

ОТЗЫВ

официального оппонента Богданова Андрея Николаевича
на диссертационную работу Шейкина Е.В. на тему: «Влияние влажности материалов каменной кладки на их физико-механические свойства в исторических конструкциях памятников архитектуры», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.1.5 – Строительные материалы и изделия

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Шейкина Евгения Валерьевича посвящена оценке состояния материалов исторической кладки памятников архитектуры, в частности, влиянию влажности на трансформацию структуры материалов и механизмам разрушения структуры материалов под влиянием влажности. Данная тема является актуальной, поскольку существующие исследования по данной теме, преимущественно, рассматривают однородные материалы без учета проблемы массопереноса на границе материалов.

Вопросы трансформации кладочной системы, состоящей из нескольких, возможно неоднородных, материалов, в условиях долговременного воздействия влажности остается неисследованным. Предложенная методика исследования, а также разработанный критерий оценки степени деструкции материалов на основании косвенных показателей являются актуальными как с научной, так и с практической точек зрения.

Сильной стороной представленной работы является комплексный характер исследований, направленных на возможность практического применения. Автором разработана методика отбора проб (микрокернов) для оценки влажности и пористости материала, наряду с методологией лабораторных исследований и интерпретации результатов.

На базе значительного количества образцов (более 3000) материалов, отобранных из исторических конструкций памятников архитектуры, показано, что характер распределения влажности в исторической кладке, преимущественно, определяется не физическими свойствами материалов, а

неоднородностью материалов и развитой пустотностью. Сопоставляя экспериментальные результаты с существующими теориями разрушения, автор предлагает механизм разрушения материалов каменной кладки, под действием циклического увлажнения, основанный на изначальном существовании в кладочной системе внутренних зон испарения. Долговременная аккумуляция содержащихся в воде примесей приводит к уменьшению сечения пор с последующей активизацией усадочно-деформативного и кристаллизационного механизмов разрушения. Процесс деструкции сопровождается трансформацией структуры материалов, в частности, уменьшением до нанометрического среднего размера пор, и увеличением в несколько раз удельной площади поверхности и сорбционных характеристик. В качестве критерия оценки состояния материалов автор предлагает индекс деструкции, оценивающий степень деструкции материала по косвенным признакам (средний вес образца пробы, доля материала в пробе, весовые потери образцов).

На основании сказанного можно утверждать, что научная проблема, сформулированная в диссертации, является актуальной. Предложенные в работе решения позволяют проводить исследования стеновых материалов исторических конструкций памятников архитектуры малоинвазивными способами.

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

Целью представленной работы является оценка влияния влажности материалов каменной кладки на трансформацию их физико-механических свойств в конструкциях объектов культурного наследия.

Для достижения заявленной цели автором были поставлены и решены следующие задачи:

1. Проведение анализа зарубежных и отечественных литературных источников, выявление критериев уязвимости и закономерностей трансформации свойств пористой системы материалов под воздействием циклического увлажнения.

2. Разработка и внедрение в практику малоинвазивного (квази-неразрушающего) метода отбора проб, позволяющего получать образцы материала для исследования.
3. Проведение экспериментальных исследований отобранных из реальных конструкций ОКН образцов и определение основных признаков деградации материалов каменной кладки конструкций ОКН.
4. Разработка методического подхода к оценке состояния анализируемых материалов, статистическая обработка и теоретическое обоснование механизма разрушения материалов каменной кладки конструкций ОКН под воздействием длительного циклического увлажнения.
5. Обоснование критерия (индекса) деструкции материала для оценки состояния материалов исторической кладки конструкций ОКН, подверженных длительному циклическому увлажнению, путем сопоставления физических и структурно-механических свойств материалов.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа Шейкина оформлена в соответствии с общепринятыми канонами, состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, включающего 385 наименований, в том числе 315 на иностранном языке. Полный объем диссертации – 205 страниц. Диссертация содержит 94 рисунков и 12 таблиц.

