

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию **Назаровой Шохисты Шукурилла кизи**

**«ОЦЕНКА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СООРУЖЕНИЙ ПРИ
ПРОЕКТИРОВАНИИ СЦЕНАРИЕВ НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ»**,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.1.9. Строительная механика

Сведения о лице, подписавшем отзыв:

Островская Надежда Владимировна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Строительная механика»
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет», 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Тел. +7(812) 575-05-50, E-mail: tehneh@spbgasu.ru

Актуальность темы диссертации.

В настоящее время в мировой практике сейсмостойкого строительства происходит переход к многоуровневому проектированию сейсмостойких конструкций. При этом задается несколько уровней предельных состояний различной повторяемости и соответствующая этой повторяемости сейсмическая нагрузка. До настоящего времени требования многоуровневого проектирования формулируются в общем виде, и их конкретная реализация требует в каждом конкретном случае соответствующего обоснования. В России переход на многоуровневое проектирование пока не начинался, и отдельные примеры его

реализации связаны с проведением серьезных исследований. В рецензируемой работе получены конкретные рекомендации по заданию уровня расчетной нагрузки и сформулированы критерии предельных состояний для зданий и сооружений при многоуровневом проектировании, необходимые для перехода к многоуровневому проектированию сейсмостойких сооружений. Сказанное определяет актуальность темы диссертации.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Степень достоверности полученных результатов определяется корректным применением современного аппарата строительной механики и программных средств. Результаты выполненных расчетов согласуются с данными других исследователей, занимавшихся многоуровневым проектированием и сценариями накопления повреждений в процессе землетрясения.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

В работе получено несколько результатов, претендующих на новизну.

- диссертант предложил новый вид зависимости повторяемости и силы землетрясения, используемый сейсмологами при построении карт сейсмического районирования.
- На основе предложенной зависимости в диссертации разработана методика определения пиковых ускорений расчетного воздействия,

основанная на использовании шкалы балльности и расчетной повторяемости воздействия

- в работе сформулированы критерии сейсмостойкости для землетрясений различной повторяемости
- для оценки опасности сейсмического воздействия в работе использован спектр работы сил пластического деформирования и предложена новая характеристика – спектр повреждаемости
- автором сформулирован новый порядок оценки сейсмостойкости сооружения; при этом не требуются карты сейсмического районирования, расчетный балл является дробным и вычисляется на базе инструментальной части действующей шкалы балльности, исходя из принятой повторяемости возникновения предельного состояния
- для реализации принципа проектирования сценария накопления повреждений, в работе предложено использовать сооружения с заданными параметрами предельных состояний

Практическая значимость работы

Методика диссертанта позволяет задавать при проектировании заданный порядок (сценарий) накопления повреждений в сооружении. Это является перспективным направлением в сейсмостойком строительстве и должно служить основой при создании норм сейсмостойкого строительства.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность.

Диссертация состоит из введения пяти глав, заключения, списка литературы из 85 источников и приложение. Объем диссертации составляет 120 страниц машинописного текста, включая 38 рисунков и 20 таблиц.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу.

В первой главе приведен обзор литературы по исследуемому вопросу. Диссертант достаточно подробно описал сложившуюся в сейсмостойком строительстве ситуацию с заданием расчетного сейсмического воздействия и переходом к многоуровневому проектированию сейсмостойких сооружений. Цель и задачи диссертации сформулированы ясно.

Вторая глава посвящена оценке расчетного уровня сейсмического воздействия различной повторяемости. Эта часть работы является наиболее полной и законченной. Выполненные исследования позволяют назначать расчетный уровень сейсмического воздействия без проведения дополнительных исследований. Вместо карт сейсмического районирования в работе предлагается использовать простую зависимость повторяемости от силы землетрясения, которая используется при построении карт сейсмического районирования. Автор приводит расчетные параметры этой зависимости для различной ситуационной сейсмичности. Это позволяет определять расчетные ускорения на основе инструментальной части действующего ГОСТ «Шкала балльности».

В третьей главе рассмотрен расчет на проектные землетрясения, т.е. на относительно частые, но слабые воздействия. Этот вопрос сравнительно новый в

сейсмостойком строительстве, хотя европейские нормы предусматривают проведение такого расчета. Как правильно отмечает соискатель, классический силовой расчет на действие ПЗ требует усиления конструкции только в районах с очень высокой сейсмичностью, когда сила расчетного воздействия с повторяемостью раз в 30-50 лет превышает 6 баллов. В большинстве же случаев расчетное воздействие имеет силу 4-5 баллов и прочность конструкции не лимитирует. В диссертации этот вопрос анализируется с точки зрения работоспособности оборудования, прежде всего медицинского в больницах, а также с точки зрения возникновения паники у людей. Для обеспечения работоспособности оборудования автор предлагает строить поэтажные спектры, как это делается при расчете оборудования АЭС. Для предотвращения паники предлагается оценивать виброскорости в опасном для человеческого восприятия диапазоне. Эти предложения являются новыми и обоснованы требованиями санитарных норм в машиностроении и строительстве. Предложения автора достаточно проработаны для использования, но расчет на действие ПЗ требует, конечно, дальнейшей разработки. За рубежом обсуждаются проблемы крепления оборудования и мебели. Для железной дороги важным являются возможные подвижки пути, которые имеют место уже при 5-балльных воздействиях.

Четвертая глава посвящена расчетам сооружений за пределами упругости. Автор систематизирует известные данные о возможностях такого расчета по линейно-спектральной методике и по акселерограммам землетрясений. В работе справедливо отмечается, что расчет на действие сильных землетрясений является

кинематическим, а должен быть энергетическим. Пока в большинстве работ оцениваются неупругие смещения поврежденной конструкции и коэффициент пластичности. Однако наиболее обоснованным является оценка энергоемкости сооружения. Автор использует для этого спектр работы сил пластического деформирования, когда акселерограмма пропускается через маятник с диаграммой Прандтля. Использование такого спектра идеально подходит для оценки сейсмостойкости металлических конструкций, моделируемых одномассовой системой. Для бетонных и каменных конструкций автор вводит новое понятие – спектр повреждаемости. Его использование также приемлемо для одномассовых моделей сооружения. Переход к многомассовым моделям остается достаточно сложным. В реальной конструкции неизвестны заранее ни места разрушения ни их механизм.

Пятая глава рассматривает задачу расчета конструкций с заданными параметрами предельных состояний. Многие специалисты считают это направление определяющим в сейсмостойком строительстве. При этом в конструкции заранее проектируются слабые места, и обеспечивается заданный сценарий накопления повреждений и разрушения. При этом ряд вопросов, оставшихся в главе 4 снимается. Диссертант приводит примеры расчета некоторых конструкций с заданными параметрами предельных состояний на действие сильных землетрясений.

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

Автором сформулировано 10 основных результатов и выводов. Выводы, сформулированные автором, достаточно полно отражают основные результаты выполненной работы.

Первый вывод относится к модификации связи между иповторяемостью и силой землетрясения, используемой в сейсмологии $\text{Log}T(I) = aI + b$. Диссертант предлагает зафиксировать $a=0.5$. При этом в работе вычислены значения b районов с разной ситуационной сейсмичностью. В диссертации рассмотрены и другие предложения автора по этому вопросу. Вывод обоснован в диссертационной работе.

Второй вывод констатирующий. В нем отмечается, что автором модифицирована программа расчета пиковых ускорений на площадке строительства в соответствии с рекомендациями первого вывода. Вывод не вызывает возражений.

Третий вывод обобщает исследования автора о расчете конструкций на действие ПЗ. Указывается, что усиление сооружений по условию отсутствия повреждений при ПЗ имеет место только в отдельных случаях на площадках с сейсмичность 9 и более баллов. Как правило, расчеты на ПЗ должны обеспечить работу оборудования, исключение травмирования или паники людей. Вывод обоснован в работе.

Четвертый вывод указывает на возможность оценки сейсмостойкости при действии сильного землетрясения с использование ЛСМ. Собственно, мы так сейчас и делаем. Вывод не вызывает возражений.

Пятый вывод детализирует расчет сооружений на действие ПЗ, указывая на необходимость построения поэтажных спектров и расчета виброскоростей. Вывод обоснован в работе.

Шестой вывод констатирует сложившуюся ситуацию с оценкой сейсмостойкости при сильных землетрясениях с использованием ЛСМ и коэффициента предельных состояний K_1 . Он не вызывает возражений.

Седьмой вывод касается задания сейсмического воздействия. Его идея нова и утверждает, что воздействие не должно быть похожим на реальное. Дискуссия по этому вопросу периодически ведется в отечественной литературе. Здесь надо отметить, что специалисты, в том числе и автор диссертации, не определяют слово «похожим». Автор, например, требует совпадения пиковых ускорений, интенсивности по Ариасу, коэффициента гармоничности. В этом смысле модель и воздействия уже похожи.

Восьмой вывод касается требований к сейсмостойкости сооружений, работающих за пределами упругости. Автор указывает в качестве критериев работу сил пластического деформирования и повреждаемость сооружения. Этот вывод не вызывает возражений, хотя в диссертации проработаны в основном сооружения, моделируемые одномассовой системой.

Девятый вывод относится, скорее, к оценке опасности сейсмических воздействий. Для этого в работе используется спектр работ сил пластического деформирования и спектр повреждаемости. Последний введен автором

диссертации для анализа систем с хрупкой диаграммой накопления повреждений. Вывод обоснован и не вызывает вопросов.

Десятый вывод рекомендует использовать в сейсмостойком строительстве системы с заданными параметрами предельных состояний. Это направление действительно перспективно в сейсмостойком строительстве и, в определенном смысле, завершает предложения диссертанта по расчету сооружений на сильные воздействия. Вывод не вызывает возражений.

По работе необходимо высказать ряд замечаний.

1. Предложения диссертанта в части расчета на ПЗ относятся преимущественно к жилым и промышленным зданиям. Это следовало бы оговорить. Для плотин, например, актуально раскрытие межблочных швов, для железных дорог – нарушение положения пути в плане и профиле и т.д.

2. В главе 4 рассмотрена, по существу, одномассовая модель сооружения. Расчет сложных сооружений остается совершенно неясным.

3. Утверждение о похожести или непохожести модельного и реального воздействия требует уточнения, что указано при анализе вывода 7 диссертации.

4. Имеются неточности на некоторых рисунках. Например, на рис.1.2 значок кручения поставлен у центральной и крайней колонн. У крайней колонны должен быть значок смещения. На рис.5.3 точки выхода свай из строя сместились относительно кривой нагружения.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением ВАК.

Диссертация Назаровой Шохисты Шукурулла Кизи «Оценка сейсмостойкости сооружений при проектировании сценариев накопления повреждений», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнена на высоком научном уровне и содержит важные для практики результаты. Она является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны предложения по оценке сейсмостойкости сооружений при их многоуровневом проектировании.

Результаты работы соответствуют пункту п.7 «Теория и методы расчета зданий и сооружений в экстремальных ситуациях (землетрясения, ураганы, взрывы, пожары, аварии и так далее)» паспорта специальности 2.1.9. Строительная механика.

Диссертационная работа Назаровой Шохисты Шукурулла Кизи соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. №842 в действующей редакции с изменениями от 20марта 2021г. №426), а ее автор, Назарова Ш.Ш. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

