

## ОТЗЫВ

на диссертацию Абызова Алексея Александровича «ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ХОДОВЫХ СИСТЕМ БЫСТРОХОДНЫХ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ФОРМИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ», представленной на соискание

ученой степени доктора технических наук по специальностям 05.05.03 – «Колёсные и гусеничные машины», 01.02.06-«Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

**АКТУАЛЬНОСТЬ ВЫБРАННОЙ ТЕМЫ** обосновывается автором в необходимости сокращения времени на проектирование новой техники, увеличении надёжности узлов и её агрегатов и повышении конкурентноспособности, что в свою очередь требует разработки новых методов оценки долговечности элементов механических систем на стадии проектирования.

**ЦЕЛЮЮ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ** является создание нового подхода по выбору на стадии проектирования проектных решений ,обеспечивающих требуемые характеристики безотказной работы элементов ходовой системы по критерию усталостного разрушения.

**НАУЧНАЯ НОВИЗНА ИССЛЕДОВАНИЯ** заключается в разработке ряда математических моделей используемых автором при расчёте внешних воздействий на элементы движителя на различных этапах движения транспортного средства, при оценке прочностной надёжности элементов движителя и при исследовании процесса накопления усталостных повреждений в элементах конструкции.

**ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ И ОБОСНОВАННОСТЬ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ** обеспечивается тестированием разработанных программ для ПЭВМ и результатами значительного по объёму экспериментального материала.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ** работы заключается в предложенном автором новом подходе оценки долговечности элементов шасси , разработанной методике и программ расчёта, позволяющих на стадии проектирования оценить характеристики надёжности ходовой системы гусеничной машины.

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ** внедрены на большом числе предприятий, производящих подобную технику. Основная доля результатов внедрена в практику расчётов элементов шасси гусеничных машин, используется на стадии проектирования, что позволяет резко сократить время как на доводку опытного образца машины так и на постановку его на производство.

Диссертация состоит из введения, десяти глав, заключения. Список используемой литературы содержит 239 наименований. Диссертационная работа автора изложена на 239 страницах, содержит 104 рисунка и 13 таблиц. По теме диссертации опубликовано 44 работы, 12 из которых в изданиях, рекомендованных ВАК.

Основные результаты работы доложены на многочисленных международных и Всероссийских конференциях и прошли всестороннюю апробацию.

Весь объём диссертации можно условно поделить на три части. В первой части работы автором сформулированы цели и задачи исследования. По каждой из поставленных задач, требующих решения выполнен краткий обзор работ в этой области и сформулированы пути их решения. В первой части диссертации описаны условия эксплуатации транспортных средств, в частности, быстроходных гусеничных машин, предложены модели динамической системы шасси гусеничной машины и модель взаимодействия опорной поверхности гусеницы с грунтом, а также рассмотрены модели накопления усталостных, износных и термомеханических повреждений. Автором отмечено, что в реальной эксплуатации машины основным фактором, оказывающим глобальное влияние на нагруженность как несущей системы машины, так и на элементы шасси является внешнее воздействие от микропрофиля дороги. В данной главе намечены этапы решения задачи прогнозирования прочностной надёжности элементов транспортных машин. Автор обосновывает необходимость рассматривать модель транспортной машины как единую динамическую систему, включающую гусеничный движитель, подрессоренный корпус и силовую установку. Большое внимание А.Абызовым уделено микропрофилям трасс полигонов. Отмечено, что на динамику транспортной машины значительное влияние оказывает скорость движения машины. Однако микропрофили полигонов рассматриваются как детерминированные случайные процессы не зависящие ни от скорости движения транспортного средства, ни от собственной низшей частоты колебания машины. Неучёт этого обстоятельства может повлиять на

достоверную оценку напряженно-деформированного состояния элементов машины.

Во второй части работы диссертант рассмотрел типичные условия эксплуатации гусеничного транспортного средства в значительной степени влияющие на нагруженность элементов шасси. Рассмотрены нагрузки возникающие в элементах гусениц при различных эксплуатационных режимах эксплуатации машины. Разработаны программы, имитирующие эксплуатационные режимы и позволяющие оценить напряженно-деформированное состояние элементов шасси. Графически отображено совпадение результатов численного эксперимента и результатов эксплуатации. Однако нужно отметить, что в работе не приводятся данных по характеру разрушений отдельных элементов шасси и по параметрам статистической обработки соответствующих распределений. В тоже время в работе часто оговаривается, что полученный расчётный ресурс по критерию прочности элементов шасси удовлетворяет разработчика. Значительное влияние автором уделено моделированию взаимодействия опорной поверхности траков с грунтом. Исследовано влияние на нагруженность шасси грунтозацепов и смоделированный процесс взаимодействия трака с грунтом реализован в программном комплексе. Оценка влияния на нагруженность элементов шасси от действий оператора водителя транспортного средства изложена в главе 5. Моделирование процесса воздействия человека оператора на функцию скорости машины является одним из наиболее сложных моментов имитации движения транспортного средства. Так как ощущение разных операторов на определенную величину ускорения будут различны и, видимо, требуется какая-то среднестатистическая величина «ощущения». Так, автором отмечено, что при вождении машины оператором нагрузка на катки транспортного средства уменьшается в 1,5 раза.

