

**Департамент образования Вологодской области
бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Вологодской области
«ВОЛОГОДСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим работам

по МДК.01.01 «Проектирование зданий и сооружений»

Раздел 2. Строительные конструкции

Часть 2. Проектирование каменных и армокаменных конструкций

Специальность 08.02.01

«Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»
базовая подготовка

2017 г.

Рассмотрено на заседании предметно - цикловой комиссии общепрофессиональных, специальных дисциплин и дипломного проектирования по специальностям 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений», 08.02.07 «Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции», 43.02.08 «Сервис домашнего и коммунального хозяйства».

Данные методические указания предназначены для студентов специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» (базовая подготовка) БПОУ ВО «Вологодский строительный колледж» при выполнении практических работ по МДК.01.01 «Проектирование зданий и сооружений» р.2. Строительные конструкции

Объем практических работ по части 2 составляет 10 часов.

Автор:

Е.А.Мирошниченко, преподаватель спецдисциплин Вологодского строительного колледжа

Наименование методических указаний	Количество часов
Часть 1. Проектирование сжатых строительных конструкций	18
Часть 2. Проектирование каменных и армокаменных конструкций	10
Часть 3. Изгибаемые строительные конструкции	18
Часть 4. Основания и фундаменты	4
Часть 5. Соединения элементов строительных конструкций. Фермы и арки	12
ВСЕГО практических работ	62
Курсовая работа	20

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1.	Практическая работа № 7. Проверка несущей способности, определение марки камня и марки раствора центрально сжатого неармированного каменного столба	4
2.	Практическая работа № 8. Расчет внецентренно сжатых каменных и армокаменных столбов. Расчёт кладки на местное смятие	6
3.	Практическая работа № 9. Расчёт необходимого армирования и конструирование центрально сжатого каменного столба.....	11
4.	Практическая работа № 10. Расчет простенка слоистой кладки.....	15
	ПРИЛОЖЕНИЯ	22
	Приложение А. Индивидуальные задания для студентов	22
	Приложение Б. Расчетные характеристики материалов	29
	Приложение В. Сортамент арматуры	31
	Приложение Г. Таблицы для расчёта каменных и армокаменных конструкций	31

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема: Проверка несущей способности, определение марки камня и марки раствора центрально сжатого неармированного каменного столба

Цель. Научиться выполнять расчет на прочность каменного центрально нагруженного столба.

Приобретаемые умения. Проверка прочности центрально нагруженного каменного столба, определение марки материалов по заданной нагрузке, работа с нормативно- справочной литературой.

Норма времени. 2 часа.

Отчетный материал. Две решенных задачи.

Контрольные вопросы

1. Объясните, какова цель расчета каменного столба?
2. Дайте определение марки камня и марки раствора.
3. Укажите, от чего зависит несущая способность центрально нагруженного каменного столба?
4. Что обозначают буквенные символы: R , γ_c , m_g , λ_h , α , φ , l_0 и от чего они зависят?
5. Приведите порядок проверки прочности каменного столба.
6. От чего зависит выбор расчётной длины каменного столба?

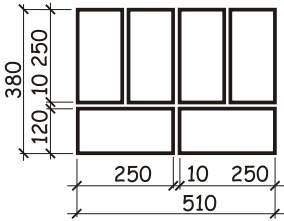
Задача 1. Проверить несущую способность каменного центрально нагруженного столба.

Дано: тип здания и материал кладки; марка камня и раствора; сечение столба в кирпичах или в см; высота этажа $H_{эт}$, м; расчетное усилие N , кН (табл. А-1).

Примечание. Типы зданий: А - жилые; Б - однопролетные промышленные; В - многопролетные промышленные.

Материал кладки: 1 - кирпич глиняный пластического прессования; 2- кирпич силикатный; 3 - керамические камни; 4- пустотелые камни из тяжелого бетона; 5- бутобетонная кладка.

Методические указания



1. Изобразить поперечное сечение столба и определить его площадь: $A = b \cdot h$, м². Если размеры сечения столба даны в кирпичах, перевести их в мм. Размеры кирпича в плане 250*120мм. Целый кирпич – это его длина, полкирпича – ширина, шов между кирпичами – 10мм.

Если $A > 0,3\text{м}^2$, то коэффициент условия работы $\gamma_c=1$.

Если $A \leq 0,3\text{м}^2$, то $\gamma_c=0,8$ - п.3.11^a [3].

2. Определить расчетное сопротивление кладки сжатию $R^{тб}$, МПа по табл. 2...10[1] или по табл. Б-1, Б-2, Б-3 в зависимости от вида кладки, марки камня и раствора. С учетом коэффициента условия работы: $R = R^{тб} \cdot \gamma_c$, МПа → кПа.
3. Расчетная высота столба l_0 зависит от условий опирания его на горизонтальные опоры и принимается: а) при неподвижных шарнирных опорах (жилые здания) $l_0 = H_{эт}$; б) при упругой верхней опоре и жестком защемлении в нижней опоре: для однопролетных зданий $l_0 = 1,5H$, для многопролетных зданий: $l_0 = 1,25H$, где $H=H_{эт}+0,15\text{м}$.
4. Определить гибкость столба: $\lambda_n = \frac{l_0}{h}$, где h – меньший размер сечения столба.
5. Определить упругую характеристику кладки α по табл. 15[1] или табл. К-3 в зависимости от вида кладки и марки раствора.
6. Определить коэффициент продольного изгиба φ по табл. 18[1] или табл. Г-2 в зависимости от гибкости столба λ_n и упругой характеристики кладки α .
7. Коэффициент m_g , учитывающий явление ползучести при длительном действии нагрузки: $m_g=1$ при $h \geq 30\text{см}$.
8. Определить несущую способность каменного столба по формуле:
$$N_u = m_g \cdot \varphi \cdot R \cdot A, \text{ кН.}$$
9. Проверить несущую способность столба. Если $N \leq N_u$, прочность достаточна. Если $N > N_u$, следует предложить мероприятия для повышения несущей способности столба.

Задача 2. Определить марку камня и марку раствора каменного центрально нагруженного столба.

Дано: тип здания и материал кладки; сечение столба в кирпичах или в см; высота этажа $H_{эт}$, м; расчетное усилие N , кН. (табл. А-2).

Примечание. Типы зданий: А - жилые; Б - однопролетные промышленные; В - многопролетные промышленные.

Материал кладки: 1 - кирпич глиняный пластического прессования; 2- кирпич силикатный; 3 - керамические камни; 4- пустотелые камни из тяжелого бетона; 5- бутобетонная кладка.

Методические указания

Задача решается аналогично предыдущей, исключая п. 2, 8 и 9. При определении упругой характеристики α (см. п. 5 задачи 1) задаются маркой раствора M_p 25...200. В последнем действии 2^{ой} задачи – определение требуемого расчетного сопротивления кладки из условия прочности столба: $R^{мп} = \frac{N}{m_g \cdot \varphi \cdot A \cdot \gamma_c}$, кПа \rightarrow МПа. По

значению $R^{тп}$ подбираем в табл. 2...10[1] или табл. Б-1, Б-2, Б-3 возможные варианты марки камня и марки раствора так, чтобы было $R^{тб} \geq R^{тп}$. При этом $M_p \geq 25$.

Например, $R^{тп}=1,36$ МПа. Примем M_k 75, M_p 75, $R=1,4$ МПа; или M_k 125, M_p 25, $R^{тб}=1,4$ МПа.

Выполнить проверку несущей способности столба: $N \leq N_u = m_g \cdot \varphi \cdot R \cdot A$, где $R = R^{тб} \cdot \gamma_c$, МПа. Вычислить коэффициент недозагрузки: $\hat{K} = \frac{N_u - N}{N_u} \cdot 100\%$. Если $K \leq 10\%$, марки материалов

приняты экономично; если $K > 10\%$, требуется уменьшить марку камня или марку раствора, сделать вывод.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

Тема: Расчет внецентренно сжатых каменных и армокаменных столбов. Расчёт кладки на местное смятие

Цель: Научиться выполнять расчёты каменного столба при внецентренной нагрузке и каменной кладки на местное смятие.

Приобретаемые умения. Проверка прочности внецентренно нагруженного каменного столба, расчёта каменной кладки на местное смятие, работа с нормативно- справочной литературой.

Норма времени. 3 часа.

Отчетный материал. Две решенных задачи.

1. Укажите, от чего зависит несущая способность внецентренно нагруженного каменного столба?
2. Какой размер сечения следует принять при определении гибкости каменного столба в плоскости и из плоскости действия момента?
3. При какой величине эксцентриситета e_0 необходимо выполнять продольное армирование растянутой зоны каменной кладки?
4. При какой величине эксцентриситета e_0 необходимо выполнять расчёт каменной кладки на раскрытие трещин?
5. Почему в расчёте несущей способности внецентренно сжатых каменных элементов вводят повышающий коэффициент ω ?
6. Дайте определение местного смятия. Приведите примеры работы кладки на местное смятие.
7. Почему расчётное сопротивление на смятие R_c больше расчётного сопротивления на сжатие?
8. От чего зависит несущая способность кладки на местное смятие?
9. Что такое «А» в формуле расчёта на местное сжатие (смятие) при определении повышающего коэффициента ξ и от чего зависит его значение?
10. Какие мероприятия можно предложить, если не обеспечена прочность кладки на смятие под концами опирания балок?

Задача 1. Проверить прочность внецентренно сжатого каменного столба в плоскости и из плоскости действия изгибающего момента.

Дано: тип здания и материал кладки; марка камня и раствора; сечение столба в кирпичах; высота этажа – $H_{эт}$, м; расчётное усилие – N , кН; изгибающий момент – M , кНм. (таблица А-3).

Примечание. Типы зданий: А - жилые; Б - однопролетные промышленные; В - многопролетные промышленные.

Материал кладки: 1 - кирпич глиняный пластического прессования; 2- кирпич силикатный; 3 - керамические камни;

Методические указания

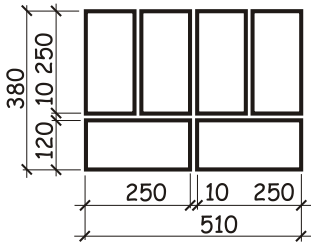


Рисунок 1 - Сечение столба 1,5*2 кирпича

1. Выполнить рисунок сечения столба. Размер сечения в 1,5 кирпича соответствует 380мм, в 2 кирп. – 510мм, в 2,5 кирп. – 640мм, и т.д., прибавляя каждые полкирпича по 130мм (тычок 120мм и шов 10мм).

2. Определить площадь сечения столба: $A = b \cdot h$, м². Если $A \leq 0,3\text{м}^2$, то коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,8$; если $A > 0,3\text{м}^2$, то $\gamma_c = 1$.

3. Определить расчётное сопротивление кладки сжатию $R^{тб}$, МПа по табл. 2 [4] или табл. Б-1 в зависимости от вида кладки, марки камня и раствора с учётом коэффициента γ_c : $R = R^{тб} \cdot \gamma_c$, МПа

4. Расчётная длина столба зависит от вида здания и его расчётной схемы, п.4.3 [4]: $\ell_0 = \mu \cdot H_{эм}$, м, где $\mu = 1$ в жилых зданиях при неподвижных шарнирных опорах; $\mu = 1,5$ – для однопролётных промышленных зданий; $\mu = 1,25$ – для многопролётных зданий.

5. Определить гибкость столба: $\lambda_n = \frac{\ell_0}{h}$, где h (м) – высота сечения столба в направлении действия изгибающего момента (бóльший размер сечения).

6. Определить упругую характеристику кладки α по таблице Г-1 в зависимости от вида кладки и марки раствора.

7. Коэффициент продольного изгиба φ определить по таблице Г-2 в зависимости от гибкости столба λ_n и упругой характеристики кладки.

8. Коэффициент $m\gamma$, учитывающий явление ползучести при длительном действии нагрузки $m\gamma = 1$ при $h \geq 30\text{см}$.

$$e_0 = \frac{M}{N}, \text{ м}$$

9. Определить эксцентриситет силы:

10. Высота условно сжатой части кладки: $h_c = h - 2 \cdot e_0$, где h – см. п. 5.

$$\lambda_{hc} = \frac{H_{эм}}{h_c} .$$

11. Гибкость условно сжатой части сечения:

12. Коэффициент продольного изгиба для сжатой части сечения φ_c определить по таблице Г-2 в зависимости от гибкости λ_{hc} и упругой характеристики кладки α .

13. Коэффициент продольного изгиба при внецентренном сжатии

$$\varphi_1 = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} .$$

кладки:

14. Определить повышающий коэффициент ω , который учитывает неравномерность загрузки сечения. Разрушение кладки происходит при напряжениях, превышающих предел прочности, т.к. менее загруженные части сечения помогают более загруженным.

$$\omega = 1 + \frac{e_0}{h} \leq 1,45 - \text{таблица 19 [4].}$$

15. Определить несущую способность кладки при внецентренном

$$\text{сжатии } N_u = m_g \cdot \varphi_1 \cdot R \cdot A \cdot \left(1 - \frac{e_0}{h}\right) \cdot \omega, \text{ кН, где } R - \text{кПа; } A - \text{м}^2.$$

16. Проверить несущую способность столба: $N \leq N_u$, сделать вывод. При несоблюдении условия следует предложить мероприятия по увеличению несущей способности столба.

17. Если условие выполняется, определить процент недогруза:

$$K = \frac{N_u - N}{N_u} \cdot 100\% .$$

18. Для проверки прочности столба из плоскости действия момента на центральное сжатие определить гибкость, принимая h равным

$$\text{меньшему размеру сечения: } \lambda_h = \frac{l_0}{h} .$$

19. Коэффициент продольного изгиба φ определить по таблице Г-2 в зависимости от гибкости столба λ_h и упругой характеристики кладки.

20. Проверить несущую способность столба при центральном сжатии: $N_u = m_g \cdot \varphi \cdot R \cdot A \geq N$, кН, сделать вывод.

Задача 2. Проверить прочность кладки на местное смятие под концами опирания прогонов.

Дано: толщина стены - h , см; шаг прогонов - a , м; ширина прогона - b , см; глубина опорной площадки - $\ell_{оп}$, см; расчётное усилие - N , кН; марка камня и раствора; материал кладки (табл. А-4).

Примечание. Материал кладки: 1- кирпич глиняный пластического прессования; 2- кирпич силикатный; 3- керамические камни.

Методические указания

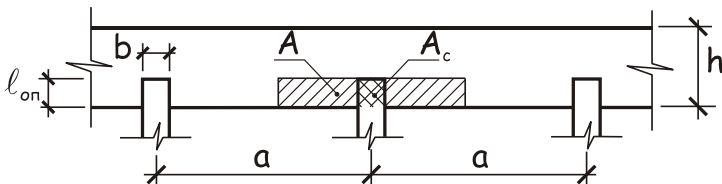


Рисунок 2 - Определение расчётной площади сечения при местном сжатии

1. Определить площадь местного сжатия: $A_c = b \cdot \ell_{оп}$, см² → м².
2. Определить расчётную площадь сечения при местном смятии: $A = (b + 2h) \cdot \ell_{оп}$, см², если $a > 2h$; $A = a \cdot \ell_{оп}$, если $a \leq 2h$ - п.4.18 [4].
3. Определить коэффициент ξ , учитывающий повышение прочности кладки на местное смятие:
$$\xi = \sqrt[3]{\frac{A}{A_c}} \leq \xi_1 - \text{ф.19 [4]}, \quad \text{где } \xi_1 -$$
 коэффициент, зависящий от материала кладки и места приложения нагрузки – таблица Г-3.
4. Определить расчётное сопротивление кладки на осевое сжатие R , МПа по таблице 2 [4] (табл. Б-1) в зависимости от вида кладки, марки камня и марки раствора.
5. Расчётное сопротивление кладки на местное сжатие: $R_c = \xi \cdot R$, МПа
6. Коэффициент полноты эпюры давления $\psi = 0,5$, т.к. в изгибаемом элементе (прогон) эпюра давления треугольная.
7. Определить коэффициент d , зависящий от материала кладки: $d = 1,5 - 0,5 \cdot \psi$.

