



В.И. Леденев И.В. Матвеева П.В. Монастырев

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КИРПИЧНЫХ СТЕН**



В.И. Леденев, И.В. Матвеева, П.В. Монастырев

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КИРПИЧНЫХ СТЕН

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ
по образованию в области строительства в качестве
учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлению 270100 «Строительство»



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва
2008

ББК Н711-09я73
УБК 624.059.7

Рецензенты:

Директор института строительства и инженерной инфраструктуры МГСУ,
доктор технических наук, профессор К.А. Шрейбер;
профессор кафедры железобетонных и каменных конструкций МГСУ,
к.т.н. А.И. Бедов;
Кафедра «Промышленного и гражданского строительства»
Вологодского государственного технического университета
(заведующий кафедрой, кандидат технических наук, доцент А.А. Кочкин)

Леденев В.И., Матвеева И.В., Монастырев П.В.

Физико-технические основы эксплуатации кирпичных стен. / Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007 – 160 с..

ISBN 978-5-93093-531-8

Изложены физико-технические основы эксплуатации кирпичных стен гражданских зданий. Рассмотрены процессы тепло-, влаго- и воздухопереноса в кирпичных стенах и их влияние на эксплуатационные качества стен, показаны меры, ограничивающие негативные воздействия температур, влаги и воздуха на кирпичные стены. Даны примеры оценки физико-технических параметров эксплуатируемых кирпичных стен зданий.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 270100 «Строительство», изучающих курсы по технической эксплуатации и ремонту зданий. Оно также может быть полезным инженерно-техническим работникам, занимающимся эксплуатацией, ремонтом и реконструкцией зданий.

47 ил., 18 табл., 27 библиогр.

ISBN 978-5-93093- 531-8

© Леденев В.И., Матвеева И.В.,
Монастырев П.В. 2008
© Издательство АСВ, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ КИРПИЧНЫХ СТЕН ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ	8
1.1. Конструктивные схемы и системы кирпичных зданий	8
1.2. Материалы кладки кирпичных стен	11
1.3. Конструктивные решения кирпичных стен	17
2. ВНЕШНИЕ И ВНУТРЕННИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СТЕНЫ И ТРЕБОВАНИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА	23
2.1. Характеристики климата, влияющие на эксплуатационные качества стен	23
2.2. Микроклимат помещений и требования, определяющие эксплуатационные качества стен	27
3. ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ КАЧЕСТВА КИРПИЧНЫХ СТЕН ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ	30
3.1. Процессы и условия передачи тепла через наружные стены	30
3.2. Теплотехнические характеристики материалов кирпичной кладки	36
3.3. Сопротивление теплопередаче стен как мера их теплозащитных качеств	44
3.4. Распределение температур в стенах	58
3.5. Оценка температуры внутренней поверхности кирпичных стен в местах расположения теплопроводных включений	62
3.6. Нормирование теплозащитных качеств стен	69
4. ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ КИРПИЧНЫХ СТЕН ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ	74
4.1. Причины появления и накопления влаги в наружных кирпичных стенах	74
4.2. Конденсация влаги на поверхностях стен и меры по ее ограничению	77
4.3. Сорбционное увлажнение кладки кирпичных стен	82
4.4. Конденсация и перемещение влаги внутри кирпичных стен	85
4.5. Процессы разрушения кирпичных стен, связанные с увлажнением	92

4.6. Меры по защите кирпичных стен от влаги	99
5. ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ КИРПИЧНЫХ СТЕН ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ.....	105
5.1. Воздухопроницаемость кирпичных стен	105
5.2. Нормирование и расчет сопротивления воздухопроницанию кирпичных стен	108
5.3. Мероприятия по ограничению фильтрации воздуха в кирпичных стенах.....	111
6. ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ КАЧЕСТВ СТЕН ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ.....	116
6.1. Повышение теплозащитных качеств отдельных участков наружных кирпичных стен	116
6.2. Проектирование и устройство дополнительной теплоизоляции наружных стен при реконструкции и капитальном ремонте кирпичных зданий	126
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	139
ЛИТЕРАТУРА.....	140
ПРИЛОЖЕНИЕ	142

ВВЕДЕНИЕ

Кирпич является одним из древнейших искусственно созданных человеком материалов, повсеместно используемых в практике строительства. Как строительный материал кирпич нашел широкое применение и в России. Из него за многие сотни лет на территории нашей страны возведено огромное количество зданий, определяющих в настоящее время опорный жилищный фонд большинства городов страны и имеющих экономическую, историческую, культурную и архитектурную значимость. В этой связи сохранение и поддержание кирпичных зданий в надлежащем состоянии является важнейшей задачей эксплуатирующих их организаций.

