

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина»

Современные строительные конструкции

Методические указания
для лабораторных (практических) занятий
и самостоятельной работы
для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 Строительство

Краснодар
КубГАУ
2019

Составители: Д.В.Лейер, А.К. Рябухин.

Современные строительные конструкции : метод. указания для лабораторных (практических) занятий и самостоятельной работы / сост. Д.В.Лейер, А.К. Рябухин.— Краснодар : КубГАУ, 2019. – 33 с.

В методических указаниях предоставлены материалы для расчетов. Приведена методика и последовательность выполнения расчета нагрузок, швов и других расчетов. Представлены виды формул для проведения расчетов. Представлен пример расчета нагрузок на конструкции.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией архитектурно-строительного факультета Кубанского государственного аграрного университета, протокол № 2 от 22.10.2019.

Председатель
методической комиссии



А. М. Блягоз

- © Д.В.Лейер,
А.К. Рябухин,
составление, 2019
- © ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный
аграрный
университет имени
И. Т. Трубилына», 2019

Практическое занятие №1

Определение нормативных и расчетных значений нагрузок

Цель работы: Научится собирать нагрузку на строительные конструкции.

Исходные данные:

Схема перекрытия – 1

Схема покрытия – 2

Район строительства – Екатеринбург

Помещение – квартира

Количество этажей – 4

Пролет L, м. – 3,6

Шаг колонн В, м. – 3,6

Вес балки, кН – 4,30

Вес колонны, кН – 18,0

Ход работы:

Собрать нагрузку на 1 кв.м.

Сбор нагрузок на 1 кв.м покрытия

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэф. Надежности по нагрузке, γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
I. Постоянные	$0,015 \cdot 2000/100 = 0,3$	1,3	0,39
Плиточный пол $t = 0,015\text{м}$, $\rho = 2000\text{кг/м}^3$			
Цементный раствор $t = 0,015\text{ м}$, $\rho = 2000\text{кг/м}^3$	$0,015 \cdot 2000/100 = 0,3$	1,3	0,39
ж/б многопустотная плита $t = 0,22\text{ м}$, $\rho = 2500\text{ кг/м}^3$	3,2	1,1	3,52
Итого:	3,8		4,3
II. Временная	1,5	1,3	1,95
Всего	5,3		6,25

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэф. Надежности по нагрузке, γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
4 слоя рубероида	$4 \cdot 0,05 = 0,2$	1,3	0,26
Цементно-песчанная стяжка $t = 0,02$ м, $p = 2000 \text{ кг/м}^3$	$2000 \cdot 0,02/100 = 0,4$	1,3	0,52
Утеплитель минераловатные плиты $t=0,12$ м, $p = 300 \text{ кг/м}^3$	$0,12 \cdot 300/100 = 0,36$	1,2	0,43
Пароизоляция, 1 слой рубероида	0,05	1,3	0,065
ж/б многослойная плита $t = 0,22$ м, $p = 2500 \text{ кг/м}^3$	3,2	1,1	3,52
Всего:	4,21		4,79
II. Временные			
1. Снеговая для Екатеринбурга	$1,8 \cdot 0,7 = 1,26$		1,8
Всего	5,48		6,59

2. Собрать нагрузку на 1 м.п. балки перекрытия (железобетонной, металлической, деревянной)

Нагрузка на 1 м.п. железобетонной балки

Нормативная:

$$q^n = q_1^n \cdot b_{ep} + G \div L$$

$$B_1 \quad q^n = 5,30 \cdot 1,8 + 4,30/3,6 = 9,84 + 1,19 = 11,03 \text{ кН}$$

Расчетная:

$$q = q_1 \cdot b_{ep} + G \div L \cdot \gamma_f$$

$$q = (6,25 \cdot 1,8) + (4,30/3,6 \cdot 1,1) = 11,25 + 1,24 = 12,49 \text{ кН}$$

