

ОТЗЫВ

официального оппонента – кандидата технических наук, доцента кафедры МК6 «Колесные машины и прикладная механика» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Калужский филиал, Сидорова Максима Владимировича на диссертационную работу Болотова Дмитрия Борисовича на тему: «Совершенствование упруго-демпфирующей системы подвески сиденья оператора сельскохозяйственного колесного трактора», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

1. Актуальность темы диссертации

Проблема повышения уровня комфорта и безопасности условий труда механизатора в настоящее время приобретает особую значимость. Рост эксплуатационных скоростей трактора влечет за собой усиление вибрации, негативно воздействующей на здоровье оператора. Это приводит к увеличению уровня усталости, ухудшению работоспособности, повышению риска возникновения аварийных ситуаций на дороге и снижению общего качества выполняемой работы. Качество труда механизатора играет немаловажную роль при рассмотрении составляющих эффективности работы тракторно-транспортного агрегата. В настоящее время одним из приоритетных направлений научных исследований становится разработка эффективных конструктивных решений, направленных на снижение влияния вибрационного воздействия путем усовершенствования системы демпфирования колебаний. Особое внимание уделяется созданию эффективных подвесок сиденья. Перспективными конструкциями в настоящее время являются полуактивные системы демпфирования. На основании вышесказанного, тема работы является весьма актуальной и направлена на снижение уровня вибронегативности рабочего места оператора.

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

Анализ диссертации и полученных научных результатов соискателя позволяет сделать вывод о наличии новых научных результатов и соответствия работы уровню кандидатских диссертаций. Достоверность выдвинутых научных положений, представленных в виде зависимостей уровней виброускорений, полученных в результате проведения численных экспериментов на разработанных имитационных моделях серийной и предложенной системы

демпфирования сиденья оператора трактора, подтверждается сходимостью результатов с данными, полученными в ходе натурных исследований.

Соискателем изучены и проанализированы различные технические решения, направленные на снижение уровня виброускорений на сиденье оператора, что подтверждается ссылками на источники информации представленными в списке литературы (181 наименование). Проведен обзор публикаций и приведены: влияние источников возмущения при движении транспортных средств на организм оператора, анализ систем подрессоривания мобильных энергетических средств, классификация и анализ систем подрессоривания сиденья оператора мобильного энергетического средства и пути их совершенствования. Проведенный теоретический анализ первой главы послужили основой для формулирования степени разработанности и актуальности темы, а также постановкой целей и задач исследований. Описание разработанных математических моделей и результаты их расчета приведены во втором разделе работы. Третий раздел посвящен методике проведения натурных и численных экспериментов. В четвёртом разделе содержатся результаты, полученные в ходе проведенных исследований. В пятом разделе определяется экономическая эффективность внедрения предложенной конструкции демпфера сиденья.

Основные положения диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук были представлены и обсуждены на ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, а также на международных, всероссийских и национальных научных конференциях.

Сформулированные в работе выводы имеют достаточно высокую степень достоверности, соответствуют широкого апробированным теоретическим и экспериментальным исследованиям.

Первый вывод диссертации соответствует первой задаче и отражает в себе данные, полученные в результате исследований, проведенных на разработанных моделях серийной и предложенной конструкций подвески сиденья. Данные модели отличаются комплексным учетом кинематических и динамических параметров механических элементов, а также гидравлических характеристик демпфера подвески. Проведённые численные эксперименты на разработанных моделях позволили определить допустимые по вибронагруженности скорости движения тракторно-транспортного агрегата в процессе выполнения внутрихозяйственных работ. Достоверность вывода подтверждается данными, изложенными во втором и четвертом разделах работы.

Второй вывод соответствует второй задаче исследования, и содержит в себе результаты разработки конструкции подвески сиденья оператора мобильного энергетического средства с активным демпфером. Достоверность вывода подтверждается данными третьего и четвертого разделов работы, а также полученным патентом на полезную модель (патент РФ № 233623).

