

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Филиала Южно-Уральского государственного университета
в г. Нижневартовске
Кафедра «Гуманитарные, естественно-научные
и технические дисциплины»

Латвин В.В.

Строительные материалы

Методические указания к лабораторной работе «Керамические материалы»
для обучающихся очной, заочной, очно-заочной форм обучения
по дисциплине «Строительные материалы»
направления подготовки «Строительство»

Нижневартовск
2024

*Одобрено
редакционно-издательским советом филиала*

Строительные материалы: методические указания к лабораторной работе «Керамические материалы» для обучающихся очной, заочной, очно-заочной форм обучения по дисциплине «Строительные материалы» направления подготовки «Строительство»/ сост. В.В. Латвин. – Нижневартонск, 2024. – 14 с. – URL: <https://nv.susu.ru/service/library>.

Методические указания к лабораторной работе составлены для обучающихся очной, заочной и очно-заочной форм обучения и направления подготовки «Строительство», предназначены для формирования компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

© Латвин В. В.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ

Титульная страница отчета по любой лабораторной работе должна содержать: названия ВУЗа, кафедры, лабораторной работы; ФИО студента, № группы; место для отметки преподавателя; дату и место проведения. Отчет по лабораторной работе должен включать: краткую схему установки с ее описанием, кратко порядок выполнения работы, расчетные формулы, исходные и экспериментальные данные, пример расчета, расчет погрешностей, ответы на контрольные вопросы.

Керамические материалы

1. Общие сведения

Керамическими называют материалы и изделия, изготавливаемые формованием и обжигом глин. "Керамос"- на древнегреческом языке означало гончарную глину, а также изделия из обожженной глины.

Большая прочность, значительная долговечность, декоративность многих видов керамики, а также распространенность в природе сырьевых материалов обусловили широкое применение керамических материалов и изделий в строительстве.

Керамические изделия по плотности можно условно разделить на две основные группы: *пористые и плотные.*

Пористые керамические изделия впитывают более 5% по весу воды. В среднем водопоглощение пористых изделий составляет 8 - 20% по весу или 15 - 35% по объему.

Плотные изделия характеризуются водопоглощением менее 5%. Чаще всего оно составляет 2 - 4% по весу или 4 - 8% по объему.

По назначению в строительстве различают следующие группы керамических материалов и изделий:

- *стеновые материалы* (кирпич глиняный обыкновенный, пустотелый и легкий, камни керамические пустотелые);
- *кровельные материалы и материалы для перекрытий* (черепица, керамические пустотелые изделия);
- *облицовочные материалы для наружной и внутренней облицовки* (кирпич и камни лицевые, плиты керамические фасадные, малогабаритные плитки);
- *материалы для полов* (плитки);
- *материалы специального назначения* (дорожные, санитарно-строительные, химически стойкие, материалы для подземных коммуникаций, в частности трубы, теплоизоляционные, огнеупорные и др.);
- *заполнители для легких бетонов* (керамзит, аглопорит).

2. Сырье для изготовления керамики и требования к нему

Сырьевыми материалами для производства керамических изделий являются *каолины и глины*, применяемые в чистом виде, а чаще - в смеси с добавками (отошающими, порообразующими, плавнями, пластификаторами и др.). *Под каолинами и глинами понимают природные водные алюмосиликаты с различными примесями, способные при замешивании с водой образовывать пластичное тесто, которое после обжига необратимо переходит в камнеподобное состояние теплоизоляционных изделий, строительного кирпича и камней.*

Каолины содержат значительное количество частиц меньше 0,01 мм; после обжига сохраняют белый цвет.

Глины более разнообразны по минеральному составу, они больше загрязнены минеральными и органическими примесями.

Наиболее важными свойствами глин являются *пластичность, воздушная усадка (дообжиговые свойства), огнеупорность, спекание и огневая усадка (обжиговые свойства).*

Пластичность глин - способность глиняного теста изменять форму без разрыва и нарушения сплошности под действием внешних усилий и сохранять приданную форму после прекращения их действия. Пластичными свойствами каждая глина обладает в определенном диапазоне влажности. Пластичность зависит от вида и количества глинообразующих минералов в глине.

Воздушная усадка - уменьшение объема образца при его сушке. При затворении глин водой происходит набухание, т.е. увеличение объема. Удаление из глин воды сопровождается воздушной усадкой в результате действия капиллярных сил. Величина относительной воздушной усадки может быть 2 ... 10 % и более. Наибольшей усадкой обладают монтмориллонитовые глины, наименьшей - каолиновые.

Огнеупорность - способность глин, не расплавляясь, выдерживать действие высоких температур. По огнеупорности глины делят на три класса: огнеупорные - с огнеупорностью выше 1580 °С, тугоплавкие - 1580 ... 1350, легкоплавкие - ниже 1350 °С.

Способность глин при обжиге уплотняться с образованием камнеподобного материала называется *спекаемостью*. В процессе спекания масса уплотняется, вследствие чего происходит огневая усадка, которая у глин колеблется от 2 до 8 %.

По зерновому составу глины характеризуются значительным содержанием глинистого вещества (частиц мельче 0,005 мм) и делятся на *высокодисперсные, дисперсные и субкодисперсные.*

Отошающие материалы

Отошающие добавки вводятся в состав керамической массы для понижения пластичности и

уменьшения воздушной и огневой усадки глин. В качестве отошающих добавок используют шамот, дегидратированную глину, песок, золу ТЭС, гранулированный шлак.

Шамот - зернистый керамический материал (с зернами 0,14-2 мм), получаемый измельчением глины, предварительно обожженной при той же температуре, при которой обжигаются изделия. Его можно получить, измельчая отходы обожженного кирпича. Шамот улучшает сушильные и обжиговые свойства глин, поэтому его применяют для получения высококачественных изделий - лицевого кирпича, огнеупоров и т.д.

Дегидратированная глина при температуре 700- 750 °С, добавляемая в количестве 30-50 %, улучшает сушильные свойства сырца и внешний вид кирпича.

Песок (с зернами 0,5-2 мм) добавляют в количестве 10-25%.

Гранулированный доменный шлак (с зернами до 2 мм)-эффективный отошитель глин при производстве кирпича. Роль отошителей выполняют также золы ТЭС и выгорающие добавки.

Порообразующие и пластифицирующие добавки

Порообразующие материалы вводят в сырьевую массу для получения легких керамических изделий с повышенной пористостью и пониженной теплопроводностью. Для этого используют вещества, которые при обжиге диссоциируют с выделением газа, например CO₂ (молотые мел, доломит), или выгорают.

Выгорающие добавки: древесные опилки, измельченный бурый уголь, отходы углеобогачительных фабрик, золы ТЭС и лигнин не только повышают пористость стеновых керамических изделий, но также способствуют равномерному спеканию керамического черепка.

Пластифицирующими добавками являются высокопластичные глины, бентониты, а также поверхностно-активные вещества - сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ) и др.

Плавни, глазури и ангобы

Плавни добавляют в глину в тех случаях, когда необходимо понизить температуру ее спекания. К ним относят: полевые шпаты, железную руду, доломит, магнезит, тальк и т.п.

Для придания декоративного вида и стойкости к внешним воздействиям поверхность некоторых керамических изделий покрывают глазурью или ангобом. Глазури - это стекла, которые могут быть прозрачными и непрозрачными (глухими), различного цвета. Главными сырьевыми компонентами глазури являются: кварцевый песок, каолин, полевой шпат, соли щелочных и щелочно-земельных металлов, оксиды свинца, борная кислота, бура и др. *Ангоб* готовят из белой или цветной глины и наносят тонким слоем на поверхность еще не обожженного изделия. При обжиге ангоб не плавится, поэтому цветная поверхность получается матовой. Ангоб по своим свойствам должен быть близок к основному черепку.

3. Свойства строительной керамики

Пористость керамического черепка обычно составляет 10-40%, она возрастает при введении в керамическую массу порообразующих добавок. Стремясь снизить плотность и теплопроводность, прибегают к созданию пустот в кирпиче и керамических камнях.

Водопоглощение характеризует пористость керамического черепка. Пористые керамические изделия имеют водопоглощение 6-20 % по массе, т.е. 12-40 % по объему. Водопоглощение плотных изделий гораздо меньше: 1-5 % по массе (2-10 % по объему).

Теплопроводность абсолютно плотного керамического черепка большая-1,16 Вт/(м °С). Воздушные поры и пустоты, создаваемые в керамических изделиях, снижают плотность и значительно уменьшают теплопроводность, так, например, снижение плотности стеновых керамических изделий с 1800 до 700 кг/м³ понижает их теплопроводность с 0,8 до 0,21 Вт/(м °С).

Прочность зависит от фазового состава керамического черепка, пористости и наличия трещин. Марка стенового керамического изделия (кирпича и др.) по прочности обозначает предел прочности при сжатии, однако при установлении марки кирпича наряду с прочностью при сжатии учитывают показатель прочности при изгибе, поскольку кирпич в кладке подвергается изгибу.

Морозостойкость. Марка по морозостойкости обозначает число циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое выдерживает керамическое изделие в насыщенном водой состоянии без признаков видимых повреждений (расслоение, шелушение, растрескивание, выкрашивание). Керамические изделия имеют марки по морозостойкости: 15, 25, 35, 50, 75, 100 в зависимости от своей структуры.

Паропроницаемость стеновых керамических изделий способствует вентиляции помещений. Малая паропроницаемость нередко служит причиной отпотевания внутренней поверхности стен помещений с повышенной влажностью воздуха. Неодинаковая паропроницаемость слоев, из которых состоит наружная стена, вызывает накопление влаги.

4. Виды изделий из керамики. Стеновая керамика

К стеновым керамическим материалам относятся: *кирпич обыкновенный, кирпич утолщенный, кирпич модульных размеров, камни, стеновые блоки и панели*. К этим материалам предъявляются требования в отношении прочности, средней плотности, теплопроводности, морозостойкости и водостойкости.

В качестве сырья для изготовления кирпича применяют легкоплавкие глины, имеющие в своем составе до 75 % кремнезема, и суглинки с отощающими добавками или без них. Производство керамического кирпича осуществляется двумя способами - пластическим и полусухим. Кирпич должен быть нормально обожжен.

