



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**РОССИЙСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА
РУТ (МИИТ)**

ул. Образцова, д. 9, стр. 9, Москва, ГСП-4, 127994
Тел./факс: (495) 681-13-40, e-mail: info@rut-miit.ru
ИНН/КПП 7715027333/771501001
ОГРН 1027739733922



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор РУТ (МИИТ)
кандидат философских наук

В.С. Тимонин

«26» апреля 2024 г.

№ _____

На № _____ от _____

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» РУТ (МИИТ) на диссертационную работу Большакова Романа Сергеевича «Развитие методологии определения динамических взаимодействий между элементами вибрационного технологического оборудования», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение

1. Актуальность темы диссертации

Актуальность темы диссертации определяется необходимостью оценки динамических свойств вибрационного технологического оборудования для повышения его энергоэффективности за счёт использования эффектов, физическая природа которых обусловлена конструктивно-техническим исполнением вибрационных машин различного назначения. Значимость научных исследований в данной области обусловлена тем, что предлагаемые автором новые подходы позволят улучшить динамические качества используемых вибрационных машин, что сопряжено с усовершенствованием качества изготавливаемых изделий.

В диссертационной работе основное внимание уделено разработке методов оценки дополнительных параметров динамического состояния вибрационных технологических машин, что представляет собой развитие методологических позиций структурной теории виброзащитных систем в направлении детализированного учета динамических взаимодействий между

элементами технических объектов, представляющих собой вибрационные машины.

Одним из основных научных результатов, представленных автором, является оценка динамического состояния механической колебательной системы при помощи передаточной функции, представляющей собой отношение реакции связи к внешнему возмущению. Полученные на основании такой математической модели амплитудно-частотные характеристики имеют дополнительный резонансный режим, позволяющий по-иному оценить потребляемую мощность резонансного вибрационного оборудования.

2. Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, итого диссертационного исследования, библиографического списка и приложения, содержащего акты внедрения, что в совокупности имеет объём в 368 страниц.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, приведены цель и задачи диссертации, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, сформулированы пункты научной новизны, подтверждена достоверность полученных результатов, их теоретическая и практическая значимость, приведены личный вклад автора и представлена информация об апробации работы.

Первая глава диссертационной работы посвящена современному состоянию научных разработок в области оценки динамических взаимодействий между типовыми элементами технических объектов различного назначения. Проведён детализированный анализ основных методов исследования динамических свойств технических объектов при вибрационных воздействиях. Показаны основные расчетные схемы, используемые в динамике подвижного состава, а также приведены схемы сложных виброизолирующих устройств, содержащих большое количество элементарных звеньев. Основное внимание уделено структурным методам построения математических моделей транспортных машин и вибрационного технологического оборудования, расчетными схемами которых являются механические колебательные системы с различным числом степеней свободы.

Во второй главе приведена логическая последовательность, представляющая собой переход от обобщения существующих представлений о задачах вибрационной защиты и виброизоляции к развитию методологии определения динамических взаимодействий между элементами механических колебательных систем. Представлены основные положения обобщённого метода определения статических и динамических реакций в

системах с несколькими степенями свободы. Показано, что использование структурных методов позволяет осуществлять трансформацию структурных схем, являющихся динамическими аналогами исходных расчетных схем в виде механических колебательных систем, таким образом, что при действии вибрационного возмущения может быть найдена динамическая реакция связи в выбранной точке, а при нулевом значении возмущающей силы – статическая реакция.

В третьей главе представлены возможности применения метода определения динамических реакций в сложных расчетных схемах систем при наличии в их структуре демпфирующих элементов и устройств для преобразования движения. Приведены графики амплитудно-частотных характеристик с дополнительными резонансными частоты, полученных на основе передаточной функции отношения динамической реакции внешнему силовому возмущению, а также при совместном действии факторов силового и кинематического характера.

