

На правах рукописи



ЧЕРНЫШЕВ АЛЕКСЕЙ ДМИТРИЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПАКОВКИ КОМБИКОРМА ДЛЯ
ХРАНЕНИЯ**

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Рязань - 2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор

Костенко Михаил Юрьевич

Официальные

Дринча Василий Михайлович,

оппоненты:

доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», профессор кафедры «Технологические системы АПК»

Глобин Андрей Николаевич,

доктор технических наук, доцент, Азово-Черноморский инженерный институт-филиал ФГБОУ ВО "Донской государственный аграрный университет" в г. Зернограде, профессор кафедры «Технологии и средства механизации АПК»

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Защита диссертации состоится «05» июля 2023 года в 12.00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.031.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» по адресу 390044, Рязанская область, г. Рязань, ул. Костычева, д.1, зал заседаний диссертационного совета.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО РГАТУ, на сайте: www.rgatu.ru, с авторефератом – на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации <https://vak.minobrnauki.gov.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2023 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

доктор технических наук, профессор



Юхин И.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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 исследования. 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 упаковки комбикорма;
- исследовать и обосновать необходимое количество углекислого газа для упаковки 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.

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 для упаковки комбикорма в мягком контейнере для хранения;
- теоретически и экспериментально обоснованные параметры упаковки для хранения комбикорма в среде углекислого газа;
- результаты экспериментальных исследований мягких контейнеров для упаковки комбикорма для хранения.

Степень достоверности результатов исследования. 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 для хранения 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 мягких контейнерах, 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 НАН КР 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.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы исследования и описывается степень ее разработанности, ставятся цель и задачи исследований, раскрываются методология и методы исследований, приводятся научная новизна, теоретическая и практическая значимости работы, основные положения диссертации, выносимые на защиту, отражены степень достоверности и апробация результатов исследования.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследований» рассмотрены основные перспективные технологии хранения сельскохозяйственной продукции. Проведен анализ технологий хранения сельскохозяйственной продукции в регулируемой и не регулируемой газовых средах. Проанализированы технические средства хранения комбинированных кормов. Поставлены цель и задача исследования.

Во второй главе «Теоретические исследования процесса упаковки комбикорма» рассмотрены вопросы диффузии углекислого газа в частицы комбикорма, разработана конструктивно-технологическая схема устройства для упаковки комбикорма в среде углекислого газа в мягкие контейнеры. Рассмотрены прочность и жесткость стенок кассеты, а так же прочность полиэтиленового вкладыша и диффузия углекислого газа через пленку вкладыша. Обосновано необходимое количество углекислого газа для упаковки комбикорма в мягкие контейнеры.

При хранении комбикормов в воздушной среде происходит окисление высокомолекулярных соединений, что снижает питательную ценность и способствует развитию патогенных микроорганизмов.

В процессе хранения окисляется только часть жиров непосредственно контактирующих с кислородом газовой среды. Принятая скважистость комбикорма равна 57%. Для окисления жиров требуется в два раза больше молей углекислого газа, чем кислорода. Таким образом, можно определить начальную и конечную массу газовой среды, а так же величину давления, внутри герметичного мягкого контейнера.

$$m_{\text{газ. ср.}} = \frac{P_{\text{хр}} \cdot V_k \cdot S \cdot M_{\text{газ. ср.}}}{R \cdot T \cdot 100\%}, \quad (1)$$

где, $m_{\text{газ. ср.}}$ – масса газовой среды внутри мягкого контейнера, кг;

$P_{\text{хр}}$ – давление газовой среды внутри мягкого контейнера, Па;

V_k — объем герметичного мягкого контейнера с комбикормом, м³;

