

Во введении обосновывается актуальность темы и дается краткая характеристика работы.

Первая глава посвящена состоянию исследуемого вопроса. Автор достаточно полно осветил исследования по теории ДГК и справедливо отметил перспективность использования ДГК большой массы. На основе этого сформулирована цель исследования: анализ влияния демпфирования в сооружении на настройку ДГК, и прежде всего ДГК большой массы, а также разработка методов исследований для достижения поставленной цели. Методы анализа необходимые для исследования пока разработаны достаточно мало. В связи с этим задачи, поставленные автором диссертации, оказались сложными, что и определило содержание рассматриваемой работы.

Во второй главе диссертации выполнены традиционные для ДГК исследования настройки при гармоническом воздействии, а также исследование применимости линейно-спектральной методики (ЛСМ) для расчетов ДГК. Традиционный анализ ДГК при гармоническом воздействии отличается от известных исследований тем, что автор ввел в систему затухание в защищаемом объекте. Однако, это привело к ряду принципиально важных выводов. Во-первых, была установлена существенная зависимость настройки и демпфирования ДГК от затухания в сооружении. Во-вторых, в диссертации получены принципиально новые результаты касающиеся критической массы гасителя. Понятие критической массы было введено более 20 лет тому назад А.А. Никитиным и А.М. Уздиным, при этом относительная масса гасителя ν характеризовалась отношением его массы к массе сооружения, и при $\nu = \nu_{кр} = 2$ эффект гашения исчезал. Этот результат в настоящее время вошел в ряд учебников и нормативных документов. В диссертации показано, что величина $\nu_{кр}$ существенно зависит от затухания в сооружении, и в реальном диапазоне изменения демпфирования может меняться от 2 до 1. Из недостатков рассмотренной части можно отметить, что обычно в таких задачах рассматривается вопрос об оптимизации настройки,

когда демпфирование не оптимально и об оптимизации демпфирования, когда настройка оптимальна, эти вопросы не рассмотрены в диссертации. Использование и развитие ЛСМ для подбора параметров ДГК является отдельным важным вопросом, при решении которого автор добился серьезных результатов. Автор не только установил область применения нормативного варианта ЛСМ для расчета ДГК, но и предложил новый вариант ЛСМ, учитывающий затухание в сооружении. Этот вариант сохраняет структуру нормативных формул, позволяя при этом учесть произвольное (непропорциональное) затухание в сооружении. Предложенный метод может использоваться для любых систем с неоднородным демпфированием, однако при этом потребуются детализация построения матрицы демпфирования.

Третья глава посвящена расчету систем с ДГК по акселерограммам землетрясений. При этом автор большое внимание уделил обоснованию расчетных акселерограмм. В частности, в работе предлагается нормировать не только кинематические и спектральные характеристики системы, но и энергетические, такие как интенсивность по Ариасу, кумулятивная абсолютная скорость и плотность сейсмической энергии. При этом кроме традиционных характеристик автор предлагает новый энергетический параметр SEI (seismic energy index), который использует понятие работы сил пластического деформирования. По-видимому, эти исследования будут полезны не только для расчета ДГК. Можно отметить, что конкретные численные значения, рекомендуемые автором, основаны на сравнительно небольшой базе акселерограмм, включающей около 100 записей, в дальнейшем они могут корректироваться.

Четвертая глава рассматривает важный для теории сейсмостойкости вопрос работы ДГК, когда в сооружении накапливаются повреждения. Ранее этот вопрос рассматривался в работе А.М. Уздина и А.А. Никитина, причем ими рассмотрен вопрос накопления повреждений в системе с деградирующей жесткостью, где жесткость линейно падает, а коэффициент повреждаемости

линейно возрастает с увеличением максимального за историю нагружения перемещения. В упомянутых работах проведен расчет по четырем, имеющимся у авторов, акселерограммам землетрясений. В диссертации эта модель детально проанализирована с обоснованием и генерацией опасных расчетных воздействий и показана эффективность ДГК для снижения повреждаемости таких систем. Кроме того, в главе рассмотрена задача повышения сейсмостойкости упругопластических систем. В них в качестве критерия эффективности использована по существу работа сил пластического деформирования, и предложен способ настройки ДГК, на период, соответствующий максимуму на спектре работ сил пластического деформирования.

В заключении сформулированы выводы диссертанта, которые не вызывают вопросов.

Достоверность положений, выводов и рекомендаций диссертации, их научная новизна, обоснованность и соответствие критериям, предъявляемым к диссертациям

Достоверность положений диссертации подтверждается соответствием всех выводов, полученных ранее по результатам других авторов и результатам практического применения ДГК при сейсмических и ветровых нагрузках.

Значимость полученных результатов связана с целым рядом аспектов исследования:

1. Результаты по критической массе ДГК должны включаться в справочные данные и учебную литературу по теории колебаний.
2. Предложенный вариант ЛСМ применим для широкого класса объектов с неоднородным демпфированием, и может служить основой для инженерных расчетов таких систем.
3. Предложения по подбору расчетных воздействий (акселерограмм землетрясений) имеют достаточно широкую область применения и должны учитываться в инженерных расчетах.

