

Практическое занятие

Центрально-сжатый
элемент



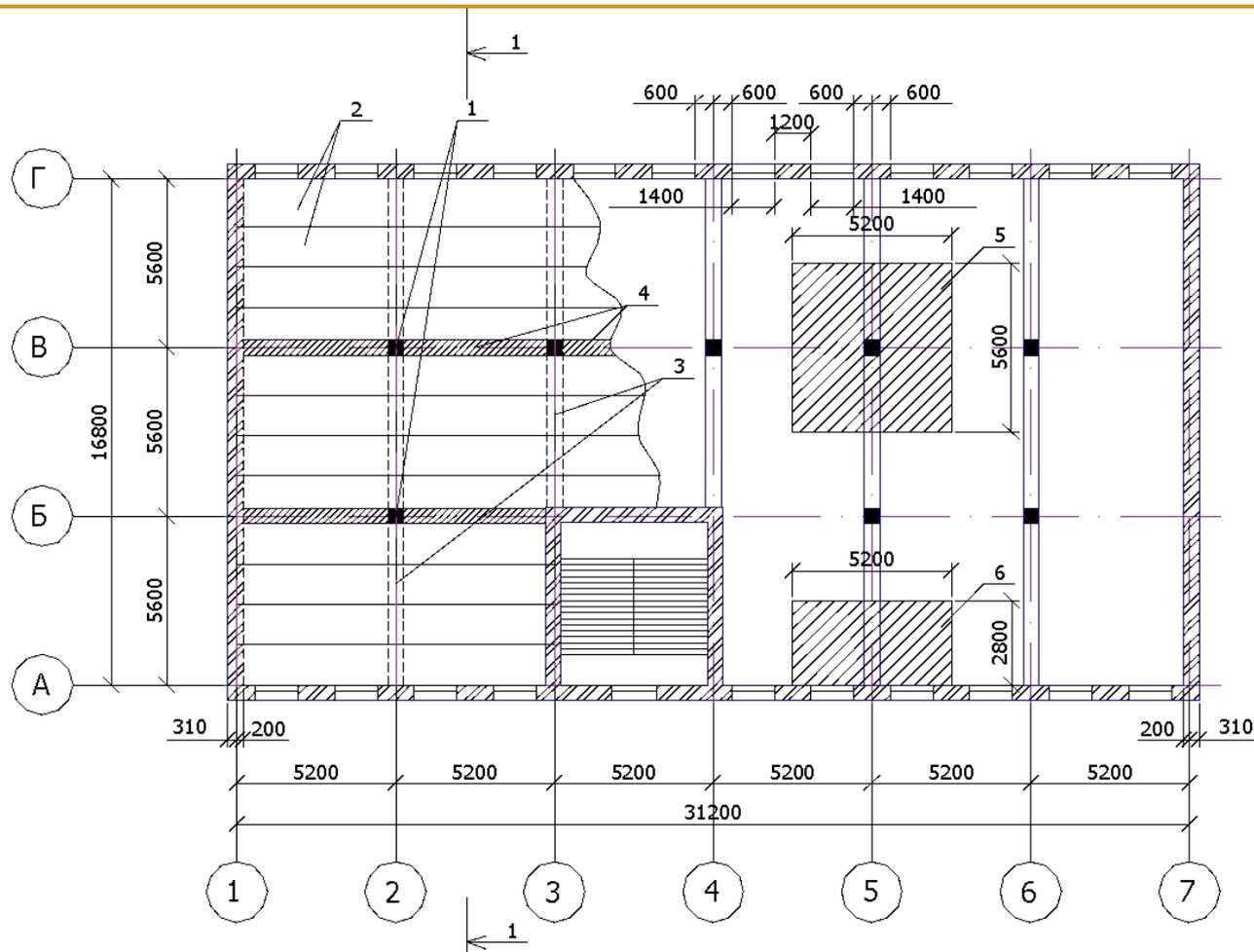


Рис. 1. План перекрытия многоэтажного каменного здания: 1- средние опоры перекрытия – каменные столбы; 2 – плиты перекрытия; 3 – железобетонные ригели; 4 – монолитные участки перекрытия; 5 – грузовая площадь каменного столба; 6 – грузовая площадь простенка и стены подвала

