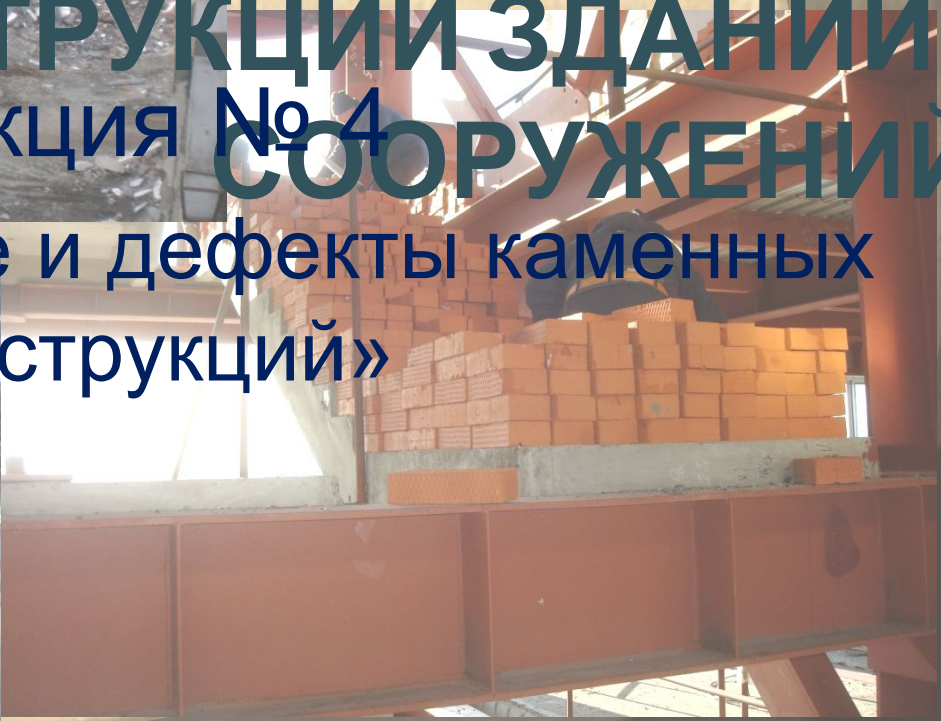





**КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ТЕМЕ:  
«ОБСЛЕДОВАНИЕ И  
ИСПЫТАНИЕ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И  
Лекция № 4  
СООРУЖЕНИЙ»**



**«Обследование и дефекты каменных  
конструкций»**

# 1 Контролируемые параметры каменных конструкций

*Контролируемыми параметрами каменных конструкций являются:*

- тип и качество выполнения кладки;
- вид и марки камней и раствора;
- геометрические размеры (толщина и высота стен, размеры простенков);
- прочность камней и раствора;
- морозостойкость камней;
- толщина швов кладки;
- вид, диаметры, количество и расположение арматуры;
- прочность арматуры;
- влажность кладки.



*Прочностные характеристики кладки (камней и раствора) следует определять в случаях, если:*

- отсутствуют проектные данные о прочности материала, а эти сведения необходимы при оценке состояния конструкций;
- есть основания предполагать, что были нарушены требования по качеству материалов и производства работ;
- материал имеет дефекты и повреждения;
- при изменении нагрузок или условий эксплуатации здания.

## 2 Контролируемые дефекты каменных конструкций

*Контролируемыми параметрами дефектов и повреждений каменных конструкций являются:*

- ширина раскрытия трещин, их характер и расположение;
- величина пустошовки, непараллельность рядов, число неперевязанных рядов кладки;
- наличие бракованных кирпичей и раствора в кладке;
- глубина и размеры местных повреждений кладки (разрушение, расслоение, деструкция, эрозия швов кладки, увлажнение, наличие микроорганизмов на поверхности);
- деформации формы конструкций (продольный изгиб, перекос, выпучивание, отклонение и т.п.).

# 3 Методы определения прочности кирпича

- *Прочность кирпича может быть определена:*
  - *разрушающими методами* путем испытания образцов, взятых из обследуемой конструкции (ГОСТ 8462-85);
  - *неразрушающими методами* (например, ультразвуковым методом по ГОСТ 17624-87).
- *Для получения точных данных следует использовать разрушающие методы контроля, для чего из конструкции отбирают 5 или 10 образцов целого неповрежденного кирпича.*
- *Места отбора образцов:*
  - непосредственно из исследуемой конструкции (напр., из простенка) или в непосредственной близости от нее;
  - из малонагруженных участков или участков подлежащих разборке

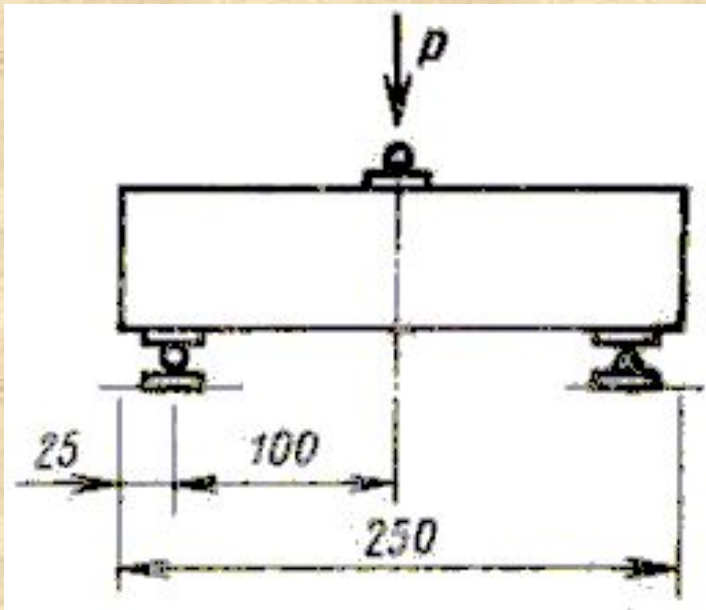


# ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе»

- Образцы кирпича испытывают:
  - *на изгиб*
  - *на сжатие.*
- Перед испытанием образцы *измеряют* с точностью 1 мм. Каждый линейный размер образца вычисляют как среднее арифметическое значение результатов измерений двух средних линий противоположащих поверхностей образца.
- *Предел прочности при изгибе определяют на целом кирпиче.*
- *Предел прочности при сжатии определяют на образцах, состоящих из двух целых кирпичей или из двух его половинок.*
- В местах опирания и приложения нагрузки *поверхность кирпича выравнивают* цементным или гипсовым раствором.

## Испытание образцов на изгиб

- Нагрузку равномерно распределяют по ширине образца.
- Нагрузка на образец должна возрастать непрерывно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 20-60 с после начала испытаний.
- Предел прочности при изгибе  $R_{изг}$ , МПа (кгс/см<sup>2</sup>):



$$R_{изг} = \frac{3Pl}{2bh^2},$$

где  $P$  - наибольшая нагрузка, установленная при испытании, МН (кгс);  
 $l$  - расстояние между осями опор, м (см);  
 $b$  - ширина образца, м (см);  
 $h$  - высота образца посередине пролета, м (см).

## Испытание образцов на сжатие

- Предел прочности при сжатии определяют на образцах, состоящих из *двух целых кирпичей или из двух его половинок*.
- Кирпич делят на половинки распиливанием или раскалыванием. *Допускается использовать половинки кирпича, полученных после испытания его на изгиб*.
- Кирпичи или его половинки *укладывают постелями друг на друга*. Половинки размещают *поверхностями раздела в противоположные стороны*.
- Образцы, изготовленные с применением гипсового раствора, *испытывают не ранее чем через 2 ч после начала схватывания*. Толщина слоя раствора должна быть не более 5 мм.
- На боковые поверхности образца наносят вертикальные осевые линии.



- Образец устанавливают в центре плиты пресса, совмещая геометрические оси образца и плиты, и прижимают верхней плитой пресса.
- Нагрузка на образец должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 20-60 с после начала испытания.
- Предел прочности при сжатии  $R_{сж}$ , МПа (кгс/см<sup>2</sup>):

$$R_{сж} = \frac{P}{F},$$

где  $P$  — наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, МН (кгс);

$F$  — средняя арифметическая площадь поперечного сечения образца, м<sup>2</sup> (см<sup>2</sup>).

При вычислении предела прочности при сжатии образцов из кирпичей толщиной 88 мм результаты испытаний умножают на коэффициент 1,2.