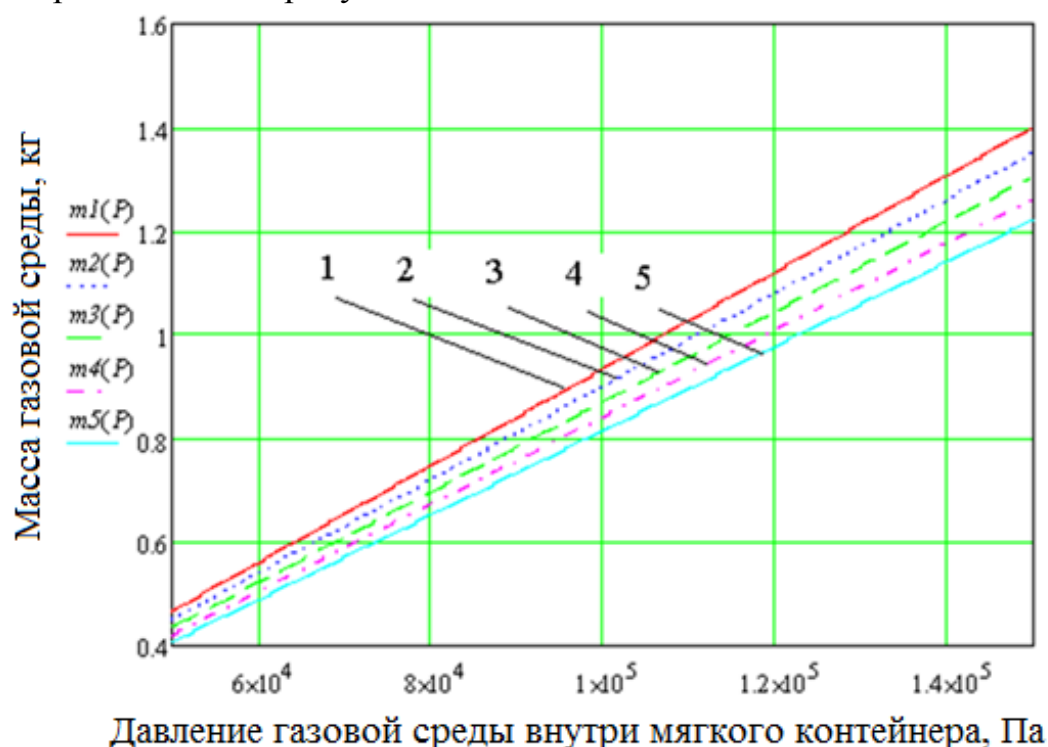
S – скважистость комбикорма, %;

$M_{\text{газ. ср.}}$ – молярная масса газовой смеси;

R – универсальная газовая постоянная, Дж/моль·К;

T – температура газовой среды, К.

График зависимости массы газовой среды от давления и температуры упаковки представлен на рисунке 1.



1 – температура упаковки -10 °C; 2 – температура упаковки 0 °C;
3 – температура упаковки 10 °C; 4 – температура упаковки 20 °C;
5 – температура упаковки 30 °C

Рисунок 1 – График зависимости массы газовой среды от давления и температуры упаковки

Установлено, что при нормальном атмосферном давлении и температуре $20-25$ °C на один мягкий контейнер с комбикормом расходуется $0,84-0,86$ кг углекислого газа. В мягком контейнере, вследствие проницаемости пленки количество углекислоты может уменьшаться, при этом скорость убывания углекислого газа зависит от первоначального содержания углекислоты и времени хранения.

Диффузия через пленку уменьшает количество углекислого газа, при этом окончательный объем углекислого газа в контейнере будет определяться по формуле

$$V = V_0 e^{-Kt}, \quad (2)$$

где: V – объем углекислого газа в мягком контейнере, м^3 ;

V_0 – начальный объем углекислого газа в контейнере, м^3 ;

K – коэффициент пропорциональности, толщины и свойств пленки;

t – время хранения, ч.

Анализ изменения содержания углекислого газа от времени хранения комбикорма в герметичном контейнере 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. Установлено, что диффузия составляет менее 1% объема углекислого газа за 45 суток.

Параметры полиэтиленовой пленки можно определить по величине внутреннего давления со стороны комбикорма на стенки контейнера, при этом опираясь на значения коэффициента надежности n и допускаемого напряжения $[\sigma]$, толщину пленки можно определить по формуле:

$$h = n \cdot \frac{R(P_{\text{КОМ}} - P_{\text{ВНЕШ}})}{[\sigma]}, \quad (3)$$

где: h – толщина пленки, м;

n – коэффициент надежности;

R – радиус кривизны пленки, 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. Наибольшие напряжения обычно возникают в местах изгиба, когда радиус кривизны уменьшается. Такие зоны расположены по ребрам контейнера и особенно в углах. Величина возникающих напряжений в зонах наибольшей нагрузки не превышает предела текучести полиэтиленовой пленки $\sigma=100-110$ МПа (рисунок 2). Расчет параметров пленки позволил установить, что для обеспечения необходимой прочности следует применять полиэтиленовую пленку ГОСТ 10354-82 толщиной 150 мкм.