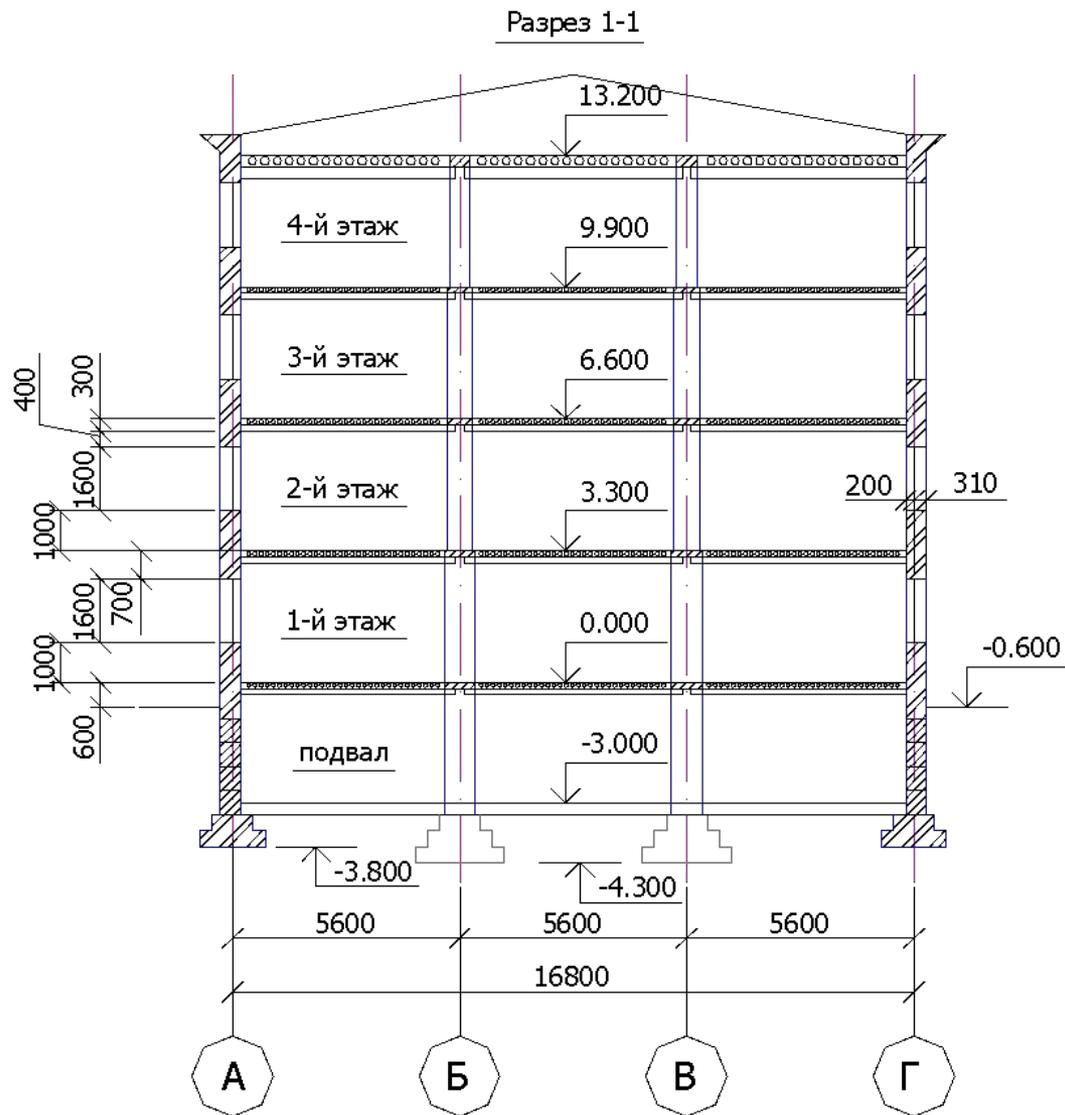
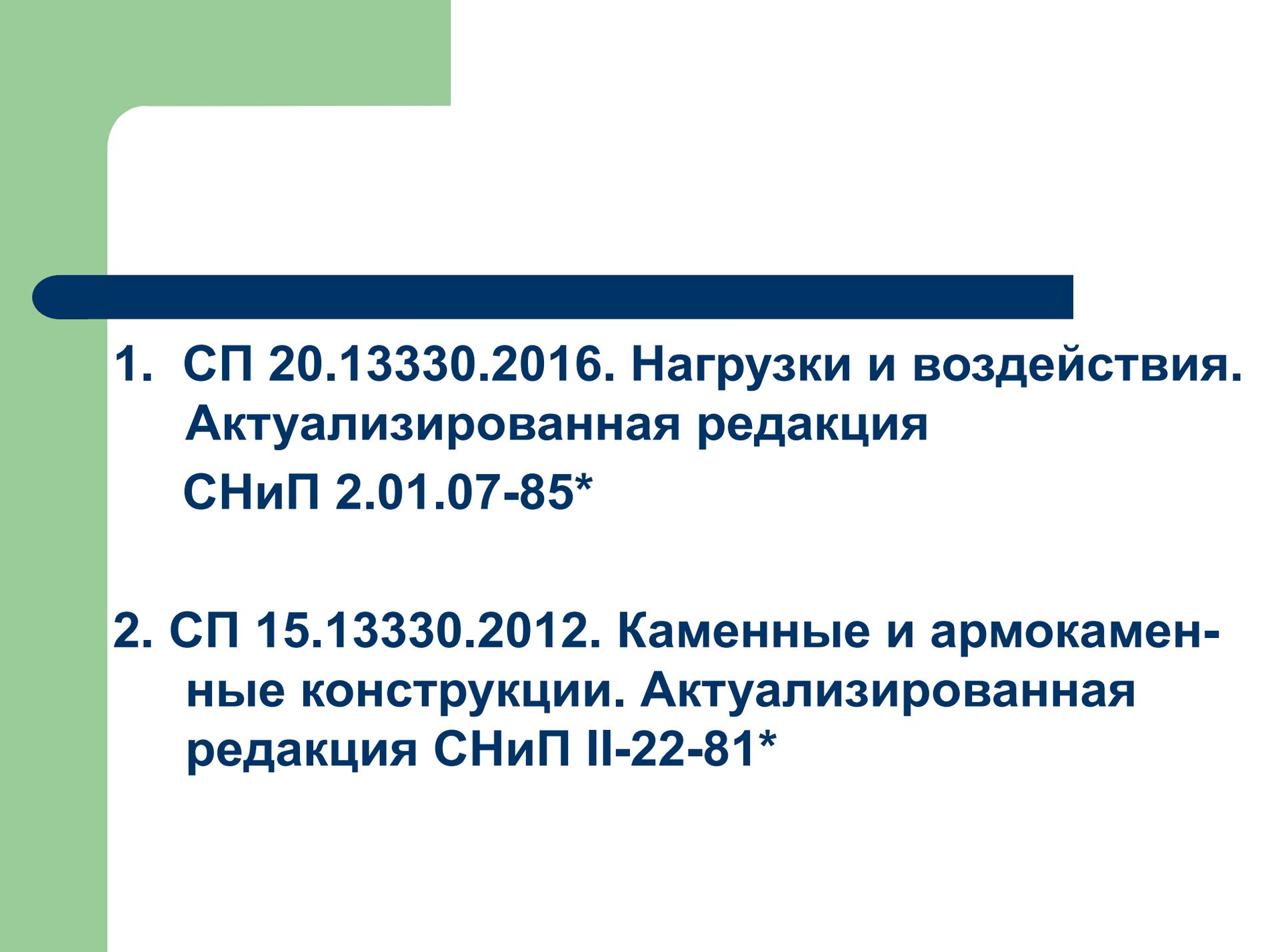


Рис.2. Поперечный разрез здания

- 
- 1. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85***
 - 2. СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81***

Данные о здании

Поперечный шаг столбов – 5,6 м, продольный – 5,2 м (см. рис. 1). Высота этажа $H_{\text{эт}} = 3,3$ м, высота подвала $H_{\text{под}} = 3,0$ м. Количество этажей, включая подвальный, - 5 (рис. 2). Район строительства – г. Уфа. Отметка поверхности грунта (отмостки) – 0,6 м. Ширина оконных проемов – 1,4 м, высота – 1,2 м (см. рис. 1). Расчетное сопротивление грунта в основании фундаментов $R_{\text{гр}} = 0,24$ МПа.

