МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
4 ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

г. Королев, мкр. Юбилейный,
ул. Тихонравова, д. 29, Московская обл., 141091

«____»_____20___г. №_____

На №_____

Экз. № 1

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель начальника 4 ЦНИИ
Минобороны России по научной работе
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

В.В.Шкарбань

«_05_» __04__ 2022 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Трусевича Ильи Александровича на тему «Прогнозирование и снижение виброакустической нагруженности трансмиссии колесной машины на основе совершенствования ее модальных свойств», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины»

Диссертационная работа Трусевича И.А. посвящена обоснованию технических решений, позволяющих снизить виброакустическую нагруженность трансмиссии колесной машины и тем самым обеспечить выполнение эргономических требований, предъявляемых нормативными документами.

В настоящее время при проектировании колесных машин, помимо обеспечения функциональных и эксплуатационных характеристик, особое внимание уделяется виброакустическому излучению их агрегатов, что является одним из ключевых факторов при оценке качества изделия. При этом шум, излучаемый агрегатами транспортных средств, является одним из основных источников, приводящих к нарушению эргономических требований, как для оператора машины, так и для окружающей среды.

Анализу методов снижения уровня шума изделий в целом и отдельных их структурных составляющих посвящены работы многих отечественных и зарубежных исследователей. Однако большая часть этих исследований описывает и предлагает только снижение воздействующих на трансмиссию крутильных колебаний за счет совершенствования упруго-инерционных и демпфирующих параметров силовой установки. Лишь немногие исследования предлагают уменьшить уровень реагирования динамической системы (корпуса трансмиссии) на высокочастотное возбуждение. Применение такого подхода к снижению шума трансмиссии требует разработки комплекса моделей и

методик, предназначенных для прогнозирования виброакустической нагруженности трансмиссии колесной машины. При этом использование методов виртуального прогнозирования, ориентированных на снижение виброакустического излучения колесной машины, формируемого, в частности, трансмиссионной установкой, позволяет снизить затраты времени на ее проектирование, повысить эффективность интеграции трансмиссии в автомобиль.

Таким образом, исследования, направленные на совершенствование виброакустических и структурных параметров при проектировании трансмиссий, являются актуальными.

Целью работы является прогнозирование и снижение виброакустической нагруженности трансмиссии колесной машины на основе совершенствования ее модальных свойств.

Научная новизна диссертации заключается в том, что в ходе проведения исследований:

– разработаны новые модели формирования динамических нагрузок, возбуждающих виброакустические колебания трансмиссий машин, отличающиеся учетом неравномерности передачи моментов в зубчатых зацеплениях, а также проявлением нелинейных эффектов в гидросистеме и других элементах конструкции;

– разработаны новые верифицированные модальные модели трансмиссии, отличающиеся рассмотрением в качестве модальных характеристик не только собственных частот, форм колебаний и коэффициентов демпфирования, но и частотных функций и модальных вкладов;

– обосновано требуемое программно-аппаратное обеспечение для экспериментального определения модальных и виброакустических параметров при проектировании трансмиссий колесных машин.

Практическая значимость работы заключается в разработке методического обеспечения и технических решений, направленных на снижение виброакустической нагруженности трансмиссии перспективных колесных машин, что позволяет обеспечить выполнение эргономических требований, повышение качества изделий и снижение времени на их техническое проектирование.

Достоверность научных результатов и положений диссертации обеспечивается корректностью постановки задачи исследования и используемых методов системного анализа и математического программирования, а также результатами имитационного моделирования и экспериментальных исследований.

В ходе проведения исследований автором проведен анализ существующего методического обеспечения по прогнозированию виброакустической нагруженности трансмиссии колесных машин, по результатам которого установлена необходимость создания верифицированной модели виброакустического поведения трансмиссии на основе расчетно-экспериментального исследования.

Сформулирована стратегия снижения виброакустических параметров разрабатываемых трансмиссий на основе предлагаемых алгоритмов расчетной и экспериментальной идентификации модальных свойств исследуемой динамической системы. В ходе этих исследований проведена формализация алгоритма построения модальных моделей трансмиссии и ее составных частей, а также их верификация, разработан порядок расчета динамических нагрузок, передаваемых на корпус трансмиссии через валы и подшипниковые опоры, и виброакустических параметров трансмиссии, разработан порядок решения обратной задачи совершенствования этих параметров. Разработан алгоритм расчета модальных характеристик, динамических нагрузок, передаваемых на корпус трансмиссии через валы и подшипниковые опоры, а также виброакустических параметров трансмиссии.

Полученные результаты исследований позволяют, как при расчетном, так и при экспериментальном подходах, а так же их совокупности, определять модальные характеристики динамической системы, в том числе модальный вклад отдельных форм колебаний при известном возмущении.

Разработан комплекс методик расчетно-экспериментального исследования, необходимый для верификации модальных моделей трансмиссий перспективных колесных машин, проведено описание экспериментальной стендовой установки и методики обработки результатов испытаний. С использованием разработанного методического обеспечения в ходе испытаний получены новые экспериментальные данные, позволившие внести обоснованные коррективы в модель формирования динамических нагрузок за счет учета трудно формализуемых газогидродинамических процессов, приводящих к возникновению возмущения не только основного порядка зубчатого зацепления, но и кратных ему.

По результатам обработки и анализа экспериментальных данных (верификации моделей) установлено, что разработанные модальные модели позволяют с удовлетворительной точностью прогнозировать уровень вибраций и акустического излучения проектируемой трансмиссии и целенаправленно предлагать технические решения по совершенствованию модальных свойств системы. Показано, что разработанные научно-обоснованные технические решения по совершенствованию виброакустических параметров при проектировании трансмиссии перспективных колесных машин позволили снизить интегральный уровень акустического давления во всем диапазоне от 2 до 10 дБА.

Разработанное методическое обеспечение, результаты экспериментальных исследований, практические рекомендации по снижению виброакустических параметров трансмиссии колесных машин реализованы при разработке перспективных автоматических коробок передач и внедрены в ООО «МИКОНТ» при разработке модельного ряда трансмиссий автомобилей.

Основные положения работы отражены в 9 научных статьях, среди них 3 статьи в иностранных изданиях, индексируемых в SCOPUS и Web of Science и 2 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, результаты исследований докладывались на 4-х научно-технических и научно-практических

конференциях.

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. В автореферате не приведены основные ограничения и допущения, принятые при разработке методического обеспечения.

2. Из материалов автореферата не ясны границы применения разработанного методического обеспечения, например, возможно ли использовать разработанное методическое обеспечение для других узлов и агрегатов машин.

Однако отмеченные недостатки не снижают качество диссертационной работы.

Вывод: диссертация Трусевича И.А. представляет собой законченную квалификационную работу, в которой решена актуальная научная задача разработки методического обеспечения для обоснования технических решений, позволяющих снизить виброакустическую нагруженность трансмиссии колесной машины, имеющая важное значение для народного хозяйства в части обеспечения эргономических требований и повышения качества изделий. По своей новизне, научной и практической значимости полученных результатов, а также степени их реализации диссертация отвечает критериям, установленным в п.п. 9…14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года №842, и предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины».

Начальник управления
кандидат технических наук,
доцент

О.П.Пышный

05.04.2022 г.

Ведущий научный сотрудник
доктор технических наук,
старший научный сотрудник

Ю.В.Майсак

Старший научный сотрудник

З.П.Шигарева

Секретарь Ученого совета 4 ЦНИИ Минобороны России
кандидат технических наук, старший научный сотрудник

А.Г.Боярский