Недожженный кирпич (алого цвета) имеет недостаточную прочность и долговечность, а *пережженный* (железняк) - повышенную массу, прочность и сравнительно высокую

теплопроводность и часто искаженную форму.

Кирпич керамический должен соответствовать требованиям ГОСТ по внешнему виду, прочности, плотности, морозостойкости и водопоглощению.

Кирпич керамический применяется для кладки внутренних и наружных стен, столбов, сводов и других частей зданий, изготовления стеновых блоков и панелей, а также для кладки печей и дымовых труб лишь в тех зонах, где температура не превышает температуры обжига кирпича.

Пустотелые камни. Их изготавливают так же, как и керамический кирпич, способом пластического формования. Пустотелые камни имеют следующие размеры; мм: длина - 250 и 288; ширина - 120, 138, 200 и 250; толщина - 138, 120, 80. Средняя плотность этих камней, высушенных до постоянной массы, 1300 ... 1400 кг/м³.

5. Применение керамики. Облицовочные изделия для наружной и внутренней отделки

Облицовочные керамические материалы применяют для наружной и внутренней отделки зданий различного назначения.

При наружной отделке отделывают фасады зданий. Керамические изделия для облицовки фасадов подразделяют на *кирпич и камни лицевые, мелкие плитки, крупногабаритные плиты, ковровую керамику и фасонные детали для устройства карнизов, сливов, поясков, сандриков, тяг* и т.д. Фасадные керамические изделия укладывают одновременно с кладкой стен.

Кирпич и камни керамические лицевые. Они отличаются точностью геометрических размеров и однородностью цвета. Для изготовления этих изделий применяют высококачественные глины. При подготовке сырьевой смеси к глинам добавляют отошающие добавки, а иногда специальные красители. Лицевой кирпич и камни изготавливают сплошными и пустотелыми, лицевую поверхность выполняют гладкой или рельефной. Для придания необходимого цвета их лицевые поверхности иногда покрывают глазурью или ангобом.

Кирпич и камни керамические лицевые подразделяют на *рядовые и профильные. Рядовые изделия применяют для облицовки гладких поверхностей стен, а профильные - для кладки карнизов, сандриков, тяг, поясков* и др. Облицовочный кирпич имеет те же размеры, что и керамический, т.е. 250х120х65 мм, лицевые камни - 250х120х138 мм. Эти изделия выпускают марок 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, водопоглощением 6 %, морозостойкостью не менее 25.

Плиты и плитки фасадные. Плиты фасадные керамические применяют так же, как и лицевые кирпичи и камни, для повышения долговечности наружных стен и придания им красивого внешнего вида.

Фасадные малогабаритные плиты. Наряду с крупногабаритными облицовочными

керамическими плитами выпускают легкие облицовочные цветные и глазурованные плитки размерами от 46 х 21 до 296 х 102 мм, толщиной 4 ... 10 мм. Их применяют в крупнопанельном домостроении для отделки наружных поверхностей стеновых панелей, а также для облицовки цоколей различного назначения.

Ковровая керамика. Ковровая керамика представляет собой мелкогабаритные плитки различного цвета, глазурованные и неглазурованные. Эти плитки непосредственно на заводах набирают в ковры и наклеивают на бумажную основу. Для лучшего сцепления с раствором или бетоном тыльную сторону плиток делают рифленой. Применяют для облицовки крупных панелей и блоков в блочном и панельном домостроении, а также для облицовки стен вестибюлей и лестничных клеток зданий различного назначения.

Керамические изделия для внутренней отделки зданий. В зависимости от применяемого сырья их делят на *майоликовые* и *фаянсовые*. *Фаянсовые плитки* изготавливают из тугоплавких глин с добавкой кварцевого песка и плавней, веществ, понижающих температуру плавления, полевого шпата и известняка или мела. Они имеют белый или слабоокрашенный цвет. Лицевую поверхность их покрывают белой или цветной глазурью. Тыльную сторону плиток для лучшего сцепления с раствором делают рифленой. *Майоликовые облицовочные плитки* для внутренней облицовки изготавливают из легкоплавких глин с добавкой 20 % мела.

Плитки керамические для полов широко применяют в гражданском строительстве для устройства полов в помещениях с влажным режимом эксплуатации и повышенной интенсивностью движения (в санитарных узлах; кухнях, вестибюлях, коридорах, на предприятиях химической промышленности и т.д.). Полы из керамических плиток долговечны, гигиеничны, хорошо сопротивляются истиранию, легко моются. Отрицательным качеством этих полов является их высокая теплопроводность.

Лабораторная работа № 1

ИСПЫТАНИЕ КИРПИЧА И КАМНЕЙ КЕРАМИЧЕСКИХ

1. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПО ФОРМЕ, РАЗМЕРАМ, ВНЕШНЕМУ ВИДУ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ОБЖИГА (СТБ 1160-99)

Оборудование и материалы: мерная металлическая линейка, угольник, эталон кирпича нормального обжига, образцы кирпича.

Проведение испытаний. Для оценки соответствия кирпича требованиям СТБ 1160-99 их осматривают, оценивают форму и определяют линейкой размеры по длине, ширине, толщине, непрямолинейность ребер и граней, отбитости углов, отбитости и притупленности ребер, длину сквозных трещин, степень обжига.

Кирпич должен иметь форму прямоугольного параллелепипеда с ровными гранями на лицевых поверхностях. Допускается изготовление кирпича с закругленными углами радиусом до 15 мм. Поверхность граней может быть рифленой.

Пустоты в кирпиче могут быть сквозными и несквозными. Толщина наружных стенок кирпича должна быть не менее 12 мм.

Линейные размеры кирпича, размеры трещин замеряют линейкой с точностью до 1 мм. Каждую грань измеряют в трех местах (по краям и середине) и за окончательный результат принимают среднее арифметическое значение из трех измерений.

Допускаемые отклонения от стандартных размеров отдельного образца кирпича, изготовленного из глинистых пород, не должны превышать: по длине — ± 5 мм, по ширине — ± 4 мм, по толщине — ± 3 мм. Непрямолинейность ребер и граней кирпича не должна превышать по постели 3 мм, по ложку 4 мм. Допускаемые отклонения отдельного образца кирпича из кремнеземистых пород не должны превышать по длине ± 7 мм, по ширине ± 5 мм, по толщине для кирпича ± 3 мм. Непрямолинейность ребер и граней определяют металлической линейкой и угольником, как это показано на рис. 2.

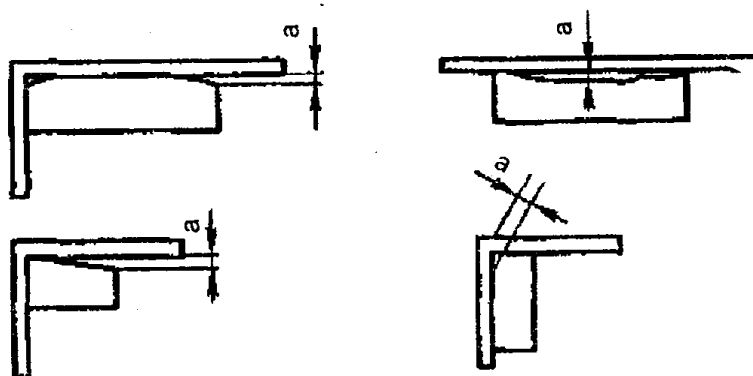


Рис. 1. Схема измерения искривленной поверхности и отбитости углов кирпича

Величину отбитости и притупленности определяют измерением просвета между поверхностью образца и гранью приложенного к образцу металлического угольника (рис. 1).

Допускается не более двух отбитостей углов глубиной от 10 до 15 мм и двух отбитостей (притупленностей) ребер глубиной более 5 мм или длиной по ребру от 10 до 15 мм. Общее количество кирпича с

отбитостями, превышающее допустимые значения, не должно быть более 5%.

Величину отбитости и притупленности определяют измерением просвета между поверхностью образца и гранью приложенного к образцу металлического угольника (рис. 1).

Количество трещин в кирпиче ограничивается, так как они понижают физико-механические свойства изделия. Допускается на ложковой и тычковой гранях не более чем по одной сквозной трещине протяженностью до 30 мм по постели полнотелого кирпича или не более чем до первого ряда пустот для пустотелого кирпича. Полнотелый кирпич, имеющий сквозную трещину более 30 мм, или пустотелый кирпич со сквозными трещинами более чем до первого ряда пустот в половину ложковой или тычковой грани, а также изделия, состоящие из парных половинок, относятся к половняку. Содержание его в партии допускается не более 5%.

Недожог или пережог кирпича является браком и запрещается к поставке потребителю. Степень обжига определяют сравнением отобранных образцов с эталоном кирпича нормального обжига, полученного с завода-изготовителя и хранящегося в лаборатории. Недожженные изделия имеют низкую прочность и морозостойкость, пережженные — повышенную прочность, но теплопроводны.

Результаты испытаний записывают в табл. 1.

Таблица 1

Оценка качества кирпича

Показатель	Отклонения от размеров и показателей внешнего вида по СТБ 1160-99	Данные обмера и внешнего осмотра отобранной пробы кирпича				
		1	2	3	4	5
1. Отклонения от размеров, мм:						
по длине	±5					
по ширине	±4					
по толщине кирпича	±3					
2. Непрямолинейность ребер и граней кирпича, мм, не более:						
по постели	3					
по ложку	4					
3. Отбитости углов глубиной от 10 до 15 мм, шт.	2					
4. Отбитости и притупленности ребер, не доходящие до пустот, глубиной более 5 мм, длиной по ребру от 10 до 15 мм, шт.	2					
5. Трещины протяженностью по постели полнотелого кирпича до 30 мм, пустотелых изделий не более чем до первого ряда пустот — на всю толщину, шт.:	1					

на ложковых гранях	1					
на тычковых гранях	1					

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ПЛОТНОСТИ (ГОСТ 7025-91)

По средней плотности (г/см^3) кирпичи подразделяют на эффективные со средней плотностью для кирпича до 1,4, условно эффективные со средней плотностью кирпича — от 1,4. Обыкновенный кирпич имеет среднюю плотность выше 1,6 г/см^3 . Чем меньше средняя плотность материала, тем меньше его коэффициент теплопроводности, что позволяет уменьшить толщину стены.

Оборудование и материалы: используемые образцы кирпича, измерительная линейка, технические весы, сушильный шкаф.

Проведение испытаний. Среднюю плотность кирпича с учетом пор и пустот определяют на трех кирпичах, предварительно высушенных до постоянной массы при температуре 105...110 °С. Образцы должны соответствовать требованиям стандарта по форме, внешнему виду и размерам.

Кирпич взвешивают, затем измеряют размеры: длину, ширину и толщину с точностью до 1 мм. Каждый линейный размер вычисляют как среднее арифметическое значение из трех измерений каждой стороны, по краям и посередине. Умножая длину на ширину и толщину, вычисляют его объем.

Обработка результатов. Среднюю плотность отдельного образца вычисляют по формуле:

$$\rho_c = \frac{m}{V_e},$$

где ρ_c — средняя плотность, г/см^3 ; m — масса образца, высушенного до постоянной массы, г; V_e — объем образца, см^3 .

Среднюю плотность материала вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытания трех образцов с погрешностью до 0,01 г/см^3 . Полученные данные записывают в табл. 2.

Таблица 2

Определение средней плотности

Показатель	Номер образцов		
	1	2	3
Масса сухого образца, г			
Размеры:			
длина L, см			
ширина b, см			
толщина h, см			
объем V, см^3			
Средняя плотность отдельного образца ρ_c , г/см^3			
Средняя плотность материала ρ_c , г/см^3			

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРКИ ПО ПРОЧНОСТИ (ГОСТ 8462-85)

Марку керамического кирпича определяют путем определения пределов прочности при сжатии и изгибе испытанием образцов.

Оборудование и материалы: образцы кирпича, портландцемент с минеральными добавками или шлакопортландцемент марки 400, гипсовое вяжущее марки Г-16, песок кварцевый с зернами не более 1,25 мм, вода, чашка для приготовления растворной смеси, лопатки для перемешивания, пресс гидравлический, линейка металлическая измерительная, сито с сеткой № 1,25, пластины металлические или стеклянные размером 270x150x5 мм, войлок технический толщиной 5-10 мм, пластина резиноканевая толщиной 5-10 мм или картон, ножовка по металлу или дисковая пила, приспособление для раскалывания кирпича на прессе, приспособление для испытания образцов на изгиб.

Определение предела прочности кирпича при сжатии. Подготовка к испытаниям. Для определения предела прочности кирпича при сжатии изготавливают пять образцов из двух целых кирпичей или двух половинок. Кирпич распиливают или раскалывают согласно схеме, приведенной на рис. 2. Допускается изготавливать образцы из половинок после испытания кирпича на изгиб. Поверхности раздела должны быть направлены в противоположные стороны.

Образцы из кирпича пластического прессования изготавливают, соединяя их части и выравнивая поверхности цементным раствором.

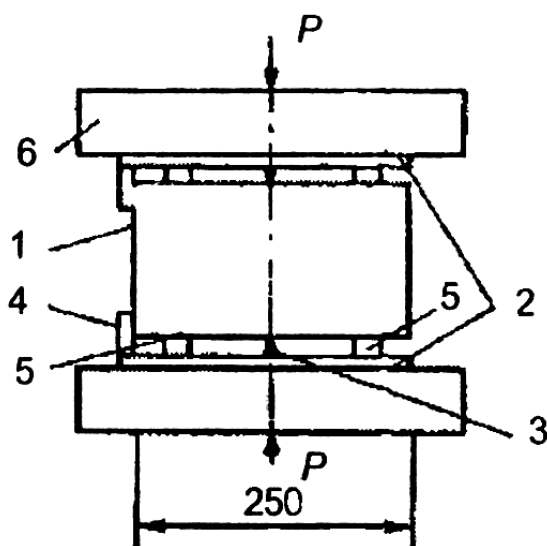


Рис. 2. Схема раскалывания кирпича на прессе:
1 — образец; 2 — основание; 3 — металлический нож; 4 — упор;
5 — резиновые прокладки; 6 — плита пресса

Для раствора применяют портландцемент или шлакопортландцемент марки 400 и песок, просеянный через сито № 1,25. Состав раствора с отношением цемент:песок — 1:1 и водоцементным В/Ц = 0,4...0,42.

Кирпич предварительно погружают в воду на 1 мин. Затем на ровную горизонтальную поверхность укладывают стеклянную или металлическую пластинку, на нее кладут лист бумаги и по бумаге расстилают слой раствора толщиной 5 мм. Потом на раствор кладут кирпич, слегка прижимая его рукой, после чего на верхней поверхности кирпича распределяют слой раствора толщиной 5 мм и прижимают к нему второй кирпич. Излишки раствора срезают. Образец

выдерживают 30 мин, затем переворачивают и выравнивают другую опорную поверхность образца.

После изготовления образцы выдерживают не менее трех суток при температуре воздуха (20 ± 5) °С и относительной его влажности 60-80%.

Допускается выравнивать горизонтальные поверхности кирпича шлифованием, гипсовым раствором или применять прокладки из технического войлока, резинотканевых пластин, картона.

