

**Министерство строительства  
и жилищно-коммунального хозяйства  
Российской Федерации**

**Федеральное автономное учреждение  
«Федеральный центр нормирования, стандартизации  
и технической оценки соответствия в строительстве»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО МЕТОДУ ИСПЫТАНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО  
ПОЛНОТЕЛОГО КИРПИЧА**

**Москва 2020**

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	2
4 Общие положения .....	3
5 Отбор и подготовка образцов керамического полнотелого кирпича для испытаний .....	4
5.1 Отбор образцов.....	4
5.2 Подготовка образцов к испытаниям .....	5
5.3 Выдерживание образцов перед испытаниями (температурно- влажностный режим) .....	6
6 Оборудование, приборы и материалы .....	7
7 Проведение испытаний и определение предела прочности полнотелого керамического кирпича при сжатии.....	8
8 Проведение испытаний и определение предела прочности при изгибе полнотелого керамического кирпича.....	13
Приложение А Методика подготовки опорных (нагружаемых) поверхностей полнотелого керамического кирпича пластического формования при испытании на сжатие для определения предела прочности кладки .....	15
Приложение Б Изготовление образцов из керамического полнотелого кирпича с подготовкой опорных поверхностей методом шлифования.....	16
Приложение В Изготовление образцов из керамического полнотелого кирпича пластического формования для определения предела прочности при сжатии с выравниванием опорных поверхностей раствором .....	17
Приложение Г Определение коэффициента перехода для вычисления пределов прочности при сжатии образцов, изготовленных с использованием различных методов выравнивания опорных поверхностей .....	19
Приложение Д Пересчет предела прочности на сжатие полнотелого керамического кирпича в эквивалентную прочность в воздушно-сухом состоянии .....	21
Приложение Е Применение коэффициентов формы при определении предела прочности при сжатии полнотелого керамического кирпича .....	22
Приложение Ж Требования к протоколу испытаний полнотелого керамического кирпича на сжатие и изгиб .....	23
Приложение И Примеры определения коэффициентов перехода по результатам контрольных испытаний .....	24
Библиография .....	30

## Введение

Методические рекомендации разработаны в развитие положений ГОСТ Р 58527–2019 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе» в части разъяснения необходимости применения выравнивания опорных поверхностей образцов раствором при определении предела прочности керамического полнотелого кирпича пластического формования и определения переходных коэффициентов к основному методу выравнивания шлифованием опорных поверхностей. В настоящих методических рекомендациях также изложена методика пересчета предела прочности полнотелого керамического кирпича, испытанного в сухом или водонасыщенном состоянии, в эквивалентную прочность в воздушно-сухом состоянии. Приведен коэффициент формы для керамического кирпича толщиной 88 мм.

На основании решения международного конгресса по испытанию строительных материалов (Амстердам, 1927 г.) в большинстве европейских стран был принят единый метод испытаний кирпича на сжатие. Этот метод заключается в том, что кирпич распиливается на две половинки, которые склеиваются прочным раствором. Верхняя и нижняя поверхности выравниваются слоем раствора. После отвердения раствора производится испытание образца на сжатие и определяется временное сопротивление.

Этот метод был введен в нормативные документы СССР.

Принятое Международным конгрессом по испытаниям строительных материалов решение было сделано в целях гармонизации усилий специалистов в области каменных конструкций, работающих в различных странах, и обеспечения возможности применения результатов проводимых ими экспериментов при анализе напряженно-деформированного состояния кладки. Однако, учитывая большую трудоемкость применения этого метода испытаний, во многих странах продолжали применять национальные нормативно-технические документы (НТД) на методы испытаний. Вместе с тем следует отметить, что любой метод испытания на сжатие кладочных стеновых материалов позволяет получить лишь некоторые условные показатели прочности изделия в кладке, косвенно отражающие его реальные прочностные характеристики.

В нашей стране на основании многочисленных экспериментальных исследований, проведенных в 30-х годах прошлого столетия в ЦНИИПС под руководством профессора Л.И. Онищика (приложение А), для определения прочностных характеристик кладки была принята следующая методика. Предел прочности всех видов кладок при кратковременном нагружении определяется не по экспериментальным данным, требующим испытания образцов кладки, а по формуле профессора Л.И. Онищика. Эта формула выведена по результатам многочисленных испытаний кладок различных видов и позволяет рассчитывать прочность кладки на основании экспериментальных данных о прочности кладочного изделия и раствора.

С использованием формулы Онищика составлены таблицы расчетных сопротивлений сжатию кладки из различных материалов для всего диапазона марок кладочных изделий и раствора, которые вошли в состав национальных нормативных документов по проектированию каменных и армокаменных конструкций и приведены в СП 15.13330.2020. Предел прочности кладки определяется по этим таблицам, требуемые при этом марки кирпича и раствора принимаются по результатам испытаний образцов материалов.

Таким образом данные таблиц расчетных сопротивлений сжатию кладки, приведенные в СП 15.13330.2020, тесно связаны с методикой испытаний кладочного материала и раствора и при определении предела прочности кладки с применением таблиц, пределы прочности кладочных стеновых изделий и раствора необходимо определять по тем же методикам, которые применялись при разработке формулы Онищика.

За последние годы в строительном комплексе Российской Федерации произошли существенные изменения. Качественно поменялась база строительной индустрии, построены новые и реконструированы существующие заводы, на которых введены в эксплуатацию технологические линии, оснащенные отечественным и импортным оборудованием по производству кладочных стеновых изделий. Выпускаемая продукция существенно отличается по своим характеристикам от изделий, производимых ранее. В практику строительства внедряется большое количество новых типов кладочных материалов, в том числе выпускаемых по зарубежным технологиям и отвечающих требованиям зарубежных стандартов. Приток иностранной продукции и технологий на рынок Российской Федерации потребовал гармонизации требований национальных и европейских норм.

Одним из недавних изменений было принятие шлифования как основного метода подготовки поверхности образцов кладочных материалов при испытании на сжатие, введенное в ГОСТ Р 58527–2019 в целях гармонизации с европейскими нормами. В ГОСТ Р 58527–2019, что «образец для определения предела прочности при сжатии кирпича состоит из двух целых кирпичей, уложенных постелями друг на друга». При этом в качестве основного метода подготовки опорных (нагружаемых) поверхностей керамического кирпича пластического формования использован метод шлифования.

Однако результаты проведенных экспериментальных исследований показывают, что при испытании кладочных материалов на сжатие метод выравнивания опорной поверхности образцов существенно влияет на значение предела прочности.

Для учета данного фактора в соответствии с таблицами 6.1 и 6.7 СП 15.13330.2020 при определении прочности кладки необходимо применять значения предела прочности кирпича пластического формования на сжатие, полученные с применением метода выравнивания нагружаемых поверхностей раствором.

В настоящих методических рекомендациях изложена методика определения коэффициентов перехода от предела прочности на сжатие полнотелого керамического кирпича, определенного по результатам испытаний образцов с подготовкой нагружаемых поверхностей методом шлифования по ГОСТ Р 58527–2019; к пределу прочности кирпича на сжатие, определенному в соответствии с требованиями ГОСТ 8462–85 с применением выравнивания опорных поверхностей образцов раствором (приложение Г).

Кроме того, в настоящих рекомендациях приведена методика пересчета предела прочности полнотелого керамического кирпича в эквивалентную прочность в воздушно-сухом состоянии (приложение Д).

Целесообразность включения данного приложения вызвана необходимостью оценки предела прочности полнотелого керамического кирпича в кладке реконструируемых объектов, в том числе зданий, подвалы и фундаменты которых, возведенные из полнотелого керамического кирпича пластического формования или из других кладочных изделий, увлажнены, имеет место подсос капиллярной влаги, и т.п. Для оценки прочности такой кладки необходимо проведение испытаний увлажненных образцов, прочность которых ниже прочности сухих изделий. Значение коэффициента пересчета принято в соответствии с европейскими нормами.

Методические рекомендации разработаны авторским коллективом АО «НИЦ «Строительство» – Центральным научно-исследовательским институтом строительных конструкций им. В.А. Кучеренко (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко) (канд. техн. наук *О.И. Пономарев, М.А. Мухин, А.С. Ветков, Е.Г. Фокина, С.Н. Цветкова, А.Ю. Иванова, О.С. Чигрина*).



## **1 Область применения**

В настоящих методических рекомендациях (далее – рекомендациях) приведена методика испытаний, применяемая для определения пределов прочности при сжатии и изгибе полнотелого керамического кирпича, указаны стандартизированные методы испытаний кирпича, в том числе:

- определение предела прочности при сжатии полнотелого керамического кирпича пластического формования;
- определение предела прочности при сжатии полнотелого керамического кирпича полусухого прессования;
- определение предела прочности при изгибе полнотелого керамического кирпича.

Настоящие рекомендации распространяются на полнотелые керамические кирпичи, предназначенные для кладки стен, перегородок, сводов и перекрытий, для кладки печей, а также для возведения лицевого слоя в наружных системах теплоизоляции.