Данные о здании

- Здание многоэтажное административное - относится к уровню ответственности КС-2 (нормальному) – $\gamma_n = 1,0$ (ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения).

Грузовая площадь столба $A_{гр} =$

Данные о здании

Грузовая площадь столба

$$A_{\text{гр}} = 5,2 \cdot 5,6 = 29,12 \text{ м}^2$$

Значения нагрузок на 1 м² покрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000		
Обмазочная пароизоляция	50		
Утеплитель	400		
Асфальтовая стяжка толщиной 2 см	350		
Рулонный ковер	150		

Значения нагрузок на 1 м² покрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	
Обмазочная пароизоляция	50	1,3	
Утеплитель	400	1,2	
Асфальтовая стяжка толщиной 2 см	350	1,3	
Рулонный ковер	150	1,3	

Значения нагрузок на 1 м² покрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	3300
Обмазочная пароизоляция	50	1,3	65
Утеплитель	400	1,2	480
Асфальтовая стяжка 2 см	350	1,3	455
Рулонный ковер	150	1,3	195
Всего	3950		4495

Значения нагрузок на 1 м² покрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	3300
Обмазочная пароизоляция	50	1,3	65
Утеплитель	400	1,2	480
Асфальтовая стяжка 2 см	350	1,3	455
Рулонный ковер	150	1,3	195
Всего	3950		4495
Временная нагрузка			

Значения нагрузок на 1 м² покрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	3300
Обмазочная пароизоляция	50	1,3	65
Утеплитель	400	1,2	480
Асфальтовая стяжка 2 см	350	1,3	455
Рулонный ковер	150	1,3	195
Всего	3950		4495
Временная нагрузка			
Снеговая	2240	1,4	3136

Значения нагрузок на 1 м² покрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	3300
Обмазочная пароизоляция	50	1,3	65
Утеплитель	400	1,2	480
Асфальтовая стяжка 2 см	350	1,3	455
Рулонный ковер	150	1,3	195
Всего	3950		4495
Временная нагрузка			
Снеговая	2240	1,4	3136
ИТОГО	6190		7631

Значения нагрузок на 1 м² перекрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000		
Дощатый пол	96		

Значения нагрузок на 1 м² перекрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	
Дощатый пол	96	1,1	

Значения нагрузок на 1 м² перекрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	3300
Дощатый пол	96	1,1	106

Значения нагрузок на 1 м² перекрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	3300
Дощатый пол	96	1,1	106
Временная нагрузка			

**Полезная нагрузка – по табл. 8.3 [1],
Административное здание –
2,0 кПа (2000 Па)**

Значения нагрузок на 1 м² перекрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	3300
Дощатый пол	96	1,1	106
Временная нагрузка			
Полезная	2000		

Значения нагрузок на 1 м² перекрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	3300
Дощатый пол	96	1,1	106
Временная нагрузка			
Полезная	2000	1,2	

Значения нагрузок на 1 м² перекрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	3300
Дощатый пол	96	1,1	106
Временная нагрузка			
Полезная	2000	1,2	2400
ИТОГО			

Значения нагрузок на 1 м² перекрытия

Тип нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка, Н/м ²
Постоянная нагрузка			
Многopустотная плита	3000	1,1	3300
Дощатый пол	96	1,1	106
Временная нагрузка			
Полезная	2000	1,2	2400
ИТОГО	5096		5806

