

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе Бубиса Александра Александровича «Прочность и деформативность каменно-монолитных стен зданий при плоском напряженном состоянии, в том числе, при сейсмическом воздействии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения

Общая характеристика диссертационной работы

Каменно-монолитные многослойные стены представляют собой композитную конструкцию, формирование напряженно-деформированного состояния которой при нагружении определяется как параметрами работы отдельных слоев, так и их взаимодействием, а также взаимовлиянием. Таким образом, механические характеристики многослойной композитной конструкции существенным образом зависят как от характеристик материалов отдельных слоев, так и (в значительной степени) условиями их совместной работы в составе композита. Важным обстоятельством, влияющим на внедрение каменно-монолитных многослойных стен, является неопределенность ключевых положений действующих норм сейсмостойкого строительства, а именно, отсутствие каких-либо указаний или требований по ключевым параметрам, определяющим сейсмостойкость таких конструкций – характеристикам предельных состояний каменно-монолитных многослойных стен. Автором проведены исследования, в том числе, значительные экспериментальные работы, позволяющие оценить прочность и деформативность каменно-монолитных стен и их взаимосвязь в рамках назначения критериев предельных состояний, связанных с особыми воздействиями. Название работы связано с целью исследования, имеет теоретическое и экспериментальное обоснование и отражает принятую постановку задач.

Диссертация включает в себя введение, четыре главы, заключение, список литературы и одно приложение. Объем диссертации составляет: 156 страниц, 110 рисунков, 12 таблиц и 188 позиций списка литературы, одно приложение. Диссертация выполнена в структурном подразделении Акционерного общества «Научно-исследовательский центр «Строительство» – Центральном научно-исследовательском институте строительных конструкций имени В.А. Кучеренко (АО «НИЦ «Строительство» ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко).

Актуальность темы диссертационного исследования

В диссертационной работе автором были выявлены качественный характер и количественные зависимости процессов упруго-пластического деформирования и разрушения, а также обоснованы характеристики предельных состояний каменно-монолитных многослойных стен сейсмостойких зданий на основе экспериментально-теоретических исследований таких конструкций, с определением характерных констант конструкции и

отдельных ее элементов и была разработана модель многослойного каменно-монолитного композита, проведен значительный объем численных исследований.

Одним из важнейших параметров, определяющих надежность прогноза сейсмостойкости конструкций зданий и сооружений, является коэффициент допускаемых повреждений (K_I). Уточнению и обоснованию величины коэффициента K_I посвящен большой объем исследований – наиболее широко используются данные инженерных обследований последствий землетрясений, по результатам которых устанавливаются на основе социальных, экономических и инженерных позиций «приемлемые» уровни повреждений. Некоторые виды конструкций, например, деревянные здания, полимерные конструкции, многослойные каменно-монолитные стеновые конструкции, нуждаются в научном обосновании ключевого параметра, определяющего достоверность и надежность прогноза уровня сейсмостойкости конструкций – величины коэффициента допускаемых повреждений, что позволит повысить надежность сейсмостойких зданий, выполненных из таких конструкций.

Актуальность работы не вызывает сомнений, и обусловлена решением проблемы повышения надежности сейсмостойких зданий с несущими многослойными каменно-монолитными конструкциями за счет научного обоснования критериев предельных состояний таких конструкций при различных механических характеристиках отдельных слоев с учетом их взаимовлияния и взаимодействия, основанием решения которой являются выполненные экспериментально-теоретические исследования.

Степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность, новизна и практическая значимость работы.

Заявленная автором цель работы: повышение надежности сейсмостойких зданий с несущими конструкциями из многослойных каменно-монолитных стен за счет обоснования характеристик предельных состояний таких конструкций на основе результатов экспериментально-теоретических исследований отражена в материалах исследования. Работы, лежащие в основе исследования, в основном, были выполнены отдельно для кирпичных и железобетонных конструкций.

Научно обоснованные в работе характеристики предельных состояний (коэффициенты допускаемых повреждений K_I) для многослойных каменно-монолитных конструкций сейсмостойких зданий при различных механических характеристиках отдельных слоев для случая допущения значительных повреждений и для умеренных повреждений при сейсмическом воздействии позволят реализовать потенциал каменной кладки в многослойной стеновой системе и выполнять расчеты с использованием нормативных подходов спектральным методом.

Научная новизна работы состоит в установлении экспериментально обоснованных характеристик деформативности, включая упругую и пластическую фазы и прочности каменно-монолитных конструкций в условиях двухосного напряженного состояния; установлении характеристик предельных состояний каменно-монолитных конструкций сейсмостойких зданий; в обосновании величины коэффициента допускаемых повреждений каменно-монолитных конструкций сейсмостойких зданий; в разработке и верификации математической модели многослойных каменно-монолитных конструкций для условий двухосного напряженного состояния; в разработке метода расчета, позволяющего учитывать совместную работу многослойных конструкций при возрастающих нагрузках и др.

Методы, разработанные в диссертационном исследовании и полученные результаты обладают новизной, имеют практическую ценность и применимы при решении прикладных задач сейсмостойкого строительства.

Общее содержание диссертационной работы.

В первой главе представлено обобщение опыта применения многослойных несущих конструкций в строительстве, проведен обзор экспериментальных и теоретических исследований в области многослойных каменно-монолитных стен. Приведены результаты сравнительного анализа различных систем несущих конструкций с точки зрения сейсмостойкости и эффективности применения в строительстве.

По результатам обзора определено, что при использовании прочностного критерия (адгезионная прочность контакта кирпича и раствора) могут быть получены существенно отличающиеся величины несущей способности каменной конструкции. При этом величина предельной относительной деформации каменной конструкции для условий двухосного напряженного состояния изменяется незначительно. Сделан вывод, что использование деформационных критериев является единственно возможным для конструкций из каменной кладки, которые находятся во взаимодействии с внешними элементами, оказывающими влияние на работу кладочной части конструкции.

Выполненный в главе 1 обзор опыта строительства зданий с многослойными стенами показал, что имеющаяся технология возведения зданий с каменно-монолитными стенами позволяет активно использовать различные по конструкции и эксплуатационным параметрам решения при возведении зданий этажностью до 24 этажей. Имеющимся опытом сильных землетрясений подтверждается сейсмостойкость таких зданий. Автором сделан также вывод, что такие здания имеют широкое распространение, но при этом не имеют необходимого нормативного обоснования – действующие нормы сейсмостойкого строительства не содержат ни важнейших расчетных параметров (коэффициентов допускаемых повреждений K_1), ни указаний по методам расчета таких конструкций, ни конструктивных требований. Таким

образом, надежность сейсмостойких зданий с многослойными каменно-монолитными стенами не обеспечена.

Во второй главе приведены результаты экспериментальных исследований многослойных каменно-монолитных стеновых конструкций. В рамках работы были выполнены испытания фрагментов однослойных, трехслойных и четырехслойных стен на «перекос» в своей плоскости, исследования прочности и деформативности многослойных каменно-монолитных стен со слоем кладки из керамических камней, экспериментальные исследования однослойных железобетонных стен при двухосном напряженном состоянии, экспериментальные исследования величины межслоевого сцепления кирпичных слоев и железобетонного слоя трехслойной конструкции стен.

По результатам исследований выявлены этапы деформирования и разрушения каменно-монолитных стен в условиях двухосного напряженного состояния. Установлено, что за фазой упругого деформирования следуют этапы работы конструкции с повреждениями. При этом, свойственного каменной кладке «хрупкого» разрушения с потерей несущей способности при образовании первой диагональной трещины не выявлено, каменная кладка продолжает участвовать в работе слоистого образца даже после формирования вертикальной трещины, что приводит к появлению групп параллельных трещин вдоль сжатой диагонали образца. Слои каменной кладки после получения локальных и магистральных повреждений не отделяются от слоя бетона (железобетона) вплоть до разрушения последнего.

Автором экспериментально установлен факт перераспределения нагрузки между слоями многослойной стены, даже при отсутствии контакта по боковой плоскости, через обвязочные балки и связи. Установлено, что упругая стадия работы многослойной стены приходится на диапазон до 0,6-0,8 от предельного значения разрушающих нагрузок. Данный вывод также подтвержден автором на основании результатов ранее выполненных исследований.

В третьей главе разработана математическая модель многослойных каменно-монолитных стен, что позволило разработать метод расчета на сейсмические нагрузки зданий и сооружений с такими конструкциями для сейсмоопасных районов Российской Федерации. Автором предлагается расчетная схема здания в виде трехмерной составной системы и метод расчета многослойных стен, в результате которого будет получена диаграмма зависимости «горизонтальная сила – перемещение (деформация сжатой диагонали)» слоистого конструктивного элемента. Такой элемент может быть использован в качестве конечного элемента пространственной конечноэлементной задачи и использоваться в дальнейшем стандартным расчетным комплексом. Особенностью метода является поэтапный численный анализ с одновременным пошаговым пересчетом жесткостей для всех слоев каменно-монолитной стены исходя из деформированного состояния основного несущего слоя.

Выполнен обширный параметрический анализ различных комбинаций кирпичных и железобетонных слоев, иллюстрирующий возможности метода.

