

О Т З Ы В

официального оппонента – доктора технических наук, профессора Мохнаткина Виктора Германовича на диссертационную работу **Иванова Ильи Игоревича** на тему: «Обоснование параметров и режимов работы центробежно-роторного измельчителя фуражного зерна», представленную в объединенный диссертационный совет Д 006.048.02 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Работа представлена в рукописи на 140 страницах машинописного текста, в том числе содержит: титульный лист; оглавление (3с.), введение (3с.), разделы (I...V, 99с.), заключение (3с.), список использованной литературы (13с. 127 наименований) и приложения (16с.), в том числе копии документов, подтверждающие результаты выполненных исследований, копия патента на изобретение №2656619, результаты экспериментов и испытаний, копии актов испытаний в производственных условиях, данные для расчета годового экономического эффекта разработанной конструкции.

1 Актуальность темы диссертационного исследования и её связь с государственными научными программами

Так как корма в структуре себестоимости производства мяса, молока и других продуктов животноводства составляют до 60 %, то от их качества и подготовки к скармливанию во многом зависит эффективность работы отрасли животноводства. Например, из общего количества расходуемого фуражного зерна только половина перерабатывается в полноценные комбикорма и кормосмеси, а остальная часть скармливается в пере- или крупно-измельченном виде. При этом, усвояемость кормов находится в прямой зависимости от степени измельчения.

Анализ литературных источников, научных исследований и патентного материала показал, что для решения обозначенной проблемы подходят устройства, совмещающие в себе измельчение зерна срезом и скалыванием,

которые позволяют избегать излишнего переизмельчения продукта и тем самым, способствуют повышению его усвояемости и продуктивности животных.

Таким образом, разработка измельчителей, которые позволяли бы получать качественный и однородный гранулометрический состав готового продукта, при не значительных энергозатратах является актуальной задачей.

Научные исследования, на основе которых подготовлена диссертационная работа, проводились в Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина (ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА) при непосредственном участии автора и в сотрудничестве с лабораторией механизации животноводства Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого (ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока) согласно государственному заданию № АААА-А19-119042290137-1.

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

В диссертационной работе имеется пять общих выводов, достоверность которых подтверждается результатами экспериментальных исследований, а также производственными испытаниями, проведенными в СПК «Колхоз Андога» Кадуйского района Вологодской области и КФК Мызина И.А. Верховажского района Вологодской области. Выводы содержат научную новизну технических решений, математических зависимостей, оптимальных конструктивно-технологических параметров разрабатываемого измельчителя для зерновых материалов и загрузочного устройства для него.

Вывод первый свидетельствует о разработке конструктивно-технологической схемы измельчителя сыпучих материалов.

Вывод достоверен, подтвержден патентом Российской Федерации на изобретение (патент РФ № 2656619), обобщает материал, представленный в первой и второй главах диссертационной работы, а также обосновывает первое защищаемое положение.

Вывод второй констатирует получение математической зависимости для расчета траектории движения частицы (материальной точки) по вращающейся поверхности распределительной чаши центробежно-роторного измельчителя с вертикальной осью вращения.

Вывод обосновывает второе защищаемое положение и обобщает материалы, представленные во второй и четвертой главах диссертационной работы.

Вывод третий заявляет о разработке математической модели движения зерновки вдоль стенок радиального канала измельчителя, позволяющей осуществлять моделирование движения зернового материала в зависимости от

конструктивных и технологических параметров дробилки с учетом поступающего из бункера накопителя измельчаемого зерна.

Вывод достоверен, обосновывает третье и четвертое защищаемые положения и обобщает материалы, представленные в четвертой главе диссертационной работы.

Вывод четвертый показывает, что полученные математические модели оптимизации конструктивно-технологических параметров измельчителя, обеспечивающие наилучшее качество готового продукта, подтверждаются результатами экспериментальных исследований.

Вывод достоверен, обосновывает четвертое защищаемое положение и материалы, представленные в четвертой главе диссертационной работы.

Вывод пятый обосновывает технико-экономические результаты использования конструктивно-технологической схемы разработанного центробежно-роторного измельчителя в сравнении с типовым молотковым кормоизмельчителем «ЗУБР-1» и в сравнении с аналогичной конструкцией измельчителя с вертикальной осью вращения - ИЛС-0,15.

Вывод достоверен, частично обосновывает четвертое защищаемое положение и обобщает материалы, представленные в пятой главе диссертационной работы.

Достоверность всех выводов объективна и не вызывает сомнений.

3 Значимость для науки и практики результатов диссертационной работы

Новизна технических решений подтверждена патентом Российской Федерации на изобретение.

Значимость для науки заключается в получении математических моделей движения измельчаемой частицы зернового материала для дальнейшего обоснования конструктивно-технологических параметров измельчителей, а также разработки математической модели для оптимизации параметров технологического процесса, обеспечивающих наилучшее качество готового продукта центробежно-роторным измельчителем.

Эксплуатация опытного образца центробежно-роторного измельчителя при производстве кормов в СПК «Колхоз Андога» Вологодской области подтвердила технико-экономическую эффективность разработанной модели измельчителя.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при проектировании измельчителей, обеспечивающих наилучшее качество готового продукта при эффективности его эксплуатации.

4 Оценка содержания диссертационной работы и её завершенности в целом, замечания по оформлению рукописи

Диссертация состоит из введения и пяти разделов

Во введении обоснована актуальность темы и её практическая значимость, изложены цель и задачи исследований, а также основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Современное состояние проблемы измельчения зерна резанием. Задачи научных исследований» на основе проведенного анализа значительного количества литературных источников представлены основные тенденции совершенствования рабочего процесса измельчения зерна на различных технических средствах, а также основные требования к их оценке.

Замечания по первой главе:

1. Неясно, с какой целью в разделе 1.1 *подробно* представлены регламентируемые зоотехническими требованиями к качеству комбикормов – концентратов по видовым и половозрастным группам животных, хотя в дальнейшем эта информация в работе нигде не использована.

2. Все теоретические и экспериментальные исследования выполнены лишь относительно измельчения фуражного ячменя. В работе не рассмотрены для примера, другие виды фуражных злаковых и бобовых культур.

3. В обзоре измельчающих машин (раздел 1.4) нет анализа по энергозатратам на измельчение зерновых материалов и соответствия получаемого измельченного продукта (дерти) зооветеринарным требованиям, так подробно расписанных в разделе 1.1.

4. В разделе 1.5 отсутствует обоснование выбора конструктивно – технического решения центробежного измельчителя с вертикальной осью? Почему не горизонтальной или под определенным углом?

5. На странице 24 – 25 дважды повторяется один и тот же абзац: «На сегодняшний день центробежные измельчители наиболее широкое применение получили...».

Во второй главе «Теоретические исследования рабочего процесса центробежно-роторного измельчителя» представлена конструктивно-технологическая схема центробежно-роторного измельчителя с вертикальной осью вращения и результаты теоретических исследований его рабочего про-

цесса. Получены уравнения, позволяющие осуществлять моделирование движения зерновки (частицы) вдоль поверхности стенок канала камеры измельчения (дробления), в зависимости от скорости вращения и размеров канала, давления зернового материала поступающего из бункера накопителя в рабочее пространство измельчителя. Данные исследования позволяют вести проектирование рабочих органов измельчителя более эффективно с меньшими затратами труда и времени.

Замечания по второй главе:

1. Во второй главе работы проведено моделирование движение материальной частицы по поверхности вращающейся чаши. В связи с этим возникает вопрос о корреляции теоретических расчетов и практических (экспериментальных) исследований выполненных на прямолинейных образующих поверхностях вращения.

2. При теоретических расчетах (стр. 53) приняты скорости вращения ротора (вместе с распределительной чашей) $954,93 \text{ мин}^{-1}$, $802,14 \text{ мин}^{-1}$ и $190,99 \text{ мин}^{-1}$, но при экспериментальных исследованиях рассматривался диапазон от 800 до 1400 мин^{-1} , с диапазоном варьирования 200 мин^{-1} (стр. 74). Вывод о корреляции данных расхождений в работе отсутствует.

3. Название графика 2.8 (График движения зерновки...) не соответствует изображению, т.к. непонятно, что подразумевает автор под словом «движение».

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» разработана программа и представлена методика экспериментальных исследований, приборы и оборудование, используемое в ходе исследований экспериментальной установки центробежно-роторного измельчителя. Анализ конструктивно-технологической схемы центробежно-роторного измельчителя и обзор работ по измельчению позволили автору выделить факторы, оказывающие наибольшее влияние на показатели работы измельчителя для оптимизации процесса измельчения.

Замечания по третьей главе:

1. Из третьей главы не ясно, каким образом осуществлялась настройка угла атаки ножей, зазора между ножами и выступами нижнего вращающегося диска, а также синхронизация поворота и фиксация клиновых ножей в рабочих положениях.

2. Нет обоснования для чего проводились исследования физических и геометрических характеристик измельчаемого материала (ячмень, овес, горох, стр. 66), если все дальнейшие исследования измельчителя проводились исключительно на ячмене?

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований» представлены результаты экспериментальных исследований центробежно-роторного измельчителя фуражного зерна с вертикальной осью вращения и представлен их анализ.

На этапе предварительных исследований опытного образца измельчителя проведены несколько экспериментов. Их анализ показал, что для получения готового продукта однородного гранулометрического состава с минимальным содержанием пылевидной фракции и частиц с размером не более 3 мм подачу зерна следует варьировать в диапазоне от 1,67 до 2,54 кг/мин, а частоту вращения нижнего диска рассматривать от 800 мин⁻¹ и выше.

Для анализа влияния на рабочий процесс измельчителя ранее выбранных факторов реализован дробный факторный эксперимент вида 2⁷⁻².

В результате исследований получены математические модели и поверхности отклика, позволяющие достаточно точно описать происходящие процессы и подобрать оптимальные режимы работы центробежно-роторного измельчителя с вертикальной осью вращения при измельчении зерна злаковых культур.

Замечания по четвертой главе:

1. Общеизвестно, что при работе зерновых измельчителей наблюдается эрозия рабочих органов и поверхностей трения, взаимодействующих с измельчаемым материалом. В работе отсутствуют сведения о материале рабочих органов, их термической обработке и износе в процессе проведенных исследований.

В пятой главе «Результаты испытаний. Экономическая оценка» представлены результаты сравнительных производственных испытаний, а также технико-экономическая оценка от внедрения предлагаемого образца в сельскохозяйственное производство.

Анализ результатов производственных испытаний центробежно-роторного измельчителя в сравнении с молотковым кормоизмельчителем ЗУБР-1 показал, что снижается доля пылевидной и крупной (более 3 мм) фракции в готовом продукте более чем на 40 %. А при сравнении с измельчителем ИЛС-0,15 годовой экономический эффект составит более 319704 руб./год, при сроке окупаемости не более трех лет.

Замечания по пятой главе:

1. В экспериментальном разделе имеются разночтения между рассчитанными теоретическими параметрами и принятыми для экспериментальных исследований. Нет достаточных обоснований принятых критериев оптимизации при проведении многофакторных экспериментов.

5 Общее мнение по оформлению диссертации и её редактированию

Текст диссертации изложен технически грамотным языком, отличается логичностью излагаемых положений, результаты исследований сопровождаются рисунками, графиками, таблицами, ряд материалов и документов представлены в Приложениях.

Результаты внедрения подтверждены соответствующими актами.

Замечания по оформлению диссертации:

1. В тексте встречаются орфографические ошибки и стилистические неточности.
2. Нет единообразного стиля оформления по шрифтам, математическим формулам, графикам. В каждой главе своя стилистика.
3. Встречаются неудачные сравнения, например «...лучше гранулометрический состав...», «...больше выход продукции...» без указания цифровых показателей.

6 Подтверждение публикации результатов исследований в научной печати, соответствия содержания диссертации литературным источникам, автореферата основным положениям диссертации

Основные положения диссертации опубликованы в 19 научных работах, из них: 4 в изданиях ВАК, 2 - в изданиях SCOPUS, а также патенте на изобретение РФ. Результаты исследований докладывались на конференциях ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА в 2016 и 2017 г.г.; ФГБОУ ВО Вятская ГСХА в 2017 и 2018 г.г.; ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока и ФГБОУ ВО СПб ГАУ в 2019 году.

Диссертационная работа по своему содержанию соответствует материалу, представленному в литературных источниках соискателя. Опубликованные материалы по результатам исследований достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Автореферат включает общую характеристику и краткое содержание диссертационной работы. Структура изложения диссертации сохранена в автореферате. Содержание автореферата и общие выводы, приведенные в заключении, соответствуют основным положениям диссертации.

7 Заключение

Диссертационную работу Иванова Ильи Игоревича можно считать самостоятельно выполненной и завершенной научной работой, в которой на ос-

новании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований сформулированы и обоснованы научные положения, внедрение которых вносит вклад в научно-технический прогресс агропромышленного комплекса страны.

При исследовании автором использованы современная аппаратура и оборудование, экспериментальная установка, изготовленная в натуральную величину, опытные данные обработаны с применением компьютерных программ. Все это свидетельствует о достаточно высоком научном уровне проведенных исследований и характеризует автора как подготовленного научно-го работника к самостоятельной работе исследователя.

Отмеченные в отзыве недостатки не снижают значимость работы и носят частный характер. Они могут быть учтены в последующей работе соискателя.

Исходя из изложенного считаю, что диссертационная работа на тему «Обоснование параметров и режимов работы центробежно-роторного измельчителя фуражного зерна» соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013г. № 842), а Иванов Илья Игоревич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства.


Официальный оппонент
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой технологического
и энергетического оборудования
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Вятский государственный агротехнологический университет»


В. Г. Мохнаткин

ФИО лица, представившего отзыв	Мохнаткин Виктор Германович
Место работы	Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет»
Адрес	г. Киров, ул. Дерендяева, д.64, кв. 62
E-mail	mohnatkin@vgsha.info
Телефон	Мобильный: Рабочий: +7 9128275093

Подпись Мохнаткина В.Г. заверяю

Ученый секретарь:


27.05.2022 г.

