

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:

Лалин Владимир Владимирович

доктор технических наук, профессор, профессор Высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства, Инженерно-строительный институт, ФГАОУ ВО «Санкт-

Петербургский политехнический университет Петра Великого»

195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29 литера Б

вн. тер. г. муниципальный округ Академическое

Тел. +7 (812) 552-60-80, E-mail: office@spbstu.ru

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений. С начала века происходит переход к многоуровневому проектированию сейсмостойких сооружений. При этом встает проблема задания нескольких уровней расчетной нагрузки и детализации соответствующих предельных состояний. Эта проблема не имеет окончательного решения за рубежом, а в отечественном сейсмостойком строительстве рассматривалась только применительно к энергетическим, гидротехническим и транспортным сооружениям.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Соискатель разработал новую методику задания расчетного воздействия, опираясь на шкалу балльности и известную в сейсмологии связь повторяемости воздействий различной силы с макросейсмическим баллом. При этом в работе эта связь модифицирована, по сравнению с применяемой в сейсмологии. Новым является и корректировка пиковых ускорений в соответствии со спектральным составом воздействия. Предложенная методика не требует карт сейсмического районирования и не использует понятия целочисленного балла для оценки силы землетрясения.

В работе впервые установлены новые критерии сейсмостойкости для расчетов на действие слабых землетрясений, в частности ограничение виброскорости в определенном октавном диапазоне. Обоснована необходимость сейсмоизоляции больничных комплексов.

Для обоснования выбора расчетных акселерограмм и энергетических критериев сейсмостойкости автором использованы спектры работы сил пластического деформирования и впервые предложены спектры повреждаемости сейсмических воздействий.

Новым представляется обоснование использования конструкций с заданными параметрами предельных состояний для проектирования сценариев накопления повреждений.

Практическая значимость работы

Выполненная работа доведена до уровня практического внедрения в сейсмостойкое строительство и позволяет проектировать сценарии накопления повреждений. Такой подход минимизирует затраты на восстановительные работы и обеспечивает возможность страхования сооружений от землетрясений.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 85 источников (21 на иностранном языке) и приложения. Объем диссертации составляет 120 страниц машинописного текста, включая 38 рисунков и 20 таблиц.

Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой.

Автореферат диссертации отражает основное содержание работы.

Научные результаты диссертации в достаточной степени изложены в публикациях автора в ведущих научных журналах, а также прошли апробацию на российских и международных научных конференциях.

В первой главе приведен обзор состояния исследуемого вопроса. Рассмотрев историю развития теории сейсмостойкости, соискатель показал, как противоречие между расчетными и фактическими ускорениями привело к появлению принципа многоуровневого проектирования сейсмостойких сооружений. Далее соискатель рассматривает проблемы многоуровневого проектирования и методы расчета на воздействия различного уровня. На основе этого формулируется цель и задачи исследования.

Вторая глава посвящена заданию уровней расчетного воздействия. Автор взяла за основу подход Еврокода-8 в редакции итальянских норм. Этот подход удачно дополняется данными Российского ГОСТ 2017 «Землетрясение. Шкала сейсмической интенсивности». У авторов Еврокода-8 такой возможности не было, и они не приводят уровня расчетных ускорений. Вместе с тем Российский ГОСТ приводит ускорения для определенного диапазона частот. В диссертации предложена поправка к ГОСТ для учета преобладающего периода на акселерограмме. В результате удалось разработать законченную методику задания пиковых ускорений различной повторяемости для расчета сооружений при многоуровневом проектировании. При этом не требуются карты сейсмического районирования и понятия

целочисленного балла. Следует отметить, что предложенная методика снимает противоречие, которое сейчас имеется между упомянутыми ГОСТ и действующими строительными нормами.

В третьей главе уделяется внимание расчету на проектное землетрясение (ПЗ). Такое внимание к ПЗ вполне обосновано, поскольку в отечественной практике сейсмостойкого строительства такие расчеты (за исключением АЭС и больших плотин) вообще не производятся, а за рубежом требуют специальной проработки. Соискателю удалось получить два важных результата. Во-первых, установлено, для каких районов расчет на действие ПЗ требует усиления основных несущих конструкций. Во-вторых, автор выявил необходимость ограничения виброскорости на этажах в определенном октавном диапазоне с целью исключения паники и неадекватного поведения людей при относительно слабом землетрясении.

Четвертая глава посвящена расчету сооружений на действие максимального расчетного землетрясения (МРЗ), когда сооружение работает за пределами упругости. Здесь автор систематизирует известные результаты такого рода расчетов, справедливо отмечая, что расчет на действие МРЗ по спектральной методике является по существу кинематическим и ограничивает предельные смещения сооружения. Также справедливо положение о необходимости перехода к энергетическим расчетам, оценивающим энергоемкость сооружения. В развитие этих утверждений автор предлагает использовать спектры работы сил пластического деформирования и предлагает новый спектр повреждаемости. Эти предложения наиболее адекватны для простых сооружений, у которых все определяется первой формой колебаний.

Пятая глава посвящена вопросу применения конструкций с заданными параметрами предельных состояний. В равнопрочной конструкции неизвестно заранее, что и в каком порядке будет повреждаться. Это усложняет подготовку ремонтных работ, страхование и расчет сооружения. В конце прошлого века были предложены конструкции с ослаблениями, в которых на проектном уровне предписывался сценарий разрушения. Поскольку диссертация посвящена расчетному обоснованию сценариев разрушения при землетрясении, рассматриваемая глава является логичным завершением работы. С общетеоретических позиций проблема должна быть темой отдельного исследования. В диссертации автор выделил два примера, иллюстрирующих применение своих разработок на практике. Один из примеров внедрен в ЗАО «Стройкомплекс-5» при проектировании морского причала.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации подтверждается использованием апробированных методов динамики сооружений и опытом сейсмостойкого строительства. Результаты исследований соответствуют ГОСТ 2017 «Землетрясение. Шкала сейсмической интенсивности», а также

результатам других специалистов, имеющимся по отдельным вопросам, затронутым в диссертации. Автором сформулировано 10 основных выводов. Они достаточно полно отражают основные результаты выполненной работы и обоснованы в диссертации.

Первый вывод относится к применяемой в сейсмологии формуле

$$\text{Log}(T)=aI+b,$$

связывающей повторяемость землетрясений T с расчетным баллом I . В диссертации указывается на противоречия, возникающие при использовании этой формулы и предлагаются ее модификации, в частности, зафиксировать $a=0.5$. При этом в работе вычислены значения b для районов с разной ситуационной сейсмичностью.

Второй вывод констатирующий. Автором действительно предложена программа расчета пиковых ускорений на площадке строительства.

Третий вывод обобщает исследования автора о расчете конструкций на действие ПЗ. В работе установлены условия, при которых ПЗ требует усиления несущих конструкций. В большинстве же случаев расчеты на ПЗ должны обеспечить исключение травмирования или паники людей, а также работу систем жизнеобеспечения.

Четвертый вывод указывает на возможность оценки сейсмостойкости при действии сильного землетрясения с использованием ЛСМ. Вывод не вызывает возражений.

Пятый вывод возвращается к расчету сооружений на действие ПЗ, детализируя вопросы исключения паники и обеспечения работоспособности оборудования. Для этого необходимо построение поэтажных спектров и расчет виброскоростей.

Шестой вывод в определенном смысле дублирует вывод 4 об использовании ЛСМ и коэффициента предельных состояний K_1 для оценки сейсмостойкости при сильных землетрясениях.

Седьмой вывод посвящен заданию сейсмического воздействия. Автор пишет «При задании сейсмического воздействия следует исходить из известного принципа, принимая воздействие опасным для сооружения в запас прочности и исходя из возможного предельного состояния сооружения». В диссертации отмечается, что это положение сформулировано более 100 лет тому назад профессором Н.М. Герсевановым и, возможно, в выводы по диссертации можно было бы это положение не включать.

Восьмой вывод указывает критерии сейсмостойкости для сооружений за пределами упругости. Вообще говоря, эти критерии известны Автор просто привязывает их к решению своей задачи. Это не вызывает возражений

Девятый вывод описывает используемые в диссертации спектр работ сил пластического деформирования и спектр повреждаемости. Спектр повреждаемости введен впервые соискателем и важен для анализа бетонных и каменных конструкций.

Десятый вывод посвящен конструкциям с заданными параметрами предельных состояний. Это, безусловно, перспективное направление сейсмостойкого строительства, которое обеспечивает заданные сценарии накопления повреждений в процессе землетрясения. В работе проиллюстрировано использование такого рода сооружений.

По работе необходимо высказать ряд замечаний.

1. В обзорной части и в главе 2, посвященной заданию уровня расчетного воздействия соискатель рассматривает 4 уровня нагрузки и в полном объеме решает задачу задания воздействия для четырех предельных состояний. А в последующих главах переходит только на два уровня воздействия ПЗ и МРЗ.

2. Из диссертации не ясно, как назначаются параметры изменения жесткости и демпфирования, т.е. смещение, при котором жесткость превращается в 0 и соответствующее значение коэффициента неупругого сопротивления.

3. Соискатель многократно отмечает в диссертации необходимость обеспечить при моделировании воздействия коэффициент гармоничности. В примерах он варьируется от 1.2 до 8. Но рекомендации по его заданию отсутствуют.

4. В программе генерации воздействий (Рис.4.3) в качестве параметра воздействия введен коэффициент динамичности по СП, но его вес при оценке погрешности всюду равен 0. Тогда зачем он введен?

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением ВАК.

Диссертация Назаровой Шохисты Шукурилла 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, обеспечивающим заданные сценарии накопления повреждений.

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 Шукурилла 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

20 марта 2021г. №426), а ее автор, Назарова Ш.Ш. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Я, Лалин Владимир Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя учёной степени кандидата технических наук Назаровой Ш.Ш. и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент,
профессор Высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства (ВШ ПГ и ДС), Инженерно-строительного института (ИСИ), ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого», доктор технических наук, профессор по специальности 01.02.04 (Механика деформируемого твердого тела)

В.В. Лалин

Сведения об официальном оппоненте:

Лалин Владимир Владимирович - доктор технических наук, профессор, профессор Высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства, Инженерно-строительный институт, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

Е-mail: office@spbstu.ru

Тел. +7 (812) 552-60-80

Адрес: 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29 литера Б
вн. тер. г. муниципальный округ Академическое

Заверено:

