

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Кузьмина Андрея Олеговича «Разработка методики испытаний элементов несущей конструкции мототехники на усталостную долговечность на стенде с беговыми барабанами», представленную на соискание ученой степени **кандидата технических наук** по специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы»

На отзыв представлены: диссертация, автореферат диссертации, копии работ, опубликованных по теме диссертации.

Диссертация, представленная на отзыв, состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы из 125 источников, содержит 214 страниц печатного текста, в том числе 16 таблиц, 152 рисунка. Автореферат изложен на 25 страницах.

Актуальность темы исследования

Актуальность диссертационного исследования обусловлена тем, что несмотря на большое распространение виртуальных методов оценки расчета конструкции транспортно-технологических машин и комплексов. Для некоторых из машин, в частности для мототехники имеется пробел в части наличия подтвержденных данных о нагрузочных режимах необходимых для моделирования и оценки надежности и долговечности. Также проведение реальных испытаний на полигоне является достаточно трудозатратным. Поэтому тематика работы, связанная с разработкой стенда с беговыми барабанами с одновременной разработкой обоснованного способа задания режима испытания, который будет коррелировать по определенным параметрам с записанными нагрузками при реальной эксплуатации, является актуальной.

Степень обоснованности и достоверности

Обоснованность и достоверность результатов, выводов и рекомендаций, приведенных в рецензируемой работе, подтверждается правильностью выбранных методик проведения экспериментов с учетом принятых допущений.; корректно проведенных стендовых и дорожных испытаний несущей конструкции транспортных средств; адекватностью математических моделей и корректностью использования методов имитационного моделирования; отсутствием противоречий с ранее проводимыми исследованиями другими учеными по разрабатываемой тематике.

Научная новизна и практическая значимость результатов диссертации, возможные пути их использования

Основные пункты научной новизны и значимости диссертационного исследования подробно изложены как в диссертации, так и в автореферате.

Научной новизной является то, что *применительно к мототехнике, в том числе с боковым прицепом:*

- разработан способ определения динамических откликов объекта испытаний для последующей разработки режима на барабанном стенде;

- разработана конструкция стенда с беговыми барабанами для проведения испытаний несущей конструкции мототехники, в том числе с боковым прицепом, и её элементов на усталостную долговечность;

- разработана методика проведения испытаний на стенде с беговыми барабанами для проведения стендовых испытаний на усталостную долговечность, эквивалентных по уровню нагружения эксплуатационным нагрузкам;

- разработан способ эквивалентного перехода от нагруженности при дорожных испытаниях к режиму испытаний на стенде на основе методов схематизации случайных процессов и расчета накопленной псевдоповреждаемости;

- разработан новый режим проведения стендовых испытаний, оказывающий нагружение в диапазоне частот, соответствующему реальной эксплуатации, и оказывающий нагружение, коррелируемое с дорожными испытаниями.

Практическая же значимость подтверждена тем, что предложенные в работе методики используются при расчетах мотоциклов категорий L3 и L4 разрабатываемых ФГУП «НАМИ», а именно при испытании мототехники на усталостную долговечность на стенде с беговыми барабанами, что позволило доработать элементы несущей конструкции и элементов экстерьера с учетом реальных условий эксплуатации.

Кроме того, результаты работы внедрены в ФГУП «НАМИ» и в ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», что подтверждается актами внедрения.

Достоверность научных положений и выводов

Достоверность и обоснованность обеспечивается корректной постановкой задач и принятыми допущениями, применением известных методов расчета и проведением стендовых и дорожных испытаний несущей конструкции транспортных средств.

Выводы диссертационного исследования соответствуют поставленным задачам.

Общая характеристика работы

В введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, показана степень ее разработанности, сформулированы основная идея работы, её цель и задачи, определены основные положения, выносимые на защиту, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе проведен обзор научно-технической литературы по теме исследования. Проанализированы существующие методики испытаний на

усталостную долговечность. Показано как формируются циклы нагружения. Дан обзор отечественного и зарубежного оборудования, предназначенного для испытаний несущей конструкции транспортных средств, в частности мотоциклов, на усталостную долговечность. На основании проведенного анализа обозначена проблема исследования применительно к мотоциклам, определена цель, сформулированы задачи. Даны методы и способы, с помощью которых будет проводиться сравнение нагруженности несущей конструкции объекта испытаний и обеспечение перехода от испытаний на созданном стенде к дорожным.

Во второй главе дано описание полигонных испытаний, которые позволили определить эквивалентные условия нагружения для дальнейшего проведения стендовых испытаний. В качестве участков для записи нагрузочных режимов использовались следующие типовые дороги полигона НИЦИАМТ (г. Дмитров): следующие дороги: «булыжник ровного мощения», «бельгийская мостовая» и «шумосоздающая дорога». По результатам режимометрирования были определены условия проведения стендовых испытаний. В результате испытаний были определены амплитудо-частотные характеристики возмущающих воздействий от дороги, которые в дальнейшем должны лечь в основу стендовых испытаний. Определены технические требования к проектируемому стенду.

В третьей главе диссертации описаны процессы разработки стенда и проведения эксперимента, по результатам которого были определены факторы, которые напрямую влияют на уровень нагружения несущей конструкции мотоцикла. Дано описание 3D модели, а также показан сам разработанный стенд. Был проведен эксперимент касательно влияния характеристик установленных на беговой барабан неровностей, а именно их высоты, направления, количества и частоты вращения бегового барабана. Сделаны выводы о влиянии каждого из исследуемых параметров.