Научная новизна работы

Новизна выполненной работы заключается:

1. В работе установлено влияние затухания в сооружении на оптимальные параметры настройки и демпфирования ДГК.
2. В диссертационном исследовании показано существенное влияние затухания в сооружении на величину критической массы ДГК; при этом в работе введен количественный показатель, определяющий понятие критической массы. Этот результат развивает классическую теорию ДГК.
3. В работе представлен вариант ЛСМ, учитывающий неоднородное произвольное демпфирование в системе. Общая идея и отдельные предложения по указанному вопросу имелись в работах руководителя соискателя профессора А.М. Уздина. В работе эти предложения сведены в единую систему и дополнены необходимыми формулами, в частности по корреляции форм колебаний. Эти предложения доведены до конкретной реализации применительно к ДГК.
4. В диссертационном исследовании дано обоснование эффективности ДГК для гашения сейсмических колебаний демпфированных систем. Этот результат также не вызывает сомнений относительно его новизны.
5. В работе представлена методика задания расчетных акселерограмм землетрясений для оценки эффективности ДГК и подбора его параметров. В этой части автором обращено внимание на необходимость генерации трех расчетных воздействий, обеспечивающих корректную оценку эффективности ДГК. Первое воздействие - опасное для сооружения без ДГК, второе - опасное для сооружения с ДГК, а третье - опасное для самого ДГК. Вывод о настройке ДГК по пику на спектре работ пластического деформирования является новым и основан на предложениях автора по оценке силы сейсмического воздействия.

6. В диссертационном исследовании получены оценки эффективности гасителей для систем с нелинейной стадией работы. Показано уменьшение работы сил пластического деформирования для упругопластических систем и уменьшение коэффициента повреждаемости для систем с деградирующей жесткостью. Автором также рассмотрены ДГК упругопластических систем.

Практическое значение работы

1. Результаты по подбору оптимальных параметров ДГК сейсмических колебаний для демпфированных систем, полученные автором работы, расширяют область применения гасителей, как метода специальной сейсмозащиты сооружений.
2. Разработанная методика ЛСМ, позволяющая учитывать неоднородное затухание в системе, может лечь в основу нормативной базы по проектированию сейсмостойких сооружений.
3. В работе предложены критерии подбора параметров гасителей сейсмических колебаний при воздействии разрушительных землетрясений, что позволит снизить ущерб, наносимый сооружениям.
4. Новый показатель силы землетрясения "SEI" полезен и необходим для задания расчетных сейсмических воздействий.

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования

Зависимости оптимальных параметров ДГК от демпфирования в сооружении, полученные в диссертационном исследовании, а также введенный количественный показатель, определяющий критическую массу и зависимость величины критической массы от затухания в сооружении, должны быть внедрены в литературу по теории колебаний.

Формулы разработанные автором, учитывающие неоднородное затухание в сооружении, доведены до аналогичных нормативных и могут быть использованы в программных комплексах.

Выявленные замечания по диссертации

1. Глава 2 слишком громоздка. Ее следовало бы разбить на две, рассмотрев отдельно гармонические колебания и линейно-спектральный метод расчета.
2. При обосновании параметров сейсмических воздействий автор проводит обработку статистических данных. При этом не указано происхождение и характеристики анализируемых акселерограмм. Сама обработка записей весьма многодельна и сложно выполнима одним исполнителем. Следовало бы указать в работе личный вклад диссертанта.
3. При подборе параметров ДГК следовало бы дополнительно указать возможность оптимизации настройки при неоптимальном демпфировании и наоборот – оптимизации демпфирования при неоптимальной настройке.
4. На стр. 21 диссертации есть фраза «В Бухаресте произошло землетрясение с преобладающим периодом 1,7 с, в то время как здания в этом городе построены слабо демпфированными с гибким первым этажом, с периодом колебаний 1,5-2 с.». Преобладающий период этого воздействия был 1.3-1.5 с.
5. Имеются отдельные замечания по оформлению, например, на рис. 4.7, 4.16 не указано какие параметры отложены по осям и в каких единицах.
6. Содержатся синтаксические и стилистические ошибки.
7. Одни и те же фразы в диссертации повторяются в несколько раз в разных параграфах.

Несмотря на сделанные замечания, представленная диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой с высокой степенью полноты решена задача по определению и подбору параметров и оценки эффективности динамических гасителей колебаний демпфированных систем.

Заключение

Диссертационная работа на тему: «Подбор параметров и оценка

эффективности динамических гасителей колебаний (ДГК) сильно демпфированных систем», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Нестерова Ольга Павловна заслуживает присуждения ей степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика.

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и одобрен на заседании НТС «Теория сооружений» ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство» (протокол № 4/19 от 16.05.2019г.).

Директор ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко


Ведяков Иван Иванович

АО «НИЦ «Строительство»

доктор техн. наук, профессор

Тел.: 8 (499) 171 26 50, 8 (495) 766 81 36

e-mail: vedyakov@gmail.com

Заведующий лабораторией
динамики сооружений

ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко

АО «НИЦ «Строительство»

кандидат техн. наук

Тел.: 8 (499) 170 15 45, 8 (926) 111 86 76

e-mail: 89261118676@mail.ru


Акционерное Общество «Научно-исследовательский центр
«Строительство» (АО «НИЦ «Строительство»),
109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., д.6, корп. 1

+7 (495) 602 00 70

e-mail: inf@cstroy.ru, www.cstroy.ru, info@cstroy.ru



Ведяков И.И., Арутюнян М.В.
подписано

Согласно по персоналу  *С.А. Милошавская*