

УДК 624.012.1/.2

[https://doi.org/10.37538/2224-9494-2024-3\(42\)-83-94](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2024-3(42)-83-94)

EDN: RWAVLZ

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ В РАЗВИТИИ НОРМ ПО КАМЕННЫМ КОНСТРУКЦИЯМ

М.К. ИЩУК, д-р техн. наук

Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций (ЦНИИСК) им. В.А. Кучеренко
АО «НИЦ «Строительство», 2-я Институтская ул., д. 6, к. 1, г. Москва, 109428, Российская Федерация

Аннотация

Введение. За последние годы по многим вопросам нарушились связи между основополагающими нормативными документами по каменной кладке, базирующимися на созданной много лет назад системе нормативных документов.

Цель. Выявить основные проблемные вопросы и наметить пути их решения. В первую очередь это относится к несогласованности ГОСТов на методы испытаний кирпича и раствора и сводов правил по проектированию каменных конструкций.

Материалы и методы. В работе показано, что прочность кирпича и раствора – это условные величины, которые во многом зависят от методов их испытаний, формы и размеров образцов, условий их выдержки до испытания. В СП 15.13330 «Каменные и армокаменные конструкции», являющемся актуализированной редакцией СНиП II-22-81*, при назначении расчетных сопротивлений кладки марки кирпича и раствора приняты по результатам испытаний в соответствии с действовавшими на тот момент ГОСТами.

Для восстановления взаимосвязи с ГОСТами в СП 15.13330.2012 внесены коррективы по назначению расчетных сопротивлений кладки. Данное решение является компромиссным. Оптимальным является введение в ГОСТ для кирпича пластического формования коэффициентов перехода от прочности шлифованного кирпича к прочности кирпича с выровненной раствором поверхностью.

Приведенные в ГОСТ на испытания кладки типы образцов в виде стенок заимствованы из европейских норм. Испытание стенок наряду со столбами без учета масштабного фактора приводит к некорректным результатам.

Выводы. Нарушению взаимосвязи между ГОСТами на методы испытаний материалов и сводами правил на проектирование во многом служит лоббирование интересов производителями материалов, стремящихся добиться для себя наибольшей выгоды. Порой происходит необоснованное стремление вмешаться в процесс разработки сводов правил.

С другой стороны, разработка качественных нормативных документов невозможна без взаимодействия всего профессионального сообщества, учета интересов всех сторон. Однако баланс интересов не должен способствовать снижению надежности возводимых зданий и сооружений.

Ключевые слова: каменная кладка, система нормативных документов, ГОСТы на методы испытаний, своды правил

Для цитирования: Ищук М.К. Проблемные вопросы в развитии норм по каменным конструкциям. *Вестник НИЦ «Строительство»*. 2024;42(3):83–94. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2024-3\(42\)-83-94](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2024-3(42)-83-94)

Вклад автора

Автор берет на себя ответственность за все аспекты работы над статьей.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 03.07.2024

Поступила после рецензирования 25.07.2024

Принята к публикации 01.08.2024

PROBLEMATIC ISSUES IN THE DEVELOPMENT OF NORMS FOR MASONRY STRUCTURES

M.K. ISHCHUK, Dr. Sci. (Engineering)

*Research Institute of Building Constructions named after V.A. Koucherenko, JSC Research Center of Construction,
2nd Institutskaya str., 6, bld. 1, Moscow, 109428, Russian Federation*

Abstract

Introduction. In recent years, important connections between the regulatory documents on masonry structures, which were based on a system established many years ago, have been destroyed.

Aim. To identify the key issues and to outline approaches to their solution. This primarily concerns the inconsistency of State Standards on brick and mortar testing methods, as well as codes of practice for the design of masonry structures.

Results. It is shown that the strength of brick and mortar are conditional values, which depend largely on the methods of their testing, shape and size of specimens, exposure conditions prior to testing. In SP 15.13330.2012 "Masonry and reinforced masonry structures", which is an updated version of SNiP II-22-81*, the design resistance of masonry brick and mortar grades were assigned according to the results of tests in accordance with the State Standards in force at that time. In order to restore connections with State Standards, revisions concerning the design resistance of masonry structures were introduced in SP 15.13330. This was a compromise solution. An optimal solution would be to complement the State Standard for plastic molding bricks with transition coefficients from the strength of polished bricks to the strength of bricks with a mortar-levelled surface. The types of specimens in the State Standard for masonry testing in the form of walls are borrowed from European norms. Testing walls along with columns without taking the scale factor into account leads to incorrect results.

Conclusions. Violation of the connections between State Standards for material testing methods and codes of practice for design occurs largely due to lobbying by material manufacturers, who seek to achieve the greatest benefit for themselves. Sometimes there is an unreasonable desire to interfere in the process of developing codes of practice. On the other hand, the development of high-quality regulatory documents is impossible without the involvement of a broader professional community, taking the interests of all parties into account. However, the balance of interests must not translate into the reduction of reliability of buildings and structures under construction.

Keywords: masonry, system of regulatory documents, State Standards for testing methods of masonry materials, codes of rules for masonry structures

For citation: Ishchuk M.K. Problematic issues in the development of norms for masonry structures. *Vestnik NIC Stroitel'stvo = Bulletin of Science and Research Center of Construction*. 2024;42(3):83–94. [In Russian]. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2024-3\(42\)-83-94](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2024-3(42)-83-94)

Author contribution statement

The author takes responsibility for all aspects of the paper.

Funding

No funding support was obtained for the research.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Received 03.07.2024

Revised 25.07.2024

Accepted 01.08.2024

Введение

Система нормативных документов по каменным конструкциям, создававшаяся не один десяток лет и включающая в себя СНиПы и пособия к ним, рекомендации, ГОСТы на кладочные материалы (кирпич, камень, блоки, кладочные растворы) и методы их испытаний, по ряду причин оказалась разбалансированной.

В первую очередь это относится к нарушению взаимосвязи между ГОСТами на методы испытаний материалов и сводами правил на проектирование. Причиной тому во многом служит лоббирование интересов производителей материалов, стремящихся добиться для себя наибольшей выгоды. Порой происходит необоснованное стремление вмешаться в процесс разработки сводов правил.

С другой стороны, разработка качественных нормативных документов невозможна без взаимодействия всего профессионального сообщества, учета интересов всех сторон. Однако баланс интересов не должен способствовать снижению надежности возводимых зданий и сооружений.

Работа кирпича и раствора в кладке при ее сжатии

Прочность кладки при сжатии ниже прочности кирпича и раствора, из которых она выполнена. Так, при марке кирпича и раствора М100 (100 кг/см²) прочность кладки 36 кг/см². Объяснением тому служит то, что кирпич в кладке при ее сжатии разрушается от изгиба и среза вследствие неоднородности горизонтальных растворных швов (рис. 1).

В формуле Л. И. Онищика (1), описывающей зависимость прочности кладки на сжатие от прочности кирпича и раствора, неполное использование прочности кирпича на сжатие учитывается коэффициентом A . Этот коэффициент принимает наименьшее из значений, зависящих от прочности кирпича на сжатие и прочности кирпича на изгиб (2) [1]:

$$R_u = AR_1 \left(1 - \frac{a}{b + \frac{1}{2} \frac{R_2}{R_1}} \right) \gamma, \quad (1)$$

где R_u – предел прочности кладки при сжатии;

R_1 – предел прочности камня при сжатии;

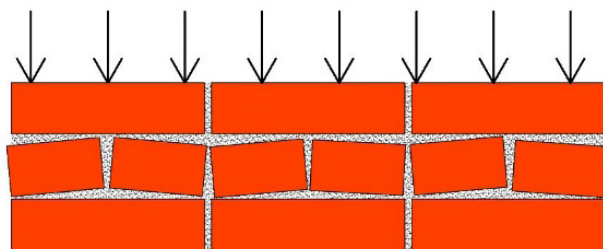


Рис. 1. Разрушение кирпича в кладке при сжатии от изгиба из-за неоднородности растворной постели и неровности на контакте с кирпичом

Fig. 1. Failure of brick in masonry under flexural compression due to inhomogeneity of mortar bed and irregularity at brick contacts

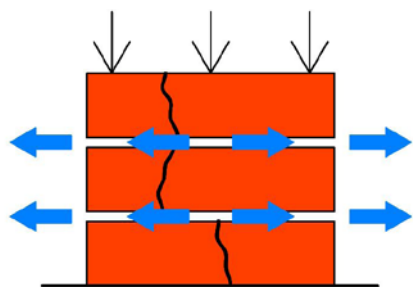


Рис. 2. Дополнительные растягивающие усилия в кирпиче при коэффициенте поперечного расширения у раствора выше, чем у кирпича

Fig. 2. Additional tensile loads in brick when the mortar has a coefficient of transverse expansion higher than that of brick

R_2 – предел прочности раствора при сжатии;

γ – понижающий коэффициент для растворов марок М25 и ниже;

A – конструктивный коэффициент, характеризующий степень использования в кладке прочности камня, принимаемый наименьшим из полученных по формулам:

$$A = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{100 + R_1}{100 m + n R_1} \\ \frac{1,2}{1 + R_1 / 3 R_{u,b}} \end{array} \right. < 1,0, \quad (2)$$

где $R_{u,b}$ – предел прочности кирпича при изгибе.

Коэффициенты a , b , m , n в формулах (1) и (2) зависят от вида камня.

В случае, когда коэффициент поперечного расширения у раствора выше, чем у кирпича, тому же способствуют возникающие вследствие поперечного расширения раствора горизонтальные растягивающие напряжения [2].

При качественных растворных швах и ровной поверхности кирпичей изгиб кирпича происходит в меньшей степени и прочность кладки повышается. При выполнении кладки каменщиком с низкой квалификацией ее прочность может оказаться в полтора раза ниже, чем у квалифицированного каменщика. В работе [3] показано, что прочность кладки улучшенного качества выше в 1,5–2,2 раза обычной кладки.

В работе [4] Л. И. Онищик писал, что при назначении прочности кладки принято значение коэффициента, характеризующего качество кладки в зависимости от квалификации каменщика $K_{\text{рука каменщ}} = 1,0$. Для малоквалифицированных каменщиков $K_{\text{рука каменщ}} = 0,9$. Многими исследователями это не учитывается, что может привести к неверному трактованию экспериментальных данных. С целью устранения этого целесообразно в новую редакцию ГОСТ 32047-2012 [5] ввести понятие коэффициента $K_{\text{рука каменщ}}$ и учитывать его при назначении сопротивления кладки сжатию.

Взаимосвязь методов испытания кирпича с прочностью кладки в формуле Л. И. Онищика

Прочность кирпича на сжатие – это условная величина, зависящая от способа и условий подготовки образцов. При выводе формулы (1) Л. И. Онищик заложил туда значения прочности кирпича при его сжатии R_1 , получаемые из испытания в прессе на сжатие кирпичей, поверхности которых выравнивают раствором. Таблицы расчетных сопротивлений кладки в СНиП II-22-81* «Каменные и армокаменные конструкции» основываются на формуле Л. И. Онищика (1), где прочность кирпича на сжатие определялась на образцах с выравниванием поверхности раствором. Испытания кирпича проводились по ГОСТ 8462-85 [6], где основным способом выравнивания поверхности принято выравнивание раствором, а для альтернативных методов (шлифование и войлочные прокладки) вводился коэффициент перехода к основному:

$$K = \frac{R_1}{R_2}, \quad (3)$$

где R_1 – предел прочности при сжатии образцов из кирпича или камней и изготовленных с выравниванием поверхностей раствором;

R_2 – предел прочности при сжатии образцов, поверхности которых выровнены альтернативным способом.

В работах [7–14] приведены результаты сравнительных испытаний образцов из керамического кирпича и камня на сжатие при различных способах выравнивания их поверхности.

Анализ результатов испытаний различных авторов позволяет сделать вывод, что выравнивание поверхности образцов шлифованием позволяет получить прочность образцов с выровненной раствором поверхностью практически на одну марку выше.

Многие заводы предпочитают выравнивание поверхности кирпича шлифованием. В отличие от выравнивания раствором этот способ не требует длительной выдержки образцов, показывает более стабильные результаты.

На прочность кирпича при его испытании на сжатие помимо неровности его поверхности, вызывающей концентрацию напряжений, способствующих изгибу и срезу, большую роль играет сдерживание поперечных деформаций плитами пресса. Применение войлочных прокладок снижает трение о плиты пресса, благодаря чему характер разрушения отличается, а результаты оказываются ниже.

Итак, выравнивание поверхности шлифованием с применением переходного коэффициента K по [6] позволяло, с одной стороны, удовлетворить выбор заводов, а с другой – сохранить целостный механизм увязки нормативных документов (рис. 3).

В 2007 г. появился ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камни керамические. Общие технические условия» [15]. В нем выравнивание поверхности раствором в соответствии с [6] принималось основным способом.