8. Определить несущую способность кладки на местное сжатие:

$$N_u = \psi \cdot d \cdot R_c \cdot A_c, \text{ кН}, \quad \text{где } R_c - \text{кПа}, A_c - \text{м}^2.$$

9. Проверить прочность кладки на местное сжатие: $N \leq N_u$, сделать вывод. Если условие не выполняется, следует предусмотреть установку железобетонных распределительных плит.

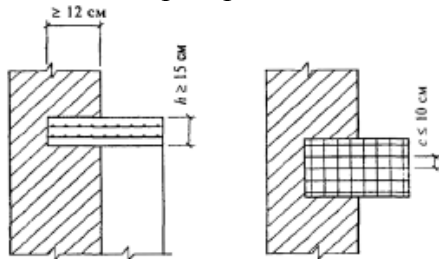


Рисунок 3 - Установка железобетонных распределительных плит на пилястры

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Тема: Расчёт необходимого армирования и конструирование центрально сжатого каменного столба

Цель: Научиться рассчитывать необходимое количество сетчатой арматуры каменного столба при заданной нагрузке

Приобретаемые умения. Определение необходимого количества арматуры и проверка несущей способности армированного центрально сжатого каменного столба, работа с нормативно-справочной литературой.

Норма времени. 3 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача.

Контрольные вопросы

1. Какова цель и виды армирования каменной кладки?
2. В каких случаях применяют сетчатое армирование?
3. Что такое процент армирования кладки? Как он вычисляется?
4. Что означают буквенные символы R_{sk} , α_{sk} ? μ , s , s' ? Как их определить и от чего они зависят?
5. Почему в расчёте армированной кладки вводят понижающий коэффициент к нормативному и расчётному сопротивлению арматуры?

6. Укажите конструктивные требования к сетчатому армированию: процент армирования, шаг сеток и размер ячейки.
7. От чего зависит несущая способность каменного армированного столба?
8. С какой целью делают выступ сетки за поверхность кладки на 5 мм?

Задача 1. Проверить несущую способность столба, а при необходимости выполнить его армирование прямоугольными сетками из проволоки.

Дано: тип здания и материал кладки; марка камня и раствора; сечение столба в кирпичах; высота этажа – $H_{эт}$, м; расчётное усилие – N , кН; диаметр и класс арматуры (таблица А-5).

Методические указания

- п.1...8. Площадь сечения A , расчётное сопротивление кладки R , расчётная длина столба l_0 , упругая характеристика кладки α , коэффициент m_g - определяется так же, как и для неармированной кладки (см. ПР №7, задача 1). При определении гибкости (п.5) принять h – меньший размер сечения столба.
9. Проверить несущую способность неармированной кладки (см. п. 9 задачи 1). Если несущая способность не обеспечена, кладку необходимо армировать.
10. Вычислить, во сколько раз необходимо увеличить несущую способность: $n = \frac{N}{N_u}$.
11. Необходимое расчётное сопротивление армированной кладки: $R_{sk} = n \cdot R \leq 2R$. Если условие не выполняется, необходимо увеличить марку камня или раствора на одну ступень или размеры сечения на полкирпича.
12. Определить нормативное и расчётное сопротивление арматуры с понижающим коэффициентом условий работы γ_{cs} , который учитывает понижение сцепления арматуры с раствором, т.к. толщина шва превышает толщину сетки всего на 2...8мм:
 $R_s = R_s^{m\sigma} \cdot \gamma_{cs}$; $R_{sn} = R_{sn}^{m\sigma} \cdot \gamma_{cs}$ (табл. Б-1, Б-4). Например, для

сетки из проволоки $\varnothing 3$ В500: $R_s = R_s^{m\delta} \cdot \gamma_{cs} = 375 \cdot 0,6 = 225 \text{ МПа}$;

$R_{sn} = R_{sn}^{m\delta} \cdot \gamma_{cs} = 410 \cdot 0,6 = 246 \text{ МПа}$.

13. Необходимый процент сетчатого армирования:

$$\mu_{mp} = \frac{R_{sk} - R}{2R_s} \cdot 100\% \geq 0,1\% .$$

14. Принять шаг сеток не реже, чем через 5 рядов кладки из обыкновенного глиняного кирпича, для силикатного кирпича – через 4 ряда, тогда $S = (h_k + h_{шв}) \cdot n_{ряд} \leq 400 \text{ мм}$, мм \rightarrow см.

Здесь $h_k = 65$ мм – глиняный кирпич, $h_k = 88$ мм – силикатный кирпич, $h_k = 138$ мм – керамические камни, $h_{шв} = 12 \dots 15$ мм.

Например, $S = (88+12) \cdot 5 = 400 \text{ мм} = 40 \text{ см}$

15. Вычислить необходимый размер ячейки: $c_{mp} = \frac{2A_{st}}{\mu_{tr} \cdot S} \cdot 100\%$ и

принять c с округлением в сторону уменьшения кратно 0,5 см: $c = 3 \dots 12$ см. Если получилось $c < 3$ см или $c > 12$ см, следует изменить шаг сеток или диаметр арматуры. Здесь A_{st} – площадь сечения одного стержня диаметром d , принять по сортаменту (прил. В).

16. Принятый процент армирования составляет:

$$\mu = \frac{2A_{st}}{c \cdot s} \cdot 100\% \geq \mu_{mp} .$$

17. Определить расчётное сопротивление армированной кладки:

$$R_{sk} = R + \frac{2\mu \cdot R_s}{100} \leq 2R, \text{ МПа} \rightarrow \text{кПа} \quad \text{ф.27 [4]}$$

Если получилось $R_{sk} > 2R$, то принять $R_{sk} = 2R$.

18. Вычислить средний предел прочности армированной и

неармированной кладки: $R_{sku} = kR + \frac{2R_{sn} \cdot \mu}{100}$; $R_u = kR$,

МПа ф. 3, 6 [4]. Здесь R_{sn} – см. п.12; коэффициент $k = 2$ – для кирпичной кладки из табл. 14 [4].

19. Упругая характеристика армированной кладки: $\alpha_{sk} = \alpha \cdot \frac{R_u}{R_{sku}}$.

20. Определить коэффициент продольного изгиба φ по таблице 18 [4] (табл. Г-2) в зависимости от гибкости столба λ_h и упругой характеристики армированной кладки α_{sk} методом интерполяции.

21. Определить и проверить несущую способность армокаменного столба: $N_u = m_g \cdot \varphi \cdot R_{sk} \cdot A > N$, кН, ф.36 [4].

Здесь R_{sk} – кПа; A – м². Если условие не выполняется, следует увеличить армирование (п.16) и вновь проверить прочность кладки.

Задача 2 *пониженного* уровня сложности. Определить несущую способность каменного столба, армированного прямоугольными сетками.

Дано: тип здания и материал кладки; марка камня и раствора; сечение столба в кирпичах; высота этажа – $H_{эт}$, м; расчётное усилие – N , кН; диаметр d и класс арматуры; размер ячейки сетки – c , см; шаг сеток в рядах кладки, т.е. через сколько рядов уложены сетки $n_{ряд}$ (таблица А-6)

Методические указания

п.1...8. Площадь сечения A , расчётное сопротивление кладки R , расчётная длина столба ℓ_0 , упругая характеристика кладки α , коэффициент m_g - определяется так же, как и для неармированной кладки (см. задача 1). При определении гибкости (п.5) принять h – меньший размер сечения столба.

9. Определить шаг сеток в см: $S = (h_k + h_{шв}) \cdot n_{ряд}$. Например, сетки уложены через 5 рядов кладки из обыкновенного глиняного кирпича, тогда $S = (65+15) \cdot 5 = 400\text{мм} = 40\text{см}$. Для кладки из силикатного кирпича – через 4 ряда, тогда $S = (88+12) \cdot 5 = 400\text{мм} = 40\text{см}$.

10. Вычислить процент армирования: $\mu = \frac{2A_{st}}{c \cdot s} \cdot 100\%$, где A_{st} –

площадь сечения арматуры диаметром d определить по сортаменту (прил. В). Процент армирования должен быть в пределах $\mu = 0,1...1\%$. Если получилось $\mu < 0,1\%$ или $\mu > 1\%$,

следует изменить диаметр арматуры, шаг сеток или размер ячейки.

11...16. Последующие действия аналогичны п.п. 12, 17, 18, 19, 20, 21 задачи №1. В последнем действии следует только *определить* несущую способность армированного каменного столба.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема: Расчет простенка слоистой кладки

Цель: Научиться рассчитывать простенок для летней и зимней кладки.
Приобретаемые умения. Расчёта простенка для летней и зимней кладки, работа с нормативно- справочной литературой.

Норма времени. 4 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача.

Задача. Проверить прочность простенка в двух сечениях для летней и зимней кладки, выполненной способом замораживания при температуре наружного воздуха t_n . Кладка простенка слоистая на гибких связях. Кирпич глиняный пластического прессования.

Дано: высота этажа - $H_{эт}$, м; число этажей - $n_{эт}$; шаг несущих стен - a , м; размеры оконного проема - $\ell_{ок} \times h_{ок}$, м; размеры сечения простенка - $t \times b$, в кирпичах; марка кирпича - M_k ; марка раствора - M_p ; нагрузка на 1 м^2 покрытия, перекрытия и чердака - $q_{\text{м}^2}^{\text{пок}}$, $q_{\text{м}^2}^{\text{пер}}$, $q_{\text{м}^2}^{\text{чер}}$; толщина внутренней версты - h , в кирпичах. Длину опорной площадки плит перекрытия на кладку принять $\ell_{оп} = 0,12 \text{ м}$. Индивидуальные задания даны в табл. А-7.

Примечание. Типы зданий: А- жилые; Б- однопролетные промышленные; В- многопролетные промышленные. Материал кладки: 1- кирпич глиняный пластического прессования; 2- кирпич силикатный; 3- керамические камни.

Методические указания

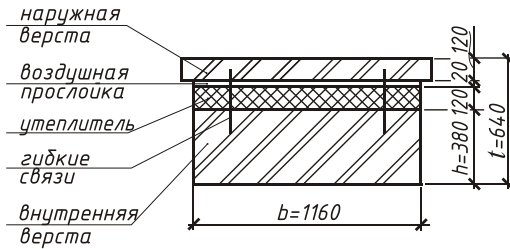


Рисунок 4 - Поперечное сечение простенка

1. Выполнить рисунок сечения простенка. Размер сечения в 1,5 кирпича соответствует 380мм, в 2 кирп. – 510мм, в 2,5 кирп. – 640мм, в 3 кирп. – 770мм и т.д., прибавляя каждые полкирпича по 130мм (тычок 120мм и шов 10мм). Например, ширина простенка в 4,5 кирп. – это 2 и 2,5 кирп. + шов, т.е. $b = 510 + 640 + 10 = 1160\text{мм}$.

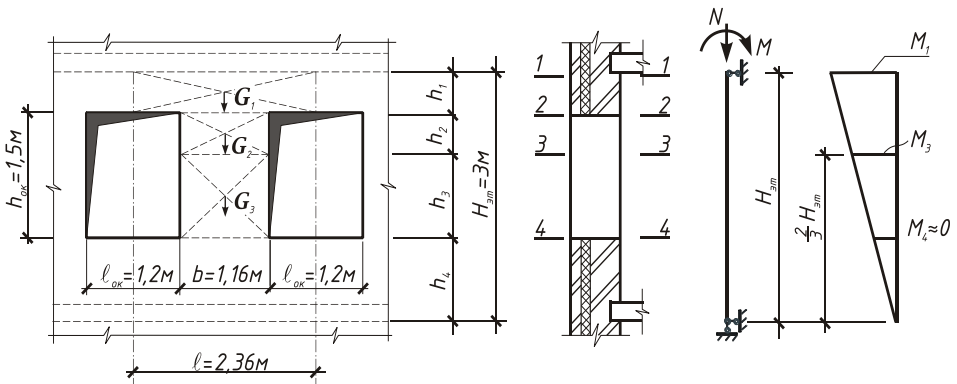


Рисунок 5 - Расчетная схема простенка

2. Выполнить рисунок фасада стены, продольный разрез, расчетную схему и эпюру изгибающих моментов. Т.к. кладка простенка выполнена на гибких связях, то нагрузку несет только внутренняя верста. За расчетную длину участка стены принимается расстояние между центрами оконных проемов: $l = l_{ок} + b$, м.

3. Для расчета простенка примем два расчетных сечения: на уровне $\frac{2}{3}$ высоты этажа (сеч. 3-3) и на уровне низа оконных проемов (сеч. 4-4). Примем высоту участка стены от перекрытия до низа оконных проемов: $h_4 = 1\text{м}$. Тогда высота стены от верха оконных проемов до уровня вышележащего перекрытия: $h_1 = H_{эт} - h_4 - h_{ок}$.

Высота участка простенка от верха оконного проема до расчетного сечения 3 – 3: $h_2 = \frac{1}{3}H_{эм} - h_1$. Высота простенка между сечениями

3 – 3 и 4 – 4: $h_3 = \frac{2}{3}H_{эм} - h_4$. Например: $h_1 = 3,0 - 1,0 - 1,5 = 0,5 м$;

$h_2 = \frac{1}{3} \cdot 3,0 - 0,5 = 0,5 м$; $h_3 = \frac{2}{3} \cdot 3,0 - 1,0 = 1,0 м$.

4. Сбор нагрузок. Грузовая площадь от покрытия и перекрытия на простенок:

$$A_{zp}^{нок} = l \cdot \left(\frac{a}{2} - l_{он} + t + l_{св} \right); \quad A_{zp}^{неп} = l \cdot \left(\frac{a}{2} - l_{он} \right), \text{ где } l_{св} = 0,5 м.$$

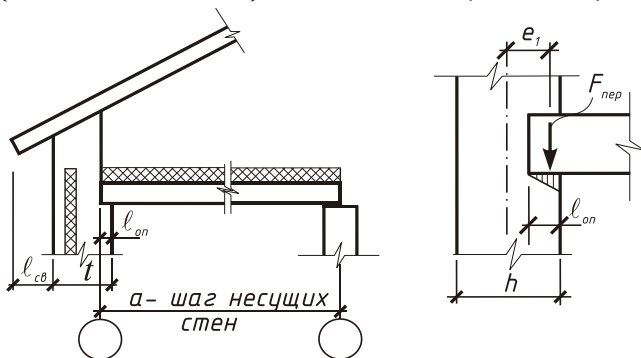


Рисунок 6 - Определение грузовой площади простенка и эксцентриситета силы

Нагрузка от покрытия, междуэтажного и чердачного перекрытия:

$$F_{пок} = q_{м^2}^{пок} \cdot A_{zp}^{нок}, \text{ кН}; \quad F_{пер} = q_{м^2}^{пер} \cdot A_{zp}^{неп}, \text{ кН}; \quad F_{чер} = q_{м^2}^{чер} \cdot A_{zp}^{неп}, \text{ кН}.$$

Определяем объем кладки и нагрузку от веса внутренней версты стены в пределах длины расчетного участка: $G_{ст} = \rho \cdot V_{кл} \cdot \gamma_f$, кН;

$V_{кл} = h \cdot (l \cdot H_{эт} - l_{ок} \cdot h_{ок}) \cdot (n_{эт} - 1)$, м³; где $\rho = 18 \frac{кН}{м^3}$ - плотность кладки;

$\gamma_f = 1,1$ - коэффициент надежности по нагрузке.

