

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №12

Пример расчета несущей способности и конструирования элементов армокаменной кладки при центральном сжатии.

Методические указания к выполнению задания.

Осуществить следующие этапы

1. Определить расчетное сопротивление кладки по СП 15.13330.2020 на основании исходных данных
2. Определить процент армирования кладки
3. Определить несущую способность армированной кирпичной кладки

Краткие теоретические сведения.

Элементы с сетчатым армированием выполняются на растворах марки не ниже 50 при высоте ряда кладки не более 150 мм. Прочностные характеристики кладки с сетчатым армированием при высоте ряда кладки более 150 мм определяются по экспериментальным данным.

Расчет элементов с сетчатым армированием (рисунок 1) при центральном сжатии следует выполнять по формуле:

$$N \leq m_g \cdot \varphi \cdot R_{sk} \cdot A, \quad (1)$$

где N - расчетная продольная сила; R_{sk} - расчетное сопротивление сжатию армированной кладки; φ - коэффициент продольного изгиба, определяемый по таблице 7.1 СП.13330.2020; A - площадь сечения элемента; m_g - коэффициент, учитывающий влияние длительной нагрузки.

Расчетное сопротивление сжатию армированной кладки должно удовлетворять условию $R_{sk} \leq 2R$ и определяется по формуле:

$$R_{sk} = R + \frac{p\mu R_s}{100}, \quad (2)$$

где R_s - расчетное сопротивление арматуры по СП 63.13330; p - коэффициент, принимаемый при пустотности кирпича (камня) до 20% включительно равным 2,0; при пустотности от 20%, до 30% включительно - равным 1,5; при пустотности выше 30% - равным 1,0.

Процент армирования для сеток с квадратными ячейками из арматуры сечением A_{st} с размером ячейки C при расстоянии между сетками S находится по формуле:

$$\mu = \frac{2A_{st}}{CS} 100, \quad (3)$$

При меньшем размере прямоугольного поперечного сечения элементов $h \geq 30\text{см}$ (или с меньшим радиусом инерции элементов любого сечения $i \geq 8,7$) коэффициент m_g следует принимать равным единице. В случае размера стороны сечения элементов $h < 30\text{см}$, коэффициент m_g определяется по формуле (7.7) СП 15.13330.

Коэффициент продольного изгиба φ для элементов постоянного по длине сечения следует принимать по таблице 7.1 СП.15.13330.2020 в зависимости от гибкости элемента:

$$\lambda_i = \frac{l_0}{i},$$

или прямоугольного сплошного сечения при отношении

$$\lambda_h = \frac{l_0}{h}, \quad (4)$$

и упругой характеристики кладки α_{sk} , определяется по формуле (5).

Упругая характеристика кладки с сетчатым армированием определяется по формуле:

$$\alpha_{sk} = \alpha \frac{R_u}{R_{sku}}, \quad (5)$$

где R_u – временное сопротивление сжатию кладки, определяемое по формуле:

$$R_u = kR, \quad (6)$$

коэффициент $k = 2$, принимается по таблице 6.15 (СП.15.13330.2020);

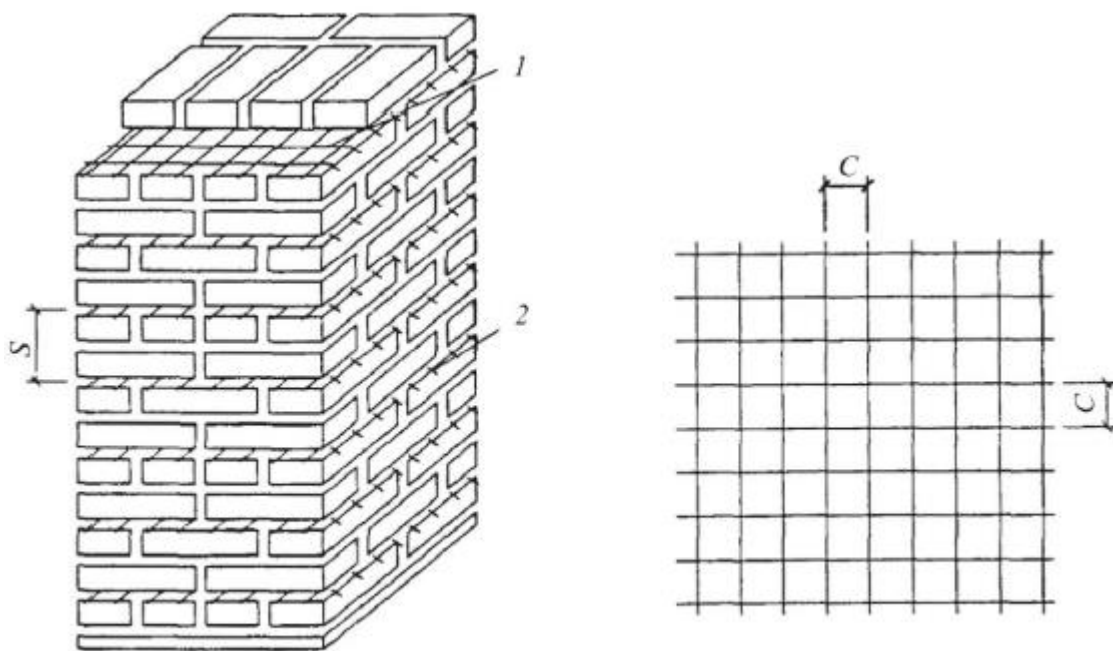
R_{sku} – временное сопротивление сжатию армированной кладки, определяемое по формуле:

$$R_{sku} = kR + \frac{2\mu R_{sn}}{100}, \quad (7)$$

Процент армирования кладки сетчатой арматурой, учитываемый в расчете на центральное сжатие, должен быть не более определяемого по формуле:

$$\mu = 50 \frac{R}{R_s}$$

При армировании меньше 0,1 % сечение рассчитывается как неармированное.



1 – арматурная сетка; 2 – выпуск арматурной сетки для контроля ее укладки

Рисунок 1 - Поперечное (сетчатое) армирование каменных конструкций

Расчетные высоты стен и столбов l_0 при определении коэффициентов продольного изгиба в зависимости от условий опирания их на горизонтальные опоры следует принимать:

а) при неподвижных шарнирных опорах $l_0 = H$ (рисунок 2, а);

б) при упругой верхней опоре и жестком защемлении в нижней опоре: для однопролетных зданий $l_0 = 1,5H$, для многопролетных зданий $l_0 = 1,5H$ (рисунок 2, б);

в) для свободно стоящих конструкций $l_0 = 2,0H$ (рисунок 2, в);

г) для конструкций с частично защемленными опорными сечениями - с учетом фактической степени защемления, но не менее $l_0 = 2,0H$, где H - расстояние между перекрытиями или другими горизонтальными опорами, при железобетонных горизонтальных опорах - расстояние между ними в свету.

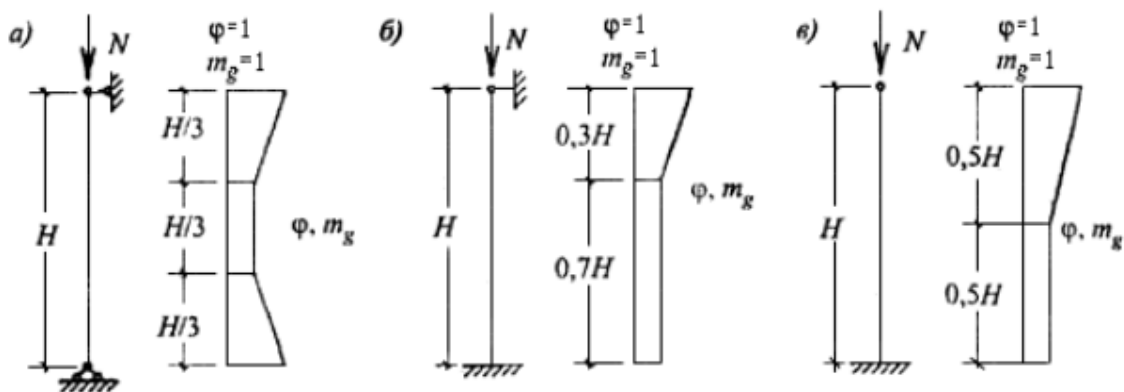


Рисунок 2 – Коэффициенты φ и m_g по высоте сжатых стен и столбов. а - шарнирно опертых на неподвижные опоры; б - защемленных внизу и имеющих верхнюю упругую опору; в - свободно стоящих

Пример выполнения задания

Требуется определить несущую способность N_{ult} центрально сжатого кирпичного столба

Исходные данные:

Размеры сечения столба: $b = 510$ мм; $h = 510$ мм.

Высота столба — $H = l_0 = 4,2$ м.

Марка кирпича — 100.

Марка раствора — 100.

Вид кирпича — силикатный одинарный.

Сварные сетки установлены по высоте через 3 ряда кладки.

Арматура сеток — $\varnothing 4$ мм, класс В500.

$A_{st} = 12,6$ мм², $R_{sn} = 500$ МПа, $R_s = 435$ МПа (СП 63.13330).

Размер квадратной ячейки $C = 50$ мм.

Решение:

Расчетное сопротивление сжатию кирпичной кладки по табл. 6.1 (СП.15.13330.2020) $R = 1,8$ МПа.

Упругая характеристика кладки по табл. 6.16 (СП 15.13330.2020) $\alpha=750$.

Отношение $\lambda_h = l_0 / h = 4200 / 510 = 8,2$.

Коэффициент продольного изгиба по 7.1 (СП.15.13330.2020) $\varphi=0,894$.

Если меньший размер столба не менее 30 см, то коэффициент $mg = 1$.

Площадь сечения:

$$A = b \cdot h = 510 \cdot 510 = 260100 \text{ мм}^2 = 0,26 \text{ м}^2$$

Так как $A < 0,3 \text{ м}^2$ к расчетному сопротивлению кладки вводим коэффициент условия работы $\gamma_f = 0,8$.

Примем шаг сеток в каждом третьем ряде кладки с высотой кирпича 65 мм и толщиной шва 12 мм, получим:

$$S = 3 \cdot 77 = 231 \text{ мм}$$

Для арматуры сеток класса В500 коэффициент условия работы γ_{cs} принимается согласно таблицы 6.14 (СП 15.13330.2020), следовательно нормативное сопротивление $R_{sn}=0,6 \cdot 500=300$ МПа, расчетное сопротивление $R_s=0,6 \cdot 435=261$ МПа.

Определим процент армирования кладки:

$$\mu = \frac{2A_{st}}{CS} 100 = \frac{2 \cdot 12,6}{50 \cdot 231} \cdot 100 = 0,218\% > \mu_{\min} = 0,1\%,$$

$$\mu_{\max} = \frac{50 \cdot R}{R_s} = \frac{50 \cdot 0,8 \cdot 1,8}{261} = 0,276\%,$$

$$\mu = 0,218\% < \mu_{\max} = 0,276\%$$

Условие соблюдается.

Определим временное сопротивление сжатию армированной кладки:

$$R_{sku} = kR + \frac{2\mu R_{sn}}{100} = 2 \cdot 0,8 \cdot 1,8 + \frac{2 \cdot 0,218 \cdot 300}{100} = 4,19 \text{ МПа}$$

Определим упругую характеристику кладки:

$$\alpha_{sk} = \alpha \frac{R_u}{R_{sku}} = 750 \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 1,8}{4,19} = 516$$

По таблице 7.1 СП.15.13330.2020 $\varphi = 0,847$ при $\lambda_h = 8,2$ и $\alpha_{sk} = 516$

Определим расчетное сопротивление армированной кладки:

$$R_{sk} = R + \frac{p\mu R_s}{100} = 0,8 \cdot 1,8 + \frac{2 \cdot 0,218 \cdot 261}{100} = 2,58 \text{ МПа.}$$

Определим несущую способность армированной кирпичной кладки:

$$N \leq m_g \cdot \varphi \cdot R_{sk} \cdot A = 1,0 \cdot 0,847 \cdot 2,58 \cdot 260100 = 568386 \text{ Н} = 568,4 \text{ кН}$$