

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора

Абакарова Абакара Джансулаевича

на диссертационную работу

Нестеровой Ольги Павловны

**«ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
ДИНАМИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ (ДГК)
СИЛЬНО ДЕМПФИРОВАННЫХ СИСТЕМ»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 «Строительная механика»

Актуальность темы диссертации

Обеспечение сейсмостойкости сооружений является сложной инженерной проблемой, требующей решения множества задач по сейсмологии, механике и строительству. Поиск эффективных способов решения этой проблемы активно проводится в последние несколько десятилетий. Одним из перспективных направлений в этой области считается применение динамических гасителей колебаний. В рецензируемой работе рассматривается задача обоснования эффективности и подбора параметров динамических гасителей колебаний (ДГК) сильно демпфированных систем, т.е. систем со специальными демпферами.

Вопрос учета демпфирования особенно важен при подборе параметров ДГК в сооружениях со специальной системой сейсмозащиты и составных конструкций, например, мостов. У мостов, помимо большого демпфирования, возможного в опорной части, необходимо учесть различное демпфирование в грунтах, опоре, пролетном строении и подвижном составе.

Однако, эффективное применение таких систем возможно только при правильном подборе их параметров. Исследований и рекомендаций в этом направлении пока немного. Поэтому тема рецензируемой диссертации бесспорно актуальна.

Оценка содержания диссертации, ее завершенности в целом, замечания по оформлению диссертации.

Диссертация включает 140 страниц печатного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 173 источника, в том числе 50 на иностранном языке.

Обратимся к анализу глав диссертации.

Во введении обоснованы тема и задачи исследования, актуальность рассматриваемой проблемы, формулируются цель и задачи исследования, дается краткая характеристика работы.

Первая глава диссертации посвящена краткому обзору теории сейсмостойкости и способов сейсмоизоляции сооружений. Описаны ситуации в области динамического гашения сейсмических колебаний и по применению ДГК в сейсмостойком строительстве. Глава написана хорошим языком, легко читается и создает достаточно полную картину, сложившуюся в области применения специальных систем сейсмозащиты сооружений. По главе имеются отдельные редакционные замечания, рассмотренные ниже.

Вторая глава посвящена исследованию влияния демпфирования в сооружении на работу ДГК и подбору эффективных параметров ДГК. За основу принята консольная модель с двумя сосредоточенными массами, где вторая масса представляет динамический гаситель.

Сформировав математическую модель движения данной системы при гармоническом воздействии, автор разработал алгоритм для расчета и создал соответствующую программу. Получены зависимости настройки и демпфирования ДГК от демпфирования в защищаемой системе. Сделан важный вывод о том, что с ростом затухания в сооружении оптимальная настройка ДГК падает, а его оптимальное демпфирование возрастает.

В этой же главе автором сделана попытка обобщения нормативного линейно-спектрального метода (ЛСМ) расчета на расчет демпфированных систем с ДГК.

Следует отметить, что попытка удалась, предложенный вариант ЛСМ, как показал автор, успешно может быть использован для оптимизации параметров гасителя при затухании в системе не более 15% от критического значения. В целом глава оставляет хорошее впечатление, но она сильно перегружена, предлагаемый вариант ЛСМ мог бы послужить темой отдельной главы.

Третья глава посвящена такому важному вопросу, как выбор расчетных акселерограмм, для конкретного сооружения, в том числе и для систем с ДГК. Она содержит обзорную часть методов задания расчетных воздействий, подробный анализ характеристик акселерограмм прошлых землетрясений, предложения по генерации расчетных воздействий в виде затухающих синусоид с 5 варьируемыми параметрами и собственно генерацию таких воздействий по программе, разработанной автором. Представленный материал хорошо иллюстрирует методику автора и позволяет выявить некоторые свойства реальных сейсмических воздействий для их учета при моделировании воздействия. Приведен пример расчета 5-ти массовой системы с динамическим гасителем колебаний на 3 вида сгенерированных по методике автора акселерограмм, представляющие определенную опасность для сооружения. Можно отметить, что в примере расчета реального сооружения расчетная эффективность ДГК, полученная расчетом по сгенерированной акселерограмме, составила около 30%, что представляется недостаточным. Это связано с тем, что автор рассмотрел достаточно жесткое сооружений с периодом основного тона 0.1 с. Воздействие с таким преобладающим периодом при рекомендуемых автором кинематических и энергетических характеристиках похоже на импульс. Для такой жесткой системы и соответствующего воздействия эффект ДГК обычно бывает не большим. Дополнительно, для оценки расчетного воздействия и эффективности системы С ДГК проведены расчеты сооружения по акселерограммам прошлых землетрясений. Установлено, что для расчета системы с ДГК следует использовать акселерограммы сгенерированные опасными для них. Результаты

полученные в данной главе являются важными для практических расчетов систем с ДГК, поэтому заслуживают высокой оценки.

Четвертая глава посвящена разработке теории ДГК для упругопластических систем и систем с деградирующей жесткостью, т.е. рассчитываемых на МРЗ. Совершенно очевидно, что без исследований влияния ДГК на повреждаемость сооружений их применение в сейсмостойком строительстве не может быть обосновано. Автор пытался в рамках главы связать задание воздействия, расчетные модели, задание целевой функции и оптимизацию параметров нелинейных моделей. Задача очень сложная, она выходит за рамки квалификационной работы и автору не все удалось довести до конца. Так, упругопластическая система в работе исследована при гармонических колебаниях. Однозначных выводов по настройке ДГК также отсутствуют. Однако автору удалось показать, что при определенной настройке (возможно и не оптимальной) ДГК заметно снижает повреждаемость сооружения. Уверен, при дальнейшей работе над этими вопросами, автор сумеет получить все ответы по настройке и эффективности ДГК для нелинейных систем.

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

В диссертации автором сформулировано 13 основных результатов и выводов.

Первый вывод резюмирует выполненный автором анализ состояния исследуемого вопроса. Он следует из текста первой главы диссертации и не вызывает вопросов.

Второй вывод указывает на эффективность ДГК для снижения сейсмических колебаний, если при его настройке учитывать демпфирование в сооружении. Вывод не вызывает возражений.

Третий вывод касается влияния демпфирования в сооружении на настройку ДГК. Он следует из выполненной работы. По нашему мнению, следовало бы объединить его с выводом 2.

Четвертый вывод весьма важен. Он устанавливает связь критической массы ДГК с демпфированием в сооружении. Этот вывод, наряду с данным автором определением критической массы, можно будет в будущем внести в справочную и учебную литературу по теории колебаний.

Пятый вывод тоже имеет важное значение. Автор предложил вариант ЛСМ расчета систем с ДГК, позволяющий учесть сильное демпфирование в системе. Методика обоснована в рецензируемой работе.

Шестой вывод является продолжением пятого. Поскольку ЛСМ по построению позволяет учесть неоднородное демпфирование в системе, автор успешно применил ее к анализу работы системы с ДГК. Также отметил границы применимости данной методики в пределах допустимой погрешности расчета.

Седьмой вывод касается использования расчетных акселерограмм. Автор обращает внимание на то, что наиболее опасные акселерограммы для системы без ДГК и с ДГК различны, и системы с ДГК должны быть рассчитаны на опасные по каждой форме колебаний сейсмические воздействия. Это не вызывает особых вопросов. Что касается использования акселерограмм, подобранных для площадки строительства, то это вопрос не рассматривался детально в работе. Может случиться, что в рассматриваемом регионе не могут быть длиннопериодные воздействия, а сооружение длиннопериодное. Тогда ДГК будет на самом деле ухудшать работу сооружения.

Восьмой вывод указывает на необходимость учета различных, в том числе кинематических и энергетических характеристик сейсмического воздействия при задании опасных для систем с ДГК расчетных акселерограмм. Особо выделен коэффициент гармоничности, который действительно существенно влияет на эффективность ДГК.

Девятый вывод касается введенной автором новой энергетической характеристики воздействия, основанной на понятии спектра работы сил пластического деформирования, аналогичной спектру упругой реакции. В

работе такая характеристика введена и обозначена, как SEI (seismic energy index), но в выводе опущена.

Десятый вывод утверждает, что ДГК повышают сейсмостойкость сооружений при разрушительных землетрясениях. Этот вывод обоснован в работе.

Одиннадцатый вывод утверждает, что для систем с деградирующей жесткостью целесообразна настройка гасителя на собственную частоту колебаний неповрежденной системы. Этот вывод можно считать эвристическим. При анализе системы возникает желание настроить гаситель на частоту поврежденной системы. Автор пытался так сделать, но удачную настройку найти не удалось. Между тем настройка на частоту неповрежденной системы приводила к заметному снижению повреждаемости во всех рассмотренных случаях. При такой настройке система позже начинает накапливать повреждения. Строгого доказательства сформулированного вывода у автора нет.

Двенадцатый вывод не очень четкий, но достаточно понятный. Автор предлагает две возможных настройки ДГК для упругопластической системы: на частоту упругой системы и на частоту максимума на спектре работ сил пластического деформирования. При этом, чем длиннее процесс и чем больше он похож на гармонику, тем ближе настройка к опасной частоте упругопластической системы. Тем не менее, здесь автор обосновал эффективность настройки ДГК на частоту упругой системы.

Тринадцатый вывод касается рекомендации использования двух ДГК. Это пожелание представляется очевидным, однако в работе не рассматривалось.

Достоверность и научная новизна полученных результатов подтверждается использованием апробированных методов строительной механики, а также соответствием результатов работы данным других исследований, существующих в этой области.

Научная новизна работы совершенно очевидна. Автор получил новые результаты, как в теории динамических гасителей, так и в задачах теории

сейсмостойкости. В теории ДГК в работе получены новые результаты по настройке и демпфированию гасителя колебаний демпфированных систем, уточнено понятие критической массы ДГК и показана ее существенная связь с затуханием в сооружении, а также проанализирована эффективность ДГК для систем работающих за пределом упругости. В задачах теории сейсмостойкости автором разработан вариант ЛСМ для расчета систем с непропорциональным демпфированием, предложены новые характеристики сейсмического воздействия и методика генерирования опасных для сооружений акселерограмм.

Ценность для науки и практики.

Научно-практическая ценность работы состоит, прежде всего, в том, что соискатель обосновал применение ДГК для повышения сейсмостойкости сооружений в системах с демпфированием, получил рекомендации по настройке и демпфированию ДГК и предложил расчетные модели сейсмических воздействий для рассматриваемых систем.

Практическую значимость имеет и предложенный в работе вариант ЛСМ расчета демпфированных систем, в том числе и с ДГК.

В качестве недостатков следует отметить следующее:

1. На рис. 2.13 диссертации приведены графики зависимости относительной эффективности ДГК от его настройки, а на рис. 2.14 даны графики эффективности ДГК в зависимости от его параметров. При этом не отмечено, что подразумевается под эффективностью в данном случае и чем она отличается от относительной эффективности.

2. Известно, что ДГК особо эффективны для высоких или протяженных в плане сооружений, а для зданий проектируемых для строительства на 9-ти балльных территориях они должны быть комбинированы со специальными системами сейсмоизоляции, в диссертации эти случаи не рассмотрены.

3. В диссертации нет пояснения, чем синтезированное сейсмическое воздействие, разработанное автором в виде суммы затухающих синусоид,

лучше синтезированных по известной методике в виде стационарных или нестационарных случайных процессов.

4. В анализе работы ДГК следовало бы рассмотреть настройки ДГК при неоптимальном демпфировании и его эффективность при сейсмическом воздействии, являющимся не резонансным, а близким к резонансному, т.е. при тех возможных случайных отклонениях исходных параметров в реальности.

5. В диссертации сделан анализ нелинейной работы системы с деградирующей жесткостью и упругопластической системы с ДГК. Расчетные схемы самих систем даны, но диаграммы «сила-перемещение» не приведены. Это дало бы большую ясность в постановке задачи.

Данные замечания не снижают ценности научных и практических результатов диссертации в целом.

Публикация основных положений диссертации.

Основные положения диссертации опубликованы в 7 печатных работах автора. Из 24 публикаций – 1 единосличная, 7 публикаций представлены в журналах списка ВАК, 6 публикаций представлены в журналах списка SCOPUS и Web of Science.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценивая диссертационную работу Нестеровой Ольги Павловны в целом, можно утверждать, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи расчета и оценки эффективности зданий и сооружений с ДГК при сейсмических воздействиях, являющейся важной для развития строительной механики, в том числе и теории сейсмостойкости. В работе обоснована эффективность и получены настройка и демпфирование ДГК демпфированных систем, разработан вариант ЛСМ для расчета сооружений с непропорциональным демпфированием и определены расчетные модели сейсмических воздействий для рассматриваемых систем.

Результаты исследований представлены в научных публикациях и апробированы на конференциях различного уровня. Автореферат соответствует основным идеям и выводам диссертации.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор диссертации – Нестерова Ольга Павловна – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – «Строительная механика».

Официальный оппонент,

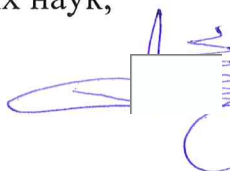
зав. кафедрой «Архитектура»

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный

технический университет»

доктор технических наук,

профессор



Абакаров Абакар Джансулаевич

367 026, г. Махачкала, проспект Имама Шамиля, 70,

Тел.: 8-(903)-424-81-78

Электронная почта: a.abakarov@bk.ru