В четвертой главе описывается методика проведения испытаний мототехники на усталостную долговечность на стенде с беговыми барабанами.

Был проведен процесс идентификации для определения динамических откликов на несущей системе объекта испытаний, что позволило разработать режим нагружения на стенде. Были сопоставлены накопленные повреждения при испытании разработанным режимом и при движении по дорогам полигона НИЦИАМТ, которые используются при проведении ресурсных испытаний мотоциклов. Это позволило сделать выводы о применимости разрабатываемой методики к прогнозированию накопления псевдоповреждений для различных режимов испытаний. В результате была сформирована методика проведения испытаний элементов несущей конструкции мототехники на стенде беговыми барабанами

В пятой главе диссертации описывается процесс проведения испытаний согласно разработанной методике. Подробно описан процесс испытаний мотоциклов BMW K1600 GTL и Aurus Merlon (категории L3), а также Aurus Merlon (категории L4). Указаны места разрушений.

Также для определения причины разрушения места крепления бокового прицепа и его рамы было проведено сравнение результатов виртуальных испытаний рамы мотоцикла и разрушенного участка рамы. Сделан вывод о том,

что это позволяет сравнивать различные конструкции или версии одной конструкции и вносить изменения в конструкцию мотоцикла, которые были подтверждены при последующих испытаниях.

Выводы соответствуют поставленным задачам.

Характеристика диссертации в целом. Структура диссертации имеет классический вид для практико-ориентированных работ связанных с разработкой методик испытаний. Материал диссертации Кузьмина Андрей Олегович изложен научно и технически грамотно. Это облегчает знакомство с работой и понимание сути проведенных исследований. Главы логично переходят из одной в другую и заканчиваются выводами, что помогает восприятию работы как единого и законченного исследования. Графики и таблицы информативны. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Публикации

Количество публикаций по теме диссертации в виде 9 научно-технической публикации, в том числе 3 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, говорят о достаточной апробации основных положений диссертации. Личный вклад соискателя в публикациях по теме диссертации составляет более 75%.

Соответствие содержания диссертации и автореферата

Материалы автореферата отражают содержание диссертации, охватывают все ее разделы и соответствуют требованиям ВАК РФ. Диссертация и автореферат написаны грамотным, ясным научным языком с использованием общепринятой терминологии.

Личный вклад соискателя

Соискателем лично разработана методика испытаний несущей конструкции мототехники на стенде с беговыми барабанами с обеспечением нагружения, эквивалентному дорожному, включающая способ определения динамических откликов объекта испытаний; разработана конструкция стенда и методика проведения испытаний, в том числе для проведения испытаний для мотоциклов категории L4; разработан новый режим проведения стендовых испытаний, оказывающий нагружение в диапазоне частот, соответствующему реальной эксплуатации, и оказывающий нагружение, коррелируемое с дорожными испытаниями; разработан способ эквивалентного перехода от нагруженности при дорожных испытаниях к режиму испытаний на стенде на основе методов схематизации случайных процессов и расчета накопленной псевдоповреждаемости.

Замечания

Представленная на отзыв диссертационная работа не лишена некоторых недостатков и замечаний:

1. Не проанализированы труды, связанные с дорожными испытаниями нагруженных режимов, а также формирования циклов нагружения для транспортных средств ученых и исследователей из Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.

2. В некоторых графиках в работе присутствуют обозначения исследуемых параметров на иностранном языке, без пояснений.

3. В работе проводилось сравнение режима нагружения на стенде с дорожными испытаниями и была выбрана последовательность из 3 дорог полигона («Шумосоздающая», «Бульжник ровного мощения», «Бельгийская мостовая»). По какой причине были выбраны именно эти дороги? Возможно ли проводить сравнение с другими дорогами?

4. Необходимо ли корректировать режим нагружения при проведении испытаний мотоцикла меньшей массы?

5. Оценку усталостной долговечности несущей конструкции целесообразно было бы проводить на основании механических напряжений. По какой причине анализ проводился на основании возникающих ускорений?

6. Для мотоциклов Augus Merlon не приведены результаты расчета накопленных повреждений, с чем это связано?

7. В 5 главе сделан вывод о том, что «По результатам испытаний были внесены изменения в конструкции элементов мотоцикла. При последующих испытаниях аналогичные отказы не возникали». Тем не менее в самой работе эти изменения не указаны. Это следовало сделать.

8. В работе не указано возможно ли проведение испытаний для категорий мототехники L1, L2 и L5-L7, а также иных транспортных средств на разработанном стенде? Планируется ли дальнейшая эксплуатация стенда?

Отмеченные замечания не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации и не ставят под сомнение значимость проведенных исследований.

Общее заключение

Диссертация выполнена автором самостоятельно. Работа содержит новые научные результаты в решении важных научных задач, имеющих значение для развития отраслей связанных с разработкой несущих систем мототехники, а также разработкой стендов для испытаний таких машин, в том числе категорий L3 и L4. Следует отметить, что текст работы имеет логическое изложение хорошо поставленным, грамотным техническим русским языком, с использованием терминов, понятий и определений, принятых в нормативно-технической документации и научно-технической литературе.

Замечания, приведенные выше, носят преимущественно рекомендательный характер и не снижают значимости представленной работы для науки, техники и производства.

На основании сказанного выше считаю, что диссертационная работа «Разработка методики испытаний элементов несущей конструкции мототехники на усталостную долговечность на стенде с беговыми барабанами» соответствует

