

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации «Повышение эффективности рабочего процесса двухшнекового дозатора компонентов комбикорма», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.1 «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса» Пронин Алексей Николаевич

Актуальность темы

Основной целью Федерального закона от 29.12.2006 г. №264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства» является обеспечение населения продовольственной продукцией российского производства. В то же время Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, продовольствия и сырья с изменениями от 02 сентября 2021 года (Постановление Правительства Российской Федерации №1474) определяет приоритеты и цели государственной политики в развитии пищевой и перерабатывающей промышленности, животноводства и растениеводства с внедрением инновационных технологий, позволяющих достичь целевых показателей для решения одной из первостепенных проблем российского сельского хозяйства – внушительной себестоимости производимой сельхозпродукции (круп, яиц, молока, мяса, овощей, фруктов).

Продуктивность птицеводства и животноводства обусловлена в первую очередь качеством кормления, а также селекцией и условиями содержания. Пищевые, витаминные и лечебные добавки в корма способны существенно улучшить качество производимой мясной продукции, а групповая вакцинация через рацион животных и птицы – защитить поголовье от заболеваний, что очень важно в условиях неблагополучной эпидемиологической обстановки.

Существующие дозирующие устройства и линии по приготовлению комбикормов обладают основным недостатком – большими отклонениями в рецептуре дозирования. Отклонение от требуемых параметров технологического процесса при дозировке крайне негативно сказывается на здоровье и репродуктивности животных, а это, в свою очередь, влияет на объёмы производства и приводит к снижению его эффективности.

Точное дозирование обеспечит соблюдение рецептуры приготовления комбикорма для птиц и животных, что положительно скажется на их содержании и здоровье. Правильно сбалансированный корм стимулирует увеличение прироста поголовья, при значительной экономии дорогостоящих компонентов и добавок, входящих в состав повседневного рациона питания.

При анализе существующих научных исследований автором выявлено, что проблемной ситуацией в производстве комбикормов является наличие в нем большого количества компонентов с разными физико-механическими свойствами, что требует либо применения большого количества дозирующих устройств, либо перенастройки дозаторов под конкретный элемент

комбикорма. Актуальной задачей становится разработка современных универсальных дозирующих устройств с высокими показателями точности дозирования, что позволит оптимизировать технологические процессы дозирования, исключить использование неквалифицированной рабочей силы, улучшить качество и уменьшить себестоимость комбикорма.

Таким образом, диссертационная работа Пронина А.Н. выполнена на актуальную тему, а полученные результаты имеют как теоретическое, так и практическое значение.

Научная новизна исследования

1. Автором при расчёте математической модели получены теоретические зависимости для расчёта массы дозируемого компонента в режиме торможения шнека и массы дозируемого компонента, пребывающего в свободном падении, определяющих погрешность дозирования.

2. Автором разработана конструкция двухшнекового дозатора сухих сыпучих компонентов (патент на изобретение № 2813794 Российской Федерации) с увеличением точности дозирования от 60 до 99 %.

3. Автором разработана программа автоматического управления системой дозирования сухих сыпучих компонентов (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023661766 Российской Федерации).

4. Автором рассчитаны и получены оптимальные параметры двухшнекового дозатора сухих сыпучих компонентов комбикорма, обеспечивающих допустимую точность дозирования.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретические исследования, основанные на законах теоретической механики, предусматривали разработку аналитических закономерностей и получения технологических и технических решений при дозировке сухих смесей. Для получения практических результатов были задействованы экспериментальные лабораторные установки с использованием современной измерительной аппаратуры и вычислительной техники.

В результате автором разработана программа управления системой дозирования сухих сыпучих компонентов (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023661766 Российской Федерации) и оптимальные параметры двухшнекового дозатора сухих сыпучих компонентов комбикорма, обеспечивающих допустимую точность дозирования.

Выведены аналитические зависимости, с помощью которых можно рассчитать массу дозируемого компонента, досыпаемую дозатором при торможении и массу компонента, находящегося в состоянии свободного падения, которые не оказывают влияние на датчики веса и являются погрешностью дозирования. Значение суммы этих масс вводится в программу управления дозатором, тем самым повышается точность дозирования.