В четвертой главе приведены результаты исследований, связанные с оценкой динамических взаимодействий между элементами вибрационного технологического оборудования для повышения эффективности его эксплуатации. Оцениваются динамические свойства вибрационных технологических машин с расчетными схемами, содержащими сложные опорные блоки, в том числе с избыточными связями и устройствами для преобразования движения. Представлено развитие метода оценки динамического состояния вибрационных технологических машин, основанного на использовании связности межпарциальных систем, при действии нескольких внешних возмущений. Рассмотрены возможности оценки влияния рычажных связей на динамику вибрационного технологического оборудования. Представлены графики изменения амплитудно-частотных характеристик соотношения межпарциальных связей.

В пятой главе рассмотрены возможности применения структурного математического моделирования к задачам оценки динамического состояния технических объектов, в том числе вибрационного технологического оборудования. Показаны методологические подходы по построению структурных схем технических объектов при наличии всего набора типовых элементов в их структуре. Приведены результаты экспериментальных исследований нескольких технических объектов, иллюстрирующие возможности структурных подходов для оценки динамического состояния не только вибрационных машин, но и применение таких подходов в других направлениях развития вибрационных технологий.

В заключение представлены основные результаты и общие выводы по

диссертационной работе.

3. Научная новизна диссертационной работы

Научная новизна диссертационного исследования представлена следующими положениями:

1. Разработан метод определения реакций связей между элементами вибрационных технологических машин, опирающийся на представления об аналогиях механических колебательных систем с соответствующими структурными моделями систем автоматического управления, отличающийся тем, что является обобщённым для задач определения и статических и динамических реакций, что позволяет упростить и унифицировать процедуры анализа и динамического синтеза в задачах оценки динамического состояния технологического оборудования; развита методология преобразования структурных математических моделей вибрационных технологических машин в виде механических колебательных систем;

2 Разработана математическая модель в виде передаточной функции, отличающейся тем, что представляет собой отношение динамической реакции связи как выходного сигнала к входному сигналу в виде внешнего возмущения (традиционные подходы предусматривают использование отношения смещения к внешнему воздействию), что дает возможность использования динамических реакций связей в качестве параметра динамического состояния технологического оборудования; впервые получены амплитудно-частотные характеристики динамических реакций, которые при определённых сочетаниях параметров имеют специфический вид в связи с наличием дополнительных резонансных частот; развиты методологические позиции структурной теории виброзащитных систем в построении и преобразовании структур (или блоков) из соединённых элементарных звеньев,.

3 Развита методика построения математических моделей вибрационных технологических машин с расчётными схемами в виде механических колебательных систем с сосредоточенными параметрами, представляющих собой передаточные функции межпарциальных связей, уточнённая для одновременного совместного действия нескольких внешних гармонических возмущений и введения в расчётные схемы различных дополнительных связей, что проявляется через эффект изменения динамических свойств систем.

4. Достоверность научных результатов

Достоверность полученных научных результатов и основных выводов по диссертационной работе обеспечивается использованием широко

применяемых методов теоретической механики, теории колебаний, теории механизмов и машин, теории автоматического управления, использованием вычислительного моделирования и лабораторного эксперимента результатов, применением современных методов исследований при оценке динамического состояния вибрационных стендов с последующим сравнением полученных экспериментальных данных с результатами численного моделирования.

5. Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость подтверждается большим объёмом выполненных госбюджетных исследований и заключается в том, что разработаны методологические основы и метод определения реакций в точках контакта типовых элементов виброзащитных систем, а также в их контактах с объектом защиты и опорными поверхностями, что позволяет расширить методологию оценки динамических свойств механических колебательных систем, используемых в качестве расчетных схем технических объектов, в частности, технологических вибрационных машин с возможностями использования методов оценки и изменения структуры и параметров вибрационных полей, что достигается на основе развития методов структурного математического моделирования в тех направлениях.