В первой главе автор анализирует отечественные и зарубежные литературные источники, представляющие исследования, относящиеся к теме диссертации. Рассмотрены темы уязвимости пористых материалов, подвергающихся воздействию влажности, трансформации их структуры вследствие воздействия влажности, а также вопросы изучения материалов памятников архитектуры. Проведенный обзор показывает, что существующие на данный момент методики и подходы к вопросам исследования памятников

архитектуры не предоставляют комплексных решений, в связи с чем, отсутствует и возможность определения состояния и выявления механизмов разрушения материалов каменной кладки конструкций ОКН. По результатам аналитического обзора отечественной и зарубежной литературы сформулированы рабочая гипотеза и цель работы.

Во второй главе приведена разработанная автором малоинвазивная методика отбора материалов в формате микрокернах $\varnothing 7$ мм. Лабораторные исследования отобранных материалов проводились на основе традиционных методик, частично переработанных автором с учетом специфики микроразмеров образцов.

В третьей главе научно обоснован и практически подтвержден подход к выбору участков отбора проб материалов для лабораторных исследований. В связи с этим, выбор контрольных участков предлагается производить на основе равномерной, статистически достаточной, сетки контрольных горизонтальных сечений – зондажей.

В четвертой главе предлагается методика интерпретации полученных результатов. Анализ влажностных параметров материалов в рамках контрольных горизонтальных сечений – зондажей проводится на основе величины относительной влажности материалов θ , полученной путем нормализации естественной влажности материалов W (степени увлажнения материала в кладке) относительно водопоглощения при атмосферном давлении, что позволяет сравнивать влажность материалов с разными свойствами. Разделение θ на капиллярную (θ_c) и сорбционную (θ_s) составляющие позволяет определить источник поступления влаги. Для оценки структурно-механического состояния материалов вводятся показатели среднего веса образца в пробе, доли твердой части материала в пробе и финишных весовых потерь образца.

В пятой главе рассматривается влияние влажности материалов на их физико-механические свойства, механизм разрушения материалов кладочной системы и предлагается критерий – индекс деструкции, позволяющий проводить оценку состояния материалов кладки на основании косвенных признаков.

Сопоставление полученных в результате экспериментальных исследований физических свойств материалов с физическими свойствами материалов по данным литературных источников показало, что исследованные материалы, в основном, имеют значительно меньший размер пор, выше удельную площадь поверхности и сорбционные характеристики. Таким образом, автор показывает, что изменения характеристик исследованных материалов каменной кладки конструкций объектов культурного наследия является следствием долговременного воздействия влаги. На основе полученных результатов автором предложен механизм деструкции материалов каменной кладки под влиянием примесей, содержащихся в поступающей в материал воде. Изначальное присутствие в кладке пустот блокирует перемещение жидкости и способствует возникновению внутренних зон испарения. Испарение влаги и аккумуляция примесей постепенно приводит к уменьшению размера пор, после чего возникают благоприятные условия для активизации усадочно-деформативного и кристаллизационного механизмов деструкции. Воздействие обоих факторов способствует зарождению и развитию в районе зоны испарения сети микротрещин с последующим образованием микрообломков, способных переноситься вместе с жидкостью к новым зонам испарения. Дальнейшее перераспределение микрообломков в результате их миграции с жидкостью будет способствовать возрастанию неоднородности физических свойств материалов. На основании этого автор разрабатывает критерий – индекс деструкции (I_d), позволяющий оценить степень деструкции исследуемых материалов на основании косвенных признаков (средний вес образца пробы, доля материала в пробе, весовые потери образцов). Таким образом, полученные в главе 5 результаты позволили выявить механизм разрушения материалов систем кладочного типа, подверженного долговременному увлажнению и разработать методику косвенной оценки состояния материалов на основе критерия – индекса деструкции I_d .

Научная новизна

Новизна представленной работы заключается в выявлении закономерности распределения влажности в каменной кладке исторических конструкций, преимущественно определяющейся не свойствами пористой системы материалов, а их развитой пустотностью. Показывается, что разрушительное воздействие циклического увлажнения на пористую систему материалов систем кладочного типа определяется аккумуляцией на границе пустот (в области внутренних зон испарения) содержащихся в воде примесей с последующей активизацией усадочно-деформативного и кристаллизационного механизмов разрушения. Доказывается, что длительное циклическое воздействие влаги на материалы каменной кладки исторических конструкций, приводит к формированию внутренних микротрещин и микрообломков, что сопровождается трансформацией структуры материалов, в частности, уменьшением среднего размера пор, и увеличением удельной площади поверхности и сорбционных характеристик. Обосновывается критерий (индекс деструкции), позволяющий оценить степень разрушения материалов кладки на основании косвенных признаков (средний вес образца пробы, доля материала в пробе, весовые потери образцов).

Методы исследования и достоверность результатов

Применение нескольких взаимодополняемых традиционных и разработанных автором методов исследования и анализа обеспечивает достоверность полученных результатов. Шейкин Е.В. демонстрирует способность к критическому анализу данных и их интерпретации, что свидетельствует о высоком уровне научной зрелости.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты диссертации Шейкина Е.В. могут рекомендоваться к внедрению в практическую сферу исследования и диагностики состояния материалов исторических конструкций объектов культурного наследия. С этой точки зрения представленное исследование имеет важное научное и прикладное значение.

Замечания по диссертационной работе

- При сборе и анализе данных по измерениям влажности кладки не учитывается сезонность, цикличность и характер влажности имеющий разный вещественный состав (грунтовая вода, дождевая вода, талая вода и т.д.);
- Активацию процессов солевой кристаллизационной деструкции (накопление солей внутри пор материала стен) необходимо было подтвердить рентгенодифракционным анализом с определением минерального состава кернов и оценкой содержания солей с высокой гигроскопичностью, о которых идет речь в диссертации;
- Для подтверждения и оценки структурных изменений и цикличности увлажнения участков стены желательно иметь данные по мониторингу зон влажности кладки в течение календарного года;
- Данные по влажности кладки на разной глубине можно было определить зондовым методом и сравнить их с данными, полученными при выбуривании кернов;
- Непонятно чем определяется наличие нескольких пиков влажности в горизонтальном сечении каменных конструкций ОКН по всей толщине кладки (рис 3.15-3.20). Наличие пустот в массиве стены (зон испарения) можно было подтвердить ультразвуковым

исследованием. Интересует динамика изменения влажности во времени.

- Стр. 91 рис.4.8. непонятна природа увлажнения материала. Сорбционная влажность в несколько раз превосходит капиллярную.
- Рис. 4.21, 4.22, приведенные в диссертации показывают, что накопление влажности происходит не на границе внутренних пустот каменной кладки (п. 2 научной новизны), а в массиве самой стены. Поскольку пустоты внутри кладки не проветриваются, то система быть в равновесном состоянии.

Высказанные замечания не снижают ценности работы, а только подтверждают необходимость дальнейших исследований

Заключение

Научно-квалификационная работа Шейкина Евгения Валерьевича на тему: «Влияние влажности материалов каменной кладки на их физико-механические свойства в исторических конструкциях памятников архитектуры», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия, выполненная под руководством доктора технических наук профессора Степановой Валентины Федоровны, по своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической ценности, обоснованности выводов, полностью соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, с изменениями Постановления Правительства Российской Федерации № 335 №784 от 21 апреля 2016 года «О внесении изменений в положение о присуждении ученых степеней». В связи с этим, соискатель, Шейкин Евгений Валерьевич, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент, к.т.н., доцент кафедры технологий
строительного производства Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Казанский
государственный архитектурно-строительный университет».

Богданов Андрей Николаевич



Собственноручную подпись

А. Н. Богданов

удостоверяю

начальник Отдела кадров

Валентина Заморина

31 " 03 2016 г.

Р.Р.