

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ КАМЕННЫХ И АРМОКАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	5
1.1. Каменные материалы и изделия для кладки	5
1.2. Растворы для каменных кладок	6
1.3. Арматура для каменных кладок.....	6
1.4. Виды каменных кладок	6
2. РАСЧЕТ КАМЕННОЙ КЛАДКИ ПО МЕТОДУ ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ.....	7
2.1. Общие положения	7
2.2. Стадии работы кладки при сжатии	8
2.3. Центральное-сжатые элементы	8
2.4. Внецентренное сжатие	9
2.5. Местное сжатие (смятие кладки)	11
3. АРМОКАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.....	12
3.1. Виды армокаменных конструкций	12
3.2. Расчет прочности каменной кладки с сетчатым армированием	13
4. УСИЛЕНИЕ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	14
4.1. Расчет каменных конструкций, усиленных металлической облоймой по предельным состояниям первой группы (по несущей способности)	14
4.2. Расчет каменных конструкций, усиленных полимерными композитными материалами по предельным состояниям первой группы (по несущей способности)	15
4.2.1. Материалы для усиления железобетонных конструкций.....	15
4.2.2. Центральное-растянутые элементы.....	17
4.2.3. Центральное-сжатые элементы	17
5. КОМПОНОВКА КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНОГО КАМЕННОГО ЗДАНИЯ.....	18
6. РАСЧЕТ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТА	19
7. ПРИМЕР РАСЧЕТА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЯ	19
7.1. Сбор нагрузок от перекрытия и покрытия здания	20
7.2. Расчет глубины промерзания грунта	21
7.3. Определение глубины заложения подошвы фундамента.....	21
7.4. Определение расчетной нагрузки на обрез фундамента	22
7.5. Определение ширины подошвы фундамента	23
7.6. Расчет и конструирование простенка наружной стены первого этажа	24
7.6.1. Усиление стальной облоймой простенка первого этажа (согласно варианту)	27
7.6.2. Усиление облоймами из композитных материалов простенка первого этажа (согласно варианту).....	28
7.7. Расчет и конструирование кирпичного столба первого этажа с поперечной сетчатой арматурой	31
7.7.1. Расчет армированного кирпичного столба	33
7.8. Расчет на местное сжатие каменной кладки наружных стен под опорой ригеля.....	35
Библиографический список.....	37
ПРИЛОЖЕНИЯ	39

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие подготовлено для обучающихся специалитета и бакалавриата по направлению подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, дисциплина «Каменные и армокаменные конструкции». Пособие разработано для выполнения курсового проекта на тему «Проектирование здания с несущими каменными и армокаменными конструкциями».

Цель разработки пособия — помощь обучающимся в выполнении курсового проекта по проектированию основных несущих элементов многоэтажного здания с несущими каменными и армокаменными конструкциями.

В курсовом проекте требуется запроектировать вертикальные несущие каменные и армокаменные конструкции здания в 5–12 этажей.

В учебно-методическом пособии рассмотрены следующие вопросы:

- проектирование и расчет здания с несущими каменными и армокаменными конструкциями;
- проектирование усиления каменных конструкций.

При выполнении расчетов каменных и армокаменных конструкций и их конструировании необходимо руководствоваться сводом правил СП 15.13330.2020 [1].

В приложениях пособия приведены справочные материалы для расчета и конструирования каменных конструкций, а также графические материалы с примером оформления чертежей курсового проекта формата А3.

1. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ КАМЕННЫХ И АРМОКАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В данной главе приведена информация об основных свойствах материалов каменной кладки, необходимых при проектировании рассматриваемых конструкций, для использования в рамках курсового проекта.

1.1. КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ КЛАДКИ

Каменная кладка является комплексным материалом, состоящим из кирпичей (камней, блоков и т.д.) и связующего раствора. Для возведения каменной кладки применяются разнообразные по своей природе и происхождению материалы. Классификация материалов каменных и армокаменных конструкций приведена в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Каменные материалы для кладки

Естественные					Искусственные							
тяжелые $\rho > 1600 \text{ кг/м}^3$			легкие $\rho < 1600 \text{ кг/м}^3$		автоклавные		обжиговые			безобжиговые		
граниты	песчаники	известняки	туфы	известняки-ракушечники	силикатный кирпич	шлаковый кирпич	кирпич глиняный сплошной	кирпич глиняный дырчатый	керамические камни	бетонные цементные	бетонные бесцементные	шлакобетонные
правильной формы										сплошные		
										пустотные		
неправильной формы										тяжелые $\rho > 1600 \text{ кг/м}^3$	легкие $\rho < 1600 \text{ кг/м}^3$	ячеистые $\rho < 1200 \text{ кг/м}^3$

Наиболее распространенным конструкционным материалом каменной кладки, применяемым для многоэтажного строительства, является керамический и силикатный кирпич. Другие виды стеновых материалов в большей части используют как заполнение каркасов зданий, а также применяют в качестве несущих и самонесущих конструкций в малоэтажном строительстве.

