

# Обследование каменных конструкций

Лекция 11

# 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

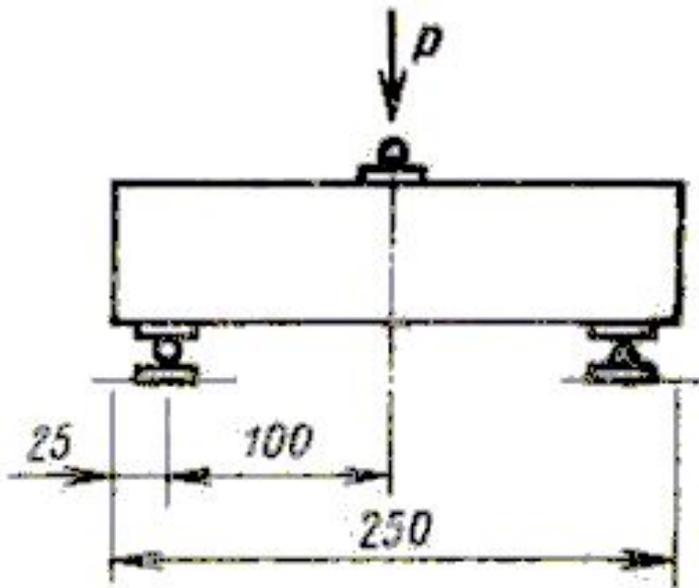
## ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе»

- 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 противоположных 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**

<b>Марка кирпича</b>	<b><math>R_{сж,ср}</math>, кг/см<sup>2</sup></b>	<b><math>R_{сж,мин}</math>, кг/см<sup>2</sup></b>	<b><math>R_{изг,ср}</math>, кг/см<sup>2</sup></b>	<b><math>R_{изг,мин}</math>, кг/см<sup>2</sup></b>
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 типа ПС. 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*.

## 5 Задание расчетных характеристик кладки и оценка несущей способности

- *Расчетные сопротивления каменной кладки принимают по СНиП II-22-81 в зависимости от вида и прочности камня, а также прочности раствора, определенных в результате испытаний образцов, отобранных из конструкций и испытанных разрушающими методами в соответствии с действующими нормативами [СП 13-102-2003].*

Расчетные сопротивления кладки  $R$ , кгс/см<sup>2</sup>

Марка кирпича	Марка раствора			
	M50	M25	M2	M0
M100	15	13	8	6
M75	13	11	6	5

- 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