

4. УСИЛЕНИЕ КИРПИЧНОГО ПРОСТЕНКА ПЕРВОГО ЭТАЖА

Требуется усилить кирпичный простенок первого этажа в связи с увеличением временной нагрузки на перекрытие.

Исходные данные: пролет ригеля, усиленного шпренгелем, $l = 6,0$ м; шаг ригелей $6,0$ м; длина площадки опирания $c = 350$ мм; высота этажа $H_{\text{эт}} = 4,8$ м; количество этажей $n = 4$; толщина наружной стены $h = 640$ мм; ширина простенка $b = 1300$ мм. Кладка выполнена из глиняного кирпича пластического прессования марки 100 на цементно-песчаном растворе марки 50. Полезная нагрузка на перекрытие $v = 12,5$ кПа. Снеговой район – IV ($s_g = 2,4$ кПа). Опорная реакция ригеля первого этажа $N_{\text{пер}} = 375,44$ кН

Выявляем необходимость усиления кирпичного простенка.

• Определяем расчетные усилия от действующей нагрузки в сечении I-I (рис. 4.1).

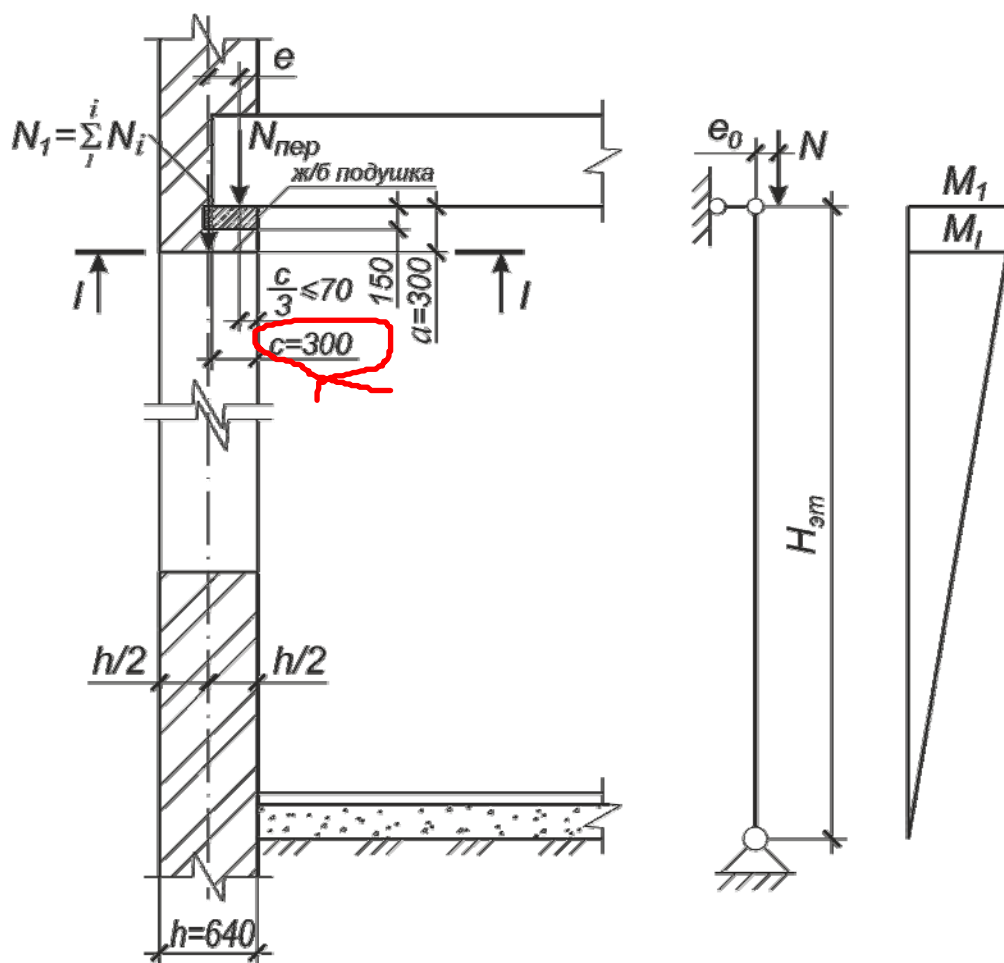


Рис. 4.1. К определению расчетных усилий в сечении I-I простенка

1. Вычисляем расчетную продольную силу:

✓ от собственного веса стены

$$N_{\text{ст}} = (n-1) \cdot b \cdot h \cdot H_{\text{эт}} \cdot \rho \cdot \gamma_f \cdot 1,3 = \\ = (4-1) \cdot 1,3 \cdot 0,64 \cdot 4,8 \cdot 18 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 308,39 \text{ кН},$$

где $\rho = 18 \text{ кН/м}^3$ – плотность кирпичной кладки;

1,3 – повышающий коэффициент, учитывающий дополнительную нагрузку от межоконных перемычек;

✓ от перекрытия

$$N_{\text{пер}} = q_1 \cdot B \cdot \frac{l}{2} + \frac{N_{\text{риг}}}{2} = 20,17 \cdot 6,0 \cdot \frac{6,0}{2} + \frac{24,75}{2} = 375,44 \text{ кН},$$