Полная расчетная нагрузка на уровне перекрытия 1-го этажа:

$$N_1 = F_{пок} + F_{пер} \cdot (n_{эт} - 1) + F_{чер} + G_{ст}, \text{ кН}.$$

Нагрузка от веса отдельных участков кладки 1-го этажа:
 $G_1 = \rho \cdot h \cdot \ell \cdot h_1 \cdot \gamma_f$, кН; $G_2 = \rho \cdot h \cdot b \cdot h_2 \cdot \gamma_f$, кН;
 $G_3 = \rho \cdot h \cdot b \cdot h_3 \cdot \gamma_f$, кН.

Полная расчетная нагрузка на простенок в расчетном сечении 3-3 и 4-4: $N_3 = N_1 + G_1 + G_2$, кН; $N_4 = N_3 + G_3$, кН.

Определяем эксцентриситет силы $F_{пер}$ и изгибающий момент в уровне перекрытия: $e_1 = \frac{h}{2} - \frac{\ell_{он}}{3}$, м; $M = F_{пер} \cdot e_1$, кНм.

Изгибающий момент в сечении 3-3 определяется из подобия треугольников: $M_3 = \frac{2}{3}M$, кНм.

5. Расчет простенка в сечении 3-3.

Простенок в сечении 3-3 работает на внецентренное сжатие. Полная расчетная нагрузка и изгибающий момент определены в п.4: $N_3 = \dots$ кН; $M_3 = \dots$ кНм. Определяем расчетный эксцентриситет в сечении 3-3: $e_0 = \frac{M_3}{N_3}$, м. Площадь сечения простенка определяется по

внутренней несущей версте (Рис. 11): $A = b \cdot h$, м². Если $A > 0,3\text{м}^2$, то коэффициент условий работы $\gamma_c = 1$. В противном случае $\gamma_c = 0,8$.

Определяем расчетное сопротивление кладки при заданных марке кирпича и марке раствора по табл.2 [1] или табл. Б-1. Например, $M_k 100$, $M_p 50$: $R^{тб} = 1,5\text{МПа}$, $R = R^{тб} \cdot \gamma_c = 1,5 \cdot 1 = 1,5\text{МПа}$. Расчетная схема простенка гражданского здания – стойка, шарнирно закрепленная в уровне перекрытий. Расчетная длина $\ell_0 = H_{эм}$, м.

Определяем гибкость простенка: $\lambda_h = \frac{\ell_0}{h}$. Высота и гибкость условно

сжатой части сечения: $h_c = h - 2e_0$, м; $\lambda_{hc} = \frac{H_{эм}}{h_c}$. Упругая

характеристика кладки $\alpha = 1000$ определяется по табл. 15 [1] или табл. Г-1. Определяем коэффициенты продольного изгиба φ и φ_c по гибкости λ_h и λ_{hc} табл. 18 [1] или табл. Г-2. Коэффициент

$\varphi_1 = \frac{\varphi + \varphi_c}{2}$. Коэффициент, учитывающий влияние длительной

нагрузки, $m_g = 1$, т.к. $h > 1$. Определяем повышающий коэффициент:

$\omega = 1 + \frac{e_0}{h} \leq 1,45$. Определяем несущую способность простенка в

сечении 3-3 по формуле внецентренного сжатия:

$N_{u3} = m_g \cdot \varphi_1 \cdot R \cdot A \cdot \left(1 - \frac{2e_0}{h}\right) \cdot \omega$, кН. Прочность простенка

обеспечена, если соблюдается условие: $N_{u3} \geq N_3$.

6. Проверяем прочность простенка в сечении 4 – 4 на уровне низа оконных проемов по формуле центрального сжатия:

$N_{u4} = m_g \cdot \varphi \cdot R \cdot A \geq N_4$, кН. Сделать вывод.

7. Проверяем прочность зимней кладки в основном и дополнительном расчете. Для варианта № 1...15 температуру наружного воздуха t_n принять равной: (№ вар.+10). Для варианта № 16...30 принять: $t_n = \text{№ вар}$.

В основном расчете, после оттаивания, учитывается понижение прочности кладки, выполненной способом замораживания, коэффициентом $m_t = 0,8$ при температуре ниже -15°C до -30°C . При t_n до -15°C : $m_t = 0,9$. Тогда расчетное сопротивление зимней кладки:

$R_t = m_t \cdot R \cdot \gamma_c$, МПа. Проверить прочность зимней кладки в сечении

3-3 и 4-4: $N_3 \leq m_g \cdot \varphi_1 \cdot R_t \cdot A \cdot \left(1 - \frac{2e_0}{h}\right) \cdot \omega$; $N_4 \leq m_g \cdot \varphi \cdot R_t \cdot A$, сделать

вывод.

8. В дополнительном расчете при оттаивании учитывается понижение прочности раствора до нуля в тонких стенах при $h < 380\text{мм}$. При толщине внутренней версты $h \geq 380\text{мм}$ прочность раствора при оттаивании принимается равной 2 кгс/см^2 . Определить расчетное сопротивление зимней кладки при оттаивании по табл.2 [1] (или табл. Б-1) при марке кирпича, указанной в задании, и прочности раствора, равной нулю или 2 кгс/см^2 . Например, при $h = 380\text{мм}$ в процессе оттаивания прочность раствора равна 2 кг/см^2 . Тогда при M_k100 и R_p2 : $R_t = 0,8 \text{ МПа}$. При нулевой прочности раствора (или 2 кгс/см^2) изменится также и упругая характеристика кладки. Принять

новое значение α по табл.15 [1] (или табл. Г-1). Принять новое значение коэффициента продольного изгиба φ и φ_c при пониженном значении α по гибкости λ_h и λ_{hc} табл. 18 [1] или табл. Г-2.

Коэффициент $\varphi_1 = \frac{\varphi + \varphi_c}{2}$. В дополнительном расчете при оттаивании

учитывается пониженная величина нагрузки, т.к. перекрытия смонтированы, а оборудование еще не установлено. Проверить прочность простенка в стадии оттаивания в сечении 3-3 и 4-4:

$$0,7 \cdot N_3 \leq m_g \cdot \varphi_1 \cdot R_t \cdot A \cdot \left(1 - \frac{2e_0}{h}\right) \cdot \omega, \text{ кН}; \quad 0,7 \cdot N_4 \leq m_g \cdot \varphi \cdot R_t \cdot A,$$

кН, сделать вывод. Если прочность простенка в дополнительном расчете не достаточна, предложить мероприятия для временного усиления кладки при оттаивании, например:

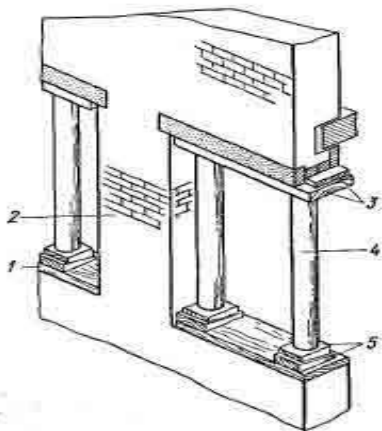


Рисунок 7 - Усиление простенков разгрузочными стойками:

- 1 - деревянная подкладка;
- 2- простенок; 3- доска; 4- стойка;
- 5- клинья, регулирующие высоту стоек.

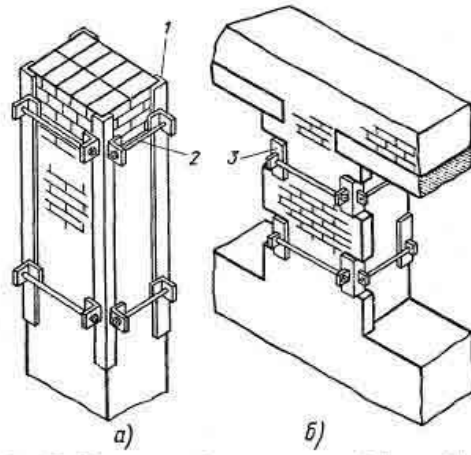


Рисунок 8 - Усиление столбов и простенков обоями (а) и хомутами (б):
 1 – стальной уголок; 2 – стяжной болт; 3 – хомуты со стяжными болтами

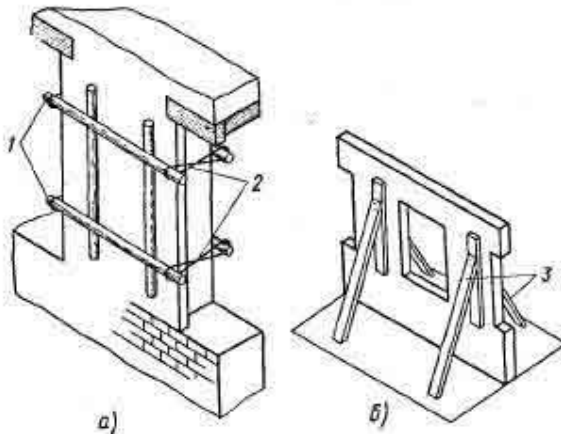


Рисунок 9 - Обеспечение устойчивости кладки двусторонними сжимами (а) и подкосами (б): 1 – бревна; 2 – проволочные скрутки; 3 – подкосы

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Индивидуальные задания для студентов

Таблица А-1 Проверка несущей способности каменного столба

№ вар	Тип здания	Материал кладки	Марка камня	Марк а раств	Сеч столба в кирпич (см)	Н _{эт} , м	Расчет н усилие N, кН
1	2	3	4	5	6	7	8
1	А	2	100	25	2 х 2,5	3,0	400
2	А	1	75	25	2 х 2,5	2,8	300
3	В	1	100	50	2 х 4	8,5	200
4	Б	4	50	25	40 х80см	3,2	350
5	В	1	200	75	2,5 х 3	8,4	450
6	Б	1	50	25	1,5 х 2	5,0	150
7	В	3	150	50	2 х 2,5	4,2	500
8	В	1	150	75	1,5 х 2	6,0	460
9	А	1	75	25	2 х 3	3,6	450
10	В	4	100	75	40 х80см	5,6	450
11	А	2	100	50	2 х 3,5	3,9	400
12	Б	2	200	100	2 х 2,5	5,4	500
13	А	3	75	25	2,5 х 3	4,2	450
14	А	3	75	50	2,5 х 2	3,6	300
15	Б	4	100	50	40 х80см	5,4	400
16	В	2	125	75	2 х 2,5	5,4	500
17	Б	3	100	25	2,5 х 3	5,3	300
18	А	5	200	В7,5	50 х70см	4,5	400
19	В	3	75	50	2 х 2,5	6,0	180
20	В	2	125	50	2 х 2,5	7,2	400
21	А	5	100	В3,5	40 х60см	4,0	270
22	Б	4	100	25	40 х60см	5,2	400
23	А	3	75	50	1,5 х 2	3,6	120
24	Б	2	150	100	2 х 3	5,4	500
25	А	3	75	50	3 х 2,5	4,2	410
26	В	4	100	50	40 х60см	8,4	340
27	А	2	100	25	2 х 3	3,8	230
28	В	1	150	50	1,5 х 2	5,4	320
29	А	1	75	25	2 х 3	3,5	290
30	В	3	150	50	2 х 2,5	8,4	440

Таблица А-2

Определение марки камня и марки раствора
каменного столба

№ вар	Тип здания	Материал кладки	Сеч столба в кирпич (см)	Н _{эт} , м	Расчетное усилие N, кН
1	2	3	4	5	6
1	А	1	2 х 3	30	250
2	Б	3	2,5 х 3	3,6	440
3	В	5	50 х 60см	4,8	560
4	А	2	3 х 3,5	4,2	600
5	Б	4	40 х 60см	5,4	300
6	В	5	50 х 70см	6,6	600
7	А	3	1,5 х 2	3,5	250
8	Б	2	2 х 3	4,8	430
9	В	4	40 х 80см	7,2	500
10	А	1	3,5 х 2	6,0	410
11	Б	2	2 х 3,5	5,5	340
12	В	1	2,5 х 3	5,4	380
13	А	3	2 х 2,5	4,5	250
14	Б	4	40 х 60см	3,6	450
15	В	5	50 х 60см	6,0	420
16	А	2	1,5 х 2	3,3	180
17	Б	3	2 х 3	4,8	320
18	В	4	40 х 80см	4,2	400
19	А	5	60 х 60см	3,0	350
20	Б	1	1,5 х 3	4,2	250
21	В	3	3,5 х 2	5,4	450
22	А	4	40 х 60см	3,3	480
23	Б	5	40 х 50см	4,0	290
24	В	1	1,5 х 2	4,5	310
25	А	2	2,5 х 2	2,8	270
26	Б	4	40 х 80см	5,2	430
27	В	5	30 х 50см	6,4	370
28	А	1	3,5 х 2	3,6	200
29	Б	2	1,5 х 2	4,0	210
30	В	3	2 х 3	4,4	290

Таблица А-3 Проверка внецентренно нагруженного каменного столба

№ вар.	Тип здания	Материал кладки	M_k	M_p	Сечение столба в кирп.	$H_{эт}, м$	$N, кН$	$M, кНм$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	В	3	150	50	2*2,5	7,2	500	40
2	А	1	78	25	2*3	3,6	450	30
3	В	2	50	25	1,5*2	4,2	300	10
4	В	1	150	75	1,5*2	6,0	400	20
5	А	2	100	50	2*3,5	3,9	400	25
6	Б	1	100	75	2*2,5	5,4	450	35
7	А	3	75	25	2,5*3	4,2	180	36
8	Б	2	125	100	2*2,5	6,4	500	40
9	А	3	75	50	2,5*2	3,6	300	20
10	Б	2	100	50	1,5*2,5	5,6	440	33
11	А	3	200	25	2*2,5	4,5	400	20
12	В	2	125	75	2*2,5	6,4	500	40
13	Б	3	100	25	2,5*3	7,2	300	20
14	В	1	150	75	2,5*3	6,4	380	30
15	Б	1	50	25	1,5*2	6,0	150	15
16	А	2	75	25	2*2,5	4,2	420	20
17	В	1	50	50	1,5*2	7,2	400	24
18	Б	3	100	75	2*3,5	5,4	450	25
19	В	2	125	50	2*3	6,0	240	12
20	А	1	75	50	2,5*3	3,0	420	63
21	Б	2	100	10	3*3,5	5,6	560	35
22	А	3	125	10	1,5*2	2,8	180	18
23	В	2	150	75	2,5*3	6,0	580	50
24	А	3	200	100	2*3	4,0	430	20
25	В	1	125	75	2*2,5	5,4	550	10
26	А	3	150	75	2*3,5	4,8	580	35
27	Б	2	200	10	2*2,5	6,0	500	25
28	В	3	150	50	2*3	7,2	480	24
29	Б	1	200	25	1,5*3	5,2	500	30
30	В	2	150	100	2,5*3	7,2	430	25

Таблица А-4

Проверка прочности кладки на местное смятие под
концами опирания прогонов

№ вар.	Толщ. стены h, см	Шаг a, м	Ширина b, см	Глуб $\ell_{оп}$, см	N_c , кН	M_k	M_p	Материал кладки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	51	1,5	13	20	110	75	25	1
2	38	2,2	18	20	120	75	10	2
3	51	1,8	12	25	90	100	25	3
4	51	2,0	15	30	100	50	25	1
5	38	2,5	15	20	80	50	25	2
6	51	3,6	20	25	60	75	25	3
7	38	2,0	10	15	65	75	25	1
8	64	2,5	18	20	95	50	10	2
9	38	1,4	13	23	110	100	25	3
10	51	1,5	14	20	120	50	10	1
11	64	2,1	15	22	130	75	10	2
12	38	2,4	16	25	140	100	25	3
13	51	2,8	18	28	150	100	50	1
14	64	3,0	13	30	160	100	75	2
15	38	3,5	14	20	170	125	50	3
16	51	3,6	15	22	90	50	10	1
17	64	1,2	16	25	80	50	10	2
18	38	1,4	18	28	95	75	25	3
19	51	1,6	13	30	110	75	10	1
20	64	1,8	14	18	115	100	25	2
21	77	2,0	15	20	120	100	50	3
22	38	2,2	16	22	130	75	25	1
23	51	2,4	18	25	140	75	50	2
24	34	2,6	13	28	150	125	75	3
25	77	2,8	14	30	90	50	25	1
26	38	3,0	15	18	120	50	50	2
27	51	3,2	18	20	130	75	75	3
28	64	3,5	18	22	140	75	75	1
29	77	3,6	13	25	150	100	25	2
30	38	1,5	14	28	160	100	50	3

Таблица А-5 Расчёт необходимого количества сетчатой арматуры

№ вар	Тип здания	Материал кладки	M _к	M _р	Сечение столба в кирп.	H _{эт} , м	N, кН	Ø и класс арм-ры
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	А	1	75	50	1,5*2	3,0	360	Ø5B500
2	Б	2	75	50	2*2,5	4,0	480	Ø4B500
3	В	1	100	50	2,5*3	4,0	600	Ø3B500
4	А	1	75	50	1,5*2	3,3	280	Ø5B500
5	Б	2	100	50	2*2,5	5,0	500	Ø5B500
6	А	1	75	50	1,5*2,5	3,3	420	Ø3B500
7	Б	2	100	50	2*3	5,0	660	Ø4B500
8	В	2	100	50	2*2,5	4,8	550	Ø5B500
9	А	3	125	75	1,5*2,5	3,0	570	Ø4B500
10	Б	3	75	50	2*2,5	6,0	450	Ø5B500
11	В	1	100	50	2*2,5	4,5	650	Ø5B500
12	Б	2	100	75	1,5*2	4,2	530	Ø4B500
13	А	3	100	25	1,5*2	3,3	440	Ø3B500
14	Б	2	75	75	2*2,5	4,2	510	Ø5B500
15	В	3	125	25	2,5*3	4,5	620	Ø4B500
16	А	2	75	50	1,5*2	3,0	450	Ø3B500
17	Б	3	125	25	2*2,5	5,1	530	Ø4B500
18	А	1	100	50	2*2,5	3,3	490	Ø4B500
19	Б	2	125	25	2,5*3	5,4	700	Ø5B500
20	В	3	100	50	2*2,5	6,0	640	Ø3B500
21	А	2	100	100	1,5*2,5	3,3	560	Ø3B500
22	Б	3	100	25	2*2,5	5,4	500	Ø4B500
23	В	1	125	25	2*2,5	4,8	640	Ø3B500
24	А	3	75	75	1,5*2	4,5	570	Ø5B500
25	Б	1	100	25	1,5*3	4,3	600	Ø4B500
26	В	2	100	50	2*2,5	5,4	550	Ø4B500
27	А	1	75	50	2*2,5	3,0	470	Ø3B500
28	Б	2	100	50	2,5*3	6,0	730	Ø4B500
29	В	3	150	50	2*2,5	5,4	800	Ø4B500
30	А	2	75	25	1,5*2	3,0	310	Ø3B500

Таблица А-6 Определение несущей способности армокаменного столба

№ вар.	Тип здания	Материал кладки	M_k	M_p	Сечение столба в кирп.	$H_{эт},$ м	\varnothing и класс арм-ры	$s,$ см	$n,$ рядов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	В	3	125	75	2*3	4,5	$\varnothing 3B500$	5	2
2	В	1	150	50	2,5*3	5,4	$\varnothing 4B500$	10	3
3	А	3	75	50	1,5*2	3,3	$\varnothing 5B500$	12	4
4	Б	2	150	25	3*3,5	6,0	$\varnothing 6A240$	6	2
5	В	1	200	75	2,5*3	4,2	$\varnothing 3B500$	4	5
6	А	2	50	75	2*2,5	3,5	$\varnothing 4B500$	7	3
7	Б	1	250	75	1,5*3	4,8	$\varnothing 5B500$	8	2
8	А	3	35	25	1,5*2,5	4,0	$\varnothing 6A240$	10	4
9	В	1	200	100	2*2,5	5,1	$\varnothing 3B500$	4	3
10	Б	2	150	100	2,5*3	5,4	$\varnothing 4B500$	5	2
11	В	1	125	100	2*3,5	5,7	$\varnothing 5B500$	6	4
12	А	3	100	50	2*3	2,8	$\varnothing 6A240$	12	3
13	Б	1	100	75	1,5*2,5	6,0	$\varnothing 3B500$	7	5
14	В	2	250	100	2*3	4,2	$\varnothing 4B500$	8	4
15	А	3	75	75	1,5*3	3,4	$\varnothing 5B500$	10	2
16	Б	2	200	75	2,5*4	4,5	$\varnothing 6A240$	4	2
17	В	1	150	150	2*3	4,8	$\varnothing 3B500$	6	3
18	Б	3	125	75	2,5*4	5,1	$\varnothing 4B500$	10	3
19	А	1	50	50	2,5*3	3,7	$\varnothing 5B500$	8	4
20	Б	2	100	50	3,5*4	5,4	$\varnothing 6A240$	12	4
21	В	3	75	100	2*2,5	5,7	$\varnothing 3B500$	4	5
22	А	2	125	50	1,5*2	4,2	$\varnothing 4B500$	5	2
23	В	1	150	100	1,5*3	6,0	$\varnothing 5B500$	6	2
24	А	2	100	75	1,5*2,5	2,9	$\varnothing 6A240$	7	3
25	Б	3	200	100	2,5*3	5,1	$\varnothing 3B500$	3	3
26	В	2	125	100	2,5*3	4,2	$\varnothing 4B500$	8	4
27	А	1	75	50	2*3,5	3,2	$\varnothing 5B500$	10	4
28	Б	3	100	50	1,5*2	4,8	$\varnothing 6A240$	12	2
29	В	1	75	75	2*2,5	5,4	$\varnothing 3B500$	6	5
30	А	2	100	100	2,5*3	3,6	$\varnothing 4B500$	7	3

