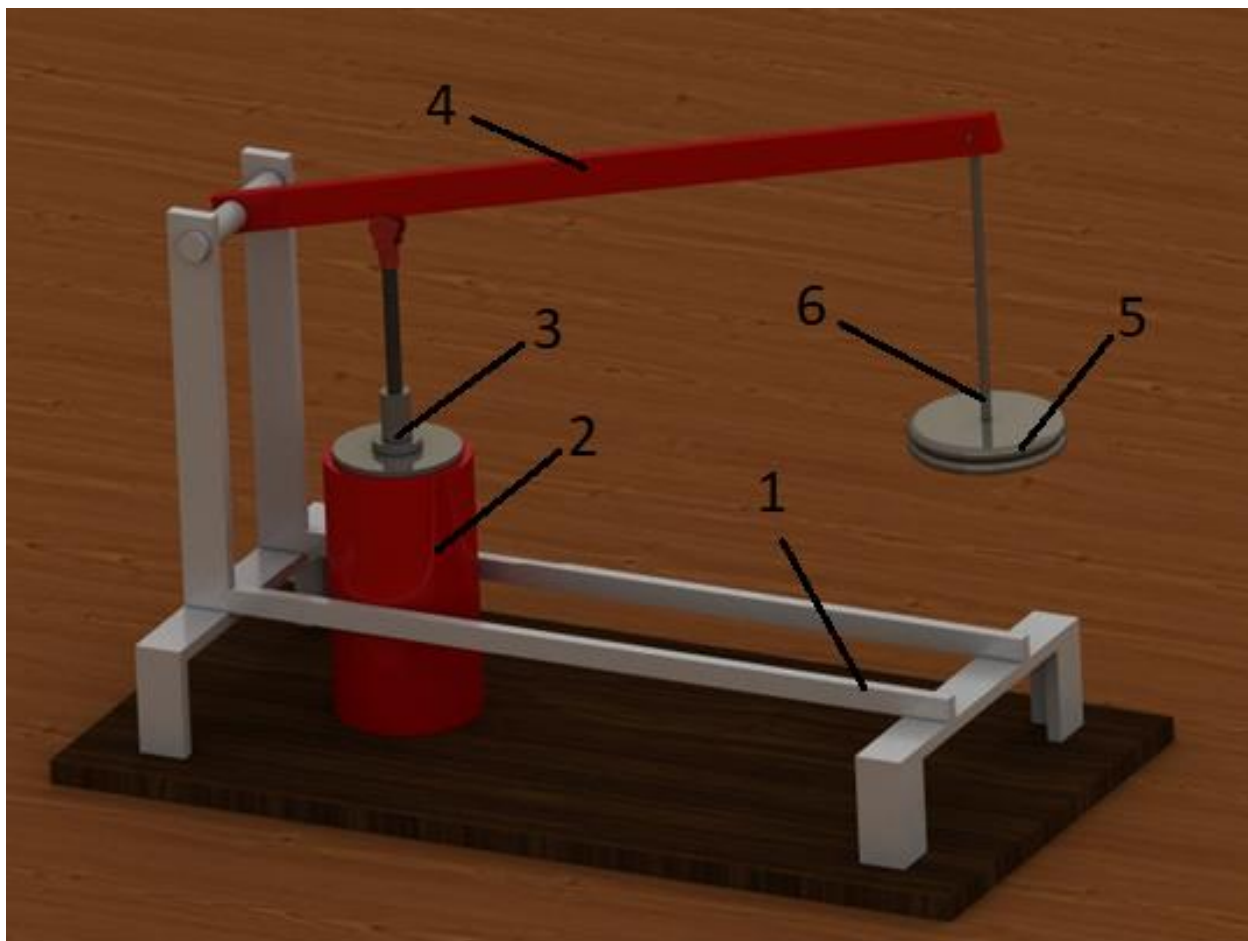


1 – рама, 2 – пружина, 3 – подвижные боковые стенки, 4 – неподвижные боковые стенки, 5 – стержень для фиксации грузов, 6 – верхняя платформа.
Рисунок 3.2 – Устройство для определения характеристик деформации при осевом сжатии мягкого контейнера с комбикормом

3.3 Методика исследования скважистости комбикорма при сжатии

Для определения скважистости комбикорма при сжатии была разработана установка для определения параметров сжатия массы комбинированного корма (рисунок 3.3). Установка представляет собой раму 1,

к которой крепится рычаг 4 с прикрепленным к нему устройством для размещения грузов 6. На устройство для размещения грузов устанавливаются гири 5, которые через рычаг оказывают давление на поршень 3.



1 – рама; 2 – цилиндр; 3 – поршень; 4 – рычаг; 5 – гири; 6 – платформа

Рисунок 3.3 – Модель экспериментальной установки для определения скважистости комбикорма при сжатии (разработанная Ульяновым В.М., Боронтовой М.А.)

В процессе уменьшения скважистости платформа 3 давит на комбикорм, размещенный в цилиндре 2. Цилиндр 2 наполняется комбикормом с горкой, а затем излишки убираются плоским скребком. Затем устанавливали поршень 3 в начальное положение на цилиндр 2, и нагружали поршень с помощью рычага 4, укладывая на платформу 6 гири 5. При увеличении нагрузки на поршень 3 отслеживаем его вертикальное перемещение внутри цилиндра 2 и

снимаем показания этого перемещения. Время проведения каждого измерения назначали с учетом релаксации напряжений в комбикорме, примерно 2-3 минут. Это позволило измерить объёмную массу комбикорма при перемещении цилиндра 3 и оценить скважистость. Для проведения опыта брался комбикорм ПК-1 влажностью 11%. При исследовании скважистости мы изучали ее относительное изменение. Начальная скважистость принималась исходя из ранее проведенных исследований. Для комбикорма марок ПК-1 (для кур несушек) она составляет 56-58% при влажности 12-14% [109]. Для расчета скважистость комбикорма принималась 57% [125].

Плотность укладки комбикорма определяли по формуле

$$p_a = \frac{V}{V_1} 100, \quad (3.7)$$

где V – истинный объем твердых компонентов комбикорма, м³; V_1 – общий объем комбикорма, м³.

Величину скважистости рассчитывали по формуле

$$S = 100 - p_a, \quad (3.8)$$

Отследить динамику изменения скважистости комбикорма в процессе перемещения платформы 3 в цилиндре 2 можно на рисунке 3.4.

При изменении количества грузов давление на поршень определяли с учетом длин рычага, на который подвешивали грузы. Усилие штока действующего на поршень рассчитывали по формуле

$$F = G_r \frac{l_2}{l_1}, \quad (3.9)$$

где l_2 – большее плечо рычага, м; l_1 – меньшее плечо рычага, м; G_r – вес грузов, Н.

Истинный объем твердых компонентов комбикорма для экспериментальной установки по определению скважистости составил 0,259 литра. Задавшись истинным объемом, плотность укладки комбикорма для экспериментальной установки можно определить по формуле

$$p_a = \frac{V}{y \frac{\pi d^2}{4}} 100, \quad (3.10)$$

где y – высота комбикорма в цилиндре, м; d – внутренний диаметр цилиндра, м.

Измерение влажности комбикорма можно производить с помощью прибора для измерения влажности зерна – АМТ65С влагомер зерновых культур (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Прибор для измерения влажности зерна – АМТ65С влагомер зерновых культур

Влагомер АМТ65С может применяться для измерения влажности не только зерновых культур, но и масличных, и бобовых. Диапазон измерения влажности комбикорма составляет 5% - 50%, это обоснованно тем, что для

зерна предел измерений установлен от 5% до 35%, для масленичных культур в пределе 8% - 50%. Рецептура комбикорма ПК-6 включает в свой состав зерновые и злаковые культуры, предел измерения комбикорма выбран от минимального значения зерновых, до максимального значения маслянистых культур. Диапазон рабочей температуры измерения прибора влагомер АМТ65С составляет от 0 до +60 °С.

В процессе исследования пробу комбикорма помещали в цилиндр 2 и с помощью поршня 3 сжимали пробу комбикорма, фиксируя снижение объёма и массу грузов. Измерения объёма производили по изменению положения поршня после 2-3 минутной выдержки для релаксации напряжений [26]. Опыты приводились в трехкратной повторности.

3.4 Методика экспериментального исследования параметров устройства для упаковки комбикорма в мягкие контейнеры

Устройство состоит из рамы 12, в которой установлена кассета 3, предназначенная для всестороннего сжатия мягкого контейнера 1 (рисунок 3.5). Днище кассеты включает в себя подвижную платформу 4 на колесах. На этой платформе смонтированы пневматические домкраты 7 для поднятия подвижного днища 6 и сжатия мягкого контейнера 1. Стенки кассеты 3 выполнены попарно-шарнирными, для выгрузки мягкого контейнера 1. Сверху кассета ограничена вальцами 5. Вальцы 5 способствуют свободному передвижению вкладыша 2 при загрузке и его протаскиванию к запаечному аппарату 9. В верхней части рамы расположен загрузочный бункер 8 для затаривания мягкого контейнера 1 с вкладышем 2. Загрузка вкладыша 2 мягкого контейнера 1 комбикормом (рисунок 3.6), осуществляется с одновременной подачей углекислого газа из баллона 10 с редуктором с помощью иглы-инъектора 11. Для заполнения мягких контейнеров типа Биг-Бэг комбикормом применялось экспериментальное устройство (рисунок 3.7).



Рисунок 3.5 – Подготовка к загрузке комбикормом касеты с мягким контейнером



Рисунок 3.6 – Загрузка комбикорма в мягкий контейнер с полиэтиленовым вкладышем



Рисунок 3.7 – Общий вид экспериментального устройства для упаковки комбикорма в среде углекислого газа

Перед загрузкой мягкого контейнера 1 комбикормом, кассету с ним выкатывают из устройства, при необходимости опускают подвижное днище 6 и закрепляют стенки кассеты 3 с помощью замков. Мягкий контейнер 1 с предварительно вложенным вкладышем 2 помещают в кассеты и закатывают в устройство по направляющим. После фиксации кассеты 3 в раме 12 устройства мягкий контейнер 1, вешают на крючки, а горловину вкладыша 2

раскрывают для загрузки комбикорма. Подачу комбикорма осуществляют в загрузочный бункер 8, в который с помощью направляющих загружают комбикорм в мягкий контейнер 1. При загрузке комбикорма в мягкий контейнер 1 устанавливается игла-инъектор 11 (рисунок 3.8), которая подает углекислый газ из баллона с редуктором 10 по мере загрузки, вытесняя воздушную среду. По заполнении комбикормом мягкого контейнера 1, вкладыш 2 направляют между вальцами 5 к запаечному аппарату 9. Вытеснение излишек углекислого газа производят путем сжатия контейнера подвижным днищем 6 пневматическими домкратами 7.



Рисунок 3.8 – Общий вид иглы-инъектора

Степень сжатия и количество углекислого газа в мягком контейнере 1 определяется необходимым давлением пневматической системы. Герметизацию вкладыша 2 производят в сжатом состоянии мягкого контейнера 1, с помощью запаечного аппарата 9, предварительно сняв петли мягкого контейнера 1 с крючков рамы. После этого, сбрасывают давление в пневматических баллонах 7, и мягкий контейнер под действием собственного веса опускает подвижное днище. Освобождая фиксаторы, выкатывают кассету

3 на подвижной платформе 4. Открывая замки, распахивают шарнирные стенки кассеты 3 и погрузчиком перемещают мягкий контейнер 1 к месту хранения.

Хранение комбикорма в мягком контейнере типа Биг-Бэг с полиэтиленовым вкладышем внутри, несет определенные риски. Хранение комбинированного корма производится в модифицированной газовой среде, среде углекислого газа. При этом углекислый газ вступает в реакцию с питательными веществами, содержащимися в комбикорма, а именно, с белками, жирами, углеводами и другими. В процессе взаимодействия с высокомолекулярными составляющими комбикорма понижается содержание углекислого газа, что приводит к образованию влаги, так же при химических реакциях с углекислым газом, образуются другие продукты распада и соединения на основе CO_2 .

В процессе производства комбинированных кормов происходит измельчение исходного сырья зерна, кукурузы, овса и других компонентов. Процесс измельчения характеризует разрушения оболочек составных частей комбикорма [130]. При хранении готового комбикорма в среде углекислого газа происходит окисление полиненасыщенных жирных кислот, в результате чего происходит порча комбикорма, с выделением насыщенного неприятного запаха, вкуса и образованием соединений продуктов распада: альдегидов, гидроксикислот, китонов и других веществ. Следовательно, с самого начала хранения приготовленного комбикорма необходимо учитывать ряд параметров. На сохранность комбикорма влияет тара, в которой он хранится. Промышленные предприятия хранят комбикорм в силосах. В силосах происходит соприкосновение массы комбикорма с его стенками, выполненными из металла, в составе которого присутствуют: кобальт, медь, железо и другие элементы, которые окисляют жиры, содержащиеся в комбинированных кормах, тем самым способствуя их прогрессивному разложению. Так же на сохранность комбикорма оказывает значительное влияние изменение температуры окружающей среды, при ее активном

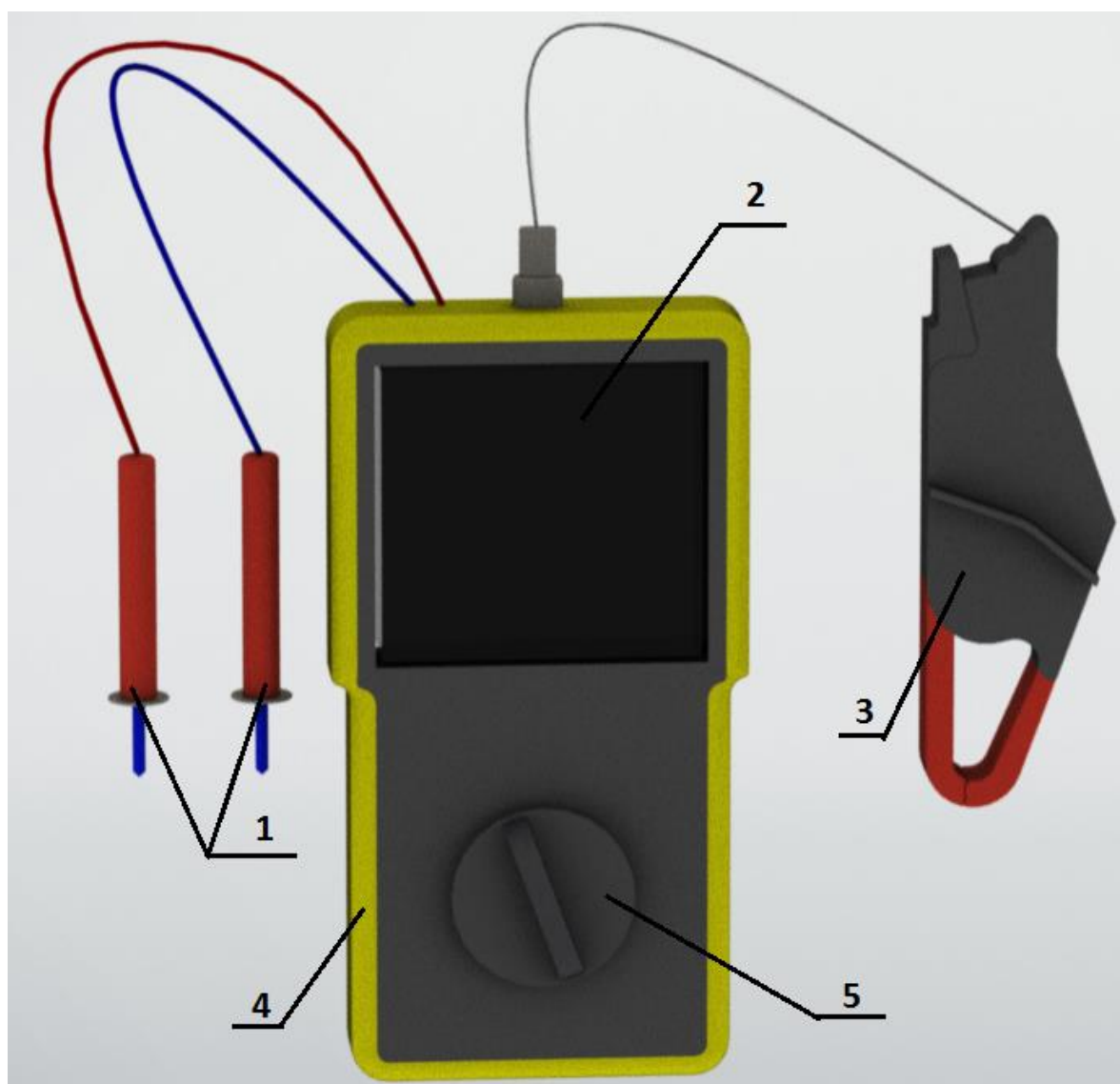
повышении происходит распад соединений жиров в составе комбинированных кормов. В значительной степени на сохранность комбикорма влияет рецептура, по которой приготовлен комбикорм. Комбикорма, в рецепте которых присутствуют семена подсолнечника, кукурузы, кунжута и других маслянистых культур, так же подвержены активному прогорканию жира с образованием ферментов липазы и линоксигеназы [20].

Насыщенные жирные кислоты, содержащиеся в комбикорме при его хранении в углекислом газе, активно взаимодействуют с ним. При взаимодействии углекислого газа и жира происходит снижение окислительных реакций, что положительно сказывается на сохранности комбинированных кормов, и, следовательно, предотвращает его порчу. Так же в процессе хранения комбикорма происходит его заражение микроорганизмами, патогенной микрофлорой, что способствует активному разложению и прогорканию массы комбикорма. Процесс хранения комбикорма в среде углекислого газа способствует предотвращению появления патогенной флоры [124].

Исследование хранения комбикорма в среде углекислого газа и воздушной среде определило, что при хранении корма в газовой среде, где находился только CO_2 происходит понижение содержания жира, белка, углеводов в пределах допустимых референтных значений. Хранение комбикорма в воздушной среде показало значительное процентное снижение содержания белка, жира и углевода относительно референтного значения.

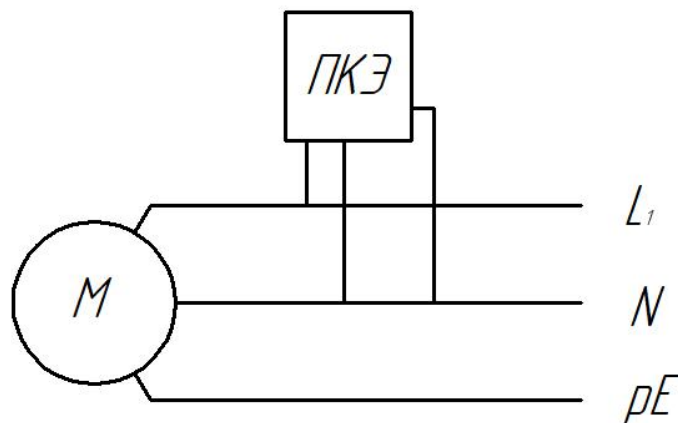
Исследования активной и реактивной мощности оборудования для упаковки комбикормов проводились с помощью анализатора качества электроэнергии CHAUVIN ARNOUX S.A 8220 (рисунок 3.9). В процессе исследования определяли величины активной, реактивной и полной электрической мощности оборудования, входящего в состав устройства. Показания электрических характеристик оборудования снимали в различных режимах работы оборудования.

Электродвигатель установки подключался к сети переменного тока частотой 50 Гц, трехжильным кабелем. Прибор для измерения показателей качества электроэнергии подключался к фазной и нулевой рабочей жиле кабеля согласно электрической схеме приведенной на рисунке 3.10. С целью электробезопасности установка заземлялась защитной нейтралью pE .