Происходящие в стенах процессы тепло-, влаго- и воздухопереноса при определенных условиях могут существенно ухудшать эксплуатационные качества стен, снижать их прочностные характеристики и долговечность. Поэтому успешное решение задачи по сохранению кирпичных зданий во многом зависит от знания эксплуатационниками физических процессов переноса влаги, тепла и воздуха в конструкциях кирпичных стен.

В настоящем пособии рассмотрены физико-технические основы эксплуатации кирпичных стен гражданских зданий. С позиций обеспечения их надежной эксплуатации последовательно рассмотрены: конструктивные решения и материалы стен эксплуатируемых зданий; внешние и внутренние воздействия на стены; требования, определяющие эксплуатационные качества стен; процессы теплопереноса и теплозащитные качества стен; влажностный режим стен и меры по ограничению их увлажнения; воздушный режим стен и меры по ограничению их повышенной воздухопроницаемости; принципы восстановления теплозащитных качеств стен.

Излагаемый в пособии материал сопровождается простыми и наглядными примерами, отражающими процессы тепло-, влаго- и воздухопереноса в кирпичных стенах, а также примерами улучшения физико-технических качеств эксплуатируемых кирпичных зданий.

Пособие предназначено для студентов специальности «Городское строительство и хозяйство» всех форм обучения, в том числе для бакалавров и магистров. Оно может быть полезным инженерно-техническим работникам, занимающимся эксплуатацией кирпичных зданий, а также проектировщикам, разрабатывающим проекты капитального ремонта и реконструкции зданий с кирпичными стенами.

Авторы приносят благодарность рецензентам: директору института строительства и инженерной инфраструктуры МГСУ, доктору технических наук, профессору Константину Андреевичу Шрейберу, профессору кафедры железобетонных и каменных конструкций МГСУ, кандидату технических наук Анатолию Ивановичу Бедову и заведующему кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» Вологодского государственного технического университета, кандидату технических наук, доценту Александру Александровичу Кочкину за ценные рекомендации и предложения, высказанные при рецензировании пособия.

1. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ КИРПИЧНЫХ СТЕН ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Многовековой опыт строительства в России зданий с кирпичными стенами и их эксплуатация в различных природно-климатических условиях страны способствовали появлению и накоплению в опорном фонде современных городов кирпичных зданий с различными конструктивными решениями наружных стен. Эксплуатируемые в настоящее время здания различаются между собой по конструктивным схемам и системам несущего остова, конструктивным решениям стен, применяемым материалам и изделиям. Наличие такого разнообразия в основном связано с уровнем технического развития строительного производства в разные периоды возведения зданий. Своеобразие конструктивных решений, качество применяемых материалов и технология возведения оказывают существенное влияние на физические процессы переноса тепла, влаги и воздуха в конструкциях стен и, соответственно, на их долговечность и эксплуатационную надежность.

Ниже с этих позиций рассмотрены конструктивные решения и материалы эксплуатируемых в настоящее время кирпичных стен гражданских зданий.

1.1. Конструктивные схемы и системы кирпичных зданий

Стены являются основным элементом несущего остова здания и совместно с фундаментами и перекрытиями обеспечивают его жесткость и устойчивость. Жесткость и устойчивость эксплуатируемых кирпичных зданий определяется конструктивной схемой стен и конструктивной системой здания, обеспечивающей их взаимосвязь и совместную работу со всеми остальными элементами несущего остова.

По конструктивным схемам эксплуатируемые кирпичные здания делятся на здания с продольными или поперечными несущими стенами и здания с перекрестным расположением продольных и поперечных несущих стен. В кирпичных зданиях имеются также схемы с внутренними столбами, заменяющими внутренние несущие стены. Кроме того, в кирпичных зданиях, и особенно, старой постройки, встречаются комбинированные конструктивные схемы, например, схемы с продольными и поперечными стенами, с продольными и поперечными стенами и внутренними столбами и т.п. Основные виды конструктивных схем эксплуатируемых кирпичных зданий приведены на рис. 1.1.

В зданиях с продольными несущими стенами наружные стены выполняют две функции: несущую и ограждающую. При обеспечении несущей функции кирпичные стены должны обладать достаточной несущей способностью для восприятия нагрузок от собственного веса и веса, передающегося на них от перекрытий и крыши. Следовательно, наружные несущие стены должны

выполняться из прочных материалов, но обладающих в этой связи повышенной теплопроводностью. Для обеспечения ограждающей функции, и в частности, по теплозащите, наружные несущие стены должны выполняться из теплоизолирующих материалов, имеющих меньшую прочность по сравнению с материалами, используемыми для внутренних несущих конструкций. Необходимость использования в стенах материалов, обеспечивающих одновременно требования прочности и теплозащиты, привела к ограничению этажности кирпичных зданий с продольными несущими стенами в основном 5 этажами. При большей высоте здания толщина наружных стен определялась уже не требованиями норм теплозащиты, действующими в стране до 1995 года (см. главу 3), а требованиями прочности.

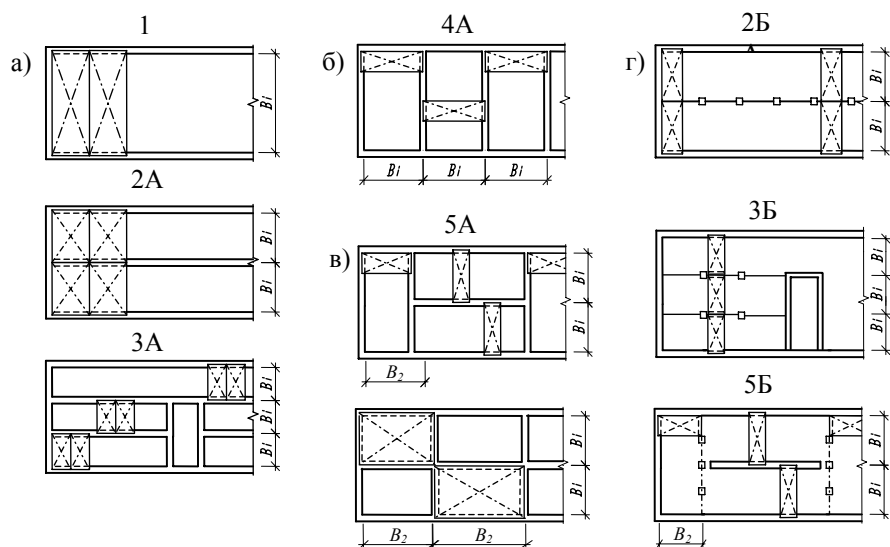


Рис. 1.1. Конструктивно-планировочные схемы кирпичных зданий с продольными (а), поперечными (б) и перекрестными (в) несущими стенами и с неполным каркасом (г): 1 – однопролетные; 2 – двухпролетные; 3 – трехпролетные; 4 – многопролетные; 5 – смешанные; А – с внутренними несущими стенами; Б – со столбами, заменяющими внутренние стены

Кирпичные здания высотой 9 этажей и более, как правило, возводились с поперечными несущими стенами. Схемы с перекрестным расположением продольных и поперечных несущих стен использовались при строительстве

кирпичных зданий повышенной этажности. Наружные стены в этих зданиях, как правило, являются самонесущими и в основном выполняют ограждающие функции. По этой причине материал и толщина внутренних стен определялись необходимой прочностью, а наружных стен - их теплозащитными качествами при одновременном соблюдении требований прочности.

В зданиях с внутренними столбами наружные кирпичные стены, как правило, выполнялись несущими. По этой причине здания с неполным каркасом возводились в основном высотой до 5 этажей.

Все кирпичные здания вне зависимости от принятых конструктивных схем имеют стоечно-балочные конструктивные системы: коробчато-стенную при сборных плитных, сборно-монолитных и монолитных железобетонных перекрытиях в современных зданиях и балочно-стенную при балочных перекрытиях с деревянными, металлическими или железобетонными балками и с деревянным, кирпичным или бетонным межбалочным заполнением. Балочные перекрытия в основном применялись в зданиях постройки ранее 50-х годов 20-го века.

Жесткость и устойчивость в кирпичных зданиях с коробчато-стенной конструктивной системой обеспечивается жестким соединением продольных и поперечных стен и жесткими дисками перекрытий.

В зданиях с балочно-стенной системой жесткость и устойчивость в большей мере обеспечивается жестким соединением продольных и поперечных стен, а также за счет раскрепления стен балками перекрытий.

В зданиях 19-го века с продольными стенами и балочными деревянными перекрытиями при большом расстоянии между поперечными стенами или при полном их отсутствии для обеспечения жесткости и устойчивости стен балки заанкериваются в стенах путем пропуска через стены элементов из полосовой стали, прибитых к балкам гвоздями и закрепленных снаружи вертикальными штырями, пропущенными через петли полос.

В зданиях, возводимых до 20-х годов 20-го века, для повышения жесткости и устойчивости в стенах устраивались металлические связи. Связи устанавливались выше уровня оконных перемычек и располагались по всем капитальным продольным и поперечным стенам. Количество связевых поясов зависело от наличия в здании арочных перекрытий и проемов, приводящих к появлению распорных сил, а также от этажности здания. При обследовании кирпичных зданий, построенных в Тамбове до 20-х годов 20-го века, нами было выявлено, что практически во всех одноэтажных зданиях пояса устанавливались над оконными проемами выше уровня арочных или клинчатых перемычек. В двух- и трехэтажных зданиях связи располагались над перемычками второго и третьего этажей ниже или выше уровней междуэтажных перекрытий. Связи выполнялись из кованой полосой стали и реже из стали квадратного сечения. Площадь поперечного сечения тяжей составляла 6-9 см². По длине элементы

связей соединялись штырями, устанавливаемыми в петли элементов связей. Петли выполнялись с помощью «кузнечной» сварки.

Как показали обследования, связи за счет надежного сцепления металла с материалами кладки в значительной мере обеспечивают монолитность кладки, жесткость и устойчивость стен. Особенно это важно для зданий, построенных на слабых грунтах, и зданий с деревянными балочными перекрытиями. Об этом, в частности, свидетельствуют факты появления в стенах трещин после случайных разрывов связей во время эксплуатации и при разрезании их во время ремонтов зданий.

1.2. Материалы кладки кирпичных стен

Материалами кладки кирпичных стен являются кирпичи различных способов производства и кладочные строительные растворы.

Кирпичи относятся к искусственным строительным материалам. По виду производства кирпичи бывают обжигового и автоклавного изготовления. К обжиговым относятся глиняные кирпичи. Они бывают сплошного сечения и с пустотами. К автоклавным относятся силикатные и шлаковые кирпичи.

Все кирпичи, использованные в кладке существующих зданий, условно можно разделить на три вида: керамические (глиняные) полнотелые; силикатные; облегченные (легковесные).

К легковесным кирпичам относятся сорта кирпичей, имеющих объемную плотность $\leq 1500 \text{ кг/м}^3$. По этому признаку к легковесным кирпичам относятся пористые кирпичи, трепельные, глиняно-трепельные, пустотелые, дырчатые, шлаковые и др.

Наибольшее распространение в практике имеют здания с кирпичными стенами, выполненными из керамических и силикатных кирпичей.

Керамические кирпичи в настоящее время изготавливают способами пластического формования или полусухого прессования из глинистых и кремнеземистых пород, обожженных в печах. Для кладки наружных стен в силу особенностей их эксплуатации под действием различных природных факторов используются кирпичи пластического формования. Кирпичи полусухого формования используются для устройства внутренних конструкций.

Кирпичи, изготовленные до начала 20-го века, по качеству обжига и, соответственно, по эксплуатационным характеристикам можно условно разделить на три сорта [2]: «железняк», «красный», «алый».

Наиболее обожженный кирпич, называемый «железняком», имеет стекловидную поверхность. Он обладает повышенной прочностью и морозостойкостью. По этим причинам его использовали для наиболее нагруженных конструкций, работающих в условиях повышенной влажности, то есть для фундаментов, стен подвалов и цокольных участков наружных стен. При обследовании церковных построек Тамбовской области нами также установлено, что

наиболее нагруженные участки стен и столбы церковей во многих случаях выполнялись из «железняка».

Хорошо и равномерно обожженный кирпич, назывался «красным». Он имеет, как правило, ярко-красный цвет, хорошую равномерную плотность по объему, правильные грани и сравнительно высокую прочность. При простукивании такой кирпич издает звонкий звук. «Красный» кирпич использовался для строительства наружных кирпичных стен. В частности, в Тамбове все значимые по тому времени гражданские и церковные здания возведены с использованием «красного» кирпича.

Третий сорт кирпича назывался «алым». Кирпичи этого сорта обжигались при более низких температурах. Об этом свидетельствуют их бледные цвета. При простукивании «алые» кирпичи издают глухой звук. Они имеют пониженную прочность и морозостойкость. При строительстве «алые» кирпичи использовались в основном для забутовки в наружных стенах и для кладки внутренних малонагруженных стен и перегородок.

При обследовании кирпичных зданий, построенных в 19-м веке в сельских районах Тамбовской области (приходские церкви, дворянские усадьбы и т.д.), установлено, что нередко в наружных стенах в качестве лицевых кирпичей использовались одновременно все три сорта. При такой кладке на наружных стенах в настоящее время имеются повсеместные повреждения «алых» кирпичей на глубину до 5-10 см. Наибольшие повреждения «алых» кирпичей отмечены в кладке, сложенной на цементно-песчаном растворе. Повреждения «красных» кирпичей менее значительны и мало зависят от вида раствора. Кладка из «железняка» практически не имеет повреждений.

Глиняные полнотелые кирпичи изготавливаются одинарными и утолщенными с размерами в плане 250×120 мм и, соответственно, с толщинами 65 и 88 мм. В зданиях постройки начала 20-го века и ранее применялись кирпичи размерами 266×133×67 мм, что в русской системе мер составляло 6×3×1,5 вершка. Например, в кирпичных зданиях, возведенных в середине 19-го века в дворянской усадьбе графа Воронцова-Дашкова на территории села Новотомниково Тамбовской области, кладка выполнена из кирпичей местного кирпичного завода, имеющих размеры 266×133×67мм. Все кирпичи по виду обжига и качеству изготовления соответствуют марке «красный».

Кроме указанных кирпичей в стенах, возведенных в 19-м веке и начале 20-го века, встречаются кирпичи и других размеров. Например, в стенах обследованных нами кирпичных зданий Тамбовской области, построенных в этот период, фактические размеры кирпичей составляют по длине 24,5 – 27,0 см, по ширине – 12,0-13,4 см, по высоте – 6,0-6,7 см.

Глиняные пустотелые и пористые кирпичи применяются в строительстве относительно непродолжительное время. Они используются для улучшения теплоизоляционных свойств кладки, снижения массы стен и уменьшения рас-

хода материалов. В связи с более низкой по сравнению с полнотелыми кирпичами прочностью, а в ряде случаев и с пониженной морозостойкостью область применения пустотелых и пористых кирпичей достаточно ограничена.

Силикатные кирпичи изготавливаются способами прессования увлажненной смеси из кремнеземистых материалов и извести или из других известесодержащих вяжущих с последующим твердением ее под действием насыщенного пара в автоклаве. Силикатные кирпичи выпускаются одинарными толщиной 65 мм и утолщенными толщиной 88 мм, полнотелыми и пустотелыми.

Возведение стен из силикатных кирпичей в России началось в 20-м веке. Начало наиболее массового строительства гражданских зданий с силикатными стенами в нашей стране относится к 50-м годам 20-го столетия. Поэтому накопленный опыт эксплуатации таких зданий ограничивается в основном 50-60 годами.