Таблица А-7

Расчёт простенка

№ вар.	H _{ЭТ} , м	n _{ЭТ}	Шаг стен а, м	$\ell_{ок} \times h_{ок}$ м	t × b, кирп.	M _к	M _р	Нагрузка на 1м ² , кПа			h, кирп.
								q _{м²} ^{пок}	q _{м²} ^{пер}	q _{м²} ^{чер}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2,8	3	5,1	1,2*1,5	2,5*3,5	75	25	1,3	6,2	5,0	1,5
2	3,0	3	5,4	1,5*1,5	2,5*4,0	75	25	1,4	6,1	5,1	1,5
3	3,3	3	5,7	2,1*1,8	2,5*4,5	75	25	1,5	6,0	5,2	1,5
4	3,6	3	6,0	1,8*2,1	2,5*5,0	100	50	2,0	5,7	5,3	1,5
5	4,2	3	6,3	2,4*2,7	2,5*5,5	100	50	2,2	5,4	5,4	1,5
6	4,8	4	7,2	2,7*3,3	2,5*7,0	100	50	2,3	5,2	5,5	1,5
7	2,8	4	7,2	2,1*1,5	2,5*5,0	75	75	2,7	5,1	4,8	1,5
8	3,0	4	6,3	2,4*1,5	2,5*6,0	125	50	2,5	5,3	5,0	1,5
9	3,6	4	6,0	1,5*2,1	2,5*5,5	125	75	2,3	6,4	5,1	1,5
10	4,2	4	5,7	2,4*2,7	2,5*4,5	125	50	1,8	6,7	5,5	1,5
11	4,8	4	5,4	1,8*3,3	2,5*4,0	125	75	1,6	6,9	5,3	1,5
12	2,8	5	5,1	1,8*1,5	3,0*4,5	100	50	1,0	7,1	5,2	2,0
13	3,0	5	4,8	1,2*1,5	3,0*5,5	100	50	1,2	7,2	5,4	2,0
14	3,6	4	4,2	2,1*2,1	3,0*4,5	75	50	1,3	7,5	5,3	2,0
15	4,2	5	6,0	2,1*2,6	3,0*6,5	100	75	1,1	7,8	5,0	2,0
16	2,8	3	6,0	2,1*1,5	2,5*3,5	75	50	2,9	5,7	4,2	1,5
17	3,0	4	5,7	1,5*1,5	3,5*4,5	75	75	2,7	5,8	4,8	1,5
18	3,3	3	5,4	1,8*2,1	2,5*6,5	75	25	2,6	8,9	5,3	1,5
19	3,6	4	5,1	2,1*2,1	2,5*4,0	100	25	2,5	6,0	5,1	1,5
20	4,0	3	4,8	1,8*2,4	2,5*5,0	100	50	2,2	6,1	5,6	1,5
21	4,2	4	6,3	2,1*2,4	2,5*5,5	125	50	2,0	6,0	4,3	1,5
22	4,8	4	7,2	1,8*3,3	2,5*6,0	100	75	1,8	5,2	4,3	1,5
23	4,8	3	6,3	1,8*2,7	2,5*7,5	75	50	1,3	5,5	5,2	1,5
24	4,5	3	5,4	2,1*3,0	2,5*6,5	75	25	1,5	5,6	5,0	1,5
25	4,2	3	5,7	1,8*2,7	2,5*5,0	100	50	1,2	6,2	4,8	1,5
26	3,6	3	6,0	1,5*2,1	2,5*4,5	100	75	1,1	6,8	6,1	1,5
27	3,3	4	5,4	1,5*1,8	3,0*4,5	75	50	1,5	7,3	5,7	2,0
28	3,0	4	3,6	2,1*1,5	3,0*5,0	75	25	2,7	8,5	6,0	2,0
29	2,8	4	5,7	1,8*1,5	3,0*5,5	100	50	2,8	6,2	7,0	2,0
30	4,8	5	4,5	1,5*3,2	3,0*6,0	100	50	1,4	6,7	5,3	2,0

Таблица Б-1

Расчетные сопротивления R сжатию
каменной кладки по табл. 2 СП 15.13330.2012

Марка кирпича или камня	Расчетные сопротивления R, МПа, сжатию кладки из кирпича всех видов и керамических камней со щелевидными вертикальными пустотами									
	При марке раствора								При прочности раствора	
	200	150	100	75	50	25	10	4	0,2 (2)	нулевой
300	3,9)	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,2	1,8	1,7	1,5
250	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3
200	3,2	3,0	2,7	2,5	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,0
150	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8
125	-	2,2	2,0	1,9	1,7	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7
100	-	2,0	1,8	1,7	1,5	1,3	1,0	0,9	0,8	0,6
75	-	-	1,5	1,4	1,3	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5
50	-	-	-	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,35
35	-	-	-	0,9	0,8	0,7	0,6	0,45	0,4	0,25

Таблица Б-2

Расчетные сопротивления R сжатию
каменной кладки по табл. 7 СП 15.13330.2012

Марка камня	Расчетные сопротивления R, МПа , сжатию кладки из бетонных камней пустотностью до 25% при высоте ряда кладки 200-300 мм					
	при марке раствора					
	100	75	50	25	10	4
150	2,7	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8
125	2,4	2,3	2,1	1,9	1,7	1,6
100	2,0	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3
75	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0
50	1,2	1,15	1,1	1,0	0,9	0,8
35	-	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
25	-	-	0,7	0,65	0,55	0,5
15	-	-	-	0,45	0,4	0,35

Таблица Б-3

Расчетные сопротивления R сжатию
бутобетонной кладки по табл. 10 СП 15.13330.2012

Вид бутобетона	Расчетные сопротивления R , МПа сжатию бутобетона (невибрированного) при классе бетона					
	В15	В12,5	В10	В7,5	В3,5	В2,5
С ровным бутовым камнем марки:						
200 и выше	4	3,5	3	2,5	2,0	1,7
100	-	-	-	2,2	1,8	1,5
50 или с кирпичным боем	-	-	-	2,0	1,7	1,3

Таблица Б-4 Нормативные и расчетные сопротивления **арматуры**, МПа Таблица 2.2-1; 2.2-2; 2.1-4 СП 52-101-03

Арматура классов	Растяжению		Сжатию	Нормативн. сопротивл. $R_{sn}, R_{s,ser}$
	Продольной, R_s	Поперечной, R_{sw}	R_{sc}	
A 240	215	170	215	240
B 500	410	300	410(360)	500

Таблица Б-5 Коэффициенты условий работы для армокаменных конструкций.
Таблица 13 СП 15.13330.2012

Вид армирования конструкций	Коэффициенты условий работы γ_{cs} для арматуры классов	
	A 240	B 500
1. Сетчатое армирование	0,75	0,6

Приложение В

Сортамент арматуры

Диаметр стержня, мм	Расчетная площадь поперечного сечения, см ² , при числе стержней								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	0,071	0,141	0,212	0,283	0,353	0,424	0,495	0,565	0,636
4	0,126	0,251	0,377	0,502	0,628	0,754	0,879	1,005	1,13
5	0,196	0,393	0,589	0,785	0,982	1,178	1,375	1,571	1,767
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54

Приложение Г

Таблицы для расчёта каменных и армокаменных конструкций

Таблица Г-1

Упругая характеристика α для кладки
(из табл. 16 СП 15.13330.2012)

Вид кладки	Упругая характеристика α				
	при марках раствора			при прочности раствора	
	25-200	10	4	2	нулевой
2. Из камней, изготовленных из тяжелого бетона, тяжелых природных камней и бута	1500	1000	750	500	350
6. Из керамических камней всех видов	1200	1000	750	500	350
7. Из кирпича глиняного пластического прессования полнотелого и пустотелого	1000	750	500	350	200
8. Из кирпича силикатного полнотелого и пустотелого	750	500	350	350	200
Примечание: Упругая характеристика бутобетона принимается равной $\alpha = 2000$.					

Таблица Г-2

Коэффициент продольного изгиба ϕ для каменной кладки по табл. 19 СП 15.13330.2012

Гибкость	Коэффициент продольного изгиба ϕ при упругих характеристиках кладки α						
	λ_n	1500	1000	750	500	350	200
4	1	1	1	0,98	0,94	0,9	
6	0,98	0,96	0,95	0,91	0,88	0,81	
8	0,95	0,92	0,9	0,85	0,8	0,7	
10	0,92	0,88	0,84	0,79	0,72	0,6	
12	0,88	0,84	0,79	0,72	0,64	0,51	
14	0,85	0,79	0,73	0,66	0,57	0,43	
16	0,81	0,74	0,68	0,59	0,5	0,37	
18	0,77	0,7	0,63	0,53	0,45	0,32	
22	0,69	0,61	0,53	0,43	0,35	0,24	
26	0,61	0,52	0,45	0,36	0,29	0,2	
30	0,53	0,45	0,39	0,32	0,25	0,17	
34	0,44	0,38	0,32	0,26	0,21	0,14	
38	0,36	0,31	0,26	0,21	0,17	0,12	

Таблица Г-3 Коэффициент ξ_1 для расчёта на местное смятие кладки

Материал кладки	Коэфф. ξ_1
1 Полнотельный кирпич, сплошные камни и крупные блоки из тяжелого бетона или бетона на пористых заполнителях М50 и выше	2
2. Керамические кирпич и камни с пустотами, бутобетон	1,5