

ОТЗЫВ

официального оппонента
на диссертацию Полякова Ю.А.

на тему: «Динамический анализ комплексных виброзащитных систем транспортных средств», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры (технические науки)

1. Актуальность избранной темы

Среди основных эксплуатационных свойств транспортных средств, плавность хода, выражаемая характеристиками колебательных процессов и вибраций его масс, занимает особое место. Это объясняется существенным влиянием колебаний кузова и колёс, элементов виброзащитных систем, объектов виброзащиты и несущих конструкций, возникающих при перемещении по неровностям дороги, почти на все эксплуатационно-технические характеристики транспортного средства. В этих условиях особенно велики прямые и косвенные потери на автотранспорте за счёт недостаточной защищенности транспортных средств от динамических воздействий неровной дороги.

В связи с этим, очевидна актуальность представленной диссертационной работы, целью которой является расширение возможностей оценки и прогнозирования виброн нагруженности конструкций современных транспортных средств, а также выбор рациональных параметров элементов виброзащитных систем на этапах проектирования.

2. Научная новизна

Рассмотрение процессов колебаний без учёта динамического взаимодействия элементов систем виброзащиты, объектов виброзащиты и несущих конструкций транспортных средств не в полной мере отражают реальные процессы колебаний транспортных средств. Учёт этого взаимодействия значительно расширяет теорию движения автомобиля, а так же совершенствует методы проектирования. Научную новизну рассматриваемой диссертации составляет:

– методы формирования комплексных динамических моделей виброзащитных систем, кабин, подсистем «человек – поддрессоренное сиденье» при их включении в пространственные динамические модели транспортных средств:

– динамические модели транспортных средств, учитывающие конструкции несущих систем и элементов виброзащитных систем всех уровней,

деформируемость несущих систем (рам, кузовов, кабин), а также поглощающую и сглаживающую способность шин;

– динамические модели виброзащитных систем (подвесок транспортных средств, кабин, систем виброизоляции кузова и силового агрегата) на базе дифференциальных уравнений больших перемещений тел, учитывающие нелинейность гистерезисных динамических характеристик, геометрические особенности направляющих аппаратов подвесок, жесткостные и демпфирующие свойства шарнирных соединений;

-- динамические модели подсистем «человек – поддресоренное сиденье» с детализацией представления направляющих аппаратов подвесок сидений, учитывающие динамические жесткости подвески, подушки и спинки сиденья в зависимости от величины сухого трения и амплитуды дорожного воздействия, уточненные упругодемпфирующие связи в модели тела человека, расположенного на сиденье.

3. Практическая значимость

В диссертации Полякова Ю.А. разработаны методы поиска рациональных параметров виброзащитных систем транспортных средств по результатам динамического анализа, основанного на рассмотрении пространственного взаимодействия элементов виброзащитных систем, объектов виброзащиты и несущих конструкций транспортных средств, с учётом совершаемых больших перемещений при случайных и импульсных воздействиях, дающие возможность повышать виброзащищенность транспортных средств, а, следовательно, решать важную социальную проблему. Разработанные методы и модели дают возможность конструкторам автомобильной техники принимать оптимальные конструкторские решения при проектировании новых образцов транспортных средств.

4. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации, оценивается как высокая. Это обосновано тщательностью экспериментальных исследований, подтверждающих теоретические модели, строгим математическим обоснованием разработанных методов, применением в расчётах экспериментальных характеристик и параметров элементов систем виброзащиты. Временные реализации ординат микропрофиля, подаваемые на колёса правого и левого бортов транспортных средств, определены с помощью эксперименталь-

ных замеров, выполненных непосредственно на соответствующих участках дорог автополигонов НИЦИАМТ и ГАЗ.

Выполненные расчёты базируются на современных методах динамического анализа пространственных механических систем, численных методах решения систем дифференциальных уравнений, методах математической статистики, методе конечных элементов, экспериментальных методах исследования вибронагруженности транспортных средств и элементов виброзащитных систем.

5. Публикации результатов диссертационного исследования

Анализ опубликованных статей и докладов на конференциях позволяет сделать вывод о том, что они полностью соответствуют теме диссертации и отражают её научные результаты.

