

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Экология и промышленная безопасность» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» Суржко Олега Арсеньевича на диссертационную работу Лимаренко Николая Владимировича «Повышение эффективности обеззараживания бесподстилочного навоза», представленную к защите в диссертационный совет Д 220.057.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский агротехнологический университет имени П.А. Костычева» на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 – «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».

Актуальность темы

Бесподстилочный навоз является мощным энергоносителем, реализовать потенциал, которого возможно только при его безопасности в санитарно-эпидемиологическом отношении. Научная проблема использования энергетического потенциала данного вида отходов заключается в отсутствии эффективных и безопасных способах его обеззараживания. Эффективное использование потенциала бесподстилочного навоза подразумевает сохранение содержащихся в нём органических и минеральных соединений с возможностью последующего рециклинга в качестве биоорганического удобрения. Несмотря на растущий уровень индустриализации животноводства в РФ уровень внедрения ресурсосберегающих технологий и технических решений в данной области недостаточно высок. Перспективным инструментом развития ресурсосберегающих технологий и технических средств, используемых при утилизации органических отходов животноводства является применение системного подхода, обеспечивающего снижение уровня удельных затрат путём создания новых устройств и цифровизации их применения. Комплекс данных мероприятий обеспечивает минимизацию потерь материальных и энергетических ресурсов при высоких производственных мощностях. Известно, что объём образуемых отходов является индикатором эффективности использования исходного сырья. В России декларируют тезис «отходы в доходы», однако, в целом, лишь незначительная их часть эффективно утилизируется, особенно в секторе индустриального животноводства. На основании изложенного можно сделать вывод, что работа посвящена решению актуальной научно-технической проблеме повышения эффективности обеззараживания бесподстилочного навоза.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна

Соискатель в процессе проведения научных исследований основывался на положениях методологии системного анализа и синтеза, физического моделирования, которые базировались на теории искусственных нейронных сетей, теории вероятности и математической статистики. Для повышения эффективности обеззараживания бесподстилочного навоза соискатель применил методики нечёткого и статистического моделирования, численные методы поиска оптимальных параметров, машинного обучения, цифровизации получения данных. Применение данного инструментария позволило сформировать обобщенный образ исследуемого объекта, описанного в общепринятых терминах.

Достоверность результатов исследований обусловлена использованием базовых научных положений в области математической теории планирования эксперимента. Применение современных технических средств измерения, стандартных методик исследований во время проведения экспериментальных лабораторных и производственных испытаний позволили получить объективную картину протекания ряда технологических процессов, направленных на повышение эффективности утилизации и в частности обеззараживания бесподстилочного навоза.

Имитационное моделирование и математическая обработка результатов исследований выполнялись с использованием лицензионных математических программных пакетов для ПЭВМ: COMSOL Multyphysics, Solid Works, Microsoft Excel, Statistica, Matlab, MathCAD, что позволило обеспечить высокую достоверность оценки результатов научного поиска.

Научный подход, реализованный соискателем в данной диссертационной работе, позволил успешно произвести анализ обеззараживания бесподстилочного навоза и предложить оригинальные технические решения для повышения эффективности и снижения удельных затрат при утилизации органических отходов. Предложенные технические решения неоднократно апробированы в докладах автора на различных научно-практических конференциях.

Достоверность и новизна исследования, научных положений, выводов и рекомендаций

К элементам научной новизны настоящей работы следует отнести:

– модель повышения энерго-экологической эффективности обеззараживания бесподстилочного навоза влажностью 88...96%, а также навозных стоков влажностью 98% и выше с использованием активаторов обеззараживания с стержневым и шаровым вихревыми слоями;

- доказанную экспериментально эффективность использования электромагнитного активатора при обеззараживании бесподстилочного навоза влажностью 88...96 %, навозных стоков влажностью 98% и выше, интенсифицирующего операционное воздействие при сокращении энергозатрат;
- математические модели влияния параметров стержневого и шарового вихревых слоёв на санитарно-эпидемиологические параметры бесподстилочного навоза влажностью 88...96 %, навозных стоков влажностью 98% и выше при их обеззараживании в активаторах, определяющие экологическую безопасность и энергетическую эффективность операционного воздействия;
- оптимальные параметры стержневого и шарового вихревых слоёв активаторов обеззараживания бесподстилочного навоза влажностью 88...96 %, навозных стоков влажностью 98% и выше;
- цифровизированную смарт систему повышения эффективности обеззараживания бесподстилочного навоза.

Достоверность результатов экспериментальных исследований подтверждена применением современных технических средств измерения и общепринятых методик статистической обработки полученных данных.

Новизна и практическая значимость предлагаемых технических решений подтверждается договором в рамках реализации гранта Фонда содействия развитию малых форм предпринимательства № 3822ГС1/63200 от 19.12.2020 на выполнение НИОКР по теме: «Разработка прототипа энергоэффективной и экологически безопасной системы утилизации бесподстилочного навоза» (Проект №63200, заявка С1-80529 в рамках реализации инновационного проекта «Энергоэффективная и экологически безопасная система утилизации бесподстилочного навоза»), а также 11 патентами РФ.

Степень завершенности диссертации в целом и качество оформления

Диссертационная работа является завершенной, оформленной в соответствии с предъявляемыми требованиями, отличается достаточно глубокой проработкой и анализом теоретического и экспериментального материала и соответствует требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. В работе содержатся необходимый иллюстрационный материал и таблицы, отражающие в полной мере результаты исследований, полученные автором. Каждый раздел имеет соответствующие поставленным задачам выводы. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка источников, включающего 311 наименований, приложений, представленных на 87 страницах. Приложения включают материалы подтверждающие практическое внедрение результатов научных исследований, материалы по статистической обработке экспериментальных данных, а также справочные данные. Автореферат отражает содержание диссертации. Содержание и структура автореферата соответствует

основным положениям диссертационной работы, а её текст изложен в логической последовательности. Основные положения диссертации доложены, обсуждены и одобрены на различных научных и научно-практических конференциях.

Оценка содержания диссертационной работы

Диссертация изложена на 397 страницах, включает 18 таблиц и 132 рисунка.

Во введении соискатель обосновывает актуальность проблемы повышения эффективности обеззараживания бесподстилочного навоза для науки и техники, а также практическую значимость её решения. Во введении определена цель и поставлены задачи исследования, обоснован выбор объекта и предмета исследования.

В первой главе проведён анализ физических, химических, биологических свойств отходов животноводства, обоснована специфика свиного бесподстилочного навоза, обозначены проблемы повышения эффективности его обеззараживания. Соискателем разработана классификация параметров, учитывающая экологические и энергетические свойства бесподстилочного навоза. В разделе 1.5 проводится подробный анализ способов и механизмов обеззараживания бесподстилочного навоза, на основании структурно-параметрического сравнения которых выделяются наиболее перспективные эффекты воздействия и устройства их реализующие. Заключение главы является формулировка цели и задач исследования.

Замечания по первой главе:

1. Объём раздела 1.2.1 несколько завышен, несмотря на то что большое внимание уделяется свойствам бесподстилочного навоза, классификации фазово-дисперсных свойств других типов органических отходов не приводятся.

2. Размерность оси y на рисунке 1.7 содержит опечатку. Вместо %, необходимо привести мг/л.

3. В разделе 1.2.4 не ясно какие именно из рассматриваемых химических свойств бесподстилочного навоза позволяют определить уровень создаваемой им экологической нагрузки.

Во второй главе проведён анализ интенсивности энерго-экологических способов обеззараживания бесподстилочного навоза на основании, которого выделены девять наиболее типичных, соответствующих различной производственной мощности хозяйства. Разработана функциональная схема формирования критерия энерго-экологической эффективности обеззараживания бесподстилочного навоза. Доказано, что с точки зрения удельных энергетических затрат, уровня экологической безопасности, регламентированного нормативными документами рациональным, является использование способа, применяющего интенсивные активаторы.

Замечания по второй главе:

1. Утверждение, описанное выражением (2.15) относительно доли энергозатрат, приходящихся на привод рабочих органов требует пояснения, так как оно будет отличаться в зависимости от типа источника энергии: асинхронный электродвигатель, двигатель постоянного тока, серво привод и т.п.

2. В разделе 2.6 метод функции желательности Харрингтона принимается безальтернативно, следовало бы пояснить его предпочтительность относительно других методов нечётких множеств

В третьей главе разработаны методики проведения экспериментальных исследований, описаны используемые при их реализации приборы, стенды и программное обеспечение. Проведены отсеивающие опыты результаты которых обосновывают достоверность применения методов статистической обработки данных, математической теории планирования эксперимента. Подтверждена гипотеза о нормальном законе распределения энергетических свойств бесподстилочного навоза.

Замечания по третьей главе:

1. Разработанный соискателем программный комплекс Optimum Agriculture v.1.0 следовало бы описать более подробно. В частности, представляет интерес используемый алгоритм поиска оптимального решения.

2. Чем обусловлено отсутствие данных о законе нормального распределения удельной энергоёмкости?

В четвёртой главе приводятся результаты имитационного моделирования интенсификации обеззараживания бесподстилочного навоза двумя типами вихревого слоя – шаровым и стержневым в среде пакета Comsol Multiphysic. Результаты имитационного моделирования доказали энергетическую перспективность использования шарового вихревого слоя активатора. Достоверность данных результатов подтверждается экспериментальными исследованиями в лабораторных и производственных условиях. Разработаны математические модели повышения эффективности обеззараживания бесподстилочного навоза в активаторах, которые представляют исходные данные создания цифровизированной смарт системы. Путём решения оптимизационной задачи соискателем обоснованы параметры вихревых слоёв, обеспечивающие минимальный уровень удельной энергоёмкости операционного воздействия при соблюдении санитарно-эпидемиологических регламентов экологической нагрузки.

Замечания по четвёртой главе:

1. С какой целью математические модели в разделах 4.3 и 4.4 приводятся в кодированной и в натуральной форме.

2. На странице 213 имеется повтор текста, относящийся к описанию программного продукта Optimum Agriculture v.1.0.

3. Восприятие рисунков 4.39 и 4.40 затруднено приведёнными на них математическими моделями в качестве ограничений. Рациональным было бы показать только их номера по тексту.

В пятой главе представлены результаты разработки цифровизированной смарт системы как инструмента повышения эффективности обеззараживания бесподстилочного навоза. Обоснована модульная структура разработанного программного продукта, состоящая из моделирования экологической нагрузки, энергетических затрат на обеззараживание в активаторе, энергетических характеристик индуктора активатора в зависимости от производительности, седиментационного анализа свойств бесподстилочного навоза необходимого при исследовании и первичной оценке характеристик свежих отходов, цифровизированной методики оценки энергетической эффективности технических средств применяемых при утилизации бесподстилочного навоза, а также модуля проверки эффективности выбора приводов рабочих органов используемых в технологических циклах обеззараживания отходов.

Замечания по пятой главе:

1. В алгоритме расчёта параметров индуктора активатора на рисунке 5.8 отсутствует раскрытие физического смысла вычисляемых параметров, что значительно затрудняет анализ и понимание алгоритма.

2. Сценарии взаимодействия пользователя с разрабатываемой цифровизированной смарт системой следовало бы описать более детально.

В шестой главе содержится энерго-экологическая оценка разработанных технических средств и решений, повышающих эффективность обеззараживания бесподстилочного навоза относительно наиболее широко применяемых аналогов. Полученные результаты доказывают перспективность и экономическую целесообразность применения модульного программного продукта в виде цифровизированной смарт системы повышения эффективности обеззараживания бесподстилочного навоза.

Замечания по шестой главе:

1. В приложении приводятся данные о внедрении результатов на свинокомплексе и птицефабрике. Не ясно к какому из объектов относится полученный энерго-экологический эффект.

2. При описании норм расхода жидкости необходимой для удаления продуктов жизнедеятельности животных в разделе 6.2 не приведены нормативные документы, регламентирующие данный параметр.

Общие замечания и пожелания к работе:

1. Объём раздела 1.3 несколько завышен.

2. В разделе 3.2.1 соискатель приводит зонирование активатора хотя дальнейшие исследования посвящены только рабочей зоне. Поэтому данная информация является избыточной.

3. В тексте, обозначающем ссылку на таблицу 6.1 говорится о среднесуточном количестве стоков, а в названии таблицы о среднесуточном объёме бесподстилочного навоза, необходимо пояснить о чём идёт речь.

Заключение

Диссертационная работа Лимаренко Николая Владимировича является самостоятельной и законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научно-обоснованные технические решения, внедрение которых вносит вклад в развитие агропромышленного комплекса РФ.

Диссертационная работа отвечает требованиям пункта 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, а её автор, Лимаренко Николай Владимирович, заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки).

Официальный оппонент –

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Экология и
промышленная безопасность» ФГБОУ ВО
Южно-Российский государственный
политехнический университет (НПИ) имени
М.И. Платова

Олег
Арсеньевич
Суржко

10 марта 2022 года

Подпись, должность, учёное звание и учёную степень Суржко О.А. заверяю:

Учёный секретарь Совета вуза

Н.Н. Холодкова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»

Почтовый адрес: 346428, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, д. 132,

Контактный телефон: 8 (863) 25-53-94

e-mail: rektorat@npi-tu.ru, сайт: <https://www.npi-tu.ru/>

