

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND ENGINEERING STRUCTURES



УДК 692.21

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-1835-2026-5-2-32-40>

Применимость неразрушающих методов для оценки прочности каменной кладки существующих конструкций

В.Н. Деркач  , И.Е. Демчук , П.И. Матяс 

Филиал НТЦ РУП «СТРОЙТЕХНОРМ», г. Брест, Республика Беларусь

 v-derkach@yadex.ru



EDN: VPWKMX

Аннотация

Введение. Прочность каменной кладки на сжатие является важнейшей механической характеристикой, оцениваемой при обследовании зданий, которая определяется на основании прямых испытаний отобранного из стен кирпича и раствора. Однако действующие нормативные документы также рекомендуют использовать неразрушающие методы контроля, особенно при обследовании объектов культурного наследия. Но неразрушающие методы не учитывают различия в прочности кирпича и растворных швов в поверхностных слоях и их основном объеме, взаимодействие кирпича и кладочного раствора, а также анизотропию механических характеристик кладки. В статье приведены результаты исследования анизотропии прочности на сжатие керамического кирпича и анализ ее влияния на результаты оценки прочности каменной кладки косвенными методами.

Материалы и методы. Объектом исследований является два типа кирпича: исторический кирпич из стен здания казармы Брестской крепости, построенного в 1933 г., и современный кирпич, произведенный в Республике Беларусь. Прочность кирпича определялась при действии сжимающей нагрузки в направлении лицевой, опорной и торцевой поверхностей на кубах с размером ребра, равным высоте кирпича.

Результаты исследования. Приведены графики отношения полученных значений прочности опытных образцов-кубов при сжатии перпендикулярно лицевой и торцевой поверхностям кирпича к прочности на сжатие перпендикулярно его опорной поверхности. Проведен анализ подобных исследований других авторов, в том числе на керамических образцах-цилиндрах. Установлено, что прочность исторического кирпича при сжатии перпендикулярно его лицевой и торцевой поверхностям оказалась выше прочности при сжатии перпендикулярно опорной поверхности. Для современного кирпича наблюдалась обратная закономерность. Однако из-за высокого разброса полученных результатов невозможно установить корреляционную зависимость прочности на сжатие от направления сжимающего усилия.

Обсуждение и заключение. Приведены результаты исследований, которые показали, что керамический кирпич является анизотропным материалом. Выполнена оценка возможности применения неразрушающих методов контроля прочности кирпича, а также возможность построения градуировочной зависимости, связывающей прочность на сжатие кирпича с результатами косвенного испытания лицевой поверхности.

Ключевые слова: каменная кладка, кирпич, прочность на сжатие, неразрушающие методы контроля, градуировочная зависимость

Для цитирования. Деркач В.Н., Демчук И.Е., Матяс П.И. Применимость неразрушающих методов для оценки прочности каменной кладки существующих конструкций. *Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий*. 2026;5(2):32–40. <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2026-5-2-32-40>

Applicability of Non-Destructive Methods for Assessing the Strength of Masonry of Existing Structures

Valery N. Derkach ✉, Igor E. Demchuk , Pavel I. Matyas 

Branch "Scientific and Technical Center" RUE "STROYTECHNORM", Brest, Republic of Belarus

✉ v-derkach@yadex.ru

Abstract

Introduction. The compressive strength of masonry is the most important mechanical characteristic assessed during inspections of buildings and is determined based on direct testing of bricks and mortar selected from the walls. However, current regulatory documents also recommend the use of non-destructive testing methods, particularly while examining cultural heritage buildings. However, non-destructive methods fail to take into account differences in the strength of bricks and mortar joints in the surface layers and their main volume, interaction of bricks and mortar, as well as anisotropy of the mechanical characteristics of masonry. The article presents the results of a study of the anisotropy of the compressive strength of ceramic bricks and an analysis of its influence on the results of assessing the strength of masonry using indirect methods.

Materials and Methods. The object of the research are two types of bricks: historical bricks from the walls of the barracks of the Brest Fortress built in 1933, as well as modern bricks produced in the Republic of Belarus. The strength of the brick was identified under a compressive load in the direction of the front, support and end surfaces on cubes with an edge size equal to the height of the brick.

Research Results. Graphs of the ratio between the obtained strength values of experimental cube samples under compression perpendicular to the front and end surfaces of the brick to the compressive strength perpendicular to its supporting surface are presented. Similar studies by other authors, including on ceramic cylinder samples, are analyzed. It was found that the compressive strength of the historical bricks perpendicular to its front and end surfaces was higher than their compressive strength perpendicular to the supporting surface. The opposite pattern was observed for modern bricks. However, due to the high variation of the results, it is not possible to establish a correlation between the compressive strength and the direction of the compressive force.

Discussion and Conclusion. The results of some studies that have shown that ceramic bricks are an anisotropic material are presented. A possibility of using non-destructive testing methods for brick strength has been evaluated, as well as that of designing a calibration ratio linking the compressive strength of a brick with the results of indirect testing of the front surface.

Keywords: masonry, brick, compressive strength, non-destructive testing methods, calibration ratio

For citation. Derkach VN, Demchuk IE, Matyas PI Applicability of Non-Destructive Methods for Assessing the Strength of Masonry of Existing Structures. *Modern Trends in Construction, Urban and Territorial Planning*. 2026;5(2):32–40. <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2026-5-2-32-40>

Введение. Важнейшей механической характеристикой каменной кладки, которую оценивают при обследовании каменных зданий, является ее прочность на сжатие. Прочность на сжатие каменной кладки обычно определяют расчетом по результатам испытаний отобранного из стен здания кирпича и раствора, которые выполняют соответственно по ГОСТ 8462 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе» и ГОСТ 5802 «Растворы строительные. Методы испытаний» [1–5]. Данный метод является достаточно трудоемким, поэтому многие специалисты при обследовании каменных конструкций для определения прочности кирпича и раствора часто прибегают к неразрушающим (косвенным) методам, к которым относят склерометрические методы упругого отскока, ударного импульса или метод измерения скорости распространения ультразвукового импульса. При использовании склерометрических методов прочность на сжатие кирпича и раствора устанавливают с помощью склерометров типа ИПС МГ-4 или молотков Шмидта, в которых заводом-изготовителем заложена градуировочная зависимость «кирпич керамический». Следует отметить, что для оценки прочностных характеристик кирпичной кладки объектов культурного наследия ГОСТ Р 55567 «Порядок организации и ведения инженерно-технических исследований на объектах культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования» напрямую рекомендует отдавать предпочтение неразрушающему контролю с применением приборов, основанных на методе упругого отскока по ГОСТ 24332 «Кирпич и камни силикатные. Ультразвуковой метод определения прочности при сжатии» или других специализированных и тарированных приборов для определения прочностных характеристик кирпича и раствора. Уточнение корреляционной зависимости между

показателями приборов неразрушающего контроля и прочностными характеристиками материалов кладки допускается осуществлять путем сравнения средних показателей указанных характеристик, полученных методом неразрушающего контроля, и лабораторными испытаниями не менее трех образцов для каждого типа кладки. Лабораторные испытания проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 8462, ГОСТ 5802.

Известно, что неразрушающие методы оценки прочности эксплуатирующейся длительное время каменной кладки имеют недостатки, которые связаны с неопределенностями, обусловленными различием в прочности кирпича и растворных швов в поверхностных слоях и их основном объеме, взаимодействием кирпича и кладочного раствора, а также анизотропией механических характеристик кладки [1, 3, 7, 9]. Игнорирование данных факторов может приводить к существенным погрешностям при оценке прочности на сжатие каменной кладки, и, как следствие, к недооценке или переоценке несущей способности каменных конструкций. В настоящей статье приведен анализ влияния анизотропии прочности на сжатие керамического кирпича на прочность каменной кладки, определенную косвенными методами.

Материалы и методы. Исследовалась анизотропия прочности на сжатие керамического полнотелого кирпича. Испытаниям были подвергнуты два типа кирпича: исторический кирпич, который отбирался из стен здания казармы Брестской крепости, построенного в 1933 г., и современный кирпич, произведенный в Республике Беларусь. Исторический кирпич имел следующие размеры: длина — 265 мм, ширина — 130 мм, высота — 60 мм. Таким размерам соответствует кирпич, производимый в Польше во второй половине XIX века [5]. Размеры современного кирпича: длина — 250 мм, ширина — 120 мм, высота — 65 мм. Первоначально были определены средние значения пределов прочности кирпича при сжатии и изгибе в соответствии с ГОСТ 8462 (рис. 1).



а) б)

Рис. 1. Испытания кирпича: а — сжатие; б — изгиб

На основании испытаний установлено, что среднее значение предела прочности исторического кирпича при сжатии составляет 16,9 МПа, при изгибе — 5,1 МПа, современного кирпича — соответственно 17,3 МПа и 5,3 МПа.

С целью определения прочности керамического кирпича при действии сжимающей нагрузки в направлении его лицевой, опорной и торцевой поверхностей (рис. 2) из кирпичей были выпилены кубы с размером ребра, равным высоте кирпича.

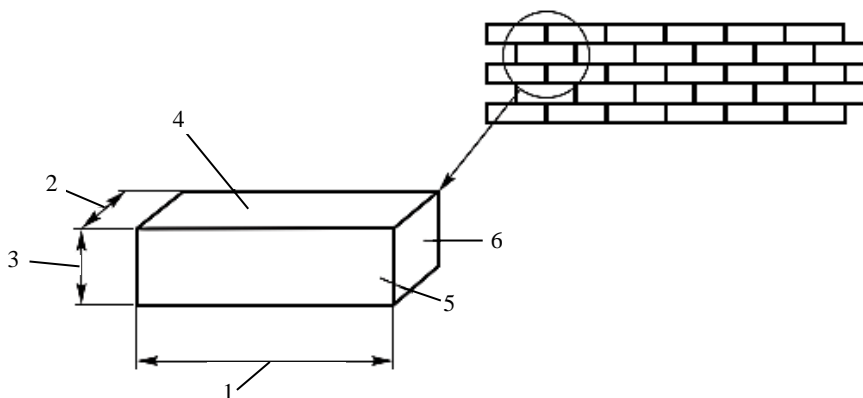


Рис. 2. Размеры и поверхности кирпича: 1 — длина; 2 — ширина; 3 — высота; 4 — опорная поверхность; 5 — лицевая поверхность; 6 — торцевая/тычковая поверхность

Для каждого направления сжимающей нагрузки из разных видов кирпича было изготовлено по 5–6 керамических образцов-кубов. Поверхность кубов, контактирующая с плитами пресса, выравнивалась тонким слоем гипсового раствора. Общий вид керамических образцов-кубов, подготовленных к испытаниям, приведен на рис. 3.



Рис. 3. Керамические образцы-кубы, подготовленные к испытаниям

Нагружение керамических кубов производилось при помощи испытательной машины ТП-1-500. Образцы-кубы устанавливались одной из выбранных граней на нижнюю опорную плиту испытательной машины центрально относительно ее продольной оси.

После установки образца на опорную плиту верхняя плита машины совмещалась с верхней опорной гранью образца так, чтобы их плоскости полностью прилегали одна к другой. Нагружение образца производилось непрерывно со скоростью, обеспечивающей его разрушение в пределах 30 секунд. Общий вид керамического образца-куба в испытательной установке и характер его разрушения показаны на рис. 4.

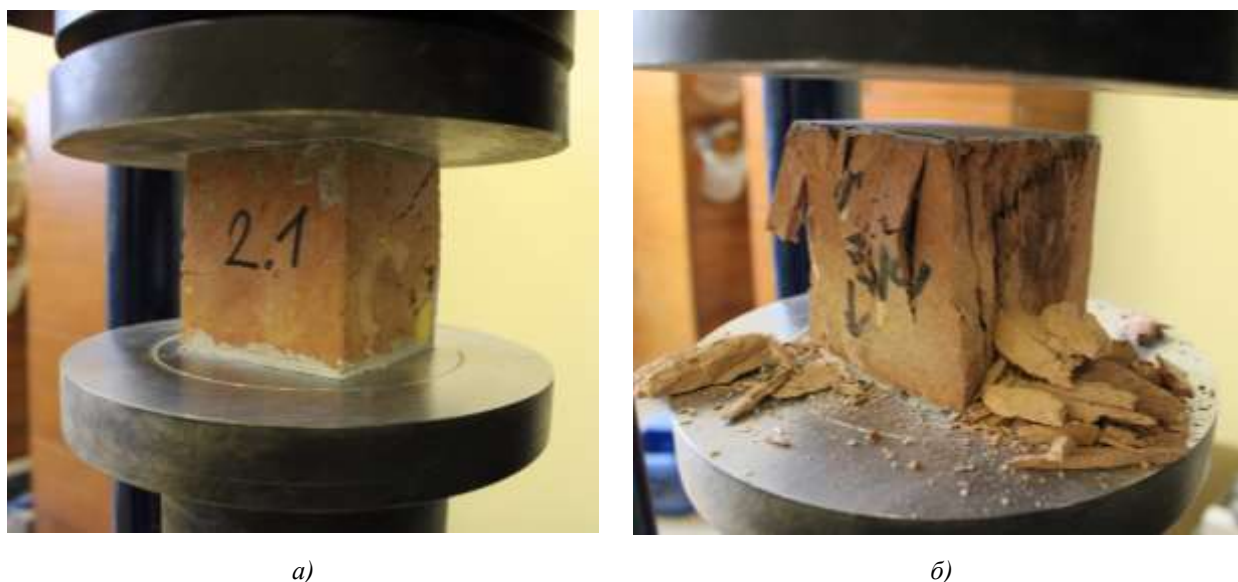
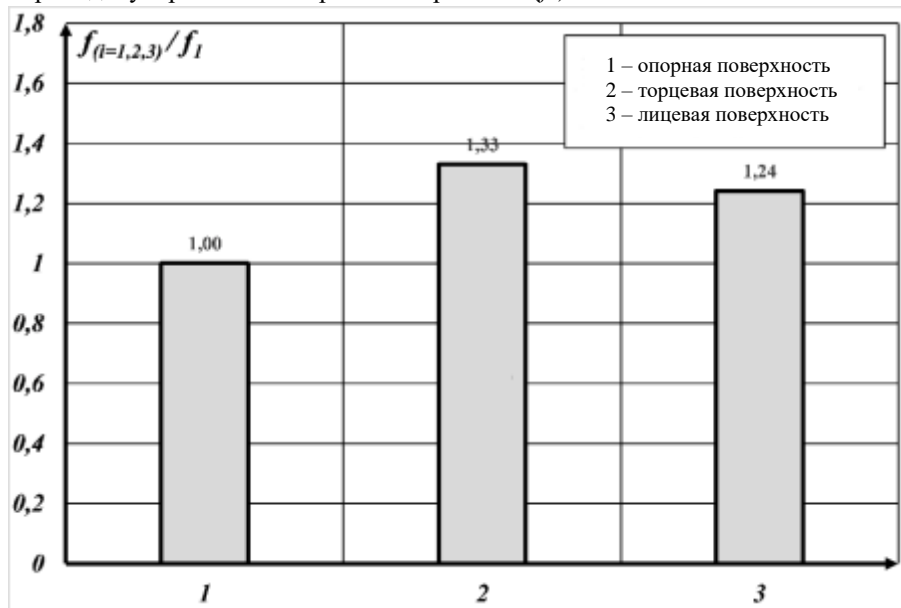


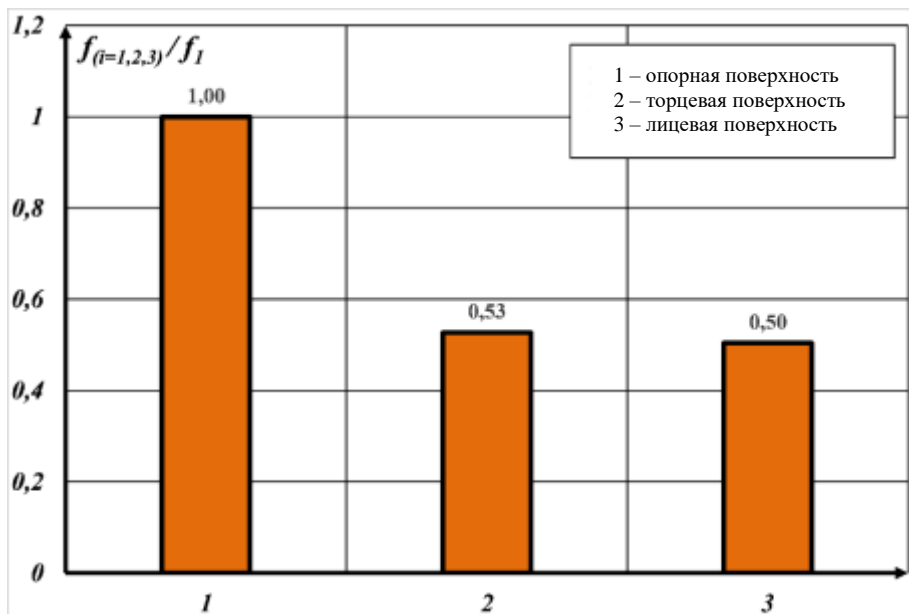
Рис. 4. Испытание керамических кубов: *а* — общий вид образца; *б* — характер разрушения

Максимальное усилие, достигнутое в процессе испытаний, принималось за разрушающую нагрузку. Прочность на сжатие образца определялась как частное от деления разрушающей нагрузки на рабочую площадь его поперечного сечения. По результатам испытаний образцов-кубов определялись средние значения прочности образцов при действии сжимающего усилия в направлении лицевой, опорной и торцевой поверхностей кирпича.

Результаты исследования. На рис. 5, 6 приведены графики отношения полученных значений прочности опытных образцов-кубов при сжатии перпендикулярно лицевой (f_3) и торцевой (f_2) поверхностям кирпича к прочности на сжатие перпендикулярно к его опорной поверхности (f_1).



а)



б)

Рис. 5. Результаты определения прочности керамических образцов кубов:
а — исторический кирпич; б — современный кирпич

Из рис. 5 следует, что прочность керамических образцов-кубов, выпиленных из исторического кирпича, при сжатии перпендикулярно его лицевой и торцевой поверхностям оказалась соответственно на 24 % и 33 % выше прочности, полученной при действии сжимающего усилия перпендикулярно опорной поверхности.

Для современного кирпича наблюдалась обратная закономерность. Прочность керамических кубов, испытанных сжимающей нагрузкой перпендикулярно лицевой и торцевой поверхностям кирпича, была ниже прочности при сжатии перпендикулярно опорной поверхности соответственно на 50 % и 47 %.

При испытании керамических образцов-кубов коэффициент вариации прочности на сжатие составил 25–40 % для исторического кирпича и 10–15 % для современного кирпича.

Результаты исследований анизотропии прочности на сжатие современного кирпича удовлетворительно согласуются с приведенными в [7] результатами испытаний керамических образцов-цилиндров. Образцы-цилин-

дры диаметром 56 мм отбирались из полнотелого керамического кирпича марок М150 (Новгород), М200 (Витебск) и М250 (Санкт-Петербург) перпендикулярно его лицевой и опорной поверхностям. Установлено, что отношение прочности на сжатие цилиндрических образцов, отобранных ортогонально лицевой и опорной поверхности кирпича, примерно равно 0,6.

Результаты испытания цилиндрических образцов, отобранных из исторического кирпича, характеризовались значительным разбросом значений, (коэффициент вариации 30–45 %) [8]. Установить для них корреляционную зависимость между прочностью на сжатие ортогонально лицевой и опорной поверхностям кирпича не удалось. Объясняется это высокой неоднородностью материала в пределах одного кирпича, а также применением в кладке разных видов кирпичей.

В работе [9] приведены результаты исследований анизотропии прочности на сжатие исторического керамического кирпича австрийского формата длиной 290 мм, шириной 150 мм и высотой 65 мм, нормализованной прочностью на сжатие 19,28 МПа и современного немецкого кирпича формата NF (длина — 250 мм, ширина — 120 мм, высота — 65 мм) нормализованной прочностью на сжатие 28 МПа. Анизотропия прочности на сжатие кирпича определялась на основании испытаний кернов диаметром 45 мм, которые отбирались под разными углами к опорной поверхности кирпича (рис. 6 а).

Исследования показали, что для современного кирпича при направлении сжимающего усилия под углом к опорной плоскости $0^\circ < \varphi \leq 60^\circ$ прочность на сжатие близка к прочности на сжатие перпендикулярно опорной плоскости, $\varphi = 0^\circ$ (рис. 6 в). Минимальные значения прочности на сжатие имели место при $\varphi = 90^\circ$ ($f_0/f_{90} = 1,3$).

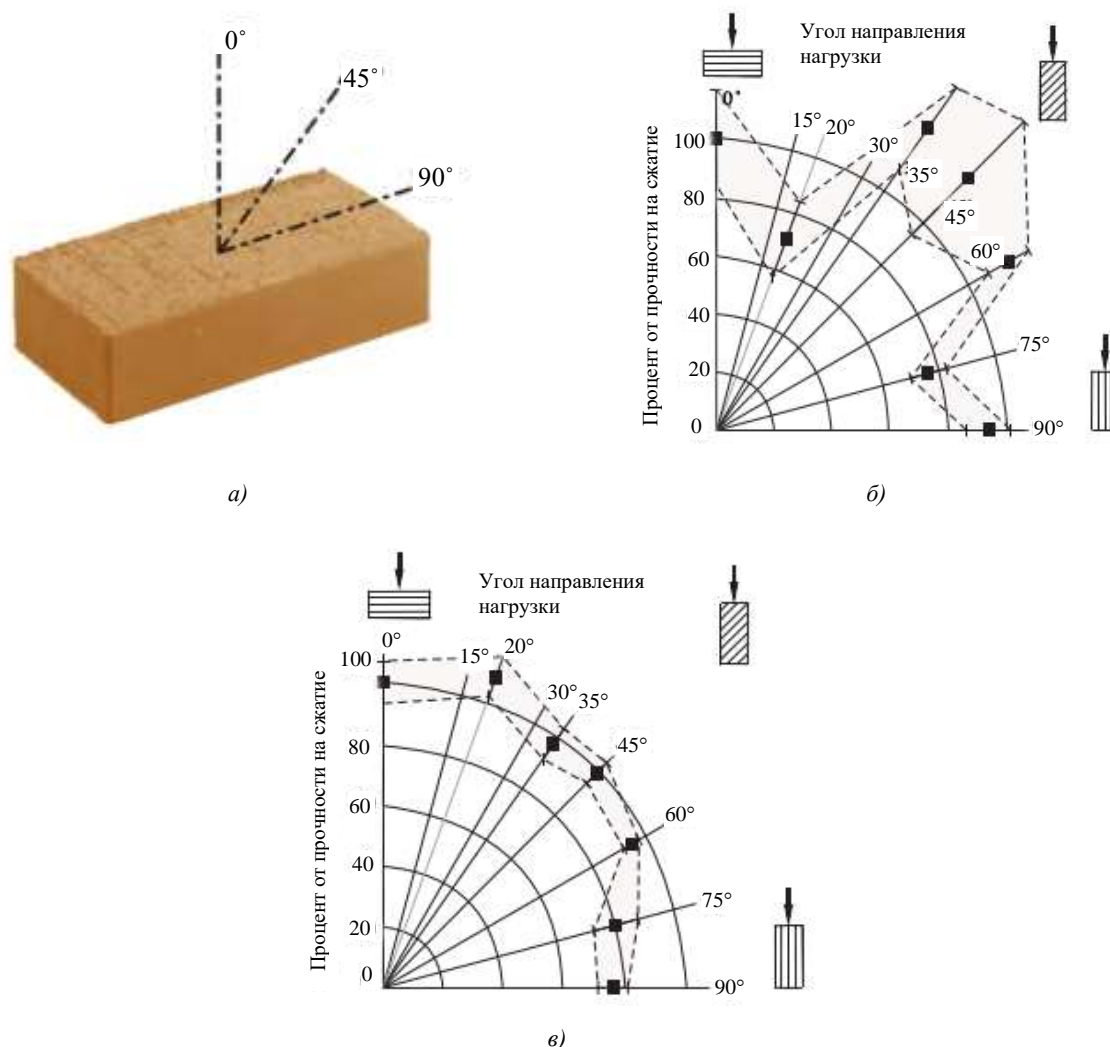


Рис. 6. Результаты определения прочности на сжатие образцов-цилиндров: а — направления отбора образцов; б — исторический кирпич; в — современный кирпич [6]

Для исторического кирпича при действии сжимающего усилия под углами $35^\circ \leq \varphi \leq 60^\circ$ прочность на сжатие оказалась на 20–25 % выше прочности на сжатие под углом $\varphi = 0^\circ$ (рис. 6 б). Минимальное значение прочности на сжатие было получено при углах $\varphi = 20^\circ$ и 75° . При направлении сжимающего усилия перпендикулярно торцевой поверхности кирпича $\varphi = 90^\circ$ прочность на сжатие была на 23 % ниже прочности на сжатие под углом $\varphi = 0^\circ$.

По результатам испытаний сделан вывод о том, что из-за высокого разброса полученных результатов для исторического кирпича невозможно установить корреляционную зависимость прочности на сжатие от направления сжимающего усилия.

В исследованиях [6] показано, что при испытании кирпича в каменной кладке на величину упругого отскока оказывает влияние не только направление удара, но и качество заделки кирпича в каменной кладке, которое во многом определяется видом и состоянием растворных швов. Это объясняется влиянием указанных факторов на степень поглощения энергии удара тестового молотка по поверхности кирпича.

Обсуждение и заключение. Результаты собственных исследований, а также исследований [7–9] показали, что керамический кирпич является анизотропным материалом. Степень анизотропии прочностных характеристик кирпича определяется рядом факторов, основными из которых являются технология его изготовления и применяемое сырье. При этом для исторического кирпича сложно установить какие-либо закономерности прочности на сжатие от направления действия сжимающего усилия ввиду высоких значений коэффициентов вариации результатов испытаний. Построение градуировочной зависимости, связывающей прочность на сжатие такого кирпича в направлении опорной поверхности с результатами косвенного испытания лицевой поверхности кирпича методом упругого отскока или измерением скорости распространения ультразвукового импульса, не представляется возможным.

При обследовании каменных конструкций испытания по определению упругого отскока молотка позволяют измерить поверхностную твердость лицевой поверхности кирпича, но не оценить его качество по всему сечению и, тем более, получить значения прочности на сжатие в направлении сжимающего усилия, действующего в сечении каменной конструкции.

На скорость распространения ультразвукового импульса в каменной кладке влияет множество значимых факторов: неоднородность структуры кирпичей и растворных швов, толщина швов и качество их исполнения, влажность каменной кладки, а также степень деградации кирпича и раствора [10].

Результаты методов неразрушающего контроля сложно интерпретировать, поскольку материал в поверхностных зонах кирпича и раствора может отличаться от их более глубоких слоёв. В качестве примера на рис. 7 показан срез керамического современного кирпича, на котором отчетливо различим разный цвет его наружных и внутреннего слоев, что свидетельствует об отличии их прочностных характеристик. Особенно актуальным это является для исторического кирпича, степень обжига и прочность в сечении которого может значительно различаться.



Рис. 7. Керамический кирпич в разрезе: различный цвет наружных и внутреннего слоев

Косвенные методы оценки прочности на сжатие кирпича существующих конструкций рекомендуется применять для оценки однородности каменной кладки и определения мест отбора кирпича и раствора. Данные методы могут быть также использованы при контроле прочности кирпича заводского изготовления, для которого имеется возможность построения частных градуировочных зависимостей для каждой совокупности параметров (вид материала для сырца, способ формования, температура и длительность обжига, вид кирпича и другие) [7]. При этом, как отмечено в исследовании [6], применение склерометрических методов оценки прочности керамических изделий возможно только в том случае, если объем их пустот не превышает 10 %. При испытании кладочных изделий с большим объемом пустот происходит существенное поглощение энергии удара, что не позволяет достоверно оценить прочность изделий.

Следует отметить, что результаты оценки прочности кладки, полученные на основании испытаний отобранных из ее тела отдельных кирпичей и затвердевшего раствора, имеют низкую достоверность, поскольку не учи-

тывают взаимодействие кирпича и раствора в каменной кладке. Единственными методами, позволяющими получить достоверные данные о прочности на сжатие каменной кладки существующих конструкций, являются ее испытания в конструкции или лабораторные испытания отобранных из обследуемой конструкции образцов кладки^{1,2} [2, 3, 5, 9–14].

Список литературы/References

1. Орлович Р.Б., Деркач В.Н. Оценка прочности кладочных растворов при обследовании каменных зданий. *Инженерно-строительный журнал*. 2011;7(25):3–10. URL: [https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2011/7\(25\)/derkach_rastvor.pdf](https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2011/7(25)/derkach_rastvor.pdf) (дата обращения: 10.04.2026).
- Orlovich RB, Derkach VN Estimation of Masonry Mortars Strength during Stone Buildings Investigation. *Magazine of Civil Engineering*. 2011;7(25):3–10. (In Russ.) URL: [https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2011/7\(25\)/derkach_rastvor.pdf](https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2011/7(25)/derkach_rastvor.pdf) (accessed: 10.04.2026)
2. Деркач В.Н., Жерносок Н.М. Методы оценки прочности каменной кладки в отечественной и зарубежной практике обследования зданий и сооружений. *Вестник Белорусско-Российского университета*. 2010;3(28):135–143. URL: <http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/1873> (дата обращения: 10.04.2026).
- Derkach VN, Zhernosek NM Methods of Estimating the Durability of Stone Masonry in Domestic and Foreign Practices of Inspection of Buildings and Structures. *Bulletin of the Belarusian-Russian University*. 2010;3(28):135–143. (In Russ.) URL: <http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/1873> (accessed: 10.04.2026)
3. Белов В.В., Деркач В.Н. Экспертиза и технология усиления каменных конструкций. *Инженерно-строительный журнал*. 2010;7:14–20. URL: [https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2010/7\(17\)/derkach_kamen.pdf](https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2010/7(17)/derkach_kamen.pdf) (дата обращения: 10.04.2026).
- Belov VV, Derkach VN Expertise and Technology for Strengthening Stone Structures. *Magazine of Civil Engineering*. 2010;7:14–20. (In Russ.) URL: [https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2010/7\(17\)/derkach_kamen.pdf](https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2010/7(17)/derkach_kamen.pdf) (accessed: 10.04.2026)
4. Желдаков Д.Ю. Сегментный метод определения прочности ограждающей конструкции. *Строительство и реконструкция*. 2016;3(65):10–17. URL: [https://oreluniver.ru/public/file/archive/Stroitelstvo_i_rekonstruktsiya_3\(65\)_2016.pdf](https://oreluniver.ru/public/file/archive/Stroitelstvo_i_rekonstruktsiya_3(65)_2016.pdf) (дата обращения: 10.04.2026).
- Zheldakov DYU Segment Method of Definition of the Separating Building Element. *Building and Reconstruction*. 2016;3(65):10–17. (In Russ.) URL: [https://oreluniver.ru/public/file/archive/Stroitelstvo_i_rekonstruktsiya_3\(65\)_2016.pdf](https://oreluniver.ru/public/file/archive/Stroitelstvo_i_rekonstruktsiya_3(65)_2016.pdf) (accessed: 10.04.2026)
5. Matysek P. *Identyfikacja wytrzymałości na ściskanie i odkształcalności murów ceglanych w obiektach istniejących*. Kraków: Politechnika Krakowska; 2014. 167 p.
6. Tkacz P., Orłowicz R. Wybrane sposoby określania wytrzymałości muru w budynkach istniejących. In: *Materiały Konferencyjne «XXXIV Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta WPPK»*. Gliwice; 2019. Pp. 227–242.
7. Улыбин А.В., Зубков С.В. О методах контроля прочности керамического кирпича при обследовании зданий и сооружений. *Инженерно-строительный журнал*. 2013;3:29–34. <https://www.doi.org/10.5862/MCE.29.3>
- Ulybin AV, Zubkov SV Control Methods for Strength of Ceramic Bricks in the Inspection of Buildings. *Magazine of Civil Engineering*. 2013;3:29–34. (In Russ.) <https://www.doi.org/10.5862/MCE.29.3>
8. Улыбин А.В., Зубков С.В., Сударь О.Ю., Лаптев Е.А. Стандартная и альтернативная методики определения прочности кирпича при обследовании зданий и сооружений. *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2014;3(18):9–24. URL: <https://unistroy.spbstu.ru/article/2014.18.2/> (дата обращения: 10.04.2026).
- Ulybin AV, Zubkov SV, Sudar OYu, Laptev EA Standard and Alternative Methods of Determination of the Strength of Brick at Inspection of Buildings and Structures. *Construction of Unique Buildings and Structures*. 2014;3(18):9–24. URL: <https://unistroy.spbstu.ru/article/2014.18.2/> (accessed: 10.04.2026).
9. Krawtschuk A., Zeman O., Schellander J., Zimmermann T., Strauss A., Bergmeister K. Einfluss der Belastungsrichtung auf die einaxiale Druckfestigkeit von Proben aus Vollziegeln. *Mauerwerk*. 2014;2:98–104. <https://doi.org/10.1002/dama.201400615>
10. Niedostatkiewicz M., Majewski T. Badania wytrzymałości historycznych murów ceglanych. In: *XXXVIII Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji*. Wisła; 2024. Pp. 1–40. URL: https://mostwiedzy.pl/pl/publication/download/1/badnia-wytrzymalosci-historycznych-murow-ceglanych_93750.pdf (дата обращения: 10.04.2026).
11. Деркач В.Н. *Каменные и армокаменные конструкции. Оценка технического состояния, ремонт и усиление*. Минск: СтройМедиа Проект; 2021. 256 с.

¹ UIC — International Union of Railways: UIC Code. Recommendations for the Inspection, Assessment, Reliability and Maintenance of Masonry Arch Bridges. 2008. 16 p.

² RILEM Recommendation MDT. D. 4 — In situ stress-strain behaviour tests based on the flat jack. *Materials and Structures*. 2004;37:497–501. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02481589> (дата обращения: 10.04.2026).

Derkach VN Masonry and Reinforced Masonry Structures. Assessment of Technical Condition, Repair and Strengthening. Minsk: StroyMedia Project; 2021. 256 p. (In Russ.)

12. Орлович Р.Б., Зимин С.С. *Оценка технического состояния исторических каменных зданий*. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС; 2024. 209 с.

Orlovich RB, Zimin SS *Assessment of the Technical Condition of Historical Stone Buildings*. St.Petersburg: POLITECH-PRESS; 2024. 209 p. (In Russ.)

13. Галалюк А.В., Деркач В.Н. Оценка механических характеристик каменной кладки существующих зданий. *Строительство и реконструкция*. 2023;6(110):5–14. URL: [https://oreluniver.ru/public/file/archive/sir_Stroitelstvo_i_rekonstruktsiya_6\(110\)_2023.pdf](https://oreluniver.ru/public/file/archive/sir_Stroitelstvo_i_rekonstruktsiya_6(110)_2023.pdf) (дата обращения: 10.04.2026).

Halaliuk AV, Derkach VN *Evaluation of the Mechanical Characteristics of the Masonry in Existing Buildings. Building and Reconstruction*. 2023;6(110):5–14. (In Russ.) URL: [https://oreluniver.ru/public/file/archive/sir_Stroitelstvo_i_rekonstruktsiya_6\(110\)_2023.pdf](https://oreluniver.ru/public/file/archive/sir_Stroitelstvo_i_rekonstruktsiya_6(110)_2023.pdf) (accessed: 10.04.2026).

14. Gaber K., Kupper R. Vorschlag für ein neues Verfahren zur Prüfung der Druckfestigkeit von bestehendem Mauerwerk. *Mauerwerk*. 2012;16(6):297–300. <https://doi.org/10.1002/dama.201202102>

Об авторах:

Деркач Валерий Николаевич, доктор технических наук, профессор, директор филиала «Научно-технический центр» РУП «СТРОЙТЕХНОРМ» (224023, Республика Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267/2), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9148-1000), v-derkach@yandex.ru

Демчук Игорь Евгеньевич, кандидат технических наук, начальник отдела филиала НТЦ РУП «СТРОЙТЕХНОРМ» (224023, Республика Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267/2), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9148-1000), 7263712@mail.ru

Матяс Павел Игоревич, ведущий инженер-конструктор филиала НТЦ РУП «СТРОЙТЕХНОРМ» (224023, Республика Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267/2), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9148-1000), matyas.ntc@gmail.com

Заявленный вклад соавторов:

В.Н. Деркач: научное руководство, формирование основной концепции, цели и задачи исследования, подготовка текста, формирование выводов.

И.Е. Демчук: анализ результатов исследований, подготовка текста.

П.И. Матяс: анализ результатов исследований, формирование списка литературы.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Valery N. Derkach, D.Sc. (Eng.), Professor, Director of the Branch "Scientific and Technical Center" RUE "STROYTECHNORM" (267/2 Moskovskaya Str., Brest, Republic of Belarus), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9148-1000), v-derkach@yandex.ru

Igor E. Demchuk, Cand.Sci. (Eng.), Head of the department of the Branch "Scientific and Technical Center" RUE "STROYTECHNORM" (267/2 Moskovskaya Str., Brest, Republic of Belarus), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9148-1000), 7263712@mail.ru

Pavel I. Matyas, Cand.Sci. (Eng.), Leading design engineer of the Branch "Scientific and Technical Center" RUE "STROYTECHNORM" (267/2 Moskovskaya Str., Brest, Republic of Belarus), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9148-1000), matyas.ntc@gmail.com

Claimed contributorship:

VN Derkach: scientific supervision, formation of the basic concept, aims of the study, preparation of the manuscript, formation of the conclusions.

IE Demchuk: analysis of the research results, preparation of the manuscript.

PI Matyas: analysis of the research results, formation of the references.

Conflict of interest statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final version of manuscript.

Поступила в редакцию / Received 13.04.2026

Поступила после рецензирования / Reviewed 22.04.2026

Принята к публикации / Accepted 08.05.2026