Первые нарушения целостного механизма, связывающего ГОСТы на испытание и СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции» [16] (разработан на основе СНиП II-22-81*), начались в 2012 году, когда в ГОСТ 530-2012 [17] были внесены изменения, указывающие на то, что шлифование является основным способом подготовки поверхности. При этом ГОСТ 8462-85 [6] продолжал действовать и это как-то снимало противоречие с СП 15.13330.2012 [16] (рис. 4).

Ударом по целостному механизму явилась отмена ГОСТ 8462-85 [6] и его замена на ГОСТ Р 58527-2019 [18], где основным способом принято выравнивание поверхности шлифованием.

Изменение метода испытания кирпича требует изменение эмпирических коэффициентов в формуле (1) и таблиц расчетных сопротивлений кладки в [16], подсчитанных по этой формуле. В связи с этим в примечаниях к табл. 6.1 записано:

Расчетные сопротивления кладки в таблицах [16] получены из испытаний образцов кладки при определении прочности кирпича с выравниванием поверхности раствором. По этой причине приведенные в таблице расчетные сопротивления кладки умножают на коэффициенты перехода K_R , зависящие от способа выравнивания поверхности кирпича при испытании:

– 1,0 в случае выравнивания поверхности раствором;



Рис. 3. Сбалансированная система нормативных документов до 2012 г.
Fig. 3. Balanced system of regulatory documents up to 2012

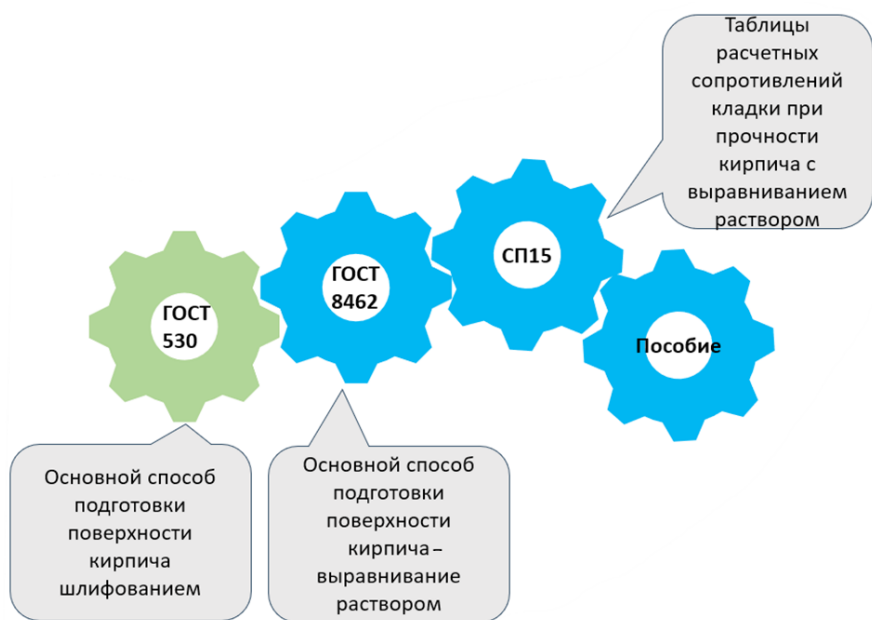


Рис. 4. Первое нарушение в системе нормативных документов с 2012 по 2019 г. с введением ГОСТ 530-2012 [17]
Fig. 4. First violation in the system of regulatory documents from 2012 to 2019 with the introduction of State Standard 530-2012 [17]

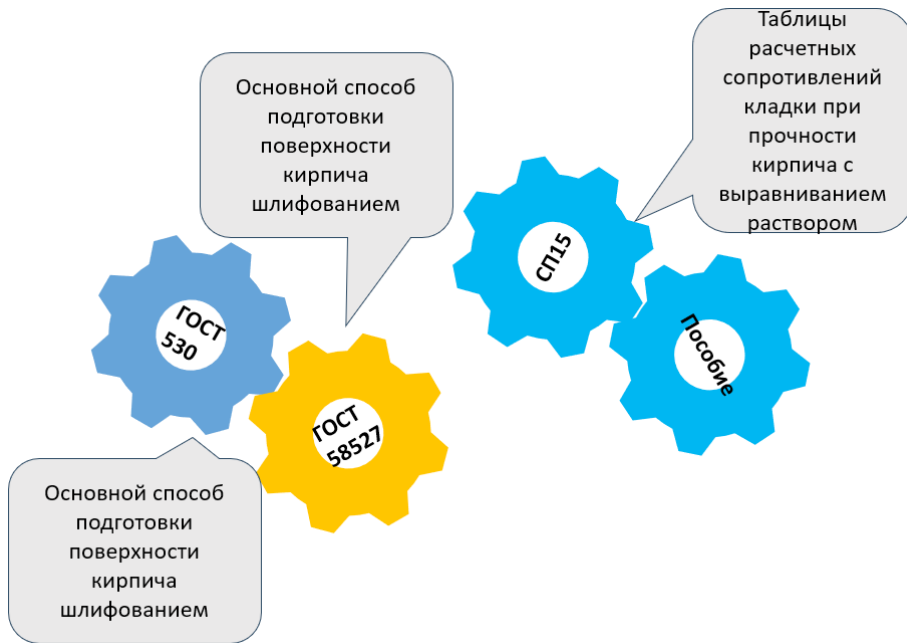


Рис. 5. Окончательная разбалансировка системы нормативных документов с отменой ГОСТ 8462-85 [6] и заменой его ГОСТ Р 58527-2019 [18] в 2019 г.

Fig. 5. Ultimate imbalance of the system of regulatory documents with the abolition of State Standard 8462-85 [6] and its replacement by State Standard R 58527-2019 [18] in 2019

– 0,9 в случае выравнивания поверхности шлифованием (требования этого пункта не относятся к камню и кирпичу, поставляемому на строительную площадку со шлифованными поверхностями, соответствующими требованиям [18]).

Это вынужденная мера, поскольку оптимальным решением было назначение марки кирпича в [17] с понижающим переходным коэффициентом при выравнивании поверхности шлифованием.

Справедливости ради отметим, что с появлением на отечественном рынке кирпичей более высоких марок способ выравнивания поверхности раствором потребовал корректировки. Выравнивание должно производиться раствором прочностью не менее 330 кгс/см² на момент испытания.

В DIN EN 772-1 [19] и идентичном ему белорусском стандарте СТБ EN 772-1 [20] выравнивание поверхности производится двумя способами – шлифованием и раствором. Отклонение от плоскостности нагружаемых поверхностей образца не должно превышать 0,1 мм на каждые 100 мм длины. Отклонение от прямолинейности верхней поверхности образца не должно превышать 1 мм на каждые 100 мм длины. Если эти требования не выполняются, то поверхности выравниваются шлифованием или раствором. Способ подготовки поверхности указывают в протоколе испытаний. Для выравнивания применяют цементно-песчаный раствор, прочность которого равна минимальному нормируемому значению прочности при сжатии кирпича, камня, блока, но не выше 30 МПа. При коэффициенте формы, равном 0,8 при переходе от кубов с ребром 4 см к кубам с ребром 7 см, это соответствует прочности раствора 37,5 МПа.

Как отмечалось, прочность кладки во многом определяется прочностью кирпича на изгиб. С сожалением стоит констатировать, что в [17] требования по минимальной прочности кирпича при изгибе при назначении марки изделия были сняты для кирпичей низких марок (М75 и ниже), зачастую трещиноватых и имеющих низкую изгибную прочность.

Взаимосвязь методов испытания раствора с прочностью кладки в формуле Л. И. Онищика

Первоначально прочность раствора оценивалась по результатам испытаний кубов, изготавливаемых в стальных формах с дном. В дальнейшем было предложено перейти к испытаниям кубов, изготавливаемых в формах без дна и устанавливаемых на пористое основание (кирпич) для возможности отсоса влаги. Такой способ изготовления кубов представлялся более близким к поведению раствора при его твердении в кладке. В работе [1] Л. И. Онищик пишет, что при испытании кубиков, изготовленных на пористом основании с отсосом влаги, получается более высокая (примерно в 2 раза) прочность раствора. В ГОСТ 5802-86 [21] основным является изготовление кубов в формах с металлическим дном, в связи с чем требуется очередная корректировка всех (!) таблиц расчетных сопротивлений кладки в [16] путем введения коэффициента перехода к марке раствора. Величина этого коэффициента в настоящее время требует уточнения.

Влияние габаритов и формы экспериментальных образцов кладки

В ГОСТ [5] даны два типа экспериментальных образцов – стенки, заимствованные из EN 1052-1-2009 [22], и традиционные для российских методов испытаний столбы. Полученные из испытаний образцов стенок и столбов значения прочности кладки могут отличаться в ту или иную сторону от среднего значения на 12 %. В связи с этим целесообразно внести в ГОСТ [5] коэффициенты формы, с помощью которых полученная из испытаний прочность кладки приводится к единому стандарту.

Общий вид формулы Л. И. Онищика

С учетом изложенного выше временное сопротивление кладки сжатию R_u рекомендуется вычислять по следующей видоизмененной формуле (1):

$$R_u = K_{\text{рука камень}} K_{\text{габар}} A R_1 \left(1 - \frac{a}{b + \frac{\frac{1}{2} R_2}{R_1}} \right) \gamma, \quad (4)$$

где R_u – временное сопротивление кладки сжатию, определенное из испытаний столбов с габаритами в плане $0,38 \times 0,51$ см.

К вопросу о керамическом кирпиче полусухого прессования

Исключение из ГОСТ [17] термина «кирпич полусухого прессования» – очередная нестыковка с СП [16]. Несмотря на отдельные преимущества такого кирпича благодаря его ровной поверхности, долговечность кладки из него ниже. Исключение его из норм

привело бы к приравнению такого кирпича к кирпичу пластического прессования и снятию ограничений на его применение (например, в дымовых трубах, стенах подвалов, фундаментах и т. п.).

Заключение

1. Получаемые в испытаниях прочностные характеристики кирпича (камня) и раствора носят условный характер и во многом зависят от способа изготовления, формы, габаритов образцов для испытаний.

В основу советских норм по каменным конструкциям для определения прочности кладки при осевом сжатии заложена формула Л. И. Онищика, устанавливающая связь между прочностью кирпича (камня) и раствора с прочностью кладки на сжатие. Эмпирические коэффициенты в этой формуле зависят от выбранных методов испытания кладочных материалов. С изменением методов испытаний должны корректироваться и коэффициенты.

2. Сопротивления кладки сжатию в нормах подсчитывались по формуле Л. И. Онищика, где основным способом выравнивания поверхности кирпича служила подливка его раствором. При выравнивании поверхности другими способами следует вводить коэффициент перехода между ними. В противном случае марка кирпича будет отличаться от полученной по методике Л. И. Онищика и при подстановке в таблицы расчетных сопротивлений кладки в [16] можно получить некорректные значения.

Для восстановления взаимосвязи между ГОСТами на испытания и сводом правил в таблицу 6.1 [16] внесены коррективы по назначению расчетных сопротивлений кладки. Для кирпича пластического формования расчетные сопротивления кладки принимаются с понижающим коэффициентом 0,9 при выравнивании поверхности кирпича шлифованием.

Данное решение является компромиссным. Оно позволяет сохранить прежние запасы прочности для каменной кладки, которые были искусственно снижены после выхода ГОСТ [17] и назначении основным способом подготовки поверхности шлифование.

Оптимальным является введение в ГОСТ [17] для кирпича пластического формования коэффициентов перехода от прочности шлифованного кирпича к прочности кирпича с выровненной раствором поверхностью. Способ испытания кирпича с выровненной раствором поверхностью следует считать основным и марку кирпича устанавливать по нему, что должно отражаться в паспорте на изделие.

Для кирпича и камня, выпускаемых со шлифованной поверхностью, это требование не распространяется.

3. Вернуть в ГОСТ [17] требование о назначении марки кирпича по прочности с учетом прочности на изгиб.

4. Сопротивления кладки сжатию в нормах подсчитывались по формуле Л. И. Онищика, где прочность раствора определялась из испытания кубов, изготовленных в формах без дна и устанавливаемых на пористое основание.

В новой редакции ГОСТ принято, что образцы изготавливаются в формах с дном. В этом случае следует вводить коэффициент перехода в таблицы расчетных сопротивлений кладки в [16]. Значения этих коэффициентов требуют уточнения.

5. Приведенные в ГОСТ на испытания кладки [5] типы образцов частично позаимствованы из европейских норм. При этом не учитывается, что при назначении прочности кладки сжатию в российских нормах принимались результаты испытаний столбов определенных габаритов. Испытание стенок наряду со столбами без учета масштабного фактора приводит к некорректным результатам. В [5] следует внести требования по учету масштабного фактора.

Кроме того, рекомендуется учитывать качество кладки опытных образцов («руку каменщика») в соответствии с формулой (4).

6. Следует вернуть в ГОСТ [17] термин «кирпич полусухого формования» и соответствующие требования к нему.