1 – Провода с испытательными электродами; 2–экран анализатора; 3 – токовый зажим MN93A; 4 – корпус; 5 – поворотный индикатор выбора режима измерения

Рисунок 3.9 – Схема анализатора качества электроэнергии CHAUVIN ARNOUX C.A 8220



M – электродвигатель; L_1 – фаза; N – нейтраль рабочая;
 PE – нейтраль защитная; ПКЭ – прибор для измерения показателей качества
 электроэнергии (анализатора качества электроэнергии)

Рисунок 3.10 – Схема подключения прибора для измерения показателей качества электроэнергии CHAUVIN ARNOUX C.A 8220

Определение полной мощности осуществляли по формуле

$$N = \frac{Pa}{\cos \varphi} \quad (3.11)$$

где N – полная мощность, Вт; Pa – активная мощность, Вт; $\cos \varphi$ – коэффициент мощности, берется в пределах от 0,7 до 0,99.

Исходя из показаний прибора анализатора качества электроэнергии CHAUVIN ARNOUX C.A 8220 полную мощность можно найти по формуле

$$N = \sqrt{Pa^2 + Q^2} \quad (3.12)$$

где Q – реактивная мощность, Вар.

Выводы по третьей главе

Забор проб во время экспериментальных исследований сохранности комбикорма, при хранении в модифицированных средах, проводился с использованием стандартных методик. Исследования проводились в ГБУ РО «Рязанская областная ветеринарная лаборатория» на исследование по

следующим показателям: показатели качества, физико-химические показатели, микробиологические показатели, показатели безопасности. При исследовании параметров установки использовались методики, разработанные на основе стандартных, и сертифицированное оборудование.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Результаты исследования сохранности комбикорма при хранении в различных средах

Перед хранением комбикорм поместили в мягкие, герметичные пакеты с различной газовой средой (рисунок 3.1). Соответственно комбикорм опыт 1 поместили в воздушную среду, опыт 2, в среде углекислого газа, опыт 3 в безвоздушную среду (вакуум). Продолжительность хранения составила три месяца. Исследования, проведенные в ГБУ РО «Рязанская областная ветеринарная лаборатория», определили следующие показатели (приложение А). Итоговые показатели качества комбикорма после всех исследований представлены в таблицах 4.1, 4.2, 4.3.

Таблица 4.1 – Показатели качества и физико-химические показатели от 09.11.2020 и исследование №1, №2, №3 (воздух, углекислый газ и вакуум соответственно номерам) от 25.03.2021 года для кур-несушек

Наименование	Ед. изм.	Начальные параметры комбикорма перед хранением	Результат исследования № 1	Результат исследования № 2	Результат исследования № 3	Погрешность
Показатели качества						
Кормовые единицы	К.е.	1,9	1,07	1,11	1,09	–
Массовая доля каротина	Мг/кг	5,7	5,0	5,0	5,0	–
Физико-химические показатели						
Массовая доля влаги/ <u>сухого</u> вещества	%	12,2/ <u>87,8</u>	<u>13,1</u> /86,9	<u>11,9</u> /88,1	<u>12,9</u> /87,1	± 1,2

Продолжение таблицы 4.1

Массовая доля сырого жира	%	3,08	3,1	3,9	3,2	±0,52
Массовая доля сырого протеина	%	14,24	15,14	15,66	15,23	±0,45
Массовая доля сырой клетчатки	%	8,1	8,2	8,7	9,1	±1,3
Обменная энергия	МДж/ кг	12,1	11,6	11,7	11,5	–
Массовая доля сырой золы	%	10,5	10,7	10,1	9,8	±0,4

Таблица 4.2 – Микробиологические показатели комбикорма от 09.11.2020 и исследование №1, №2, №3 (воздух, углекислый газ и вакуум соответственно номерам) от 25.03.2021

Наименование показателя	Ед. изм.	Начальные параметры комбикорма перед хранением	Результат исследования №1	Результат исследования №2	Результат исследования №3
Микробиологические показатели					
Бактерии рода сальмонелла	г	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Токсинообразующие анаэробы	г	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Энтеропатогенные типы кишечной палочки	г	Не обнаружено	Обнаружено (выделена культура Escherichia coli)	Не обнаружено	Обнаружено (выделена культура Escherichia coli)

Анализ показателей качества после хранения комбикорма в герметичных мягких контейнерах показал, что при хранении комбикорма в течение трех месяцев, снижается кормовая ценность. Наибольшее снижение показывает хранение в среде углекислого газа, это обусловлено

взаимодействием углекислоты с жирами, в то же время максимальное снижение составляет 3,6 %. Так же отмечено некоторое снижение массовой доли сырого протеина в сравнение хранения комбикорма в воздушной среде, на 2,7 %. Так же стоит отметить некоторое снижение показателей влажности комбикорма в процессе хранения, что привело к повышению некоторых физико-химических показателей относительно эталонного исследования, например, массовой доли сырого жира, сырого протеина и сырой клетчатки.

Анализ микробиологических показателей комбикорма после хранения обнаружил культуру *Escherichia coli*, в образцах №1 и № 3, хранение в воздушной среде и хранение в безвоздушной среде (вакууме) [22]. Хранение в углекислом газе способствовало исключению развития энтеропатогенных типы кишечной палочки.

Таблица 4.3 – Санитарно-микологические показателей безопасности комбикорма от 09.11.2020 и исследование №1, №2, №3 (воздух, углекислый газ и вакуум соответственно номерам) от 25.03.2021

Наименование показателя	Ед. изм.	Начальные параметры комбикорма перед хранением	Результат испытаний образца №1	Результат испытаний образца №2	Результат испытаний образца №3
Показатели безопасности					
Микроскопические грибы	–	Роста микроскопических грибов не обнаружено	Роста микроскопических грибов не обнаружено	Роста микроскопических грибов не обнаружено	Обнаружен рост грибов рода <i>Penicillium</i> spp.

Анализ микологических показателей проб комбикорма обнаружил рост грибов рода *Penicillium* spp хранившихся в безвоздушной среде (вакууме). Таким образом, хранение комбикорма в течение трех месяце в среде углекислого газа позволяет избежать развития микробиологической и микологической зараженности комбикормов при некотором снижении кормовой ценности около 3%.

«Продолжительность хранения комбинированных кормов напрямую зависит от температуры, уровня влажности в помещении, а также газовых факторов» [7]. Хранение комбикорма в среде углекислого газа позволяет увеличить длительность хранения комбикорма. Таким образом, хранение комбикорма в течение трех месяцев в среде углекислого газа позволяет избежать развития микробиологической и микологической зараженности комбикормов при некотором снижении кормовой ценности около 3%.

4.2 Результаты исследования сжатия комбикорма в устройстве для упаковки

Лабораторные исследования по влиянию сжимающих усилий и толщины пленки на степень уплотнения проводились на кафедре технология металлов и ремонта машин. Для проведения испытаний была создана лабораторная установка, вид которой приведен на рисунке 4.1.

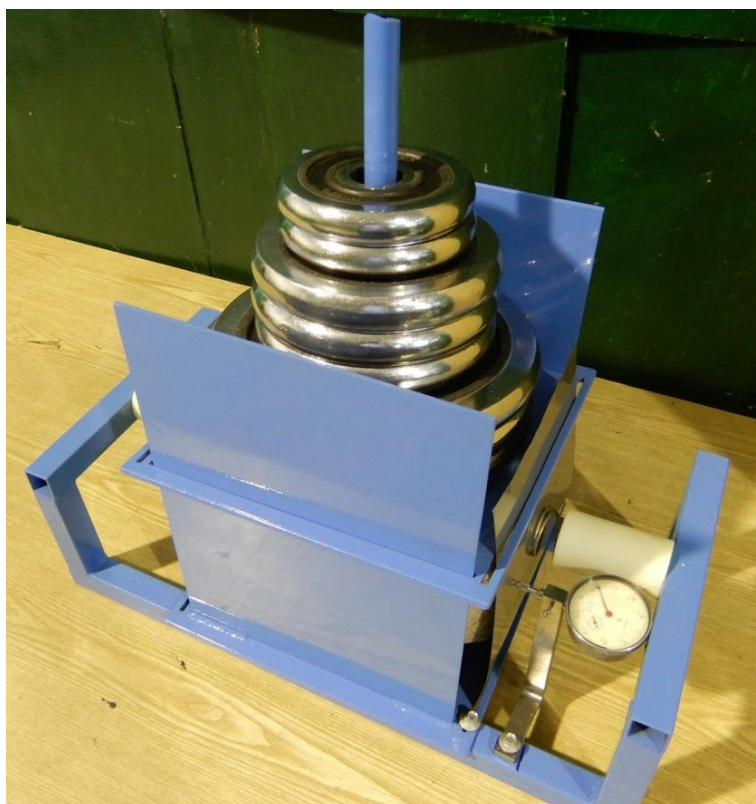


Рисунок 4.1 – Схема лабораторного устройства для исследования степени уплотнения комбикорма

Исследование степени уплотнения комбикорма в полиэтиленовой упаковке проводилось в трехкратной повторности, так же в ходе исследования учитывалось возможное повреждение полиэтиленовой пленки (истончение, трещины и разрывы). Исследования показали, что пленки толщиной менее 100 мкм интенсивно растягиваются при сжатии, истончаются, что может привести к разгерметизации упаковки. Поэтому дальнейшие исследования проводились с пленками 100 мкм и выше. Так же во время исследования проводились измерения деформации боковой стенки при сжатии комбикорма в полиэтиленовой упаковке (рисунок 4.2)



Рисунок 4.2 – Измерение деформации боковой стенки при сжатии комбикорма в полиэтиленовой упаковке

На основании опытных данных (приложение Б) было получено уравнение регрессии. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,76403527$ показывает долю объясненной дисперсии, которая больше 0,75, что говорит об адекватности математической модели опытных данных. Коэффициент

корреляции $R = 0,87409111$ показывает высокую связь между математической моделью и опытными данными. На основании данной модели был получен график поверхности деформации боковых стенок от сжимающих напряжений и толщины пленки (рисунок 4.3).

$$l = 3,0778 + 0,9833 \cdot \delta - 0,0333 \cdot F_{oc} - 0,5167 \cdot \delta^2 + 0,2333 \cdot F_{oc}^2 + 0,25 \cdot F_{oc} \cdot \delta \quad (4.1)$$

где l – деформация боковых стенок кассеты, мм; F_{oc} – усилие сжатия, Н; δ – толщина пленки, мм.

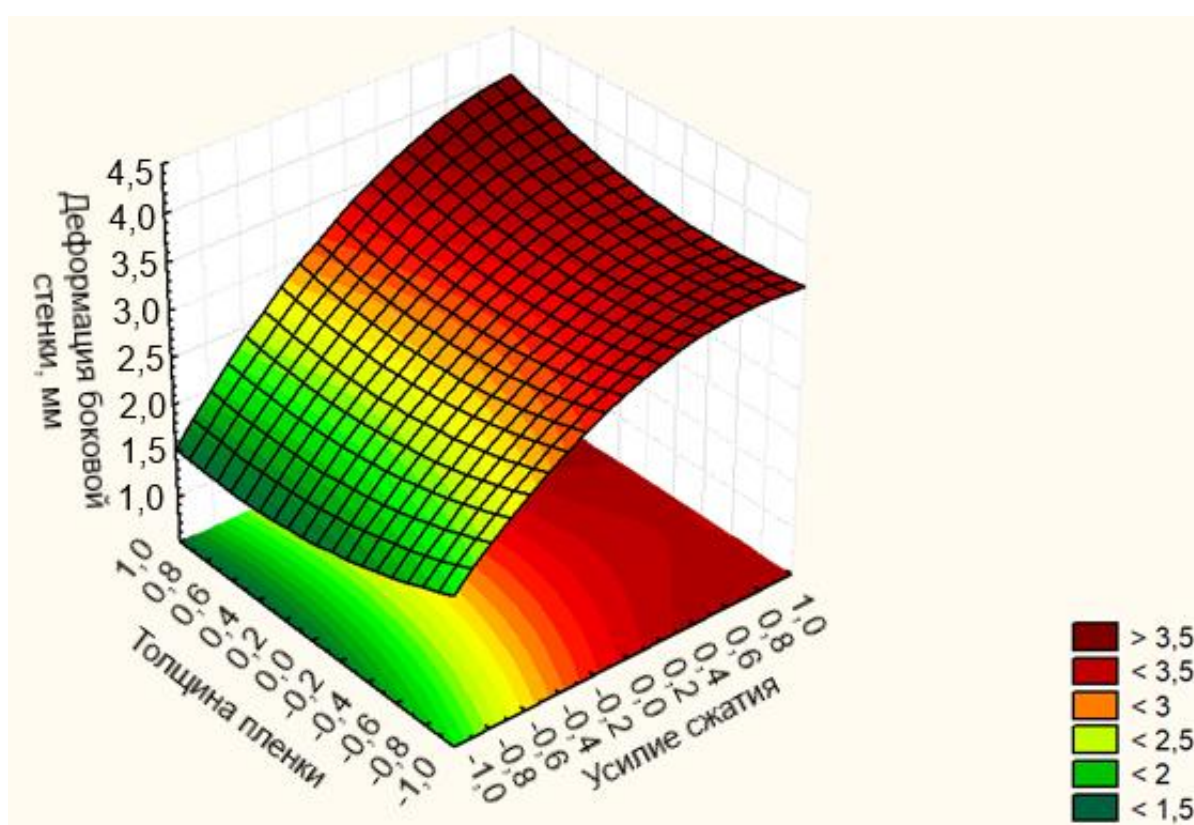


Рисунок 4.3 – График зависимости деформации боковых стенок от сжимающих напряжений и толщины пленки

Статистический анализ модели показал, что наиболее значимым фактором будет сжимающее напряжение, влияние толщины пленки оказывает существенно меньшее влияние на боковую деформацию стенок мягкого контейнера. Анализ рисунка 4.3 показал, что наибольшая деформация

боковых стенок установки происходит при толщине пленки 150 мкм. Это обусловлено, тем, что меньшая жесткость пленки способствует перераспределению комбикормовых масс внутри объёма. Осмотр пленки толщиной 150 и 200 мкм после экспериментов не выявил следов повреждения и истончения пленки. Меньшая деформация стенок кассеты при использовании пленки толщиной 100 мкм может объясняться тем, что перераспределение комбикормовой массы произошло за счет растяжения пленки. Исходя из результатов исследований, а так же дешевизны, принимаем рациональную толщину пленки 150 мкм. Следует отметить, что деформация стенок кассеты соответствуют расчетным значениям, приведенным в пункте 2.3.1, расхождение результатов теоретических и экспериментальных исследований составляет 4,7%.

4.3 Результаты исследования скважистости комбикорма при сжатии

Для определения скважистости при сжатии комбикорма использовали установку, представленную на рисунке 3.4. Описание установки приведено в пункте 3.3. При проведении испытаний использовался комбикорм для кур несушек влажностью 11%.

Пробу комбикорма засыпали в цилиндр с горкой, излишки комбикорма удаляли с помощью скребка, затем на комбикорм устанавливали поршень и обеспечивали необходимое усилие с помощью грузов. После времени релаксации снимали показания перемещения поршня и рассчитывали величину изменения скважистости. Массу пробы комбикорма устанавливали после проведения исследований, извлекая комбикорм из цилиндра. Высота заполнения комбикормом цилиндра составила 88 мм, внутренний диаметр цилиндра равен 94 мм. Объем комбикорма составил 0,597 л. Масса комбикорма в цилиндре составила 0,297 кг. Изменение величины перемещения платформы 3 в цилиндре 2 указаны в таблице 1 приложения В.

Тогда изменение экспериментальной скважистости комбикорма определяется уравнением регрессии

$$S = 0,2026 P_{\Pi}^2 - 1,5293 P_{\Pi} + 57,091 \quad (4.2)$$

где S – скважистость комбикорма, %; P – давление штока на комбикорм, МПа.

Адекватность уравнения опытным данным подтверждается высоким коэффициентом детерминации, который равен $R^2 = 0,9708$.

Анализируя график на рисунке 4.4 можно сделать вывод, что при увеличении давления на комбикорм, уменьшение скважистости комбикорма происходит незначительно с 57 % до 54 %. Следовательно, показатель скважистости достиг предельного значения. Поэтому сжатие комбикорма в мягких контейнерах следует проводить при небольших давлениях, с целью вытеснения излишков углекислого газа находящегося в складках пленки, непосредственно перед запайкой полиэтиленового вкладыша.

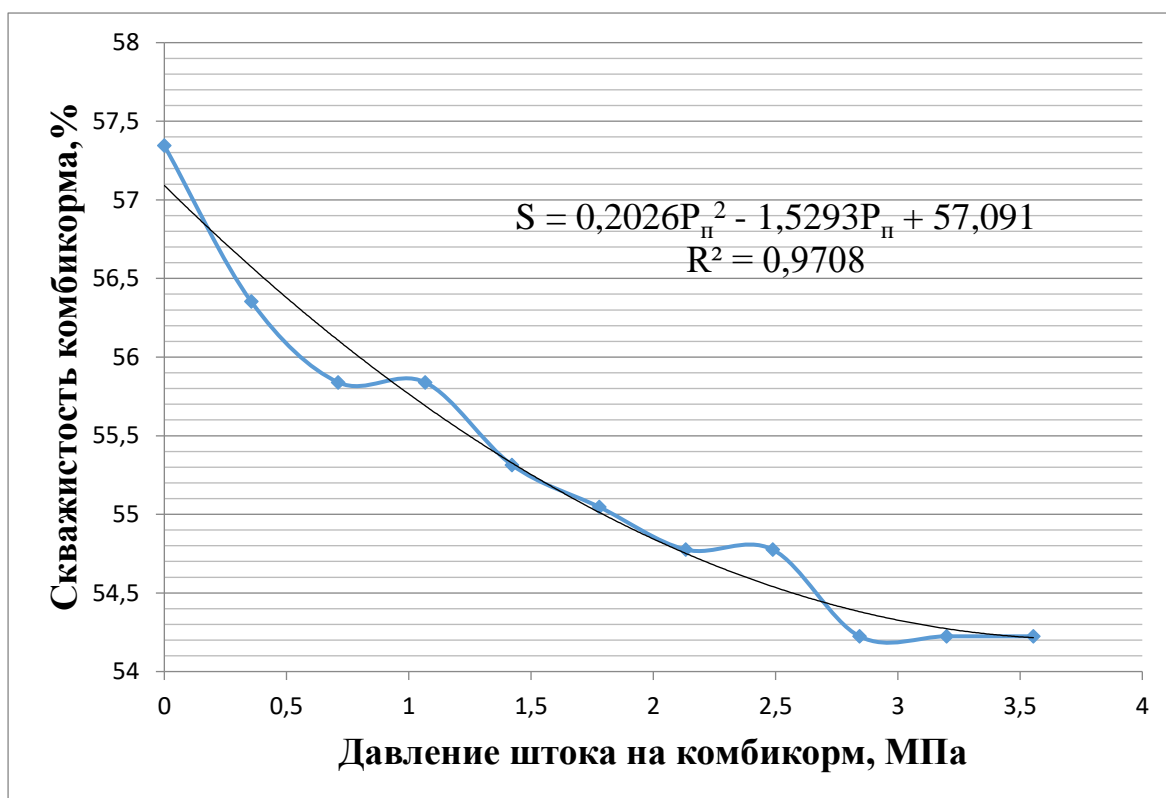


Рисунок 4.4 – Изменение скважистости комбикорма при сжатии

Для оценки подачи количества углекислого газа при упаковке комбикорма в мягкий контейнер баллон с углекислым газом взвешивали на весах марки ВСП-30/5-3К (рисунок 4.6). Подача углекислого газа в мягкий контейнер с комбикормом осуществляется с помощью иглы-инъектора в процессе заполнения. По мере заполнения комбикормом так же отслеживается концентрация углекислого газа в верхней части мягкого контейнера с помощью измерителя концентрации углекислого газа AQ 110 S (рисунок 4.5). Концентрация углекислого газа в окружающем воздухе составляет 0,03—0,045 об. % (300—450 ppm). Поэтому для оценки количество углекислого газа в мягком контейнере, измеритель концентрации углекислого газа AQ 110 S устанавливали в верхней части кассеты с мягким контейнера, а увеличение показаний прибора выше номинальных значений свидетельствовало о заполнении контейнера углекислым газом.



