**Останин, Константин Александрович. Обоснование параметров и режимов работы смесителя с эластичным рабочим органом для приготовления сыпучих кормовых смесей : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01 / Останин Константин Александрович; [Место защиты: Азово-Черноморс. гос. агроинженер. акад.].- Зерноград, 2013.- 181 с.: ил. РГБ ОД, 61 13-5/2557**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АГРОИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ»

04201363107

На правах рукописи



ОСТАНИН КОНСТАНТИН АЛЕКСАНДРОВУ! і

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ  
СМЕСИТЕЛЯ С ЭЛАСТИЧНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ  
ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СЫПУЧИХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ

Специальность 05.20.01 - Технологии и средства механизации

сельского хозяйства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент Суханова М.В.

Зерноград, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

1. АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ

ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ 10

* 1. Обоснование необходимости получения однородной кормовой

смеси 10

* 1. Технологии приготовления комбикормов 14
  2. Влияние физико-механических свойств сыпучих компонентов

на процесс приготовленной кормовой смеси 28

* 1. Методы отбора обработки проб и оценка качества

смесеобразования 38

* 1. Анализ конструкций смесителей для приготовления сыпучих

кормовых смесей 43

* + 1. Общие требования к существующим конструкциям

смесителей 43

* + 1. [Эластичные смесители 51](#bookmark8)
  1. Цель и задачи исследования 58

1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И

РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛАСТИЧНОГО СМЕСИТЕЛЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ 59

* 1. Моделирование процесса смешения в эластичном смесителе.... 60
  2. Анализ взаимодействия сыпучего тела с рабочей поверхностью

эластичного смесителя 69

* 1. [Физико-математическая модель эластичного смесителя 72](#bookmark24)

Выводы по главе 91

1. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ В

ЭЛАСТИЧНОМ СМЕСИТЕЛЕ 93

* 1. Программа и задачи экспериментальных исследований 93

з

* 1. Описание экспериментальной установки 94
  2. Методика определения производительности эластичного

смесителя 98

* 1. [Методика проведения экспериментальных исследований 99](#bookmark37)
     1. Выбор сыпучей кормовой смеси 106
     2. Отбор, обработка проб и качество 110

смесеобразования

* 1. Методика обработки результатов экспериментальных

исследований 113

1. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ В ЭЛАСТИЧНОМ СМЕСИТЕЛЕ 115

* 1. Результаты отсеивающего эксперимента 115
  2. [Результаты полного многофакторного эксперимента 122](#bookmark38)
     1. Анализ математической модели процесса смешивания.... 123
     2. Определение зависимости однородности смеси от

кинематических параметров смесителя 124

* + 1. Определение зависимости однородности смеси от

технологических параметров смесителя 126

* 1. Производительность экспериментальной установки с

эластичным рабочим органом 132

* 1. Рекомендуемые значения параметров смесителя с эластичными

рабочими органами 134

* 1. [Дополнения к методике инженерного расчета смесителя 135](#bookmark42)

Выводы по главе 139

1. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

ЭЛАСТИЧНОГО СМЕСИТЕЛЯ 140

* 1. Определение экономических показателей смесителя с эластичными рабочими органами по критерию энергетических

затрат 140

* 1. Определение экономической эффективности применения

эластичного смесителя в стоимостной форме 145

Выводы по главе 151

[ОБЩИЕ ВЫВОДЫ 152](#bookmark46)

[ЛИТЕРАТУРА 154](#bookmark47)

ПРИЛОЖЕНИЯ 173

ВВЕДЕНИЕ

Динамичное развитие и процветание страны, ее экономическая незави­симость невозможны без продовольственной независимости. Россия обладает огромным потенциалом, чтобы обеспечить продовольствием не только своих граждан, но и экспортировать сельскохозяйственную продукцию. Для этого необходимо в основном совершенствовать отечественные технологии и тех­нические средства для сельскохозяйственной отрасли.

Продовольственная политика страны должна быть нацелена на незави­симое существование, позволяющее динамично расти и развиваться другим отраслям народного хозяйства. Немаловажная роль в этом отводится разви­тию кормоприготовительной отрасли сельского хозяйства. Энергию, необхо­димую организму для создания и восстановления клеток и функционирова­ния органов животное получает в результате обмена веществ из потребляе­мого им корма [37].