Для оценки расчетных характеристик каменной кладки определяют марку кирпича (каменей, блоков и т.д.) и раствора. Марка камней по прочности является интегральным показателем, зависящим от величины их временного сопротивления сжатию и предела прочности при изгибе. В [1] для оценки расчетного сопротивления кладки из всех видов кирпича и керамических камней, включая пустотные, приведены следующие марки: М35, М50, М75, М100, М125, М150, М200, М250, М300.

1.2. РАСТВОРЫ ДЛЯ КАМЕННЫХ КЛАДОК

Раствор является связующим элементом кладки. В составе кладки он выполняет следующие защитные и механические функции:

- скрепляет отдельные кирпичи (камни и др.) кладки в единую конструкцию;
- передает и распределяет усилия от вышележащих рядов кладки к нижележащим;
- исключает продуваемость и влагопроницаемость кладки.

Основной механической характеристикой раствора в составе каменной кладки является его марка. Она определяется путем стандартных испытаний на сжатие растворных кубов размером 7,07×7,07×7,07 см. Марка раствора кладки назначается по расчету из условия прочности кладки с учетом требуемой морозостойкости. Согласно [1] установлены следующие марки растворов: М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200.

Растворы различаются по виду вяжущего вещества, заполнителей, плотности и прочности.

По виду вяжущего вещества строительные растворы подразделяются на цементные, известковые, гипсовые и смешанные. В состав раствора могут входить несколько вяжущих веществ — в таком случае он называется сложным, если одно — простым.

Для улучшения удобоукладываемости в растворы добавляют пластификаторы — это может быть известь, глина и другие специальные компоненты.

1.3. АРМАТУРА ДЛЯ КАМЕННЫХ КЛАДОК

Для армирования каменных конструкций применяют:

- для сетчатого армирования — арматуру классов А240 и В500;
- для продольной и поперечной арматуры, анкеров и связей — арматуру классов А240, А400, В500;
- для продольного армирования кладки лицевого слоя многослойных стен — сетки из полимерных композитных материалов.

Для закладных деталей и соединительных накладок следует применять сталь в соответствии с СП 16.13330.2017 [2].

Для гибких связей многослойных наружных стен следует применять стальную арматуру класса А240, проволоки из высоколегированных коррозионностойких и низкоуглеродистых сталей по ГОСТ 18143-72 [3], полимерные композитные материалы в виде сеток, а также отдельных стержней с анкерными устройствами в соответствии с СП 327.1325800.2017 [4].

Арматуру для кладки из ячеистобетонных камней следует применять в соответствии с [2] с учетом требований СП 339.1325800.2017 [5].

1.4. ВИДЫ КАМЕННЫХ КЛАДОК

Кладка каменных стен имеет свои разновидности в зависимости от вида камней. Сплошную кладку делают из кирпича, керамических камней, крупных блоков и облег-

ченных камней правильной формы. Из камней неправильной формы делают бутовую и бутабетонную кладку.

По количеству слоев в кладке различают однослойные и многослойные. Многослойные кладки состоят из двух и более слоев, обычно каждый слой выполняет отдельную функцию (несущую, теплоизоляционную, декоративную). Многослойные стены еще называют эффективными.

Выбор типа кладки наружных и внутренних стен каменных зданий обусловлен основными факторами:

- климатическими условиями района строительства;
- видами и значениями нагрузки, которую будет воспринимать каменная конструкция;
- температурно-влажностным режимом помещений.

Сплошные кладки имеют две основные системы перевязки камней: цепную и многорядную. При одинаковых показателях прочности на сжатие кладка с многорядной перевязкой улучшает сопротивляемость кладки растяжению и срезу за счет большего перекрытия горизонтального шва.