Автором выполнены требования к публикации основных научных результатов диссертационной работы, предусмотренные пунктами 11 и 13 Положения о присуждении учёных степеней. Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в 62 публикациях, среди которых 27 статей в изданиях, входящих в Перечень ВАК, 1 монография, а также 3 статьи, вошедшие в состав международных баз Scopus Web и of Science.

6. Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, восьми глав, общих выводов, списка литературы (359 наименований отечественных и иностранных публикаций), содержит 478 страниц машинописного текста, в том числе 177 рисунков и 15 таблиц. Написана хорошим литературным языком, аккуратно оформлена и по этим признакам отвечает предъявляемым требованиям. Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации.

Во введении даётся чёткая постановка задач рассматриваемой работы, убедительно обоснованы новизна и актуальность темы диссертации, её цель, определены предмет и объекты исследования, приведены основные положения, выносимые на защиту, сведения об апробации работы, публикациях и о личном вкладе соискателя. Здесь же определены степень разработанности темы исследования, указаны теоретическая и практическая значимость, приведены примеры реализации результатов диссертационной работы при проектировании и совершенствовании элементов виброзащитных систем транспортных средств.

Глава 1 посвящена анализу динамических моделей, используемых для оценки вибронагруженности двухосных, многоосных транспортных

средств и автопоездов. В данной главе соискатель анализирует и динамические модели тела человека, используемые в настоящее время для анализа вибронгруженности. На основании глубокого и всестороннего анализа состояния вопроса по исследованию динамики систем и изучению вибронгруженности транспортных средств сформулированы конкретные задачи диссертационной работы.

Глава 2 содержит описание формирования пространственных многозвенных динамических моделей транспортных средств. Осуществлён отказ от предположения о малых перемещениях тел, обычно применявшегося при проведении соответствующих расчётов, и предложено их осуществление на базе дифференциальных уравнений больших перемещений тел, без допущения о малости углов их поворота, то есть с точным описанием угловой ориентации тел.

Представлен новый метод расчёта, предполагающий рассмотрение упругих колебаний конечно-элементной модели совместно с большими перемещениями подвижного жёсткого каркаса упругого тела, включённого в состав динамической модели транспортного средства. Это позволило учесть влияние на вибронгруженность транспортного средства упругих форм колебаний рамы, кабины и кузова, комплексный характер их взаимодействия с элементами виброзащитных систем и подсистемами, входящими в состав динамической модели транспортного средства.

В главе 3 приведён новый метод формирования комплексных динамических моделей виброзащитных систем транспортных средств. Он предполагает включение в состав динамической модели транспортного средства элементов виброзащитных систем с учётом:

- специфики их геометрических параметров и установки в составе транспортного средства, тщательной проработки особенностей направляющего аппарата и креплений к объектам виброзащиты и элементам несущих систем (раме, кабине или каркасу цельнометаллического фургона), что позволяет учитывать динамическое взаимодействие элементов виброзащитных систем с подрессоренными и непрорессоренными массами в составе динамической модели транспортного средства;

- уточнения кинематики упругого и демпфирующего элементов подвесок, что позволяет принимать во внимание нелинейное изменение жёсткостей и коэффициентов демпфирования при их приведении к колесу;

- нелинейностей гистерезисных динамических характеристик упругих элементов подвесок и шин, что обеспечивает учёт динамической жёсткости упругого элемента подвески и шины в зависимости от ширины гисте-

резинной петли и амплитуды цикловых колебаний при внешнем дорожном воздействии.

Глава 4, 5 и 6 посвящены динамическому анализу новых результатов оценки виброн нагруженности транспортных средств с рессорными, рычажно-пружинными, пневмогидравлическими подвесками с использованием программного комплекса ФРУНД. На основе полученных результатов предложен ряд рекомендаций по выбору рациональных параметров подвесок на этапах проектирования и дальнейшего совершенствования. В частности, в пятой главе с помощью новой многозвенной модели рессорной подвески на базе дифференциальных уравнений больших перемещений удалось ещё на этапе проектирования обнаружить, что прикладывание продольных усилий на площадках контакта шин с дорожной поверхностью вызывает появление S-образного продольного изгиба задних рессор во время разгона, а также при торможении. С целью его устранения предложены рациональные геометрические параметры продольных реактивных штанг и координаты мест их установки.

В главе 7 представлен новый метод формирования динамических моделей кабин при их включении в пространственные динамические модели транспортных средств, принимая во внимание геометрические особенности направляющего аппарата, расположения амортизаторов и упругих элементов, наличие стабилизатора в составе подвески кабины с учётом упругодемпфирующих свойств деталей крепления элементов подвески кабины. Это дало возможность впервые, на стадии проектирования:

- оценить влияние наличия упругого крепления передней части кабины по сравнению с вариантом её жёсткого крепления, в особенности, наблюдаемое на частотах свыше 10 Гц;

- исследовать воздействие угловой жёсткости стабилизатора и жесткостных параметров шарниров рычагов подвески кабины на виброн нагруженность конструкции самой кабины и сиденья водителя, заметно проявляющееся на частотах свыше 7 Гц.

В главе 8 предложен новый метод формирования динамических моделей подсистем «человек – подрессоренное сиденье», позволяющий учитывать взаимодействие в составе пространственной модели транспортного средства подрессоренных масс человека, сиденья и элементов направляющего аппарата подвески сиденья, с учётом динамического изменения жёсткостей подвески, подушки и спинки сиденья в зависимости от величины сухого трения и амплитуды дорожного воздействия; нелинейностей характеристик демпфирования подвески, подушки и спинки сиденья; включения ограничительных буферов подушки и подвески сиденья.

В результате удалось на более высоком уровне подойти к вопросу оценки и динамического анализа вибронагруженности рабочих мест водителей, проанализировав влияние параметров подвески и подушки сиденья с учётом сложного характера взаимодействия подсистемы «человек – сиденье» с остальными элементами пространственной динамической модели транспортного средства.

По диссертации имеется ряд дискуссионных моментов и замечаний.

1. Соискатель анализирует характеристики вибронагруженности транспортных средств в режиме разгона и торможения, при плавном увеличении продольных усилий в контакте шин с дорогой. Представляет интерес рассмотрение характеристик вибронагруженности в режиме экстренного торможения транспортного средства, в том числе с полной блокировкой колёс. В этом случае появляются большие инерционные силы, меняется внешняя механика колёс транспортного средства и возникают новые внутренние упругие и инерционные связи между элементами динамической модели транспортного средств.

2. В главе 8, где автор приводит новую пространственную расчётную схему подсистемы “водитель-поддрессоренное сиденье” (рис. 8.3.1, стр.390), целесообразно было бы привести и математическое описание этой подсистемы.

3. Автор приводит результаты исследований и испытаний автомобилей ЗиЛ-5301 и ЗиЛ-5301СС, используя параметры и особенности устройства этих автомобилей, кроме этого выбирает в качестве объектов исследования подвески и систему виброзащиты сидений водителя автомобиля ЗиЛ-5301СС но не приводит обоснования выбора этих автомобилей и указанных объектов исследования, поскольку данные автомобили не выпускаются с 2014 года.

4. Диссертант допустил огрехи при оформлении диссертации, так после рис. 5.2.5 указан рис. 5.2.7, а после рис. 7.8.2 указан рис.7.8.5.

Заключение

В целом диссертация Полякова Ю.А. является полностью завершённой научно-квалификационной работой, будет полезна для работников автомобильной промышленности, научных организаций, проектно-конструкторских бюро и высшего образования. Приведенные замечания не меняют общей положительной оценки диссертации.

Диссертация Полякова Ю. А. отвечает современным требованиям и подтверждает высокую теоретическую квалификацию автора и его способность не только ставить и проводить экспериментальные исследования, но и умение анализировать и прогнозировать полученные результаты та-

ких исследований. Сама диссертация направлена на решение актуальной научно-технической проблемы, имеющей важное хозяйственное значение в области науки, посвященной вибронагруженности транспортных средств.

Диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, указанным в п. 9 Положения о присуждении учёных степеней. Содержание диссертационной работы соответствует п. 9, 10 Паспорта научной специальности 01.02.06, а её автор, Поляков Юрий Анатольевич, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры (технические науки).

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой автомобильного транспорта
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Псковский государственный университет»,
доктор технических наук (05.05.03), профессор


« 17 » 08 2020 г. Енаев Александр Андреевич

180740, г. Псков, ул. Льва Толстого, д. 6;
тел.: 8 (8112) 79-77-04;
e-mail: enaa53@mail.ru

Подпись Енаева А.А. заверяю:

Проректор по научной работе
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Псковский государственный университет»




(Антал Т.К.)