

A detailed architectural cross-section of a brick chimney. The chimney is built with red bricks in a standard running bond pattern. At the top, it is capped with a wooden roof structure, showing rafters and a ridge beam. The chimney is integrated into a wall structure, with a wooden beam running horizontally through it. The wall consists of a brick outer layer and a lighter-colored inner layer. The chimney has a decorative, slightly flared top. The drawing is a technical illustration with clear lines and shading to indicate depth and material texture.

В.Г. Житушкин

**УСИЛЕНИЕ
КАМЕННЫХ
И ДЕРЕВЯННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ**

В.Г. Житушкин

**УСИЛЕНИЕ
КАМЕННЫХ И ДЕРЕВЯННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ**

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ
По образованию в области строительства в качестве
учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлению 653500 «Строительство»

Второе издание, дополненное и переработанное



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва, 2009

Рецензенты: заведующий кафедрой строительных конструкций энергетики Московского государственного строительного университета, кандидат технических наук, профессор *Е.В. Шилов*;
заместитель директора Центра повышения квалификации «Строитель», доктор технических наук, профессор *Х.С. Хунагов*.

Житушкин В.Г.

Усиление каменных и деревянных конструкций: Учебное пособие. Второе издание, дополненное и переработанное. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 112 с.

ISBN 978-93093-657-5

Излагаются методики определения прочности каменной кладки, древесины деревянных конструкций при обследовании их состояния.

Приводятся основы и примеры расчета усиления каменных и деревянных конструкций.

Для студентов строительных специальностей и инженерно-технических работников, занимающихся обследованием технического состояния и реконструкцией зданий.

ISBN 978-93093-657-5

© Издательство АСВ, 2009

© Житушкин В.Г., 2009

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ НЕРАЗРУШАЮЩИМ МЕТОДОМ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ	5
1.1. Методика определения прочности кирпича и раствора кладки неразрушающим методом пластических деформаций.....	5
1.2. Определение прочности кирпичной кладки.....	10
1.3. Пример определения прочности кирпичной кладки в натуральных условиях.....	12
2. УСИЛЕНИЕ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	17
2.1. Расчет кирпичных простенков и столбов, усиливаемых обоями	25
2.2. Расчет кирпичных стен, усиливаемых железобетонными обоями	30
2.3. Расчет кирпичных стен, усиленных устройством односторонних стенок	31
2.4. Пример расчета усиления кирпичной колонны	33
2.5. Пример расчета усиления внутренней кирпичной стены дома.....	36
2.6. Пример расчета усиления наружной кирпичной стены дома.....	37
2.7. Пример расчета стен многоэтажного здания из кирпича на вертикальную нагрузку по раскрытию трещин при различной нагрузке	41
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	45
3.1. Методика определения прочности древесины конструкций	46
3.2. Пример определения прочности древесины деревянной конструкции.....	51
4. УСИЛЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	53
4.1. Расчет усиления деревянных балок	61
4.2. Расчет усиления деревянных стоек.....	65
4.3. Расчет усиления растянутых деревянных элементов.....	70
4.4. Усиление деревянных балок армированием	71
4.5. Расчет деревянных перекрытий и покрытий по деформациям	75
4.6. Пример усиления наклонной стропилы.....	78
4.7. Пример расчета усиления опорных узлов деревянной треугольной фермы	82
4.8. Пример усиления армированием клееной балки	86
4.9. Пример проверки прочности и жесткости деревянной балки с продольными трещинами	91
4.10. Пример проверки деревянного покрытия	93
4.11. Пример усиления стропильной системы	101
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Масса некоторых строительных материалов	106
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Масса 1 м² крыши, включая стропила, обрешетку и кровлю ..	107
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Масса снега	107
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Допускаемые нагрузки на стропильные ноги	107
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. График для предварительной оценки несущей способности стойки.....	108
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	109

ВВЕДЕНИЕ

В области капитального строительства наряду с возведением новых зданий осуществляется ремонт и реконструкция ранее построенных.

Текущий и капитальный ремонты вызываются неправильной или длительной эксплуатацией строения.

Реконструкция здания представляет собой переустройство его с изменением объема, назначения, внешнего вида. При этом надстраивается один-два этажа, пристраивается новая часть здания.

При реконструкции капитальные вложения уменьшаются, а окупаемость до двух раз быстрее, чем при новом строительстве.

При реконструкции и капитальном ремонте заменяются или усиливаются отдельные части здания или конструкции.

Иногда появляется необходимость усиления отдельных конструкций вновь возводимого здания, которая может быть вызвана рядом причин: отступлением от проекта; некачественное выполнение работ из-за низкой квалификации рабочих при отсутствии должного контроля со стороны инженерно-технических работников; большие перерывы (более года) в строительстве без консервации объекта и т.д.

Проектирование усиления конструкций ведется на основе соответствующих расчетов, которые учитывают прочностные свойства материалов на момент усиления.

От того, как точно (достоверно) определена прочность материалов, зависит надежность усиленной конструкции.

В настоящем пособии излагаются методики определения прочности каменной кладки, древесины деревянных конструкций, приводятся основы и методы расчета усиления каменных и деревянных конструкций.

Методики определения прочности каменной кладки и древесины конструкций разработаны на основании экспериментальных исследований в лабораторных и натуральных условиях.

Примеры расчета усиления конструкций даны из практики обследования жилых и гражданских зданий.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ НЕРАЗРУШАЮЩИМ МЕТОДОМ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

Здание, его конструктивные элементы в процессе эксплуатации постепенно изнашиваются: физически и морально.

Физический износ выражается снижением несущей способности конструкций.

Моральный износ наступает вследствие снижения или утраты эксплуатационных качеств здания, вызванных изменением нормативных требований.

При физическом износе необходим ремонт, а при моральном – реконструкция здания.

При ремонте и реконструкции здания возникает вопрос: надо ли усиливать те или иные конструкции. Ответ на этот вопрос может быть дан только после определения действительной несущей способности конструкций в сравнении с действующей на неё реальной нагрузкой.

Определить несущую способность конструкций – возможно, если известны прочностные свойства материалов, из которых она выполнена, характер и объем повреждений и дефектов.

Для определения прочности кирпичной кладки необходимо знание прочности материалов ее составляющих – кирпича и раствора. Для этого существует несколько методов. Один из них – определение прочности материала с помощью молотка К.П. Кашкарова, который применяется для неразрушающего контроля прочности бетона.

Этот метод обеспечивает хорошую точность измерений, проверен в натурных условиях в течение нескольких лет при обследовании каменных конструкций зданий и домов.

Следует подчеркнуть, что точность результатов определения прочности раствора и кирпича каменной кладки неразрушающим методом с использованием молотка К.П. Кашкарова прямо зависит от опыта, технической грамотности, чувства ответственности специалиста, осуществляющего испытания.

1.1. Методика определения прочности кирпича и раствора кладки неразрушающим методом пластических деформаций

В основу метода пластических деформаций, основанного на положениях ГОСТ 22690-88, для определения прочности кирпича и раствора кладки принята примерно прямая зависимость между временным сопротивлением и твердостью материала.

При испытании молотком К.П. Кашкарова в качестве косвенного показателя принято отношение диаметров отпечатков, оставленных при ударе на кирпиче (d_k) и растворе (d_p), и эталонном стержне – (d_s):

$$D_k = \frac{dK}{d\varepsilon}; D_p = \frac{dp}{d\varepsilon}.$$

Указанный метод используется при прочности кирпича 25–300 кгс/см², раствора – 5–150 кгс/см².

Кривая зависимость прочности кирпича на сжатие ($R_{сж}$) от $D_k = \frac{dK}{d\varepsilon}$, построенная на основании испытаний керамического кирпича марок 50–250, представлена на *рис. 1.1*.

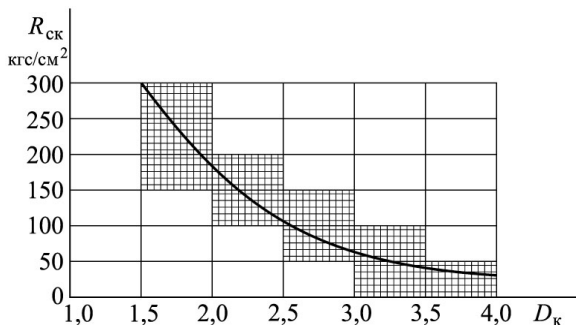


Рис. 1.1. График зависимости $R_{сж} \rightarrow D_k$

Для пустотелых керамических кирпичей прочность на сжатие определяется по формуле

$$R_{сжп} = K_n \cdot R_{сж}, \quad (1.1)$$

где $K_n = 1 - \frac{F_{овс}}{F}$ – коэффициент пустотности кирпича;

$F_{овс}$ – площадь пустот, см²;

F – площадь постельной поверхности кирпича, см².

Марка керамического кирпича определяется по формуле:

– полнотелого

$$R_k = 0,84 R_{сж} \quad (1.2)$$

– пустотелого

$$R_{кп} = 0,84 R_{сжп} \quad (1.2a)$$

Кривая зависимости прочности раствора на сжатие ($R_{ен}$) от $D_p = \frac{dp}{d\varepsilon}$, построенная по результатам испытаний кубов с размером ребра 7,07 см из кладочного раствора марок 10–150, представлена на *рис. 1.2*.

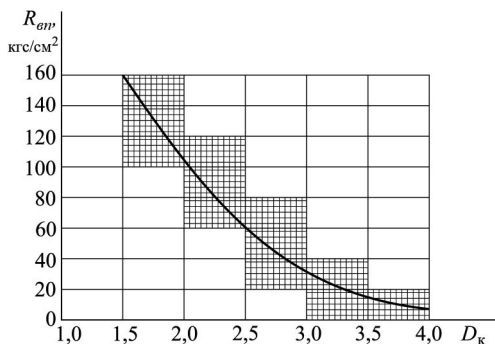


Рис. 1.2. График зависимости $R_{ен} \rightarrow D_p$

Прочность кладки на осевое растяжение по непрерыванному сечению ($R_{ст,n}$) определяется по формуле

$$R_{ст,n} = 0,17 \sqrt{R_{ен}}, \quad (1.3)$$

где $R_{ен}$ – прочность раствора на сжатие, кгс/см².

Подготовка и проведение испытаний кирпичной кладки

При определении и оценке прочности кирпичной кладки необходимо учитывать сведения, полученные в результате технического осмотра конструкций здания; изучения проектных материалов; выявления фактических условий эксплуатации (в том числе путем опроса лиц, эксплуатирующих здание).

При контроле прочности кирпичной кладки необходимо:

- назначить (определить) места испытаний;
- провести испытания;
- обработать данные испытаний и дать заключение по результатам испытаний.

План контроля прочности кирпичной кладки разрабатывается в составе методики обследования.

Количество измерений на один этаж одной секции дома (здания) должно быть не менее $N_1 = 18$.

За секцию принимается часть здания между деформационными или антисейсмическими швами общей длиной не более 30 м. Для одноэтажных зданий за один этаж принимается высота до 4,5 м.

Участки измерений (испытаний) распределяются равномерно в шахматном порядке по всей секции.

На резко выделяющихся при осмотре зонах количество измерений (испытаний) принимается как на секцию.

Прочность кирпичной кладки колонн (стоек) определяется для каждой конструкции в отдельности независимо от их числа.

Для молотка конструкции К.П. Кашкарова (рис. 1.3) используется эталонный стержень диаметром 10–12 мм, длиной 150 мм, изготавливаемый из круглой прутковой стали марки Ст.3 класса А-I без дополнительной обработки (кроме очистки). Один конец стержня заостряется.

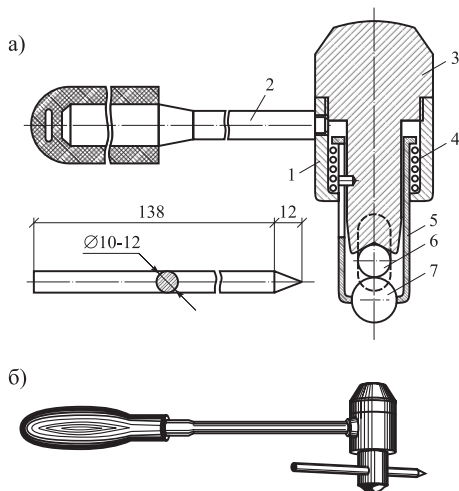


Рис. 1.3. Эталонный молоток конструкции К.П. Кашкарова:

а) схематический разрез; б) внешний вид; 1 – корпус; 2 – металлическая рукоятка; 3 – головка; 4 – пружина; 5 – стакан с отверстиями для шарика 7 и эталонного стержня 6

Поверхность камня и раствора шва перед испытанием обрабатывается наждачной бумагой или шлифовальным кругом и очищается от пыли.

Толщина растворного шва кладки, подлежащая испытанию, должна быть не менее 10 мм.

На каждом участке выборочно наносится по пять ударов по кирпичу и раствору швов. Наносится по одному удару на каждый из выбранных для испытаний пяти кирпичей и растворных швов.

Для выполненной серии отпечатков на каждом участке вычисляется сумма диаметров всех полученных отпечатков на кирпичах – $\sum d_k$ или растворе – $\sum d_p$ и на эталонном стержне – $\sum d_s$, а затем находят их отношение

$$\frac{\sum d_k}{\sum d_s} \text{ и } \frac{\sum d_p}{\sum d_s}.$$

Обработка результатов испытаний

По данным испытаний определяется прочность кирпича (рис. 1.1) и раствора кладки (рис. 1.2) для каждого участка.

При обработке полученных результатов испытаний определяются для кирпича и раствора кладки:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \text{ – среднее значение прочности кирпича (раствора);}$$

где R_i – прочность кирпича (раствора) на данном участке; n – количество участков;

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}}{n-1} \text{ – среднеквадратичное отклонение;}$$

$$V = \frac{\sigma}{\bar{R}} \text{ – коэффициент вариации (изменчивости).}$$

При нахождении среднего значения прочности кирпича (раствора) на сжатие проверяется необходимость отбрасывания резко выделяющихся данных в следующей последовательности.

Определяется допустимое абсолютное отклонение:

$$\bar{X} = 0,6745 \cdot K \cdot \sigma,$$

где K – коэффициент, зависящий от числа измерений и определяемый по табл. 1.1.

Таблица 1.1

Численные значения K

n	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
K	2,12	2,29	2,57	2,76	2,91	3,02	3,12	3,20	3,26	3,32	3,38

n	24	26	30	40	50	100
K	3,43	3,47	3,55	3,70	3,82	4,16

Примечание: для промежуточных значений измерений n величина K определяется по интерполяции.

Если величина допустимого абсолютного отклонения (\bar{X}) меньше фактического ($R_{i \max} - \bar{R}$) или ($R_{i \min} - \bar{R}$), то величина $R_{i \max}$ ($R_{i \min}$) отбрасывается.

Учебное пособие

Валентин Григорьевич Житушкин

УСИЛЕНИЕ КАМЕННЫХ И ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Второе издание, дополненное и переработанное

Редактор: *Р.В. Воробьева*
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*
Компьютерная верстка: *Е.М. Лютова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.
Подписано к печати 21.04.09. Формат 60х90/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. 7 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 348 (КМК)
тел., факс: (499) 183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>