Настоящие рекомендации могут также применяться при определении предела прочности на сжатие и изгиб полнотелого керамического кирпича зданий и сооружений исторической застройки городов, фортификационных сооружений, используемого при строительстве, ремонте и реконструкции различных объектов.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящих методических рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 166–89 (ИСО 3599–76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 288–72 Войлок технический тонкошерстный и детали из него для машиностроения. Технические условия

ГОСТ 427–75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 530–2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия

ГОСТ 3749–77 Угольники поверочные 90°. Технические условия

ГОСТ 6613–86 Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия

ГОСТ 8736–2014 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 10178–85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 23732–2011 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия

ГОСТ 25706–83 Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования

ГОСТ 28840–90 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ 31108–2016 Цементы общестроительные. Технические условия

ГОСТ Р 8.568–2017 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения  
ГОСТ Р 53228–2008 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

ГОСТ Р 58527–2019 Материалы стеновые. Методы испытаний пределов прочности при сжатии и изгибе

ГОСТ Р ИСО 6507-1–2007 Металлы и сплавы. Измерение твердости по Виккерсу. Часть 1. Метод измерения

СП 15.13330.2020 «СНиП П-22-81\* Каменные и армокаменные конструкции»

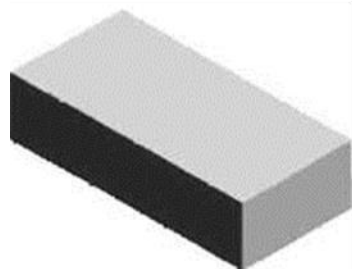
**П р и м е ч а н и е** – При пользовании настоящими методическими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящих методических рекомендаций в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

### 3 Термины и определения

В настоящих методических рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 кирпич полнотельный:** Изделие, в котором отсутствуют пустоты или с пустотностью не более 13 % (см. рисунок 1).

*а*



*б*



*а* – полнотельный кирпич; *б* – кирпич с пустотами до 13% (полнотельный)

**Рисунок 1 – Керамический полнотельный кирпич**

### 3.2

**кирпич клинкерный:** Изделие, имеющее высокую прочность и низкое водопоглощение, обеспечивающее эксплуатационные характеристики кладки в сильно агрессивной среде и выполняющее функции декоративного



материала.

[ГОСТ 530–2012, пункт 3.8]

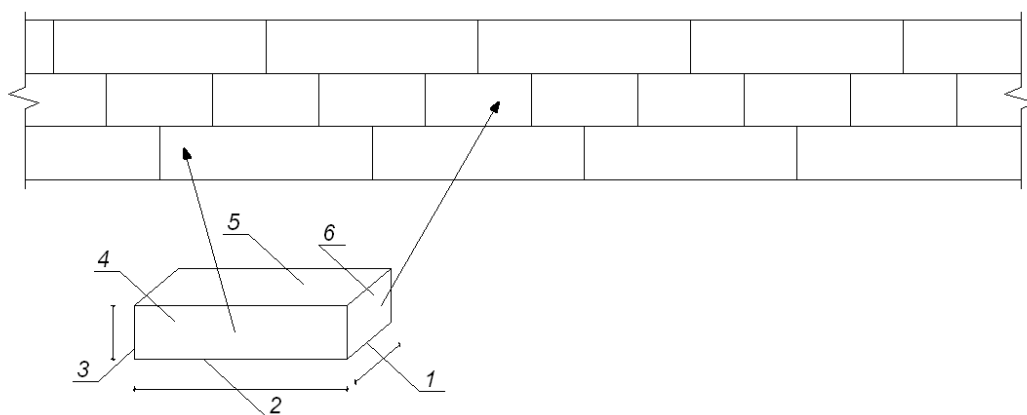
**3.3 отбитость:** Механическое повреждение грани, ребра, угла кирпича.

3.4

**посечка:** Трещина шириной раскрытия не более 0,5 мм.

[ГОСТ 530–2012, пункт 3.20]

**3.5 постель:** Рабочая грань кирпича, расположенная параллельно основанию кладки (см. рисунок 2).



1 – ширина; 2 – длина; 3 – толщина; 4 – ложок; 5 – постель; 6 – тычок

**Рисунок 2 – Фрагмент кладки (фасад)**

**3.6 трещина:** Разрыв кирпича без разрушения его на части, шириной раскрытия более 0,5 мм.

#### **4 Общие положения**

4.1 Полнотелый керамический кирпич для испытаний отбирают из партии.

Размер партии и число кирпичей, подлежащих испытанию для определения пределов прочности при сжатии и изгибе, приведены в разделе 5.

Кирпичи, отобранные для испытания на прочность, по внешнему виду и размерам должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов.

4.2 Средства измерений, применяемые для испытаний (см. раздел 6), должны быть поверены – калиброваны, а испытательное оборудование аттестовано по ГОСТ Р 8.568.

4.3 Предел прочности при сжатии кирпича определяют на образцах, состоящих из двух целых кирпичей, уложенных постелями друг на друга (в соответствии с ГОСТ 530 и ГОСТ Р 58527).

При определении предела прочности при сжатии кирпича, отобранного из конструкций существующих зданий или сооружений, допускается использовать половинки кирпича, в том числе полученные после испытания

его на изгиб. Кирпич делят на половинки распиливанием или раскалыванием. Половинки укладывают постелями друг на друга, поверхностями раздела в противоположные стороны.

4.5 При подготовке образцов выравниванию подлежат опорные (нагружаемые) поверхности, то есть поверхности, которые в конструкции располагаются перпендикулярно к направлению сжимающей нагрузки.

Приведенные в настоящих рекомендациях требования к подготовке опорных (нагружаемых) поверхностей при определении предела прочности испытываемых образцов, включающие шлифование, выравнивание раствором и применение прокладок, относятся только к керамическому полнотелому кирпичу пластического формования.

Предел прочности полнотелого керамического кирпича полусухого прессования определяют по результатам испытаний насухо без выравнивания опорных (нагружаемых) поверхностей.

4.6 Предел прочности при изгибе кирпича определяют на целом кирпиче.

4.7 Коэффициенты перехода для пересчета прочности кирпича при подготовке образцов по различным методикам, в воздушно-сухом, сухом и в водонасыщенном состояниях, приведены в приложении Д и в ГОСТ Р 58527–2019 (приложение Д).

## **5 Отбор и подготовка образцов керамического полнотелого кирпича для испытаний**

### **5.1 Отбор образцов**

Отбор образцов керамического полнотелого кирпича для проведения испытаний на сжатие и изгиб выполняют в соответствии с ГОСТ 530.

Для проведения испытаний методом случайного отбора из разных мест партии отбирают требуемое количество образцов полнотелого керамического кирпича:

- для определения внешнего вида и размеров – 35 шт.;
- для определения прочности при сжатии – 10 шт.;
- для определения прочности при изгибе – 5шт.;
- для определения прочности при сжатии клинкерного кирпича – 10 шт.;
- для определения предела прочности при изгибе клинкерного кирпича – 5 шт.

Партия должна состоять из установленного количества образцов кирпича одного условного обозначения.

Перед проведением испытаний отобранные образцы кирпича проверяют на соответствие требованиям ГОСТ 530 по внешнему виду, размерам и правильности формы.

Партию принимают, если при проверке размеров и правильности формы отобранных образцов кирпича только одно изделие не соответствует требованиям ГОСТ 530. Партия приемке не подлежит, если два и более из отобранных от партии изделия не соответствуют требованиям ГОСТ 530.

Если при испытании кирпича по показателям предела прочности при сжатии, предела прочности при изгибе получены неудовлетворительные результаты, проводятся повторные испытания изделий по этому показателю на удвоенном количестве образцов кирпича, отобранных из этой партии.

Партию принимают, если результаты повторных испытаний соответствуют указанным требованиям ГОСТ 530. Если результаты испытаний неудовлетворительны, то партию не принимают.

Каждая партия поставляемых изделий должна сопровождаться документом о качестве, в котором указывается:

- наименование предприятия - изготовителя и его товарный знак;
- наименование и условное обозначение кирпича;
- номер и дата выдачи документа;
- номер партии;
- число кирпичей в партии, шт.;
- марка по прочности, средняя плотность, марка по морозостойкости;
- пустотность (для полнотелого керамического кирпича – не более 13 %);
- водопоглощение;
- скорость начальной абсорбции воды;
- группа по теплотехнической эффективности;
- удельная эффективная активность естественных радионуклидов.

## **5.2 Подготовка образцов к испытаниям**

5.2.1 При подготовке образцов к испытаниям на сжатие поверхности, которые в конструкциях располагаются перпендикулярно к направлению сжимающей нагрузки (опорные или нагружаемые поверхности), подлежат выравниванию методом шлифования или альтернативными методами.

При выравнивании опорных поверхностей методом шлифования, образцы из кирпича пластического формования допускаются к испытанию на сжатие, если отклонение от плоскостности их опорных поверхностей составляет не более 0,1 мм на каждые 100 мм длины. Опорные поверхности образцов, не отвечающие данному требованию, подлежат выравниванию.