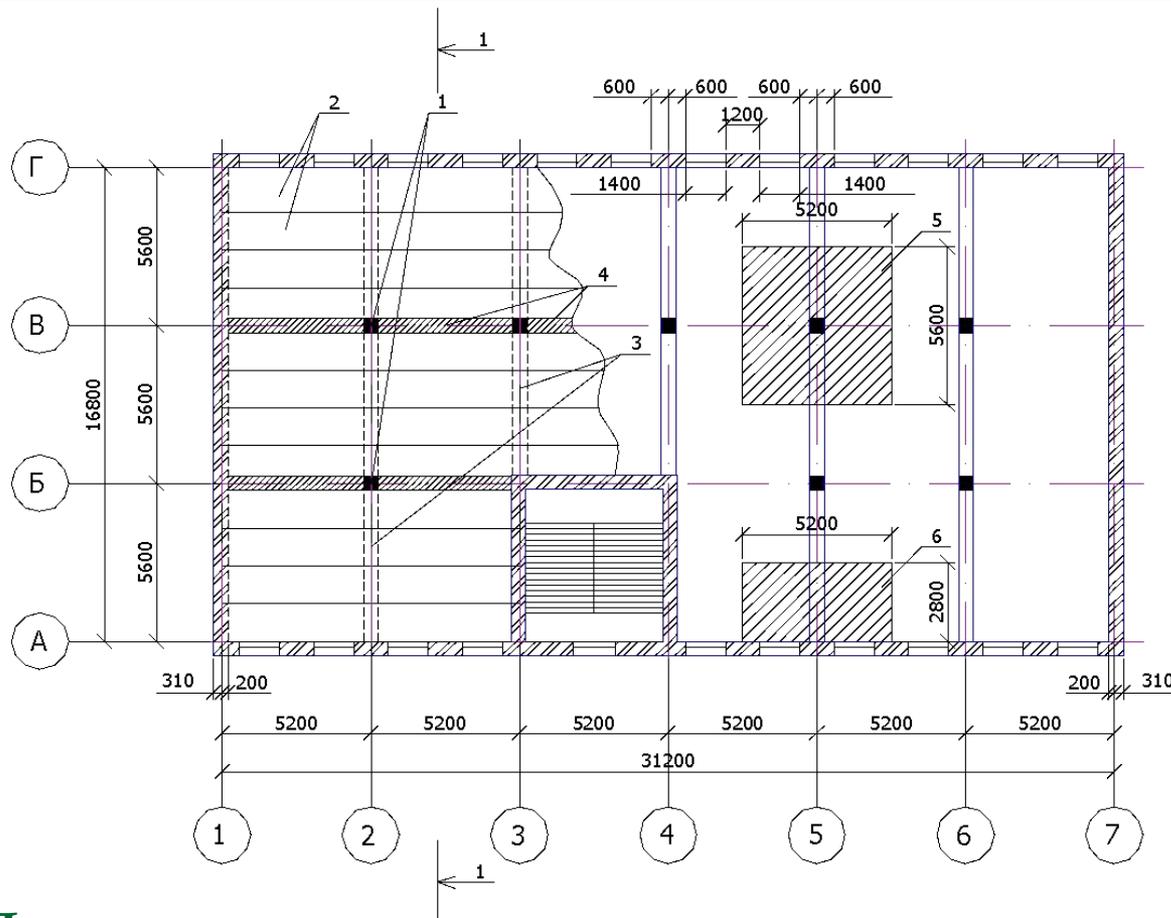


Рис. 1. План перекрытия многоэтажного каменного здания: 1- средние опоры перекрытия – каменные столбы; 2 – плиты перекрытия; 3 – железобетонные ригели; 4 – монолитные участки перекрытия; 5 – грузовая площадь каменного столба; 6 – грузовая ощадь простенка и стены подвала

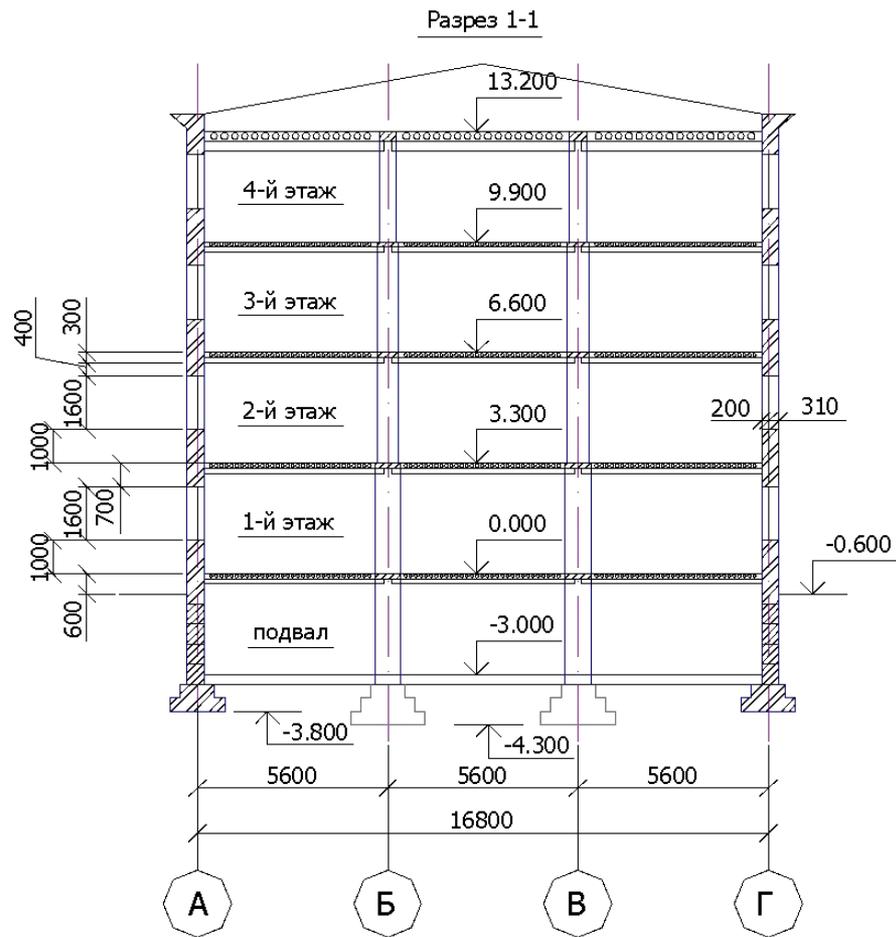


Рис.2. Поперечный разрез здания

Задание

- Необходимо произвести подбор квадратного поперечного сечения столба подвала (рис. 1, 2).
- Расчетная схема столба показана на рис. 3.
- Кладка столба выполняется из кирпича марки 125 на растворе марки 50.