Металлическая балка

Нормативная:

$$q^n = q_1^n \cdot b_{ep} + j_m$$

$$q^n = 5,30 \cdot 1,8 + 0,25 = 9,79 \text{ кН}$$

Расчетная:

$$q = q_1 \cdot b_{ep} + j_m \cdot \gamma_f$$

$$q = (6,25 \cdot 1,8) + (0,25 \cdot 1,05) = 11,25 + 0,26 = 11,51 \text{ кН}$$

Деревянная балка

Нормативная:

$$q^H = q_1 \cdot b_{ep} + j_q$$

$$q^H = 5,30 \cdot 1,8 + 0,5 = 9,54 + 0,5 = 10,04 \text{ кН}$$

Расчетная:

$$q = q_1 \cdot b_{ep} + j_q \cdot \gamma_f$$

$$q = (6,25 \cdot 1,8) + (0,5 \cdot 1,1) = 11,25 + 0,55 = 11,8 \text{ кН}$$

3.Собрать нагрузку на колонну 1 этажа (железобетонную, металлическую, деревянную, каменную)

3.1 Продольная сила, действующая от нагрузки на железобетонную колонну

Расчетная

$$N = q_1^{nep} \cdot A_{ep} \cdot (n-1) + q_1^{нокр} \cdot A_{ep} + G \cdot n \cdot \gamma_f + G_k \cdot n \cdot \gamma_f$$

$$N = (6,25 \cdot 12,96) \cdot (4-1) + 6,59 \cdot 12,96 + 4,30 \cdot 4 \cdot 1,1 + 18 \cdot 4 \cdot 1,1 = 426,02 \text{ кН}$$

3.2 Продольная сила, действующая от нагрузки на металлическую колонну

Расчетная:

$$N = q_1^{nep} \cdot A_{ep} \cdot (n-1) + q_1^{нокр} \cdot A_{ep} + j_m \cdot l \cdot n \cdot \gamma_f + G_m \cdot n \cdot \gamma_f$$

$$N = (6,25 \cdot 12,96) \cdot (4-1) + 6,59 \cdot 12,96 + 0,25 \cdot 3,6 \cdot 4 \cdot 1,05 + 3 \cdot 4 \cdot 1,05 = 344,78 \text{ кН}$$

3.3 Продольная сила, действующая от нагрузки на деревянную стойку

Расчетная:

$$N = q_1^{nep} \cdot A_{ep} \cdot (n-1) + q_1^{нокр} \cdot A_{ep} + j_q \cdot l \cdot n \cdot \gamma_f + G_q \cdot n \cdot \gamma_f$$

$$N = (6,25 \cdot 12,96) \cdot (4-3) + 6,59 \cdot 12,96 + 0,54 \cdot 3,6 \cdot 4 \cdot 1,1 + 2 \cdot 4 \cdot 1,1 = 345,12 \text{ кН}$$

3.4 Продольная сила, действующая от нагрузки на каменную колонну

Расчетная:

$$N = q_1^{nep} \cdot A_{ep} \cdot (n-1) + q_1^{нокр} \cdot A_{ep} + G \cdot n \cdot \gamma_f + G_{\kappa} \cdot n \cdot \gamma_f$$

$$N = (6,25 \cdot 12,96) \cdot (4-1) + 6,59 \cdot 12,96 + 4,30 \cdot 4 \cdot 1,1 + 14 \cdot 4 \cdot 1,1 = 408,3 \text{ кН}$$

Конструкции	Нормативная нагрузка	Расчетная нагрузка
Плита перекрытия	5,3 кН/м ²	6,25 кН/м ²
Плита покрытия	5,47 кН/м ²	6,59 кН/м ²
Сбор нагрузки на 1 п.м.		
На ж/б балку	11,03 кН/м	12,49 кН/м
металлическую	9,79 кН/м	11,51 кН/м
деревянную	10,04	11,8 кН/м
Сбор нагрузки на колонну 1-ого этажа		
Ж/б колонна		426,02 кН
металлическая		344,78 кН
каменная		408,3 кН
деревянная		345,12 кН

Практическое занятие №5

Расчет кирпичного центрально – сжатого столба

Цель работы: Изучить основы расчета кирпичных столбов. Научится подбирать размеры сечения столба и если необходимо армирование.

Произвести подбор размеров кирпичного столба. Нагрузку принять по результатам практической работы №1. Материалы принять самостоятельно, согласно регламентациям, приведёнными выше, Расчетную длину l принять по таблице согласно варианту.

Исходные данные: $L=470$ см.