где $q_1 = 20,17 \text{ кН/м}^2$ – полная расчетная нагрузка на 1 м^2 перекрытия с учетом армированного бетона усиления плиты (см. п. 3);

$N_{\text{риг}}$ – расчетная нагрузка от веса усиленного ригеля (элементы усиления шпренгельной системы в нашем случае условно не учтены),

$$N_{\text{риг}} = b_{\text{риг}} \cdot h_{\text{риг}} \cdot l \cdot \rho \cdot \gamma_f = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 6,0 \cdot 25 \cdot 1,1 = 24,75 \text{ кН};$$

✓ от покрытия

$$N_{\text{пок}} = q_2 \cdot B \cdot \frac{l}{2} + \frac{N_{\text{риг}}}{2} = 7,08 \cdot 6,0 \cdot \frac{6,0}{2} + \frac{24,75}{2} = 139,82 \text{ кН},$$

где $q_2 = 7,08 \text{ кН/м}^2$ – полная расчетная нагрузка от покрытия (см. табл. 3.1).

Суммарная величина расчетной продольной силы в сечении I-I

$$N_1 = \sum_1^i N_i = N_{\text{ст}} + (n-1) \cdot N_{\text{пер}} + N_{\text{пок}} = \\ 308,39 + (4-1) \cdot 375,44 + 139,82 = 1574,53 \text{ кН}.$$

2. Определяем расчетный изгибающий момент: от заданной опорной реакции ригеля $N_{\text{пер}} = 375,44 \text{ кН}$ над первым этажом (см. рис. 4.1)

$$M = N_{\text{пер}} \cdot e = 375,44 \cdot 0,25 = 93,86 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

где $e = \frac{h}{2} - \frac{c}{3} = \frac{640}{2} - 70 = 250 \text{ мм} = 0,25 \text{ м};$

здесь $h = 640$ мм – толщина стены (простенка); $c = 300$ мм – длина площадки опирания ригеля на стену; $\frac{c}{3} = \frac{300}{3} = 100$ мм > 70 мм, принимаем 70 мм [8, п. 4.18];

✓ в сечении I-I

$$M_I = \frac{H_{\text{эт}} - a}{H_{\text{эт}}} \cdot M = \frac{4,8 - 0,3}{4,8} \cdot 93,86 = 87,99 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

3. Вычисляем эксцентриситет продольной силы относительно оси симметрии простенка (начальный эксцентриситет) (рис. 4.2):

$$e_0 = \frac{M_I}{N_1} = \frac{87,99}{1574,53} = 0,056 \text{ м}.$$

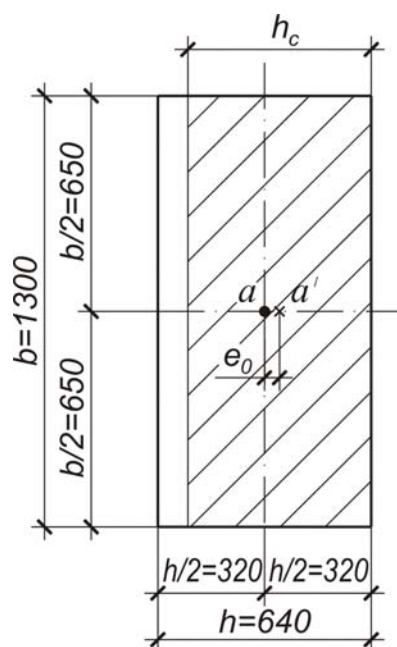


Рис. 4.2. Поперечное сечение простенка

- Определяем несущую способность простенка.

1. Вычисляем площадь сечения простенка:

$$A = h \times b = 0,64 \times 1,3 = 0,832 \text{ м}^2.$$

2. Находим расчетную длину простенка:

$$l_0 = H_{\text{эт}} = 4,8 \text{ м}.$$

3. Принимаем упругую характеристику кладки из кирпича пластического прессования марки 100 на растворе марки 50 $\alpha = 1000$ (см. [7, табл. 15], табл. 6.2 прил. 6).

4. Гибкость стены в пределах первого этажа

$$\lambda_h = \frac{l_0}{h} = \frac{4,8}{0,64} = 7,5.$$

5. В зависимости от λ_h и α определяем коэффициент продольного изгиба $\phi = 0,93$ (см. [7, табл. 18], табл. 6.3 прил. 6).

6. Находим площадь и высоту сжатой части сечения

$$A_c = A \cdot \left(1 - \frac{2e_0}{h}\right) = 1,3 \cdot 0,64 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 0,056}{0,64}\right) = 0,686 \text{ м}^2;$$

$$h_c = h - 2e_0 = 0,64 - 2 \cdot 0,056 = 0,528 \text{ м}.$$

7. В зависимости от $\lambda_{hc} = \frac{l_0}{h_c} = \frac{4,8}{0,528} = 9,09$ и $\alpha = 1000$ принимаем $\phi_c = 0,898$ (см. [7, табл. 18], табл. 6.3 прил. 6).