С помощью данной программы можно осуществлять настройки дозатора сухого корма в зависимости от поставленной задачи при кормлении птицы и скота с целью повышения точности ввода компонентов комбикорма.

Производственная проверка двухшнекового дозатора компонентов комбикорма проводилась в составе линии по производству корма для КРС в ООО ПЗ «Большемурашкинский». Полученные результаты исследований переданы ЗАО «Доза-Агро» Нижегородской области.

Результаты производственных испытаний и внедрения научных исследований рабочего процесса двухшнекового дозатора компонентов комбикорма подтверждены соответствующими документами.

Двухшнековый дозатор компонентов комбикорма представляет интерес как для крупных хозяйств, так и небольших фермерских хозяйств, а также других предприятий, технологическим процессом которых предусмотрено дозирование сухих сыпучих компонентов. Двухшнековый дозатор может быть интегрирован в состав технологических линий, а также использоваться отдельно при производстве комбикорма и прочей продукции, поэтому рекомендуется к серийному производству.

Обоснованность и достоверность результатов работы

Основные положения научной работы и результаты исследований обсуждались на международных, всероссийских научных конференциях:

- I Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и технологий в современном мире» (г. Княгинино, НГИЭУ, 2021 г.);
- II Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и технологий в современном мире» (г. Княгинино, НГИЭУ, 2023 г.);
- XXVII Международной научно-практической конференции «Инновационная техника и цифровые технологии в животноводстве» (г. Москва, ФНАЦ ВИМ, 2023 г.);
- III Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и технологий в современном мире» (г. Княгинино, НГИЭУ, 2024 г.).

По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 8 публикаций в рецензируемых научных изданиях, получены 1 патент РФ на изобретение и 1 свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ.

Апробация работы

Апробация экспериментального двухшнекового дозатора компонентов комбикорма (изготовлен по патенту РФ № 2813794) проводилась в цехе по приготовлению комбикормов в составе технологической линии по производству комбикорма для крупного рогатого скота, включая молодняк.

Актом апробации подтверждено, что работа двухшнекового дозатора компонентов комбикорма позволяет осуществлять высокоточное дозирование

необходимых компонентов согласно заданной рецептуре, а также удовлетворяет требованиями и нормам ГОСТ в полном объёме при дозировании макро и микрокомпонентов. Двухшнековый дозатор компонентов комбикорма представляет интерес как для крупных хозяйств, так и небольших фермерских хозяйств, а также других предприятий технологическим процессом которых предусмотрено дозирование сухих сыпучих компонентов.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы со 123 наименованиями, изложена на 134 листах машинописного текста, содержит 58 рисунков, 9 таблиц, 19 приложений.

Оценка содержания автореферата, его стиля и оформления

Заявленная тема диссертации соответствует полученным результатам и поставленным целям и задачам.

Стиль написания автореферата соответствует научным и литературным нормам. Работа оформлена согласно требованиям, предъявляемым к подготовке авторефератов кандидатских диссертаций.

В разделе «ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА» А.Н. Пронин обосновывает актуальность исследуемой темы, её общенаучное значение, а также её практическую и теоретическую значимость.

Исходя из современного состояния вопроса, его изученности и детальности разработки, поставлена цель работы - повышение эффективности дозирования сухих сыпучих компонентов комбикорма двухшнековым дозатором.

В соответствии с поставленной целью работы автором определены и указаны следующие задачи исследования:

1. Провести анализ конструкций дозирующих устройств сухих сыпучих компонентов, применяемых в агропромышленном комплексе и обосновать конструкцию дозатора сухих сыпучих компонентов комбикорма.

2. Получить теоретические зависимости для расчёта массы дозируемого компонента в режиме торможения шнека и массы дозируемого компонента, пребывающего в свободном падении, определяющих погрешность дозирования.

3. Провести экспериментальные исследования рабочего процесса двухшнекового дозирующего устройства сухих сыпучих компонентов комбикорма и оценить влияние конструкционных и режимных параметров дозатора на точность дозирования.

4. Испытать двухшнековый дозатор в производственных условиях и оценить технико-экономическую эффективность от применения двухшнекового дозатора сухих сыпучих компонентов комбикорма.

С целью установления актуальности направления научных исследований автором изучались материалы международных научных и отраслевых конференций, выставок, сайты ведущих производителей,

новейшие технологические и технические решения в сфере дозирующих систем, современные устройства дозирования сухих сыпучих компонентов, выпускаемые зарубежными и отечественными компаниями: «АффиксПро», TrueWeigh™, DEGA, SHINI, «ПТФ «Техпром», «Pack-tech» и др.

Проведён анализ источников научно-технической литературы и патентной документации, осуществлено сравнительное исследование существующих конструкций дозаторов.

Теоретические исследования проводились автором с использованием методов анализа и синтеза, сравнительного анализа существующих конструкций дозаторов, расчётными методами математического моделирования и математической статистики. Автор активно использовал в своих исследованиях современные ИТ-технологии: программы для статистического анализа и обработки данных Statgraphics, программы математического моделирования, анализа и обработки данных, многофункциональных интерактивных вычислительных систем, трёхмерного проектирования (MathCad, MS Excel, Компас 3D и др.).

А.Н. Прониным указаны положения, которые выносятся на защиту:

1. Теоретические зависимости для расчёта массы дозируемого компонента в режиме торможения шнека и массы дозируемого компонента, пребывающего в свободном падении, определяющих погрешность дозирования.

2. Конструкция двухшнекового дозатора сухих сыпучих компонентов (патент на изобретение № 2813794 Российская Федерация).

3. Программа управления системой дозирования сухих сыпучих компонентов (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023661766 Российская Федерация).

4. Оптимальные параметры двухшнекового дозатора сухих сыпучих компонентов комбикорма, обеспечивающих допустимую точность дозирования

В разделе автореферата «СОДЕРЖАНИЕ» автор в лаконичной и информативной форме излагает суть диссертационной работы, убедительно подкрепляя теоретические выкладки математическим аппаратом и иллюстрациями: расчётными схемами и диаграммами, построенными на основе собранного и обработанного материала.

Так, в первом разделе «Состояние вопроса и задачи научных исследований» проведён анализ дозирующих устройств, в результате которого выявлено, что на предприятиях агропромышленного комплекса при производстве комбикормов продукции эффективно и целесообразно применение шнековых дозирующих устройств в связи с их высокой точностью, надёжностью, широким диапазоном пропускной способности и универсальностью.

При анализе конструкций шнековых дозаторов установлен один из главных недостатков – узкая направленность их деятельности, что вызывает необходимость в подборе настроечных параметров при дозировании материалов с разными физико-механическими свойствами.

На основании проведённого анализа научной и патентной литературы автором предложена конструкция дозатора с двумя шнеками, приводимыми в действие от двух электроприводов, с целью повышения точности дозирования компонентов комбикорма с разными физико-механическими свойствами. Кроме того, автором с целью повышения производительности дозатора, предложено выполнение основного шнека с большими габаритами, чем шнек досыпки.

Во втором разделе «Определение параметров и режимов работы шнекового дозатора сыпучих материалов» представлена схема двухшнекового дозатора и описание последовательности его работы (Рисунок 1).

На рисунке 2 приведён график режимов работы шнекового дозирующего устройства. Основная часть дозируемого материала подаётся при максимально возможной частоте вращения n , а к концу дозирования она снижается до частоты вращения досыпки n_d . Это сделано с целью снижения погрешности дозирования. Из графика (Рисунок 2) видно, что остановка шнека осуществляется не мгновенно, а постепенно, что может привести к увеличению фактической массы навески относительно заданной. Таким образом, необходимо обоснование режимов работы дозирующего устройства и выявление влияния его параметров на точность дозирования.

При построении математической модели и проведении теоретических расчётов по обоснованию влияния параметров шнекового дозатора на фактическую массу навески автором приняты следующие допущения и ограничения (расчётная схема на рисунке 3):

1. Сыпучий компонент, перемещающийся по шнековому дозатору и находящийся в состоянии свободного падения, представляет собой сплошной поток.

2. Обвал слоя компонента в межвитковом пространстве при прекращении (замедлении) движения шнека не принимается к рассмотрению.

3. При падении компонента на горизонтальную плоскость приёмной площадки формирует конус с углом естественного откоса φ (Рисунок 3, а).

В качестве начальной точки падения из дозатора принимаем точку центра масс слоя материала u_c в дозаторе (Рисунок 3, б), а в качестве конечной точки падения – координату вершины конуса, образовавшегося из сыпучего материала.

4. Падающий слой сыпучего компонента представляет из себя симметричный, равномерный материал в течение всего падения. Его допустимо изобразить в виде определенного элементарного количества, обладающего минимальной высотой (толщиной), площадью основания пропорциональной площади выгрузки;

5. Момент срабатывания датчика минимален и допустимо его к учёту не принимать.

6. Угловым смещением сегмента $S_{сег}$ при вращении шнека пренебрегаем.

В соответствии с графиком работы шнекового дозирующего устройства с учётом особенности работы взвешивающего устройства перемещаемую

массу сыпучего компонента можно представить как сумму масс – формула (1).

Погрешность дозирования возникает от неучтённой массы $M_{2p.t.}$ компонента, который досыпается шнеком при его торможении, и материала, находящегося в падении (масса M_{II}). Данные массы вносятся в программу управления шнеком, компенсируя погрешность, поэтому проведены расчёты по определению этих масс.

На основании расчётов по формулам, приведённым в автореферате, построена поверхность, отображающая результат воздействия частоты вращения шнека и подачи на массу, которая будет перемещена шнеком в момент его торможения с частоты вращения n_0 до 0 мин^{-1} (Рисунок 4).

Автором на основании теоретических расчётов выбран максимально допустимый диапазон частоты вращения шнека. В исследуемом интервале частоты вращения при возрастании частоты в 5 раз (с $18,7$ до $94,8 \text{ мин}^{-1}$) количество компонента, транспортируемого шнеком, увеличивается в 3,7 раза. Минимальная величина подачи для исследуемого шнека ДШ-60 составляет $0,8 \text{ кг/мин}$. Таким образом, наименьшая масса, транспортируемая шнеком ДШ-60 в процессе торможения, равна 10 г . При максимальной частоте вращения $n=94,8 \text{ мин}^{-1}$ и подаче $Q = 0,8 \text{ кг/мин}$ $m = 37 \text{ г}$.

Для определения массы сыпучего компонента, пребывающего в воздухе после включения датчика M_{II} , автором разработана расчётная схема (Рисунок 5). Время падения определялось при численном решении уравнения (9) в программе MatCad Prime.

Рецептура комбикормов состоит из различных компонентов, скорость витания которых различается. Автор анализирует воздействие скорости витания элементов, характеризующее вид материала и высоту падения на количество компонента, пребывающего в состоянии свободного падения, при постоянной величине подачи компонента $Q = 0,8 \text{ кг/мин}$ (Рисунок 6). Построенный график даёт возможность установить разность в массе материалов при одинаковом значении высоты столба падения. К примеру, имея высоту столба падения 200 мм , масса материала со скоростью витания 1 м/с достигает $4,4 \text{ г}$, а материал с $v_{\text{вит}}=9 \text{ м/с}$ составляет $2,7 \text{ г}$.

Для определения общей массы дозируемого материала, определяющей погрешность дозирования, автор предлагает совместно использовать графики, изображённые на рисунках 4 и 6. К примеру, скорость витания мела и соли отличается на рисунке 5 – Расчётная модель к определению момента полёта элемента сыпучего компонента 12 в восемь раз, а плотность имеет различия в два раза. При частоте вращения вала шнека $18,7 \text{ мин}^{-1}$ и высоте накопительного бункера 1 метр масса мела в падении составит $13,2$, а соли – $6,6 \text{ г}$. При неизменных условиях шнеком в момент его торможения дополнительно переместится $3,2 \text{ г}$ мела и $6,3 \text{ г}$ соли. Таким образом, суммарно после активации датчика будет дополнительно добавлено $16,4 \text{ г}$ мела и $12,9 \text{ г}$ соли.

В *третьем разделе* «Методика экспериментальных исследований» описаны программа и методика экспериментальных исследований, представлены лабораторные установки и необходимое приборное

обеспечение. Программа исследований включала оценку:

- 1) точности дозирования сухого компонента комбикорма при работе устройства с асинхронным и шаговым электроприводом;
- 2) влияния асинхронного и шагового электроприводов на точность дозирования сыпучих компонентов в режиме дозирования двумя шнеками.

Лабораторная установка была изготовлена в виде отдельно стоящих дозаторов, что упрощало наблюдение за изменениями исследуемых параметров.

Установка (Рисунок 7, а) включала раму со встроенными в неё тензодатчиками, на которые опирается приёмная площадка, две отдельно стоящие металлические конструкции с загрузочными бункерами, в которых располагаются шнеки (основной ДШ-120 и шнек точной досыпки ДШ-60), имеющие различия по конструкционным параметрам, соединённые посредством редукторов с электроприводами. Система управления дозатором смонтирована в электрическом коммутационном шкафу со встроенным сенсорным монитором.

На основании проведённого анализа программ и систем управления дозирующими устройствами было выявлено, что все программы узкоспециализированы, часть из них не учитывает существенные параметры, определяющие погрешность дозирования. Поэтому для оперативного управления дозированием и повышения показателей точности дозирования нами автором разработана специальная программа, где учтена особенность конструкции дозатора: наличие двух рабочих органов (шнеков).

Программа написана автором для ПЛК TM241C24R, языком программирования является Structured Text (ST), а средой – EcoStruxure Machine Expert. На программу получено Свидетельство о государственной регистрации № 2023661766 Российской Федерации. Технологические показатели и состав компонентов вносились в программу с помощью сенсорного монитора компании Schneider.

При исследовании рабочего процесса дозатора с шаговым электродвигателем управление электроприводом осуществлялось с помощью контроллера КН01 и источника питания 220/48 В (Рисунок 7, б).

Оценка точности дозирования проводилась по методикам, представленным в ГОСТ 8.610 - 2012 «Государственная система обеспечения единства измерений. Дозаторы весовые автоматические дискретного действия. Часть 1. Метрологические и технические требования».

Методы испытаний и ГОСТ 8.523-2014 «Государственная система обеспечения единства измерений. Дозаторы весовые автоматические дискретного действия».

Расчёт средней массы навески и погрешности рассчитывались с помощью методов математической статистики.

В четвёртом разделе «Результаты экспериментальных исследований двухшнекового дозатора компонентов комбикорма» представлены результаты исследований по функционированию двухшнекового дозатора.

На первом этапе автором проведены однофакторные эксперименты, целью которых являлось определение минимальной частоты вращения шнека и массы навески, получаемой при дозировании с установленным в качестве привода шнека точной досыпки асинхронным электродвигателем.

По итогам исследований определены минимальные частоты вращения шнека – 5 Гц и масса навески – 100 г. Для определения влияния факторов при дозировании зерна реализован план Бокса-Бенкина для 5 факторов.

Условия (факторы) эксперимента:

- интервалы варьирования частоты n_1 вращения шнека изменялись от 30 до максимальных 50 Гц;
- уставка досыпки m составляла 30, 80 и 130 г;
- уставка включения скорости досыпки t – 10, 50 и 90 %;
- уставка частоты досыпки n_2 дозаторов устанавливалась 40, 70 и 100 Гц от n_1 ;
- масса навески M_Z – 150, 350 и 550 г.

Автор оценил влияние перечисленных факторов на погрешность дозирования δ .

В результате реализации опытов автором получена модель регрессии при доверительной вероятности 95,0%. На основании модели (13) в программе Statgraphics определена оптимальная комбинация исследуемых факторов, при которой погрешность не превышает допустимое значение при дозировании зерна, соли и мела: $n_1 = 30,3$ Гц, $t = 11,9\%$; $n_2 = 40,9$ % от n_1 (12,42 Гц), $M_Z = 202,8$ г.

На рисунке 8 представлено влияние уставки упреждения досыпки m при фиксированных величинах остальных факторов.

Установлено, что допустимая погрешность дозирования для всех исследуемых компонентов достигается при значениях уставки упреждения досыпки 15 м, равной 13...16 г. Сравнение полученных результатов с теоретическими (теоретическая масса досыпки для мела 16,4 г, для соли – 12,9 г) показывает высокую степень сходимости (до 99 %).

На следующем этапе исследований автор оценил работу шнека точной досыпки с шаговым электродвигателем. В результате проведенных однофакторных экспериментов установлено, что для шнека ДШ-60 с шаговым электроприводом минимальная допустимая масса навески, при которой погрешность будет соответствовать нормам ГОСТа, составляет 89 г, что соответствует 40000 шагам.

На заключительном этапе исследований автором оценивалась работа двухшнекового дозатора в режиме дозирования двумя шнеками. Автором исследовалось влияние уставки включения шнека точной досыпки на погрешность дозирования компонентов, масса навески составляла 1000 г, в качестве электропривода шнека ДШ 60 попеременно применялись шаговый и асинхронный электродвигатели.

Таки образом, была установлена допустимая погрешность дозирования при использовании шагового электропривода при уставке включения второго шнека не выше, чем 90% при дозировании зерна, 99% – мела и 66 % – соли

(Рисунки 9-11).

При переводе из процентного соотношения в весовое, переключение на второй шнек при досыпке будет происходить во время дозирования: зерна – 100 г, мела – 10 г, соли – 340 г. Из этого следует, что при навеске большей массы, корректировка может проводиться по граммам, а не по процентному соотношению, что приведёт к ускорению процесса дозирования, а следовательно, повышению производительности. При этом использование шагового электродвигателя в качестве привода обеспечивает заметное снижение погрешности дозирования по сравнению с асинхронным.

Оценка производительности автором проведена при дозировании зерна для трех навесок массами 1, 5 и 10 кг. Во время исследований не удалось добиться работы шнека ДШ-120 в необходимом режиме при дозировании навесок массой 1 кг. Поэтому было принято решение сравнить исследуемый двухшнековый дозатор со шнеком ДШ-100, входящим в серийно выпускаемый модуль дозирования ММД 1,5×4.

При определении производительности шнека ДШ-100 вводились значения параметров его работы, при которых погрешность дозирования не превышала нормативов ГОСТ.

Анализ полученной информации позволил автору сделать вывод, что с увеличением массы навески производительность повышается в прямо пропорциональной зависимости (Рисунок 11).

В результате эксперимента выявлено, производительность двухшнекового дозатора на 10-15% выше по сравнению со шнеком ДШ-100.

По результатам производственной проверки в условиях ООО ПЗ «Большемурашкинский» Нижегородской области установлено, что при использовании разработанной установки и дозировании руменфита массой навески 5000 г погрешность составляет 0,15%, при дозировании магнифата массой навески 10000 г – 0,074 %, при дозировании мела массой навески 9000 г – 0,083 %, при дозировании иммуно-фертила массой навески 10000 г и 700 г – 0,067% и 0,93 % соответственно.

В *пятом разделе* «Технико-экономическая и энергетическая эффективность от применения двухшнекового дозатора сухих сыпучих компонентов комбикорма» приведены экономические расчёты. Годовая экономия денежных средств по сравнению с модулем макродозирования ММД 1,5х4 составляет 15743,16 руб. при сроке окупаемости затрат 2,26 года.

Автором диссертационной работы, А.Н. Прониным проделана большая работа:

- на этапе начала исследования – автором изучались материалы международных научных и отраслевых конференций, выставок, сайты ведущих производителей, новейшие технологические и технические решения в сфере дозирующих систем, современные устройства дозирования сухих сыпучих компонентов, выпускаемые зарубежными и отечественными компаниями: «АффиксПро», TrueWeighTM, DEGA, SHINI, «ПТФ «Техпром», «U-pack-tech» и др.

- на этапе теоретических исследований - разработка математической

модели на основе критериального отбора параметров; теоретический расчёт параметров и режима работы двухшнекового дозатора предлагаемой конструкции с привлечением программного обеспечения и ИТ технологий, в целях создания оптимальной модели конструкции;

- на этапе экспериментальных исследований – сравнительный анализ показателей работы модели и корректировка соответствующих параметров и режимов работы предлагаемой конструкции модели двухшнекового дозатора комбикорма с существующими моделями дозаторов, с целью определения оптимальных условий работы установки.

Замечания и пожелания

К автореферату диссертационной работы имеются следующие замечания и вопросы по таким разделам:

1. Актуальность темы

В обосновании актуальности темы не упомянута Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на период 2017–2025 гг., которая имеет непосредственное отношение к работе автора.

2. Теоретическая и методологическая основа исследования

В данном разделе автореферата А.Н. Прониным указано, что основой теоретических исследований является теоретическая механика, но не прописаны какие именно методы были использованы.

Например, для теоретических и экспериментальных исследований, могут быть использованы следующие методы:

- анализ и синтез исследуемого материала;
- метод абстрагирования для выявления основополагающих требуемых параметров модели (конструкции);
- методы математического моделирования;
- методы сравнительного анализа и т.д.

Автором приведён инструментарий, но не обозначены методики проведения математических расчётов (например, интегрального исчисления, математической статистики) и лабораторных экспериментов.

3. Теоретическая и практическая значимость работы

В данном разделе автореферата рекомендуется в практической значимости упомянуть в каких именно областях экономики и предприятиях могут быть использованы конструкторские новинки дозатора, предлагаемые и запатентованные А.Н. Прониным.

В данном разделе предлагается автору в качестве теоретического и практического применения подумать о включении в программы учебных учреждений сельскохозяйственного направления некоторых положений диссертационной работы. Например, разработка алгоритма научно-исследовательских работ с применением методов математического моделирования, а также применение новых технологий и деталей конструкций в сельскохозяйственной технике. Результаты исследования могут применяться в учебном процессе при подготовке специалистов аграрного профиля.

4. Достоверность основных положений работы

Степень достоверности материала подтверждается соответствующими документами, например, актами, патентами, решениями комиссий по результатам апробации или других практических исследований.

Например, расчётные программы и модули, которые работают при вводе других исходных данных, то есть «обкатка» модели выдаёт адекватный материал, не противоречащий результатам исследований.

В данном разделе должны рассматриваться не положения диссертационной работы, а её результаты (см. ГОСТ Р 7.0.11-2011), например: «Обоснованность и достоверность результатов работы».

Данный раздел необходимо дополнить следующим материалом.

Достоверность основных положений работы подтверждается

- высокой степенью сходимости результатов теоретических расчётов и эксперимента;

- применением известных способов оценки точности дозирования;

- большим объёмом проведённых экспериментальных исследований;

- применением современного высокоточного измерительного и вычислительного оборудования;

- апробацией результатов.

Обоснованность и достоверность полученных результатов исследований в диссертационной работе А.Н. Пронина подтверждаются актами апробации и внедрения, а также патентами, прилагаемыми к данной работе.

Акт апробации подтвердил эффективность экспериментальной установки - двухшнекового дозатора компонентов комбикорма.

В акте о внедрении указано, что результаты научно-исследовательской работы А. Н. Пронина использованы при проектировании и изготовлении серийно выпускаемых модулей макродозирования ММД-1,5х4, предназначенных для подачи заданной порции отдельных компонентов комбикорма в соответствии с установленной рецептурой.