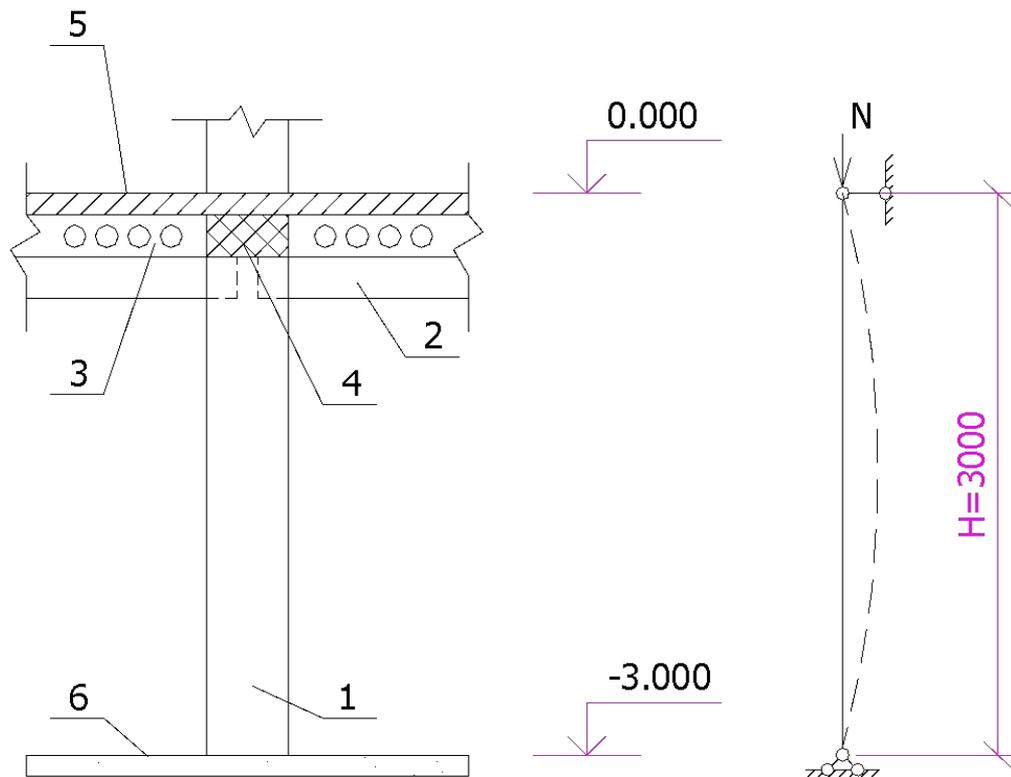


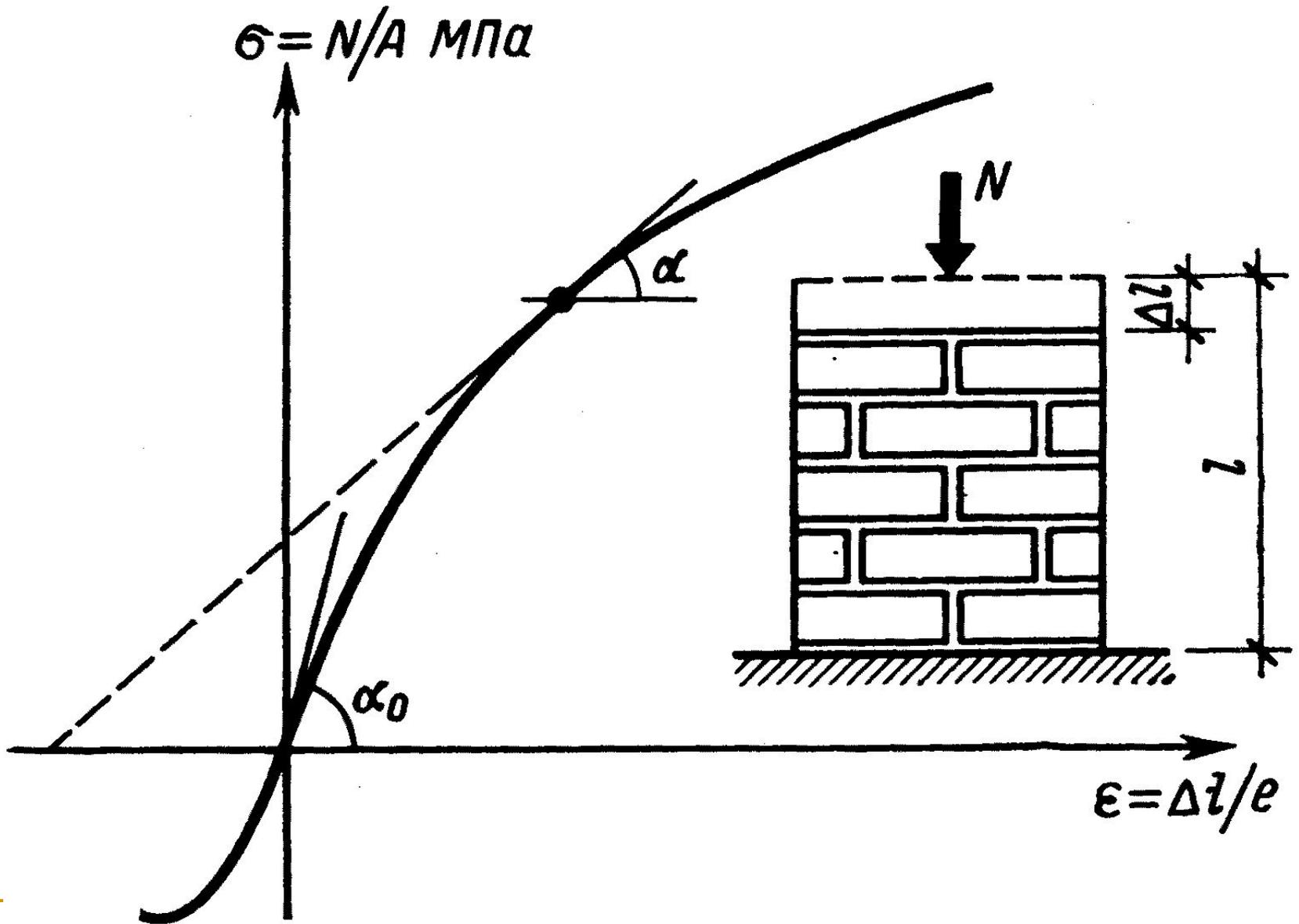
Рис. 3. Расчетная схема центрально нагруженного каменного столба подвала: 1 – каменный столб; 2 – железобетонный ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – монолитные участки перекрытия; 5 – конструкция пола; 6 – бетонный пол

- **Расчетное сопротивление кладки сжатию (табл.2 [2]):**

R =

- **Расчетное сопротивление кладки сжатию (табл.2 [2]):**

$$R = 1,7 \text{ МПа}$$



**Для идеально упругих тел
зависимость между напряжениями σ
и относительными деформациями ε
выражается в соответствии с законом
Гука прямой линией, отношение σ / ε
постоянно, называется оно модулем
упругости**

$$E_{\text{упр}} = \sigma / \varepsilon = \text{const}$$

**Начальный модуль упругости
(формула 1 [1])**

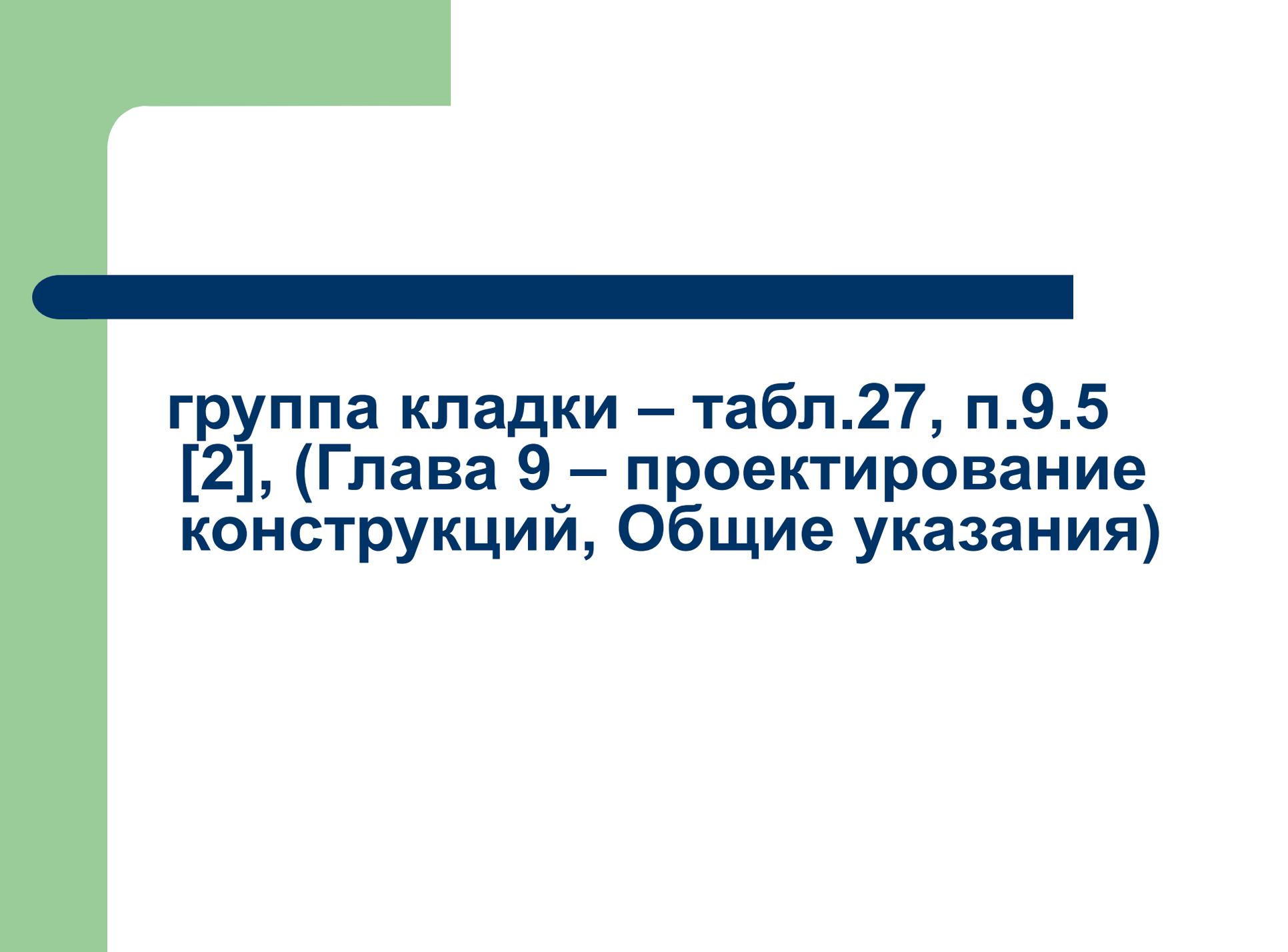
$$E_o = \alpha \cdot R_u$$

**где α - упругая характеристика
кладки, принимаемая по
[2, табл.16].**

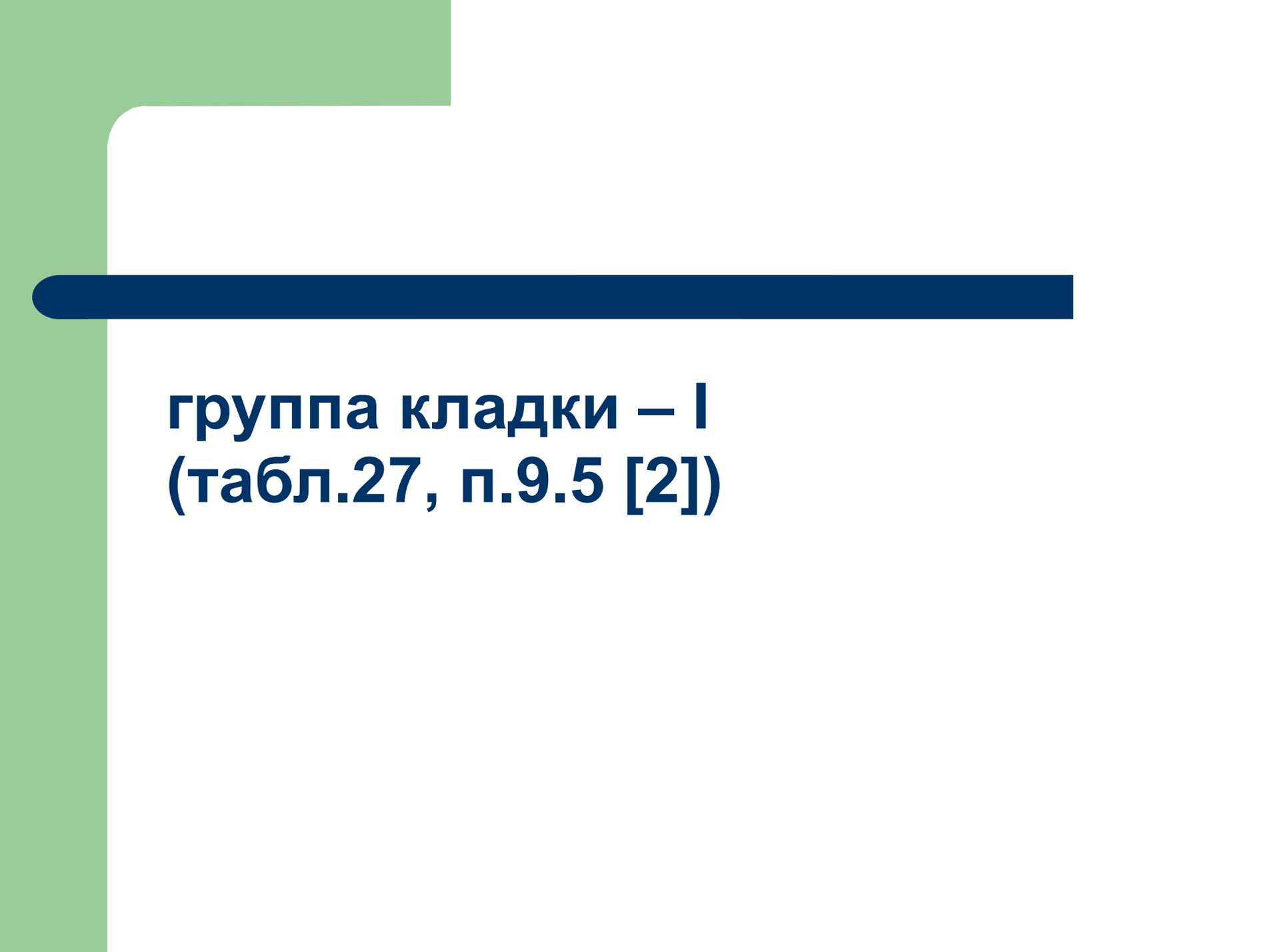
упругая характеристика кладки

$\alpha =$

**упругая характеристика кладки
 $\alpha = 1000$ [2, табл. 16];**



**группа кладки – табл.27, п.9.5
[2], (Глава 9 – проектирование
конструкций, Общие указания)**



**группа кладки – I
(табл.27, п.9.5 [2])**

Решение

Вычисляем нагрузку N , приходящуюся на столб подвала, как сумму ее компонентов от всех вышележащих этажей с учетом собственной массы столбов, принимаемой приблизительно равной 5% от величины действующей на столб нагрузки.

Решение

При этом для временной нагрузки на перекрытия учитываем коэффициент сочетания φ_1 , φ_2 , φ_3 , φ_4 по формулам 8.1, 8.2, 8.3 и 8.4 [2, п. 8.2.4, 8.2.5].

Решение

- $A_{\text{гр}} = 29,12 \text{ м}^2.$

Решение

По назначению здание административное [1, табл.8.3, поз.2], выбираем для расчета формулу 8.3 [1]:

$$\varphi_3 = 0,4 + \frac{\varphi_1 - 0,4}{\sqrt{n}}$$

Решение

где

$$\varphi_1 = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{\frac{A_{гр}}{A_1}}}$$

Решение

φ_1 – определяется в соответствии с п.8.2.4 [1]

Решение

где **n** – общее число перекрытий, нагрузки от которых учитываются при расчете рассматриваемого сечения столба (колонны, стены, фундамента).

Решение

$$A_{\text{гр}} = 29,12 \text{ м}^2.$$

Принимаем $A_1 = 9 \text{ м}^2$,

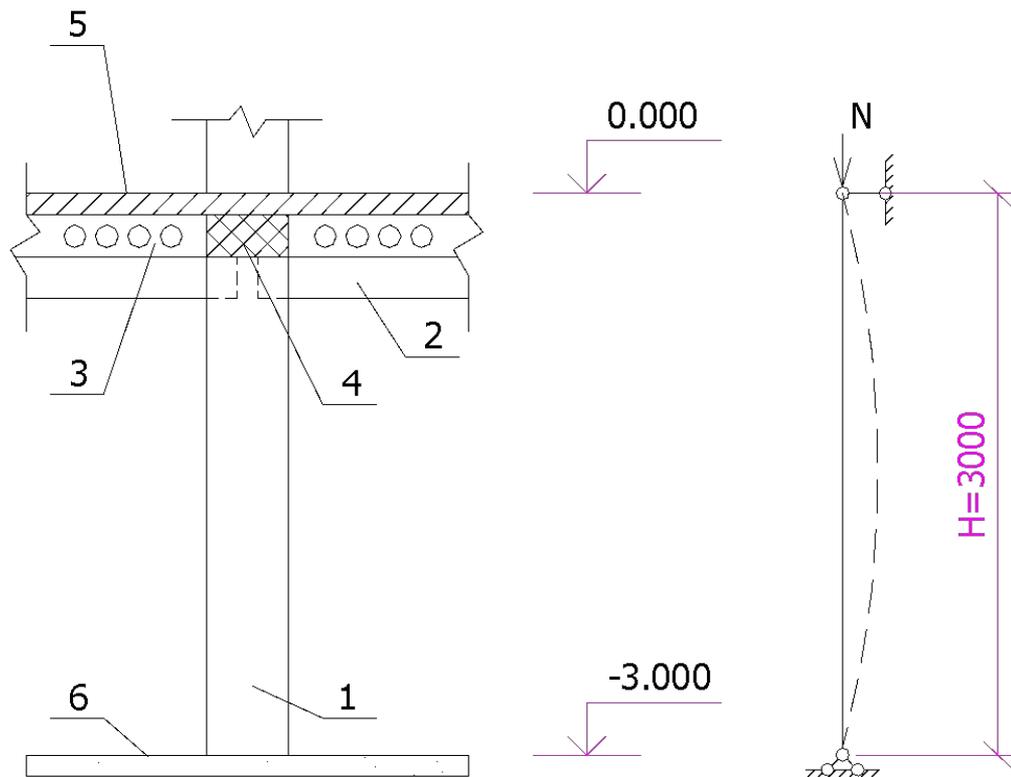


Рис. 3. Расчетная схема центрально нагруженного каменного столба подвала: 1 – каменный столб; 2 – железобетонный ригель; 3 – плиты перекрытия; 4 – монолитные участки перекрытия; 5 – конструкция пола; 6 – бетонный пол

$$\varphi_1 = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{\frac{29,12}{9}}} = 0,734$$

$$\varphi_3 = 0,4 + \frac{0,734 - 0,4}{\sqrt{4}} = 0,567$$

**Рассчитаем расчетную
продольную силу действующую
на столб:**

$$N = N_{\text{подв}} =$$

**Рассчитаем расчетную
продольную силу действующую на
столб:**

$$N = N_{\text{подв}} = (N_{\text{покр}} + 4 \cdot N_{\text{пер}}) \cdot \gamma_n \cdot 1,05 =$$

=

Рассчитаем расчетную продольную силу действующую на столб:

$$\begin{aligned} N &= N_{\text{подв}} = (N_{\text{покр}} + 4 \cdot N_{\text{пер}}) \cdot \gamma_n \cdot 1,05 = \\ &= \{29,12 \cdot [(4,495 + 3,136) + \end{aligned}$$

Рассчитаем расчетную продольную силу действующую на столб:

$$\begin{aligned} N &= N_{\text{подв}} = (N_{\text{покр}} + 4 \cdot N_{\text{пер}}) \cdot \gamma_n \cdot 1,05 = \\ &= \{29,12 \cdot [(4,495 + 3,136) + 4 \cdot (3,406 + \end{aligned}$$

Рассчитаем расчетную продольную силу действующую на столб:

$$\begin{aligned} N &= N_{\text{подв}} = (N_{\text{покр}} + 4 \cdot N_{\text{пер}}) \cdot \gamma_n \cdot 1,05 = \\ &= \{29,12 \cdot [(4,495 + 3,136) + 4 \cdot (3,406 + 0,567 \cdot 2,4)]\} \cdot \end{aligned}$$

Рассчитаем расчетную продольную силу действующую на столб:

$$\begin{aligned} N &= N_{\text{подв}} = (N_{\text{покр}} + 4 \cdot N_{\text{пер}}) \cdot \gamma_n \cdot 1,05 = \\ &= \{29,12 \cdot [(4,495 + 3,136) + 4 \cdot (3,406 + 0,567 \cdot 2,4)]\} \\ &\cdot 1,0 \cdot 1,05 = 816,3 \text{ кН.} \end{aligned}$$

Рассчитаем расчетную продольную силу действующую на столб:

$$\begin{aligned} N &= N_{\text{подв}} = (N_{\text{покр}} + 4 \cdot N_{\text{пер}}) \cdot \gamma_n \cdot 1,05 = \\ &= \{29,12 \cdot [(4,495 + 3,136) + 4 \cdot (3,406 + 0,567 \cdot 2,4)]\} \\ &\cdot 1,0 \cdot 1,05 = 816,3 \text{ кН.} \end{aligned}$$

Пользуясь методом последовательного приближения, задаемся значениями

Пользуясь методом последовательного приближения, задаемся значениями $\varphi = 1,0$ (φ – коэффициент продольного изгиба, определяемый по п. 7.2 [2]).

Пользуясь методом последовательного приближения, задаемся значениями $\varphi = 1,0$ (φ – коэффициент продольного изгиба, определяемый по п. 7.2 [2]).

Тогда $\eta = 0$ (η – коэффициент, принимаемый по табл. 21 [2] в зависимости от гибкости элемента, вида камней и процента продольного армирования),

$m_g = 1$ (m_g – коэффициент,
учитывающий влияние длительной
нагрузки и вычисляемый по формуле
16 [2])

получаем

$$(\varphi \cdot m_g)_{\text{исх}} = 1 \cdot 1 = 1$$



**Определяем требуемую площадь
поперечного сечения столба из
условия прочности
(см. формула 10 [2]):**

Определяем требуемую площадь поперечного сечения столба из условия прочности (см. формула 10 [2]):

$$A = \frac{N}{m_g \varphi R} = \frac{816320}{1 \cdot 1 \cdot 1,7 (100)} = 4802 \text{ см}^2 = 0,4802 \text{ м}^2$$

■

$$A = \frac{N}{m_g \varphi R} = \frac{816320}{1 \cdot 1 \cdot 1,7 (100)} = 4802 \text{ cm}^2 = 0,4802 \text{ m}^2$$

-
- Исходя из стандартных размеров кирпича (250×120×65) и толщины шва между ними (10 мм) принимаем в первом приближении поперечное сечение столба равным 77×77 см.
-

Площадь поперечного сечения столба

$$A = 0,77 \cdot 0,77 = 0,593 \text{ м}^2$$



По найденным размерам поперечного сечения столба уточняем значения коэффициентов φ и m_g :

$$\lambda_h = \frac{2,7}{0,77} = 3,5$$

**Здесь $l_0 = 0,9 \cdot H_{\text{под}} = 0,9 \cdot 3 = 2,7$ см (l_0 –
расчетная высота элемента,
определяемая согласно указаниям п.
7.3 примечание 1 [2])**

$\varphi = 1,0$ (см. табл.19 п. 7.2 [2]);

$$m_g = 1,$$

так как размер поперечного сечения столба $h = 77 \text{ см} > 30 \text{ см}$ (п.7.7 [2]).

Далее находим

$$(\varphi \cdot m_g)_{\text{получ}} =$$

$$(\varphi \cdot m_g)_{\text{получ}} = 1.$$

Так как

$$\frac{(m_g \cdot \varphi)_{\text{исх}} - (m_g \varphi)_{\text{получ}}}{(m_g \varphi)_{\text{исх}}} \cdot 100\% = \frac{1 \cdot 1 - 1 \cdot 1}{1 \cdot 1} \cdot 100\% = 0 < 5\%$$

**полученные в первом приближении
размеры поперечного сечения
кирпичного столба (77×77) считаем
окончательными.**

-
- **Проверяем, согласно требованиям п. 6.16...6.20 [2] ,
допустимое отношение высоты столба к ее толщине,**
-

- Проверяем, согласно требованиям п. 6.16...6.20 [2] , допустимое отношение высоты столба к ее толщине, при этом размер h поперечного сечения столба должен быть не менее:

- $$h = \frac{H_{\text{эт}}}{\beta \cdot K_p} = \frac{300}{25 \cdot 0,65} = 18,5 < 51\text{см} \quad \text{– условие выполнено}$$