Рисунок 4.5 – Общий вид измерителя концентрации углекислого газа AQ 110 S



Рисунок 4.6 – Взвешивание баллона с углекислым газом

Исследование массы углекислого газа для заполнения контейнера проводилось с погрешностью около 10 г. Данное измерение приведено в таблице 1 (приложение Г). Статистический анализ полученных данных показал, что коэффициент вариации для данной серии экспериментов составляет 3,53%. Гистограмма распределения массы углекислого газа для заправки контейнера приведена на рисунке 4.7. Анализ гистограммы показал, что для заполнения мягкого контейнера с комбикормом требовалось в среднем 0,84 кг углекислого газа. Таким образом, расхождение теоретических и опытных данных составляет 2,3%.

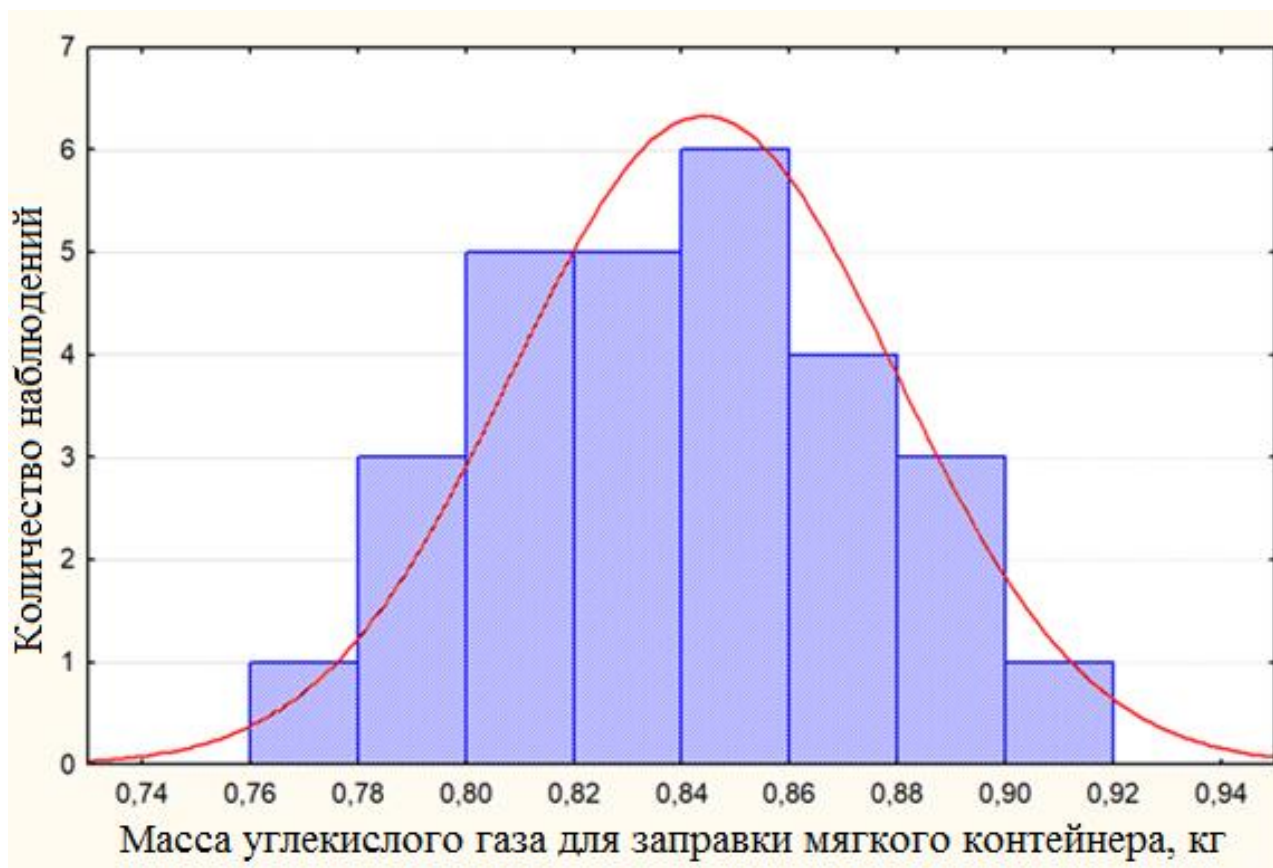


Рисунок 4.7 – Гистограмма распределения массы углекислого газа для заполнения мягкого контейнера с комбикормом

4.4 Исследования энергетических затрат при работе оборудования для упаковки комбикорма

Энергетические затраты определены с помощью анализатора качества электроэнергии CHAUVIN ARNOUX С.А 8220 (рисунок 4.8). Провода с испытательными электродами подключались к сети переменного тока напряжением 230 В, токовый зажим MN93А подключался к фазной жиле L. При увеличении температуры нагрева запаивателя и давления в пневмодомкратах, снимали показания, на основании которых производили вычисления полной мощности S (ВА). Показания прибора отображались на экране анализатора качества электроэнергии. Результаты измерения сведены в таблицы 1,2 приложение Д.



Рисунок 4.8 –Измерение потребляемой мощности электрического тока запаивателем при помощи анализатора качества электроэнергии CHAUVIN ARNOUX C.A 8220

По результатам исследований построена диаграмма (рисунок 4.9), показывающая изменение потребляемой мощности компрессора для привода пневмодомкратов. Из рисунка видно, что с высокой долей вероятности, мощность зависит от величины давления, и выражается прямой пропорциональной зависимостью. При давлении пневмодомкратов 0,32 МПа полная мощность составляет 0,314 кВА.

При работе оборудования для упаковки комбикорма в мягкие контейнеры производились замеры электрической мощности запаивателя в различных температурных режимах работы (рисунок 4.10). Анализ рисунка показывает, что потребляемая мощность запаивателя интенсивно возрастает при увеличении температуры и определяется экспоненциальной

зависимостью. Следует отметить, что существует взаимосвязь между температурой и временем запаивания для определенной толщины пленки. В нашем случае при использовании пленки толщиной 150 мкм, температура запаивания составляла 160 °С.

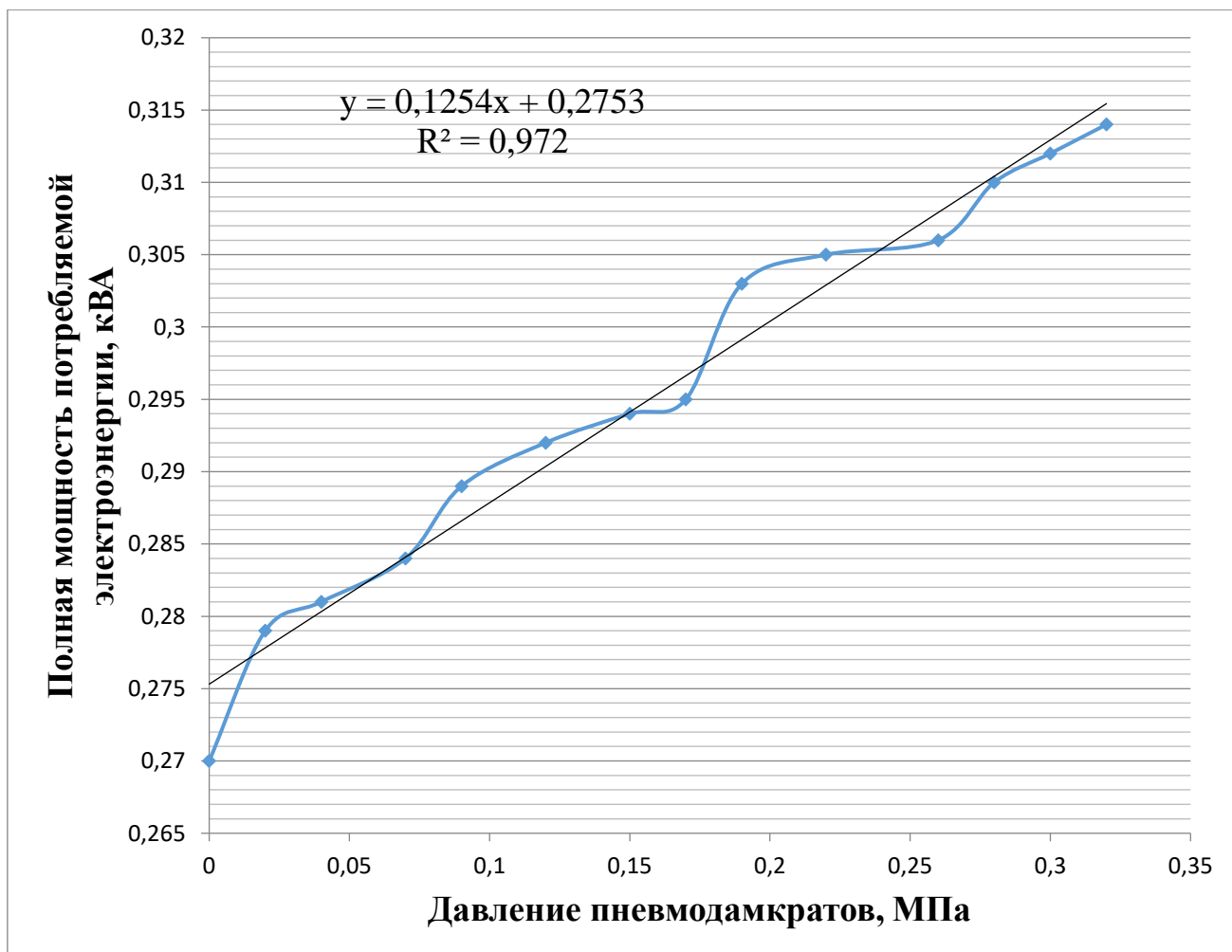


Рисунок 4.9 – Зависимость полной мощности компрессора от давления пневмодамкратов

Время работы оборудования определялось с помощью хронометража. На основании проведенных исследований полученные результаты заносились в таблицу 4.4.

Трудоемкость операций в таблице 4.4 рассчитывается по формуле

$$TЧ = KР \cdot ZВ, \quad (4.5)$$

где $ЧЧ$ – человеко-часы, чел. час.; $КР$ – количество работников задействованных на определённой операции технологического процесса, чел.; $ЗВ$ – затраченное время на одну технологическую операцию, с.

Таким образом, затраты электроэнергии на упаковку одного контейнера составили 0,629 кВт·ч. Удельные затраты электроэнергии на тонну комбикорма составили 0,983 кВт·ч.

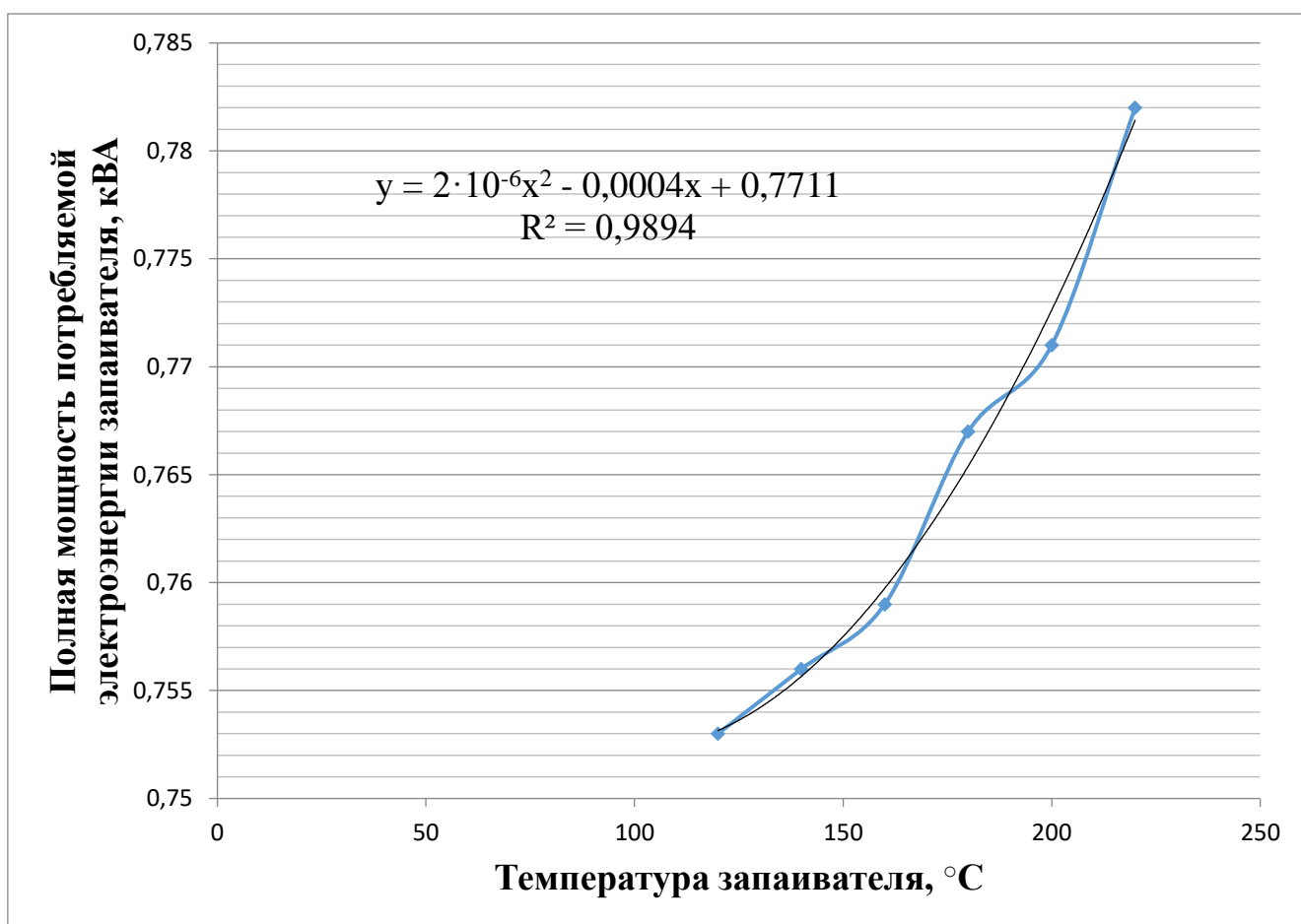


Рисунок 4.10 – Зависимость полной мощности запаивателя от температуры нагрева

Таблица 4.4 – Величина потребляемой мощности при работе оборудования по упаковке комбикорма в мягкий контейнер с полиэтиленовым вкладышем (при упаковке одного контейнера массой 518 кг)

Операция технологического процесса упаковки комбикорма	Вид применяемого оборудования	Количество обслуживающего персонала	Время работы оборудования, с	Полная мощность оборудования, кВА	Трудоемкость операции, чел. час	Количество потребленной электроэнергии, кВт·ч
Установка мягкого контейнера с вкладышем в кассету	устройство для упаковки комбинированных кормов	1	200	–	0,055	–
Закатывание кассеты в устройство для упаковки	устройство для упаковки комбинированных кормов	1	25	–	0,0069	–
Подача комбикорма во вкладыш мягкого контейнера	Бункер с загрузочным устройством	1	80	–	0,022	–
Заполнение мягкого контейнера углекислым газом при помощи иглы-инъектора	Газобаллонная установка с редуктором и инъектором	1	80	–	0,0056	–
Сжатие мягкого	Компрессор	1	504	0,314	0,0089	0,445

контейнера пневмомодкратами	Remeza СБ 4/С- 100 LB 30 А					
Запаивание вкладыша мягкого контейнера	Запаиватель 900HI Foodatlas	1	504	0,759	0,0033	0,184
Снятие давления с мягкого контейнера	Компрессор	1	8	–	0,0022	–
Выкатывание кассеты из устройства для упаковки	устройство для упаковки комбинированн ых кормов	1	22	–	0,0061	–
Раскрытие стенок кассеты	–	1	15	–	0,0041	–
Складирование мягкого контейнера	Вилочный погрузчик бензиновый Goodsense FY30	1	90	–	0,025	–
Всего:	–	–	–	–	0,1391	0,629

4.5 Результат экспериментального обоснования параметров устройства для упаковки комбикорма

При внедрении технологии хранения комбикормов в газовой среде была разработана конструкция устройства для затаривания и насыщения комбикормов углекислым газом (рисунок 4.11), а также установки для поддержания определенного давления газовой среды при хранении в мягких герметичных контейнерах. В подобной газовой среде хранят комбикорма и некоторые другие продукты. Это позволяет сохранить питательные вещества комбикормов в течение длительного времени.

Условия хранения комбикорма в среде углекислого газа:

- концентрация кислорода в РГС в мягких герметичных контейнерах должна быть менее 3%;
- при сроке хранения 3 месяцев удельный расход РГС должен быть менее 2 м³/т;
- температура корма во время хранения в РГС не должна повышаться более 303 К (30°C) [52].

Анализ показателей качества после хранения комбикорма в герметичных мягких контейнерах показал, что снижается его кормовая ценность. Снижение кормовой ценности при хранении комбикорма в среде углекислого газа обусловлено взаимодействием углекислоты с жирами. Так же при хранении отмечено некоторое снижение массовой доли сырого протеина. Необходимо отметить некоторое снижение показателей влажности комбикорма в процессе хранения, что привело к повышению массовой доли сырого жира, сырого протеина и сырой клетчатки.

Перед загрузкой кассету фиксируют в раме устройства, мягкий контейнер вешают на крючки, а горловину вкладыша раскрывают для загрузки комбикорма. При загрузке комбикорма в мягкий контейнер иглой-инъектором подается углекислый газ из баллона с редуктором. Вытеснение излишков углекислого газа производят путем сжатия контейнера подвижным днищем

пневматическими домкратами. Герметизацию вкладыша производят в сжатом состоянии мягкого контейнера, с помощью запаечного аппарата. Освобождая фиксаторы, выкатывают кассету (рисунок 4.12) на подвижной платформе.



Рисунок 4.11 – Общий вид экспериментальной установки упаковки комбикормов в мягкий контейнер с полиэтиленовым вкладышем

С применением предлагаемой технологии хранения в модифицированной газовой среде было произведено хранение 28 тонн комбикорма. Применение предложенной технологии хранения комбикормов в газовой среде ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА» Сараевского района Рязанской области позволило снизить потери питательных веществ, при хранении комбикорма в течение 3 месяцев:

- сырого жира на 41,2 %;
- сырого протеина на 19,6 %;
- бактерий рода сальмонелла не обнаружено;
- токсинообразующие анаэробы не обнаружены;
- энтеропатагенные типы кишечной палочки не обнаружены;
- роста микроскопических грибов не обнаружено.

Результаты исследований подтверждены актом внедрения (приложение Е)



Рисунок 4.12 – Процесс выкатывания кассеты с комбикормом

Так же исследования по хранения комбикорма в среде углекислого газа проводились на предприятии ООО «РУДО-ИНДОСТАР» Старожиловского района Рязанской области. Применение предложенной технологии хранения позволило снизить потери питательных веществ при хранении комбикорма в течении 3 месяцев:

- жир на 37,6 %;

- протеин на 14,1 % .