Допускается выравнивание опорных поверхностей образцов из полнотелого кирпича пластического формования цементным раствором или применение прокладок из технического войлока толщиной 5 – 10 мм по ГОСТ 288. При вычислении предела прочности при сжатии образцов, изготовленных с использованием альтернативных методов подготовки опорных поверхностей, результаты испытаний умножают на коэффициент перехода, вычисленный в соответствии с приложением Г.

В соответствии с СП 15.13330, при определении расчетного сопротивления  $R$  сжатию кладки, марка по прочности полнотелого керамического кирпича пластического формования принимается по результатам испытаний образцов с выравниванием их опорных (нагружаемых) поверхностей раствором. При других методах выравнивания поверхности марка кирпича для определения расчетного сопротивления

кладки сжатию принимается с учетом коэффициента перехода  $K_1$  в соответствии с ГОСТ Р 58527 и приложением Г.

Если выравнивание опорных (нагружаемых) поверхностей выполняется цементно-песчаным раствором, образцы изготавливают, соединяя кирпичи или их половинки и выравнивая их опорные поверхности цементным раствором в соответствии с приложением В.

Подготовку опорных поверхностей полнотелого керамического кирпича пластического формования для приемо-сдаточных испытаний и арбитражных проверок производят шлифованием.

При проведении приемо-сдаточных испытаний допускается применять иные способы выравнивания опорных поверхностей при условии наличия корреляционной связи между результатами, переходных коэффициентов между основным и альтернативным способами (приложение Г).

5.2.2 Предел прочности полнотелого керамического кирпича полусухого прессования определяют по результатам испытаний насухо без выравнивания опорных (нагружаемых) поверхностей.

5.2.3 Предел прочности при изгибе керамического кирпича определяют на целом изделии.

В местах опирания и приложения нагрузки поверхность кирпича пластического формования выравнивают шлифованием или цементным раствором, приготовленным по приложению В, или применяют прокладки из технического войлока. На участках опирания и приложения нагрузки поверхность образца должна соответствовать 5.2.1 настоящих рекомендаций.

5.2.4 Образцы изделий испытывают в воздушно-сухом, сухом или водонасыщенном состоянии в зависимости от требований нормативный документов (НД).

### **5.3 Выдерживание образцов перед испытаниями (температурно-влажностный режим)**

5.3.1 Испытуемые образцы выдерживают до достижения установленного влажностного состояния в зависимости от требований НД на полнотелый керамический кирпич. Подготовка должна соответствовать одному из установленных методов.

5.3.2 Подготовку к проведению испытаний образцов в воздушно-сухом состоянии осуществляют выдерживанием влажных испытуемых образцов в течение не менее чем 3 сут в помещении при температуре  $(20 \pm 5)$  °С и относительной влажности воздуха от 60 % до 80 % до постоянной массы. Масса считается постоянной, если по результатам двух последовательных взвешиваний с интервалом не менее 24 ч потеря массы образца составляет не более 0,2 %.

#### **5.3.3 Подготовка к испытаниям образцов методом высушивания**

Сухое состояние образцов достигается с помощью одного из следующих методов:

- высушиванием в сушильном шкафу при температуре  $(105 \pm 5)$  °С до постоянной массы;

- высушиванием в сушильном шкафу при температуре  $(70 \pm 5)$  °С до постоянной массы.

После высушивания и до испытаний образцы выдерживают при температуре  $(20 \pm 2)$  °С до достижения температурного равновесия. После этого в течение 24 ч проводят испытания.

#### **5.3.4 Подготовка к испытаниям образцов методом погружения**

Образцы керамического полнотелого кирпича погружают в воду температурой  $(20 \pm 5)$  °С минимум на 15 ч. Затем образцы вынимают и высушивают при температуре  $(20 \pm 2)$  °С в течение 15–20 мин.

### **6 Оборудование, приборы и материалы**

6.1 Для проведения испытаний кирпича на сжатие и изгиб используют машины по ГОСТ 28840 с регулируемой скоростью приложения нагрузки.

**Таблица 1 – Требования к испытательной машине**

Максимально допустимое отклонение измеряемой нагрузки при повторных нагружениях, % измеряемой нагрузки	Максимальное значение погрешности измерения нагрузки, % измеряемой нагрузки	Максимально допустимое отклонение показания шкалы от нуля при отсутствии нагрузки, % максимального значения нагрузки выбранного диапазона
2,0	$\pm 2,0$	$\pm 0,4$

Максимальное усилие испытательной машины должно быть достаточным для передачи нагрузки на все испытуемые образцы до их разрушения. Диапазон шкалы при этом выбирают таким образом, чтобы значение ожидаемой разрушающей нагрузки на испытуемый образец не превышало 1/5 ее максимального значения.

Испытательная машина должна быть оборудована регулятором скорости нагружения для обеспечения нагружения со скоростью, указанной в таблице 2 (в зависимости от ожидаемой прочности образца).

Испытательная машина должна иметь две стальные опорные плиты. Жесткость плит и способ передачи нагрузки выбирают таким образом, чтобы отклонение от плоскостности поверхностей плит, измеренное на участке длиной 250 мм, составляло не более 0,1 мм. Плиты должны быть закалены или иметь науглероженные поверхности. Твердость по Виккерсу поверхностей плит при испытании в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6507-1 должна быть не менее 600 HV.

Для одной из опорных плит должна быть предусмотрена возможность поворота для обеспечения плотного прилегания к поверхности образца при возникновении с ним контакта, но должна быть зафиксирована от поворота в процессе нагружения образца. Другая плита должна быть жесткой и неподвижной при нагружении образца во время испытания.

Размеры опорных поверхностей обеих плит должны превышать размеры поверхности испытуемых образцов.

6.2 Для проведения испытаний кирпича на сжатие и изгиб применяют следующие приборы и материалы:

- линейку измерительную металлическую по ГОСТ 427;
- угольник поверочный по ГОСТ 3749;
- штангенциркуль по ГОСТ 166;
- весы лабораторные по ГОСТ Р 53228;
- щупы измерительные с точностью до 0,01 мм по НД изготовителя;
- сито с сеткой 1 мм по ГОСТ 6613;
- шкаф сушильный, обеспечивающий поддержание температуры  $(105 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$  с пределами допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  по НД изготовителя;
- гладкую твердую плиту (пластина) из высококачественной стали или стекла размерами  $270 \times 150 \times 5$  мм. Отклонение поверхности пластины от расчетной плоскости должно составлять не более 0,1 мм на каждые 100 мм длины;
- цемент марки не ниже М 500 по ГОСТ 10178 или класса прочности 42,5 по ГОСТ 31108;
- песок кварцевый по ГОСТ 8736;
- воду для бетонов и строительных растворов по ГОСТ 23732;
- войлок толщиной до 10 мм по ГОСТ 288.

## **7 Проведение испытаний и определение предела прочности полнотелого керамического кирпича при сжатии**

7.1 Испытание образцов кирпича проводят в направлении, которое указывают в протоколе испытаний. Если шлифование ведет к значительному изменению показателей поверхности или существенному уменьшению высоты, то допускается применять альтернативные методы подготовки поверхности.

7.2 Образец для определения предела прочности при сжатии кирпича состоит из двух целых кирпичей или из двух его половинок, уложенных «постелями» друг на друга.

7.3 Шлифованные образцы испытывают без применения раствора или прокладок из иных материалов.

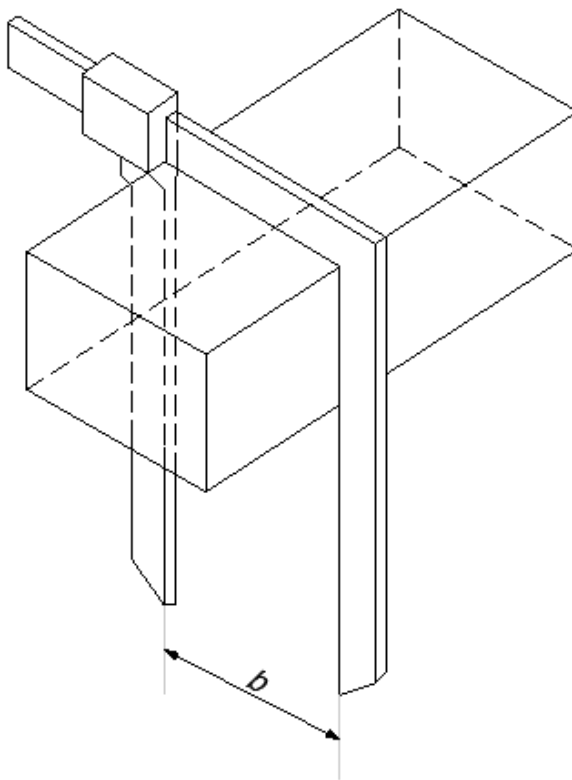
### **7.4 Определение геометрических размеров образцов**

7.4.1 До проведения механических испытаний измеряют геометрические размеры образцов.