Кладка выполнена из кирпича глиняного, пластического прессования; марка кирпича М100; марка раствора М50.

$$N=408,3 \text{ кН}$$

$$\gamma_n = 0,95$$

Решение:

$$l_0 = l \cdot \mu = 470 \cdot 1 = 470 \text{ см}$$

Находим расчетное сопротивление сжатию кладки:

$$R=1,5 \text{ МПа} = 0,15 \text{ кН/см}^2$$

Определяем упругую характеристику:

$$\alpha = 1000$$

Задаемся коэффициентами:

$$\varphi = 0,8$$

$$m_g = 1$$

$$\gamma_{\bar{n}} = 1$$

Определяем требуемую площадь сечения столба:

$$A_{\text{треб}} = \frac{N}{\varphi \cdot m_g \cdot R \cdot \gamma_c}$$

$$A_{\text{треб}} = \frac{408,3}{1 \cdot 0,8 \cdot 0,15 \cdot 1} = 3402,5 \text{ см}^2$$

$$a = b = \sqrt{A} = \sqrt{3402,5} = 58,33 \text{ см}$$

Принимаем столб сечением $64 \times 64 \text{ см}$

Находим площадь столба:

$$A = 64 \cdot 64 = 4096 \text{ см}^2$$

Определяем коэффициенты: $m_g, \gamma_{\bar{n}}$

$$m_g = 1 \text{ при } h \geq 38 \text{ см}$$

$$\gamma_{\bar{n}} = 1, \text{ т.к. } A > 3000$$

Определяем гибкость:

$$\lambda = \frac{l_0}{h} = \frac{470}{64} = 7,34$$

Определяем коэффициент продольного изгиба φ :

$$\varphi = 0,92 + \frac{0,98 - 0,92}{8 - 6} \cdot (8 - 6) = 0,92 + 0,03 \cdot 2 = 0,92 + 0,06 = 0,926$$

6	0,98
7,34	0,926
8	0,92

Рассчитываем принятый кирпичный столб на устойчивость:

$$N \leq m_g \cdot \varphi \cdot A \cdot R \cdot \gamma_c$$

$$498,3 \leq 1 \cdot 0,926 \cdot 4096 \cdot 0,15 \cdot 1 = 565,248$$

$$408,3 < 565,248 \text{ кН}$$

Устойчивость обеспечена

Практическая работа № 2

Расчет стальной центрально – сжатой колонны

Цель работы: Изучить основы расчета колонн. Научиться выполнять проверку устойчивости и подбирать сечение стальной колонны из прокатного двутавра.

Исходные данные: $N=2500\text{кН}$

Сталь С245

$$\gamma_n = 1$$

$$\mu = 1,0$$

$$H=580\text{см}$$

Решение:

$$\gamma_n = 0,95$$

$$N = 512,7 \cdot 0,95 = 487,07\text{кН}$$

Находим расчетную длину колонн:

$$l_0 = \mu \cdot l$$

$$l_0 = 1,0 \cdot 520 = 520\text{см}$$

Определяем расчет сопротивления стали:

$$R_y = 230\text{МПа} = 23 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Задаемся гибкостью $\lambda = 100$

Определяем φ методом интерполяции:

$$\varphi = 0,542 + \frac{0,599 - 0,542}{240 - 200} \cdot (240 - 230) = 0,552$$

R_y	φ
200	0,599
230	0,552
240	0,542

Определяем А:

$$A = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c}$$

$$A = \frac{512,7 \cdot 0,95}{0,552 \cdot 23 \cdot 1} = 38,35 \text{ н}^2$$

Находим $i_{\min}$:

$$i_{\min} = \frac{l}{h}$$

$$i_{\min} = \frac{520}{100} = 5,2 (\text{н}^2)$$

Подбираем двутавр по сортаменту:

λ	φ
80	0,734
89,04	0,672
90	0,665

λ	φ
80	0,686
89,04	0,619
90	0,612

$$A=95,67 \text{ см}^2; i_{\min}=5,84\text{см}; \text{ № 35Ш1}$$

Определяем гибкость, проверяем подобранное сечение:

$$\lambda = \frac{l}{i_{\min}}$$

$$\lambda = \frac{520}{5,84} = 89,04$$

$$89,04 < 120$$

Вывод: гибкость обеспечена

Задаем расчетное сопротивление $R_y = 200 \text{ мПа}$

Определяем φ методом интрополяции:

$$\varphi = 0,665 + \frac{0,734 - 0,665}{90 - 80} \cdot (90 - 89,04) = 0,672$$

Задаем расчетное сопротивление $R_y = 240 \text{ мПа}$

$$\varphi = 0,612 + \frac{0,686 - 0,612}{90 - 80} \cdot (90 - 89,04) = 0,619$$

$$\varphi = 0,619 + \frac{0,672 - 0,619}{240 - 200} \cdot (240 - 230) = 0,632$$

R_y	φ
200	0,672
230	0,632
240	0,619

Рассчитываем колонны на устойчивость:

$$\frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \cdot \gamma_c$$

$$\frac{512,7}{0,632 \cdot 95,67} \leq 23 \cdot 1$$

$$8,48 \frac{\hat{e}I}{\tilde{n}l^2} < 23 \frac{\hat{e}I}{\tilde{n}l^2}$$

Вывод: устойчивость обеспечена.

Практическое занятие № 4

Расчет железобетонной колонны со случайным эксцентриситетом

Цель работы: Научиться рассчитывать и выполнять чертежи сжатой ж/б конструкции.

Исходные данные:

$L_0=3,6$ м.

Сечение 300×300

Пролет $L=3,6$ м.

Бетон В25

$\gamma_n = 0,95$

$N=344,78$ кН.

Решение:

Собираем расчетную нагрузку:

0,5	0,81
1	0,74

$$N_l = N - 0,5sA_{sp} - p^n \gamma_f A_{sp} + p_l^n \gamma_f A_{sp}$$

$$N_l = 344,78 - 0,5 \cdot 1,8 \cdot 12,96 - 1,5 \cdot 1,2 \cdot 12,96 + 0,3 \cdot 1,3 \cdot 12,96 = 331,56 \text{ кН}$$

$$N = 344,78 \cdot 0,95 = 327,541 \text{ кН}$$

$$N_l = 344,78 \cdot 0,95 = 327,541 \text{ кН}$$

Находим отношение:

$$\frac{l}{h} = \frac{480}{30} = 16 < 20$$

$$\frac{N_l}{N} = \frac{314,98}{327,541} = 0,96$$

Определяем значение коэффициентов методом интрополяции:

$$\varphi_b = 0,74 + \frac{0,81 - 0,74}{1 - 0,5} \cdot (1 - 0,96) = 0,745$$

$$\varphi_{sb} = 0,82 + \frac{0,84 - 0,82}{1 - 0,5} \cdot (1 - 0,96) = 0,821$$

Задаемся коэффициентом армирования: $\mu = 0,01$

Вычисляем коэффициент α :

$$\alpha = \frac{R_{sc} \cdot \mu}{R_b \cdot \gamma_{b^2}}$$

$$\alpha = \frac{36,5 \cdot 0,01}{1,45 \cdot 0,9} = 0,279$$

Предварительно задаемся:

0,5	0,84
1	0,82

$$R_{sc} = 365 \text{ МПа} = 36,5 \text{ Па}$$

$$R_b = 14,5 \text{ МПа} = 1,45 \text{ Па}$$

Вычисляем коэффициент продольного изгиба:

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_{sb} - \varphi_b) \cdot \alpha$$

$$0,745 + 2(0,821 - 0,745)0,279 = 0,7875 < 0,884$$

Определяем требуемую площадь арматуры:

$$(A_s + A_s') = \frac{\frac{N}{\varphi} - R_b \gamma_{b^2} b h}{R_{sc}} =$$

$$= \frac{\frac{527,547}{0,279} - 14,5 \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 40}{36,5} = -9,66 < 0$$

Проверяем процент армирования:

$$\mu = (A_s + A_s') \cdot \frac{100}{bh}$$

$$\mu = 8,04 \cdot \frac{100}{30 \cdot 30} = 0,893\%,$$

что больше минимального значения $\mu_{\min} = 0,4\%$ и меньше максимального $\mu_{\max} = 3,0\%$

Принятая арматура обеспечивает необходимый процент армирования.

Назначаем диаметры и шаг постановки поперечных стержней:
 $d_{sw} \geq 0,25d_s = 0,25 \cdot 16 = 4\text{мм}$; принимаем поперечную арматуру $\varnothing 4$ Вр – I; шаг поперечных стержней $s : s \leq 20d_s = 20 \cdot 16 = 320\text{мм}$, округляем и принимаем шаг $s = 300\text{мм}$.