С применением предлагаемой технологии хранения комбикормов в газовой среде было проведено хранение 120 тонн. Годовой экономический эффект в расчете на одну тонну составил 5400 руб/т. Результаты исследований подтверждены актом внедрения (приложение Е)

«Продолжительность хранения концентрированных кормов напрямую зависит от температуры, уровня влажности в помещении, а также газовых факторов» [6]. Предлагаемый способ упаковки и хранения комбикорма в среде углекислого газа в мягких контейнерах типа Биг-Бэг позволяет увеличить сохранность комбикорма.

Выводы по четвертой главе

1. Хранение комбикорма в среде углекислого газа позволяет увеличить сохранность комбикорма. Хранение комбикорма в течение трех месяцев в среде углекислого газа позволило избежать развития микробиологической и микологической зараженности комбикормов при некотором снижении кормовой ценности в пределах 3%.

2. Установлено, что деформация боковых стенок кассеты определяется давлением пневмодомкратов и собственным весом комбикорма. Статистический анализ модели зависимости показал, что наиболее значимым фактором будет сжимающее напряжение, влияние толщины пленки оказывает существенно меньшее влияние на боковую деформацию стенок мягкого контейнера. Установлено, что полиэтиленовая пленка толщиной 150 мкм обладает необходимыми свойствами: имеет меньшее количество складок (хорошо распределяется в контейнере), необходимую прочность и упругость.

3. Исследования влияния сжатия комбикорма в мягком контейнере с помощью кассеты с подвижным дном показали, что при увеличении давления на комбикорм, уменьшение скважистости комбикорма происходит незначительно с 57 % до 54 %. Следовательно, показатель скважистости достигает предельного значения.

4. Установлено, что для заполнения мягкого контейнера с комбикормом требовалось в среднем 0,84 кг углекислого газа. Таким образом, расхождение теоретических и опытных данных составляет 2,3%.

5. Установлено, что затраты электроэнергии на упаковку одного контейнера составили 0,629 кВт·ч. Удельные затраты электроэнергии на тонну комбикорма составили 0,983 кВт·ч.

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ХРАНЕНИЯ КОМБИКОРМА В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Технология хранения комбикорма в среде углекислого газа была представлена и реализована на предприятии ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА» Сараевского района Рязанской области.

При внедрении технологии хранения комбикормов в газовой среде была разработана конструкция упаковывающего устройства для упаковки и насыщения комбикорма углекислым газом. Такая технология обеспечила длительное хранение комбикорма без потери его качества.

«Применение данной технологии в течение трех месяцев на предприятие ООО «Рязанские комбикорма» Сараевского района Рязанской области снизило потери качества комбикорма» [52]:

- жир на 41,2 %;
- протеин на 19,6 % .

Расчет экономического эффекта производился по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{E - E_1}{E}, \quad (5.1)$$

где \mathcal{E} – экономический эффект от хранения комбикорма в среде углекислого газа (%), E – стоимость одной тонны комбикорма после его хранения в среде углекислого газа (руб), E_1 – стоимость одной тонны комбикорма при его хранении в кислородной среде (руб) [17].

С учетом того, что на предприятии ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА» хранили комбикорм в среде углекислого газа и в воздушной среде, при этом стоимость одной тонны комбикорма после хранения в среде углекислого газа составила 28800 руб, в воздушной среде – 19600 руб (приложение Ж), тогда экономический эффект в денежном эквиваленте можно рассчитать по формуле

$$\mathcal{E}_1 = (E - E_1)P, \quad (5.2)$$

где P – масса комбикорма хранящегося в мягком контейнере (т).

Для просчета экономического эффекта стоимости одной тонны комбикорма – \mathcal{E}_k , разделим формулу 5.2 на количество тонн хранящегося комбикорма

$$\mathcal{E}_k = \frac{\mathcal{E}_1}{P} \quad (5.3)$$

Как следует из расчетов, экономический эффект хранения одной тонны комбикорма в среде углекислого газа составляет 9200 руб./т. Для оценки экономической эффективности предлагаемой технологии рассчитаем показатель NPV (Net Present Value) (чистый приведенный доход), исходные данные для расчета приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные для расчета NPV (ЧДД) из расчета на 100 тонн комбикорма в ценах 2021 года

Затраты	Руб.
Установка для затаривания (включая стоимость оборудования углекислого газа)	165000
Мешки Биг-Бэг	153000
Пленка полиэтиленовая	287400
Углекислый газ для создания среды в мягком контейнере	9000
Итого:	614400

«NPV (Net Present Value) (чистый дисконтированный доход (ЧДД)) – это дисконтированный доход от использования технологии затаривания и хранения комбикорма в модифицированной газовой среде. Чисто дисконтированный доход рассчитывается по формуле» [68]

$$\text{ЧДД} = -I + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+i)^t}, \quad (5.4)$$

где I – затраты на организацию и содержание производства для формирования модифицированной газовой среды (руб.), $t = 1, \dots, N$ – период времени применения технологии внедрения модифицированной газовой среды (лет), F_t –

прибыль от применения технологии внедрения модифицированной газовой среды (руб.), i – коэффициент дисконтирования.

Коэффициент дисконтирования определяется по формуле

$$i = \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (5.5)$$

где E – ставка дисконтирования [69].

Экономия от технологии хранения 100 тонн комбикорма в среде углекислого газа складывается из учета увеличения срока хранения кормовой продукции и составляет 340539 руб., при этом суммарные затраты (капиталовложения) на упаковку за три года будут равны 1513200 руб., при расчете NPV (ЧДД) применяется значение прибыли за каждый расчетный год (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Расчет NPV (ЧДД) от применения технологии упаковки и хранения комбикорма в среде углекислого газа в мягкие контейнеры типа Биг-Бэг

Наименование показателя	Первый год	Второй год	Третий год
Капиталовложения, руб.	614400	449400	449400
Экономия, руб.	920000	920000	920000
Денежный поток, руб.	305600	470600	470600
Ставка дисконтирования, %	10	10	10
Коэффициент дисконтирования, руб.	0,91	0,83	0,75
NPV по годам, руб.	278096	390598	352950

При применении технологии хранения комбикорма в среде углекислого газа NPV за три года представлен на рисунок 5.1 и составляет 1021617 рублей.

Полученный показатель представляет собой временной период, в течение которого доходы от проекта покроют сумму первоначальных капиталовложений. Для определения недисконтированного срока окупаемости инвестиций (PP) используется формула [18]

$$PP = \sum IC / \sum CF, \quad (5.6)$$

где PP – недисконтированный срок окупаемости;

IC – сумма капиталовложений в проект;

CF – ежегодный денежный поток в виде дополнительной прибыли от применения новой технологии.

Используя приведенную формулу 5.6 можно сделать вывод, что срок окупаемости достигается в течение первого года, использования технологии хранения комбикорма в среде углекислого газа.

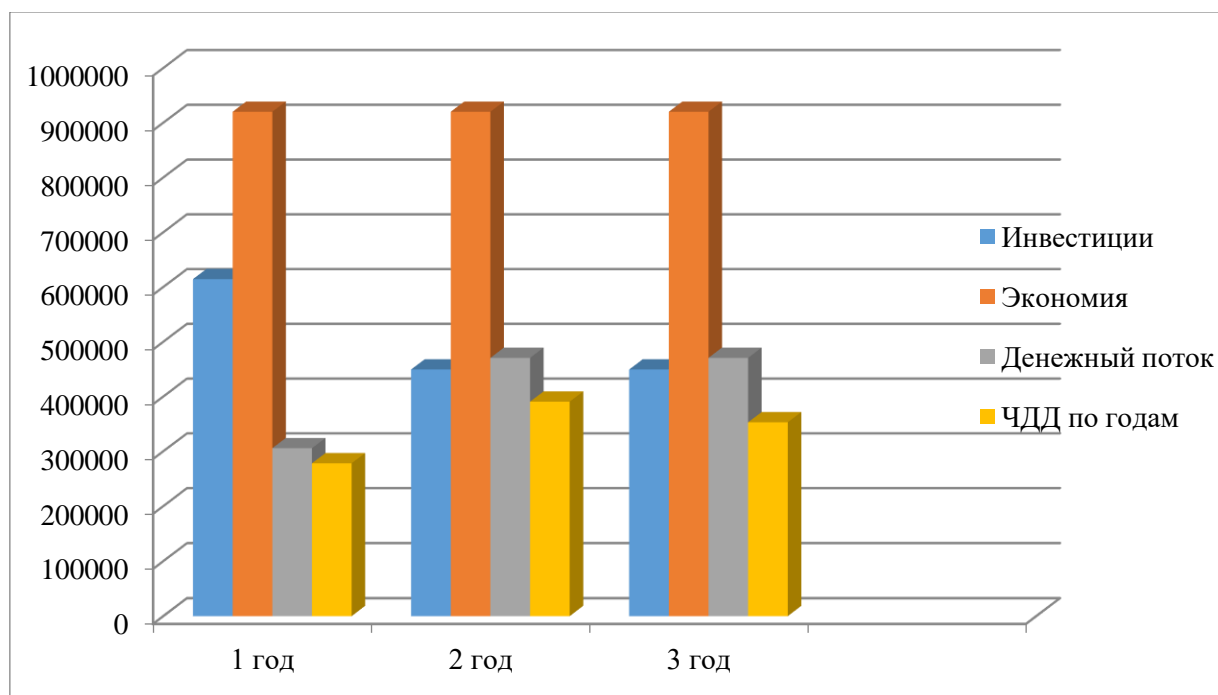


Рисунок 5.1 – NPV (ЧДД) по годам

Выводы по пятой главе

Расчет чистого дисконтированного дохода от применения предлагаемой технологии хранения комбикорма в среде углекислого газа был проведен на объем 100 тонн. При применении технологии хранения комбикорма в среде углекислого газа NPV (ЧДД) за три года составляет 1021617 рублей. Годовой экономический эффект от упаковки в газовой среде 100 тонн комбикорма в расчете на одну тонну составило 3405,39 руб. Используя расчетную формулу для определения простого срока окупаемости можно сделать вывод, что он составляет менее 1 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для хранения комбикорма перспективно использовать углекислый газ, который вытесняет воздушную среду из мягкого контейнера при его упаковке.

2. Теоретическими исследованиями установлено, что при нормальном атмосферном давлении и температуре 20–25 °С на заполнение одного мягкого контейнера с комбикормом расходуется 0,84–0,86 кг углекислого газа.

3. Экспериментальными исследованиями установлено, что для упаковки следует применять полиэтиленовую пленку ГОСТ 16338-85 толщиной 150 мкм, которая обладает необходимыми свойствами, хорошо распределяется в контейнере, имеет необходимую прочность и упругость. Для вытеснения излишков углекислого газа из мягкого контейнера необходимое давление на комбикорм составляет от 0,2 до 0,32 МПа.

4. Производственными исследованиями установлено, что для заполнения мягкого контейнера с комбикормом требовалось в среднем 0,84 кг углекислого газа при температуре 20 °С. В ходе производственных исследований установлено, что затраты электроэнергии на упаковку одного контейнера составили 0,629 кВт·ч.

5. Годовой экономический эффект от упаковки в газовой среде 100 тонн комбикорма в расчете на одну тонну составило 3405,39 руб.

Рекомендации производству. Хранение комбикорма следует осуществлять в мягких контейнерах, заменяя воздушную среду углекислым газом, что позволяет увеличить сроки хранения, обеспечить сохранность комбикорма и исключить развитие патогенной микрофлоры.

Перспективы дальнейшей разработки темы. В дальнейшем следует изучить возможность хранения комбикормов с повышенным содержанием жира в модифицированных газовых средах.

Список литературы

1. Авдеева, В.Н. Применение экологических методов подавления патогенной микрофлоры зерна озимой пшеницы при хранении: дис ... канд. с.-х. наук: 03.00.16 / Авдеева Валентина Николаевна; [Место защиты: Ставроп. гос. аграр. ун-т]. – Ставрополь, 2009. – 141 с.

2. Авдеева, В.Н. Применение электроозонирования при подготовке зерновых культур к хранению / В.Н. Авдеева, Ю.А. Безгина // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Россия, Ставрополь, 14-17 мая 2013 г.). – Ставрополь: Ставропольское изд-во «Параграф», 2013. – С. 23-25,

3. Автоматические установки для производства комбикормов в хозяйствах / В. И. Сыроватка, Н. В. Жданова, А. С. Дорохов, А. Д. Обухов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 2. – С. 66-71. – DOI 10.30850/vrsn/2020/2/66-71. – EDN ATOTOI.

4. Азот и цели устойчивого развития сельского хозяйства / А. Ю. Брюханов, Э. В. Васильев, Н. П. Козлова, Е. В. Шалавина // АгроЭкоИнженерия. – 2022. – № 2(111). – С. 3-13. – DOI 10.24412/2713-2641-2022-2111-3-13. – EDN XOENRS.

5. Александрова, И. П. Исследование способов снижения потерь каротина при хранении травяной муки из несеяных луговых трав [Текст]: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. (05.18.03) / Всесоюзный заочный институт пищевой промышленности. – Москва: [б. и.], 1973. – 39 с.

6. Аммосов, И. Н. Влияние аэрации на сохранность зерна / И. Н. Аммосов, Ю. Ж. Дондоков, В. М. Дринча // Вестник АГАТУ. – 2022. – № 1(5). – С. 53-59.

7. Анализ способов хранения концентрированных кормов / Рембалович Г. К., Костенко М. Ю., Безносюк Р. В., Чернышев А. Д., Аверин Н. В. //

Техническое обеспечение сельского хозяйства. 2019. - Номер: 1 (1). – С. 204-208

8. Анализ применения различных способов и видов дезинфектантов в сельском хозяйстве / М. Ю. Костенко, И. Н. Горячкина, А. В. Бардин // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: МАТЕРИАЛЫ 72-й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Рязань, 20 апреля 2021 года / МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА». – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 230-235.8. Баранников В.Д., Кириллов Н.К. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции. - Москва: КолосС, 2005. -350 с.

9. Антоненко, Н. А. Обоснование технологии и параметров вакуумированного контейнера для приготовления и хранения силоса : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Антоненко Надежда Александровна; [Место защиты: Мичурин. гос. аграр. ун-т]. - Мичуринск, 2013. - 24 с.

10. Баскаков И.В. и др. Исследования процесса озонирования при вентилировании зерна / И.В. Баскаков, В.И. Оробинский, В.А. Гулевский, Р.Н. Карпенко // Аграрный научный журнал № 2 2019 г. С. 66 – 72.

11. Баскаков, И. В. Совершенствование технологии послеуборочной обработки и хранения зернового материала: диссертация доктора сельскохозяйственных наук: 05.20.01 / Баскаков Иван Васильевич; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»]. – Воронеж, 2019. – 339 с.: ил.

12. Баскаков, И.В. Зерноочистительные машины и элеваторное оборудование производства ООО «Воронежсельмаш»: учебное пособие / И.В.

Баскаков, Р.Н. Карпенко, В.И. Орбинский. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. – 307 с.

13. Блочно-вакуумное уплотнение и хранение силоса в мягких вакууммированных блоках из синтетических пленок // Некрашевич В. Ф., Ревич Я.Л., Антоненко Н.А., Некрашевич К.С. // вестник рязанского государственного агротехнологического университета им. п.а. костычева, – 2015. – № 2(26), стр. 65-68.

14. Богданов, А. А. Анализ конструкций молотковых дробилок для зерна / А. А. Богданов, А. Н. Глобин // Активная честолюбивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. – 2022. – № 2(13). – С. 55-66. – EDN JSGCQW.

15. Богданов, А. А. Теоретические исследования вертикально-роторной дробилки зерна / А. А. Богданов, А. Н. Глобин // Активная честолюбивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. – 2022. – № 2(13). – С. 67-74. – EDN BRYDYR.

16. Богданов, А. А. Результаты экспериментальных исследований вертикально-роторной дробилки зерна / А. А. Богданов, А. Н. Глобин, Л. Н. Родина // Активная честолюбивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. – 2022. – № 2(13). – С. 75-85. – EDN NERWYK.

17. Брагинец, С. В. Экономические перспективы производства комбикормов в небольших сельхозпредприятиях / С. В. Брагинец, О. Н. Бахчевников // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 7(134). – С. 127-138. – DOI 10.24412/2227-9407-2022-7-127-138. – EDN VXXXEI.

18. Влияние влажности на стойкость комбикорма / Ш.Н. Исматова // наука и образование сегодня, Бухарский инженерно-технологический институт, г. Бухара, Республика Узбекистан. – 2019. – № 5 (40) – С. 31-32.

19. Глобин, А. Н. Результаты исследований бункера-питателя грубых и сочных кормов ПЗМ-1,5 с модернизированными рабочими органами / А. Н. Глобин, И. Н. Краснов // Вестник аграрной науки Дона. – 2021. – № 3(55). – С. 63-68. – EDN VTOOTO.

20. Голушко В.М. и др. Новые рецепты вмя в комбикормах для растущих и откармливаемых свиней // Институт животноводства Национальной академии наук Беларусь: статья в журнале - научная статья, 2003. – Том 38. – С. 147-156.

21. Горюшинский, И. В. Технологические системы обеспечения сырьем комбикормовых и животноводческих предприятий: (специальность 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства.): диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Горюшинский Игорь Владимирович; Оренбургский ГАУ. – Оренбург, 2005. – 298 с.

22. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями [Текст] Введ. 01.01.1995. - М.: Стандартиформ, 2011.

23. ГОСТ 13496.0-2016. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы отбора проб [Текст] Введ. 01.01.2018. - М.: Стандартиформ, 2020.

24. ГОСТ 13496.15-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира [Текст] Введ. 01.01.2018. - М.: Стандартиформ, 2016.

25. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания способ упаковки и сырого протеина [Текст] Введ. 01.01.1995. - М.: Стандартиформ, 2011.

26. ГОСТ 13586.3-2015 Зерно. Правила приемки и методы отбора проб [Текст] Введ. 01.07.2016. - М.: Стандартиформ, 2019.

27. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации [Текст] Введ. 01.07.2013. - Москва: Стандартиформ, 2020.

28. ГОСТ 19360-74 Мешки-вкладыши пленочные. Общие технические условия [Текст] Введ. 01.01.1975. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.

29. ГОСТ 2226-2013 Мешки из бумаги и комбинированных материалов Общие технические условия [Текст] Введ. 01.07.2014. - М.: Стандартиформ, 2014.

30. ГОСТ 23462-2019 Продукция комбикормовой промышленности. Правила приемки, упаковка, маркировка, транспортирование и хранение [Текст] Введ. 01.08.2020. - М.: Стандартиформ 2021.
31. ГОСТ Р 51848-2001 Продукция комбикормовая. Термины и определения [Текст] Введ. 01.01.2004. - М.: Стандартиформ 2020.
32. Данилова-Волковская Г. М., Кузьмина А. В. Внедрение технологии производства тонких многослойных термоусадочных пленок // Материалы X Международной научно-практической конференции. Нальчик. 2014. - С. 99-102.
33. Дорохов, А. С. Состояние и перспективы развития комбикормовой промышленности в Российской Федерации / А. С. Дорохов, Н. О. Чилингарян // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 7(198). – С. 75-84. – DOI 10.32417/1997-4868-2020-198-7-75-84. – EDN RANXTI.
34. Драганов И.Ф., Макарецв Н.Г., Калашникова В.В. Кормление животных. - Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. Т. 1. -341 с.
35. Дринча, В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / В.М. Дринча. – Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2006. – 384 с.
36. Дринча, В. М. Потенциальные опасности и уменьшение рисков в процессах обработки и хранения зерна / В. М. Дринча, И. Н. Аммосов // Ларионовские чтения-2021 : Сборник научно-исследовательских работ по итогам научно-практической конференции, Якутск, 25 февраля 2021 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2021. – С. 109-115.
37. Дринча, В. М. Проблемы и факторы сохранности зерна при послеуборочной обработке и хранении / В. М. Дринча, Ю. Ж. Дондоков, И. Н. Аммосов // Ларионовские чтения-2021 : СБОРНИК НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ИТОГАМ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Якутск, 25 февраля 2021 года. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2021. – С. 119-133.

38. Дринча, В. М. Технологические принципы охлаждения зерна малообъемным аэрированием / В. М. Дринча, Б. Д. Цыдендоржиев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 10. – С. 41-45.

39. Дринча, В. М. Технологические принципы бункерной сушки зерна / В. М. Дринча, Б. Д. Цыдендоржиев // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 3. – С. 38-41.

40. Дринча В., Цыдендоржиев Б. Резервы снижения потерь зерна при хранении / В. Дринча, Б. Цыдендоржиев // Комбикорма. – 2010. – №7. – С. 59–60.

41. Загоруйко, М. Г. Обоснование основных параметров шнекового экспандера для переработки высокопротеиновых культур / М. Г. Загоруйко, А. С. Дорохов, А. М. Марадудин // Нива Поволжья. – 2020. – № 2(55). – С. 124-131. – DOI 10.36461/NP.2020.2.55.019. – EDN METXXF.

42. Закладной Г. А. Комплекс для сохранения зерна в хозяйстве // Защита и карантин растений. – 2014. – № 10 – С. 43.

43. Закладной Г.А. Защита зерна от вредителей при хранении / Г.А. Закладной // Современный фермер. – 2017. - №1-2. – С.27-29.

44. Закладной, Г.А. Зерно: не только произвести, но и сохранить / Г.А. Закладной // Защита и карантин растений. – 2015. – № 10. – С. 37-40.

45. Ивашкин, А. В. Анализ способов хранения зерна, зернопродуктов и комбикормов / А. В. Ивашкин, Р. В. Безносюк, Е. А. Кирюхин // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 99-104. – EDN EPBFZA.

46. Ивашкин А.В. Контейнерный способ хранения семенного зерна в малых фермерских хозяйствах / А.В. Иванкин, М.Б. Латышенок, Н.М. Латышенок. // Материалы 69-ой международной научно-практической конференции РГАТУ.- Рязань, 2018. – С. 58-62.

47. Ивашкин, А. В. Обоснование технологических параметров хранения семенного зерна в разреженной атмосфере: диссертация кандидата технических наук:05.20.01 / Ивашкин Алексей Викторович; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»]. – Рязань, 2021. – 146с.: ил.

48. Инновационные технологии и технические средства для промышленного питомниководства / А. А. Завражнов, А. Ю. Измайлов, А. И. Завражнов [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2019. – Т. 13, № 4. – С. 16-24. – DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-4-16-24. – EDN FYTBWT.

49. Исмадова, Ш. Н. Изменение химического состава комбикормов при хранении / Ш. Н. Исмадова, Ш. Ж. Юлдашева // Universum: технические науки. – 2019. – № 5(62). – С. 49-52.

50. Исмадова, Ш. Н. Влияние влажности на стойкость комбикорма / Ш. Н. Исмадова // Бухарский инженерно-технологический институт, г. Бухара, Республика Узбекистан, наука и образование сегодня – 2019 –Номер: 5 (40) С. 31-32

51. Исследование способов хранения комбикормов / А. Д. Чернышев, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 170. – С. 273-281. – DOI 10.21515/1990-4665-170-019.

52. К вопросу хранения комбинированных кормов в среде углекислого газа / Чернышев А.Д., Костенко М.Ю., Безносюк Р.В., Рембалович Г.К., Ушаков О.В., Ликучев А.И. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 168. С. 248-260.

53. Камышов, В. М. Строение вещества: учебное пособие / В. М. Камышов, Е. Г. Мирошникова, В. П. Татауров. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 236 с.

54. Кожарова Л.С. Основы комбикормового производства/ Л.С. Кожарова. – М.: Пищепромиздат, 2004.- 287 с.

55. Коломейцев, В. А. Электродинамические и тепловые свойства СВЧ-установок резонаторного типа с многощелевым возбуждением / В. А. Коломейцев, В. С. Ремнёв, А. Э. Семёнов // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2008. – Т. 2. № 1 (32). – С. 126.

56. Кондратенко, Е. П. Изменение качества зерна пшеницы под воздействием поля сверхвысокой частоты / Е. П. Кондратенко, О. М. Соболева, И. В. Егорова, Н. В. Вербицкая // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5 (127). – С. 30 – 37.

57. Коняев, Н. В. Проектирование энергосберегающего оборудования для комбикормового производства / Н. В. Коняев, А. С. Скворцов // Региональный вестник. - 2018. - № 4 (13). - С. 13-15.

58. Куандык А.З., Сагындыкова Ж.Б., Хазимов К.М., Хазимов М.Ж. Комплект машин и оборудования для силосования зеленой массы растений в мягких вакуумируемых контейнерах из воздухонепроницаемой пленки // Цифровизация агропромышленного комплекса. Т. II. - Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2018. - С. 48-50.

59. Лабораторные исследования сохранности семенного зерна в контейнере с разреженной атмосферой / М. Б. Латышенок, М. Ю. Костенко, Н. М. Латышенок, А. В. Ивашкин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 3(39). – С. 98-102.

60. Латышенок, Н. М. К вопросу хранения семенного зерна в металлическом силосе / Н. М. Латышенок, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и международный опыт : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Омск, 30 марта 2020 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2020. – С. 125-128.

61. Латышенок Н.М. Особенности хранения семенного зерна в герметичных контейнерах с регулируемой воздушной средой / Н.М.

Латышенок, М.Б. Латышенок, В.А. Макаров, А.В. Ивашкин // Материалы 70-й Международной научно-практической конференции «Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса», 2019.- С.229-233.

62. Латышенок, Н. М. Результаты исследования влияния способа хранения семенного зерна в герметичных металлических силосах на условия его хранения / Н. М. Латышенок, А. В. Шемякин, А. В. Ивашкин // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : МАТЕРИАЛЫ 72-й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Рязань, 20 апреля 2021 года / МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА». – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 246-251.

63. Левченко, Н. Б. Сопротивление материалов. Часть 2. Задачи № 12-24, 26, 27 [Текст]: учебное пособие по выполнению расчетно-проектировочных работ для студентов всех специальностей и форм обучения / Н. Б. Левченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Кафедра сопротивления материалов ; под ред. д-ра техн. наук, проф. В. Д. Харлаба. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2001. - 105 с

64. Ледяев, Т. Б. Перспектива комбикормового производства в Российской Федерации / Т. Б. Ледяев // Территория инноваций. – 2017. - № 10 (14). - С. 68-71.

65. Лукиенко, Л. В. Оборудование для производства комбикормовой продукции / Л. В. Лукиенко, А. О. Райков // Научные инновации - аграрному

производству: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Омского ГАУ. - 2018. - С. 229-231.

66. ЛИРА–САПР. Книга I. Основы. Е.Б Стрелец–Стрелецкий, А.В. Журавлев, Р.Ю. Водопьянов. Под ред. Академика РААСН, докт. техн. наук, проф. А.С. Городецкого. — Издательство LIRALAND, 2019. – 154с.

67. Макашев, А. П. Применение углекислоты при хранении рыбы [Текст]. - Москва: Пищепромиздат, 1959. - 138 с.

68. Минаков И.А. Экономика отраслей АПК / И.А. Минаков. М.: КолосС, 2004. – 464 с.

69. Михалев, С. С. Кормопроизводство с основами земледелия [Текст]: учебник для студентов средних специальных учебных заведений по специальности 111101 "Зоотехния" / С. С. Михалев, Н. Ф. Хохлов, Н. Н. Лазарев. - 2-е изд. - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 351, [1] с.

70. Нормов Д.А. Осушающие и бактерицидные свойства озона / Д.А. Нормов // «Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе»: сб. науч. тр. / СГАУ. -Ставрополь, 2003. С. 219-220.

71. Обоснование процесса охлаждения зерна вертикальными аэрационными колонками. Донодоков Ю.Ж., Аммосов И.Н., Дринча В.М. // Кормопроизводство.-2019.-№ 1.-С. 34-38.-Рез. англ.-Библиогр.: с.38. Шифр П2656 // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2020. – № 1. – С. 123. – EDN XJMZUD.

72. Осипенко, С.А. Элементы высшей математики: учебное пособие: [16+] / С.А. Осипенко. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 202 с.

73. Особенности технологии производства корма из зернового вороха при ранней и сверхранней уборке / В. И. Пахомов, С. В. Брагинец, О. Н. Бахчевников, Д. В. Рудой // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 1(283). – С. 16-19. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-1-16-19. – EDN AWTTCZ.

74. Особенности вентиляции зерновой насыпи, находящейся на хранении в герметичном силосе с регулируемой воздушной средой / М. Б.

Латышенко, В. А. Макаров, Н. М. Латышенко [и др.] // Наука в центральной России. – 2020. – № 3(45). – С. 40-46. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-3-40-46.

75. Охлаждение и хранение комбикормов в гибких контейнерах / А.В. Семенов, В.М. Долбаненко // Аграрная наука - сельскому хозяйству сборник статей: в 3 книгах. Алтайский государственный аграрный университет. XI международная научно-практическая конференция "аграрная наука - сельскому хозяйству" – 2016. – С. 179-180.

76. Оценка эффективности производства экструдированных кормов на основе смеси зерна и растительных компонентов / В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, Н.И. Селиванов, Н.И. Чепелев // Вестник КрасГАУ № 11 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. — Красноярск, 2015. — С. 141 — 146.

77. Патент № 2672026 С1 Российская Федерация, МПК В65D 81/20, В65В 3/18. Способ упаковки сельскохозяйственных продуктов и кормов, в частности, чувствительных к воздействию кислорода: № 2018106756: заявл. 22.02.2018 : опубл. 08.11.2018 / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Р. В. Безносюк [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

78. Патент № 2676552 С1 Российская Федерация, МПК G01F 11/00, A23N 17/00. Шнековый дозатор кормов : № 2018108473 : заявл. 07.03.2018 : опубл. 09.01.2019 / И. Н. Краснов, А. Н. Глобин, А. В. Куриленко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Донской ГАУ). – EDN ZDVXLN.

79. Патент № 2757721 С1 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Мобильная установка для приготовления смеси лечебных комбикормов и премиксов в турбулентном потоке : № 2021109901 : заявл. 09.04.2021 : опубл. 21.10.2021 / В. И. Сыроватка, О. Н. Дидманидзе, А. С. ГаджаевПим [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». – EDN QMFILX.

80. Патент на полезную модель № 205856 U1 Российская Федерация, МПК В65D 77/04, В65D 77/06. Устройство для упаковки сельскохозяйственных продуктов: № 2020143680: заявл. 28.12.2020: опубл. 11.08.2021 / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, А. С. Чернышев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

81. Пахомов, В. И. Теоретические предпосылки для разработки методики проектирования модульного производства комбикормов / В. И. Пахомов, С. В. Брагинец, О. Н. Бахчевников // Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2017): материалы V Международной научно-практической конференции. - 2017. - С. 229-232. 20. Халафян, А. А. Статистический анализ данных. STATISTIKA 6.0 / А. А. Халафян. – Москва, 2007. - 512 с.

82. Пелевин, А. Д. Комбикорма и их компоненты / А. Д. Пелевин, Г. А. Пелевина, И. Ю. Венцова. - Москва: ДеЛи принт, 2008. - 519 с.

83. Пилипюк, В. Л. Технология хранения зерна и семян: учебное пособие для студентов, обучающихся по агрономическим специальностям / В. Л. Пилипюк. - Москва: Вузовский учеб., 2009. - 455, [1] с.: ил., табл.; 22 см.

84. Плешко, В. А. Стабилизация травяной муки и обогащенных ею комбикормов : специальность 05.18.03 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Плешко Валентина Александровна. – Москва, 1984. – 169 с.

85. Подобай, Г. Ф. Эффективность использования биологически активных веществ и полнорационных комбикормов с включением сушеного картофеля в кормлении молодняка свиней: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.02.02 / Подобай Георгий Федорович; [Место защиты: Брян. гос. с.-х. акад.]. - Брянск, 2007. - 50 с.

86. Полевик, Н. Д. Повышение эффективности предпосевной СВЧ-обработки семян / Н. Д. Полевик, В. М. Попов, В. А. Бидянов, А. А. Грязнов, А.

Э. Панфилов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 5. – С. 23 – 24.

87. Полевик, Н. Д. Результаты трехлетних экспериментов по предпосевной обработке семян ячменя в многофункциональной СВЧ установке «Импульс-3У» / Н. Д. Полевик, В. М. Попов, В. А. Бидянов, А. А. Грязнов, А. Э. Панфилов // Достижения науки - агропромышленному производству. – 2011. – С. 166.

88. Поротикова, Е. Ю. Научное обоснование технологических решений по приготовлению малосоленой рыбной продукции, упакованной в модифицированных средах: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.18.04 / Поротикова Елена Юрьевна; [Место защиты: Калинингр. гос. техн. ун-т]. - Калининград, 2018. - 24 с.

89. Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. N 717 "О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия" (с изменениями и дополнениями от 8 февраля 2019 г. N 98)

90. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве / И. В. Баскаков, В. И. Оробинский, А. П. Тарасенко [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3(50). – С. 120-126. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2016.3.120. – EDN WYBQNX.

91. Применение систем технического зрения для диагностики качества кормов КРС / В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин, Е. А. Никитин, И. А. Кирюшин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22. – № 5. – С. 770-776. – DOI 10.30766/2072-9081.2021.22.5.770-776. – EDN SYCRQP.

92. Производство комбикормов в условиях личных подсобных и фермерских хозяйств / И. Н. Краснов, В. М. Филин, А. Н. Глобин, Е. А. Ладыгин. – Саратов : Вузовское образование, 2017. – 226 с. – EDN YSMVTP.

93. Прусов, М.В. Теоретическое обоснование параметров процессов загрузки, хранения и выгрузки комбикормов / М.В. Прусов, В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин // Ульяновский государственный аграрный университет им.

П.А. Столыпина (Ульяновск), Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020.– Номер: 1 (49) – С. 6-13.

94. Распределение и контроль мелких примесей при закладке зерна на хранение / В. М. Дринча, И. Н. Аммосов, А. И. Корякин, Л. И. Скрыбыкина // Инновационная деятельность в АПК: состояние, проблемы, перспективы : Сборник материалов научно-практической конференции «XIV Ларионовские чтения». Электронный ресурс, Якутск, 25 февраля 2020 года. Том Часть 2. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2020. – С. 105-113. – EDN FWVNLS.

95. Результаты экспериментальных исследований экструдирования кормов, содержащих зерно пшеницы и биомассу личинок черной львинки / В. И. Пахомов, С. В. Брагинец, О. Н. Бахчевников [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – Т. 21, № 1. – С. 28-42. – DOI 10.30766/2072-9081.2020.21.1.28-42. – EDN YFQWQU.

96. Репин, А.П. Сушки и хранение семенной и фуражной кукурузы: учебник / А.П. Репин, А.И. Науменко. - Киев: Госиздат УССР, 1961г. 68с.

97. Саеед, Е. К. Биологическая активность озона как средства дезинсекции хранящегося зерна : специальность 06.01.11 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Саеед Емад Касим. – Москва, 2004. – 18 с.

98. Семенов А.В. Хранение комбикормов в бескислородной газовой среде / А.В. Семенов, В.М. Долбаненко // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск, 2015. - С. 45-50.

99. Система адаптации дизельного двигателя для работы в помещениях с ограниченным воздухообменом / Е. В. Овчинников, А. Ю. Измайлов, С. Ю. Уютов, Р. С. Федоткин // Экология промышленного производства. – 2021. – № 1(113). – С. 46-50. – DOI 10.52190/2073-2589_2021_1_46. – EDN NYTZKI.

100. Смирнов, В. И. Изгиб пластинок [Текст]: учебное пособие / Смирнов В. И., Видюшенков С. А.; Федеральное агентство ж.-д. трансп.,

Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Петербургский гос. ун-т путей сообщ.". - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2012. - 53 с.

101. Система машин для механизации и автоматизации выполнения процессов при производстве продукции животноводства и птицеводства на период до 2030 года / Н. М. Морозов, П. И. Гриднев, В. И. Сыроватка [и др.]. – Москва : Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 2021. – 180 с. – ISBN 978-5-94600-043-7. – EDN RWAVGL.

102. Современные технологии хранения зерна в хозяйствах: учеб. пособие / А.П. Тарасенко [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2014. – 135 с.

103. Способы и аппликаторы внесения консервантов при заготовке кормов [При производстве силоса]. Дринча В.М. // Кормопроизводство.-2012.-№ 2.-С. 45-48.-Рез. англ.-Библиогр.: с.48. Шифр П2656 // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2013. – № 2. – С. 516.

104. Срок годности пищевых продуктов. Расчет и испытание / под ред. Р. Стеле; пер. с англ. В. Д. Широкова под общ. ред. Ю Г. Базарновой. - Санкт-Петербург: Профессия, 2006. - 479 с.: ил.

105. Строчевой, В. Ф. Ионизация и озонирование воздушной среды : Монография / В.Ф. Строчевой; Моск. гос. ун-т природообустройства. - М. : МГУП, 2003 (Редакционно-издательский отдел МГУП). - 169 с. : ил.; 21 см.; ISBN 5-89231-126-0 (в обл.)

106. Тарасенко, А. П. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна / А. П. Тарасенко, М. Э. Мерчалова, И. В. Баскаков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2009. – № 3(22). – С. 22-25.

107. Теплофизические характеристики пищевых продуктов [Текст] : Справ. пособие / [А. С. Гинзбург, М. А. Громов, Г. И. Красновская, В. С. Уколов] ; Под ред. проф. А. С. Гинзбурга. - Москва : Пищевая пром-сть, 1975. - 223 с. : ил.; 20 см.

108. Технологии и оборудование для производства комбикормов и премиксов: учеб. пособие / В.И. Пахомов, Д.В. Рудой, С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников, А.В. Ольшевская; Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2019. – 228 с.

109. Технология и оборудование для производства комбикормов: в 2-х ч. Ч. I. Технология комбикормов / В.А. Шаршунов, Л.В. Рукшан, Ю.А. Пономаренко и др. – Минск: Мисанта, 2014. – 978 с.

110. Технология и оборудование для производства комбикормов: в 2-х ч. Ч. II. Технологическое оборудование комбикормовых предприятий / В.А. Шаршунов, Л.В. Рукшан, Ю.А. Пономаренко и др. – Минск: Мисанта, 2014. – 815 с.

111. Тимошенко, С. П. Курс теории упругости [Текст] / Под ред. Э. И. Григолюка. - [2-е изд.]. - Киев: Наук. думка, 1972. - 501с.

112. Трисвятский Л.А. Хранение зерна/ Л.А. Издательство: М.: Агропромиздат / 1985 - 5-е изд., перераб. и доп. 351 с., ил.

113. Трисвятский Л.А. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Л.А. Трисвятский и др. – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.

114. Фисинин В.И., Егоров И.А., Драганов И.Ф. Кормление сельскохозяйственной птицы. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011. -344 с.

115. Хохрин, С.Н., Корма и кормление животных: Учеб. пособие / С.Н. Хохрин. - СПб. : Лань, 2002 (ГП Техн. кн.). - 512 с.

116. Хранение комбикормов в бескислородной газовой среде / А.В Семенов, В.М. Долбаненко // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития материалы XIV международной научно-практической конференции, Красноярский государственный аграрный университет (Красноярск) – 2015. – С. 49-53.