Виды и характеристики современных кирпичей приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Виды и характеристики кирпичей

№ п/п	Вид кирпичей	Объемная плотность γ_0 , кг/м ³	Марки кирпичей по прочности
1	Глиняный обыкновенный пластического прессования	1700-1900	50-300
2	Глиняный обыкновенный полусухого формования	1800-2000	75-200
3	Силикатный	1800-2000	75-200
4	Глиняный пустотелый (дырчатый, пористо-дырчатый) пластического прессования	1300-1450	50-150
5	Глиняный пустотелый полусухого прессования	<1500	75-150
6	Легковесный (глиняный пористый и трепельный)	700-1450	35-100
7	Шлаковый	1200-1800	25-75

Вторым важнейшим компонентом кирпичной кладки является раствор. Современный кладочный раствор представляет собой смесь вяжущего, мелко-го заполнителя, воды и, в случае необходимости, специальных добавок. В кладке растворы после твердения выполняют задачу по связыванию в единое целое кирпичей и обеспечивают равномерную передачу усилий между рядами

кладки. Кроме того, растворы улучшают эксплуатационные качества стен, например, уменьшая продуваемость и влагопроницаемость кладки.

Кладочные растворы в эксплуатируемых зданиях различаются по видам вяжущего и заполнителей, плотности и прочности.

Прочность растворов во многом зависит от количества вяжущего и его активности.

Наиболее широко в качестве вяжущего в практике используются цементы (портландцемент и его разновидности) и известки (воздушной или гидравлической). Растворы, изготовленные на их основе, называются, соответственно, цементными и известковыми. Часто также растворы приготавливаются сложными на нескольких вяжущих, например, известково-цементные растворы.

До начала 20-го века в качестве кладочных растворов в кирпичных стенах использовались известковые растворы. Такие растворы имели низкие марки по прочности (от 4 до 20), но зато отличались удобоукладываемостью и хорошим сцеплением с кирпичами. Это обеспечивало хорошие эксплуатационные качества кладки по воздухо- и влагопроницаемости.

В более позднее время начали применяться цементно-песчаные растворы, а также сложные растворы – цементно-известковые, обладающие достаточно высокой прочностью и в то же время имеющие хорошие пластические свойства и удобоукладываемость. Например, в Тамбовской области первые здания с использованием цементных кладочных растворов были построены в 1910-1914 годах. Кладочные растворы в это время изготавливались на портландцементе с тяжелым заполнителем из речного песка. В зданиях этого периода встречаются также кладки, выполненные на известково-цементных растворах. Незначительное количество цемента в них вводилось для повышения прочности известкового раствора.

При строительстве в зимнее время в кладочные растворы вводятся добавки, снижающие температуру замерзания. Наличие таких солевых добавок в значительной мере снижает эксплуатационные качества стен. В частности, они способствуют увеличению влажности стен за счет роста сорбционной влаги.

Эксплуатационные качества кирпичной кладки стен определяются различными свойствами материалов кладки. К таким свойствам относятся прочность, морозостойкость, водостойкость, плотность материалов, а также свойства, определяющие теплозащитные качества, воздухо- и водопроницаемость стен.

Прочность кирпичей является одной из основных характеристик кладки несущих конструкций стен. Она характеризуется марками. Марки кирпичей означают их временное сопротивление (предел прочности) сжатию и предел

прочности при изгибе, определяемые при испытаниях. Испытания кирпичей кладки по прочности регламентированы соответствующими ГОСТами [4-7].

Для оценки прочности кирпичей эксплуатируемых зданий производится их отбор из кладки и испытание в соответствии с действующими методиками. При испытании кирпича на сжатие из стены отбираются целые кирпичи и распиливаются дисковой пилой. Затем половинки кирпича склеиваются раствором так, чтобы поверхности распила были направлены в противоположные стороны. Толщина слоя раствора не более 5 мм. Поверхности покрываются раствором толщиной 3 мм. Подготовленные образцы испытывают на прессе через 3-4 дня. Предел прочности при изгибе определяется путем испытаний на прессе целого кирпича, уложенного на две опоры, расположенные на расстоянии 200 мм, и нагруженного сосредоточенной силой в середине пролета.

Допускается определять прочность кирпичей эксплуатируемых зданий при сжатии на образцах-цилиндрах диаметром и высотой около 50 мм, высверленных из кладки электродрелью со специальной коронкой. Могут также использоваться неразрушающие методы определения прочности, например, ультразвуковой метод определения прочности при сжатии [8]. Ориентировочно марку кирпича можно определять по последствиям нанесения по нему ударов молотком (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Приближенная оценка прочности кирпича

Марка	Количество ударов	Вид разрушения
<50	один	разбивается в щебень
50-100	несколько ударов	разрушается на мелкие куски
>100	скользящие удары	материал искрит, откалываются мелкие лещадки

Марки основных видов кирпичей, применяемых в современных зданиях, приведены в табл. 1.1.

Кирпичи, использованные в старых зданиях (до 20-х годов 20-го столетия), имеют прочность, соответствующую маркам в основном в пределах 30-50. Лишь в редких случаях прочность достигает значений, соответствующих марке 75. Например, при испытаниях «красных» кирпичей, взятых из стены доходного дома кушца Никонова, построенного в 1912 году в г. Тамбове, из 25 образцов только два соответствовали марке 75, десять марке 50, а остальные маркам 35-40. Прочность кирпичей старой кладки заметно снижается при повышении их влажности.

Морозостойкость кирпичей в значительной мере определяет долговечность кладки. В увлажненной кладке вода замерзает и увеличиваясь в объеме, стремится разорвать стенки пор. Морозостойкость кирпичей определяется марками F, обозначающими количество циклов замораживания и оттаивания

в насыщенном водой состоянии, выдерживаемых кирпичами без видимых разрушений и без снижения прочности согласно ГОСТа [9]. Кирпичи наружных стен современных зданий соответствуют маркам F25, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 300. В старых зданиях кирпичи кладки соответствуют маркам F10, 15, 25. Очень редко в таких зданиях марка достигает F35. При обследованиях установлено, что в зданиях с кладкой, имеющей морозостойкость, соответствующую маркам F10, 15, наблюдаются повреждения наружных слоев кладки на участках, подвергаемых периодическим увлажнениям.

Применение для наружных стен гражданских зданий кирпичей малой плотности уменьшает их прочность и снижает морозостойкость.

Морозостойкость кирпичей связана с их водопоглощением, которое зависит не только от пористости материала, но и от степени закрытости пор. Например, водопоглощение керамического кирпича за счет закрытости пор меньше водопоглощения силикатного кирпича, имеющего поры в виде открытых, выходящих наружу каналов.

Прочность кладочного раствора зависит от активности вяжущего, водоцементного отношения, длительности и условий твердения [10]. Прочность характеризуется маркой, устанавливаемой по пределу прочности на сжатие, которая определяется при испытании образцов, изготавливаемых в виде кубиков [11]. Для эксплуатируемых зданий кубики изготавливаются размерами 40×40 мм из отобранных из кладки и склеенных гипсовым раствором пластинок кладочного раствора.

Растворы кирпичной кладки имеют марки 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200. Наименьшую прочность имеют известковые растворы. В старых зданиях прочность известковых растворов соответствует маркам от 4 до 15. Увлажненные известковые растворы имеют пониженную прочность. Например, прочность известкового кладочного раствора в наружных стенах дома купца Никонова, построенного в 1912 году, на увлажненных участках соответствовала маркам 10, 15. На увлажненных участках кладки раствор имел прочность, соответствующую маркам от 4 до 10.

Морозостойкость раствора определяется числом циклов попеременного замораживания и оттаивания до потери 15% первоначальной прочности (или 5% массы). По морозостойкости растворы подразделяют на марки Мрз 10...300. В стенах жилых зданий в основном использованы растворы с марками Мрз 10, 25 и редко с маркой Мрз 50.

Характеристики материалов кладки, определяющие теплозащитные качества стен, рассмотрены в главе 2.

Учебное пособие

Леденев Владимир Иванович
Матвеева Ирина Владимировна
Монастырев Павел Владиславович

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ КИРПИЧНЫХ СТЕН

Компьютерная верстка: *Д. А. Матвеев*
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Сдано в набор 20.07.07.

Подписано к печати 02.10.07. Формат 60х90/16.

Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Бумага офсетная.

Усл. 10 п. л. Заказ № . Тираж 1000 экз.

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ) 129337,
Москва, Ярославское шоссе, 26, оф. 706 (отдел реализации оф. 511)
тел., факс: (495)183-56-83; e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>