Вывод: поперечную арматуру следует принять $\varnothing 4$, продольную $\varnothing 16$.

Практическое занятие № 8

Расчет железобетонного прогона

Цель работы: научиться рассчитывать и выполнять чертежи изгибаемой железобетонной конструкции.

1. Исходные данные:

Необходимо рассчитывать и законструировать железобетонный прогон.

Продольную рабочую арматуру принять класса АIII; поперечную (хомуты) – класса ВР – I; для петель принять арматуру класса А – I.

Расчетную нагрузку на 1 метр погонный (q) принять по результатам практической работы № 1.

Марка прогона, размеры прогона и класс бетона принять по таблице в зависимости от пролета (L) см. практическое занятие № 1.

Пролет (L) – 3,6

Марка прогона – ПРГ 36,1 м

Длина, мм – 3580

Ширина, мм - 120

Высота, мм – 400

Класс бетона – В15

Перекрышка 5ПБ21-27

$a=3$ см

$$l_0 = l - \frac{l_{опр}}{2} - \frac{l_{опр}}{2}$$

$$l_0 = 3600 - \frac{140}{2} - \frac{140}{2} = 3600 - 70 - 70 = 3460$$

$$M_{max} = \frac{q \cdot l^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{12.49 \cdot 3.6^2}{8} = 20.23 \text{ Кн} \cdot \text{М}$$

$$Q_{max} = \frac{q \cdot l}{2}$$

$$Q_{max} = \frac{12.49 \cdot 3.6}{2} = 22.482 \text{ Кн}$$

Определяем рабочую высоту сечения.

$$h_0 = h - a \quad h_0 = 400 - 30 = 370 \text{ мм}$$

Определяем вспомогательный коэффициент A_0

$$A_0 = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$$

$$C = 2 \cdot h_0 = 2 \cdot 37 = 74$$

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt}b_0^2}{e}$$

$$Q_b = \frac{2 \cdot (1 + 0 + 0) \cdot 0.075 \cdot 12 \cdot (37^2)}{74} = 33.3$$

$$Q_b > Q \quad 28.95 < 33.3$$

Вывод: Расчет прочности по наклонной трещине обеспечен.

Расчет монтажных петель.

$$A_s = \frac{h \cdot b \cdot l \cdot p \cdot 14 \cdot 1.5}{R_s \cdot 0.1}$$

$$A_s = \frac{3.58 \cdot 0.12 \cdot 0.4 \cdot 25 \cdot 14 \cdot 1.5}{225 \cdot 0.1} = 0.40096 \text{ см}^2$$

Расчет прочности сжатой полосы между наклонными трещинами.

$$Q \leq 0.3 \cdot \varphi_{wi} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b h_0$$

$$Q \leq 0.3 \cdot 1.00337 \cdot 0.99 \cdot 0.85 \cdot 12 \cdot 37 = 112.46$$

$$19.98 \leq 112.46$$

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{b_s} = \frac{0.12}{12 \cdot 20} = 0.0005$$

$$\mu = \frac{E_s}{E_b} = \frac{23}{1.7} = 13.5$$

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta R_b = 0.01 \cdot 0.85 = 0.99$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot 1.35 \cdot 0.00375 \cdot 0.0005 = 1.00337$$

Практическое занятие № 7

Расчет деревянной балки

Цель работы: Научиться подбирать сечение деревянной балки по двум группам предельных состояний.

Задание № 2

Произвести подбор деревянной балки перекрытия. Длина балки, нормативная и расчетные нагрузки на 1 м.п. балки принимаются по данным практической работы № 1. Пролет L, м – 3,6

Акация 2 сорт

Нормативная – 10,04кН/м

Расчетная – 11,8 кН/м

$$l_0 = 3600 - 2 \cdot 20 - 2 \left(\frac{125}{2} \right) = 3600 - 40 - 125 = 3435 \text{ см}$$

1. Устанавливаем расчетные схемы балки.
2. Определяем изгибающий момент и поперечную силу приходящуюся на балки.

$$M = \frac{q \cdot l_0^2}{8} = \frac{11.8 \cdot 3.435^2}{8} = 17.4 \text{ кН} \cdot \text{м} = 1740 \text{ см}$$

$$Q = \frac{11.8 \cdot 3.435}{2} = 20.26 \text{ кН}$$

$$R_u = 1.4 \text{ кН/см}^2$$

$$m_n = 1.5$$

$$m_b = 1$$

$$R_{ск} \cdot m_b \cdot m_n = 1.4 \cdot 1.5 \cdot 1 = 2.1$$

$$R_u \cdot m_b \cdot m_n = 0.16 \cdot 1.8 \cdot 1 = 0.288$$

$$R_u \cdot m_b \cdot m_n = 1.5 \cdot 1.5 \cdot 1 = 2.25$$

Определяем требуемый момент сопротивления

$$W_{mp} = \frac{M}{R_u} = \frac{17.4}{2.1} = 28.5$$

Принимаем высоту 20 см.

$$b = \frac{6 \cdot 828.5}{20} = 12.4$$

высота 17,5

$$b = \frac{6 \cdot 828.5}{17.5^2} = \frac{4971}{306.25} = 16.2$$

Принимаем балку 175 × 175

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{17.5 \cdot 17.5^2}{6} = \frac{17.5 \cdot 306.25}{6} = 893.2 \text{ см}^3$$

$$S = \frac{17.5 \cdot 17.5^2}{8} = \frac{17.5 \cdot 306.25}{8} = 669.9 \text{ см}^2$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{17.5 \cdot 17.5^3}{12} = \frac{17.5 \cdot 5359.375}{12} = 7815.7 \text{ см}^3$$

$$\frac{M}{W} \leq R_u$$

$$\frac{1740}{893.2}$$

$$1.9 \leq 2.25$$

$$\frac{Q \cdot S}{I \cdot b} \leq R_{ск}$$

$$\frac{20.26 \cdot 669.9}{7815.7 \cdot 17.5} = \frac{13572.174}{136774.75}$$

$$0.09 \leq 0.288$$

$$\frac{5q^n \cdot l^3}{389E \cdot I} \leq f_{np\varnothing}$$

$$\frac{5 \cdot 0.1004 \cdot 360^3}{389 \cdot 1000 \cdot 7815.7} = 0.007 < 0.006$$

Практическое занятие № 9

Расчет стыковых и угловых сварных швов

Цель работы: Научиться рассчитывать сварные швы.

Задание № 3

$$N = 350 \text{ кН}$$

$$I_t = 10 \text{ мм}$$

$$t_1 = 12 \text{ мм}$$

$$b = 23 \text{ см}$$

$$A_\omega = l_\omega \cdot t_{min}$$

$$l_\omega = b \cdot 2t_{min} = 23 - 2 \cdot 1 = 21 \text{ см}$$

$$A_\omega = l_\omega \cdot t_{min} = 23 \cdot 1 = 23 \text{ см}^2$$

$$\frac{N}{A_\omega} \leq R_{\omega y} \cdot \gamma_1$$

$$\frac{350}{23} \leq 230 \cdot 1 = 230 \text{ Па}$$

Вывод: прочность шва двух элементов обеспечена.

Задание № 4

$$N = 340 \text{ кН}$$

$$t = 10 \text{ мм}$$

$$l = 460 \text{ мм}$$

Определить K_f из формулы

$$\frac{N}{B_f \cdot K_f \cdot L_\omega} \leq R_{\omega f} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c$$

$$K_f = \frac{N}{B_f \cdot L_\omega \cdot R_{\omega y} \cdot \gamma_{\omega f} \cdot \gamma_c} = \frac{340}{0.7 \cdot 4.6 \cdot 18.0 \cdot 1 \cdot 1} = 0.58 = 0.6 \text{ мм}$$

$$\frac{N}{B_z \cdot K_f \cdot L_\omega} \leq R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_c$$

$$K_f = \frac{N}{B_z \cdot L_\omega \cdot R_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z} \cdot \gamma_{\omega z}} = \frac{340}{1 \cdot 4.6 \cdot 16.6 \cdot 1 \cdot 1} = 0.44$$

$$t = 10 \text{ мм}$$

$$K_f = 5$$

Вывод: Определили толщину сварного шва стыка двух листов, толщина сварного шва 5 мм.