Здесь же следует привести:

Основные положения научной работы и результаты исследований обсуждались на международных, всероссийских научных конференциях:

- I Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и технологий в современном мире» (г. Княгинино, НГИЭУ, 2021 г.);

- II Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и технологий в современном мире» (г. Княгинино, НГИЭУ, 2023 г.);

- XXVII Международной научно-практической конференции «Инновационная техника и цифровые технологии в животноводстве» (г. Москва, ФНАЦ ВИМ, 2023 г.);

- III Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и технологий в современном мире» (г. Княгинино, НГИЭУ, 2024 г.).

5. Апробация результатов работы

Апробация — это официальное одобрение, утверждение, основанное на проверке, испытании модели (конструкции).

В данном случае, это лабораторные и полевые испытания, поэтому здесь лучше разместить данные, указанные в актах апробации и внедрения, прилагаемые к диссертации.

Апробация экспериментального двухшнекового дозатора компонентов комбикорма (изготовлен по патенту РФ № 2813794) проводилась в цехе по приготовлению комбикормов в составе технологической линии по производству комбикорма для крупного рогатого скота, включая молодняк.

Актом апробации подтверждено, что работа двухшнекового дозатора компонентов комбикорма позволяет осуществлять высокоточное дозирование необходимых компонентов согласно заданной рецептуре, а также удовлетворяет требованиям и нормам ГОСТ в полном объёме при дозировании макро и микрокомпонентов. Двухшнековый дозатор компонентов комбикорма представляет интерес как для крупных хозяйств, так и небольших фермерских хозяйств, а также других предприятий технологическим процессом которых предусмотрено дозирование сухих сыпучих компонентов.

Автореферат в целом соответствует национальному стандарту ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Очевидно, что подавляющая часть схем, диаграмм и таблиц составлена автором диссертационной работы, но это следует подчеркнуть или указать, например, во введении или в заключении.

Заключение

Несмотря на высказанные замечания, автореферат диссертации Алексея Николаевича Пронина ««Повышение эффективности рабочего процесса двухшнекового дозатора компонентов комбикорма», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки), является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, имеющей значимость, как в теоретическом, так и практическом плане.

Применение двухшнековых дозаторов, приводимых в действие от двух электроприводов: основного асинхронного — для насыпки основной массы компонента, и дополнительного шагового — для досыпки оставшейся массы, рекомендуется к производству, что позволит снизить энергозатраты и повысить качества готового продукта, увеличить точность дозирования и пропускной способности дозирующих устройств для сухих сыпучих компонентов комбикорма.

Для управления двухшнековым дозатором рекомендуется применять специальную программу, разработанную автором диссертационной работы,

которая в режиме работы двумя электроприводами позволяет задавать необходимую массу навески в процентном соотношении для поочередной работы шнеков.

Проведённые исследования могут стать основой для разработки высокоточных дозирующих устройств, управляемыми на базе нейронных сетей с учётом влияния физико-механических свойств компонента, параметров окружающей среды, в режиме их автоматического определения и подбора оптимальных значений параметров работы дозирующего устройства.

Сформулированные теоретические модели обоснованы и подтверждены экспериментальными лабораторными и полевыми испытаниями.

Содержание автореферата сжато и информативно излагает основные положения диссертационной работы. Публикации соответствуют теме диссертационного исследования и автореферата.

Рецензент:

Ученый секретарь

Института агробиотехнологий им. А.В. Журавского

ФИЦ Коми НЦ УрО РАН - обособленное подразделение

ФГБУН Федерального исследовательского центра

«Коми научный центр Уральского отделения

Российской академии наук»

кандидат сельскохозяйственных наук (06.01.06 луговое хозяйство и лекарственные, эфирно - масличные культуры, 2003 г.)

Коковкина Светлана Васильевна

Жеке -

«09» декабря 2024 г.

Институт агробиотехнологий им. А.В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), 167023, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27, телефон (8212) 31-95-03 Email nipti@bk.ru

Подпись Светланы Васильевны Коковкиной заверяю

Директор Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
кандидат экономических наук

Юдин Андрей Алексеевич

М.П.

вх. 16.12.2024г.