Список литературы

1. *Онищик Л.И.* Каменные и армокаменные конструкции промышленных и гражданских зданий. Москва–Ленинград: Стройиздат; 1939.
2. *Поляков С.В.* Длительное сжатие кирпичной кладки. Москва: Госстройиздат; 1959.
3. *Ищук М.К.* Роль прочности кирпича на изгиб при сжатии кладки. Строительные материалы. 2018;(8):63–65.
4. *Онищик Л.И.* Нормы проектирования каменных и армокаменных конструкций. В: Нормы проектирования конструкций. 4-я ред. Москва: Машстройиздат; 1949, с. 37–65.
5. ГОСТ 32047-2012. Кладка каменная. Метод испытания на сжатие. Москва: Стандартинформ; 2014.
6. ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. Москва: Издательство стандартов; 2001.
7. *Порядина Н.А., Серебряная И.А.* Статистический анализ применимости альтернативного метода испытания на прочность при осевом сжатии. В: Инновационные технологии в науке и образовании. Сб. трудов VI Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону: ДГТУ-ПРИНТ; 2018, с. 187–190.
8. *Деркач В.Н., Галалюк А.В.* Влияние подготовки поверхности кладочного элемента на прочность при сжатии определяемую согласно EN 772-1. Строительная наука и техника. 2010;(5):47–50.
9. *Fódi A.* Effects influencing the compressive strength of a solid, fired clay brick. Periodica Polytechnica Civil Engineering. 2011;55(2):117–128. <https://doi.org/10.3311/pp.ci.2011-2.04>
10. *Сапелин Н.А., Ким Д.И.* Методы определения прочности керамических камней. Технологии бетонов. 2010;(3-4):10–11.
11. *Ищук М.К.* Влияние различных факторов на оценку прочности кладки при сжатии [К вопросу совершенствования норм по каменным конструкциям]. Строительные материалы. 2020;(7):67–75. <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-782-7-67-75>
12. *Ищук М.К., Айзятуллин Х.А., Черемных В.А., Попов А.А., Макаревич Е.В., Салюкова М.Г., Лежнева Т.Н.* Исследование прочности на сжатие кирпича и камня при различных способах подготовки поверхности опытных образцов. В: Эффективные строительные конструкции: теория и практика. Сборник статей XXI Международной научно-технической конференции. Пенза: Приволжский Дом знаний; 2021, с. 49–54.
13. *Пономарев О.И., Мухин М.А.* Методические рекомендации по методу испытания керамического полнотелого кирпича. Отчет о НИР. Номер государственной регистрации: АААА-Б20-220110690049-4. Москва; 2020.
14. *Пономарев О.И., Мухин М.А., Ветков А.С., Иванова А.Ю.* Влияние шлифования нагружаемой поверхности на прочность кладочных стеновых керамических изделий при сжатии. Вестник НИЦ Строительство. 2021;28(1):74–84. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-1\(28\)-74-84](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-1(28)-74-84)
15. ГОСТ 530-2007. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. Москва: Стандартинформ; 2007.
16. СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*. Москва: Стандартинформ; 2012.
17. ГОСТ 530-2012. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. Москва: Стандартинформ; 2013.
18. ГОСТ Р 58527-2019. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. Москва: Стандартинформ; 2019.
19. DIN EN 772-1:2016. Methods of test for masonry units – Part 1: Determination of compressive strength [internet]. Available at: <https://meganorms.ru/stb-din-en-772-1-2016-05.html>

20. СТБ EN 772-1-2008 (EN 772-1:2000, IDT). Методы испытаний строительных блоков. Часть 1. Определение прочности при сжатии. Минск: Госстандарт: Минсктиппроект; 2008.
21. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний. Москва: Стандартиформ; 2018.
22. EN 1052-1-2009. Methods of test for masonry – Part 1. Determination of compressive strength [internet]. Available at: <https://standards.globalspec.com/std/620393/EN%201052-1>