Выполнена верификация предлагаемого метода на основании результатов экспериментальных исследований. Автором сделан обоснованный результатами работы вывод, о том, что характер деформирования фрагмента аналогичен теоретическому предположению. Некоторую разницу между экспериментальными данными и теоретической зависимостью, возможно, объяснить рядом идеализированных допущений, принятых при моделировании и неравномерным распределением свойств материала по фрагменту.

В четвертой главе выполнен расчет параметров, определяющих предельное состояние стены каменно-монолитного здания как единого композиционного материала. Автором установлено, что основным нормируемым параметром, определяющим возможность конструкций воспринимать внешнее воздействие за пределами упругости, является коэффициент допускаемых повреждений K_1 . Для целей нормирования значения K_1 принимаются по таблице. При этом, значения коэффициента допускаемых повреждений для каменно-монолитных конструкций зданий в нормах не приведены.

В главе определены значения предельных прочностных и деформационных параметров каменно-монолитных стен, таких как предельная величина относительных полных перемещений, после которых наступает необратимое разрушение, предел совместности работы слоев.

Автором предложены значения коэффициентов K_1 , вычисленные для трех возможных уровней повреждаемости конструкций: значительные повреждения, умеренные повреждения, отсутствие повреждений в стенах. Данный подход позволяет вплотную подойти к решению сложной инженерной задачи проектирования конструкций с заданным уровнем повреждаемости. Полученные автором значения хорошо согласуются с логикой и опытом сейсмостойкого строительства.

Основные выводы по результатам работ приведены в **Заключении** диссертации.

Замечания по диссертационной работе:

1. Следует отметить обширность рассмотренных параметров и значительное количество вынесенных на защиту положений. Представляется несколько чрезмерным такое рассмотрение в рамках одной кандидатской диссертационной работы.
2. По тексту работы прослеживается вариант четырехслойных каменно-монолитных стен, внутренний слой которых представляет собой эффективный утеплитель. Однако, основные подходы и расчеты относятся к трехслойным конструкциям стен.

3. Представляется избыточным присутствие в работе описания метода конечных элементов и стандартной пространственной расчетной модели.

4. Учитывая, что землетрясение является динамическим, изредка импульсным, процессом, интересно было бы видеть результаты динамических испытаний конструкций.

5. Представляется ограниченным исследование только кирпичных и каменных слоев в качестве элементов каменно-монолитных стен. Возможны варианты легкобетонных, пильных природных, бетонных и других слоев. Автором обозначены, но не исследованы варианты керамзитобетонных и легкобетонных внутренних слоев каменно-монолитных стен.

Сделанные замечания не принципиальны и не снижают общую положительную оценку представленной диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе.

Диссертационная работа Бубиса Александра Александровича «Прочность и деформативность каменно-монолитных стен зданий при плоском напряженном состоянии, в том числе, при сейсмическом воздействии» является законченной научно-квалификационной работой, которая отвечает требованиям ВАК, и содержит исследования, научные результаты, выводы, отличающиеся научной новизной. Диссертант в работе продемонстрировал знание проблемы и вопросов, поставленных и решенных в диссертации. Автор работы показал необходимую теоретическую и методическую подготовку и способность самостоятельно ставить и решать научные задачи. Выполненная работа актуальна, вызывает научный интерес, имеет практическое значение и примеры внедрения в строительной отрасли, в том числе, в нормировании строительства. Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Основное содержание диссертационной работы отражено в 8 публикациях опубликованных в профильных журналах, рекомендованных ВАК РФ для кандидатских диссертаций, общим объемом 7,161 печатного листа, в т. ч. автором 3,166 печатного листа, из них без соавторов 2,541 печатного листа.

Результаты докладывались на семи конференциях и семинарах. Работа заслушивалась на заседаниях кафедр «Железобетонные и каменные конструкции» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) и «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (СПбГАСУ), и получила единогласную положительную оценку.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, в нем правильно оценена научная новизна и практическая значимость работы. Оформление диссертации соответствует установленным требованиям.

Диссертационная работа «Прочность и деформативность каменно-монолитных стен зданий при плоском напряженном состоянии, в том числе, при сейсмическом воздействии» по своему содержанию и опубликованным работам, соответствует требованиям, которые изложены в п. 9 Положения ВАК РФ «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 "О порядке присуждения ученых степеней" с изменениями постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. № 335 «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней»), а ее автор Бубис Александр Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор

(05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения; 05.23.05 – Строительные материалы и изделия), заведующий кафедрой «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова».

Хасан Нажоевич
Мажиев

364051, Чеченская Республика, г. Грозный,
проспект им. Х.А. Исаева, 100;
тел. +7 (928) 738-34-02;
e-mail: seismofund@mail.ru

Подпись д.т.н., профессора Мажиева Хасана Нажоевича заверяю:

Начальник общего отдела ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова»