

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Поздеева Максима Леонидовича по теме: «Расчет стен из неармированных каменных кладок при плоском напряженном состоянии с учетом физической нелинейности и анизотропии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Представленная диссертация, включает введение, четыре главы и заключение с общими выводами по работе, а также основные элементы программного кода расчета стен из каменной кладки с учетом плоского НДС на языке Python, свидетельства о регистрации программы для ЭВМ и внедрение результатов работы.

Актуальность тематики исследований не вызывает сомнений, в настоящий момент проведение физически нелинейных расчетов каменных конструкций представляет собой достаточно сложную задачу и слабо автоматизировано, а имеющиеся теории прочности и пластичности требуют соответствующей адаптации и сопоставления с опытными данными.

Следует также отметить малое количество работ, посвященных изучению работы каменной кладки при сложном НДС, отсутствие в нормативных документах четких критериев прочности при сложном НДС, однако учет особенностей плоского НДС необходим. В практике проектирования, строительства и обследования зданий и сооружений часто встречаются существенные сложности и проблемы с каменными зданиями (в частности - в виде трещинообразования в стеновых элементах в угловых зонах), решение которых с достаточной достоверностью невозможно без проведения пространственных физически нелинейных расчетов. При этом выполнение таких расчетов до настоящей работы было всегда связано с большими временными затратами проектировщика.

Во введении диссертационной работы отражены проблема и актуальность исследований, цель и задачи, объект и предмет исследования, научная и практическая значимость, степень разработанности темы исследования. Особо следует отметить, что автором произведено внедрение результатов работы в качестве приложения-плагина в один из наиболее пакетов конечно элементного анализа на территории Российской Федерации – пакет SCAD++, разработанный ООО НПФ «СКАД СОФТ».

В первой главе описывает современное состояние вопроса исследований, описываются основные механизмы разрушения и особенности работы каменной кладки (анизотропия прочностных и деформационных характеристик, дилатация, нелинейность работы). Рассмотрены основные методы расчета каменных конструкций как для моделирования с помощью ЭВМ так и для упрощенных ручных расчетов. Дано краткое изложение основных теорий прочности и пластичности, применение которых возможно

для расчетов каменных конструкций с учетом многоосного напряженно-деформированного состояния, а также их сопоставление с преимуществами и недостатками и особенностями описания работы материала. По результатам анализа сформулированы и обоснованы цели и задачи исследования.

Вторая глава посвящена деформационной модели пластичности каменной кладки при плоском напряженно-деформированном состоянии с учетом анизотропии свойств. Рассмотрены основные схемы и механизмы разрушения, исходя из этих возможных механизмов разрушения даны различные методики различных авторов по описанию предельных состояний при сложном НДС. Описаны критерии прочности при растяжении, сжатии и сдвиге. На базе анализа предложен общий критерий прочности по главным осям. Для описания диаграммы состояния предлагается использование комбинации кривой Еврокода 2 до вершины диаграммы и с кривой Базанта после достижения предельной деформации. Само описание поведения исследуемого материала выполняется через квазиупругие решения с корректировкой коэффициентов к модулям упругости в законе Гука.

В третьей главе рассмотрены алгоритмы расчета каменной кладки при плоском НДС - методы решения основных систем уравнений метода конечных элементов с учетом особенностей предложенной модели, рассмотрены все основные методы решения с указанием относительной скорости сходимости и эффективности метода с точки зрения затрат машинного времени. Предложено применение шагово-итерационного метода, в котором шаговая часть алгоритма реализует приложение нагрузки частями, а итерационная часть выполняет расчет элементной матрицы жесткости с вычислением перемещений узлов и контролем невязки. Нелинейный расчет предложен методом переменных параметров упругости на основе мгновенных поверхностей нагружения. Разработанная автором модель распространена для применения с помощью метода конечных элементов.