References

1. *Onishchik L.I.* Stone and reinforced stone structures of industrial and civil buildings. Moscow–Leningrad: Stroyizdat Publ.; 1939. (In Russian).
2. *Polyakov S.V.* Prolonged compression of brickwork. Moscow: Gosstroyizdat Publ.; 1959. (In Russian).
3. *Ishchuk M.K.* The role of brick bending strength at compression of masonry. *Stroitel'nye Materialy = Construction Materials*. 2018;(8):63–65. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-762-8-63-65>
4. *Onishchik L.I.* Norms of design of stone and reinforced stone structures. In: *Norms of design of structures*. Fourth ed. Moscow: Mashstroizdat Publ.; 1949, pp. 37–65. (In Russian).
5. State Standard 32047-2012. Masonry. Method of compressive test. Moscow: Standartinform Publ.; 2014. (In Russian).
6. State Standard 8462-85. Wall materials. Methods for determination of ultimate compressive and bending strength. Moscow: Publishing standards; 2001. (In Russian).
7. *Ordina N.A., Serebryanskaya I.A.* Statistical analysis of the applicability of an alternative method of strength testing under axial compression. In: *Innovative technologies in science and education. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference*. Rostov-on-Don: DSTU-PRINT; 2018, pp. 187–190. (In Russian).
8. *Derkach V.N., Galalyuk A.V.* The effect of surface preparation of a masonry element on compressive strength determined according to EN 772-1. *Stroitel'naya nauka i tekhnika = Construction science and technology*. 2010;(5):47–50. (In Russian).
9. *Fódi A.* Effects influencing the compressive strength of a solid, fired clay brick. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*. 2011;55(2):117–128. <https://doi.org/10.3311/pp.ci.2011-2.04>
10. *Sapelin N.A., Kim D.I.* Methods for determining the strength of ceramic stones. *Tekhnologii betonov = Technologies of concrete*. 2010;(3-4):10–11. (In Russian).
11. *Ishchuk M.K.* Influence of different factors on the assessment of strength of masonry at compression [to the question of improvement of norms on masonry constructions]. *Stroitel'nye Materialy = Construction Materials*. 2020;(7):67–75. (In Russian). <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-782-7-67-75>
12. *Ishchuk M.K., Aizyatullin H.A., Cheremnykh V.A., Popov A.A., Makarevich E.V., Salyukova M.G., Lezhneva T.N.* Investigation of the compressive strength of brick and stone with various methods of surface preparation of prototypes. In: *Effective building structures: theory and practice. Collection of articles of the XXI International Scientific and Technical Conference*. Penza: Privolzhskii Dom znaniy Publ.; 2021, pp. 49–54. (In Russian).
13. *Ponomarev O.I., Mukhin M.A.* Methodological recommendations on the method of testing ceramic solid bricks. Scientific report. State registration number AAAA-B20-220110690049-4. Moscow; 2020. (In Russian).
14. *Ponomarev O., Mukhin M., Vetkov A., Ivanova A.* The effect of grinding the loaded surface on the strength of masonry wall ceramic products in compression. *Vestnik NIC Stroitel'stvo = Bulletin of Science and Research Center of Construction*. 2021;28(1):74–84. (In Russian). [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-1\(28\)-74-84](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-1(28)-74-84)
15. State Standard 530-2007. Ceramic bricks and stones. General specifications. Moscow: Standartinform Publ.; 2007. (In Russian).
16. SP 15.13330.2012. Masonry and reinforced masonry structures. Updated version SNiP II-22-81*. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
17. State Standard 530-2012. Ceramic bricks and stone. General specifications. Moscow: Standartinform Publ.; 2013. (In Russian).
18. State Standard R 58527-2019. Wall materials. Methods for determination of ultimate compressive and bending strength. Moscow: Standartinform Publ.; 2019. (In Russian).
19. DIN EN 772-1:2016. Methods of test for masonry units – Part 1: Determination of compressive strength [internet]. Available at: <https://meganorms.ru/stb-din-en-772-1-2016-05.html>

- 20.** STB EN 772-1-2008 (EN 772-1:2000, IDT). Test methods for building blocks. Part 1. Determination of compressive strength. Minsk: Gosstandart: Minsktipproekt; 2008. (In Russian).
- 21.** State Standard 5802-86. Mortars. Test methods. Moscow: Standartinform Publ.; 2018. (In Russian).
- 22.** EN 1052-1-2009. Methods of test for masonry – Part 1. Determination of compressive strength [internet]. Available at: <https://standards.globalspec.com/std/620393/EN%201052-1>

Информация об авторе / Information about the author

Михаил Карпович Ищук, д-р техн. наук, заведующий лабораторией реконструкции уникальных каменных зданий и сооружений, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», Москва
e-mail: kamkon@yandex.ru

тел.: +7 (926) 535-20-32; +7 (499) 174-79-96 (83)

Mikhail K. Ishchuk, Dr. Sci. (Engineering), Head of the Laboratory for the Reconstruction of Unique Stone Buildings and Structures, Research Institute of Building Constructions named after V.A. Koucherenko, JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: kamkon@yandex.ru

tel.: +7 (926) 535-20-32; +7 (499) 174-79-96 (83)