117. Хранение комбикормов, содержащих фуза-соевую и мясо-мездровую муку / О.С. Васюкова и Я.Ф. Мартненко // Изв. вузов. Пищевая технология. – 1996. – № 1-2. – С. 230-231.

118. Цугленок, Г. И. Система исследования электротехнологических процессов ВЧ и СВЧ обработки семян : автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.20.02 / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Красноярск, 2003. - 35 с.

119. Цугленок, Н. В. Комплексная система обеззараживания зерна и продуктов его переработки / Н. В. Цугленок, Г. И. Цугленок, Г. Г. Юсупова; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Краснояр. гос. аграр. ун-т (КГАУ). - Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2004. - 210 с.: ил., табл.; 20 см.

120. Цугленок, Н. В. Формирование и развитие структуры электротермических комплексов подготовки семян к посеву: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01, 05.20.02 / Цугленок Николай Васильевич. – Красноярск, 2000. – 386 с.

121. Чеботарев О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О.Н. Чеботарев, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2004. – 688 с.

122. Черников В.А. , Соколов О. А. Экологически безопасная продукция. - Москва: КолосС, 2009. -437 с.

123. Чернышев А.Д., Костенко М.Ю., Безносюк Р.В., Рембалович Г.К. Обоснование параметров регулируемой газовой среды для хранения комбикормов, Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020 – С. 374-377

124. Чернышев, А.Д. Обоснование параметров герметичного вкладыша мягкого контейнера при хранении комбикорма в среде углекислого газа / Чернышев А.Д. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2021. Т. 13. № 2. С. 128-135.

125. Чернышев, А.Д. Установка для уменьшения скважистости сельскохозяйственных продуктов / Чернышев А.Д. // Новые технологии в

учебном процессе и производстве: Материалы XIX международной научно-практической конференции. Под ред. Бакулиной А.А.– Рязань: Ряз. Ин-т (филиал) Моск. Пол. Ун-та, – 2021. – С. 155-156.

126. Чернышов, А.В. Альтернативные способы хранения зерна в хозяйствах / А.В. Чернышов, И.В. Баскаков // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов (Россия, Воронеж, 27-28 марта 2014 г.). – Ч. III. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. – С. 66-70.

127. Шхалахов Р.С. Оптимизация конструкции озонаторов / Р.С. Шхалахов, Е.В. Пантелеев // четвертая южнороссийская научная конференция «Энерго и ресурсосберегающие установки» : материалы / КВВАУЛ. -Краснодар. - 2005. - 159-163.142

128. A. Hind,., Marsh, P. A. and Trother, B. (2000). Development in Grain Storage for Food Security in Developing World Agriculture. Governor Press International. Available on: [http:// www.osh. govt.nz/order/catalogue/archive](http://www.osh.govt.nz/order/catalogue/archive). Retrieved on March, 2013.

129. Church, P. N. Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies // Trends in Food Science & Technology. – 1994. – №5. – P. 345-352.

130. Drincha, V. M. Fundamentals and Prospects for the Technologies Development for Post-Harvest Grain Processing and Seed Preparation / V. M. Drincha, Yu. S. Tsench // Agricultural Machinery and Technologies. – 2020. – Vol. 14. – No 4. – P. 17-25. – DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-4-17-25. – EDN QCBKWJ.

131. Energy-Saving Device for Microclimate Maintenance with Utilization of Low-Grade Heat / D. A. Tikhomirov, A. N. Vasiliev, D. A. Budnikov, A. N. Vasiliev // Innovative Computing Trends and Applications. – Cham : Springer Nature Switzerland AG, 2019. – P. 31-38. – DOI 10.1007/978-3-030-03898-4_4. – EDN UCHWKO.

132. Globin, A. N. Modeling the dispensing process for chopped stalk fodder / A. N. Globin, I. N. Krasnov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Zernograd, Rostov Region, 27–28 августа 2020 года. – Zernograd, Rostov Region, 2021. – P. 012028. – DOI 10.1088/1755-1315/659/1/012028. – EDN QIGDKO.

133. Gritsenko, G.M. Prerequisites for improving the strategic management of grainprocessing enterprises that have mixed fodder production. Fundamental research / G. M. Gritsenko, D. I. Svintsev // Scientific journal. – 2015. - № 10 (part 2). - P. 362-365. <http://www.activestudy.info/rezhimy-i-sposoby-xraneniya-kombikormovogo-syrya/>

134. Knoche, W. Chemical reactions of CO₂ in water. In Biophysics and Physiology of Carbon Dioxide // Berlin: Springer-Verlag. – 1986. – P. 3-11.

135. Kondakova I.A., Levin V.I., Lgova I.P., Lomova Yu.V., Vologzhanina E.A. Antoshina O.A. Mycotoxins of the Grain Mass Are an Important Problem of Agricultural Enterprises//International Journal of Advanced Biotechnology and Research.–2019.– Vol.10, Iss. 2, –P.223-230.

136. Long-term storage of combined feed in containers with unregulated gas medium / A. D. Chernyshev, I. A. Murog, A. V. Baidov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk, 2022. – P. 042030. – DOI 10.1088/1755-1315/981/4/042030. – EDN GVQQOA.

137. Lyhs, U. Microbiological quality of maatjes herring stored in air and under modified atmosphere at 4 and 10°C / U. Lyhs, J. Lahtinenb, R. Schelvis-Smit // Food microbiology – 2007. – Vol. 24. – P. 507-516.

138. Nekrashevich V., Mamonov R., Torzhenova T., Vorobyova I., Khazimov M. Theory and practice of feed silage in containers made of airtight film// BIO Web of Conferences 2019.– Vol. 17 - 2020–№00041

139. Prospects and method of seed grain storage in a container with gas-regulating medium / N. V. Byshov, M. B. Latyshenok, V. A. Makarov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia,

04–05 июля 2020 года. – Omsk City, Western Siberia, 2021. – P. 012118. – DOI 10.1088/1755-1315/624/1/012118.

140. Seed Refinement in the Harvesting and Post-Harvesting Process / V.I. Orobinsky, A.M. Gievsky, I.V. Baskakov, A.V. Chernyshov // Advances in Engineering Research : International Scientific and Practical Conference «AGROSMART – Smart Solutions for Agriculture» (Agro-SMART 2018; Russia, Tyumen, July 16–20, 2018). – Netherlands: Atlantis Press, 2018 – Vol. 151 – Pp. 870–874.

141. Siah, W. M. / W. M. Siah, S. Mohd Tahir // International Food Research Journal. – 2011. – Vol.18, №3. – P. 1091-1095.

142. State program for the development of agriculture and regulation of markets for agricultural products, raw materials and food for 2013-2020 // Collection of legislation of the Russian Federation. – 2012. - № 30. - P. 146-158.

143. Trends in the use of the microwave field in the technological processes of drying and disinfection of grain / A. N. Vasil'yev, A. S. Dorokhov, D. A. Budnikov, A. A. Vasil'yev // AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. – 2020. – Vol. 51. – No 3. – P. 63-68. – EDN GGWPRQ.

144. Velu, S. Effect of modified atmosphere packaging on microbial flora changes in fishery products / S.Velu, F.Abu Bakar, N.A. Mahyudin, N. Saari, M.Z. Zaman // International Food Research Journal. – 2013. - Vol. 20(1). – P. 17-26.

Начальные параметры комбикорма перед хранением

Российская Федерация
 Главное управление ветеринарии Рязанской области
 Испытательная лаборатория Государственное бюджетное учреждение Рязанской области
 «Рязанская областная ветеринарная лаборатория»
 Юридический адрес: ул. Новоселковская, д. 5, Рязань, 390047 телефон/факс: (4912) 77-79-20
 e-mail:secretar@vetlab62.ru, pat@vetlab62.ru, сайт <http://vetlab62.ru>
 Место осуществления деятельности: ул. Новоселковская, д. 5, Рязань, 390047
 Испытательная лаборатория

Протокол испытаний № 16008 от 20.11.2020

При исследовании образца: комбикорм для кур-несушек от 3 месяцев
заказчик: Чернышев Алексей Дмитриевич, Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, Юбилейная ул., д. 4, 81
основание для проведения лабораторных исследований: частное обращение
место отбора проб: Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Новоселковская 4
дата и время отбора проб: 09.11.2020 14:00
отбор проб произвел: Чернышев А.Д.
производство: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КУРСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ", ИНН: 4630001280, Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22 Г, Фактический адрес: Закрытое акционерное общество "Курский комбинат хлебопродуктов", комбикормовый завод (Дубль), Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22г
сопроводительный документ: №629 от 09.11.2020
вид упаковки доставленного образца: полиэтиленовый пакет
состояние образца: удовлетворительное
масса пробы: 2 килограмма
количество проб: 1 проба
дата поступления: 09.11.2020 14:20
даты проведения испытаний: 09.11.2020 - 20.11.2020
фактическое место проведения испытаний: ГБУ РО "Рязанская облветлаборатория"
на соответствие требованиям: Методические указания по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов. Утверждено ГУВ Минсельхоз СССР от 25.02.1985 г.
получен следующий результат:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	НД на метод испытаний
Показатели безопасности						
1	Микроскопические грибы	-	роста микроскопических грибов не обнаружено	-	-	Методические указания по проведению микологических исследований патологического материала и кормов. Утверждено МСХ СССР 24.07.1959 г.

Перепечатка протокола и его частей не допускается без письменного разрешения испытательной лаборатории. Настоящий протокол распространяется только на образцы, представленные для испытаний.

При подготовке и проведении измерений, в помещении лаборатории, соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды.

Информация о наименовании образца и отборе проб приведена согласно сведениям, указанным заказчиком в сопроводительном документе.

Данный протокол не может быть применен в целях оценки соответствия.

Заказчик уведомлен о получении результатов испытаний без указания аттестата аккредитации.

Директор

Руководитель испытательной лаборатории

20.11.2020



А.В. Суханова

Е.Н. Блинова

Ответственный за оформление протокола: Рогова Е.Ю.

Начальные параметры комбикорма перед хранением

Российская Федерация
 Главное управление ветеринарии Рязанской области
 Испытательная лаборатория Государственное бюджетное учреждение Рязанской области
 «Рязанская областная ветеринарная лаборатория»
 Юридический адрес: ул. Новоселковская, д. 5, Рязань, 390047 телефон/факс: (4912) 77-79-20
 e-mail:secretar@vetlab62.ru, pat@vetlab62.ru, сайт <http://vetlab62.ru>
 Место осуществления деятельности: ул. Новоселковская, д. 5, Рязань, 390047
 Испытательная лаборатория

Протокол испытаний № 15984 от 19.11.2020

При исследовании образца: комбикорм для кур-несушек от 3 месяцев
заказчик: Чернышев Алексей Дмитриевич, Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, Юбилейная ул., д. 4, 81
основание для проведения лабораторных исследований: частное обращение
место отбора проб: Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Новоселковская 4
дата и время отбора проб: 09.11.2020 14:00
отбор проб произвел: Чернышев А.Д.
производство: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КУРСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ", ИНН: 4630001280, Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22 Г. Фактический адрес: Закрытое акционерное общество "Курский комбинат хлебопродуктов", комбикормовый завод (Дубль), Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22г
сопроводительный документ: №628 от 09.11.2020
вид упаковки доставленного образца: полиэтиленовый пакет
состояние образца: удовлетворительное
масса пробы: 2 килограмма
количество проб: 1 проба
дата поступления: 09.11.2020 14:20
даты проведения испытаний: 09.11.2020 - 19.11.2020
фактическое место проведения испытаний: ГБУ РО "Рязанская облветлаборатория"
на соответствие требованиям: ГОСТ 18221-2018 Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Общие технические условия
получен следующий результат:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	ИД на метод испытаний
Показатели качества						
1	Кормовые единицы	К е	1,19	-	не нормируется	МУ по оценке качества и питательности кормов
2	Массовая доля каротина	мг/кг	1,7	-	не нормируется	ГОСТ 13496.17-95 - Корма. Методы определения каротина
Физико-химические показатели						
3	Массовая доля сухого вещества	%	87,8	± 1,2	не нормируется	ГОСТ 31640-2012 - Корма. Методы определения содержания сухого вещества
4	Массовая доля сырого жира	%	3,08	± 0,52	3,5-5,0 %	ГОСТ 13496.15-2016 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира
5	Массовая доля сырого протеина	%	14,24	± 0,45	15,5-17,0%	ГОСТ 13496.4-2019 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина
6	Массовая доля сырой клетчатки	%	8,1	± 1,3	не более 2,5-6,0 %	ГОСТ 31675-2012 - Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации
7	Обменная энергия	МДж/кг	12,1	-	не менее 10,88 МДж/кг	МУ по оценке качества и питательности кормов

Перепечатка протокола и его частей не допускается без письменного разрешения испытательной лаборатории.
 Настоящий протокол распространяется только на образцы, представленные для испытаний.
 При подготовке и проведении измерений, в помещении лаборатории, соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды.
 Информация о наименовании образца и отборе проб приведена согласно сведениям, указанным заказчиком в сопроводительном документе.
 Данный протокол не может быть применен в целях оценки соответствия.
 Заказчик уведомлен о получении результатов испытаний без указания аттестата аккредитации.

Директор

Протокол № 15984 от 19.11.2020

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: 543D6398-7DD5-4B0B-BEFA-DCD01E4556F8



А.В. Суханова

Стр. 1 из 2

Начальные параметры комбикорма перед хранением

Российская Федерация
 Главное управление ветеринарии Рязанской области
 Испытательная лаборатория Государственное бюджетное учреждение Рязанской области
 «Рязанская областная ветеринарная лаборатория»
 Юридический адрес: ул. Новоселковская, д. 5, Рязань, 390047 телефон/факс: (4912) 77-79-20
 e-mail:secretar@vetlab62.ru, pat@vetlab62.ru, сайт <http://vetlab62.ru>
 Место осуществления деятельности: ул. Новоселковская, д. 5, Рязань, 390047
 Аттестат аккредитации № RA.RU.21PM51 выдан 15.04.2016 г.
 (дата внесения в реестр аккредитованных лиц 23.03.2016 г.)

Протокол испытаний № 15932 от 19.11.2020

При исследовании образца: комбикорм для кур-несушек от 3 месяцев
 заказчик: Чернышев Алексей Дмитриевич, Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, Юбилейная ул., д. 4, 81
 основание для проведения лабораторных исследований: частное обращение
 место отбора проб: Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Новоселковская 4
 дата и время отбора проб: 09.11.2020 14:00
 отбор проб произвел: Чернышев А.Д.
 производство: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КУРСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ", ИНН: 4630001280,
 Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22 Г, Фактический адрес: Закрытое
 акционерное общество "Курский комбинат хлебопродуктов", комбикормовый завод (Дубль), Российская Федерация,
 Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22г
 сопроводительный документ: №513 от 09.11.2020
 вид упаковки доставленного образца: полиэтиленовый пакет
 состояние образца: удовлетворительное
 масса пробы: 2 килограмма
 количество проб: 1 проба
 дата поступления: 09.11.2020 14:20
 даты проведения испытаний: 09.11.2020 - 19.11.2020
 фактическое место проведения испытаний: ГБУ РО "Рязанская областная лаборатория"
 на соответствие требованиям: Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР
 10.06.1975г.
 получен следующий результат:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	ИД на метод испытаний
Микробиологические показатели						
1	Бактерии рода сальмонелла	г	не обнаружено	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.2.1
2	Токсинообразующие анаэробы	г	не обнаружено	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.6.1, п.2.6.2, п.2.6.4, п.2.6.5
3	Энтеропатогенные типы кишечной палочки	г	не обнаружено	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.5.1, п.2.5.2

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата проверки/аттестации
1	Весы лабораторные ВЛКТ-500	25.08.2020
2	Водяная многоступенчатая баня УТ-4300	12.05.2020
3	Термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ	11.02.2020

Перепечатка протокола и его частей не допускается без письменного разрешения испытательной лаборатории.
 Настоящий протокол распространяется только на образцы, представленные для испытаний.
 При подготовке и проведении измерений, в помещении лаборатории, соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды.
 Информация о наименовании образца и отборе проб приведена согласно сведениям, указанным заказчиком в сопроводительном документе

Директор

Руководитель испытательной лаборатории


 А.В. Суханова
 Е.Н. Блинова

Протокол № 15932 от 19.11.2020

Сгенерировано автоматизированной системой «Вебста» Идентификатор документа: F4A2FCD7-7ED7-4F1C-8DA1-C3F52E396459

Стр. 1 из 1

Результаты хранения комбикорма в среде углекислого газа

Российская федерация
 Главное управление ветеринарии Рязанской области
 Испытательная лаборатория Государственного бюджетного учреждения Рязанской области
 "Рязанская областная ветеринарная лаборатория"
 Юридический адрес: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д. 5, телефон: (4912)77-79-20
 e-mail: secretar@vetlab62.ru, pat@vetlab62.ru, сайт <http://vetlab62.ru>
 Место осуществления деятельности: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д.5
 Уникальный номер записи об аккредитации
 в реестре национальной системы аккредитации RA.RU.21ПМ51
 Дата внесения сведений в реестр аккредитованных лиц 23.03.2016г.

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ГБУ РО
 Рязанская областная
 ветеринарная лаборатория
 А.В. Суханова
 Руководитель ИЛ
 Е.Н. Блинова

Протокол испытаний № 4000 от 05.04.2021

При исследовании образца: комбикорм для кур-несушек №2
 заказчик: Чернышев Алексей Дмитриевич, Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, Юбилейная ул., д. 4, 81
 основание для проведения лабораторных исследований: частное обращение
 место отбора проб: Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Новоселковская 4
 дата и время отбора проб: 25.03.2021
 производство: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КУРСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ", ИНН: 4630001280,
 305025, Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22 Г
 сопроводительный документ: №114 от 25.03.2021
 вид упаковки доставленного образца: полиэтиленовый пакет
 состояние образца: удовлетворительное
 масса пробы: 2 килограмма
 количество проб: 1 проба
 дата поступления: 25.03.2021 12:50
 даты проведения испытаний: 25.03.2021 - 05.04.2021
 фактическое место проведения испытаний: ГБУ РО "Рязанская облветлаборатория"
 на соответствие требованиям: ГОСТ 18221-2018 Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы.
 Общие технические условия; Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г.
 получен следующий результат:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	ИД на метод испытаний
Микробиологические показатели						
1	Бактерии рода сальмонелла	г	не обнаружено	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.2.1
2	Токсикообразующие анаэробы	г	не обнаружено	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.6.1, п.2.6.2, п.2.6.4, п.2.6.5
3	Энтеропатогенные типы кишечной палочки	г	не обнаружено	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.5.1, п.2.5.2
Показатели качества						
4	Кормовые единицы	Кед	1,07	-	не нормируется	МУ по оценке качества и питательности кормов
5	Массовая доля каротина	мг/кг	5,0	-	не нормируется	ГОСТ 13496.17-2019 - Корма. Методы определения каротина, п. 9
Физико-химические показатели						
6	Массовая доля влаги	%	13,1	± 0,3	не более 14,0 %	ГОСТ Р 54951-2012 - Корма для животных. Определение содержания влаги
7	Массовая доля сырого жира	%	3,10	± 0,52	3,5-5,0 %	ГОСТ 13496.15-2016 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира, п. 10
8	Массовая доля сырого протеина	%	15,14	± 0,47	15,50-17,00 %	ГОСТ 13496.4-2019 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания азота и сырого протеина, п. 8
9	Массовая доля сырой золы	%	10,7	± 0,5	не нормируется	ГОСТ 26226-95 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы, п. 1

Протокол № 4000 от 05.04.2021

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: 003F7CDF-01F2-4A6B-98D7-FFA7FB7B8F11

Стр. 1 из 2

Продолжение приложения А

Результаты хранения комбикорма в среде углекислого газа

10	Массовая доля сырой клетчатки	%	8,2	± 1,3	не более 2,5-6,0%	ГОСТ 31675-2012 - Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации, п. 6
11	Обменная энергия	МДж/кг	11,6	-	не менее 10,88 МДж/кг	МУ по оценке качества и питательности кормов

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата поверки/аттестации
1	Весы лабораторные РТ-3100, зав.№61104542	
2	Весы лабораторные ВЛКТ-500, зав. №93	25.08.2020
3	Весы лабораторные электронные ВР-300S, зав.№71008815	25.08.2020
4	Весы электронные LP820, зав.№61104500	25.08.2020
5	Водяная многоместная баня УТ-4300, зав. №196798	25.08.2020
6	Лабораторная электропечь SNOL 4/1100, зав.№095	12.05.2020
7	Секундомер, зав.№7621	04.09.2020
8	Сито лабораторное поперечное У1-ЕСЛ, диаметр ячейки 1,0 мм	03.09.2020
9	Сито лабораторное поперечное У1-ЕСЛ, диаметр ячейки 3,0 мм	20.11.2020
10	Сито лабораторное № 3, диаметр ячейки 0,16 мм, зав.№ 3	20.11.2020
11	Сито лабораторное № 43, диаметр ячейки 0,125 мм, зав.№ 43	20.05.2020
12	Термостат электрический сужовоздушный ТС-1/80 СПУ, зав. №38617	20.05.2020
13	Шкаф сужовоздушный лабораторный ШСвЛ-80, зав.№1112	08.02.2021
		12.05.2020

Перепечатка протокола и его частей не допускается без письменного разрешения испытательной лаборатории.

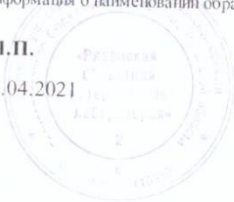
Настоящий протокол распространяется только на образцы, представленные для испытаний.

При подготовке и проведении измерений, в помещении лаборатории, соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды.

Информация о наименовании образца и отборе проб приведена согласно сведениям, указанным заказчиком в сопроводительном документе

М.П.

05.04.2021



Ответственный за оформление протокола: Рогова Е.Ю.

Результаты хранения комбикорма в среде углекислого газа

Российская Федерация
 Главное управление ветеринарии Рязанской области
 Испытательная лаборатория Государственного бюджетного учреждения Рязанской области
 "Рязанская областная ветеринарная лаборатория"
 Юридический адрес: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д. 5, телефон (4912)77-79-20
 e-mail: secretar@vetlab62.ru, pat@vetlab62.ru, сайт <http://vetlab62.ru>
 Место осуществления деятельности: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д.5

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ГБУ РО
 Рязанская областная
 ветеринарная лаборатория
 А.В. Суханова
 Руководитель ИЛ
 Е.Н. Блинова

Протокол испытаний № 4019 от 05.04.2021

При исследовании образца: комбикорм для кур-несушек №2
 заказчик: Чернышев Алексей Дмитриевич, Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, Юбилейная ул., д. 4, 81
 основание для проведения лабораторных исследований: частное обращение
 место отбора проб: Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Новоселковская 4
 дата и время отбора проб: 25.03.2021
 производство: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КУРСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ", ИНН: 4630001280,
 305025, Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22 Г
 сопроводительный документ: №89 от 25.03.2021
 вид упаковки доставленного образца: полиэтиленовый пакет
 состояние образца: удовлетворительное
 масса пробы: 0,3 килограмма
 количество проб: 1 проба
 дата поступления: 25.03.2021 12:50
 даты проведения испытаний: 25.03.2021 - 05.04.2021
 фактическое место проведения испытаний: ГБУ РО "Рязанская облветлаборатория"
 на соответствие требованиям: МУ по санитарно-микробиологической оценке и улучшению качества кормов. Утв.
 25.02.1985г. СТБ
 получен следующий результат:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	ИД на метод испытаний
Показатели безопасности						
1	Микроскопические грибы	-	не обнаружено	-	-	Методические указания по санитарно-микробиологической оценке и улучшению качества кормов. Утверждено ГУВ Минсельхоз СССР от 25.02.1985 г.

Переписка протокола и его частей не допускается без письменного разрешения испытательной лаборатории.
 Настоящий протокол распространяется только на образцы, представленные для испытаний.
 При подготовке и проведении измерений, в помещении лаборатории, соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды.
 Информация о наименовании образца и отборе проб приведена согласно сведениям, указанным заказчиком в сопроводительном документе

М.П.

05.04.2021

Ответственный за оформление протокола: Рогова Е.Ю.

Результаты хранения комбикорма в среде углекислого газа

Российская Федерация
Главное управление ветеринарии Рязанской области
 Испытательная лаборатория Государственного бюджетного учреждения Рязанской области
 "Рязанская областная ветеринарная лаборатория"
 Юридический адрес: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д. 5, телефон: (4912)77-79-20
 e-mail: secretar@vetlab62.ru, pat@vetlab62.ru, сайт <http://vetlab62.ru>
 Место осуществления деятельности: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д.5
 Уникальный номер записи об аккредитации
 в реестре национальной системы аккредитации RA.RU.21ПМ51
 Дата внесения сведений в реестр аккредитованных лиц 23.03.2016г.

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ГБУ РО
 Рязанская областная
 ветеринарная лаборатория
 А.В. Суханова
 Руководитель ИЛ
 Е.Н. Блинова

Протокол испытаний № 3764 от 30.03.2021

При исследовании образца: комбикорм для кур-несушек №2
заказчик: Чернышев Алексей Дмитриевич, Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, Юбилейная ул., д. 4, 81
основание для проведения лабораторных исследований: частное обращение
место отбора проб: Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Новоселковская 4
дата и время отбора проб: 25.03.2021
производство: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КУРСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ", ИНН: 4630001280, 305025, Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22 Г
сопроводительный документ: №117 от 25.03.2021
вид упаковки доставленного образца: полиэтиленовый пакет
состояние образца: удовлетворительное
масса пробы: 1 килограмм
количество проб: 1 проба
дата поступления: 25.03.2021 12:50
даты проведения испытаний: 25.03.2021 - 30.03.2021
фактическое место проведения испытаний: ГБУ РО "Рязанская облветлаборатория"
на соответствие требованиям: ГОСТ 31674-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности.
получен следующий результат:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	НД на метод испытаний
Показатели качества						
1	Общая токсичность биопроба на мышцах	-	не токсичен	-	не допускается	ГОСТ 31674-2012 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности, п. 5

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата поверки/аттестации
1	Весы электронные LP820, зав.№61104500	25.08.2020
2	Водяная глубокая/многоместная баня УТ-4329Е, зав.№730917	10.09.2020
3	Сито лабораторное поверочное У1-ЕСЛ, диаметр ячейки 1,0 мм	20.11.2020

Перепечатка протокола и его частей не допускается без письменного разрешения испытательной лаборатории.

Настоящий протокол распространяется только на образцы, представленные для испытаний.

При подготовке и проведении измерений, в помещении лаборатории, соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды.

Информация о наименовании образца и отборе проб приведена согласно сведениям, указанным заказчиком в сопроводительном документе



Ответственный за оформление протокола: Бузунова М.А.

Протокол № 3764 от 30.03.2021

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: DB7CC913-DB49-4DB0-A9A7-ECF0EA158BEA

Стр. 1 из 1

Результаты хранения комбикорма в вакуумной среде

Российская федерация
 Главное управление ветеринарии Рязанской области
 Испытательная лаборатория Государственного бюджетного учреждения Рязанской области
 "Рязанская областная ветеринарная лаборатория"
 Юридический адрес: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д. 5, телефон: (4912)77-79-20
 e-mail: secretar@vetlab62.ru, pat@vetlab62.ru, сайт <http://vetlab62.ru>
 Место осуществления деятельности: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д.5
 Уникальный номер записи об аккредитации
 в реестре национальной системы аккредитации RA.RU.21PM51
 Дата внесения сведений в реестр аккредитованных лиц 23.03.2016г.

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ГБУ РО
 Рязанская областная
 ветеринарная лаборатория
 А.В. Суханова
 Руководитель ИЛ
 Е.Н. Блинова

Протокол испытаний № 3965 от 05.04.2021

При исследовании образца: комбикорм для кур-несушек №3
 заказчик: Чернышев Алексей Дмитриевич, Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, Юбилейная ул., д. 4, 81
 основание для проведения лабораторных исследований: частное обращение
 место отбора проб: Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Новоселковская 4
 дата и время отбора проб: 25.03.2021
 производство: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КУРСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ", ИНН: 4630001280,
 305025, Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22 Г
 сопроводительный документ: №115 от 25.03.2021
 вид упаковки доставленного образца: полиэтиленовый пакет
 состояние образца: удовлетворительное
 масса пробы: 2 килограмма
 количество проб: 1 проба
 дата поступления: 25.03.2021 12:50
 даты проведения испытаний: 25.03.2021 - 05.04.2021
 фактическое место проведения испытаний: ГБУ РО "Рязанская облветлаборатория"
 на соответствие требованиям: ГОСТ 18221-2018 Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы.
 Общие технические условия; Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г.
 получен следующий результат:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	НД на метод испытаний
Микробиологические показатели						
1	Бактерий рода сальмонелла	г	не обнаружено	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.2.1
2	Токсинообразующие анаэробы	г.	не обнаружено	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.6.1, п.2.6.2, п.2.6.4, п.2.6.5
3	Энтеропатогенные типы кишечной палочки	г	обнаружено (выделена культура Escherichia coli)	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.5.1, п.2.5.2
Показатели качества						
4	Кормовые единицы	К. ед.	1,09	-	не нормируется	МУ по оценке качества и питательности кормов
5	Массовая доля каротина	мг/кг	5,0	-	не нормируется	ГОСТ 13496.17-2019 - Корма. Методы определения каротина, п. 9
Физико-химические показатели						
6	Массовая доля влаги	%	12,9	± 0,3	не более 14,0 %	ГОСТ Р 54951-2012 - Корма для животных. Определение содержания влаги
7	Массовая доля сырого жира	%	3,20	± 0,53	3,5-5,0 %	ГОСТ 13496.15-2016 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира, п. 10
8	Массовая доля сырого протеина	%	15,23	± 0,48	15,5-17,00 %	ГОСТ 13496.4-2019 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания азота и сырого протеина, п. 8
9	Массовая доля сырой золы	%	9,8	± 0,4	не нормируется	ГОСТ 26226-95 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы, п.1

Протокол № 3965 от 05.04.2021

Сгенерировано автоматизированной системой «Веستا». Идентификатор документа: 6286A3A0-3E62-45F8-8499-F6B9F954C527

Стр. 1 из 2

Результаты хранения комбикорма в вакуумной среде

10	Массовая доля сырой клетчатки	%	9,1	± 1,4	Не более 2,5-6,0 %	ГОСТ 31675-2012 - Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации, п.6
11	Обменная энергия	МДж/кг	11,5	-	Не менее 10,88 МДж/кг	МУ по оценке качества и питательности кормов

Применяемое оборудование:

№ ш/п	Наименование оборудования	Дата поверки/аттестации
1	Весы лабораторные РТ-3100, зав.№61104542	25.08.2020
2	Весы лабораторные В/ИКТ-500, зав. №93	25.08.2020
3	Весы лабораторные электронные ВР-300S, зав.№71008815	25.08.2020
4	Весы электронные LP820, зав.№61104500	25.08.2020
5	Водяная многоступенчатая баня УТ-4300, зав. №196798	12.05.2020
6	Лабораторная электропечь SNOL 4/1100, зав.№6095	04.09.2020
7	Секундомер, зав.№7621	03.09.2020
8	Сито лабораторное поверочное У1-ЕСЛ, диаметр ячейки 1,0 мм	20.11.2020
9	Сито лабораторное поверочное У1-ЕСЛ, диаметр ячейки 3,0 мм	20.11.2020
10	Сито лабораторное № 3, диаметр ячейки 0,16 мм, зав.№ 3	20.05.2020
11	Сито лабораторное № 43, диаметр ячейки 0,125 мм, зав.№ 43	20.05.2020
12	Термостат электрический сузовоздушный ТС-1/80 СТУ, зав. №38617	08.02.2021
13	Шкаф сузовоздушный лабораторный ШСЛ-80, зав.№1112	12.05.2020

Перепечатка протокола и его частей не допускается без письменного разрешения испытательной лаборатории.

Настоящий протокол распространяется только на образцы, представленные для испытаний.

При подготовке и проведении измерений, в помещении лаборатории, соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды.

Информация о наименовании образца и отборе проб приведена согласно сведениям, указанным заказчиком в сопроводительном документе

М.П.

05.04.2021

Ответственный за оформление протокола: Рогова Е.Ю.

Результаты хранения комбикорма в вакуумной среде

Российская Федерация
 Главное управление ветеринарии Рязанской области
 Испытательная лаборатория Государственного бюджетного учреждения Рязанской области
 "Рязанская областная ветеринарная лаборатория"
 Юридический адрес: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д. 5, телефон (4912)77-79-20
e-mail:secretar@vetlab62.ru, pat@vetlab62.ru, сайт <http://vetlab62.ru>
 Место осуществления деятельности: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д.5

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ГБУ РО
 Рязанская областная
 ветеринарная лаборатория
 А.В. Суханова
 Руководитель ИЛ
 Е.Н. Блинова

Протокол испытаний № 4017 от 05.04.2021

При исследовании образца: комбикорм для кур-несушек №3
 заказчик: Чернышев Алексей Дмитриевич, Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, Юбилейная ул., д. 4, 81
 основание для проведения лабораторных исследований: частное обращение
 место отбора проб: Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Новоселковская 4
 дата и время отбора проб: 25.03.2021
 производство: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КУРСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ", ИНН: 4630001280,
 305025, Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22 Г
 сопроводительный документ: №90 от 25.03.2021
 вид упаковки доставленного образца: полиэтиленовый пакет
 состояние образца: удовлетворительное
 масса пробы: 0,3 килограмма
 количество проб: 1 проба
 дата поступления: 25.03.2021 12:50
 даты проведения испытаний: 25.03.2021 - 05.04.2021
 фактическое место проведения испытаний: ГБУ РО "Рязанская областная ветеринарная лаборатория"
 на соответствие требованиям: МУ по санитарно-микробиологической оценке и улучшению качества кормов. Утв.
 25.02.1985г. СТБ
 получен следующий результат:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	ИД на метод испытаний
Показатели безопасности						
1	Микроскопические грибы	-	обнаружен рост грибов рода <i>Penicillium</i> spp.	-	-	Методические указания по санитарно-микробиологической оценке и улучшению качества кормов. Утверждено ГУВ Минсельхоз СССР от 25.02.1985 г.

Переписка протокола и его частей не допускается без письменного разрешения испытательной лаборатории.

Настоящий протокол распространяется только на образцы, представленные для испытаний.

При подготовке и проведении измерений, в помещении лаборатории, соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды.

Информация о наименовании образца и отборе проб приведена согласно сведениям, указанным заказчиком в сопроводительном документе

М.П.

05.04.2021

Ответственный за оформление протокола: Рогова Е.Ю.

Результаты хранения комбикорма в воздушной среде

Российская федерация
Главное управление ветеринарии Рязанской области
 Испытательная лаборатория Государственного бюджетного учреждения Рязанской области
 "Рязанская областная ветеринарная лаборатория"
 Юридический адрес: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д. 5, телефон: (4912)77-79-20
 e-mail: secretar@vetlab62.ru, pat@vetlab62.ru, сайт <http://vetlab62.ru>
 Место осуществления деятельности: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д.5
 Уникальный номер записи об аккредитации
 в реестре национальной системы аккредитации RA.RU.21PM51
 Дата внесения сведений в реестр аккредитованных лиц 23.03.2016г.

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ГБУ РО
 Рязанская областная
 ветеринарная лаборатория
 А.В. Суханова
 Руководитель ИЛ
 Е.Н. Блинова

Протокол испытаний № 4016 от 05.04.2021

При исследовании образца: комбикорм для кур-несушек №1
заказчик: Чернышев Алексей Дмитриевич, Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, Юбилейная ул., д. 4, 81
основание для проведения лабораторных исследований: частное обращение
место отбора проб: Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Новоселковская 4
дата и время отбора проб: 25.03.2021
производство: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КУРСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ", ИНН: 4630001280,
 305025, Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22 Г
сопроводительный документ: №113 от 25.03.2021
вид упаковки доставленного образца: полиэтиленовый пакет
состояние образца: удовлетворительное
масса пробы: 2 килограмма
количество проб: 1 проба
дата поступления: 25.03.2021 12:50
даты проведения испытаний: 25.03.2021 - 05.04.2021
фактическое место проведения испытаний: ГБУ РО "Рязанская облветлаборатория"
на соответствие требованиям: ГОСТ 18221-2018 Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы.
 Общие технические условия; Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г.
получен следующий результат:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	ИД на метод испытаний
Микробиологические показатели						
1	Бактерии рода сальмонелла	г	не обнаружено	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.2.1
2	Токсинообразующие анаэробы	г	не обнаружено	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.6.1, п.2.6.2, п.2.6.4, п.2.6.5
3	Энтеропатогенные типы кишечной палочки	г	обнаружено (выделена культура <i>Escherichia coli</i>)	-	не допускается	Правила бактериологического исследования кормов, утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г., п.2.5.1, п.2.5.2
Показатели качества						
4	Кормовые единицы	К. ед.	1,11	-	не нормируется	МУ по оценке качества и питательности кормов
5	Массовая доля каротина	мг/кг	5,0	-	не нормируется	ГОСТ 13496.17-2019 - Корма. Методы определения каротина, п. 9
Физико-химические показатели						
6	Массовая доля влаги	%	11,9	± 0,3	не более 14,0 %	ГОСТ Р 54951-2012 - Корма для животных. Определение содержания влаги
7	Массовая доля сырого жира	%	3,90	± 0,57	3,5-5,0 %	ГОСТ 13496.15-2016 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира, п. 10
8	Массовая доля сырого протеина	%	15,66	± 0,49	15,50-17,00 %	ГОСТ 13496.4-2019 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания азота и сырого протеина, п. 8
9	Массовая доля сырой зола	%	10,1	± 0,4	не нормируется	ГОСТ 26226-95 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой зола, п. 1

Протокол № 4016 от 05.04.2021

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: 9B3E3D4-2403-452B-8439-3CA725583CEB

Стр. 1 из 2

Результаты хранения комбикорма в воздушной среде

10	Массовая доля сырой клетчатки	%	8,7	± 1,4	не более 2,5-6,0%	ГОСТ 31675-2012 - Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации, п. 6
11	Обменная энергия	МДж/кг	11,7	-	Не менее 10,88 МДж/кг	МУ по оценке качества и питательности кормов

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата поверки/аттестации
1	Весы лабораторные РТ-3100, зав.№61104542	25.08.2020
2	Весы лабораторные ВЛКТ-500, зав. №93	25.08.2020
3	Весы лабораторные электронные ВР-300S, зав.№71008815	25.08.2020
4	Весы электронные LP820, зав.№61104500	25.08.2020
5	Водяная многоступенчатая баня УТ-4300, зав. №196798	12.05.2020
6	Лабораторная электропечь SNOL 4 1100, зав.№095	04.09.2020
7	Секундомер, зав.№7621	03.09.2020
8	Сито лабораторное поверочное У1-ЕСС1, диаметр ячейки 1,0 мм	20.11.2020
9	Сито лабораторное поверочное У1-ЕСС1, диаметр ячейки 3,0 мм	20.11.2020
10	Сито лабораторное № 3, диаметр ячейки 0,16 мм, зав.№ 3	20.05.2020
11	Сито лабораторное № 43, диаметр ячейки 0,125 мм, зав.№ 43	20.05.2020
12	Термостат электрический сушевоздушный ТС-1/80 СПУ, зав. №38617	08.02.2021
13	Шкаф сушевоздушный лабораторный ШСвЛ-80, зав.№1112	12.05.2020

Переписка протокола и его частей не допускается без письменного разрешения испытательной лаборатории.