Толщина слоя гипсового раствора с водогипсовым отношением 0,32-0,35 должна быть не более 5 мм, и испытания должны проводиться не ранее чем через 2 ч. Поверхности образцов из кирпича полусухого прессования не выравниваются.

Проведение испытаний. Схема испытания образцов на сжатие приведена на рис. 3. Перед испытанием вычисляют площадь поперечного сечения образца как среднее арифметическое площадей верхней и нижней граней. Линейный размер каждой грани определяют как среднее арифметическое значение результатов измерений поверхностей образца. Замеры выполняют с точностью до 1 мм.

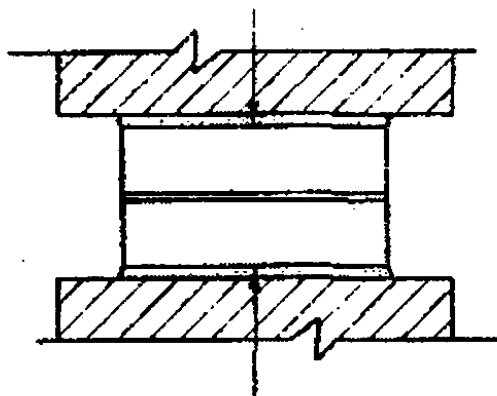


Рис. 3. Схема испытания кирпича на сжатие:
1 — плиты пресса; 2 — половинки кирпича; 3 — цементное тесто

Разрушающую нагрузку определяют на гидравлическом прессе при нарастании скорости хода поршня, обеспечивающей разрушение образца через 20-60 с после начала испытания.

Обработка результатов. Предел прочности при сжатии отдельного образца вычисляют по формуле:

$$R_{сж} = \frac{P}{F},$$

где $R_{сж}$ — предел прочности при сжатии, МПа; P — разрушающая нагрузка, Н; F — площадь образца, $м^2$.

Средний предел прочности вычисляют с точностью до 0,1 МПа как среднее арифметическое значение результатов испытаний пяти образцов.

При вычислении предела прочности образцов утолщенного кирпича (толщиной 88 мм) результаты испытаний умножают на коэффициент 1,2.

При вычислении предела прочности кирпича пластического прессования, выровненных шлифованием, гипсовым раствором или прокладками, применяют поправочный коэффициент перехода. Он вычисляется по формуле:

$$K = \frac{R_{сж1}}{R_{сж2}},$$

где K — поправочный коэффициент; $R_{сж1}$ — предел прочности при сжатии образцов, отобранных из десяти партий кирпича, изготовленных по основной методике, как среднее арифметическое значение результатов испытаний 50 образцов, МПа; $R_{сж2}$ — предел прочности при сжатии образцов, отобранных из десяти партий кирпича и изготовленных по ускоренной методике, как среднее арифметическое значение результатов испытаний 50 образцов, МПа.

Результаты испытаний записывают в таблицу 3.

Таблица 3

Определение предела прочности кирпича при сжатии

Номер образца	Площадь образца $F, м^2$	Разрушающая нагрузка $P, Н$	Предел прочности при сжатии отдельного образца $R_{сж},$ МПа	Среднее значение предела прочности $R_{сж},$ МПа.	Наименьшее значение предела прочности $R_{сж},$ МПа
---------------	-----------------------------	--------------------------------	--	---	---

Определение предела прочности кирпича при изгибе. Проведение испытаний. Испытание кирпича на изгиб выполняют на целых кирпичах, как балок свободно лежащих на двух опорах и нагруженных посередине пролета (рис. 4).

Опоры должны быть расположены на расстоянии 200 мм друг от друга. Передача нагрузки от пресса на середину кирпича выполняется через опору. Длина каждой опоры должна быть не менее ширины кирпича и иметь закругления радиусом 10-15 мм.

В местах опирания и приложения нагрузки поверхность кирпича пластического прессования выравнивают цементным или гипсовым раствором, шлифованием или укладывают прокладки. Образцы из пустотелого кирпича с несквозными пустотами кладут пустотами вниз. Перед испытанием измеряют размеры поперечного сечения кирпича с точностью до 1 мм.

Обработка результатов. Предел прочности при изгибе отдельного образца, определяют по формуле:

$$R_{и} = \frac{3PL}{2bh^2},$$

где $R_{и}$ — предел прочности при изгибе, МПа; P — разрушающая сила, Н; L — длина пролета между опорами, м; b — ширина кирпича, м; h — высота (толщина) кирпича по середине пролета, м.

За окончательное значение предела прочности при изгибе принимают среднее арифметическое значение из результатов испытаний пяти образцов, вычисленное с точностью 0,05 МПа. Если один из образцов имеет прочность, отличающуюся более чем на 50% в большую или меньшую сторону от среднего значения, то этот образец не учитывается и принимается среднее арифметическое значение прочности четырех образцов.