8.
$$\phi_1 = \frac{\phi + \phi_c}{2} = \frac{0,93 + 0,898}{2} = 0,914.$$

9. Определяем коэффициент ω (см. [7, табл. 19], табл. 6.4 прил. 6)

$$\omega = 1 + \frac{e_0}{h} = 1 + \frac{0,056}{0,64} = 1,09 < 1,45.$$

Принимаем $\omega = 1,09$.

10. Вычисляем величину расчетной продольной силы, воспринимаемой сечением простенка:

$$N = m_g \cdot \phi_1 \cdot R \cdot A_c \cdot \omega = 1,0 \cdot 0,914 \cdot 1,5 \cdot 10^3 \cdot 0,686 \cdot 1,09 = 1025,15 \text{ кН},$$

где m_g – коэффициент, учитывающий влияние длительного воздействия нагрузки ($m_g = 1,0$ при $h = 0,64 \text{ м} > 0,3 \text{ м}$);

$R = 1,5 \text{ МПа}$ – расчетное сопротивление кладки сжатию.

• Проверяем условие

$$N \geq N_1; \quad 1025,15 \text{ кН} < 1574,53 \text{ кН}.$$

Условие не удовлетворяется; следовательно, требуется усиление простенка. Коэффициент усиления $k = \frac{N_1}{N} = \frac{1574,53}{1025,15} = 1,536$, т.е. необходимо

увеличить прочность простенка на 53,6 %. *В задании задан $k = 1,536$ откуда получено $N_1 = N \cdot 1,536 = 1574,53 \text{ кН}$.*

4.1. Усиление простенка стальной облоймой

Схема усиления кирпичного простенка стальной облоймой приведена на рис. 4.3.

Назначим элементы усиления минимального сечения. Принимаем для облоймы сталь марки ВСтЗсп (аналогична стали класса А240). Вертикальную арматуру облоймы (уголки) принимаем по конструктивным соображениям из равнополочных уголков 4L50×6 ($A'_s = 5,69 \times 4 = 22,74 \text{ см}^2$). Хомуты облоймы принимаем из полосовой стали сечением 35×8 мм ($A_{sw} = 2,80 \text{ см}^2$) с шагом $s = 350 \text{ мм}$.

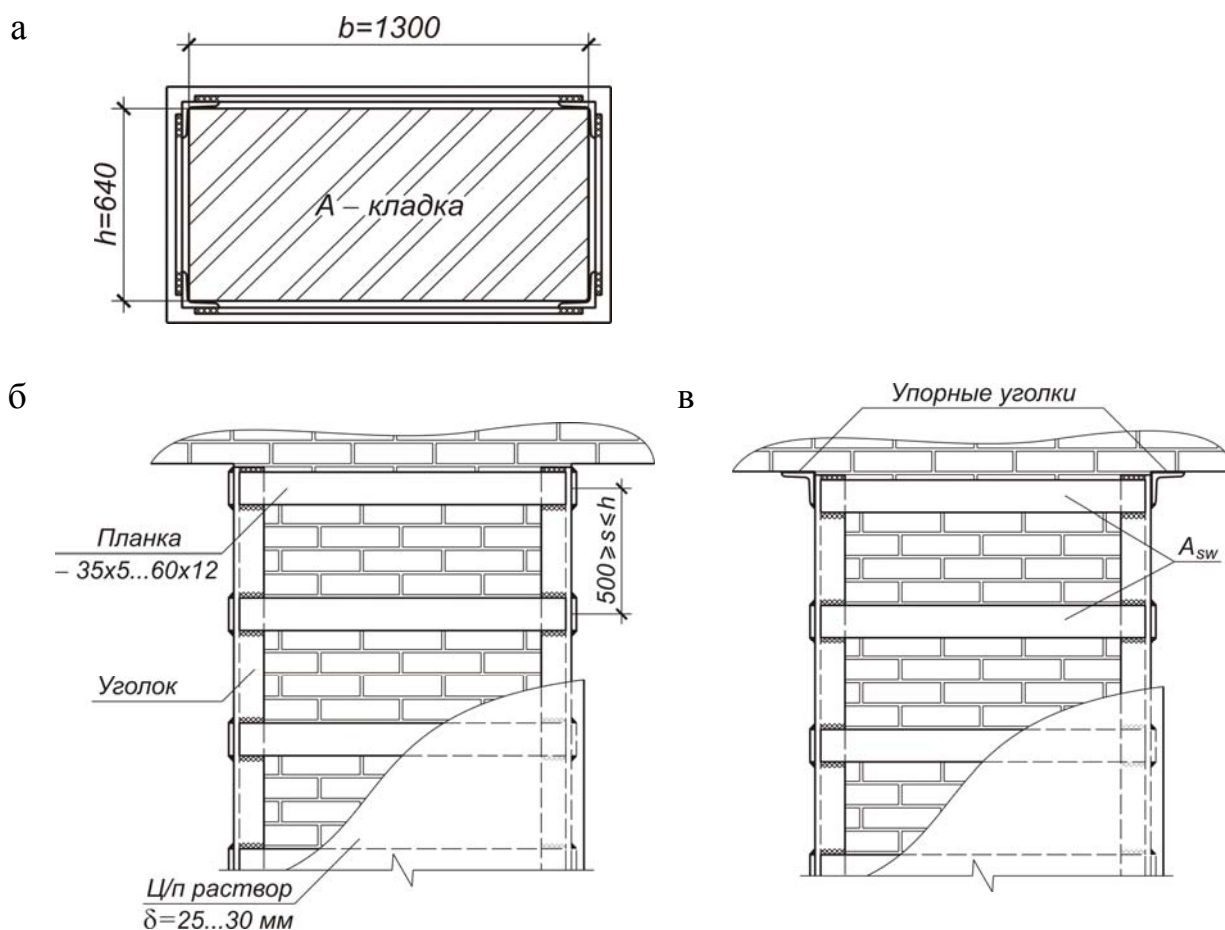


Рис. 4.3. Схема усиления простенка стальной облоймой:
а – поперечное сечение усиленного простенка; б – без непосредственной передачи нагрузки на облойму; в – при передаче нагрузки на облойму с одной (вверху) или с двух (вверху и внизу) сторон

Прочность простенка, усиленного по такой схеме, проверяют из условия

$$N_1 \leq \psi \cdot \phi \cdot \left[\left(m_g \cdot m_k \cdot R + \eta \frac{2,5\mu}{1 + 2,5\mu} \cdot \frac{R_{sw}}{100} \right) \cdot A + R_{sc} \cdot A'_s \right],$$

где ψ и η – коэффициенты, равные при внецентренном сжатии:

$$\psi = 1 - \frac{2e_0}{h} = 1 - \frac{2 \cdot 0,056}{0,64} = 0,825;$$

$$\eta = 1 - \frac{4e_0}{h} = 1 - \frac{4 \cdot 0,056}{0,64} = 0,650;$$

$\phi = \phi_1 = 0,914$ и $m_g = 1,0$; m_k – коэффициент условий работы кладки. Принимаем $m_k = 1,0$ для кладки без повреждений ($m_k = 0,7$ – при наличии повреждений); μ – процент армирования поперечными планками,

$$\mu = \frac{2A_{sw} \cdot (h + b)}{h \cdot b \cdot s} \cdot 100 \% = \frac{2 \cdot 2,80 \cdot 10^2 \cdot (640 + 1300)}{640 \cdot 1300 \cdot 350} \cdot 100 \% = 0,373 \%;$$

где $R_{sw} = 150$ МПа – расчетное сопротивление поперечной арматуры обоймы по [8, табл. 10];

R_{sc} – расчетное сопротивление вертикальных уголков ($R_{sc} = 43$ МПа – при отсутствии непосредственной передачи нагрузки на обойму;

$R_{sc} = 190$ МПа – при передаче нагрузки с двух сторон – вверху и внизу обоймы).

1. Определяем величину расчетной продольной силы, воспринимаемой усиленным простенком при отсутствии непосредственной передачи нагрузки на обойму (рис. 4.3, б):

$$\begin{aligned} N_f &= \psi \cdot \phi \cdot \left[\left(m_g \cdot m_k \cdot R + \eta \frac{2,5\mu}{1 + 2,5\mu} \cdot \frac{R_{sw}}{100} \right) \cdot A + R_{sc} \cdot A'_s \right] = 0,825 \cdot 0,914 \times \\ &\times \left[\left(1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 10^3 + 0,65 \cdot \frac{2,5 \cdot 0,373}{1 + 2,5 \cdot 0,373} \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{100} \right) \cdot 0,64 \cdot 1,3 + 43 \cdot 10^3 \cdot 22,74 \cdot 10^{-4} \right] = \\ &= 1333,99 \text{ кН} < N_1 = 1574,53 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Прочность простенка, усиленного посредством обжатия поперечной арматурой обоймы при заданных размерах хомутов (сечением 35×8 мм) и шаге $s = 350$ мм, недостаточна. Перегрузка составляет:

$$\frac{N_1 - N_f}{N_f} \cdot 100 \% = \frac{1574,53 - 1333,99}{1333,99} \cdot 100 \% = 18,03 \%.$$

Увеличим размеры сечения планок до 60×12 мм ($A_{sw} = 7,20 \text{ см}^2$), примем шаг планок $s = 250$ мм, вертикальную арматуру из 4L90 $\times$ 8 ($A'_s = 13,93 \times 4 = 55,72 \text{ см}^2$).

$$\mu = \frac{2 \cdot 7,20 \cdot 10^2 \cdot (640 + 1300)}{640 \cdot 1300 \cdot 250} \cdot 100 \% = 1,343 \%;$$

$$N_f = 0,825 \cdot 0,914 \cdot [(1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 10^3 + 0,65 \cdot \frac{2,5 \cdot 1,343}{1 + 2,5 \cdot 1,343} \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{100}) \times \\ \times 0,64 \cdot 1,3 + 43 \cdot 10^3 \cdot 55,72 \cdot 10^{-4}] = 1593,03 \text{ кН} > N_1 = 1574,53 \text{ кН}.$$

Условие выполняется; следовательно, несущая способность простенка достаточна при минимальном запасе прочности.

$$\frac{N_f - N_1}{N_1} \cdot 100 \% = \frac{1593,03 - 1574,53}{1574,53} \cdot 100 \% = 1,17 \%.$$

2. Находим величину расчетной продольной силы, воспринимаемой усиленным простенком при передаче нагрузки на обойму с двух сторон (рис. 4.3, в). По [8, табл. 10] в этом случае расчетное сопротивление вертикальных уголков принимается $R_{sc} = 190$ МПа. Принимаем элементы усиления, при использовании которых несущая способность кирпичного простенка была обеспечена в первом варианте, т.е. планки сечением 60×12 мм ($A_{sw} = 7,20 \text{ см}^2$), с шагом $s = 250$ мм, вертикальную арматуру из 4L90 $\times$ 8 ($A'_s = 13,93 \times 4 = 55,72 \text{ см}^2$).

$$N_f = 0,825 \cdot 0,914 \cdot [(1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 10^3 + 0,65 \cdot \frac{2,5 \cdot 1,343}{1 + 2,5 \cdot 1,343} \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{100}) \times \\ \times 0,64 \cdot 1,3 + 190 \cdot 10^3 \cdot 55,72 \cdot 10^{-4}] = 2210,66 \text{ кН} > N_1 = 1574,53 \text{ кН}.$$

Несущая способность простенка в этом случае обеспечивается с большим запасом прочности.

$$\frac{N_f - N_1}{N_1} \cdot 100 \% = \frac{2210,66 - 1574,53}{1574,53} \cdot 100 \% = 40,40 \%$$

• **Работы по усилению кирпичного простенка стальной облоймой выполняются в следующей последовательности:**

- ✓ выравнивается (оштукатуривается цементно-песчаным раствором) поверхность усиливаемого простенка;
- ✓ устанавливаются в проектное положение на цементно-песчаном растворе вертикальные уголки усиления;
- ✓ привариваются к уголкам соединительные планки с шагом, не превышающим минимальный размер сечения усиливаемого простенка;
- ✓ тщательно зачеканиваются жестким раствором (или инъецируются) зазоры между элементами облоймы и каменной кладкой;
- ✓ оштукатуривается поверхность усиленного простенка.

4.2. Усиление простенка железобетонной облоймой

Схема усиления кирпичного простенка железобетонной облоймой приведена на рис. 4.4.

Выполняем облойму из тяжелого бетона класса В15 ($R_b = 8,5$ МПа) толщиной $\delta = 60$ мм. Арматуру облоймы принимаем класса А240 (соответствует стали класса А-I): вертикальные стержни $12\varnothing 6A240$ ($A'_s = 28,3 \cdot 12 = 339,6$ мм²), хомуты – $\varnothing 6A240$ ($A_{sw} = 28,3$ мм²) с шагом $s = 150$ мм.

Определяем размеры сечения усиленного простенка

$$b_1 = b + 2\delta = 1300 + 2 \cdot 60 = 1420 \text{ мм} = 1,42 \text{ м};$$

$$h_1 = h + 2\delta = 640 + 2 \cdot 60 = 760 \text{ мм} = 0,76 \text{ м}.$$

Несущую способность усиленного простенка определяем по формуле

$$N_f = \psi \cdot \varphi \cdot \left[\left(m_g \cdot m_k \cdot R + \eta \frac{3\mu}{1+\mu} \cdot \frac{R_{sw}}{100} \right) \cdot A + m_b \cdot R_b \cdot A_b + R_{sc} \cdot A'_s \right],$$

где ψ , η , m_g и m_k – коэффициенты (см. начало разд. 4);

μ – процент армирования хомутами,

$$\mu = \frac{2A_{sw} \cdot (h+b)}{h \cdot b \cdot s} \cdot 100 \% = \frac{2 \cdot 28,3 \cdot (640+1300)}{640 \cdot 1300 \cdot 150} \cdot 100 \% = 0,088 \%;$$

A_b – площадь сечения бетона обоймы, заключенной между хомутами и кладкой (без учета защитного слоя),

$$A_b = (b_1 - 2a) \cdot (h_1 - 2a) - b \cdot h = (1420 - 2 \cdot 20) \cdot (760 - 2 \cdot 20) - 1300 \cdot 640 = \\ = 161600 \text{ мм}^2 = 0,1616 \text{ м}^2;$$

$R_{sw} = 150 \text{ МПа}$ – расчетное сопротивление поперечной арматуры обоймы [8, табл. 10]; R_{sc} – расчетное сопротивление вертикальных стержней ($R_{sc} = 43 \text{ МПа}$ – при отсутствии непосредственной передачи нагрузки на обойму; $R_{sc} = 190 \text{ МПа}$ – при передаче нагрузки с двух сторон); m_b – коэффициент условий работы бетона ($m_b = 0,35$ – без непосредственной передачи нагрузки на обойму; $m_b = 0,7$ – при передаче нагрузки на обойму и отсутствии опоры снизу обоймы; $m_b = 1,0$ – при передаче нагрузки на обойму и наличии опоры снизу обоймы).

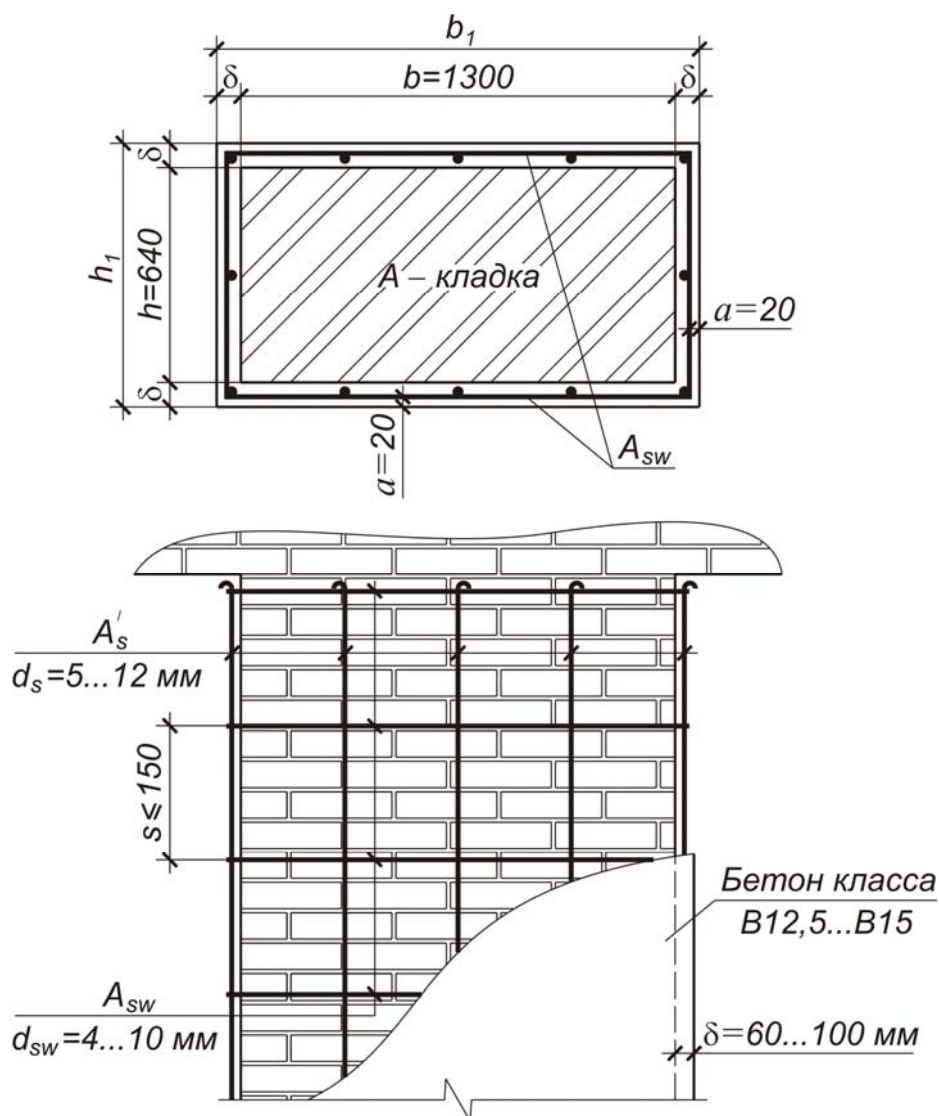


Рис. 4.4. Схема усиления простенка железобетонной обоймой

1. Вычисляем расчетную продольную силу, воспринимаемую усиленным простенком при отсутствии непосредственной передачи нагрузки на обойму:

$$N_f = \psi \cdot \varphi \cdot \left[\left(m_g \cdot m_k \cdot R + \eta \frac{3\mu}{1+\mu} \cdot \frac{R_{sw}}{100} \right) \cdot A + m_b \cdot R_b \cdot A_b + R_{sc} \cdot A'_s \right] =$$

$$= 0,825 \cdot 0,914 \cdot \left[\left(1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 10^3 + 0,65 \cdot \frac{3 \cdot 0,088}{1 + 0,088} \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{100} \right) \cdot 0,64 \cdot 1,3 + \right.$$

$$\left. + 0,35 \cdot 8,5 \cdot 10^3 \cdot 0,1616 + 43 \cdot 10^3 \cdot 339,6 \cdot 10^{-6} \right] = 1463,01 \text{ кН}.$$

Так как $N_f = 1463,01 \text{ кН} < N_1 = 1574,53 \text{ кН}$, несущая способность простенка после усиления недостаточна.

Для повышения эффективности усиления требуется увеличить либо толщину обоймы δ , либо диаметр арматуры усиления или уменьшить шаг хомутов s .

Выполним вертикальное и поперечное армирование обоймы из стержней $\varnothing 10A240$ ($A'_s = 78,5 \cdot 12 = 942,0 \text{ мм}^2$). Определяем процент армирования хомутами

$$\mu = \frac{2 \cdot 78,5 \cdot (640 + 1300)}{640 \cdot 1300 \cdot 150} \cdot 100 \% = 0,244 \%.$$

Величина продольной силы, воспринимаемой усиленным простенком, в этом случае будет равна:

$$N_f = 0,825 \cdot 0,914 \cdot \left[\left(1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 10^3 + 0,65 \cdot \frac{3 \cdot 0,244}{1 + 0,244} \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{100} \right) \cdot 0,64 \cdot 1,3 + \right.$$

$$\left. + 0,35 \cdot 8,5 \cdot 10^3 \cdot 0,1616 + 43 \cdot 10^3 \cdot 942,0 \cdot 10^{-6} \right] = 1694,05 \text{ кН} >$$

$$N_1 = 1574,53 \text{ кН}.$$

Запас прочности составит:

$$\frac{N_f - N_1}{N_1} \cdot 100 \% = \frac{1694,05 - 1574,53}{1574,53} \cdot 100 \% = 7,59 \%.$$

Для увеличения резерва прочности можно одновременно уменьшить шаг поперечной арматуры.

2. Определяем величину расчетной продольной силы, воспринимаемой простенком после усиления при передаче нагрузки на обойму и наличии опоры снизу. Армирование обоймы выполняем из стержней Ø6A240.

$$N_f = 0,825 \cdot 0,914 \cdot \left[1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 10^3 + 0,65 \cdot \frac{3 \cdot 0,088}{1 + 0,088} \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{100} \right] \cdot 0,64 \cdot 1,3 + \\ + 1,0 \cdot 8,5 \cdot 10^3 \cdot 0,1616 + 190 \cdot 10^3 \cdot 339,6 \cdot 10^{-6}] = 2173,90 \text{ кН} >$$

$$N_1 = 1574,53 \text{ кН.}$$

Запас прочности при этом будет равен:

$$\frac{N_f - N_1}{N_1} \cdot 100 \% = \frac{2173,90 - 1574,53}{1574,53} \cdot 100 \% = 38,07 \%$$

Эффективность усиления в этом случае значительно повысилась. Чтобы обеспечить двустороннее нагружение обоймы, необходимо тщательно уплотнить верхнюю зону обоймы (например, используя бетон на расширяющемся цементе). В нижней зоне плотное прилегание обоймы усиления обеспечивается за счет послойного уплотнения бетонной смеси при бетонировании.

• Работы по усилению кирпичного простенка железобетонной обоймой выполняются в следующей последовательности:

- ✓ расчищаются вертикальные и горизонтальные швы усиливаемого простенка, поверхность кладки обрабатывается насечкой и промывается водой;
- ✓ устанавливаются в проектное положение сетки усиления (в местах нахлеста сетки свариваются между собой);
- ✓ устанавливаются и закрепляются ярусами щиты опалубки;
- ✓ укладывается с послойным уплотнением бетонная смесь (высота слоя 200...300 мм);
- ✓ демонтируется опалубка (при наборе бетоном обоймы прочности не ниже 50 % от проектной).

4.3. Усиление простенка растворной обоймой

Схема усиления кирпичного простенка растворной обоймой приведена на рис. 4.5.

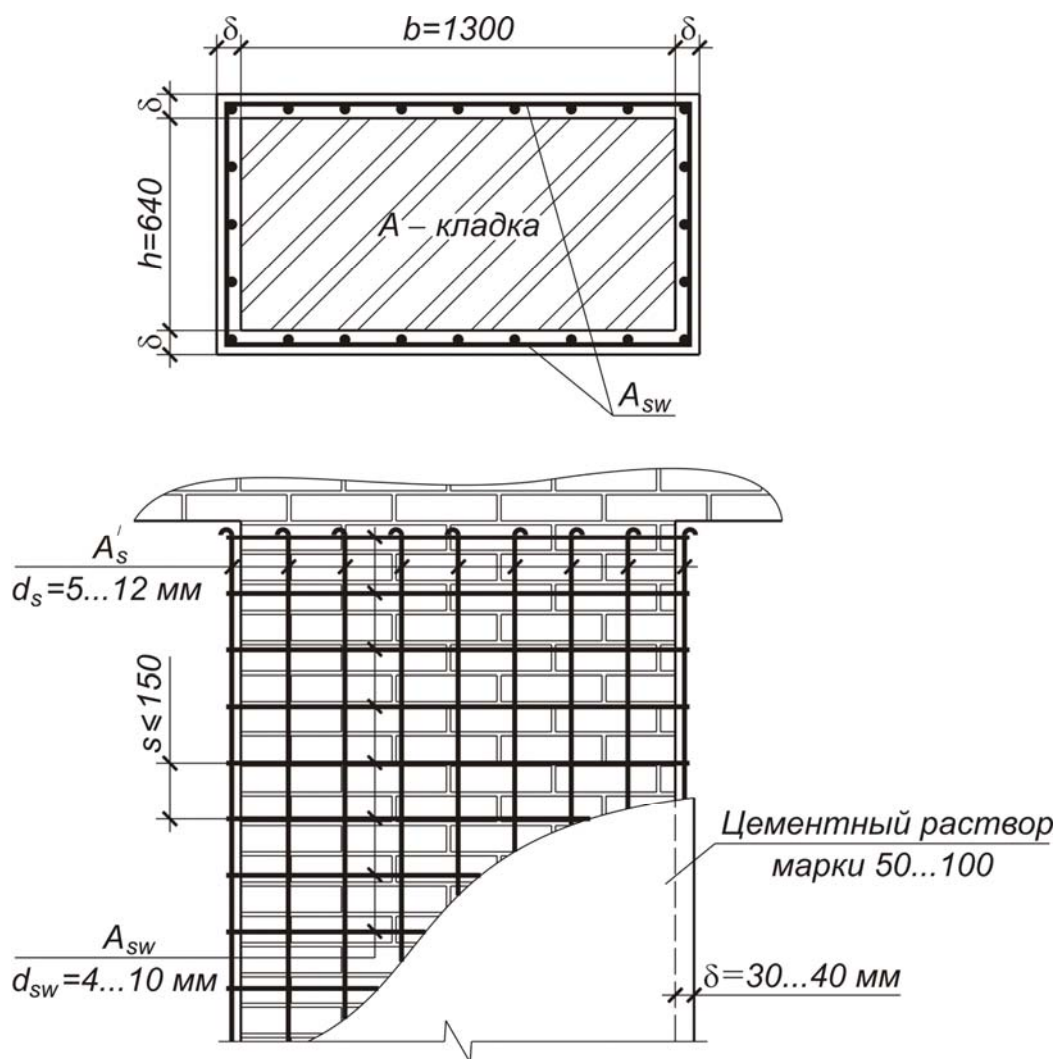


Рис. 4.5. Схема усиления простенка растворомной обоймой

Армирование выполняем сеткой из стержневой арматуры класса А240 (соответствует стали класса А-І) $\varnothing 6A240$ ($A_{sw} = 28,3 \text{ мм}^2$) с ячейкой 100 мм ($s = 100 \text{ мм}$). Сетку покрываем слоем цементного раствора марки 100 толщиной $\delta = 30 \text{ мм}$.

Определяем несущую способность простенка, усиленного растворомной обоймой:

$$N_f = \psi \cdot \varphi \cdot \left(m_g \cdot m_k \cdot R + \eta \frac{2,8\mu}{1+2\mu} \cdot \frac{R_{sw}}{100} \right) \cdot A = 0,825 \cdot 0,914 \cdot (1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 10^3 +$$

$$+ 0,65 \cdot \frac{2,8 \cdot 0,132}{1+2 \cdot 0,132} \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{100}) \cdot 0,64 \cdot 1,3 = 1119,91 \text{ кН},$$

где $\mu = \frac{2A_{sw} \cdot (h+b)}{h \cdot b \cdot s} \cdot 100 \% = \frac{2 \cdot 28,3 \cdot (640+1300)}{640 \cdot 1300 \cdot 100} \cdot 100 \% = 0,132 \%$.

Так как $N_f = 1119,91 \text{ кН} < N_1 = 1574,53 \text{ кН}$, несущая способность простенка после усиления недостаточна. Перегрузка составит:

$$\frac{N_1 - N_f}{N_f} \cdot 100 \% = \frac{1574,53 - 1119,91}{1119,91} \cdot 100 \% = 40,59 \%.$$

Увеличим диаметр хомутов. Принимаем максимальный диаметр из рекомендуемых нормами [8, п. 5.37] $\varnothing 10\text{A}240$ ($A_{sw} = 78,5 \text{ мм}^2$). Вычислим процент армирования хомутами:

$$\mu = \frac{2 \cdot 78,5 \cdot (640 + 1300)}{640 \cdot 1300 \cdot 100} \cdot 100 \% = 0,367 \%.$$

Величина продольной силы, воспринимаемой усиленным простенком, в этом случае будет равна:

$$N_f = 0,825 \cdot 0,914 \cdot (1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 10^3 + 0,65 \cdot \frac{2,8 \cdot 0,367}{1 + 2 \cdot 0,367} \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{100}) \cdot 0,64 \cdot 1,3 =$$

$$= 1303,55 \text{ кН} < N_1 = 1574,53 \text{ кН}.$$

Несущая способность простенка увеличилась, но недостаточно. В целом, использованием растворной обоймы, армированной хомутами из стержневой арматуры $\varnothing 10\text{A}240$ с шагом $s = 100 \text{ мм}$, удалось увеличить несущую способность простенка только на

$$\frac{N_f - N}{N} \cdot 100 \% = \frac{1303,55 - 1053,47}{1053,47} \cdot 100 \% = 23,74 \% < 40,59 \%.$$

• Работы по усилению кирпичного простенка растворной обоймой выполняются в следующей последовательности:

- ✓ расчищаются вертикальные и горизонтальные швы усиливаемого простенка, поверхность кладки обрабатывается насечкой и промывается водой;
- ✓ устанавливаются в проектное положение сетки усиления (в местах нахлеста сетки свариваются между собой);
- ✓ забиваются в швы кладки гвозди длиной 100...150 мм (для лучшего примыкания сеток к поверхности простенка);
- ✓ наносится вручную (или торкретированием) слой цементно-песчаного раствора толщиной 20...30 мм.