Практическая значимость работы заключается в использовании метода расчета параметров динамического состояния технологического оборудования по созданию системы оценки динамических состояний рабочих органов вибрационных технологических стендов и условий настройки распределения амплитуд колебаний, который принят к использованию в проекте АО «Улан-Удэнский Лопастной Завод»; методика оценки динамического состояния вибрационного технологического оборудования использована при совершенствовании вибрационного технологического комплекса, предназначенного для плотного и качественного формирования железобетонных изделий с целью создания более равномерного раствора на предприятии «ЖБИ-ТрансСтрой».

6. Рекомендации по использованию результатов и выводов

Полученные в ходе проведения исследований научные результаты могут быть использованы при формировании новых конструктивно-технических решений в области создания вибрационного технологического оборудования, а также при его усовершенствовании.

7. Форма изложения материала, публикации

Анализ текста диссертации показывает, что работы представляет собой самостоятельное научное исследование, имеет внутреннюю логику повествования, написана понятным языком, а приведённые в заключение общие выводы аргументированы и связаны с решением задач, поставленных

во введении. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

Основные итоги диссертационной работы нашли отражение в 84 печатных работах, из них 23 научные статьи в журналах из перечня ВАК, 4 статьи в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных и систем цитирования Scopus, 36 патентов на изобретения и полезные модели Российской Федерации, 5 зарегистрированных программ для ЭВМ, 3 монографии, а также 10 публикаций в материалах Международных и Всероссийских конференций.

8. Соответствие диссертации паспорту специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.5.2. Машиноведение по следующим пунктам:

1. «Синтез структурных и кинематических схем механизмов и обобщенных структурных схем машин, оптимизация параметров»;
2. «Методы кинематического и динамического анализа, в том числе математического моделирования, анимационного и экспериментального исследования механизмов»;
3. «Методы исследования и оценки технического состояния объектов машиностроения, в том числе на основе компьютерного моделирования».

9. Замечания к диссертационной работе

1. В одном из пунктов научной новизны обозначено, что впервые получены амплитудно-частотные характеристики отношения динамической реакции к внешнему возмущению с наличием дополнительного резонанса. В данном случае излишним был бы раздел, направлен на оценку энергоэффективности вибрационной машины с такой расчетной схемой.

2. Основу диссертационной работы составляет структура теории виброзащитных систем, которая разрабатывалась д.т.н., профессором Елисеевым С.В. Однако название диссертационной работы нечетко отражает это обстоятельство.

3. Четвертая глава посвящена повышению эффективности вибрационных технологических машин. В данной части диссертационной работы был бы уместен анализ проблем, возникающих при работе вибрационного оборудования.

4. Некоторые части диссертационной работы недостаточно логично размещены по тексту. В частности, раздел 3.2. «Трансформация расчетных схем с применением методики прямых преобразований» можно было бы разместить во второй главе диссертационной работы для сравнения со структурными методами при обобщении задач виброзащиты и виброизоляции.

5. В тексте диссертационной работы имеются опечатки и неточности, в частности, в содержании некоторые части разделов начинаются со строчной буквы.

Отмеченные замечания не уменьшают значения полученных автором диссертационной работы результатов и не влияют на общую положительную оценку проведенных исследований.

10. Заключение

Диссертация Большакова Романа Сергеевича на соискание ученой степени доктора технических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, которые могут быть использованы в различных отраслях промышленного производства при модернизации существующих и создании новых вибрационных технологических машин, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, что соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Большаков Р.С. заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение.

Отзыв рассмотрен и одобрен по результатам обсуждения диссертации на заседании кафедры «Тяговый подвижной состав» РУТ (МИИТ) (протокол № 9 от 19.04.2024 г.).

Профессор кафедры
«Тяговый подвижной состав» РУТ (МИИТ),
доктор технических наук, профессор



Осяев Анатолий Тимофеевич

Секретарь заседания, доцент кафедры
«Тяговый подвижной состав» РУТ (МИИТ),
кандидат технических наук, доцент



Баташов Сергей Иванович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет транспорта» РУТ (МИИТ)

Адрес: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9

Телефон: +7(495)681-13-40

E-mail: info@rut-miit.ru