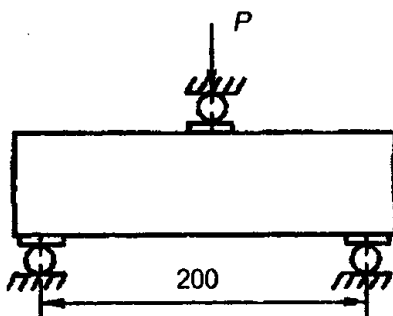


Рис. 4. Схема испытания кирпича на изгиб

Результаты испытаний записывают в табл. 4.

Таблица 4

Определение пределов прочности кирпича при изгибе

№ образцов	Размеры, м			Разрушающая нагрузка P , Н	Среднее значение предела прочности $R_{и}$, МПа
	L	b	h		
1					
2					
3					

Результаты испытаний при сжатии и изгибе сравнивают с данными СТБ 1160-99, приведенными в табл. 5, и делают выводы о марке кирпича.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗВЕСТКОВЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ

Оборудование и материалы: образцы кирпича, пропарочный бачок с решеткой, газовая или электроплитка, металлическая линейка, часы, вода.

Проведение испытаний. Известковые включения в кирпиче или камнях могут привести к их разрушению в процессе эксплуатации. Наличие известковых включений определяют пропариванием.

Образцы изделий укладывают на решетку пропарочного бачка, заполняют водой до уровня ниже решетки, закрывают крышкой и подогревают до кипения на газовой плите или электроплитке. Кипячение продолжают один час и затем охлаждают 4 ч в пропарочном бачке при закрытой крышке. Далее образцы осматривают и определяют повреждения. Кирпич не должен разрушаться, не допускается на поверхности более трех отколов от 5 до 10 мм по наибольшему измерению.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ (ГОСТ 7025-91)

Водопоглощение полнотелого кирпича должно быть не менее 8%, пустотелого кирпича — не менее 6%.

Оборудование и материалы: образцы кирпича, сушильный шкаф, технические весы, сосуд с решеткой, электроплитка, вода, ветошь.

Проведение испытаний: испытания выполняют в помещении с температурой воздуха (20 ± 5) °С на трех целых образцах или половинках насыщением их в воде с температурой (20 ± 5) °С, в кипящей воде при атмосферном давлении и под вакуумом в воде температурой (20 ± 5) °С. Испытание в кипящей воде не заменяет способ насыщения в воде при температуре (20 ± 5) °С. Рассмотрим первые два способа.

Образцы высушивают до постоянной массы при температуре 105—110 °С. Высушивание считается законченным, если между двумя последовательными взвешиваниями разность не будет превышать 1 г при массе образцов св. 20 до 1000 г и 5 г — при массе св. 1000 до 10000 г. Перерыв между взвешиванием не должен превышать 4 ч для образца и 2ч — для пробы.

После взвешивания высушенных образцов их помещают па решетку в сосуд с водой в один ряд с зазором не менее 2 см. Температура воды должна быть (20 ± 5) °С, уровень воды — выше верха образцов на 2-10 см.

Образцы выдерживают в воде (48 ± 1) ч, после чего вынимают, обтирают влажной ветошью и взвешивают не позднее 2 мин. Вытекшую воду включают в массу насыщенного водой образца.

При определении водопоглощения по ускоренной методике кирпичи кипятят в воде $5^{+0,1}$ ч. Воду до кипения доводят в течение 1 ч. Затем образцы оставляют на 16-19 ч в помещении, после чего взвешивают.

Обработка результатов. Водопоглощение, кг/м^3 , кирпичей характеризуется отношением массы поглощенной воды к массе сухого материала и для отдельного образца вычисляется по формуле:

$$W_{\text{мас}} = \frac{m_1 - m}{m} \times 100,$$

где $W_{\text{мас}}$ — водопоглощение, %; m_1 — масса образца, насыщенного водой, г; m — масса образца, высушенного до постоянной массы, г.

Водопоглощение пробы вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытаний трех образцов с точностью до 1%. Полученные данные записывают в табл. 6.

Таблица 5

Определение водопоглощения кирпича

Показатель	Номер образцов		
	1	2	3
Масса образца, высушенного до постоянной массы m , г			
Масса образца, насыщенного водой m_1 , г			
Водопоглощение отдельного образца по массе $W_{\text{мас}}$, %			
Среднее значение водопоглощения $W_{\text{мас}}$, %			

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ (ГОСТ 7025-91)

Оборудование и материалы: испытываемые образцы, камера морозильная с принудительным перемешиванием воздуха и автоматически регулируемой температурой от -15 до -20 °С, контейнеры, ванна с решеткой для насыщения образцов водой и их оттаивания, термостат для поддержания температуры воды (20 ± 5) °С, ванна с гидравлическим затвором, сушильный шкаф, термометр, краска, кисть.

Проведение испытаний. Морозостойкость кирпича и камней определяют методами объемного или одностороннего замораживания. Рассмотрим методику испытания объемным замораживанием.

Контроль повреждений выполняется по степени повреждения испытанием не менее 5 кирпичей. Образцы вначале высушивают до постоянной массы, а затем насыщают водой в течение 48 ч, как это указано в п. 5. Можно использовать образцы после определения водопоглощения.