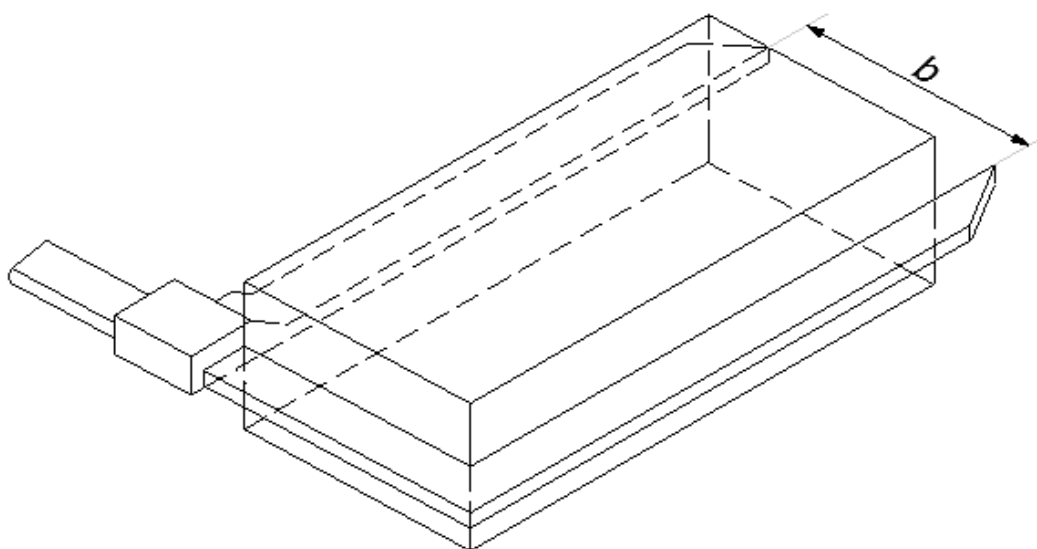
Размеры изделий измеряют металлической линейкой по ГОСТ 427 или штангенциркулем по ГОСТ 166, длину посечек, длину отбитостей ребер, радиус закругления смежных граней и глубину фаски на ребрах измеряют металлической линейкой по ГОСТ 427 или штангенциркулем по ГОСТ 166. Точность измерения 1 мм.

7.4.2 Длину, ширину и толщину каждого изделия измеряют по краям (на расстоянии 15 мм от угла) и в середине ребер противоположных граней. За результат измерения принимают среднеарифметическое значение трех

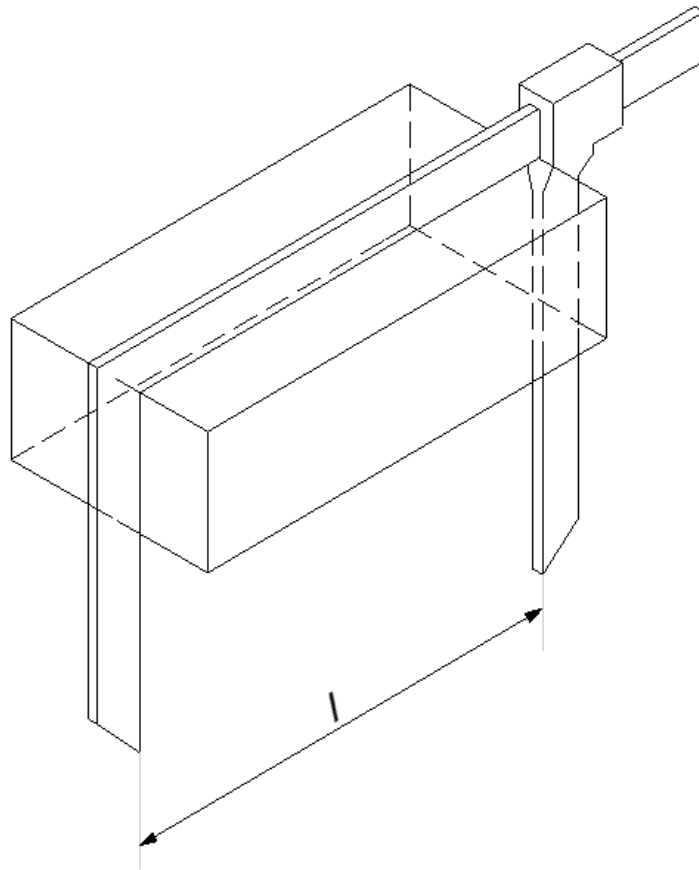
измерений, если ни одно из полученных значений не выйдет за пределы отклонений номинальных размеров (см. рисунки 3–8).



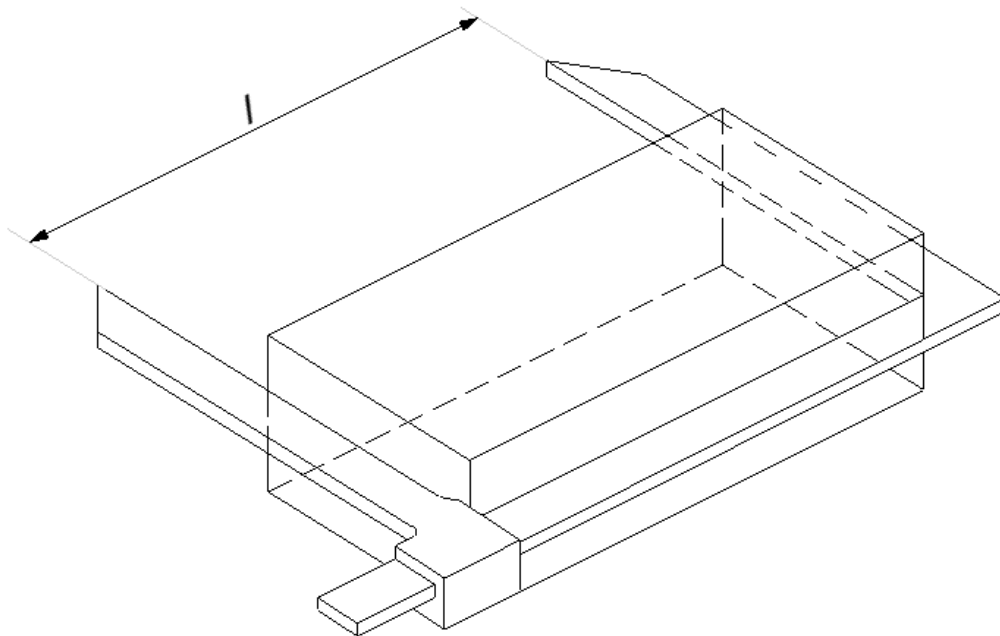
**Рисунок 3 – Измерение ширины, первое измерение**



**Рисунок 4 – Измерение ширины, второе измерение**

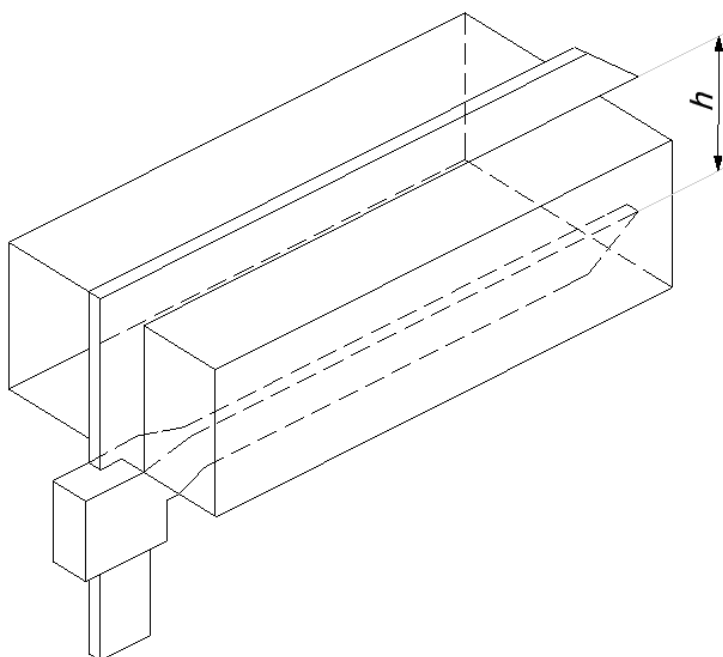


**Рисунок 5 – Измерение длины, первое измерение**

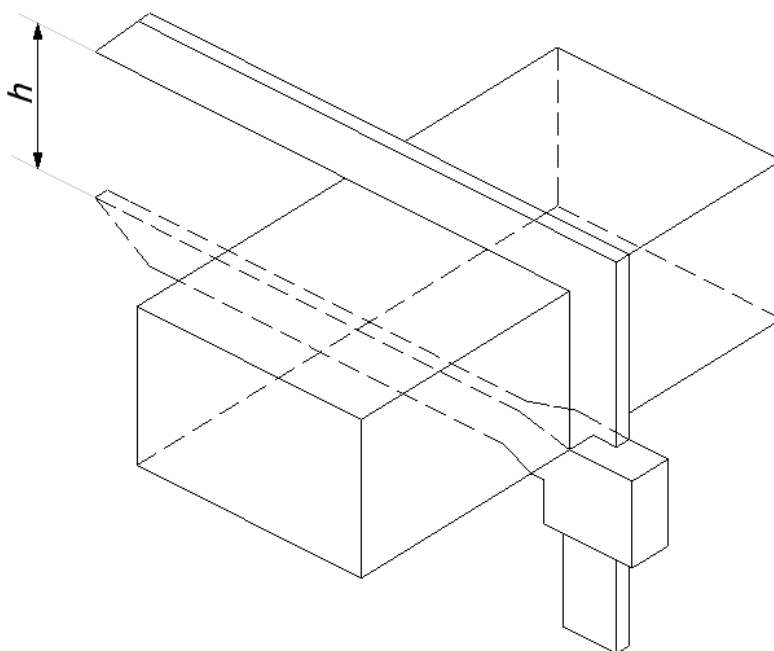


**Рисунок 6 – Измерение длины, второе измерение**





**Рисунок 7 – Измерение высоты, первое измерение**



**Рисунок 8 – Измерение высоты, второе измерение**

7.4.3 Плоскостность образца проверяют, измеряя щупом наибольший зазор между поверхностью образца и ребром угольника, накладываемого на диагонали опорной поверхности.