Третий вывод диссертации, в котором установлена зависимость управления демпфирующими свойствами подвески от скорости перемещения сиденья и доказана её эффективность, соответствует третьей задаче. Эксперимен-

тально подтверждено, что предложенный алгоритм управления вязкостью магнитореологической жидкости позволяет не только полностью устранить негативное явление пробоя подвески при переезде единичной неровности, но и обеспечивает значительное снижение вибронагруженности (от 4 до 15 дБ) оператора на всех исследованных режимах работы тракторно-транспортного агрегата, что является весомым доказательством практической значимости предложенного технического решения.

Четвёртый вывод диссертации достоверен и соответствует четверной задаче исследований. В нем содержатся данные полученных закономерностей изменения вертикальных ускорений на рабочем месте оператора при различных режимах работы тракторно-транспортного агрегата.

Пятый вывод резюмирует результаты анализа экономической эффективности использования предложенной конструкции на тракторе Беларус-1221.2. Достоверность вывода подтверждается проведенными расчетами в пятом разделе работы.

Шестой вывод заключает наличие внедрения результатов исследования на производство (ООО «Брянский тракторный завод»), и их использование в учебном процессе, при подготовке студентов (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ).

Седьмой вывод содержит перспективы дальнейших направлений развития темы диссертации.

Диссертационная работа Болотова Д.Б. обладает научной новизной, которая выражается в:

- имитационных моделях вертикальных колебаний подвески сиденья оператора сельскохозяйственного колесного трактора, отличающихся комплексным учетом кинематических и динамических параметров механических элементов, а также гидравлических характеристик демпфера подвески;
- техническом решении подвески сиденья оператора сельскохозяйственного колесного трактора с активным демпфированием, отличающееся тем, что используется магнитореологическая жидкость с управляемой вязкостью для изменения демпфирующих свойств подвески;
- зависимости кинематической вязкости магнитореологической жидкости от скорости перемещения сиденья относительно пола кабины;
- закономерностях изменения уровней вертикальных ускорений в октавных полосах частот подвески сиденья оператора сельскохозяйственного колесного трактора, отличающихся учетом изменения вязкости магнитореологической жидкости в активном демпфере в зависимости от режима работы тракторно-транспортного агрегата.

3. Научная и практическая ценность диссертационной работы

Теоретическая значимость работы заключается:

- в разработке имитационных моделей подвески сиденья оператора сельскохозяйственного колесного трактора, позволяющих выявлять недостатки подвески и находить новые решения для ее совершенствования, а также установить закономерности изменения уровней вертикальных ускорений в октавных полосах частот при работе трактора в составе ТТА;

- в получении зависимости кинематической вязкости магнитореологической жидкости от скорости перемещения сиденья относительно пола кабины, позволяющей разработать алгоритм управления активным демпфером подвески.

Практическую значимость работы составляют:

- техническое решение подвески сиденья оператора сельскохозяйственного колесного трактора (патент № 233623 РФ), основанное на применении изменения вязкости магнитореологической жидкости в зависимости от режима работы, обеспечивающее снижение уровня вибронагруженности оператора и повышение рабочих скоростей ТТА;

- компьютерные программы, моделирующие режимы работы подвески и позволяющие установить рациональные параметры подвески (свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619829 РФ и № 2024681543 РФ).

4. Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, 5 разделов, заключения, списка литературы и приложений, изложена на 164 страницах компьютерного текста, содержит 65 рисунков, 6 таблиц и 2 приложения. Список литературы включает 181 источник.

В первом разделе исследуется текущий уровень проработки вопроса борьбы с транспортной вибрацией, воздействующей на организм операторов тракторно-транспортных агрегатов. На основании исследования работ множества авторов делается вывод о перспективности проработки конструкций подвесок сидений в особенности, оборудованных демпфирующими устройствами полуактивного типа с использованием магнитореологических жидкостей.

Во втором разделе приведено теоретическое исследование и численное моделирование работы предлагаемого технического решения по патенту РФ № 233623, которые показывают высокую эффективность от внедрения данной конструкции в салон трактора Беларус-1221.2. Предложен алгоритм управления демпфирующими свойствами предлагаемой конструкции подвески сиденья, который позволяет повысить эффективность гашения вертикальных ускорений на сиденье оператора трактора.

В третьем разделе описана программа экспериментальных исследований предлагаемой конструкции, а также методика обработки полученных результатов натурного эксперимента и подготовки данных для численного эксперимента, которая позволит исключить ошибки и неточности получаемых данных.

В четвертом разделе приведены основные результаты экспериментов, доказана адекватность разработанной математической модели и определена эффективность использования предлагаемого технического решения. Предложенная конструкция в отличие от серийной подвески сиденья позволяет использовать трактор на всем диапазоне рабочих скоростей, не превышая

требования, изложенные в СанПиН по величине виброускорений на рабочем месте оператора.

В пятом разделе описано экономическое обоснование, которое показало, что внедрение предлагаемой конструкции на один трактор позволяет получить годовой экономический эффект в размере 151 016 рублей, срок окупаемости инвестиций составляет 0,72 года.

В заключении приведены основные выводы, полученные в ходе работы, которые отвечают поставленным задачам исследования

5. Подтверждение публикации результатов диссертационной работы и соответствие автореферата содержанию диссертации

По теме диссертации опубликовано 23 научные работы, в том числе три статьи в Российских журналах, включенных в перечень ВАК, пять патентов на полезные модели, один патент на изобретение и два свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Анализ опубликованных материалов показывает, что они подробно освещают ключевые аспекты проведенного исследования и содержат в себе публикацию основных выводов диссертационной работы.

Структура и оформление диссертации и автореферата соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Автореферат диссертации соответствует содержанию рецензируемой работы и отражает ее основные положения и выводы. Он грамотно оформлен и иллюстрирован. Написан понятным, технически корректным литературным языком.

6. Замечания по работе

1) Обзор, представленный в первой главе работы, является избыточно описательным в некоторых частях. Его можно было бы сократить за счет менее релевантных источников, сосредоточившись на системах, непосредственно связанных с подвеской сиденья и магнитореологическими демпферами.

2) Желательно дополнить анализ амплитудно-частотных характеристик.

3) Результаты, приведенные на рисунках 4.3 – 4.7, для большей наглядности рекомендуется давать с одинаковым значением шкал.

4) Недостаточное обоснование выбора магнитореологической жидкости.

5) Не приведены данные о ресурсных испытаниях активного демпфера, его устойчивости к износу, возможных отказах индукционной катушки или блока управления, а также о ремонтпригодности системы.

6) В списке литературы отсутствуют ключевые современные источники по магнитореологическим жидкостям.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Перечисленные выше замечания не влияют на общую положительную оценку работы и ее основные принципиальные положения. Диссертация на соискание ученой степени кандидат технических наук Болотова Дмитрия Борисовича на тему: «Совершенствование упруго-демпфирующей системы подвески сиденья оператора сельскохозяйственного колесного трактора» является законченным исследованием, направленным на решение важной научно-технической задачи. Ее результаты содержат элементы научной новизны, представляют существенный практический интерес для проектировщиков мобильных энергетических средств и опубликованы в рецензируемых научных журналах входящих в перечень ВАК РФ.

Диссертация отвечает требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Болотов Дмитрий Борисович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент:

доцент кафедры МК6 «Колесные машины и прикладная механика»

ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Калужский филиал, кандидат технических наук, доцент



Сидоров

Максим Владимирович

02.12.2025

Полное название организации (сокращенное название организации)	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Калужский филиал, (ФГАОУ КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)
Структурное подразделение	Кафедра МК6 «Колесные машины и прикладная механика»
Почтовый адрес	248000, Калужская область, г. Калуга, ул. Баженова, 2
Телефон	+7-930-848-56-13
E-mail	sidorov.maxim.v@bmstu.ru

Подпись, ученую степень, ученое звание, должность Сидорова Максима Владимировича удостоверяю:

Менделеев А.М.
спец. по переплате