- *Предел прочности при изгибе образцов в партии вычисляют с точностью до 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>) как среднее арифметическое 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.*
- *Предел прочности при сжатии образцов в партии вычисляют с точностью до 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) как среднее арифметическое значение результатов испытаний установленного числа образцов.*

□ *Марка кирпича или камня назначается по результатам испытаний кирпича на сжатие и изгиб, используя ГОСТ на соответствующее изделие:*

- *кирпичи и камни силикатные – ГОСТ 379-95 (2003);*
- *кирпичи и камни керамические – ГОСТ 530-95 (2001).*

□ *Для промежуточных значений средних и наименьших пределов прочности кирпича условную марку следует принимать по линейной интерполяции.*

### Прочности и марки керамического кирпича по ГОСТ 530-95

Марка кирпича	$R_{сж,ср}$ , кг/см <sup>2</sup>	$R_{сж,мин}$ , кг/см <sup>2</sup>	$R_{изг,ср}$ , кг/см <sup>2</sup>	$R_{изг,мин}$ , кг/см <sup>2</sup>
100	100	75	22	11
75	75	50	18	9



## 4 Методы определения прочности раствора

### ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. методы испытаний»

- Образцы раствора отбирают из горизонтальных швов наиболее характерных участков стен.
- Из образцов изготавливают пластинки (10 штук) в виде квадрата, сторона которого в 1,5 раза должна превышать толщину пластинки, равную толщине шва.
- Для испытания готовят кубы с ребрами 2-4 см из двух пластинок раствора.
- Склеивание производят при помощи тонкого слоя гипсового теста (1-2 мм).
- Испытание кубов из отвердевшего раствора производят через сутки после изготовления, а из оттаявшего раствора - через 2-3 ч.

## Проведение испытаний

- Для испытания образцов-кубов из раствора с ребрами 2 см *применяют малогабаритный настольный пресс*. Нормальный диапазон нагрузок составляет 1,0—5,0 кН (100—500 кгс).
- Образец-куб устанавливают на нижнюю плиту прессы центрально относительно его осей.
- Нагрузка на образец должна возрастать непрерывно с *постоянной скоростью 2-10 кгс/см<sup>2</sup>*.
- Предел прочности раствора при сжатии  $R_{сж}$ , МПа (кгс/см<sup>2</sup>) определяют с погрешностью 0,01 МПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>):

$$R_{сж} = \frac{P}{F},$$

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

$F$  — средняя арифметическая площадь поперечного сечения образца, см<sup>2</sup>.

- Прочность раствора определяется как *средний результат пяти испытаний*.
- Марка раствора назначается по ГОСТ 28013-98 (2002) путем идентификации полученной прочности раствора.
- Прочность растворов на сжатие в проектном возрасте характеризуют марками: *M4, M10, M25, M50, M75, M100, M150, M200*.



- Расчет несущей способности каменных и армокаменных конструкций производят в соответствии со СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции».
- Несущая способность элементов неармированных каменных конструкций при центральном сжатии определяется по формуле:

$$[N] = m_g \phi R A,$$

где  $[N]$  - расчетная несущая способность;

$R$  - расчетное сопротивление сжатию кладки на основании данных, полученных при обследовании;

$\phi$  - коэффициент продольного изгиба;

$A$  - площадь сечения элемента с учетом ослаблений (трещины, разрушения поверхностных слоев, механические повреждения);

$m_g$  - коэффициент, учитывающий влияние длительной нагрузки.

*Несущая способность поврежденных элементов определяется с учетом следующих факторов:*

- трещины;
- разрушения поверхностных слоев кладки в результате размораживания, пожара или механических повреждений (выбоин и т.п.);
- наличие эксцентриситетов, вызываемых отклонением стен и столбов от вертикали или при их выпучивании из плоскости;
- нарушение конструктивной связи между стенами вследствие образования вертикальных трещин в местах их пересечения или вследствие разрыва поперечных связей между стенами, колоннами и перекрытиями каркаса;
- повреждение опор балок, перемычек, смещение элементов покрытий и перекрытий на опорах;
- увлажнение кладки.

Несущая способность поврежденных элементов определяется по формуле:

$$\Phi = [N] \cdot k_{mc},$$

где  $A$  – фактическая несущая способность поврежденного каменного элемента;

$[N]$  – несущая способность каменного элемента, определенная по СНиП II-22-81;

$k_{mc}$  – коэффициент снижения несущей способности каменных конструкций при наличии повреждений [Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. М., 1988].



№№ пп.	Характер повреждения кладки	Коэффициент $k_{mc}$ при кладке	
		неармированной	армированной
1	Трещины в отдельных камнях, не пересекающие растворные швы	1	1
2	Волосяные трещины, пересекающие не более двух рядов кладки (длиной 15- )	0,9	1
3	То же при пересечении не более четырех рядов кладки (длиной до 30- ) при числе трещин не более четырех на ширины (толщины) стены, столбов или простенка	0,75	0,9
4	Трещины с раскрытием до , пересекающие не более восьми рядов кладки (длиной до 60-65 ей) при числе трещин не более четырех на ширины (толщины) стены, столба, простенка	0,5	0,7
5	То же при пересечении более восьми рядов кладки (длиной более )	0	0,5

□ Вывод о категории технического состояния обследуемых конструкций делается на основании сопоставления усилий в конструкциях и фактической несущей способности этих конструкций.

□ В случае если усилия в конструкции превышают ее несущую способность, то состояние такой конструкции должно быть признано недопустимым или аварийным [СП 13-102-2003].

□ По величине снижения несущей способности назначается степень повреждения и категория технического состояния [МДС 13-20.2004]:

Снижение несущей способности, %	0-5	5-15	15-25	25-50	Свыше 50
Степень повреждения	I	II	III	IV	V
Категория технического состояния	Исправное	Работоспособное	Ограниченно работоспособное	Недопустимое	Аварийное

# Основные причины возникновения дефектов в каменных конструкциях

- совместное применение разнородных по прочности, водопоглощению и долговечности материалов для несущих конструкций (силикатный кирпич в сочетании со шлакоблоками, шлакобетон с цементной штукатуркой повышенной толщины, керамическая облицовка с кладкой стен из силикатного кирпича с удвоенным количеством швов по отношению в облицовке);
- различная деформативность нагруженных продольных и ненагруженных торцевых кирпичных стен или нагруженных поперечных и ненагруженных продольных стен;
- использование каменных материалов не по назначению (силикатного кирпича - для сооружений повышенной влажности (бани, душевые, бассейны, пропарочные камеры на заводах), где преобладает повышенная влажность);
- ослабление кладки из-за несоблюдения перевязки, утолщения швов, применения забутовки стен и простенков кирпичным боем и применения кирпича и раствора низкой прочности;
- некачественное или полное отсутствие перевязки несущих кирпичных пилястр со стенами;
- пониженная несущая способность пилястр;



- эксцентриситеты при опирании железобетонных балок и ферм на кирпичные пилястры и столбы;
- недостаточное опирание железобетонных перемычек балок и ригелей на кирпичные простенки, столбы, стены;
- смещение столбов на разных этажах с их общей вертикальной оси;
- промерзание раствора и неупорядочность температурных швов в стенах;
- увлажнение атмосферными осадками карнизов, парапетов, архитектурных деталей фасадов, колонн, балконов, лоджий, водосточных труб и лотков для внешнего отвода дождевых и талых вод;
- некачественное заполнение раствором вертикальных и горизонтальных швов в кирпичной кладке, вызывающих продуваемость при напорном ветре и увлажнение внутренней поверхности стен;
- нарушения, вызванные низким качеством работ, выполняемых в осенне-зимнее время, использование не очищенного от наледи и снега кирпича, применение раствора, утратившего пластичность или частично смерзшегося и разбавленного водой, увеличение толщины швов;
- отсутствие контроля за фактической прочностью в швах кирпичной кладки при естественном весеннем и искусственном оттаивании (этот недочет при низкой прочности раствора в сочетании с другими вышеперечисленными нарушениями приводит к значительным дефектам и обрушению конструкций);
- внешние нарушения, вызванные выветриванием кладки стен, выщелачиванием растворимых веществ, особенно при низкой морозостойкости и прочности кирпича.



**Рис. 4.1. Разрушение карнизной части  
кирпичной стены школы искусств  
в Донецкой области**





**Рис. 4.2. Низкое  
качество работ при  
кладке стены  
(гостиница  
в г. Горно-Алтайск)**





**Рис. 4.3. Размораживание каменной кладки  
(гостиница в г. Горно-Алтайск)**



**Рис. 4.4. Разрушение каменной кладки  
(лицей в г. Томске)**





**Рис. 4.5. Замачивание каменной кладки  
(жилой дом по ул. Римского-Корсакого)**





**Рис. 4.6. Трещины в кирпичных стенах жилого дома по ул. Депутатская, 28**



**Рис. 4.7. Трещины в кирпичных стенах в жилом доме по ул. Римского-Корсакого**