Отклонение от параллельности опорных поверхностей определяют как разность между наибольшим и наименьшим значениями высоты образца, измеренными по четырем вертикальным ребрам.

Отклонение от перпендикулярности граней определяют, прикладывая угольник к смежным граням изделия и измеряя металлической линейкой по

ГОСТ 427 наибольший зазор между угольником и гранью. Точность измерения 1 мм.

За результат измерений принимают наибольший из всех полученных результатов измерений.

7.4.4 Ширину раскрытия трещин измеряют с помощью измерительной лупы по ГОСТ 25706, после чего изделие проверяют на соответствие требованиям 5.1.4 ГОСТ 530–2012. Точность измерения 0,1 мм.

7.4.5 Глубину отбитости углов и ребер измеряют с помощью угольника по ГОСТ 3749 и линейки по ГОСТ 427 по перпендикуляру от вершины угла или ребра, образованного угольником, к поврежденной поверхности. Точность измерения 1 мм.

### 7.5 Проведение испытаний

7.5.1 До проведения испытания на сжатие в соответствии с нормативными документами на изделия в зависимости от принятого направления приложения нагрузки измеряют длину и ширину опорных поверхностей образцов и определяют их площадь. Погрешность измерения – не более 1 мм.

7.5.2 На боковые поверхности образца наносят вертикальные осевые линии. Образец устанавливают в центре плиты пресса, совмещая геометрические оси образца и плиты.

7.5.3 Нагрузка на образец должна возрастать непрерывно и равномерно таким образом, чтобы до разрушения образца прошло не менее 60 с.

В таблице 2 приведены ориентировочные значения для выбора скорости нагружения.

Значение максимальной нагрузки регистрируют с точностью до 1 кН.

Таблица 2 – Скорость нагружения в испытательной машине

Ожидаемая прочность при сжатии образца, МПа	Скорость нагружения, МПа/с
До 10 включ.	0,05
От 11 до 22 включ.	0,15
От 21 до 40 включ.	0,3
От 41 до 80 включ.	0,6
Св. 80 включ.	1,0

### 7.6 Обработка результатов испытаний

7.6.1 Предел прочности при сжатии образца  $R_{сж}$ , МПа вычисляют с точностью до 0,1 МПа по формуле

$$R_{сж} = \frac{P}{F}, \quad (7.1)$$

где  $P$  – наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, Н;

$F$  – площадь поперечного сечения образца, мм<sup>2</sup>, определяется как среднеарифметическое значение площадей верхней и нижней поверхностей.

При вычислении предела прочности при сжатии образцов из двух целых кирпичей толщиной 88 мм или из двух их половинок результаты испытаний умножают на коэффициент, принимаемый по приложению Е.

Для оценки предела прочности на сжатие полнотелого керамического кирпича рекомендуется учитывать коэффициент  $K_c$ , который позволяет пересчитать предел прочности кирпича в эквивалентную прочность, соответствующую прочности в воздушно – сухом состоянии (приложение Д) в случае подготовки образца к испытаниям по 5.3.3 (в сухом состоянии) или по 5.3.4 (в водонасыщенном состоянии).

При вычислении предела прочности при сжатии образцов, изготовленных с применением альтернативного способа выравнивания опорных поверхностей, результаты испытаний умножают на коэффициент перехода предела прочности  $K_1$ , вычисленный в соответствии с приложением Г.

При определении расчетного сопротивления  $R$  сжатию кладки по СП 15.13330, марка по прочности полнотелого керамического кирпича пластического формования принимается по результатам испытаний образцов с выравниванием их опорных (нагружаемых) поверхностей раствором. Для ее получения необходимо результаты испытаний образцов, выравниваемых методом шлифования, разделить на коэффициент перехода  $K_1$ , определяемый в соответствии с приложением Г.

Предел прочности при сжатии образцов в партии определяют как среднеарифметическое значение результатов испытаний установленного числа образцов и округляют до 0,1 МПа.

## 8 Проведение испытаний и определение предела прочности при изгибе полнотелого керамического кирпича

8.1 Предел прочности кирпича при изгибе определяют по результатам испытаний с измерением максимальной разрушающей нагрузки, вертикально передаваемой в середине пролета образца, установленного на двух опорах согласно чертежу (см. рисунок 9). Нагрузка должна передаваться равномерно по ширине образца.

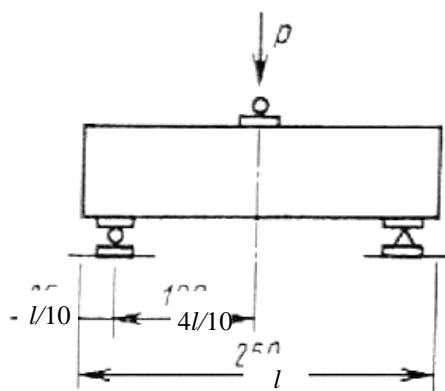


Рисунок 9 – Схема испытания кирпича на изгиб

Приспособление для испытания на изгиб должно иметь две нижних и одну верхнюю опору цилиндрической или конической формы с закругленным ребром. Длина опор должна быть не менее ширины образца. Расстояние между осями нижних опор должно быть равно 4/5 номинальной длины образца.

Опоры должны плотно прилегать к образцу по ширине, поэтому при проведении испытания между опорами и образцом устанавливаются прокладки из технического войлока или проводится выравнивание поверхности шлифованием или раствором в соответствии с приложениями Б и В.

8.2 Средства измерений, вспомогательные устройства и материалы применяются такие же, как и при испытании на сжатие (раздел 6).

### 8.3 Проведение испытания

Ширину и толщину образца измеряют в месте приложения нагрузки с погрешностью не более 1 мм в соответствии с 7.4. Расстояние между осями нижних опор измеряют с погрешностью не более 1 мм.

Образец симметрично устанавливают на нижних опорах оборудования, применяемого для испытаний кирпича на изгиб. Нагрузку прикладывают в середине пролета через верхнюю опору согласно схеме испытания (см. рисунок 9). Нагрузка на образец должна возрастать равномерно и непрерывно со скоростью 0,1–0,2 кН/с, обеспечивающей его разрушение через 20–60 с после начала нагружения. Полученное значение регистрируется с точностью до 0,1 кН.

### 8.4 Обработка результатов

8.4.1 Предел прочности при изгибе образца  $R_{изг}$ , МПа, вычисляют по формуле

$$R_{изг} = \frac{3Pl}{2bh^2}, \quad (8.1)$$

где  $P$  – наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, Н;

$l$  – расстояние между осями опор, мм;

$b$  – ширина образца посередине пролета, мм;

$h$  – высота образца посередине пролета без выравнивающего слоя, мм.

Предел прочности при изгибе образцов вычисляют с точностью до 0,1 МПа как среднеарифметическое значение результатов испытаний установленного числа образцов.

При вычислении предела прочности при изгибе образцов в партии не учитывают образцы, пределы прочности которых имеют отклонение от среднего значения предела прочности всех образцов более чем на 50 % и не более чем по одному образцу в каждую сторону.

## Приложение А

### Методика подготовки опорных (нагружаемых) поверхностей полнотелого керамического кирпича пластического формования при испытании на сжатие для определения предела прочности кладки

В соответствии с СП 15.13330 методика определения предела прочности при сжатии полнотелого керамического кирпича пластического формования для вычисления расчетных сопротивлений сжатию кладки предусматривает выравнивание раствором опорных поверхностей кирпича.

Предел прочности всех видов кладок при кратковременном нагружении определяется не по экспериментальным данным, предусматривающим испытание кладки, а по формуле профессора Л.И. Онищика [1], [2], которая предусматривает испытание только кирпича и раствора

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

где  $R_u$  – предел прочности кладки при сжатии;

$R_1$  – предел прочности кирпича, камня, блока при сжатии;

$R_2$  – предел прочности раствора (кубиковая прочность);

$\gamma$  – коэффициент, применяемый при определении прочности кладки на растворах низких марок;

$A$  – конструктивный коэффициент, определяемый по формуле

$$A = \frac{100 + R_1}{100m + nR_1}; \quad (\text{A.2})$$

для кладки из полнотелого керамического кирпича применяются следующие коэффициенты

$$a = 0,2; b = 0,3; m = 1,25; n = 3.$$

При оценке прочности кладки вновь возводимых и реконструируемых зданий и сооружений экспериментальным путем определяется только прочность кирпича и раствора.

