

ОТЗЫВ

Официального оппонента кандидата технических наук, доцента кафедры СМ-10 «Колесные Машины» ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)» Левенкова Ярослава Юрьевича на диссертацию 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»

1. Актуальность темы диссертационной работы

Прогнозирование и исследование процессов усталостной долговечности несущих элементов транспортно-технологических средств, в том числе мотоциклов категории L3 и L4, является актуальной задачей, т.к. этот показатель является одним из ключевых, характеризующий конструкционную надежность. Особенностью данного процесса является то, что усталостные трещины возникают практически с самого начала эксплуатации и развиваются в течении определенного времени до возникновения отказа по причине разрушения элементов конструкции. Также, следует отметить, что образование усталостных трещин носит местный характер (в зонах концентрации напряжений). При рассмотрении долговечности в многоцикловой области, которой характеризуются режимы нормальной эксплуатации, разрушение в большинстве случаев, происходит без видимых структурных изменений в критической зоне конструкции, которое может произойти в процессе эксплуатации изделия неожиданно. Это может привести к возникновению аварийных и катастрофических ситуаций, влекущих за собой не только экономические потери, но человеческие жертвы.

Одним из направлений повышения усталостной долговечности является определение критических зон, в которых возможно образование усталостных трещин в процессе эксплуатации и последующая их доработка. Существуют различные способы прогнозирования усталой прочности основанные на: расчётных методах с применением математических моделей; и экспериментальных исследованиях (полигонные испытания, дорожные испытания и стендовые испытания).

Использование последних достижений в области численных методов, которые позволяют существенно сократить затраты, связанные с созданием и проектированием современных транспортных средств, позволяет: снизить сроки, затраченные на разработку; обеспечить надежность; сократить финансовые затраты и т.д. Но основной проблемой данного подхода является выбор используемых математических моделей, адекватных исходных данных, допущений и т.д. Для подтверждения адекватности таких моделей необходимо также проводить экспериментальные исследования.

Дорожные и полигонные испытания позволяют наиболее достоверно определить показатели усталостной долговечности и зоны возникновения усталостных трещин, но есть ряд проблем, которые делают сложным применение данных подходов: зависимость результатов от климатических факторов, ограничение по рабочему времени водителей-испытателей, времени суток, времени года, наличие изготовленного опытного образца в работоспособном состоянии, сложности с обеспечением безопасности проведения испытаний.

Еще одним направлением, которое имеет широкое распространение, является проведение стендовых испытаний. Стендовые испытания имеют ряд преимуществ по

рассмотренными выше подходами: возможность обеспечить повторяемость испытаний, что позволяет использовать их для сравнения показателей изделий аналогов, возможность наблюдать за поведением конструкции в процессе испытания, возможно испытывать не полнокомплектные образцы или образцы, находящиеся в неработоспособном состоянии (например, без систем питания, тормозной системы и т.д.), испытывать узлы транспортно-технологических средств по отдельности, обеспечить безопасность проведения испытаний. Также, результаты стендовых испытаний можно использовать для валидации и верификации математических моделей, применяемых для прогнозирования усталостной прочности несущих элементов конструкций на ранних стадиях проектирования.

В связи с этим, актуальность разработки методики стендовых испытаний элементов несущей конструкции мототехники на усталостную долговечность вытекает из преимуществ, таким образом выполнение научного исследования, проведенного автором, является актуальной научной задачей.

2. Достоверность и степень обоснованности научных положений, результатов и выводов, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе представлено четыре выносимых на защиту научных положения, которые опираются на результаты проведенных аналитических и экспериментальных исследований. Каждое положение сформулировано корректно и лаконично, они логически увязаны между собой, в общем раскрывают тему и цель.

Полученные результаты не противоречат проведенным ранее исследованиям по теме диссертации и обширной научной информации в области технической разработки силовых элементов транспортно-технологических средств.

Основные итоги работы сформулированы в 7 выводах, обобщающих полученные автором в ходе исследования закономерности.

Одним из значимых результатов представленным в диссертационной работе, является новая методика испытаний несущей конструкции мототехники на стенде с беговыми барабанами на усталостную долговечность. Разработанная методика позволяет проводить испытания с уровнем нагружения, эквивалентным дорожному или полигонному. Разработка режима нагружения происходит индивидуально для каждого объекта испытаний и позволяет приблизить условия к реальной эксплуатации, а испытание разных объектов одним режимом - обеспечить сравнительную оценку между ними.

Данная методика проверена с помощью экспериментальных исследований на реальных объектах. Результаты исследования показали, что методика работоспособна и эффективна.

Научные положения в диссертации верны, а выводы и рекомендации обоснованы, что подтверждено результатами натурных полигонных испытаний.

3. Научная и практическая значимость работы

Теоретическая значимость диссертации заключается в том, что результаты диссертационной работы могут использоваться при проектировании и испытании новых мотоциклов категории L3 и L4. Результаты диссертационной работы могут быть использованы для совершенствования конструкций несущих элементов мотоциклов категории L3 и L4.

Практическая значимость работы диссертации заключается в том, что:

- разработана методика испытаний элементов несущих конструкций мототехники на стенде с беговыми барабанами режимом, который оказывает нагружение, эквивалентное дорожной эксплуатации, включающую в себя: методику выбора параметров неровностей для

барабана, определения мест установки неровностей, выбора скорости вращения беговых барабанов;

- представлен обоснованный переход от случайного дорожного воздействия к блочному для проведения испытаний мототехники на усталостную долговечность на стенде с беговыми барабанами;

Для апробации работы Кузьмин А.О. выступил на десяти научно-исследовательских и международных конференциях и опубликовал 3 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК, имеющих специальность 2.5.11.

Результаты исследований Кузьмина А.О. расширяют научное знание в области методически обоснованного проведения испытаний на усталостную долговечность на стенде с беговыми барабанами, эквивалентным условиям реальной дорожной эксплуатации.

4. Оценка содержания диссертации, ее завершенности

Диссертационная работа Кузьмина А.О. состоит из введения, пяти глав, основных результатов выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 214 листах машинного текста, содержит 152 рисунка, 19 таблиц и 8 приложений. Список литературы содержит 125 наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

Диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, соответствующую требованиям действующего Положения о присуждении учёных степеней.

Достоверность научных результатов работы подтверждается корректностью поставленных в диссертации задачах, применяемых при решении математических методов, результатами, полученными в ходе выполнения расчётов и натурального эксперимента.

Выводы и рекомендации, полученные в работе, можно считать обоснованными и достоверными.

5. Соответствие публикаций и автореферата основным положениям диссертации

Основные положения диссертации достаточно полно раскрыты в автореферате и опубликованных автором работах по теме диссертационного исследования, которые включают: 9 научных печатных работы, в том числе, 3 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Результаты исследований прошли апробацию, практическая значимость диссертационной работы подтверждается внедрением разработанной методики при проектировании мотоциклов категории L3 и L4 в ФГУП «НАМИ», а также в учебный процесс кафедры «Наземные транспортные средства» Московского политехнического университета.

6. Соответствие паспорту научной специальности

Диссертация Кузьмина А.О соответствует паспорту научной специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы», а именно: пункту 2. Методы расчета и проектирования, направленные на создание новых и совершенствование существующих транспортно-технологических средств и их комплексов с учетом полного жизненного цикла изделий, обладающих высоким качеством, в том числе повышенными показателями экономичности, надежности, производительности, экологичности и эргономичности, обеспечивающих энергоэффективность и безопасность эксплуатации; и по пункту 3. Экспериментальные исследования и испытания транспортно-технологических средств и их комплексов, а также отдельных систем, агрегатов, узлов, деталей и технологического оборудования.

7. Замечания:

В целом диссертация Кузьмина А.О. заслуживает положительной оценки. В качестве замечаний может быть отмечено следующее:

1. В первой главе не рассмотрены спектральные методы оценки усталостной долговечности, такие как метод Штейберга, Дирлика и т.д. Данные методы часто применяются при расчетно-экспериментальных подходах оценки усталостной прочности при случайных режимах нагружения.
2. Во второй главе показана установка тензорезисторов на витки пружины для измерения деформации в процессе испытаний. В диссертации и автореферате не приведено обоснование выбора места установки, есть ли какие-нибудь обоснованные требования к выбору места установки, не приведена схема наклейки тензорезисторов. Не указано, по какому количеству нагружений производилось тарировка пружин мотоцикла и как определялась величина усилия. Также, в дальнейшем, на графиках, полученных в результате эксперимента, приведены деформации пружины в единицах перемещений (рисунки с 39 по 41).
3. Во второй главе приведена формула (2.2) для вычисления механических напряжений в витках пружины, применение которой вызывает вопросы. Для витков пружины характерно сложное напряженное состояние. Не ясно, как производился учет сложного напряженного состояния при использовании полумостовых тензорезисторов, а также, зачем нужно определять напряжения в витке пружины.
4. Во второй главе подробно не показана тарировка и установка датчиков ускорений, не ясно, как они были установлены на элементы конструкции мотоцикла, какие кронштейны использовались, крепежи и т.д. Жесткости кронштейнов и крепежей могут внести свой вклад в полученные данные для ускорений.
5. Во второй главе диссертации не указано, как фильтровались исходные сигналы, полученные в результате проведенных экспериментов, т.к. на них могли оказать влияние различные внешние факторы, например, влияние силовой установки и т.д.
6. В третьей главе подробно не представлено каким образом на мотоцикл устанавливается устройство удержания. Из диссертации не ясно, как нужно дорабатывать сам объект испытаний, не представлены требования к выбору мест и способов крепления. Также, не ясно, как выбор мест крепления удерживающего устройства влияет на получаемые результаты в процессе испытаний.
7. В третьей главе также представлен промежуточный вывод о том, что дисперсии полученных сигналов не дают знаний о накопленной повреждаемости. Данное утверждение было доказано в других работах, посвященных исследованию усталостной прочности. Не совсем понятно, зачем автор проводил данные исследования и представил их в диссертации.
8. В третьей главе автором была проведена оценка боковых ускорений при наезде на неровности при различных частотах вращения. Не ясно, как это отражает реальные условия эксплуатации, т.к. на величину боковых ускорений, скорее всего, оказывают влияние характеристики удерживающего устройства.
9. В диссертации не рассматриваются вопросы, связанные с выбором режима движения ведущих колес мотоцикла. Судя по всему, рассмотрен ведомый режим движения колеса. В работе не приведено подробного обоснования, почему автор отказался от возможности испытания на стенде в ведущем режиме движения, т.к.

- крутящий момент создаваемый силовой установкой вызывает дополнительные силы и моменты, передаваемые на несущую систему в зонах крепления агрегатов.
10. В третьей главе на рисунках с 95 – 98 в названиях указано «Спектры плотности мощности...», тогда как на оси ординат указаны амплитуды среднеквадратических ускорений в единицах «g». Спектры плотности мощности или PSD имеют размерность рассматриваемой величины в квадрате, отнесенной к единице частоты. Возможно, здесь имеет место опечатка на рисунках или в подрисовочных подписях.
 11. В четвертой главе диссертации приведены результаты схематизации ускорений, возникающих в контрольных точках. На оси ординат отложены величины количества циклов нагружения. Целесообразно было бы перевести величины количества циклов в относительные значения (получить плотности распределения величины), что позволило бы выделить удельные показатели, связанных с нагружением мотоцикла, например удельные повреждаемости на км.
 12. В четвертой главе диссертации не приведены параметры для построения кривой псевдоусталости (для классической кривой Веллера это коэффициент усталостной прочности и экспонента усталостной прочности), нет рекомендаций по их выбору и не проведен анализ влияния этих параметров на полученные результаты.
 13. В пятой главе диссертации приведены расчеты НДС для несущей конструкции мотоцикла при статическом нагружении. Не ясно, зачем приведены эти расчеты без указания граничных условий и действующих нагрузок, и не понятно, как рассмотренные режимы испытания мотоцикла связаны с режимами, для которых произведен расчет НДС.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Кузьмина А.О.

8. Заключение

В целом следует отметить, что проделана большая и ценная работа, имеющая научную новизну и практическую значимость. Диссертация соискателя Кузьмина А.О. выполнена на актуальную тему и является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научной задачи.

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы» и требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842. Достигнутый квалификационный уровень соискателем не вызывает сомнений, а соискатель Кузьмин Андрей Олегович заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

« ВЕРНО »

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА

А.Н. Кузьмина
КУЗЬМИНА А.Н.
ОТДЕЛ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ
ЕДИНОЙ ПРИЁМНОЙ УЧСНА
М ГТУ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА

кандидат технических наук, доцент, ФГАОУ ВО
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана),
доцент кафедры СМ10 «Колесные машины»,
(кандидатская по специальностям 01.02.06 – Динамика,
прочность машин, приборов и аппаратуры и 05.05.03 –
«Колесные и гусеничные машины»)

А
Левенков Ярослав Юрьевич

"10" июня 2026