Установлено, 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 излишков углекислого газа, при одинаковом весе комбикорма, значения

деформаций ее стенок сверху и внизу различалось в 1,5 -2 раза при толщине металлической стенки кассеты 0,6 мм.

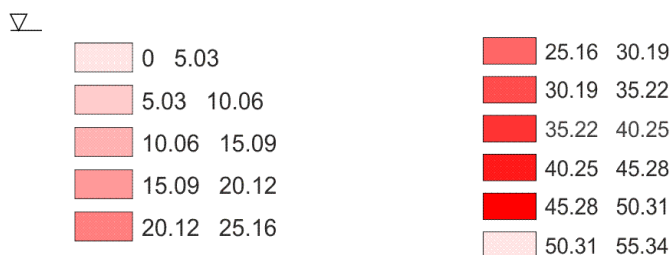
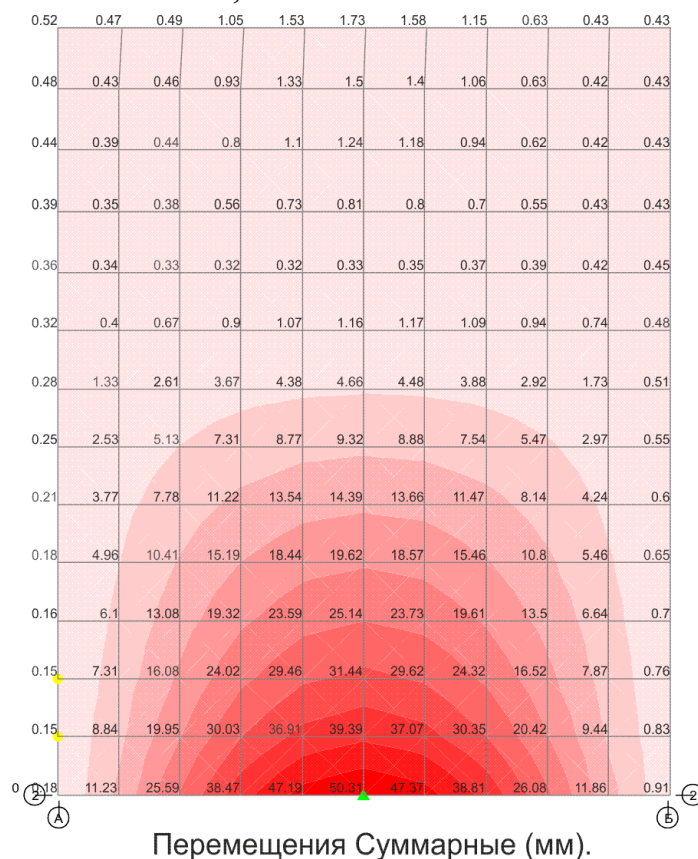


Рисунок 2 – Распределение деформаций в стенках кассеты

Увеличение жесткости конструкции производили с помощью установки дополнительных ребер жесткости по периметру стенок кассеты в тех местах, где наблюдалась максимальная деформация.

В третьей главе «Программа и методики экспериментальных исследований» представлены программа и методики экспериментальных исследований. В процессе экспериментальных исследований нами было намечено проведение экспериментальных исследований установки для упаковки комбикорма и оценка ее технико-экономической эффективности.

Экспериментальные исследования способа упаковки и хранения комбикорма проводились на кафедре технологии металлов и ремонта машин Рязанского государственного агротехнологического университета. Анализы комбикорма после различных способов хранения проводились в ГБУ РО «Рязанская областная ветеринарная лаборатория». Производственные

исследования проводились в ООО «РУДО-ИНДОСТАР» Старожиловского района Рязанской области и в ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА» Сараевского района Рязанской области.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований» исследованы прочность и жесткость стенок кассеты и полиэтиленового вкладыша при сжатии комбикорма. Произведены исследования скважистости комбикорма при его уплотнении. Проведена оценка энергетических и трудовых затрат при упаковке комбикорма в мягких контейнерах с полиэтиленовым вкладышем в среде углекислого газа для хранения.

Перед хранением комбикорма пробы отправили на оценку показателей качества. Упакованный комбикорм в среде углекислого газа, в воздушной среде, в безвоздушной среде (вакууме) хранили в течение 3 месяцев. Анализ показателей качества после хранения комбикорма в герметичных мягких контейнерах показал, что при хранении комбикорма в течение трех месяцев, снижается кормовая ценность во всех пробах. Следует отметить, что снижение кормовой ценности соответствует допустимым значениям ГОСТ 18221-2018. Наибольшее снижение кормовой ценности показывает хранение в среде углекислого газа, это обусловлено взаимодействием углекислоты с жирами. Хранение в углекислом газе позволило исключить развитие энтеропатогенных бактерий в комбикорме.

Анализ микробиологических показателей комбикорма хранившихся в воздушной среде и в безвоздушной среде (вакууме) обнаружил культуру *Escherichia coli*. При хранении комбикорма в вакуумной упаковке обнаружен рост грибов рода *Penicillium spp.* 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.

Исследования уплотнения комбикорма в полиэтиленовой упаковке проводились в трехкратной повторности, так же при этом учитывались возможные повреждения полиэтиленовой пленки (истончение, трещины и разрывы).

На основании опытных данных было получено уравнение регрессии. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,764$ говорит об адекватности математической модели опытных данных. Коэффициент корреляции $R = 0,874$ 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 3).

$$l = 3,0778 + 0,9833 \cdot \delta - 0,0333 \cdot F_{oc} - 0,5167 \cdot \delta^2 + 0,2333 \cdot F_{oc}^2 + 0,25 \cdot F_{oc} \cdot \delta \quad (4)$$

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

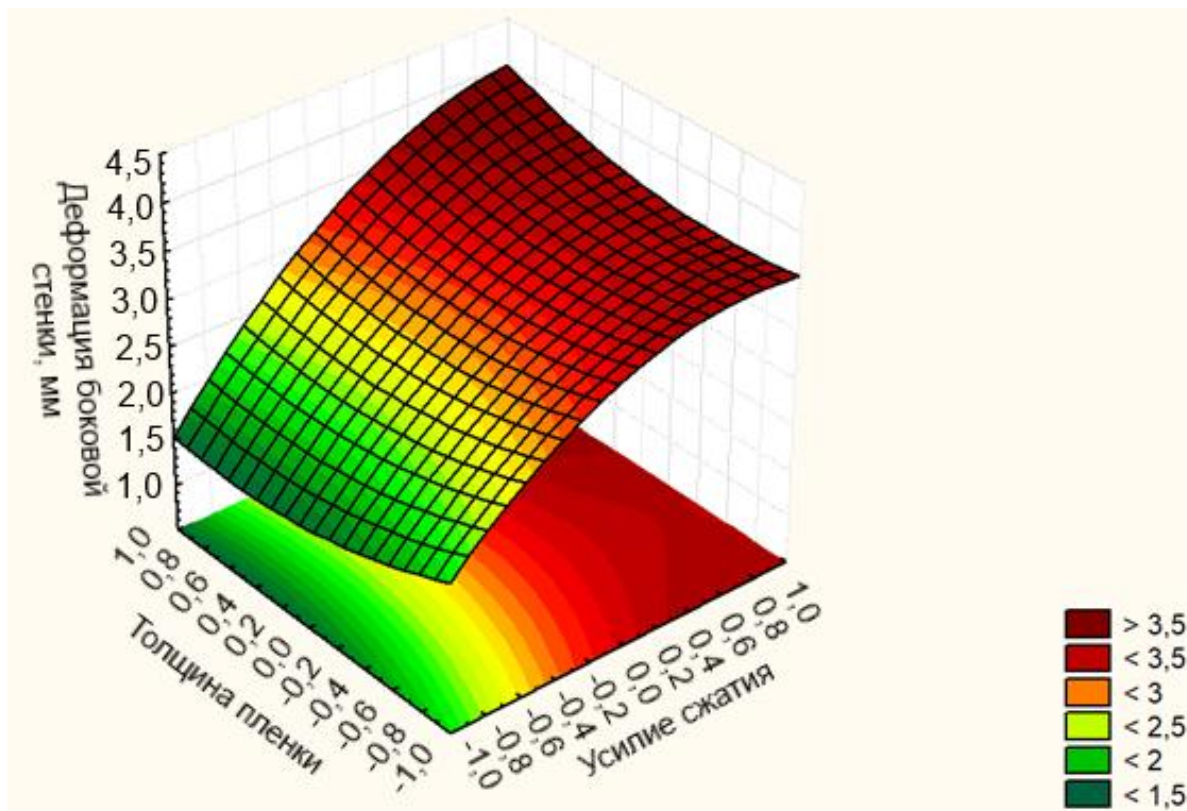


Рисунок 3 – График зависимости деформации боковых стенок от сжимающих напряжений и толщины пленки

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 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.