При выводе формулы А.1 определение прочности кирпича выполнялось на образцах, склеенных раствором из двух половинок или целых кирпичей.

Поэтому при вычислении прочности кладки по формуле А.1 следует применять значения прочности кирпича и раствора, определенные по тем же методам, которые применялись при выводе формулы, т. е.

$R_1$  – прочность кирпича по результатам испытаний двух кирпичей или их половинок, склеенных раствором;

$R_2$  – прочность раствора (кубиковая).

## **Приложение Б**

### **Изготовление образцов из керамического полнотелого кирпича с подготовкой опорных поверхностей методом шлифования**

При выравнивании опорных поверхностей методом шлифования, образцы из кирпича пластического формования допускаются к испытанию на сжатие, если отклонение от плоскостности их опорных поверхностей составляет не более 0,1 мм на каждые 100 мм длины. Опорные поверхности образцов, не отвечающие данному требованию, подлежат выравниванию.

Выравнивание образцов шлифованием производится с помощью специального оборудования.

## Приложение В

### **Изготовление образцов из керамического полнотелого кирпича пластического формования для определения предела прочности при сжатии с выравниванием опорных поверхностей раствором**

Образцы из двух целых кирпичей (или двух половинок кирпича) изготавливают в следующей последовательности.

Примечание – Использование половинок кирпича при изготовлении образцов для испытания на сжатие допускается только при отборе кирпича из конструкций существующих зданий или сооружений.

Раствор для выравнивания поверхности приготавливают из равных по массе частей цемента марки 500 и песка, просеянного через сито с сеткой № 1,25 ( $V/D = 0,40 - 0,42$ ). Кирпичи (или его половинки) полностью погружают в воду на 5 – 10 с.

В качестве основания используют гладкую твердую пластину из стекла или высококачественной стали, отклонение поверхности которой от горизонтальной плоскости составляет не более 0,1 мм на каждые 100 мм длины. Платину размещают подготовленной поверхностью вверх и с помощью уровня устанавливают в горизонтальном положении.

На пластину укладывают тонкий лист бумаги, смоченной в воде, и равномерно наносят слой раствора толщиной около 5 мм, превышающий изготавливаемый образец по длине примерно на 25 мм и по ширине на 10 мм. Первый кирпич опорной поверхностью вдавливают в раствор таким образом, чтобы его вертикальная ось проходила перпендикулярно к плоскости плиты. Соблюдение этого условия контролируют с помощью угольника или уровня, который последовательно прикладывают ко всем четырем боковым поверхностям кирпича. Следует обеспечивать толщину растворной подушки около 4 мм.

На первый кирпич наносят слой раствора и устанавливают второй кирпич по аналогии с первым.

Излишки раствора удаляют, а края бумаги загибают на боковые поверхности образца. В таком положении образец выдерживают 30 мин.

Затем образец переворачивают и в таком же порядке выравнивают другую опорную поверхность образца.

Отклонение от параллельности выравненных опорных поверхностей образца, определяемое по максимальной разности любых двух его высот, не должно превышать 2 мм.

Изготавливаемый образец накрывают влажной салфеткой. Необходимо следить, чтобы салфетка оставалась влажной.

Образец выдерживают в помещении при температуре 20 °С – 25 °С и относительной влажности воздуха от 60 % до 80 % до 7 сут. Прочность раствора на сжатие к моменту испытания образца должна быть выше ожидаемого значения прочности на сжатие кирпича, но не более чем на 2,5 Н/мм<sup>2</sup> (25 кгс/см<sup>2</sup>).

Перед проведением испытаний образца необходимо проверять растворные подушки на отсутствие дефектов, таких как недостаточное уплотнение, плохое сцепление с кирпичом и/или образование трещин. При наличии дефектов выравнивающего слоя образец к испытанием не допускается.



## Приложение Г

### Определение коэффициента перехода для вычисления пределов прочности при сжатии образцов, изготовленных с использованием различных методов выравнивания опорных поверхностей

Г.1 Применение в качестве основного (ГОСТ Р 58527) метода шлифования опорных (нагружаемых) поверхностей при проведении испытания на сжатие керамического кирпича пластического формования, при обработке результатов испытаний требует учитывать переходные коэффициенты для определения значений прочности кирпича, которые необходимы для определения расчетных сопротивлений кладки сжатию (в соответствии с СП 15.13330 и [2]).

Результаты проведенных экспериментальных исследований показывают, что при испытании образцов на сжатие в контактной зоне между поверхностью прессы и изделием возникают силы трения, которые препятствуют поперечным деформациям испытываемых образцов. Этот фактор увеличивает разрушающую нагрузку на испытываемый образец, что детально изучено при анализе напряженно-деформированного состояния бетонных кубиков при их испытании на сжатие.

При испытании полнотелого кирпича пластического формования на сжатие с применением выравнивания раствором опорных (нагружаемых) поверхностей, силы трения, препятствующие поперечным деформациям испытываемых образцов, снижаются, так как деформативность выравнивающего слоя раствора больше деформативности кирпича [1], [3], [4].

Для определения значений предела прочности кирпича, которые требуются для определения расчетного сопротивления сжатию кладки в соответствии с СП 15.13330 и [2], необходимо значения, полученные при испытании шлифованных образцов, разделить на коэффициент перехода, определяемый в соответствии с Г.2 для образцов с выравниванием опорной поверхности раствором.

Г.2 Коэффициент перехода предела прочности  $K_1$  равен отношению предела прочности при сжатии образцов кирпича, изготовленных с применением выравнивания опорных (нагружаемых) поверхностей шлифованием (основной способ выравнивания), к пределу прочности при сжатии образцов, изготовленных с выравниванием опорных (нагружаемых) поверхностей альтернативным способом.

Для определения коэффициента перехода предела прочности  $K_1$  испытывают образцы, изготовленные из отобранных изделий от десяти партий кирпича. От каждой партии испытывают по пять образцов, изготовленных по основному и альтернативному способам выравнивания опорных поверхностей.

Коэффициент  $K_1$ , вычисляют по формуле

$$K_1 = \frac{R_1}{R_{1a}}, \quad (\Gamma.1)$$

где  $R_1$  – предел прочности при сжатии образцов, изготовленных с применением основного способа выравнивания, вычисленный как среднеарифметическое значение результатов испытаний 50 образцов, МПа;

$R_{1a}$  – предел прочности при сжатии образцов, изготовленных с применением альтернативного способа выравнивания, вычисленный как среднеарифметическое значение результатов испытаний 50 образцов, МПа.

Коэффициент перехода определяют при изменении технологии, но не реже одного раза в год.

## Приложение Д

### Пересчет предела прочности на сжатие полнотелого керамического кирпича в эквивалентную прочность в воздушно-сухом состоянии

Прочность на сжатие полнотелого керамического кирпича, изготавливаемого по ГОСТ 530, допускается пересчитывать в эквивалентную прочность на сжатие в воздушно-сухом состоянии.

Для перерасчета прочности на сжатие кладочных изделий в эквивалентную прочность в воздушно-сухом состоянии применяют следующие коэффициенты:

- 1,0 – для строительных изделий, подготавливаемых по 5.3.2 (в воздушно-сухом состоянии);

- 0,8 – для строительных изделий, подготавливаемых по 5.3.3 (в сухом состоянии);

- 1,2 – для строительных изделий, подготавливаемых по 5.3.4 (в водонасыщенном состоянии).

Для определения эквивалентной прочности полнотелого керамического кирпича  $R_l$  в воздушно-сухом состоянии, прочность на сжатие, полученную по результатам испытаний, в сухом или водонасыщенном состоянии, умножают на значения соответствующих коэффициентов, указанных выше и в [5].

Оценка прочности полнотелого керамического кирпича в водонасыщенном состоянии вызвана необходимостью определения предела прочности изделий в кладке реконструируемых объектов, подвалы и фундаменты которых увлажнены или имеет место подсос капиллярной влаги и т. п. (4.7). Для оценки прочности такой кладки необходимо проведение испытаний насыщенных водой образцов, прочность которых ниже прочности сухих изделий.

## Приложение Е

### **Применение коэффициентов формы при определении предела прочности при сжатии полнотелого керамического кирпича**

В Европейских нормах [5] для учета влияния размеров образцов (высоты и ширины) при вычислении предела прочности кирпича используется коэффициент формы.

Этот коэффициент учитывает снижение разрушающей нагрузки на образец при увеличении его высоты и увеличение разрушающей нагрузки на образец при увеличении ширины образца за счет увеличения сил трения на опорных поверхностях.