Опыт показывает, что для многоэтажных зданий с каменными несущими стенами, выполненными вручную, целесообразно применять сплошные кладки. В качестве материала следует использовать сплошной керамический или силикатный кирпич. Многослойную кладку для наружных стен стоит выполнять при необходимости их дополнительного утепления.

2. РАСЧЕТ КАМЕННОЙ КЛАДКИ ПО МЕТОДУ ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Под предельным понимают такое состояние, при котором конструкция перестает отвечать предъявляемым к ней эксплуатационным требованиям, т.е. теряет способность сопротивляться внешним нагрузкам и воздействиям или получает недопустимые деформации или местные повреждения.

Каменные конструкции должны отвечать требованиям прочности, устойчивости, выносливости (предельные состояния первой группы), а также требованиям пригодности к нормальной эксплуатации (предельные состояния второй группы).

К предельным состояниям первой группы относятся:

- потеря устойчивости формы или положения;
- хрупкое, пластичное или иное разрушение материала конструкций;
- разрушение от совместного действия нагрузок или/и агрессивной среды;
- усталостное разрушение (расчет на выносливость при многократно повторяемых нагрузках).

Расчет по второй группе предельных состояний выполняется, чтобы ограничить деформации конструкций, образование трещин либо ширину раскрытия трещин.

Расчет каменных и армокаменных конструкций по предельным состояниям выполняется для этапа незавершенного строительства зданий и сооружений и для стадии эксплуатации.

Расчет каменной кладки по первой группе предельных состояний выполняется на расчетные нагрузки. На этапе незавершенного строительства оценка несущей способности каменной кладки зданий и сооружений выполняется при нормативном значении ветровой нагрузки, а все другие нагрузки принимаются расчетными.

Расчет каменных и армокаменных конструкций по предельным состояниям второй группы следует производить на воздействие нормативных нагрузок при основных их сочетаниях. Расчет внецентренно сжатых неармированных элементов каменной кладки по раскрытию трещин при $e_0 > 0,7y$ должен производиться на воздействие расчетных нагрузок, где y — расстояние от центра тяжести сечения до его наиболее сжатой грани.

2.2. СТАДИИ РАБОТЫ КЛАДКИ ПРИ СЖАТИИ

В напряженно-деформированном состоянии (НДС) кладки при сжатии выделяют четыре стадии. Изображение элемента кладки на различных стадиях НДС приведено на рис. 2.1.

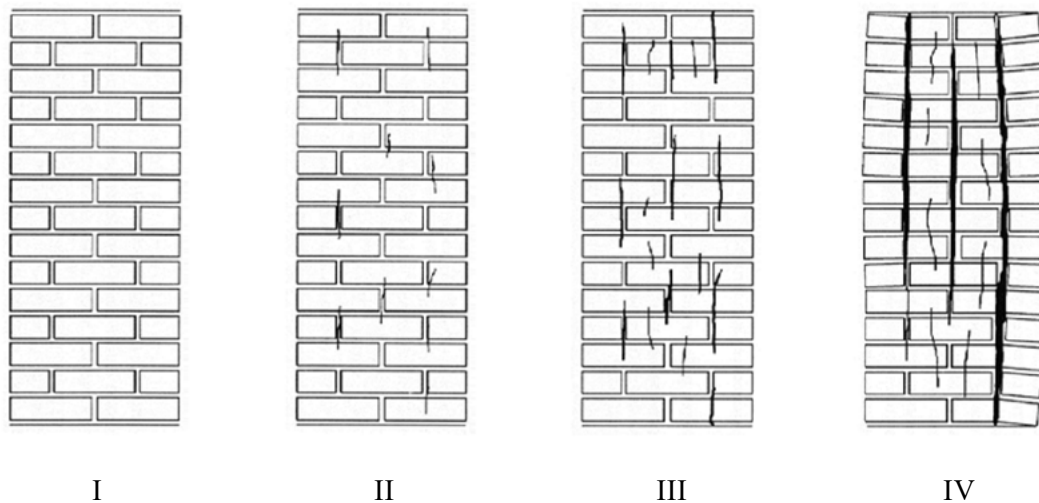


Рис. 2.1. Стадии работы кладки на сжатие:
I — упругая; II — образование трещин; III — развитие трещин; IV — разрушение кладки

I стадия ($N < N_{crc}$) — условно упругая, в кладке отсутствуют видимые повреждения.

II стадия ($N = N_{crc}$) — в кладке начинают появляться отдельные видимые вертикальные трещины, ширина их раскрытия незначительная. По высоте конструкции трещины заметны в пределах 1–3 рядов кладки. При этом напряжения в кладке составляют $\approx 70\%$ от разрушающего значения.

III стадия ($N_{crc} < N < N_u$) — в кладке появляются трещины по вертикали, которые развиваются по высоте, соединяясь между собой, они расчленяют элемент на отдельные «столбики».

IV стадия ($N = N_u$) — разрушение (моменту разрушения предшествует разделение кладки на отдельные призмы).

В приведенных стадиях: N — сжимающее усилие от действующих нагрузок; N_{crc} — усилие, воспринимаемое сечением при образовании трещин; N_u — несущая способность сечения.

2.3. ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Расчет центрально-сжатых конструкций выполняется из условия, что распределение напряжений по сечению кладки происходит равномерно. Эпюра сжимающих напряжений прямоугольная с ординатой равной R — расчетному сопротивлению кладки при сжатии. Схема к расчету каменной кладки при центральном сжатии приведена на рис. 2.2.

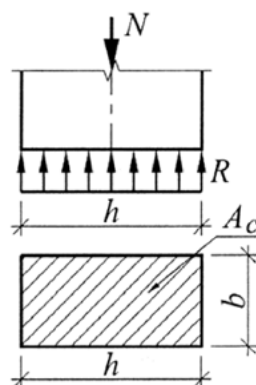


Рис. 2.2. Схема к расчету каменной кладки при центральном сжатии

Условие обеспечения несущей способности сечения имеет вид:

$$N \leq m_g \varphi R A,$$

где N — расчетная продольная сила; m_g — коэффициент, учитывающий влияние длительной нагрузки; φ — коэффициент продольного изгиба, определяемый по п. 7.2 [1]; R — расчетное сопротивление кладки сжатию; A — площадь сечения элемента.

Значение коэффициента для учета ползучести, влияющей на несущую способность кладки, при длительном действии нагрузки определяется по формуле

$$m_g = 1 - \eta \frac{N_g}{N},$$

где η — коэффициент, учитывающий вид кладки, принимается по табл. 7.3 [1]; N_g — расчетная продольная сила от длительных нагрузок.

2.4. ВНЕЦЕНТРЕННОЕ СЖАТИЕ

Внецентренное сжатие в каменных конструкциях является наиболее распространенным видом напряженного состояния. Основной определяющей величиной на НДС конструкции при данном виде воздействия является эксцентриситет e_0 приложения продольной силы N . При этом выделяют три характерных варианта приложения воздействия:

I вариант — продольная сила не выходит из ядра сечения. В этом случае растяжения в сечении не возникает, и расчетная продольная сила, воспринимаемая сечением, зависит от предела прочности кладки;

II вариант — случай малых эксцентриситетов. Для данного варианта воздействия величина эксцентриситета $e_0 < 0,45y$, где y — расстояние от более сжатой грани сечения до его центра тяжести;

III вариант — случай больших эксцентриситетов. При данном воздействии напряжения в растянутой зоне элемента могут превысить предельное сопротивление кладки растяжению при изгибе, и в растянутой зоне появятся горизонтальные трещины. Для внецентренно сжатой кладки большими эксцентриситетами считаются случаи, когда $e_0 > 0,45y$.

На рис. 2.3 приведены эпюры внутренних напряжений при каждом случае внецентренного сжатия кладки при различных значениях эксцентриситета.

Для расчета кладки при внецентренном сжатии нормами ограничена ширина раскрытия трещин в растянутой зоне, введены предельные значения эксцентриситета, которые не должны превышать величин, приведенных в табл. 2.1.

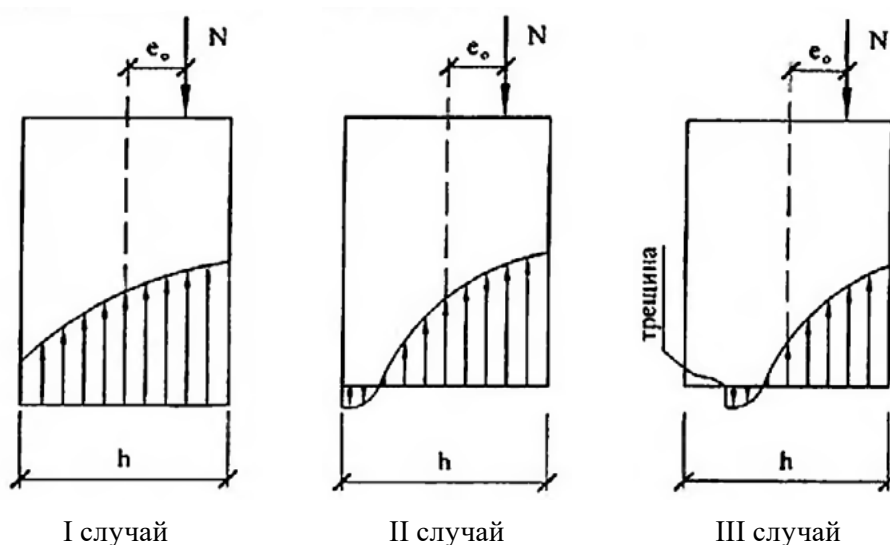


Рис. 2.3. Эпюры напряжений при внецентренном сжатии кладки для различных значений эксцентриситета приложения нагрузки

**Предельно допустимые величины
эксцентриситетов приложения продольного сжимающего усилия**

Виды нагрузок	Величина e_0	
	$h < 25 \text{ см}$	$h > 25 \text{ см}$
Основное сочетание нагрузок	$0,8y$	$0,9y$
Дополнительное сочетание нагрузок	$0,85y$	$0,95y$

Уравнение для расчета неармированной кладки на внецентренное сжатие согласно [1] имеет вид:

$$N \leq m_g \varphi_1 R A_c \omega,$$

где φ_1 — коэффициент продольного изгиба, определяемый как среднее арифметическое между коэффициентом продольного изгиба для всего сечения φ и коэффициентом продольного изгиба для сжатой части сечения — φ_c , $\varphi_1 = 0,5(\varphi + \varphi_c)$; A_c — площадь сжатой части сечения при прямоугольной эпюре напряжений,

$$A_c = A \left(1 - \eta \frac{2e_0}{N} \right);$$

ω — коэффициент, определяемый по формулам, приведенным в табл. 7.2 [1]; m_g — коэффициент, учитывающий влияние прогиба сжатых элементов и проявления деформаций ползучести на снижение их несущей способности при длительном действии нагрузки и определяемый по формуле

$$m_g = 1 - \eta \frac{N_g}{N} \left(1 + \frac{1,2e_0}{h} \right),$$

где η — коэффициент, принимаемый по табл. 7.3 [1]; N_g — расчетная продольная сила от длительных нагрузок; e_0 — эксцентриситет приложения усилия N_g .

Схемы для расчета прямоугольного и таврового сечения при внецентренном сжатии представлены на рис. 2.4.

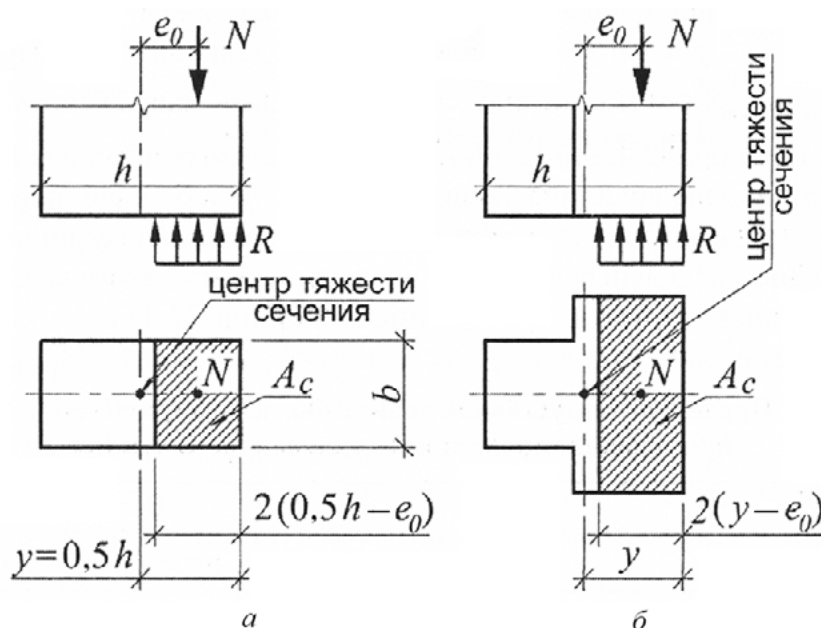


Рис. 2.4. Расчетные схемы элементов прямоугольного (а)
и таврового (б) профилей при внецентренном сжатии

Значения коэффициентов φ и m_g для стен и столбов, опирающихся на жесткие опоры, при расчете сечений, расположенных в средней трети высоты H , принимаются постоянными и равными расчетному значению, определенному для данного элемента. При расчете сечений на участках в крайних третях высоты конструкции разрешается коэффициенты φ и m_g увеличивать по линейному закону до единицы на опорах (рис. 2.5, а).

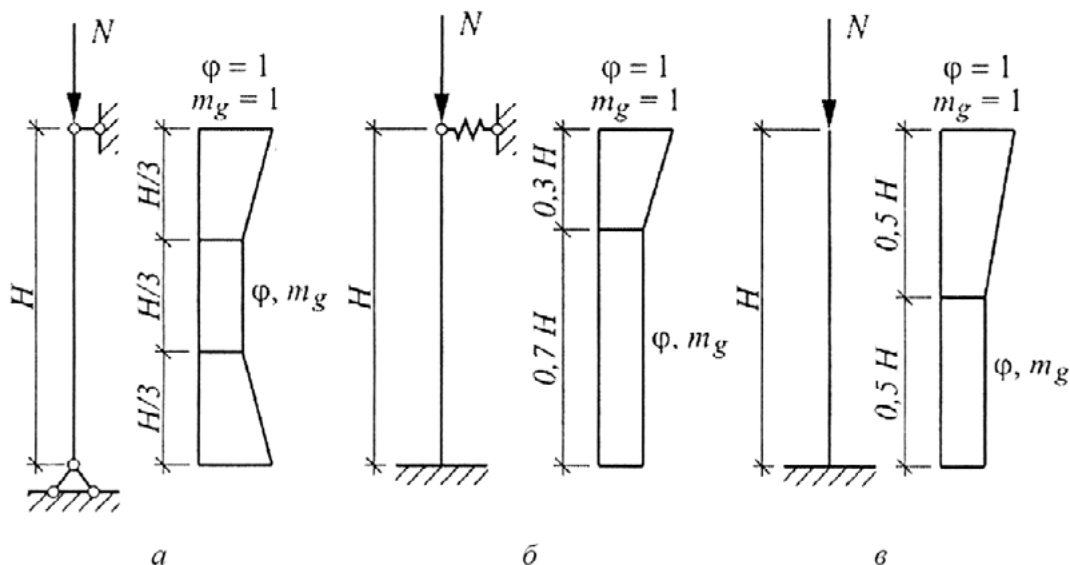


Рис. 2.5. Коэффициенты φ и m_g по высоте сжатых стен и столбов:

а — шарнирно опертых на неподвижные опоры;
б — защемленных внизу и имеющих верхнюю упругую опору; в — свободно стоящих

Для стен и столбов, имеющих верхнюю упругую опору или свободно стоящих, при расчете сечений в нижней части принимается расчетное значение коэффициентов φ и m_g , а при расчете сечений в верхней части элементов они увеличиваются по линейному закону до 1 (рис. 2.5, б, в).

2.5. МЕСТНОЕ СЖАТИЕ (СМЯТИЕ КЛАДКИ)

Данное напряженное состояние характерно для участков каменной кладки в местах локального опирания на нее других конструкций (балок, перемычек, колонн и др.), что в свою очередь вызывает концентрацию напряжений на данных участках. Расчет кладки на местное смятие согласно [1] осуществляется из условия

$$N_c \leq \Psi d R_c A_c,$$

где N_c — продольная сжимающая сила от местной нагрузки; Ψ — коэффициент полноты эпюры давления от местной нагрузки (при равномерном распределении давления $\Psi = 1$, при треугольной эпюре давления $\Psi = 0,5$); d — коэффициент, учитывающий пластическую работу материала и зависящий от вида кладки ($d = 1,5 - 0,5\Psi$ — для кирпичной и виброкирпичной кладки, а также кладки из сплошных камней или блоков, изготовленных из тяжелого и легкого бетона; $d = 1$ — для кладки из пустотелых бетонных или сплошных камней и блоков из крупнопористого и ячеистого бетонов); A_c — площадь смятия, на которую передается нагрузка; R_c — расчетное сопротивление кладки на смятие:

$$R_c = \xi R,$$

здесь ξ — коэффициент, определяемый по формуле

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru