

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук Петрова Виталия Анатольевича на диссертационную работу Павлова Александра Сергеевича на тему «Разработка методики ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства» представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса в диссертационный совет 35.2.030.03 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Актуальность темы диссертации

Кормопроизводство является основой устойчивого развития животноводства и соответственно ведет к увеличению уровня продовольственной безопасности Российской Федерации. От качества приготовления кормовых смесей напрямую зависят продуктивность животных, их здоровье и, в конечном счёте, рентабельность всего агропромышленного комплекса. Уязвимым звеном в кормоприготовительной технике остаются режущие элементы, которые подвергаются повышенному коррозионному и механическому изнашиванию. Преждевременный выход из строя этих деталей приводит не только к прямым затратам на замену, но и к нарушению зоотехнических требований по величине фракционного состава корма, снижению его поедаемости и, как следствие, к потерям продукции животноводства.

В настоящее время техническое оснащение отрасли животноводства в подавляющем большинстве является импортным, а поставляемые к ним рабочие органы также имеют зарубежное происхождение. В санкционных условиях проблема импортозамещения режущих элементов и повышения их долговечности приобретает характер стратегической задачи, решение которой невозможно без создания надёжной и научно обоснованной системы испытаний, позволяющей одновременно в одинаковых условиях испытывать несколько образцов, изготовленных из разных материалов и с применением различных упрочняющих технологий.

Включение рабочих органов машин для животноводства в перечень критической промышленной продукции в отрасли сельскохозяйственного машиностроения Российской Федерации на 2024–2026 годы подтверждает государственную значимость рассматриваемой проблемы. Таким образом, диссертационная работа Павлова Александра Сергеевича, направленная на разработку методики ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства, является актуальной и обладает существенной значимостью для отрасли.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Цель исследования сформулирована как повышение долговечности режущих элементов кормоприготовительных машин для животноводства с обоснованным выбором материалов и упрочняющих технологий путем применения методики ускоренных ресурсных испытаний. Для ее достижения определены взаимосвязанные задачи: анализ условий эксплуатации рабочих органов машин для животноводства, методов и средств их испытаний; обоснование лабораторных условий позволяющих проводить ресурсные испытания в режиме максимально приближенном к реальным эксплуатационным нагрузкам; разработка математической модели прогнозирования долговечности режущих элементов в условиях коррозионно-механического изнашивания; разработка методики и установки для ресурсных испытаний режущих элементов в условиях, приближенных к эксплуатационным; проведение экспериментальных исследований коррозионно-механического изнашивания режущих элементов и установление влияния эксплуатационных факторов на их долговечность; определение экономического эффекта.

Логика исследования последовательна: от анализа состояния вопроса автор переходит к изучению и обоснованию имитационных условий для последующих ресурсных испытаний, затем разрабатывает математическую модель для прогнозирования долговечности режущих элементов в условиях

коррозионно-механического изнашивания, а так же методику и лабораторную установку для ускоренных ресурсных испытаний режущих элементов в условиях, приближенных к эксплуатационным и проводит экспериментальные исследования устанавливая влияние эксплуатационных факторов на долговечность режущих элементов машин для животноводства, после чего проводит оценку эффекта предлагаемых решений.

Достоверность и обоснованность результатов исследований, выводов и рекомендаций не вызывают сомнения, что подтверждается использованием нормативно-справочных данных, анализом отечественной и зарубежной литературы, применением современных приборов и оборудования, а также результатами теоретических и экспериментальных исследований. Оригинальность предложенной автором разработки подтверждается патентом №2842437.

Основные результаты диссертационной работы достаточно полно отражены в опубликованных научных трудах и апробированы на научных конференциях. По теме исследования было опубликовано 10 научных работ, из них 3 работы в журналах, входящих в Перечень ВАК, зарегистрирован один патент на изобретение, опубликована методика ресурсных испытаний режущих элементов сельскохозяйственных машин для животноводства и кормопроизводства.

По результатам исследований сформулировано шесть выводов.

В первом выводе определены условия эксплуатации режущих элементов машин и оборудования для животноводства и обоснована необходимость разработки новой методики ресурсных испытаний рабочих органов. Вывод отражает решение первой задачи исследования, вытекая из материалов первой главы диссертации.

Вывод два определяет обоснование состава имитирующего субстрата, обеспечивающего коррозионно-механический характер изнашивания режущих элементов. Определен коэффициент ускорения, сокращающий время испытаний.

Вывод отражает решение второй задачи исследования и вытекает из материалов второй главы диссертации.

Вывод три отражает теоретические исследования прогнозирования долговечности режущих элементов в условиях коррозионно-механического изнашивания. Определяет критерии предельного состояния режущих элементов.

Вывод отражает решение третьей задачи исследования и вытекает из материалов второй главы диссертации.

Вывод четыре указывает на разработанную методику ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства и установку к ней (патент № 2842437). Показывает конструктивные параметры крепления испытуемых режущих элементов и отражает результаты прочностного анализа на работоспособность вала установки.

Вывод отражает решение четвертой задачи исследования и вытекает из материалов третьей и четвертой глав диссертации.

Вывод пять отражает экспериментальные исследования изменения геометрических, массовых и коррозионных параметров изнашивания режущих элементов от наработки. Определяет прогнозируемый ресурс исследуемых образцов.

Вывод отражает решение пятой задачи исследования и вытекает из материалов четвертой главы диссертации.

Вывод шесть в полной мере отражает оценку экономической эффективности применения разработанной методики ресурсных испытаний.

Вывод отражает решение шестой задачи исследования и вытекает из материалов пятой главы диссертации.

В целом выводы достоверны, имеют научную новизну и практическую значимость.

К **научной новизне** работы следует отнести разработанную методику ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства, включающую обоснование параметров имитирующей среды, и обоснованные

параметры установки для ускоренных испытаний на коррозионно-механическое изнашивание, а также установленные экспериментальные кинетические зависимости изменения геометрических, массовых и коррозионных параметров изнашивания от наработки.

Практическая значимость результатов исследований работы. Разработаны методика и установка (№ 2842437) для ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства. Методика утверждена в ФГБУ «Государственный испытательный центр». Приведённые испытания эталонного режущего элемента и упрочненного покрытием CrN показывают, что расчётный эксплуатационный ресурс упрочнённых ножей возрастает в 1,32 раза, что подтверждает работоспособность и достоверность разработанной методики ресурсных испытаний.

Структура и общая оценка работы

Диссертация изложена на 168 страницах и состоит из введения, основной части, включающей пять глав, заключения, списка использованной литературы (164 источника, в том числе 17 на иностранных источниках), 10 таблиц, 57 рисунков и шести приложений.

Во введении обоснована актуальность темы, показана степень ее разработанности, сформулированы цель, задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, определены объект и предмет исследования.

В первой главе «Состояние вопроса. Цель и задачи исследования» выполнен анализ состояния технического оснащения животноводства и обоснование необходимости импортозамещения рабочих органов. Проведен анализ условий эксплуатации рабочих органов смесителей-кормораздатчиков и разработана их классификация. Определены основные дефекты режущих элементов. Проведен анализ существующих методов и средств испытания рабочих органов сельскохозяйственных машин. Определены требования к новой методике ресурсных испытаний режущих элементов машин для

животноводства. Сформулированы основные выводы по первой главе. Представлена цель и задачи исследования.

Во второй главе «Теоретическое исследование. Обоснование параметров среды и модели технического оснащения для ресурсных испытаний режущих элементов» приведено обоснование параметров среды ускоренных испытаний режущих элементов. Представлена модель технического оснащения и обоснование конструктивных параметров установки для ресурсных испытаний на коррозионно-механический износ режущих элементов. Представлены теоретические исследования прогнозирования долговечности режущих элементов в условиях коррозионно-механического изнашивания. Обоснованы критерии предельного состояния и критерий выбора материалов и упрочняющих технологий. Сформулированы выводы по второй главе.

В третьей главе «Методика ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства» представлена методика исследований, а также приборы, материалы и оборудование для проведения экспериментальных исследований. Предложен метод оценки коррозионно-механического изнашивания режущих элементов.

В четвертой главе «Результаты исследований ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства» изложены результаты исследований прочностного расчёта вала установки; результаты расчета оптимального угла $\beta = 15^\circ$ крепления режущих элементов на установку с чередованием $+15^\circ/-15^\circ$, обеспечивающие равномерность распределения субстрата и отсутствие застойных зон при испытании; результаты исследования упрочненного CrN – покрытия стали 9ХС; результаты исследования геометрических параметров, механического изнашивания и коррозионного изнашивания режущих элементов; результаты прогнозирования долговечности по которым установлено, что ресурс упрочнённых ножей составляет 162 ч, что в 1,32 раза превышает ресурс неупрочнённых.