Настоящий протокол распространяется только на образцы, представленные для испытаний.

При подготовке и проведении измерений, в помещении лаборатории, соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды.

Информация о наименовании образца и отборе проб приведена согласно сведениям, указанным заказчиком в сопроводительном документе

М.П.

05.04.2021



Ответственный за оформление протокола: Рогова Е.Ю.

Результаты хранения комбикорма в воздушной среде

Российская Федерация
 Главное управление ветеринарии Рязанской области
 Испытательная лаборатория Государственного бюджетного учреждения Рязанской области
 "Рязанская областная ветеринарная лаборатория"
 Юридический адрес: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д. 5, телефон (4912)77-79-20
 e-mail: secretar@vetlab62.ru, pat@vetlab62.ru, сайт <http://vetlab62.ru>
 Место осуществления деятельности: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д.5

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ГБУ РО
 Рязанская областная
 ветеринарная лаборатория
 А.В. Суханова
 Руководитель ИЛ
 Е.Н. Блинова

Протокол испытаний № 4018 от 05.04.2021

При исследовании образца: комбикорм для кур-несушек №1
 заказчик: Чернышев Алексей Дмитриевич, Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, Юбилейная ул., д. 4, 81
 основание для проведения лабораторных исследований: частное обращение
 место отбора проб: Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Новоселковская 4
 дата и время отбора проб: 25.03.2021
 производство: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КУРСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ", ИНН: 4630001280, 305025, Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22 Г
 сопроводительный документ: №88 от 25.03.2021
 вид упаковки доставленного образца: полиэтиленовый пакет
 состояние образца: удовлетворительное
 масса пробы: 0,3 килограмма
 количество проб: 1 проба
 дата поступления: 25.03.2021 12:50
 даты проведения испытаний: 25.03.2021 - 05.04.2021
 фактическое место проведения испытаний: ГБУ РО "Рязанская облветлаборатория"
 на соответствие требованиям: МУ по санитарно-микробиологической оценке и улучшению качества кормов. Утв. 25.02.1985г. СТБ
 получен следующий результат:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	НД на метод испытаний
Показатели безопасности						
1	Микроскопические грибы	-	не обнаружено	-	-	Методические указания по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов. Утверждено ГУВ Минсельхоз СССР от 25.02.1985 г.

Переписка протокола и его частей не допускается без письменного разрешения испытательной лаборатории.
 Настоящий протокол распространяется только на образцы, представленные для испытаний.
 При подготовке и проведении измерений, в помещении лаборатории, соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды.
 Информация о наименовании образца и отборе проб приведена согласно сведениям, указанным заказчиком в сопроводительном документе

М.П.

05.04.2021

Ответственный за оформление протокола: Рогова Е.Ю.

Результаты хранения комбикорма в воздушной среде

Российская федерация
Главное управление ветеринарии Рязанской области
 Испытательная лаборатория Государственного бюджетного учреждения Рязанской области
 "Рязанская областная ветеринарная лаборатория"
 Юридический адрес: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д. 5, телефон: (4912)77-79-20
 e-mail: secretar@vetlab62.ru, pat@vetlab62.ru, сайт <http://vetlab62.ru>
 Место осуществления деятельности: 390047, г. Рязань, ул. Новоселковская, д. 5
 Уникальный номер записи об аккредитации
 в реестре национальной системы аккредитации RA.RU.21PM51
 Дата внесения сведений в реестр аккредитованных лиц 23.03.2016г.

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ГБУ РО
 Рязанская областная
 ветеринарная лаборатория
 А.В. Суханова
 Руководитель ИЛ
 Е.Н. Блинова

Протокол испытаний № 3763 от 30.03.2021

При исследовании образца: комбикорм для кур-несушек №1
заказчик: Чернышев Алексей Дмитриевич, Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, Юбилейная ул., д. 4, 81
основание для проведения лабораторных исследований: частное обращение
место отбора проб: Российская Федерация, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Новоселковская 4
дата и время отбора проб: 25.03.2021
производство: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КУРСКИЙ КОМБИНАТ ХЛЕБОПРОДУКТОВ", ИНН: 4630001280, 305025, Российская Федерация, Курская обл., г. Курск, Магистральный проезд, д. 22 Г
сопроводительный документ: №116 от 25.03.2021
вид упаковки доставленного образца: полиэтиленовый пакет
состояние образца: удовлетворительное
масса пробы: 1 килограмм
количество проб: 1 проба
дата поступления: 25.03.2021 12:50
даты проведения испытаний: 25.03.2021 - 30.03.2021
фактическое место проведения испытаний: ГБУ РО "Рязанская облветлаборатория"
на соответствие требованиям: ГОСТ 31674-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности.
получен следующий результат:

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив	НД на метод испытаний
Показатели качества						
1	Общая токсичность биопроба на мышах	-	не токсичен	-	не допускается	ГОСТ 31674-2012 - Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности, п. 5

Применяемое оборудование:

№ п/п	Наименование оборудования	Дата проверки/аттестации
1	Весы электронные LP820, зав.№61104500	25.08.2020
2	Водяная глубокая/многоместная баня УТ-4329Е, зав.№730917	10.09.2020
3	Сито лабораторное поверочное У1-ЕСЛ, диаметр ячейки 1,0 мм	20.11.2020

Перепечатка протокола и его частей не допускается без письменного разрешения испытательной лаборатории.

Настоящий протокол распространяется только на образцы, представленные для испытаний.

При подготовке и проведении измерений, в помещении лаборатории, соблюдены необходимые требования к условиям окружающей среды.

Информация о наименовании образца и отборе проб приведена согласно сведениям, указанным заказчиком в сопроводительном документе



Ответственный за оформление протокола: Бузунова М.А.

Протокол № 3763 от 30.03.2021

Сгенерировано автоматизированной системой «Веста». Идентификатор документа: 9F3A24E0-F01F-46BF-9D18-EDF3F9D0ABCC

Стр. 1 из 1

Таблица 1 – Результаты исследования деформации боковой стенки кассеты при сжатии мягкого контейнера

Осевое усилие сжатия, Н	Толщина пленки, мкм	Средние значения деформации боковой стенки кассеты, мм
250	200	3,8
200	200	3,7
150	200	1,3
250	150	3,6
200	150	2,9
150	150	1,7
250	100	3,7
200	100	3,1
150	100	2,2

Приложение В

Таблица 1 – Изменение величины перемещения штока с платформой в цилиндре в зависимости от прилагаемого веса

№ эксперимента	Изменение высоты штока, мм	Плотность укладки	Скважистость	Прилагаемая нагрузка		Давление штока на комбикорм
				кг	Н	кПа
1	88	42,65481	57,34519	–	–	–
2	86	43,64678	56,35322	2,5	24,525	355,434
3	85	44,16027	55,83973	5	49,05	710,869
4	85	44,16027	55,83973	7,5	73,57	1066,304
5	84	44,68599	55,31401	10	98,1	1421,739
6	83,5	44,95357	55,04643	12,5	122,75	1778,985
7	83	45,22438	54,77562	15	147,15	2132,608
8	83	45,22438	54,77562	17,5	171,67	2488,043
9	82	45,77589	54,22411	20	196,2	2843,478
10	82	45,77589	54,22411	22,5	220,72	3198,913
11	82	45,77589	54,22411	25	245,25	3554,347

Таблица 1 – Исследование массы углекислого газа для заполнения мягкого контейнера с комбикормом

Номер наблюдения	Масса углекислого газа на заправку одного контейнера
1	0,87
2	0,88
3	0,83
4	0,84
5	0,8
6	0,85
7	0,86
8	0,81
9	0,88
10	0,85
11	0,79
12	0,85
13	0,84
14	0,8
15	0,89
16	0,83
17	0,85
18	0,77
19	0,87
20	0,82
21	0,82
22	0,9
23	0,81
24	0,89
25	0,84
26	0,81
27	0,86
28	0,91

Таблица 1 – Величина активной мощности при работе компрессора

Время, с	Давление пневмо- домкратов, МПа	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, кВАр	Полная мощность, кВА
0	0	0,262	0,26	0,270
1	0,02	0,275	0,268	0,279
3	0,04	0,278	0,261	0,281
4	0,07	0,281	0,255	0,284
6	0,09	0,288	0,256	0,289
7	0,12	0,290	0,259	0,292
8	0,15	0,295	0,254	0,294
10	0,17	0,299	0,267	0,295
12	0,19	0,301	0,27	0,303
13	0,22	0,304	0,285	0,305
14	0,26	0,306	0,277	0,306
16	0,28	0,308	0,281	0,310
18	0,3	0,310	0,279	0,312
20	0,32	0,312	0,284	0,314

Таблица 2 – Величина активной мощности при работе запаивателя полиэтиленовой пленки

Время, с	Температура нагрева, °С	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, кВАр	Полная мощность, кВА
5	120	0,751	0,277	0,753
4	140	0,755	0,282	0,756
3	160	0,760	0,285	0,759
2	180	0,766	0,285	0,767
1,4	200	0,771	0,290	0,771
0,8	220	0,782	0,295	0,782

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор по производству

ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА»

Сараевского района Рязанской области

Шустов М.С.
« » « » «Рязанские комбикорма» 2020 года



Акт

о проведении внедрения технологии
хранения комбикормов в газовой среде

Мы, нижеподписавшиеся представители ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА» Сараевского района Рязанской области: директор по производству Шустов М.С., начальник производства Осокин А.Н., главный инженер Лесков С.В. и представители ВПО ФГУ РГАТУ: зав. кафедрой ТМ и РМ Рембалович Г.К., профессор кафедры ТМ и РМ Костенко М.Ю., доцент кафедры ТМ и РМ Безносюк Р.В., соискатель кафедры ТМ и РМ Чернышев А.Д. составили настоящий акт в том, что в 2019-2020 годов в ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА» Сараевского района Рязанской области проходили производственные испытания технологии хранения комбикормов в газовой среде .

При внедрении технологии хранения комбикормов в газовой среде была разработана конструкция устройства для затаривания и насыщения комбикормов углекислым газом, а также установки для поддержания определенного давления газовой среды при хранении в мягких герметичных контейнерах. В подобной газовой среде хранят комбикорма и некоторые другие продукты. Это позволяет сохранить питательные вещества комбикормов в течение длительного времени.

Требования к оборудованию создания газовой среды:

Продолжение приложения Е

- концентрация кислорода в РГС в мягких герметичных контейнерах должна быть менее 3%;

- при сроке хранения 3 месяцев удельный расход РГС должен быть менее 2 м³/т;

- температура корма во время хранения в РГС не должна повышаться более 303 К (30°C).

Применение предложенной технологии хранения комбикормов в газовой среде ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА» Сараевского района Рязанской области позволило снизить потери питательных веществ при хранении комбикорма в течении 3 месяцев:

- каротина на 67%;
- сырого жира на 41,2 %;
- сырого протеина на 19,6 %;
- бактерий рода сальмонелла не обнаружено;
- токсинообразующие анаэробы не обнаружены;
- энтеропатагенные типы кишечной палочки не обнаружены;
- роста микроскопических грибов не обнаружено.

С применением предлагаемой технологии хранения комбикормов в газовой среде было проведено хранение 28 тонн.

Директор по производству

Начальник производства

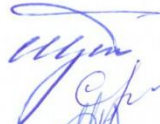






Главный инженер

Зав. кафедрой ТМ и РМ

Профессор кафедры ТМ и РМ

Доцент кафедры ТМ и РМ

Соискатель кафедры ТМ и РМ

 Шустов М.С.
 Осокин А.Н.
 Лесков С.В.
 Рембалович Г.К.
 Костенко М.Ю.
 Безносюк Р.В.
 Чернышев А.Д.



**Общество с ограниченной ответственностью
«РУДО-ИндоСтар»**

390044, г. Рязань, ул. Западная, д. 1, тел. (4912) 34 09 01;
ИНН 6229041400 КПП 622901001 р/с 40702810153000005667 в РЯЗАНСКОЕ
ОТДЕЛЕНИЕ №8606 ПАО СБЕРБАНКА Г.РЯЗАНЬ, БИК 046126614, к/сч.
30101810500000000614

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ООО «РУДО-ИНДОСТАР»

Старожиловского района

Рязанской области



Ретинский Л.М.

2020 года

Акт

о проведении внедрения технологии
хранения комбикормов в газовой среде

Мы, нижеподписавшиеся представители ООО «РУДО-ИНДОСТАР» Старожиловского района Рязанской области директор Ретинский Л.М., управляющий производством Михин С.В., главный инженер Широков А.Е. и представители ВПО ФГУ РГАТУ зав. кафедрой ТМ и РМ Рембалович Г.К., профессор кафедры ТМ и РМ Костенко М.Ю., доцент кафедры ТМ и РМ Безносюк Р.В., соискатель кафедры ТМ и РМ Чернышев А.Д. составили настоящий акт в том, что в 2019-2020 годов в ООО «РУДО-ИНДОСТАР» Старожиловского района Рязанской области проходили производственные испытания технологии хранения комбикормов в газовой среде.

При внедрении технологии хранения комбикормов в газовой среде была разработана конструкция затаривающего устройства для затаривания и насыщения комбикормов углекислым газом, а также установки для поддержания определенного давления газовой среды при хранении в силосах. В подобной РГС хранят компоненты комбикормов, жиры и

некоторые другие продукты. Это позволяет сохранить питательные вещества комбикормов в течение длительного времени.

Требования к оборудованию создания РГС:

- концентрация кислорода в РГС в бункере оборудования (мягких контейнерах) должна быть менее 3%;

- при сроке хранения 6 месяцев удельный расход РГС должен быть менее $6 \text{ м}^3/\text{т}$;

- при сроке хранения 6 месяцев сохранность каротина должна быть больше 90%;

- температура корма во время хранения в РГС не должна повышаться более 303 К (30°C);

- коэффициент технического использования – не менее 0,95.

Применение предложенной технологии хранения комбикормов в газовой среде ООО «РУДО-ИНДОСТАР» Старожиловского района Рязанской области позволило снизить потери питательных веществ при хранении комбикорма в течении 3 месяцев:

- жир на 37,6 %;

- протеин на 14,1 % .

С применением предлагаемой технологии хранения комбикормов в газовой среде было проведено хранение 120 тонн. Годовой экономический эффект в расчете на одну тонну составил 54000 руб/т.

Директор

Управляющий производством

Главный инженер

Зав. кафедрой ТМ и РМ

Профессор кафедры ТМ и РМ

Доцент кафедры ТМ и РМ

Соискатель кафедры ТМ и РМ

Ретинский Л.М.

Михин С.В.

Широков А.Е.

Рембалович Г.К.

Костенко М.Ю.

Безносюк Р.В.

Чернышев А.Д.

Коммерческое предложение на поставку комбикорма сроком хранения до 5 дней

Общество с ограниченной ответственностью «Рязанские Комбикорма»

391860, Рязанская область, Сараевский р-н, рп Сарай, 1 Мая ул., д.32

ОГРН 1126225000615, ИНН 6217000920, КПП 621701001

E-mail: rzk_buh@rregion.ru, rk-gbuh@verda.info

ООО «Рязанские Комбикорма» направляет коммерческое предложение на поставку комбикорм для кур-несушек до 45 недели, приготовленному по СТО 01535720-009-2019. Срок хранения комбикорма на складе не превышает 5 суток с момента его приготовления.

Наименование услуги	Количество, т	Стоимость за тонну, руб	Стоимость услуги
Продажа комбикорма для кур-несушек до 45 недели	15	28800	432 000 (четыреста тридцать две тысячи) рублей с учетом НДС

В стоимость услуги не включена цена доставки.

Директор по производству _____ / Склюев Павел Петрович



ОГРН	1126225000615
Расчётный счет	40702810825250000073
Корреспондентский счет	301018101452500000411
БИК банка	044525411
Банк	Финанс «Центральный» Банка ВТБ (ПАО)

Коммерческое предложение на поставку комбикорма сроком хранения от 35 до 45 дней

Общество с ограниченной ответственностью «Рязанские Комбикорма»

391860, Рязанская область, Сараевский р-н, рп Сараи, 1 Мая ул., д.32

ОГРН 1126225000615, ИНН 6217000920, КПП 621701001

E-mail: rzk_buh@rregion.ru, rk-gbuh@verda.info

ООО «Рязанские Комбикорма» направляет коммерческое предложение на поставку комбикорм для кур-несушек до 45 недели, приготовленному по СТО 01535720-009-2019. Срок хранения комбикорма на складе от 35 до 45 суток с момента его приготовления.

Наименование услуги	Количество, т	Стоимость за тонну, руб	Стоимость услуги
Продажа комбикорма для кур-несушек до 45 недели	15	19600	294 000 (четыреста тридцать две тысячи) рублей с учетом НДС

В стоимость услуги не включена цена доставки.

Директор по производству / Склюев Павел Петрович



ОГРН	1126225000615
Расчётный счет	40702810825250000073
Корреспондентский счет	30101810145250000411
БИК банка	044525411
Банк	Филиал «Центральная» Банка ВТБ (ПАО)

**XXV Московский международный
Салон изобретений и инновационных технологий**



«АРХИМЕД 2022»

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПРИЗ

**Лучшее изобретение в интересах
агропромышленного комплекса
Российской Федерации**

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева»
за проект: «Устройство для упаковки сельскохозяйственных
продуктов»

авторы: *Шемякин Александр Владимирович,*
Борычев Сергей Николаевич, Костенко Михаил Юрьевич,
Рембалович Георгий Константинович,
Чернышев Алексей Дмитриевич,
Безносюк Роман Владимирович

**Председатель
Международного Жюри,
академик,
член президиума РАН**

С.М. Алдошин

Президент Салона

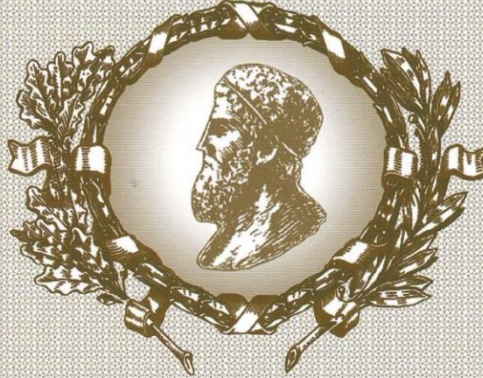
Д.И. Зезюлин

**Руководитель
Федеральной службы
по интеллектуальной
собственности**

Ю.С. Зубов

Россия, Москва, 29.03 - 31.03.2022 г.

**XXV Московский международный
Салон изобретений и инновационных технологий**



«АРХИМЕД 2022»

ДИПЛОМ

Решением Международного Жюри
награждается

БРОНЗОВОЙ МЕДАЛЬЮ

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева»
авторы: Шемякин Александр Владимирович,
Борычев Сергей Николаевич, Костенко Михаил Юрьевич,
Рембалович Георгий Константинович,
Чернышев Алексей Дмитриевич, Безносюк Роман Владимирович
за проект: «Устройство для упаковки
сельскохозяйственных продуктов»

Председатель
Международного Жюри,
академик,
член президиума РАН

С.М. Алдошин

Президент Салона

Д.И. Зезюлин

Руководитель
Федеральной службы
по интеллектуальной
собственности

Ю.С. Зубов

Россия, Москва, 29.03 - 31.03.2022 г.