В четвертой главе выполняется сопоставление разработанной модели с опытными данными, проведена статистическая валидация и диагностика модели. Были проведены расчеты некоторых опытных образцов, выполненных другими авторами с учетом плоского НДС, построены кривые зависимости предельных сил от горизонтальных перемещений верха стен, выполнены группы расчетов с анализами влияния характерного размера конечного элемента на результаты расчетов, выявлено существенное влияние пределов прочности на сдвиг и растяжение на предельное состояние и пластические деформации при разрушении. Разработанная теория прочности каменной кладки показывает хорошее соответствие опытными данным.

В заключении работы даны основные результаты и выводы, дана краткая характеристика разработанному критерию прочности каменной кладки с учетом анизотропии при плоском НДС с 5-ю независимыми входными параметрами в виде кусочно-заданной функции и с учетом 4-х механизмов разрушения.

Автореферат написан технически грамотным языком, оформлен в соответствии с требованиями, содержит основные положения диссертации.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. В рамках анализа моделей, применяемых на практике в других странах не рассмотрены некоторые достаточно удачные модели, позволяющие автоматизировано выполнять анализ каменных материалов с учетом плоского НДС (как правило, макромодели, учитывающие основные физико-механические параметры камней и раствора, их габариты и толщины, условия работы контакта между ними) – например в п/к Midas FEA NX – работы таких авторов как D.V. Oliveira, V.A. Alecci, P.B. Lourenco и другие.

2. Из автореферата не ясно насколько целесообразно выполнять адаптации различных моделей бетона для описания НДС каменных материалов и какие преимущества у разработанной модели перед другими уже имеющимися (как макро- и микромоделями) каменных материалов.

3. Не обоснован выбор диаграммы состояния по Еврокоду 2, какие преимущества у этого метода описания по сравнению с другими.

4. Из текста автореферата не ясно как должны вычисляться жесткости при общем пространственном расчете и не приведены методы их вычисления. Указаны лишь зависимости для вычисления модулей упругости.

5. Не указаны критерии минимального/оптимального шага интегрирования по нагрузке для обеспечения сходимости и достаточной точности решения.

6. В рамках работы не выполнен детальный анализ НДС (с сопоставлением величин измеренных деформаций) опытных образцов и сопоставление с полученными результатами математического моделирования. Имеющиеся данные и сопоставления относятся только к интегральным усилиям, приложенным на образец.

7. Количество физических опытов, с которыми выполнено сравнение недостаточно для построения статистически обоснованной зависимости. Сопоставление с результатами одной работы с физическими испытаниями считаем недостаточным. Следовало бы дополнить другими испытаниями, выполненными например авторами в нашей стране.

8. Отсутствует сравнение результатов с другими методами – численное моделирование подобных конструкций может быть выполнено в любом современном программном комплексе с теми или иными допущениями.

9. Разработанную модель в дальнейшем следует распространить и на элементы с горизонтальным армированием швов.

10. Возможно ли распространение разработанной модели на объемное НДС?

Общая оценка диссертации, например, замечания носят не принципиальный характер и не оказывают влияния на общую положительную оценку диссертации.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. в редакции от 16.10.2024 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Поздеев Максим Леонидович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Даю согласие на обработку моих персональных данных и включение их в аттестационное дело соискателя, а также на размещение отзыва в информационно телекоммуникационной сети «Интернет» на сайте Казанского государственного энергетического университета.

« 19 » ноября 2025 г.

Начальник Центра Математического
моделирования Строительных
конструкций, Зданий и Сооружений
НИИ ЭМ НИУ МГСУ, канд. техн. наук


подпись

Силантьев Александр
Сергеевич

Подпись Силантьева А.С. заверю МП
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА
КАДРОВОГО ДЕЛОПРОИЗ-
ВОДСТВА УРП
А.В. ПИНЕГИН
19.11.2025



Сведения об организации:

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26,
НИИ Экспериментальной Механики, +7(901)546-46-10, silantievas@structure.center