В пятой главе «Экономическая эффективность применения разработанной методики и рекомендации производству» приведен расчет экономической эффективности применения разработанной методики по которой затраты на одну серию ускоренных испытаний сокращаются в 71 раз (с 14 млн руб. до 0,197 млн руб.), годовая экономия для испытательного центра при этом будет составлять 55,4 млн руб. при четырёх сериях в год. Применение результатов работы для выбора рациональных материалов и упрочняющих технологий, по данным автора, позволяет снизить эксплуатационные затраты на 215 500 руб. в год на один смеситель-кормораздатчик. Общий годовой экономический эффект от внедрения результатов работы при этом оценивается в 55,65 млн руб. так же представлены рекомендации производству.

В заключении сформулированы обобщённые результаты, соответствующие поставленным задачам.

В приложении представлены: патент автора, результаты исследований, акт внедрения, сертификаты участия в международных конференциях.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации. Текст автореферата изложен в логической последовательности.

Замечания и вопросы по диссертационной работе

Наряду с общей положительной оценкой диссертации по ее содержанию и оформлению имеются следующие вопросы и замечания:

1. В п.п. 1.1, стр. 11-17 автором проведен анализ состояния сельскохозяйственной техники, однако неплохо было бы привести статистические данные непосредственно о машинах и оборудовании для раздачи кормов и кормозаготовки.

2. В п.п. 1.2.2, стр. 22-25 указывается определенная живая масса дойной коровы равной 600 кг., не совсем понятно, что имеется ввиду или среднее значение живой массы или это допущение для расчетов в качестве примера?

3. Недостаточно раскрыто утверждение о том, что попадание ледяных фракций в зимний период может привести к повышению абразивного износа

в 1,5 -2 раза, возможно речь идет о застывших комках почвы. Требуется пояснение.

4. В полученной математической модели для прогнозирования долговечности режущих элементов в условиях коррозионно - механического изнашивания (ф. 2.34) не указана размерность коэффициента ускорения.

5. В работе (глава 3) не представлен сравнительный анализ материалов зарубежных и отечественных режущих элементов, что не позволяет в полной мере обосновать выбор стали 9ХС в качестве объекта исследования.

6. В работе автор не учел ударные нагрузки, характерные для рабочих органов смесителей-кормораздатчиков, и плотность спрессованных кормов, что снижает достоверность моделирования реальных условий эксплуатации.

7. В диссертации отсутствует оценка суммарной погрешности экспериментальных исследований, в том числе обусловленной человеческим фактором.

8. Автору следовало бы пояснить, при каких режимах проводилось упрочнение режущего элемента, а также указать используемое оборудование.

9. Результаты исследований измерений микротвердости упрочненного слоя п.п. 4.3, стр. 108-109 следовало бы привести в мегапаскалях (Мпа).

10. В работе встречаются некорректно сформулированные фразы.

Следует отметить, что данные замечания носят преимущественно рекомендательный и дискуссионный характер и ни в коей мере не снижают достоинств проделанной соискателем работы.

Общее заключение по диссертации

Диссертационная работа Павлова Александра Сергеевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научная задача обоснования ускоренных ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства и разработано техническое средство для проведения этих испытаний. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеет теоретическую

и практическую значимость. Полученные результаты аргументированы расчетами, натурными и экспериментальными исследованиями, апробированы в производственных условиях и отражены в публикациях. Содержание диссертации соответствует научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса. По актуальности, научной новизне, обоснованности результатов, практической значимости и объему выполненных исследований диссертация соответствует критериям, установленным пунктами 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Павлов Александр Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Официальный оппонент:

к.т.н. (4.3.1. Технологии, машины

и оборудование для агропромышленного комплекса),

доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин»

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет»



Петров Виталий Анатольевич

« 21 » 09 2026 г.

Подпись заверяю
Начальник управления
кадрового делопроизводства
Удмуртского ГАУ



Сведения об оппоненте:

Петров Виталий Анатольевич, кандидат технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, доцент кафедры «Эксплуатация и ремонт машин» ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет». Адрес: 426069, Россия, ПФО, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11. Тел. +7(3412)58-99-47, e-mail: info@udsau.ru