В настоящее время специалисты, занимающиеся кормлением птицы и сельскохозяйственных животных, уделяют большое внимание разработке оп­тимального состава рационов по питательности и усвояемости. На производ­стве оптимизация рационов должна производиться с учетом качественного состава и стоимости компонентов, входящих в состав рациона. В кормлении животных немаловажная роль отводится полнорационным комбикормам.

Комбикорм - сложная однородная смесь очищенных и измельченных до необходимой крупности различных кормовых средств и микродобавок, вырабатываемая по научно обоснованным рецептам и обеспечивающая пол­ноценное сбалансированное кормление животных [144].

Полнорационный комбикорм должен обладать всеми необходимыми ка­чествами, обеспечивающими высокую продуктивность, хорошее состояние жи­вотных и низкие затраты питательных веществ на единицу продукции [144].

В комбикормах недостаток в питательных веществах одного компонен­та компенсируется их наличием в других компонентах.

Степень однородности смеси является одним из основных показателей качества комбикорма, т.к. обеспечивает одинаковую питательную ценность корма во всех частях его объема [117, 128, 132]. Особенно важно распреде­лять равномерно во всем составе смеси компоненты, водимые в малых коли­чествах и имеющих высокую биологическую активность и кормовую цен­ность: премиксы, биовитаминные добавки, лекарственные препараты, микро­элементы. Неравномерное распределение этих компонентов в объеме смеси может привести к передозировке отдельным особям, что может вызвать за­болевания и даже гибель животных [87].

Учеными установлено, что высокое качество смешивания кормов спо­собствует увеличению привеса животных до 10% и позволяет достичь высо­кой экономической эффективности при их откорме [9, 62].

Вместе с тем, подготовка кормов к скармливанию является одной из наиболее трудоемких технологических операций. Затраты труда на кормо- приготовление по данным ряда исследователей [44, 69, 153] составляют 45- 60% общих затрат на производство единицы продукции, а стоимость готовых кормов доходит до 50-70% себестоимости продукции животноводства.

Высокие затраты вызваны тем, что множество различных типов и мо­дификаций серийных смесителей сыпучих кормов не отвечают предъявляе­мым к ним требованиям. Они металлоемки, энергоемки и не обеспечивают требуемой степени однородности смешивания компонентов [120, 137].

«Разработка новых подходов к повышению эффективности технологи­ческого процесса смешивания является стратегической задачей, стоящей не только перед комбикормовой индустрией. Но и перед кормоприготовитель­ным оборудованием, которое используется в различных сельскохозяйствен­ных предприятиях, для приготовления кормов. Эффективное смешивание по-

зволяет снизить перерасход кормов, несбалансированных в рационах по мак­ро- и микроэлементам» [69].

Представленная диссертационная работа посвящена обоснованию па­раметров и режимов работы смесителя непрерывного действия для приготов­ления многокомпонентных сыпучих кормосмесей, качественный рост эффек­тивности которого определяется использованием в его устройстве эластич­ных рабочих элементов.

Работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ ФГОУ ВПО АЧГАА на кафедре теоретической и прикладной механики.

**Степень разработанности** - предложена схема смесительного устрой­ства с эластичным рабочим органом и получена физико-математическая мо­дель воздействия эластичной оболочки на процесс формирования многоком­понентной сыпучей кормовой смеси. Разработана экспериментальная уста­новка, проведены экспериментальные исследования смесителя с эластичным рабочим органом. Выполнено технико-экономическое обоснование эффек­тивности предлагаемого технического решения.

**Цель исследования** - обоснование параметров и режимов работы сме­сителя с эластичным рабочим органом, обеспечивающим повышение качест­ва смешивания сыпучих кормов.

**Объект исследования** - процесс смешивания многокомпонентных сы­пучих кормов в смесителе непрерывного действия с эластичным рабочим ор­ганом.

**Предмет исследования** - закономерности процесса воздействия рабо­чих органов эластичного смесителя на компоненты смеси.

**Сформулированы:**

*Рабочая гипотеза*: заключается в том, что создание знакопеременных циклов напряжений может быть достигнуто за счет исполнения смеситель­ной камеры в виде эластичной оболочки.

***Научная гипотеза***: повышение однородности смешивания может быть достигнуто путем создания знакопеременных циклов напряжений в эластич­ной смесительной камере.

***Научную новизну* результатов исследования составляют:**

* реализация способа получения однородных многокомпонентных сы­пучих кормовых смесей в эластичном смесителе по патенту №2345827;
* зависимости, описывающие процесс воздействия эластичной оболоч­ки на сыпучее тело;
* параметры и режимы работы смесителя с эластичным рабочим орга­ном, обеспечивающие интенсификацию процесса смесеобразования сыпучих компонентов комбикормов для птицы.

***Практическую значимость*** имеют:

* конструкция смесителя с эластичным рабочим органом (патент № 2436622);
* кинематические параметры и режимы работы, обеспечивающие по­лучение однородной смеси;
* методика инженерного расчета основных параметров и режимов ра­боты смесителя с эластичным рабочим органом.

Результаты исследования могут быть использованы проектно­конструкторскими организациями при разработке оборудования комбикор­мовой промышленности и в учебном процессе ВУЗов.

***На защиту выносятся’.***

* теоретическое обоснование влияния пульсирующих циклов напря­женных состояний на формирование однородной сыпучей смеси;
* математическое описание работы смесителя и определение ускорения, возникающего при воздействии движущих сил смесителя и сил упругости эластичной оболочки на сыпучее тело;
* конструкция, параметры и режимы работы смесителя, обеспечиваю­щие получение однородной смеси.

***Апробация работы и публикации:***

Основные положения диссертации доложены и одобрены: на научно- практических конференциях по итогам НИР ФГБОУ ВПО АЧГАА (г. Зерно- град, 2009 - 2013 гг.); международных заочных научно-практических конфе­ренциях «Современные тенденции в науке: новый взгляд» (г. Тамбов); на от­борочном этапе конкурса научно-технические проекты студентов, аспиран­тов и молодых ученых по Программе «Участник молодежного научно­инновационного конкурса» («УМНИК»), состоявшегося в ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет» в рамках международной научно-практической конференции: «Проблемы и тенденции инновационно­го развития агропромышленного комплекса и аграрного образования Рос­сии»; при участии в конкурсе студентов, аспирантов и молодых ученых «Ин­новационное развитие АПК», при участии в конкурсе «Лучшая инновацион­ная разработка в агропромышленном комплексе Ростовской области». По ре­зультатам исследований опубликовано 10 статей, в том числе 1 в издании, рекомендованном ВАК. Получен патент на изобретение № 2436622 «Устрой­ство для приготовления смеси сыпучих материалов».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ смесителей показал, что применяемое оборудование для при­готовления кормовых смесей имеет ряд недостатков.

Требуется совершенствование процесса смешивания. Одним из путей со­вершенствования кормосмесителя является применение эластичной оболочки в качестве рабочего органа.

1. Процесс смешивания интенсифицируется созданием пульсирующих циклов напряжений, разрушающих равновесие сыпучего тела, приводящих, к отрыву частиц от поверхности эластичной оболочки и скольжению слоев смеси, формируя однородную смесь.
2. Создана физико-математическая модель работы смесителя и опреде­лены ускорения, возникающие при воздействии движущих сил смесителя и сил упругости эластичной оболочки на сыпучее тело. Получены теоретиче­ские зависимости упругих сил от кинематических параметров и режимов ра­боты эластичного смесителя.
3. На основании экспериментальных исследований установлено, что получение кормовой смеси, удовлетворяющей зоотехническим требованиям кормления, сельскохозяйственной птицы, достигается при следующих значе­ниях: длина отсека *2Ь =* 140 мм, частота вращения коленчатого вала

*п* = 120.. .130 мин ' ; амплитуда колебаний *А =* 60.. .80 мм, угол наклона сме­сителя *а* = 3...9°.

Наибольшие показатели однородности смеси достигаются при сле­дующих значениях: длина отсека 2А = 140 мм, амплитуда колебаний отсека *А* = 70 мм, частота вращения коленчатого вала *п =* 120 мин угол наклона смесителя *а =* 6°. Полученные данные параметров работы смесителя, согла­суются с теоретическими зависимостями, и соответствуют величине резуль­тирующего ускорения 4 м/с2. Однородность смеси в этом режиме работы со­ставляет 96,85%. Полученные зависимости, параметры и режимы работы по-

ложены в основу и разработана методика инженерного расчета смесителя с эластичным рабочим органом.

Использование разработанной конструкции с эластичным рабочим органом в линии приготовления кормовых смесей в птицекомплексе обеспе­чивает высокую однородность получаемой смеси, соответствующую зоотех­ническим требованиям и обеспечивает получение годового эффекта около 86500 руб. на одну установку при сроке окупаемости 0,4 года.