

ОТЗЫВ

**официального оппонента, доктора технических наук, доцента
Федорова Сергея Константиновича на диссертационную работу
Павлова Александра Сергеевича на тему «Разработка методики ресурсных
испытаний режущих элементов машин для животноводства»
представленной 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

Интенсификация животноводства и переход на промышленные технологии приготовления кормов требуют высокой надёжности и безотказности работы кормоприготовительного оборудования. Одним из наиболее уязвимых элементов смесителей-кормораздатчиков являются режущие элементы, ресурс которых в значительной степени определяет эффективность эксплуатации техники. Отказы режущих элементов кормоприготовительной техники происходят из-за их коррозионно-механического изнашивания, что приводит к незапланированным простоям, дополнительным затратам на запасные части и снижению качества кормовой смеси.

Существующие методики испытаний не позволяют в должной мере воспроизводить весь комплекс эксплуатационных факторов и оперативно оценивать ресурс режущих элементов. Отсутствие единого подхода к ускоренной оценке долговечности затрудняет обоснованный выбор материалов и упрочняющих технологий, что особенно важно в условиях импортозамещения. В связи с этим диссертационная работа Павлова А.С., направленная на разработку научно обоснованной методики ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства, является актуальной и практически востребованной.

Научная и практическая значимость работы

Научная новизна исследований заключается в методике ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства, включающей обоснование параметров имитирующей среды, разработку установки для

ускоренных испытаний и установлении кинетических зависимостей изменения геометрических, массовых и коррозионных параметров изнашивания от наработки.

Практическая значимость работы. Разработана методика ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства и кормопроизводства, получившая утверждение в ФГБУ «Государственный испытательный центр». Сконструирована испытательная установка, защищённая патентом РФ на изобретение № 2842437, особенностью которой является возможность одновременного испытания до двенадцати образцов в одинаковых условиях, что позволяет проводить испытания различных материалов и упрочняющих технологий в идентичных условиях.

Подобраны состав имитирующей среды и режимы нагружения, дающие ускорение испытаний в 3–5 раз по сравнению с натурными. На основе проведённых исследований установлено, что упрочнение режущих элементов покрытием CrN приводит к улучшению геометрических параметров изнашивания, коррозионной стойкости и массового износа в 1,4–6,8 раза по сравнению с серийными образцами, при этом расчётный эксплуатационный ресурс упрочнённых ножей возрастает в 1,32 раза, что подтверждает работоспособность и достоверность разработанной методики ресурсных испытаний.

Внедрение методики снижает стоимость одной серии испытаний в 71 раз, а суммарный годовой экономический эффект оценивается в 55,4 млн руб. для испытательного центра и 215 500 руб. на один смеситель-кормораздатчик.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке математической модели прогнозирования долговечности режущих элементов, учитывающей совместное действие абразивного и коррозионного факторов, а также в установлении кинетических зависимостей изменения параметров изнашивания от наработки и обосновании критериев предельного состояния.

Полученные результаты развивают теорию коррозионно-механического изнашивания применительно к рабочим органам машин для животноводства.

Новизна подтверждается 1 патентом на изобретение и научным изданием методики.

Анализ содержания диссертации и степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертационная работа изложена на 168 страницах машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 164 наименований, в том числе 17 на иностранном языке, и приложений на 16 страницах. Работа содержит 10 таблиц и 57 рисунков.

В первой главе раскрыта актуальность выбранной темы, определены цель и задачи работы, указаны объект и предмет исследования, приведены научная новизна, теоретическая и практическая ценность, а также положения, выносимые на защиту.

Во второй главе приведено обоснование состава имитирующей среды, разработана модель технического оснащения испытательной установки и обоснованы её конструктивные параметры, получена математическая модель прогнозирования долговечности, сформулированы критерии предельного состояния и предложен интегральный критерий выбора материалов и технологий упрочнения.

Третья глава содержит описание методики исследования, применяемого оборудования, состава субстрата и режимов испытаний, методик оценки коррозионно-механического изнашивания, изучения упрочнённого покрытия и прогнозирования долговечности. Приведено описание запатентованной установки.

В четвертой главе изложены результаты прочностного расчёта установки, результаты выбора оптимального угла установки режущих элементов, результаты металлографических исследований испытываемых образцов, результаты экспериментальных данных по изнашиванию режущих элементов, а также результаты прогнозирования долговечности режущих элементов на основе теоретических исследований.

