

УДК 69.059

**МОРФОЛОГИЯ ТРЕЩИН В КИРПИЧНЫХ СТЕНАХ С ПИЛЯСТРАМИ ПРИ  
ОТСУТСТВИИ АРМИРУЮЩИХ И ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ***Москалькова Ю.Г., к.т.н., доц., доцент кафедры «Промышленное и гражданское  
строительство», Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь**Данилов С.В., к.т.н., доц., заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское  
строительство», Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь*

**Аннотация:** Практика диагностики строительных конструкций зданий свидетельствует о том, что в кирпичных стенах с пилястрами часто фиксируются случаи локального отсутствия армирующих и опорных элементов. Это приводит к возникновению сквозных трещин, морфология которых имеет ряд особенностей. При проведении обследований изучение и интерпретация особенностей морфологии трещин являются значимыми параметрами, позволяющими установить наиболее вероятную причину трещинообразования, что является определяющим фактором при разработке рекомендаций по дальнейшей безопасной эксплуатации каменных конструкций.

**Ключевые слова:** армокаменные конструкции, каменные конструкции, кирпичная кладка, пилястра, трещина.

**Введение.** В современных городах строятся и эксплуатируются здания, которые различаются между собой по конструктивным схемам и системам несущего остова, конструктивным решениям стен, примененным материалам и изделиям. Существующее разнообразие связано с уровнем технического развития строительной отрасли в различные периоды. Конструктивные решения, качество используемых материалов и технология производства работ влияют на долговечность и эксплуатационную надежность каменных стен и их элементов [1].

Как правило, кирпичные стены являются основными элементами несущего остова и совместно с конструкциями перекрытий и покрытий обеспечивают пространственную жесткость и устойчивость здания. Помимо конструктивных схем с продольным, поперечным или смешанным расположением несущих стен, в практике строительства широко применяются решения с внутренним расположением несущих колонн или столбов (неполный каркас) [2].

В зданиях с неполным каркасом для передачи нагрузки от перекрытий и покрытия на наружные стены устраивают кирпичные пилястры, на которые непосредственно опираются железобетонные ригели междуэтажных перекрытий и покрытия. Для обеспечения совместной работы кирпичных несущих стен и интегрированных в них пилястр должна быть обеспечена связь между ними, достигаемая путем перевязки кладки с использованием поперечного армирования горизонтальных швов, закладных деталей или анкеров с целью обеспечения их совместной работы и совместного деформирования под нагрузкой. При этом поперечное армирование позволяет повысить трещиностойкость каменных конструкций, снизить чувствительность кладки к неравномерным осадкам фундаментов, повысить прочность кладки на срез при условии перевязки швов, что было неоднократно подтверждено экспериментальными и численными исследованиями [3–8]. Однако на стадии проектирования и особенно на стадии возведения кирпичных стен с пилястрами повсеместно наблюдаются нарушения требований проектной документации и ТНПА [9, 10]. Основными причинами возникновения такой ситуации являются нарушение технологии производства работ и ненадлежащий пооперационный контроль качества при выполнении кладки. В результате при эксплуатации кирпичных конструкций возникают значительные деформации и дефекты, среди наиболее распространенных – сквозные трещины в местах сопряжения кирпичной пилястры с основной стеной.

**Основная часть.** Целью проводимого исследования является выявление причин образования трещин в наружных кирпичных стенах с пилястрами на примере здания с неполным каркасом. Представленные в статье результаты и выводы базируются на данных, накопленных авторами в ходе многолетней практики выполнения обследований и оценки технического состояния каменных и армокаменных конструкций эксплуатируемых зданий.

В качестве характерного примера возникновения трещин на стыке пилестры с основной наружной стеной при отсутствии армирующих и опорных элементов нами выбрано здание архива в г. Могилеве, которое представляет собой семиэтажное здание с неполным каркасом и размерами в осях 18×24 м. Железобетонные конструкции каркаса (колонны, ригели, плиты перекрытий и покрытия) приняты по серии ИИ-04. Наружные стены толщиной 510 мм выполнены из эффективного кирпича керамического на стандартных растворных швах с облицовкой кирпичом керамическим полнотелым. В местах опирания железобетонных ригелей на наружные стены устроены кирпичные пилестры (рис. 1).

При сборе исходных данных и изучении проектной документации было установлено следующее: опирание сборных железобетонных ригелей на кладку кирпичных пилестр запроектировано на опорные железобетонные подушки толщиной 140 мм, при этом опорная подушка согласно проекту должна заходить в каменную кладку основной стены на 120 мм; армирование опорных участков каменной кладки пилестр должно быть выполнено сетками из стержней диаметром 3 мм с размерами ячеек 60×60 мм, уложенных в трех верхних горизонтальных швах таким образом, чтобы соединять опорные участки пилестр с основной частью стены при заделке в стену на глубину 120 мм. Принятые в проекте решения не противоречат требованиям современных ТНПА, действующим в области строительства [9, 10].

В результате проведенного обследования на 3–7 этажах здания в осях 2/Е и 3/Е в местах примыкания пилестр к наружным стенам были обнаружены сквозные трещины шириной раскрытия до 10 мм (рис. 1, дефекты отмечены красным цветом; рис. 2), при этом на фасаде здания по облицовочному слою наружных стен трещины не наблюдались.

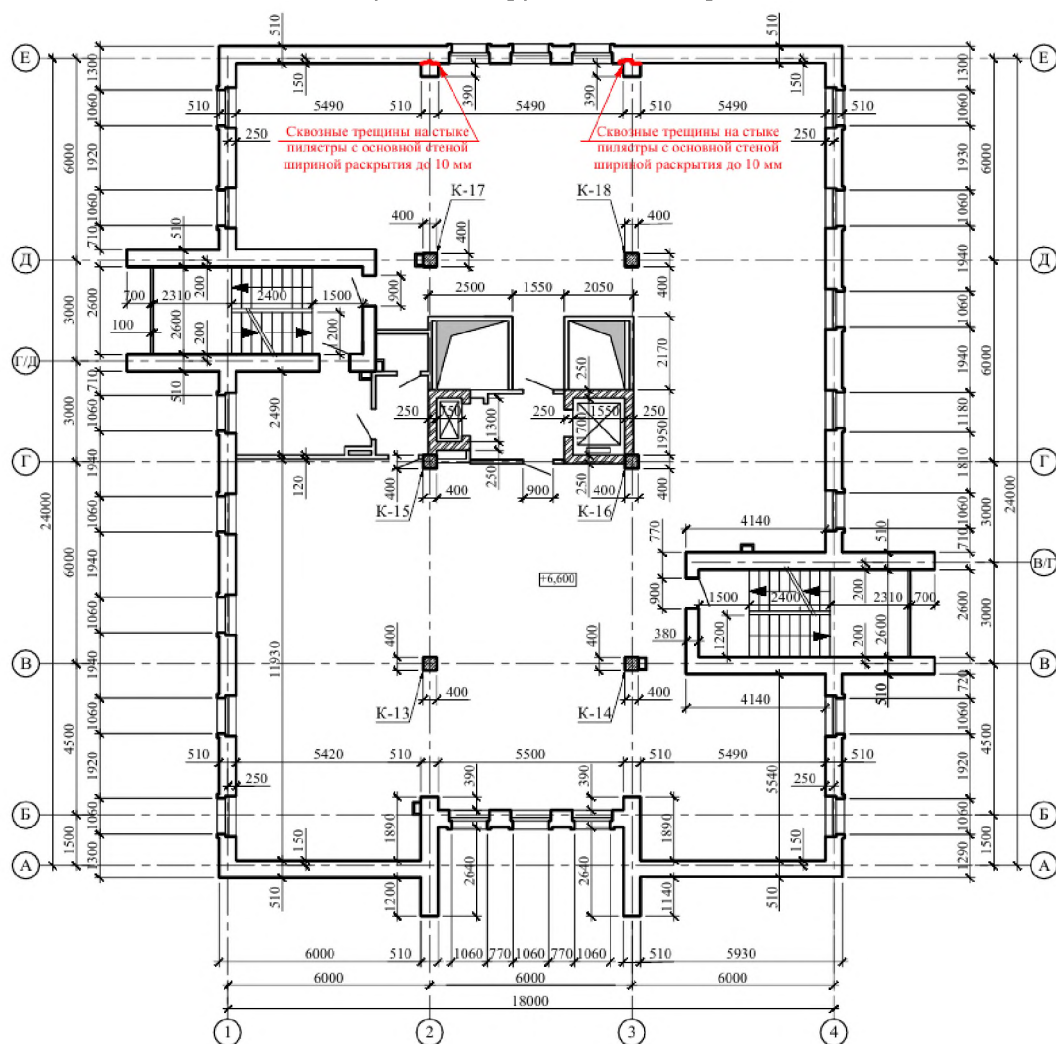


Рисунок 1 - Расположение основных конструктивных элементов здания архива с указанием мест расположения сквозных трещин (план 3 этажа на отметке +6,600 м)



Рисунок 2 - Виды на сквозные трещины в местах сопряжения каменных пилястр с наружной стеной на разных этажах здания архива

В результате детального обследования наружных кирпичных стен с использованием обнаружителя металла DMF10 BOSCH и путем вскрытия было установлено, что на 3–7 этажах в осях 2/Е и 3/Е отсутствуют как опорные железобетонные подушки, так и армирующие элементы кладки (арматурные сетки поперечного армирования), предусмотренные проектом. То есть отсутствие опорных железобетонных подушек и поперечных армирующих элементов в горизонтальных швах кладки в совокупности с различными по величине осадками разнонагруженных участков наружных стен привело к развитию концентраторов растягивающих напряжений в местах расположения граней кирпичных пилястр и образованию сквозных вертикальных трещин шириной раскрытия до 10 мм. При этом к моменту проведения обследования трещины не стабилизировались, что при дальнейшей эксплуатации здания без усиления поврежденных участков могло привести к потере устойчивости и предаварийному состоянию несущих наружных стен по оси «Е» и междуэтажных перекрытий (см. рис. 1).

Для предотвращения возникновения предаварийной ситуации в обследуемом здании архива было рекомендовано выполнить усиление кирпичных пилястр на 3–7 этажах в осях 2/Е и 3/Е согласно разработанному авторами техническому решению, приведенному на рисунке 3.



**Выводы.** Ввиду того, что трещины возникают в объективно наиболее слабых участках каменной кладки или в зонах возникновения наибольших растягивающих напряжений, то при отсутствии армирующих и опорных элементов в кладке кирпичных пилястр высока вероятность образования сквозных трещин в местах сопряжения пилястр с несущими стенами (трещины фактически отделяют пилястру от стены), на наружной поверхности стены трещины отсутствуют. Особенности морфологии трещин, причинами возникновения которых является отсутствие опорных и армирующих элементов в пилястрах кирпичных стен, следующие: трещины ориентированы вертикально, пересекают как растворную составляющую, так и кладочные элементы.

### Литература

1. Габрусенко В. В. Основы проектирования каменных и армокаменных конструкций в вопросах и ответах / В. В. Габрусенко ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2012. – 180 с.
2. Деркач, В. Н. Каменные и армокаменные конструкции. Оценка технического состояния, ремонт и усиление / В. Н. Деркач. – Минск : Строй- МедиаПроект, 2021. – 256 с.
3. Деркач, В. Н. Трещиностойкость каменных перегородок / В. Н. Деркач, Р. Б. Орлович // Жилищное строительство. – 2012. – № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/treschinostoykost-kamennyh-peregorodok> (дата обращения: 08.05.2025).
4. Keshmiry, A. Assessment, repair, and retrofitting of masonry structures: A comprehensive review / A. Keshmiry, S. Hassani, U. Dackermann, J. Li // Construction and Building Materials. – Vol. 442. – 2024. – Article 137380. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.137380>.
5. Samy, S. A Comprehensive Review on Unreinforced and Reinforced Masonry Structures Modeling Strategies / S. Samy, M. Zaghlal, A. Elsis, M. Husain // The Egyptian International Journal of Engineering Sciences and Technology. – 2022. – No 39 (1). – P. 13–24. <https://doi.org/10.21608/EIJEST.2022.116902.1126>.
6. Psilla, N. Design models of reinforced masonry walls under monotonic and cyclic loading / N. Psilla, T. P. Tassios // Engineering Structures. – Vol. 31, Iss. 4. – 2009. – P. 935–945. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2008.12.003>.
7. Хаткевич, А. М. Характер разрушения каменных и армокаменных столбов при центральном сжатии / А. М. Хаткевич, В. Д. Гринев // строительство. Прикладные науки. Строительные конструкции. – № 12. – С. 39–44. URL: <https://elib.psu.by/bitstream/123456789/2477/5/39-44.pdf> (дата обращения: 08.05.2025).
8. Пугач, Д. В. Причины образования трещин в стенах малоэтажных каменных зданий из силикатного кирпича / Д. В. Пугач, В. Н. Деркач // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2023. – № 130 (1). – С. 60–63. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2023-130-1-60-63>.
9. Возведение строительных конструкций, зданий и сооружений : СН 1.03.01-2019. – Введ. 2019–11–29. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2021. – 123 с.
10. Каменные и армокаменные конструкции : СН 5.02.01-2021. – Введ. 2021–04–01. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2021. – 123 с.