Для исследования изменения скважистости комбикорма при сжатии 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 скважистости (рисунок 4). Тогда экспериментальная скважистость комбикорма определяется уравнением регрессии

$$S = 0,2026P_{\Pi}^2 - 1,5293P_{\Pi} + 57,091 \quad (5)$$

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

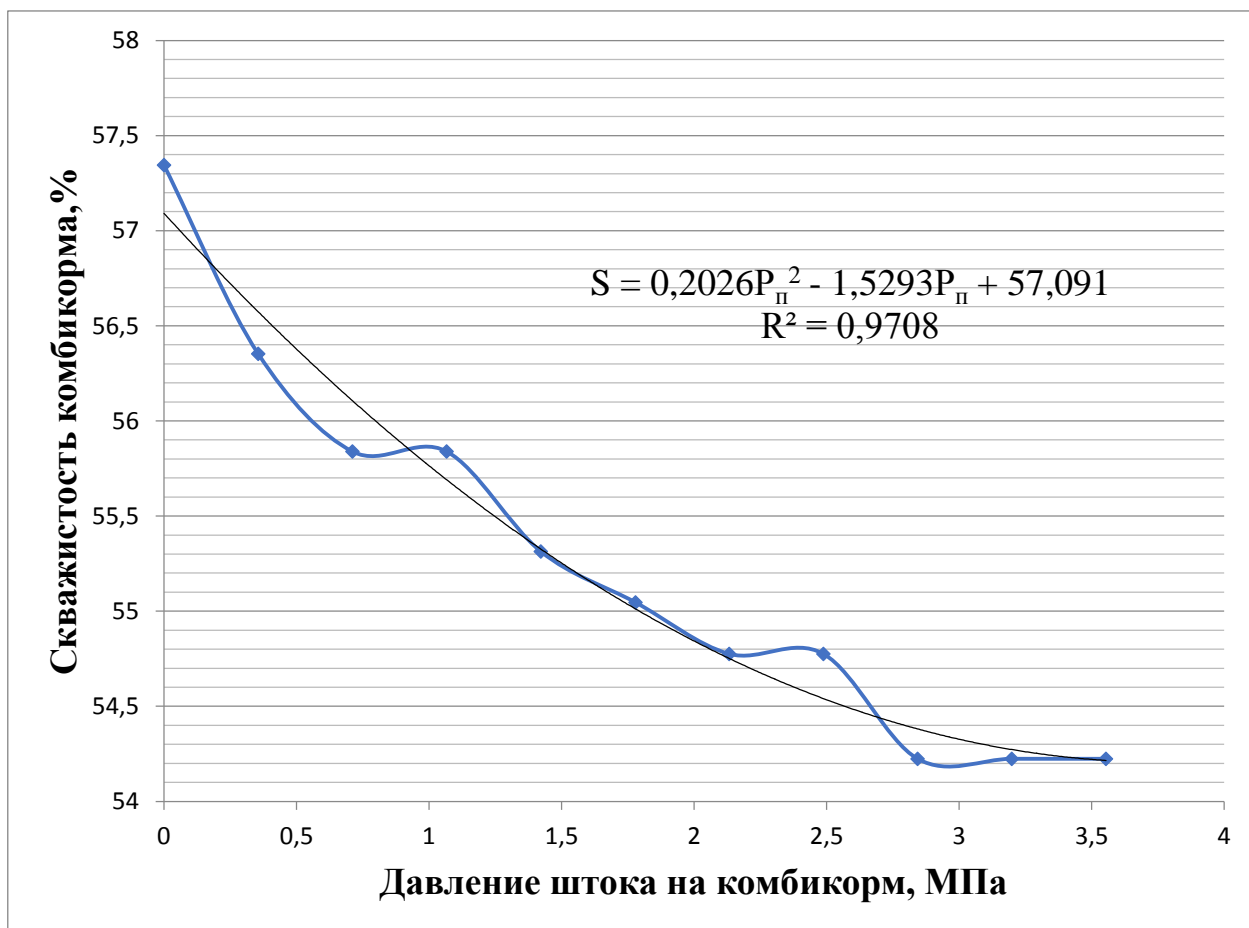


Рисунок 4 – Изменение скважистости комбикорма при сжатии

Адекватность уравнения опытным данным подтверждается высоким коэффициентом детерминации, который равен $R^2 = 0,9708$. Анализируя график можно сделать вывод, что при увеличении давления на комбикорм, уменьшение скважистости комбикорма происходит незначительно с 57 % до 54 %. Следовательно, показатель скважистости достиг предельного значения.

Для оценки подачи количества углекислого газа при упаковке комбикорма в мягкий контейнер баллон с углекислым газом взвешивали на весах марки ВСП-30/5-3К. 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. Концентрация углекислого газа в окружающем воздухе составляет 0,03–0,045 об. % (300–450 ppm). Гистограмма распределения массы углекислого газа для заправки контейнера приведена на рисунке 5. Статистический анализ полученных данных показал, что для оценки подачи количества углекислого газа при упаковке комбикорма в мягкий контейнер коэффициент вариации составляет 3,53%.

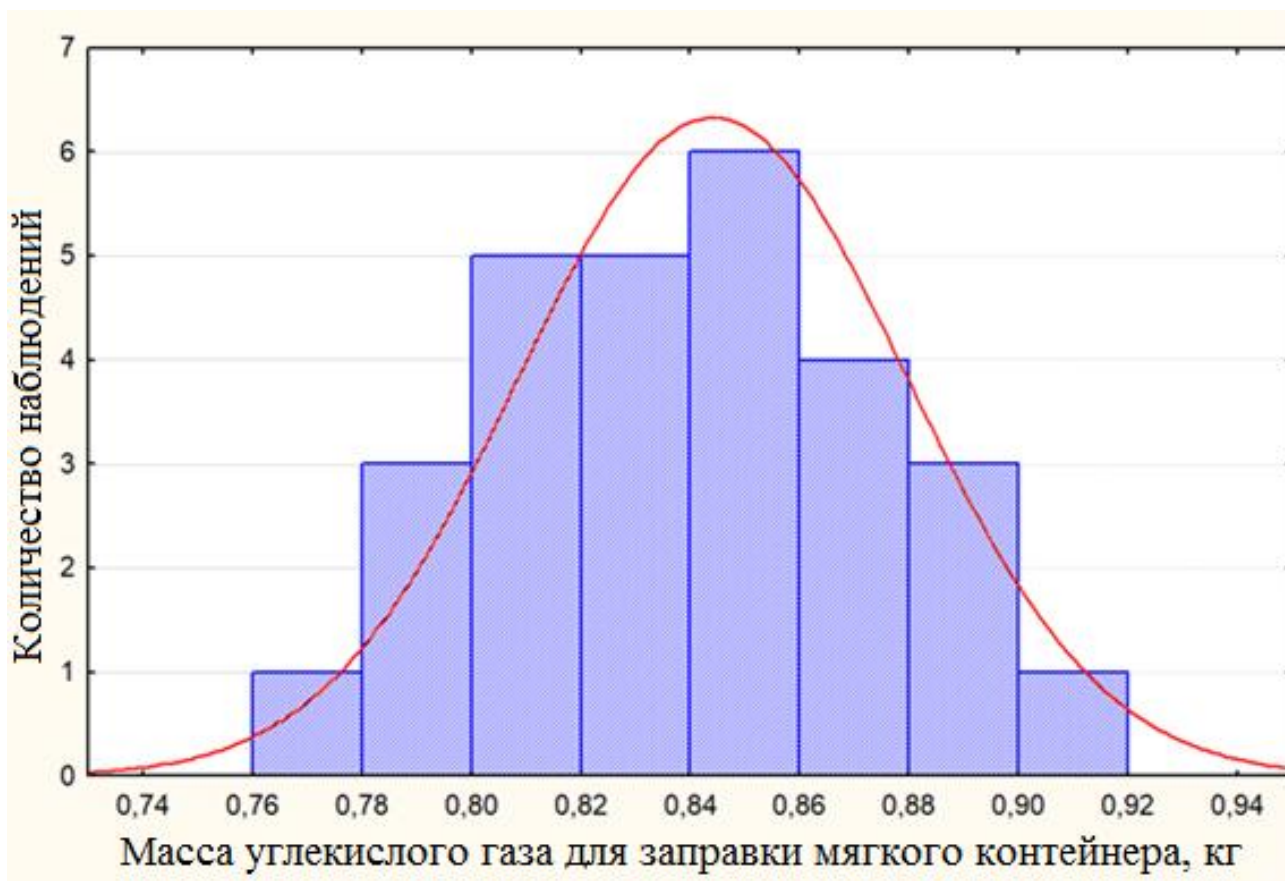


Рисунок 5 – Гистограмма распределения массы углекислого газа для заполнения мягкого контейнера с комбикормом

В результате установлено, что для заполнения мягкого контейнера с комбикормом требовалось в среднем 0,84 кг углекислого газа (при расчетном значении 0,86 кг). Таким образом, расхождение теоретических и опытных данных составляет 2,3%.

Сжатие комбикорма с целью вытеснения излишков углекислого газа находящегося в складках пленки в мягких контейнерах следует проводить непосредственно перед запайкой полиэтиленового вкладыша (рисунок 6).



Рисунок 6 – Общий вид экспериментальной установки для упаковки комбикормов в мягкий контейнер с полиэтиленовым вкладышем

Применение предложенной технологии упаковки комбикормов в газовой среде в ООО «РЯЗАНСКИЕ КОМБИКОРМА» Сараевского района Рязанской области позволило снизить потери питательных веществ, при хранении комбикорма. При работе оборудования для упаковки комбикорма в мягкие контейнеры производились замеры электрической мощности оборудования для упаковки в различных режимах работы. При максимальном давлении пневмодомкратов около 0,32 МПа полная мощность составляет 0,314 кВт. При работе оборудования для упаковки комбикорма в мягкие контейнеры производились замеры электрической мощности запаивателя в различных температурных режимах работы. Установлено, что затраты электроэнергии на упаковку одного контейнера составили 0,629 кВт·ч.

В пятой главе «Технико-экономический эффект хранения комбикорма в среде углекислого газа» был рассчитан экономический эффект от применения предлагаемой технологии упаковки комбикорма в среде углекислого газа. Годовой экономический эффект в расчете на одну тонну комбикорма составил 3405,39 руб.

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 определено, 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 составил 3405,39 руб.

Рекомендации производству. Упаковку комбикорма следует осуществлять в мягких контейнерах с полиэтиленовым вкладышем, 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 упаковки для хранения комбикормов с повышенным содержанием жира в модифицированных газовых средах.

Положения диссертации и полученные результаты отражены в следующих основных публикациях:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. К вопросу хранения комбинированных кормов в среде углекислого газа / А. Д. Чернышев, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк [и др.] // Политематический

сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 168. – С. 248-260. – DOI 10.21515/1990-4665-168-018.

2. Чернышев, А. Д. Обоснование параметров герметичного вкладыша мягкого контейнера при хранении комбикорма в среде углекислого газа / А. Д. Чернышев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2021. – Т. 13. – № 2. – С. 128-135. – DOI 10.36508/RSATU.2021.50.2.018.

3. 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.

Статьи в изданиях, индексируемых международной глобальной базе Scopus

4. 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.

Публикации в сборниках и других научных изданиях

5. Обоснование параметров регулируемой газовой среды для хранения комбикормов / А. Д. Чернышев, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк, Г. К. Рембалович // 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., Рязань, 09 декабря 2020 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 374-377.

6. Методика исследования процесса деформирования мягкого контейнера с комбикормом / А. Д. Чернышев, М. Ю. Костенко, Н. А. Костенко [и др.] // Совершенствование конструкций и эксплуатации техники: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию заслуженного деятеля науки и техники РФ, академика РАТ, доктора технических наук, профессора Н.Н. Колчина, Рязань, 27 мая 2021 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.

Костычева» автодорожный факультет. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 21-25.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная
Усл. печ. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ №1544 подписано в печать 28.04.2023 г.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени
П. А. Костычева»
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1
Отпечатано в издательстве учебной литературы
и учебно-методических пособий ФГБОУ ВО РГАТУ
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1