В пятой главе приведены рекомендации по внедрению разработанной методики ресурсных испытаний в практику испытательных центров и предприятий-изготовителей, а также выполнена оценка экономической эффективности разработанной методики.

В заключении сформулированы обобщённые результаты, соответствующие поставленным задачам.

В диссертации автор выносит на защиту шесть научных положений. Каждое положение сформулировано корректно, они логически связаны между собой, раскрывают тему и цель исследования.

Общие выводы приведены в соответствующем разделе диссертации. Автор сформулировал шесть развернутых выводов.

В целом, выводы диссертации основаны на корректном применении общепринятого исследовательского и аналитического опыта и опыте практической реализации результатов исследования в научных исследованиях.

Соответствие публикаций и автореферата основным положениям диссертации

Представленные в диссертации научные положения, выносимые на защиту, в необходимом объеме представлены в 10 научных работах, в том числе в 3 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, патенте на изобретение № 2842437.

Автореферат диссертации изложен на 23 страницах и содержит общую характеристику работы, описание основных этапов исследования, обобщённые выводы и перечень публикаций автора по теме диссертации. Содержание автореферата полностью соответствует диссертации и отражает её новизну, практическую ценность полученных результатов.

Достоверность научных результатов обеспечена тем, что теоретические положения базируются на фундаментальных закономерностях теории изнашивания, коррозии и резании сельскохозяйственных материалов, а экспериментальные исследования проведены в условиях, приближенных к реальной эксплуатации, с использованием современных методик и оборудования.

Полученные результаты подтверждены натурными испытаниями. Обработка результатов исследований проводилась с использованием методов математической статистики и прикладных программ Statistica 10 и Microsoft Excel.

Диссертационная работа Павлова А.С. является самостоятельным научным исследованием. Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач, разработке программы и методик лабораторных и эксплуатационных испытаний, подготовке и написании научных публикаций, апробации результатов на международных, всероссийских и региональных конференциях, анализе и интерпретации экспериментальных данных, а также во внедрении результатов работы в практику испытательного центра.

Замечания по диссертационной работе

1. Недостаточно обоснован выбор фракции древесных опилок (3-5 мм).
2. Недостаточное обоснование угла установки ножей $\beta = 15^\circ$. Принятый угол 15° обоснован только условиями перемешивания субстрата в испытательной установке, но не показано, как это влияет на механизм изнашивания (абразивный, коррозионный, ударный) и соответствует ли он реальным условиям эксплуатации.
3. Вывод 5 объединяет результаты по геометрическим и коррозионным параметрам, но не содержит чёткого разделения вклада каждого фактора. Целесообразно было бы уточнить, какой из параметров является лимитирующим для прогнозирования ресурса.
4. Полученная годовая экономия в 55,4 млн руб. представляется завышенной, поскольку в расчёте не учтены затраты на изготовление и обслуживание установки для ресурсных испытаний, принята высокая стоимость часа работы (2500 руб.) и заложено четыре серии испытаний в год без должного обоснования реальной загрузки испытательного центра.

Отмеченные выше замечания не снижают значимости проведенных исследований и не отражаются на общей положительной оценке диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Павлова Александра Сергеевича «Разработка методики ресурсных испытаний режущих элементов машин для животноводства» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые научно обоснованные технические решения. Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 4.3.1 – «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса», утверждённому ВАК РФ, в части пунктов: 9. Методы, средства исследований и испытания машин, оборудования и технологий для агропромышленного комплекса. 21. Методы оценки качества материалов, металлов, технических жидкостей, изделий, машин, оборудования, поточных линий в агропромышленном комплексе. 24. Методы исследования конструкционных материалов (в том числе наноматериалов) для применения в технологиях и технических средствах агропромышленного назначения.

Считаю, что диссертация соответствует критериям, изложенным в пунктах 9–14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а Павлов Александр Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса».

Официальный оппонент:

д.т.н., доцент, профессор кафедры

МТ13 «Технологии обработки материалов»

МГТУ им. Н.Э. Баумана

 С. К. Федоров
« 23 » сентября 2026 г.

Подпись Федорова С.К. заверяю:

Сведения об оппоненте:

Федоров Сергей Константинович, доктор технических наук по специальности 05.20.03 - технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве, доцент, профессор кафедры МТ13 «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.
тел. +7(906) 738-08-26, e-mail: momd@yandex.ru



НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА

ОТДЕЛ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ
ЕДИНОЙ ПРИЕМНОЙ УКСИ
М Г Т У И М Е Н И Я Н . Э . Б А У М А Н А