Таблица 6

Прочность кирпича

Марка кирпича	Предел прочности, МПа.							
	для всех видов кирпича		при изгибе					
			для полнотелого		для пустотелого		для утолщенного кирпича	
	средний	наименьший для отдельного образца	средний	наименьший для отдельного образца	средний	наименьший для отдельного образца	средний	наименьший для отдельного образца
300	30.0	25.0	4.4	2.2	3.4	1.7	2.9	1.5
250	25.0	20.0	3.9	2.0	2.9	1.5	2.5	1.3
200	20.0	17.5	3.4	1.7	2.5	1.3	2.3	1.1
175	17.5	15.0	3.1	1.5	2.3	1.1	2.1	1.0
150	15.0	12.5	2.8	1.4	2.1	1.0	1.8	0.9
125	12.5	10.0	2.5	1.2	1.9	0.9	1.6	0.8
100	10.0	7.5	2.0	1.1	1.6	0.8	1.4	0.7
75	7.5	5.0	1.8	0.9	1.4	0.7	1.2	0.6
Для кирпича с горизонтальным расположением пустот								
50	5.0	3.5	-	-	-	-	--	-
35	3.5	2.5	-	-	-	-	-	-
25	2.5	1.5	-	-	-	-	-	-

Замораживают образцы в морозильной камере, оборудованной вентилятором для перемешивания воздуха и термостатом, при температуре $-15...-20^{\circ}\text{C}$. До начала загрузки температура в камере не должна превышать -5°C . Продолжительность одного замораживания должна составлять не менее 4 ч от начала установления в ней температуры -15°C . Перерывы не допускаются.

После выдерживания образцов в морозильной камере их погружают в контейнерах в ванну с водой и выдерживают там не менее половины времени замораживания при температуре $+15...+20^{\circ}\text{C}$, которая поддерживается термостатом. Продолжительность оттаивания составляет не менее половины времени замораживания. Один цикл не должен превышать 24 ч. При временном прекращении испытания после оттаивания образцы хранят в камере с гидравлическим затвором, а при продолжении испытания насыщают водой.

При оценке морозостойкости образцы перед замораживанием осматривают и фиксируют несмываемой краской все дефекты: трещины, отколы ребер и углов и пр. После испытания осматривают, определяют степень повреждений и делают заключение о качестве кирпича. Кирпич считают выдержавшими испытания, если после установленного количества циклов попеременного замораживания и оттаивания, соответствующих марке по морозостойкости, не будет наблюдаться расслоение, шелушение, растрескивание, выкрашивание.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие материалы и изделия называют керамическими?
2. На основе каких признаков принято классифицировать керамические изделия?
3. Каковы состав и свойства глин, как основного сырья для производства керамики?
4. Какие добавки и с какой целью вводят в состав керамической массы?
5. Чем обусловлена пластичность глин? Как ее регулируют?
6. Назовите основные этапы производства керамических изделий.
7. Какие способы формования изделий Вы знаете?
8. При какой температуре и почему проводят сушку и обжиг керамических изделий?
9. Какие процессы происходят при обжиге глин? Что такое «недожог» и «пережог»?
10. Назовите свойства и виды стеновых керамических изделий.
11. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные виды керамических изделий.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Красовский, П. С. Строительные материалы : учебное пособие / П.С. Красовский. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 256 с. — (Высшее образование).
2. Запруднов, В. И. Строительное дело и материалы: учебник / В. И. Запруднов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 596 с.
3. Славчева, Г. С. Системная диагностика качества строительных материалов: учебное пособие для вузов / Г. С. Славчева. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с.

б) дополнительная литература

1. Попов, К.Н. Строительные материалы: учебник / К.Н. Попов, М.Б. Каддо.- М.: Студент, 2012.-440 с.
2. Алимов, Л.А. Строительные материалы: учебник / Л.А.Алимов, В.В.Воронин.- М.: ИЦ «Академия», 2012.-320 с.
3. Материаловедение в строительстве / под ред. И.А. Рыбьева.- 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2007.- 528с.
4. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение: учебное пособие для бакалавров / И.А.Рыбьев.- 4-е изд. – М.: Юрайт, 2012.-701 с.
5. Широкий, Г.Т. Строительное материаловедение : учеб. пособие / Г.Т. Широкий, П.И. Юхневский, М.Г. Бортническая ; под редакцией Э.И. Батыновского. — 2-е изд., испр. — Минск, 2016. — 460 с.
6. Игнатова, О.А.Технология изоляционных и строительных материалов и изделий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.А. Игнатова, В.Ф. Завадский. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 472 с.
7. Петрище, Ф. А. Товарный менеджмент и экспертиза строительных товаров : учебник / Ф. А. Петрище, М. Ф. Черная. — Москва : Дашков и К, 2018. — 424 с.
8. Строительные материалы. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Я.Н. Ковалев [и др.]. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 633 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 15.13330.2020 «Каменные и армокаменные конструкции» Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 2020.
2. ГОСТ 530-2012 Кирпич и камни керамические. Общие технические условия. Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 2012.
3. ГОСТ 18353–79 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1996.
4. ГОСТ 8462 – 85 Материалы стеновые Метод определения пределов прочности при сжатии и изгибе. Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 2012.
5. ГОСТ 7025-91 Кирпич и камни керамические и силикатные. Метод определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 2002.