

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

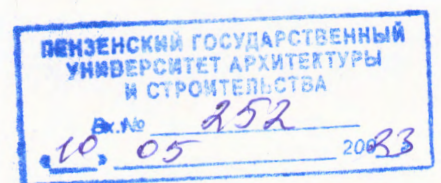
доктора технических наук, профессора Пшеничкиной Валерии Александровны на диссертационную работу **Чуманова Александра Васильевича** на тему **«Разработка способов гашения колебаний стальных куполообразующих и прямоугольных каркасов зданий и сооружений»**, представленную в диссертационный совет 24.2.356.01, созданный на базе Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, к публичной защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)

На отзыв представлены: диссертационная работа, изложенная на 155 страницах, включающая введение, пять глав, заключение, список использованной литературы из 177 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, два приложения на восьми страницах; автореферат диссертации на 24 страницах.

Рассмотрев представленные материалы, считаю, что диссертация Чуманова А.В. на тему «Разработка способов гашения колебаний стальных куполообразующих и прямоугольных каркасов зданий и сооружений» содержит признаки научно-квалификационной работы, соответствующее паспорту специальности 2.1.1 «Строительные конструкции, здания и сооружения», и отвечает областям исследования, предусмотренным п.1: «Построение и развитие теории, разработка аналитических и вычислительных методов расчета механической безопасности и огнестойкости, рационального проектирования и оптимизации конструкций и конструктивных систем зданий и сооружений».

### **Актуальность темы исследования**

В настоящее время существует множество различных решений по защите каркасных зданий и сооружений от разрушений под воздействием землетрясений. Однако у каждого вида гасителей существуют недостатки: у пассивных гасителей



– узкий диапазон рабочих частот, у активных гасителей – высокая стоимость и трудоёмкость в обслуживании. Поэтому существует потребность в разработке более универсального способа гашения колебаний каркасных зданий и сооружений. К тому же имеются типы сооружений со специфическими особенностями эксплуатации, такие как радиолокационные системы. Для них необходима система гашения колебаний, которая не будет создавать помех при эксплуатации.

Во время сильных землетрясений или взрывных воздействиях, элементы каркасов зданий и сооружений достигают больших деформаций, вследствие чего необходим учет нелинейных факторов при расчете колебаний сооружений. Поэтому существует необходимость в совершенствовании динамических методов расчета конструкций при особых воздействиях.

#### **Оценка содержания диссертации**

*Во введении* обосновывается актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи исследования, отражены научная новизна работы и её теоретическая и практическая значимость.

*В первой главе* автором описано современное состояние проблемы гашения колебаний зданий и сооружений. Выполнен обзор литературы, посвященный разработанным динамическим гасителям колебаний, многомассовым и нелинейным гасителям. Отражены их особенности и принципы работы, а также методы оптимизации гасителей. Данный обзор позволяет сделать вывод о необходимости разработки универсальных и эффективных способов гашения колебаний, в частности для зданий и сооружений с куполообразующими и прямоугольными каркасами.

*Во второй главе* представлены ленточный гаситель колебаний для открытых куполов и модифицированный метод расчета колебательного движения, позволяющий учитывать физическую и геометрическую нелинейности.

Разработанный гаситель колебаний представляет собой инерционную катушку с преднатяжителем и намотанной на неё лентой. Катушка и конец ленты крепится к узлам конструкции локатора. Принцип действия гасителя заключается в создании одностороннего воздействия на узлы конструкции: при отдалении узлов крепления гасителя лента препятствует перемещению, при сближении – катушка сматывает излишки ленты. Результаты выполненных численных экспериментов показали, что ленточный способ гашения колебаний позволяет существенно уменьшить амплитуду колебаний, вызванных взрывными и сейсмическими воздействиями.

Проведен физический эксперимент. Для создания возмущающей нагрузки сконструирована экспериментальная установка, в основе которой лежит кривошипно-шатунный механизм. При этом ползун совершает возвратно поступательные движения, имитируя сейсмическое возбуждение колебаний. Колебательной нагрузке подвергалась часть купола (арка) с центральной точкой крепления. В результате проведенного эксперимента наглядно показана эффективность ленточного способа гашения колебаний.

*В третьей главе* представлен ленточно-тросовый гаситель колебаний закрытых куполов. Данный гаситель имеет аналогичное устройство с ленточным гасителем колебаний, но дополнительно оборудован торсионом или гидроцилиндром.

Проведена численная проверка работоспособности ленточно-тросового гасителя для куполов закрытого типа. Анализ графиков колебаний показал высокий уровень демпфирования колебаний.

Проведено исследование по выбору рационального расположения гасителя. Рассмотрены четыре варианта установки ленточно-тросовых систем. По результатам численных экспериментов гашения колебаний закрытых куполов ленточно-тросовой системой выявлены наиболее эффективные места расположения гасителя в зависимости от конфигурации закрытого купола.



Установлен наиболее эффективный способ определения наклона ленты гасителя к защищаемой конструкции. Таким способом является выбор направления крепления лент по результатам сложения векторов, определяющих максимальные перемещения от единичных воздействий в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.

*Четвертая глава* посвящена гашению колебаний стальных прямоугольных каркасов зданий и сооружений. Предложен способ гашения колебаний каркаса при помощи пластических накладок, установленных на элементы каркаса. Принцип способа: при колебательном движении накладки из более пластичного материала, чем материал каркаса, раньше достигают площадки текучести. В накладках возникают остаточные деформации – тем самым энергия колебательного движения тратится на преодоление остаточных пластических деформаций, происходит рассеивание энергии и гашение колебаний. В главе теоретически обосновывается принцип гашения колебаний стержней с пластическими накладками. Проведены численные эксперименты по определению рационального положения накладок и их необходимой толщины. Результаты проведенных численных экспериментов отражают эффективность данного метода.

*В пятой главе* описан алгоритм программного комплекса для расчета колебаний куполообразующих каркасов с ленточно-тросовой системой гашения колебаний. Данный алгоритм основан на разработанном методе переменных параметров упругости и методе центральных разностей. Полный текст программы расчета приведен в приложении к диссертации.

*В заключении* сформулированы основные результаты и выводы диссертационного исследования.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, строится на передовых методах расчета

строительных конструкций, положениях строительной механики с применением математического моделирования, теории и методов оценки напряженного состояния зданий и сооружений с использованием продвинутых математических пакетов.

Для решения поставленных задач использовались общенаучные и экспериментальные методы исследования, основанные на фундаментальных положениях науки о создании и совершенствовании рациональных типов конструкций, строительной механики, теории математического моделирования, теории и методов оценки напряжённого состояния зданий и сооружений, в том числе при чрезвычайных ситуациях, особых и запроектных воздействиях.

#### **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Степень достоверности результатов исследования обеспечена комплексом взаимодополняющих методов и результатами экспериментальных исследований, привлечением количественного и качественного анализа результатов экспериментов. Для проверки выдвинутых положений в работе были проведены численные и натурные эксперименты с математическими и физическими моделями способов гашения колебаний. Полученные эмпирические данные позволили сделать оригинальные выводы.

К основным научным результатам, полученным в работе Чуманова А.В., можно отнести следующее:

- новый ленточно-тросовый способ гашения колебаний куполообразующих каркасов зданий и сооружений, эффективность которого подтверждена экспериментами;

- новый способ гашений колебаний прямоугольных стальных каркасов при помощи пластических накладок, результаты численных экспериментов доказывают эффективность данного метода;

- модифицированный метод переменных параметров упругости, позволяющий решать дифференциальное уравнение движения с учетом физической нелинейности и геометрической нелинейности.

**Практическая значимость** результатов исследований заключается в том, что разработанные способы демпфирования колебаний могут использоваться при проектировании сейсмозащиты как новых, так и эксплуатирующихся зданий и сооружений с прямоугольными и куполообразующими каркасами в сейсмически опасных регионах. Разработанный программный комплекс для расчета колебаний сооружений с куполообразующим каркасом и ленточно-тросовым гасителем колебаний позволит существенно сократить затраты на проектной стадии работ.

#### **Подтверждение публикации основных результатов диссертации в научных изданиях**

Основные результаты и выводы диссертационного исследования изложены в семи основных научных публикациях, в том числе в четырех работах в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, и в трех работах в научных изданиях, индексируемых в международной базе данных SCOPUS. Основные положения работы представлены в опубликованных статьях с достаточной полнотой.

#### **Соответствие автореферата основным положениям и выводам диссертации**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы. В нем отражены основные результаты исследований и выводы.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. На стр.70 диссертации автор указывает, что для составления вектора узловых нагрузок использовалась объёмная (3D) акселерограмма землетрясения в г. Газли, представленная на рис.22. Фактически на рисунке изображены 3 составляющих вектора поступательного движения грунта.



2. В п.2.3.3 приведены результаты расчета ленточной системы гашения колебаний локатора на акселерограмму землетрясения в г. Газли (1976г.) интенсивностью более 9 баллов ( $5 \text{ м/с}^2$ ). При этом установлено снижение амплитуды колебаний в 2 раза. Тогда уровень сейсмического воздействия непосредственно на конструкцию локатора соответствует 8 баллам. Необходима ли в этом случае дополнительная сейсмозащита сооружения?
3. В таблице 7 диссертации приведены графики перемещений верхних узлов рам с различной толщиной накладок, на которых отражен эффект биения, наиболее проявляющийся для рам без накладок. Этот эффект маловероятен для рассматриваемой конструкции и возникает при расчете потому, что в уравнении (43) не учитываются собственные диссипативные свойства рамы.
4. В работе мало уделено внимания сопоставлению эффективности разработанных автором систем гашения колебаний с существующими системами подобного типа.

Указанные выше замечания не снижают общую положительную оценку работы.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»**

На основании вышеизложенного полагаю, что диссертационная работа Чуманова Александра Васильевича соответствует критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения задачи гашения колебаний стальных куполообразующих и прямоугольных каркасов зданий и сооружений, имеющие существенное значение для развития страны.

Рассматриваемая диссертационная работа соответствует п. 10, п 11, п. 13, п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842 (в редакции от 26.01.2023), а её

автор, Чуманов Александр Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки).

### Официальный оппонент

Доктор технических наук по научной специальности 05.23.17 – Строительная механика, профессор, заведующий кафедрой «Строительные конструкции, основания и надёжность сооружений»

Пшеничкина Валерия Александровна

02. мая 2023г.

Подпись д-ра техн. наук, профессора Пшеничкиной В.А. заверяю

Начальник Управление кадров  
и социального развития



Кувшинов Р.М.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» (Волгоградский государственный технический университет, ВолгГТУ)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

400074, г. Волгоград, ул. Академическая, д.1

[skoins@vgasu.ru](mailto:skoins@vgasu.ru)

+7 (8442) 96-98-30; +7 (927) 504-01-34

С отзывом официального оппонента согласован 10.05.2023