В третьей части работы приведены результаты влияния различных факторов на динамику машины и по разработанной автором методике исследовано напряженно-деформированное состояние деталей ходовой системы в потенциально опасных зонах. По результатам рассчитанных величин переменных усилий формируются спектры случайных величин нормальных и касательных напряжений и выполняется оценка долговечности в сечении исследуемого элемента. Оценка долговечности выполнена при схематизации случайного процесса изменения величин переменных амплитудных напряжений методом полных циклов, при этом за нижнюю

границу учитываемых амплитудных напряжений приняты напряжения равные 0,5 от предела выносливости.

Считаю, что диссертационная работа А.Абызова, охватывающая широкий круг вопросов, связанных с оценкой долговечности элементов шасси гусеничной машины, обладает новизной в теоретическом плане и подкрепленная значительным экспериментальным материалом является законченным научным трудом.

Однако следует отметить, что результаты работы могли бы быть более значимыми при учёте следующих замечаний:

- случайный процесс изменения высот неровностей микропрофиля дорог следовало увязать со скоростью движения транспортного средства и его собственной частотой, что позволило бы получить действительные спектральные плотности высот неровностей исследуемого участка что, в свою очередь, приведёт к объективной оценке величин переменных напряжений;
- оценку долговечности элементов конструкции желательно выполнять по реальным записям величин переменных амплитудных напряжений в сечении элемента;
- в работе дважды упоминается о «создании комплекса измерительных устройств и аппаратуры ...», но неясно – комплекс или его составляющие разработаны автором, или комплекс собран из стандартных устройств .
- в выводах практически отсутствуют сравнительные цифровые величины, приводятся только общие словесные пояснения, что не позволяет выполнить тот или иной сравнительный анализ, оценить достоверность результатов;
- в работе имеется вольное толкование терминов, так, автор не корректно обращается с понятием « напряжение», а именно, « напряжения... зависят от скорости движения машины, колебаний корпуса...», тогда как напряжения в поперечных сечениях элементов трака зависят только от внутренних усилий и геометрии поперечного сечения, его размеров, а не от перечисленных автором факторов (вывод 1, стр. )
- в работе имеются опечатки, пропущенные слова, пояснения к рисункам (стр.64,стр151,152,стр158,Рис.7,5 рис. 8.9 и т.д.)


## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Абызова Алексея Александровича «Обеспечение безотказности элементов ходовых систем быстроходных гусеничных машин при проектировании на основе моделирования процессов эксплуатации и формирования отказов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе приведены научные результаты, в большинстве подтвержденные экспериментальными исследованиями реальных деталей. Все это позволяет квалифицировать работу как решение важной научной задачи прогнозирования надежности деталей ходовых систем гусеничных машин. Достоинством работы является то, что все полученные результаты внедрены в производство.

Автореферат содержит достаточное количество исходных данных, необходимых для понимания существа работы, имеет пояснения, схемы. Приводятся основные этапы работы, выводы и результаты. Автореферат написан технически грамотно, аккуратно оформлен.

Автореферат отвечает требованиям пункта 7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а его автор Абызов Алексей Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.03 – «Колесные и гусеничные машины». 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Профессор кафедры «Техническая механика  
и детали машин» ФГБОУ ВПО  
«Саратовский государственный технический  
университет имени Гагарина Ю.А.»

Доктор технических наук, профессор  Боровских В.Е.

410054 Саратов, Политехническая, 77, СГТУ  
тел. (8452) 998635; [Valentin.borovskih@gmail.com](mailto:Valentin.borovskih@gmail.com)

Подпись Боровских Валентина Ефимовича заверяю учёный

Секретарь Учёного Совета ФГБОУ ВПО  
«Саратовский государственный технический  
университет имени Гагарина Ю.А.»

Доктор технических наук, профессор

 Бочкарёв П.Ю.

03.06.2014

