

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор - проректор по науке
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет»,
доктор технических наук, профессор



И. Г. Дроздов

"8" февраля 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
Гербера Юрия Андреевича на тему **«Надежность линейно деформируемых
стержневых систем с динамическими гасителями колебаний»**,
представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.1.9. Строительная механика

Актуальность темы. Задача улучшения динамического состояния строительных конструкций, испытывающих различные динамические воздействия, как техногенного, так и природного характера, является весьма актуальной, поскольку ее решение приводит к усилению надежности сооружений.

Одним из эффективных инженерных приемов, позволяющих понизить амплитуды неблагоприятных колебаний, является применение специальных устройств, встраиваемых в защищаемый объект, называемых гасителями колебаний. Однако случайные отклонения фактических размеров сооружений от проектных размеров могут привести к обратному эффекту, то есть к увеличению амплитуд колебаний и, как следствие, к существенному ухудшению напряженно-деформируемого состояния элементов конструкций и всего объекта в целом. Поэтому развитие методов вероятностных расчетов для определения надежности конструкций с динамическими гасителями колебаний является актуальной проблемой как с теоретической, так и с практической точек зрения.

Цель и задачи работы. Целью диссертационной работы является разработка алгоритмов расчета надежности и долговечности по различным критериям безотказности стержневых систем с динамическими гасителями колебаний при гармонических воздействиях.

Для достижения указанной цели сформулированы и решены следующие задачи:

1. Разработан алгоритм определения характеристик динамических гасителей колебаний с помощью системы одномассовых динамических гасителей, как регуляторов динамического напряженно-деформируемого состояния механиче-

ской системы с конечным числом степеней свободы при вибрационных нагрузках. В удобном для практического использования виде получены в аналитической форме зависимости для вычисления значений масс и жесткостей гасителей, обеспечивающих выполнение изначально формулируемых требований к перемещениям системы.

2. Разработка обобщенной модели с одной степенью свободы и алгоритма на ее основе для упрощенного определения надежности для больших многопараметрических систем с динамическими гасителями колебаний.

3. Анализ влияния стохастической изменчивости параметров конструкций с динамическими гасителями колебаний на надежность при воздействии гармонических нагрузок, и определение параметров, отклонения которых имеют наибольшее влияние на надежность системы, включая массу и жесткость гасителя, а также рабочую частоту воздействия.

4. Сформулированы предложения о возможных путях и способах повышения надежности стержневых конструкций с динамическими гасителями колебаний (повышение качества контроля за параметрами системы, нагрузки и гасителей; выбор количества и оптимальных параметров гасителей и др.). С помощью разработанного алгоритма определения надежности и долговечности по условию усталостной прочности, с учетом предложенных аппроксимаций кривых усталости материала, выявлены зависимости вероятности отказа от количества циклов для стержневых систем с динамическими гасителями колебаний при гармонических воздействиях.

Тематика работы. Содержание диссертации соответствует п.4. Численные и численно-аналитические методы расчета зданий, сооружений и их элементов на прочность, жесткость, устойчивость при статических, динамических, температурных нагрузках и других воздействиях; п.6. Теория и методы расчета зданий, сооружений и их элементов на надежность (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость) и п.9. Теория и методы оценки ресурса несущей способности зданий, сооружений и их элементов - области исследования паспорта специальности 2.1.9. Строительная механика.

Научная новизна проведенных исследований заключается в следующем:

- разработан метод определения жесткостных и инерционных характеристик гасителей, обеспечивающих выполнение исходных требований к параметрам динамического НДС систем с конечным числом степеней свободы, защищаемых от вибрации при гармонических воздействиях группами из нескольких динамических гасителей колебаний;
- выявлены особенности и трансформации плотности вероятности динамического коэффициента для модельных систем с одной степенью свободы с учетом и без

учета демпфирования в зависимости от частоты гармонического воздействия и характеристик стохастических свойств расчетных параметров системы и воздействий;

- получены оценки влияния уточненных вероятностных характеристик динамического коэффициента на надежность;

- осуществлено ранжирование случайных расчетных параметров защищаемой системы, воздействий и гасителей по их влиянию на показатели надежности. Установлено, что наиболее значимыми являются частота воздействия, масса и жесткость гасителя;

- получено решение задачи определения надежности и долговечности стержневых систем с конечным числом степеней свободы и одномассовыми динамическими гасителями колебаний при длительных гармонических воздействиях по критерию усталостной прочности материала и другим значимым условиям безотказности. Выявлен характер зависимости вероятности отказа от частоты внешнего воздействия или количества циклов нагружения.

Теоретическая и практическая значимость полученных в диссертационной работе результатов заключается в развитии теории динамического гашения колебаний. Предложен метод определения расчетных, в том числе оптимальных, параметров динамических гасителей колебаний для систем, посредством которых осуществляется регулирование напряженно-деформируемого состояния стержневой системы. Разработаны алгоритмы расчета надежности и долговечности по различным условиям работоспособности.

Результаты научного исследования рекомендуются для определения надежности и долговечности при расчете и проектировании конструкции здания и сооружений, защищаемых от вибрационных воздействий динамическими гасителями колебаний.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин).

Достоверность результатов базируется на корректной математической постановке задач и использовании известных соотношении строительной механики. Полученные в работе результаты согласуются с общими физическими представлениями о динамическом поведении стержневых систем. Правильность полученных результатов определяется корректностью математических выкладок и сопоставлением с известными результатами других авторов. При проведении численных исследований использовались верифицированные и лицензированные программные продукты.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались 1) на 3-й Всероссийской конференции «Проблемы оптимального проектирования сооружений» (Новосибирск, 2014); 2) на Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых инновационному развитию Казахстана» (Усть-Каменогорск, 2015); 3) на Всероссийской НТК «Актуальные вопросы строительства» (Новосибирск, 2015, 2016); 4) на I Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию д.т.н. профессора О.В. Кунцевича, «Строительные материалы, конструкции и сооружения XXI века» (Санкт-Петербург, 2016); 5) на Международной НТК «Актуальные вопросы архитектуры и строительства» (Новосибирск, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022); 6) на VII международном симпозиуме «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений (Actual Problems of Computational Simulation in Civil Engineering - APCSCE 2018)» (Новосибирск, 2018); 7) на V международной конференции «Проблемы безопасности критических инфраструктур (Safety Problems of Civil Engineering Critical Infrastructures)» (Екатеринбург, 2019); 8) на международной научной конференции «Моделирование и методы расчета строительных конструкций» (The International Conference «Modelling and Methods of Structural Analysis» MMSA-2019) (Москва 2019).

Публикации автора по теме исследований. Основные результаты диссертации опубликованы в 13 научных работах, в том числе 7 - в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и проиндексированных в международных научных базах данных Web of Science и Scopus.

Личное участие автора. Основные результаты исследований, изложенные в диссертационной работе, были получены лично соискателем и опубликованы совместно с научным руководителем, который определил основные направления исследования. В совместных публикациях диссертант участвовал в решении задач, поставленных перед ним руководителем, лично проводил аналитические выкладки, все численные исследования и их анализ, построение алгоритма и разработку программного обеспечения.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и двух приложений. Работа изложена на 181 странице, содержит 83 рисунка и список использованных источников из 203 наименований.

Работа содержит все необходимые для кандидатской диссертации составные части и носит заверченный характер.

Диссертация и автореферат написаны современным языком, стиль изложения четкий и дает ясное толкование представленного содержания. Автореферат по своему содержанию соответствует основным положениям диссертации.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты работы рекомендуется использовать в проектных и научно-исследовательских организациях строительного профиля занимающихся проектированием зданий и сооружений, подверженных периодическим воздействиям, например, от стационарного оборудования. Полученные результаты также могут использоваться при чтении курсов по динамике сооружений и надежности строительных конструкций для студентов и аспирантов строительных ВУЗов.

Замечания по диссертации

Отмечая очевидные достоинства диссертационной работы Гербера Ю.А., актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаем в то же время необходимым обратить внимание на ряд недостатков и недочетов, имеющих в данной работе.

1. В главе 1, в которой дан обзор литературы, на рисунках 1.2-1.6 приведены различные алгоритмы вероятностных расчетов без ссылок на источники.

2. Первая часть второй главы, в которой описаны основные положения, методики и алгоритмы надежности стержневых систем с конечным числом степеней свободы, также носит обзорный характер. К сожалению, автор не приводит разницы между известными в литературе данными и своими собственными результатами. Из содержания параграфа 2.2 четко не видно, где же начинается изложение результатов диссертанта.

Так, известная в литературе формула (2.1) для коэффициента динамичности и соответствующая расчетная модель на рисунке 2.2 приведены без всяких ссылок. Можно было сослаться, например, на справочник «Вибрации в технике» в шести томах под редакцией В.В. Болотина (Москва: Машиностроение, 1978), где эта формула и рисунок приведены на странице 101 в томе 1.

Полезно было бы и на рисунках, иллюстрирующих вероятностные характеристики коэффициента динамичности, которые, без сомнения, были исследованы и построены диссертантом, поставить ссылки на свои собственные работы, где они были впервые опубликованы.

3. Разработанные диссертантом методики расчета надежности защищенных ДГК объектов апробированы только на конструкциях, не имеющих отношения к эксплуатируемым или проектируемым сооружениям. Поэтому, по-видимому, в диссертации не анализируется адекватность получаемых по предлагаемым алгоритмам расчетных параметров. Такие сведения не приводятся и в приложениях к диссертации актах внедрения.

4. Чем объясняется весьма высокие показатели вероятности отказа незащищенных и защищенных гасителями строительных конструкций на рассмотренных в работе примерах. В опубликованных сотрудниками Воронежского ГТУ многочисленных публикациях, которые касаются подвергающимся динамическим воздействиям мостовых сооружений, они меньше на один и даже на два порядка?

5. Предлагаемые в работе вероятностные методики могут применяться только для ограниченного класса воздействий детерминированного гармонического характера определённой частоты. Такие задачи возникают при проектировании производственных зданий со стационарным оборудованием периодического действия. Использование их для гашения колебаний при широкополосном случайном воздействии, например от ветра, землетрясения и т.п. проблематично.

6. Некоторые термины, используемые автором, являются не совсем корректными. Например, «стохастическая конструкция» на странице 43. Стохастический характер могут иметь характеристики конструкции, но не сама конструкция.

7. Есть также замечания по оформлению диссертационной работы: а) неправильная пунктуация (стр. 14, 15, 45); б) не читаемые символы (стр. 32, 37, 39); в) уравнении (2.13) вектор нагрузки обозначен через R_F . В главе 3 уже появляется обозначение R_P без пояснений смены нижнего индекса.

Сделанные замечания не снижают научный и практический уровень данной диссертационной работы, не влияют на ее положительную оценку и носят рекомендательный характер для проведения дальнейших научных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по диссертации о соответствии её требованиям

Положения о присуждении ученых степеней

В соответствии с требованиями п. 10 Положения о присуждении ученых степеней диссертация Гербера Ю. А. написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Основные результаты исследований автора достаточно подробно опубликованы в его трудах. Диссертация содержит рекомендации по использованию научных выводов.

Диссертация Гербера Ю. А. на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей важное теоретическое и практическое значение для развития теории надежности в строительной механике и проектно-исследовательской деятельности в проектных и научно-

исследовательских организациях, которые занимаются проектированием и расчетом конструкций, подвергающихся в процессе эксплуатации различным динамическим нагрузкам.

В целом диссертационная работа Гербера Юрия Андреевича соответствует всем требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Диссертационная работа, автореферат и отзыв на диссертацию Гербера Юрия Андреевича рассмотрены и одобрены на расширенном заседании кафедры строительной механики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», протокол № 7 от «03» февраля 2023 г.

Заведующий кафедрой строительной механики ВГТУ, доктор физико-математических наук (научная специальность 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела), доцент, почетный работник сферы образования РФ



Козлов
Владимир
Анатольевич

Руководитель международного научного центра по фундаментальным исследованиям в области естественных и строительных наук имени Заслуженного деятеля науки РФ профессора Россихина Ю.А., доктор физико-математических наук (научная специальность 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела), профессор



Шитикова
Марина
Вячеславовна

Сведения о ведущей организации

Полное наименование организации в соответствии с уставом – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет».

Сокращенное наименование организации – ФГБОУ ВО «ВГТУ».

Почтовый индекс, адрес организации: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84.

Контактные телефоны: +7(473) 271-59-05; +7(473) 271-52-68.

Адрес электронной почты: rector@vgasu.vrn.ru; rector@vorstu.ru; rector@cchgeu.ru

Сайт: <http://cchgeu.ru>