

Учёному секретарю диссертационного совета
24.2.350.06
к.т.н. Ситникову Д.В.
ФГАОУ ВО ОмГТУ
644050, г. Омск, просп. Мира, 11

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Большакова Романа Сергеевича** на тему **«Развитие методологии определения динамических взаимодействий между элементами вибрационного технологического оборудования»**, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение

Актуальность работы

Из автореферата следует, что диссертация **Большакова Романа Сергеевича** представляет собой законченную работу и посвящена обеспечению надежности отечественных высокотехнологических систем и оборудования. В том числе повышению качества и эффективности транспортных машин и механизмов их технологической независимости в условиях непрерывного поиска конструктивно-технологических инновационных решений. При этом необходимо отметить, что решающее значение в работе имеет опережающее развитие методологического базиса в области машиноведения, теории машин и механизмов, теории колебаний и математического моделирования.

Техническое оснащение современной промышленности в условиях импортного замещения направлено на использование высокопроизводительных и надёжных в эксплуатации технологических машин. Увеличение производительности технологических машин, скоростей рабочих органов и динамических нагрузок происходят на фоне значительного роста уровня вибрационных воздействий. Действие вибрационных процессов при интенсивной эксплуатации увеличивает динамические нагрузки на сборочные единицы машин и механизмов, элементы соединений и сочленений, что в конечном итоге уменьшает их прочность и надежность. Вибрация приводит к возникновению неучтённых внутренних сил и моментов, представляющих собой реакции и моменты реакций связей и взаимодействие межпарциальных связей, что проявляется при различных частотах внешних воздействий и наличии нескольких источников вибраций и снижает производительность и надежность технологических машин.

Решение задач динамики машин, когда их динамическое состояние оценивается через определение уровня колебательного процесса или вибраций при контактном взаимодействии элементов машин, затруднено или практически невозможно. Для этого необходимо разрабатывать и совершенствовать методы проектирования систем вибрационной защиты и виброизоляции технических объектов. Анализ динамических состояний осложняется тем, что технические объекты представляют собой механические колебательные системы с различным числом степеней свободы, отличающиеся сложной динамикой взаимодействия составляющих агрегатов, узлов и типовых элементов.

Из выше сказанного можно заключить, что диссертация на тему **«Развитие методологии определения динамических взаимодействий между элементами вибрационного технологического оборудования»**, является актуальной.

Научная новизна работы заключается, в том что

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, позволяющая трансформировать структурные схемы систем автоматического управления относительно выбранного объекта защиты с передаточной функцией интегрирующего звена второго порядка для выделения отрицательной обратной связи, представляющей собой приведённую жесткость системы.

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, обладающих в совокупности свойствами квазипружин, создающие возможности упрощений в формировании математических моделей и оценке динамических возможностей и режимов вибрационных технологических машин.

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, отражающихся в реализациях динамических эффектов в формах самоорганизации движений элементов (динамическое гашение колебаний, совместность движения, распределение амплитуд колебаний и др.) и может быть использовано для оценки и контроля динамических состояний технологического оборудования.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что разработаны методологические основы и метод определения реакций, возникающих в точках контакта элементов принадлежащей системе вибрационной защиты. В зонах контактах с объектом защиты и опорными поверхностями. Разработана методология и проектирование систем защиты машин и оборудования, приборов и аппаратуры. Это позволяет определять действующие системы сил, решать задачи надежности связанные с безопасностью эксплуатации систем вибрационной защиты. Разработаны принципиальные положения по расширению методологии 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. Это достигается на основе развития методов структурного математического моделирования в тех направлениях, которые связаны с введением дополнительных связей различной природы, учетом одновременного действия нескольких связанных между собой силовых факторов.

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» по модернизации вибрационного технологического комплекса, что позволяет производить предварительный расчет настроечных параметров работы вибростенда и повышает надежность его эксплуатации в необходимом режиме в течение заданного временного цикла, а так же в разработке методики оценки динамического состояния вибрационного технологического оборудования при совершенствовании вибрационного технологического комплекса, предназначенного для плотного и качественного формирования железобетонных изделий с целью создания более равномерного раствора на предприятии «ЖБИ-ТрансСтрой» и др.

Таким образом, проведённые исследования позволяют развить методологию определения параметров динамического состояния механических колебательных систем на базе новых подходов, основанных на представлениях о динамических реакциях и взаимодействии парциальных связей между собой, получение амплитудно-частотных характеристик динамических реакций и изменения соотношения между парциальными системами в зависимости от частоты внешнего возмущения.

Полученные в рамках предлагаемой методологии амплитудно-частотные характеристики динамических реакций позволяют оценивать динамические нагрузки в местах соединения элементов и уменьшать их за счёт корректировки параметров рассматриваемых защитных вибрационных систем. Передаточные функции межпарциальных связей дают возможность управления динамическим состоянием вибрационных технологических машин с помощью связности между координатами движения для получения устойчивых технологических режимов эксплуатации такого оборудования.

Методология и методы исследования

Выбранный для достижения поставленной цели комплексный подход включает в себя теоретический анализ динамического состояния технических объектов, проведение численного моделирования при помощи пакетов прикладных программ Mathcad и Matlab, использование математического аппарата теоретической механики, теории механизмов и машин, деталей машин и основ конструирования, теории колебаний, системного анализа и теории автоматического управления, экспериментальные исследования.

Положения, выносимые на защиту

1. Обобщённый метод определения статических и динамических реакций в механических колебательных системах с различным числом степеней свободы, основанный на структурных подходах.
2. Математическая модель и расчетная зависимость динамической реакции от внешнего возмущения для оценки состояния технологического оборудования с учетом амплитудно-частотных характеристик реакций связей.
3. Методика математического моделирования передаточных функций межпарциальных связей для оценки и контроля параметров динамических состояний технологического оборудования при учете нескольких внешних возмущений.

Достоверность и обоснованность научных результатов обеспечивается применением современных и известных методов и подходов, составляющих аналитический аппарат теоретической механики, теории колебаний, теории механизмов и машин, теории автоматического управления, а также использованием вычислительного моделирования и лабораторного эксперимента для обоснования полученных результатов, а также применением современных методов исследований при оценке динамического состояния вибрационных стендов с последующим сравнением полученных

экспериментальных данных с результатами численного моделирования. Проверка на адекватность подтверждается сходимостью результатов расчета с результатами экспериментальных исследований.

По теме диссертационного исследования опубликовано 84 печатных работы, 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, а также 3 монографии.

Замечания и вопросы при прочтении автореферата:

1. На стр.18 в структурной схеме рис.3 б нет массы m_2 , которая указана в расчетной схеме рис.3 а;
2. На стр.18 структурная схема рис.3 с положительной обратной связью. Такая система неустойчива с точки зрения теории автоматического управления;
3. На стр.20 указано: «Передачная функция динамической реакции...принимает вид». Как у реакции может быть передачная функция?
4. На стр.25 рис.7 применен нестандартный термин: амплитудно-частотная характеристика реакции связи системы;
5. За счет чего получен экономический эффект?

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы. Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, которая имеет важное теоретическое и практическое значение для машиностроительного производства.

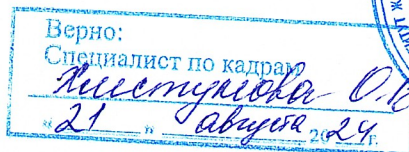
Диссертационная работа **Большакова Романа Сергеевича** выполнена на высоком теоретическом уровне, имеет практическую значимость, соответствует критериям, которым должна соответствовать диссертация на соискание ученой степени **доктора технических наук**, требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней на соискание ученой степени **доктора технических наук**», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 года № 842, и предъявляемым требованиям к диссертациям по специальности 2.5.2. **Машиноведение (технические науки)**.

По степени новизны, актуальности, объему исследований, теоретической и практической значимости полученных результатов диссертация соответствует требованиям «Положения...» ВАК РФ, предъявляемых к **докторским диссертациям**, а ее автор **Большаков Роман Сергеевич** заслуживает присуждения ему ученой степени **доктора технических наук** по специальности 2.5.2. Машиноведение.

Отзыв составил: Ильных Виктор Анатольевич
д.т.н. (специальность 2.5.2. Машиноведение), доцент, доцент кафедры
«Прикладная механика и математика», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита

672040, РФ, Забайкальский край, г. Чита,
ул. Магистральная, 11
Тел.: 8 914 490 24 26
E-mail: ilinykh.viktor5@mail.ru

Ильных В.А.



Забайкальский институт железнодорожного транспорта – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» в г. Чите.