Для пересчета предела прочности при сжатии образцов и определения их предела прочности при сжатии в документах ЕС рекомендуется применять коэффициенты формы по таблицам [6].

Использование таблицы коэффициентов формы, принятой в [6] при определении предела прочности полнотелого керамического кирпича при сжатии по национальным стандартам в настоящее время необоснованно.

До проведения дополнительных исследований рекомендуется при проведении испытаний на сжатие образцов из полнотелого керамического кирпича толщиной 88 мм (в соответствии с [7, пункт 3.2.1]) результаты испытаний умножать на коэффициент 1,2, который можно назвать условным коэффициентом формы для учета влияния высоты образца толщиной 88 мм.

## Приложение Ж

### Требования к протоколу испытаний полнотелого керамического кирпича на сжатие и изгиб

В протоколе испытаний должны быть указаны следующие данные:

- обозначение и наименование нормативного документа в соответствии с которым проводятся испытания;
- метод и место отбора образцов;
- дата проведения испытаний;
- вид, способ изготовления и обозначение кирпича в соответствии с ГОСТ 530;
- число испытываемых образцов;
- дата поставки испытываемых образцов на место проведения испытаний;
- чертеж испытываемого образца с обозначением размеров нагружаемой поверхности и направлением нагрузки;
- условия и метод подготовки образцов к испытаниям;
- для кирпичей, подготовка которых проводилась до достижения содержания влаги 6 % масс, фактическое содержание влаги на момент испытаний;
- метод обработки поверхности;
- значение разрушающей нагрузки, а также размеры каждого испытываемого образца, мм;
- значение прочности на сжатие испытываемых образцов, Н/мм<sup>2</sup>, с округлением до 0,1 Н/мм<sup>2</sup> и значением коэффициента вариации испытываемого образца, с округлением до 0,1 Н/мм<sup>2</sup>;
- значение прочности на сжатие испытываемых образцов в выборке, Н/мм<sup>2</sup>, с округлением до 0,1 Н/мм<sup>2</sup>;
- примечания (при необходимости).

## Приложение И

### Примеры определения коэффициентов перехода по результатам контрольных испытаний

И.1 Методика определения предела прочности при сжатии полнотелого керамического кирпича пластического формования для вычисления расчетных сопротивлений сжатию кладки предусматривает выравнивание раствором опорных (нагружаемых) поверхностей образца.

И.2 Предел прочности кирпича для вычисления расчетных сопротивлений сжатию кладки допускается определять по результатам испытания образцов с применением других способов выравнивания опорных поверхностей – шлифования или прокладок из войлока, с учетом коэффициентов перехода.

И.3 Для определения средних значений предела прочности кирпича при сжатии требуется произвести выборку результатов испытаний не менее чем из 50 (пятидесяти) образцов для каждого способа подготовки опорных (нагружаемых) поверхностей. Образцы для испытаний отбирают от десяти партий кирпича, по пять образцов из каждой партии.

Средний предел прочности в выборке

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}, \quad (\text{И.1})$$

где  $n$  – количество испытанных образцов для определения предела прочности на сжатие;

$R_i$  – значения прочности отдельных образцов из выборки;

$\bar{R}$  – среднее значение прочности образцов по выборке.

И.4 Определение коэффициента перехода для вычисления предела прочности кирпича с использованием основного и альтернативного методов.

Определение коэффициента перехода  $K_1$  для образцов, испытанных на войлочных прокладках, к прочности образцов, испытанных при подготовке поверхности методом выравнивания раствором опорных поверхностей, выполнено на образцах из полнотелого керамического кирпича пластического формования при отпускной марке по прочности М125.

Образцы изготовлены из изделий, отобранных от десяти партий (от каждой партии по пять образцов).

Было проведено три серии испытаний, в том числе

- с выравниванием опорных поверхностей раствором;
- с выравниванием опорных поверхностей прокладками из войлока;
- с выравниванием опорных поверхностей шлифованием.

И.4.1 Результаты определения частных значений предела прочности на сжатие кирпича с подготовкой опорной поверхности методом выравнивания раствором приведены в таблице И.1.

**Т а б л и ц а И.1 – Результаты определения прочности кирпича на сжатие с выравнением опорных поверхностей раствором**

Номер образца	Разрушающая нагрузка, кН	Длина, мм	Ширина, мм	Предел прочности, кгс/см <sup>2</sup>	Предел прочности, МПа
р. 1	172,0	122	121	118,77	11,7
р. 2	257,9	121	121	179,58	17,6
р. 3	212,0	124	119	146,44	14,4
р. 4	148,1	124	121	100,61	9,9
р. 5	212,5	121	121	147,98	14,5
р. 6	197,2	123	120	136,23	13,4
р. 7	175,9	121	121	122,44	12,0
р. 8	245,9	122	119	172,68	16,9
р. 9	240,1	124	120	164,48	16,1
р. 10	283,1	125	120	192,36	18,9
р. 11	206,7	124	119	142,77	14,0
р. 12	271,6	125	121	183,04	18,0
р. 13	130,6	121	119	92,43	9,1
р. 14	185,5	121	121	129,14	12,7
р. 15	181,7	124	120	124,50	12,2
р. 16	164,0	125	119	112,36	11,0
р. 17	267,1	122	120	185,96	18,2
р. 18	278,6	122	119	195,60	19,2
р. 19	176,8	122	121	122,08	12,0
р. 20	276,4	125	121	186,26	18,3
р. 21	207,7	121	119	147,02	14,4
р. 22	233,4	124	120	159,89	15,7
р. 23	225,2	123	119	156,85	15,4
р. 24	263,4	122	120	183,38	18,0
р. 25	162,3	125	120	110,30	10,8
р. 26	174,6	121	120	122,57	12,0
р. 27	185,5	122	120	129,14	12,7
р. 28	155,1	125	120	105,39	10,3
р. 29	196,9	121	121	137,07	13,4
р. 30	256,2	123	121	175,48	17,2
р. 31	134,9	121	119	95,53	9,4
р. 32	230,1	125	121	155,05	15,2
р. 33	191,3	123	119	133,20	13,1
р. 34	140,9	122	119	98,92	9,7
р. 35	253,0	121	120	177,59	17,4
р. 36	239,2	123	120	165,17	16,2
р. 37	171,0	124	121	116,16	11,4
р. 38	291,0	121	120	204,32	20,0
р. 39	140,8	125	121	94,88	9,3
р. 40	275,0	122	121	189,89	18,6
р. 41	291,0	125	119	199,44	19,6
р. 42	187,8	122	120	130,79	12,8
р. 43	300,1	121	121	208,97	20,5
р. 44	193,3	122	119	135,71	13,3
р. 45	264,5	123	120	182,66	17,9

Номер образца	Разрушающая нагрузка, кН	Длина, мм	Ширина, мм	Предел прочности, кгс/см <sup>2</sup>	Предел прочности, МПа
р. 46	111,4	124	119	76,93	7,5
р. 47	197,0	122	121	136,00	13,3
р. 48	105,8	125	120	71,89	7,1
р. 49	244,4	122	121	168,75	16,6
р. 50	207,7	123	119	144,67	14,2
Среднее значение:				147,84	14,5

Для определения коэффициента перехода принимаем среднее значение предела прочности образцов  $\bar{R}_1^p = 14,5$  МПа (147,84 кгс/см<sup>2</sup>).

$\bar{R}_1^p$  – среднеарифметическое значение предела прочности кирпича на сжатие при выравнивании опорных поверхностей образцов раствором.

И.4.2 Результаты определения частных значений предела прочности кирпича на сжатие с использованием войлочных прокладок на опорных поверхностях образцов приведены в таблице И.2.

**Таблица И.2 – Результаты определения прочности кирпича на сжатие с использованием войлочных прокладок на опорных (нагружаемых) поверхностях образцов**

Номер образца	Разрушающая нагрузка, кН	Длина, мм	Ширина, мм	Предел прочности, кгс/см <sup>2</sup>	Предел прочности, МПа
в. 1	159,5	122	118	112,95	11,1
в. 2	174,7	121	121	121,66	11,9
в. 3	182,0	121	119	128,84	12,6
в. 4	194,4	124	118	135,43	13,3
в. 5	193,7	123	120	133,75	13,1
в. 6	190,7	124	121	129,53	12,7
в. 7	182,4	124	119	126,03	12,4
в. 8	156,7	125	120	106,48	10,4
в. 9	238,2	123	120	164,53	16,1
в. 10	223,6	121	118	159,67	15,7
в. 11	189,8	123	120	131,09	12,9
в. 12	252,1	123	118	177,09	17,4
в. 13	243,4	123	120	168,13	16,5
в. 14	251,3	120	120	177,90	17,5
в. 15	205,3	125	118	141,89	13,9
в. 16	210,7	125	120	143,19	14,0
в. 17	174,9	124	120	119,79	11,8
в. 18	151,3	121	121	105,37	10,3
в. 19	216,5	122	121	149,53	14,7
в. 20	185,9	122	118	131,65	12,9
в. 21	157,9	120	120	111,75	11,0
в. 22	224,3	122	120	156,18	15,3
в. 23	151,7	124	118	105,69	10,4
в. 24	224,7	125	121	151,44	14,9



Номер образца	Разрушающая нагрузка, кН	Длина, мм	Ширина, мм	Предел прочности, кгс/см <sup>2</sup>	Предел прочности, МПа
в. 25	247,8	122	118	175,44	17,2
в. 26	224,1	120	121	157,29	15,4
в. 27	169,8	120	119	121,20	11,9
в. 28	203,5	124	118	141,77	13,9
в. 29	228,8	122	121	157,97	15,5
в. 30	234,0	125	119	160,38	15,7
в. 31	187,8	125	121	126,59	12,4
в. 32	131,5	123	119	91,55	9,0
в. 33	164,7	121	121	114,70	11,3
в. 34	123,8	124	121	84,10	8,2
в. 35	181,4	121	121	126,33	12,4
в. 36	127,8	121	121	88,95	8,7
в. 37	214,6	120	118	154,46	15,2
в. 38	132,2	122	120	92,04	9,0
в. 39	204,9	120	119	146,27	14,3
в. 40	254,4	121	120	178,60	17,5
в. 41	195,5	123	120	135,04	13,2
в. 42	227,6	121	118	162,46	15,9
в. 43	172,9	123	120	119,43	11,7
в. 44	189,6	120	120	134,22	13,2
в. 45	159,9	123	120	110,41	10,8
в. 46	252,9	120	120	179,02	17,6
в. 47	220,4	120	119	157,34	15,4
в. 48	190,2	123	119	132,49	13,0
в. 49	185,5	120	118	133,56	13,1
в. 50	182,4	125	119	125,03	12,3
Среднее значение:				135,89	13,3

Для определения коэффициента перехода принимаем среднее значение предела прочности образцов  $\bar{R}_1^e = 13,3$  МПа (135,89 кгс/см<sup>2</sup>).

$\bar{R}_1^e$  – среднее арифметическое значение предела прочности кирпича на сжатие при использовании войлочных прокладок на опорных поверхностях образцов.

### И.5 Определение коэффициентов перехода

И.5.1 В соответствии с [7] определение коэффициента перехода  $K_1$  от предела прочности при сжатии образцов, испытанных с использованием прокладок из войлока  $R_1^B$ , к пределу прочности при сжатии образцов с выравниванием опорных поверхностей раствором  $R_1^P$  выполняем по формуле

$$K_1^{BP} = \frac{\bar{R}_1^P}{\bar{R}_1^B} = \frac{14,5 \text{ МПа}}{13,3 \text{ МПа}} = 1,09. \quad (\text{И.2})$$

Коэффициент перехода предела прочности  $K_1^{BP}$ , (войлок-раствор) для определения предела прочности при сжатии полнотелого керамического кирпича, испытанного с выравниванием опорных поверхностей раствором, принимаемым равным  $1,09 \approx K_1^{BP} = 1,1$ .

С учетом коэффициента перехода предел прочности при сжатии полнотелого керамического кирпича для определения прочности кладки вычисляем по формуле

$$\bar{R}_1^P = K_1^{BP} \times \bar{R}_1^B = 1,1 \times \bar{R}_1^B.$$

И.5.2 Определение коэффициента перехода  $K_1^{шп}$  для образцов, испытанных с подготовкой поверхности методом шлифования, к прочности образцов, испытанных с подготовкой поверхности методом выравнивания раствором, выполнено для партии керамического полнотелого кирпича отпускной марки по прочности М125.

Результаты определения частных значений предела прочности на сжатие с подготовкой опорных (нагружаемых) поверхностей образцов методом шлифования показаны в таблице И.3.

**Таблица И.3 – Результаты определения прочности кирпича на сжатие с выравниванием опорных (нагружаемых) поверхностей образцов методом шлифования**

Номер образца	Разрушающая нагрузка, кН	Длина, мм	Ширина, мм	Предел прочности, кгс/см <sup>2</sup>	Предел прочности, МПа
ш. 1	203,5	122	118	144,10	14,1
ш. 2	236,5	121	121	194,69	19,1
ш. 3	241,8	121	119	201,62	19,8
ш. 4	245,7	124	118	167,71	16,5
ш. 5	300,0	123	120	158,56	15,6
ш. 6	262,8	124	121	168,50	16,5
ш. 7	288,3	124	119	147,13	14,4
ш. 8	197,8	125	120	142,73	14,0
ш. 9	202,2	123	120	189,45	18,6
ш. 10	201,1	121	118	200,42	19,7
ш. 11	221,7	123	120	159,50	15,6
ш. 12	217,6	123	118	198,48	19,5
ш. 13	248,0	123	120	189,97	18,6
ш. 14	255,1	120	120	181,33	17,8
ш. 15	307,9	125	118	203,67	20,0
ш. 16	215,6	125	120	190,26	18,7
ш. 17	232,8	124	120	223,73	21,9
ш. 18	297,8	121	121	152,33	14,9
ш. 19	219,1	122	121	207,57	20,4
ш. 20	277,9	122	118	193,76	19,0
ш. 21	293,0	120	120	254,08	24,9
ш. 22	312,3	122	120	148,30	14,5
ш. 23	304,1	124	118	146,32	14,4
ш. 24	274,3	125	121	184,88	18,1
ш. 25	280,7	122	118	198,78	19,5
ш. 26	216,8	120	121	178,17	17,5
ш. 27	195,4	120	119	197,37	19,4
ш. 28	309,9	124	118	177,98	17,5

Номер образца	Разрушающая нагрузка, кН	Длина, мм	Ширина, мм	Предел прочности, кгс/см <sup>2</sup>	Предел прочности, МПа
ш. 29	255,2	122	121	219,01	21,5
ш. 30	299,2	125	119	161,39	15,8
ш. 31	283,5	125	121	172,64	16,9
ш. 32	257,8	123	119	205,25	20,1
ш. 33	208,1	121	121	194,93	19,1
ш. 34	291,1	124	121	200,81	19,7
ш. 35	230,4	121	121	159,85	15,7
ш. 36	264,2	121	121	163,94	16,1
ш. 37	303,3	120	118	167,25	16,4
ш. 38	214,0	122	120	244,08	23,9
ш. 39	289,1	120	119	157,23	15,4
ш. 40	225,1	121	120	143,24	14,1
ш. 41	237,0	123	120	171,43	16,8
ш. 42	226,5	121	118	154,36	15,1
ш. 43	295,3	123	120	143,61	14,1
ш. 44	242,0	120	120	150,63	14,8
ш. 45	333,6	123	120	199,20	19,5
ш. 46	191,4	120	120	135,47	13,3
ш. 47	270,6	120	119	193,15	18,9
ш. 48	294,7	123	119	172,37	16,9
ш. 49	337,3	120	118	242,80	23,8
ш. 50	260,8	125	119	178,72	17,5
Среднее значение:				179,41	17,6

Для определения коэффициента перехода принимаем среднее значение предела прочности образцов  $\bar{R}_1^{\text{III}} = 17,6$  МПа (179,41 кгс/см<sup>2</sup>).

Определяем переходной коэффициент  $K_1^{\text{III}}$  по формуле И.2:

$$K_1^{\text{III}} = \frac{\bar{R}_1^{\text{III}}}{\bar{R}_1^{\text{P}}} = \frac{17,6 \text{ МПа}}{14,5 \text{ МПа}} = 1,21.$$

Коэффициент перехода предела прочности  $K_1^{\text{III}}$ , (шлифование-раствор) для определения предела прочности при сжатии полнотелого керамического кирпича, испытанного с выравниванием опорных поверхностей раствором, принимаемым равным  $K_1^{\text{III}} = 1,2$ .

С учетом коэффициента перехода предел прочности при сжатии полнотелого керамического кирпича для определения прочности кладки вычисляем по формуле

$$\bar{R}_1^{\text{P}} = \frac{\bar{R}_1^{\text{III}}}{K_1^{\text{III}}} = \frac{\bar{R}_1^{\text{III}}}{1,2}.$$

Величина этого коэффициента зависит от оборудования, применяемого для шлифования образцов кирпича, от качества подготовки раствора для выравнивания опорных поверхностей, от соблюдения нормативных требований по скорости нагружения образцов при проведении испытаний.

## Библиография

- [1] Онищик Л.И. Теория прочности кирпичной кладки на экспериментальной основе. Сб. экспериментальные исследования каменных конструкций. – М.: Госстройиздат, 1939
- [2] Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81). – М. 1989
- [3] Поляков С.В. Длительное сжатие кирпичной кладки – М.: ЦНИИСК, 1959. – 183с.
- [4] Поляков С.В., Фалевич Б.Н. Каменные конструкции. М.: Госстройиздат, 1960. - 307 с.
- [5] Еврокод EN 772-1:2011 Methods of test for masonry units - Part 1: Determination of compressive strength
- [6] Еврокод EN 771-1:2011 Specification for masonry units - Part 1: Clay masonry units
- [7] ГОСТ 8462–85 Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе

Ключевые слова: каменные конструкции, материалы стеновые, определение предела прочности при сжатии, определение предела прочности при изгибе