Практическое занятие № 10

Расчет нагельного соединения

Цель работы: Научиться рассчитывать и конструировать нагельные соединения.

$$t_d = 75 \text{ мм} = 7,5 \text{ см}$$

$$t_n = 40 \text{ мм} = 4 \text{ см}$$

$$d = 18 \text{ мм} = 1,8$$

$$N = 51 \text{ кН}$$

Рассчитать (определить количество нагелей) и законструировать (определить расстояние S_1 S_2 S_3 и размеры накладок) соединения из досок на стальных цилиндрических нагелях. На соединения действует сила N . Трещина досок t_d , накладок t_n , диаметр нагелей d и продольную силу N принять по вариантам.

$$T_c = 0,5 \cdot c \cdot d = 0,5 \cdot 7,5 \cdot 1,8 = 6,75 \text{ кН}$$

$$T_a = 0,8 \cdot a \cdot d = 0,8 \cdot 4 \cdot 1,8 = 5,76 \text{ кН}$$

$$T_u = 0,35 \cdot c \cdot d = 0,35 \cdot 7,5 \cdot 1,8 = 4,725 \text{ кН}$$

$$T_{min} = 5 \text{ кН}$$

$$S_1 = 7 \cdot 1,8 = 12,6 \text{ см}$$

$$S_2 = 3,5 \cdot 1,8 = 6,3 \text{ см}$$

$$S_3 = 3 \cdot 1,8 = 5,4 \text{ см}$$

$$n_{cp} = 2$$

$$N = 51$$

$$n = \frac{N}{n_{cp} \cdot T_{min}} = \frac{51}{2 \cdot 5} = \frac{51}{10} = 5,1 = 6$$

Практическое занятие № 11

Определение глубины заложения и размеров подошвы фундамента

Цель работы: Научиться определять глубину заложения и размеры подошвы ж/б фундамента под колонну.

Задание 1.

Определить глубину заложения фундамента. Регион строительства принять по данным практической работы № 1. Вид грунта и особенности здания согласно варианта работы №12.

Суглинок полутвердый:

Коэффициент пористости $e = 0,55$

Удельный вес грунта $\gamma = 20,2$ кН/м³

Показатель текучести $I_c = 0.30$

Особенности здания: Без подвала с полами, устроенных на лагах, по грунту.

$$d_{fn} = d_0 = \sqrt{M_t}$$

$$M_t = (-15.3) + (-13.4) + (-7.3) + (-7.1) + (-13.3) = -56.4$$

$$d_{fn} = 0.23 \cdot \sqrt{156.4} = 0.23 \cdot 7.5 = 1.725 \text{ м}$$

$$d_f = k_h \cdot d_{fn} \cdot 0.5$$

$$d_f = 0.6 \cdot 1.72 = 1.03 \text{ м}$$

$$d_1 = 1.6$$

Задание 2. Определить размеры сечения подошвы фундамента под колонну.

Расчетную нагрузку на ж/б колонну принять по результатам практической работы № 1. Фундамент принять квадратного сечения.

$$1) C_n = 34$$

$$\varphi_n = 23$$

$$2) R_0 = 285$$

$$e = 0.95$$

300	0
285	0.3
250	1

$$250 + \frac{300 - 250}{1 - 0} \cdot (1 - 0.3) = 250 + 50 \cdot 0.7 = 285$$

$$3) N_{ser} = \frac{N}{1.2}$$

$$N_{ser} = \frac{426.02}{1.2} = 355$$

$$4) A_f = \frac{N_{ser}}{R_0 \cdot \gamma_m \cdot d_1}; \gamma_m = 20 \frac{\text{KH}}{\text{M}^3}$$

$$A_f = \frac{355}{285 \cdot 20 \cdot 1.6} = 1.4$$

$$5) a = b = \sqrt{A_f}$$

$$6) A_f = 1.2 \cdot 1.2 = 1.44$$

$$7) R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} [M_r \cdot k_t \cdot b \cdot \gamma_n + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_1 + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma_n + M_c \cdot C_n]$$

$$\gamma_{c1} = 1.4$$

$$\gamma_{c2} = 1.2$$

$$M_r = 2.11$$

$$M_g = 9.44$$

$$M_c = 10.80$$

$$R = \frac{1.4 - 1.2}{1.1} [2.11 \cdot 1 \cdot 1.1 \cdot 20 + 9.44 \cdot 1.6 \cdot 20 + 9.44 - 1 \cdot 0 \cdot 20 + 10.80] \cdot 34 = 715.7 \text{ Па}$$

$$8) A_f = \frac{N_{ser}}{R - \gamma_m \cdot d_1}$$

$$A_f = \frac{355}{715.7 - 20 \cdot 1.6} = 0.51 \approx \sqrt{1} = 1 \text{ м}$$

$$9) P = \frac{N_{ser}}{A_f} + \gamma_m \cdot d_1 < R$$

$$P = \frac{355}{1} + 20 \cdot 1.6 < 715.7$$

$$P = 387 < 715.7 \text{ кПа}$$

Вывод: Условие выполняется. Глубина заложения равна 2 м, размер подошвы $1 \times 1 \text{ м}$

2. Рассчитать фундамент по материалу под ж/б колонну гражданского здания по данным примера 1

2.1. Нагрузка на фундамент с учетом коэффициента надежности по ответственности $N = 426,02 \text{ кН}$.

Глубина заложения фундамента $d_1 = 1.6 \text{ м}$.

Размеры подошвы фундамента $ab = 1 \times 1$

Размеры сечения колонны $h_c b_c = 300 \times 300 \text{ мм}$

Решение:

1) Определяем давление под подошвой фундамента:

-площадь фундамента $A_f = ab = 1.2 \times 1.2 = 1.44 \text{ м}^2$

-давление $p = N/A_f = 426.02/1.44 = 295.84 \text{ кПа}$.

2) Определяем расчетное сечение фундамента.

Рассчитываем сечение переходящее по краю колонны (1 – 1)

3) Задаемся защитным слоем бетона.

$$a_b = 3.0 \text{ см}$$

$$a = 40 \text{ см}$$

$$h_0 = h_1 - a = 100 - 4.0 = 96 \text{ см}$$

4) Принимаем класс прочности бетона В20; $\gamma_{b2} = 1.0$; класс арматуры А = III; $R_b = 11.5$ МПа; $R_{bt} = 0.90$ МПа; $R_s = 365$ МПа.

5) Поперечная сила в рассчитываемом сечении:

$$Q = pl_1b = 295.84 \cdot 0.35 \cdot 1.2 = 124.25 \text{ кН}$$

6) Изгибающий момент в сечении 1 – 1

$$M_1 = Q_1 \frac{l_1}{2} = 166.77 \cdot \frac{0.35}{2} = 29.18 \text{ кН}$$

7) Требуемая площадь арматуры фундамента в сечении 1 – 1

$$A_s = \frac{M}{0.9 \cdot h_0 R_s} = \frac{2918}{0.9 \cdot 96 \cdot 36.5} = 0.92$$

8) Принимаем арматуру, задаемся шагом стержней арматуры $S = 200$ мм, определяем количество стержней, расположенных в данном направлении арматурной сетки.

$$R_s = \frac{a \cdot 100}{S} + 1 = \frac{1000 - 100}{200} = 5.5 \approx 6 \text{ штук}$$

Принимаем (по приложению 3) диаметр арматуры $\emptyset 10, A - III, A_s = 2.69 \text{ см}^2$

11) Проверяем фундамент на продавливания.

Определяем стороны основной пирамиды продольные.

$$a = h_c + 2h_0 = 30 + 2 \cdot 96 = 222 \text{ см} > 100 \text{ см}$$

$$b = a = 222 \text{ см} > b = 100 \text{ см}$$

Вывод: Для армирования принимаем арматуру $d\emptyset 10, AIII, \text{ с шагом } 5 \times 200 = 1000, 1 \times 100 = 100.$

Практическое занятие № 12

Определение несущей способности свай стойки

Определить шаг свай в ростверке, используя данные, но при других грунтовых условиях. Принимаем сваи с центральным армированием, сечение 400×400 мм, бетон сваи В25, арматура – стержень $\phi 12, A - IV$.

Решение:

1) Назначаем в качестве несущего слоя малосжимаемый грунт – песок, плотный с включением гравия. Заглубление нижнего конца в таких грунтах принимается не менее 0,5 м. Так как сваи опираются на малосжимаемый грунт, они работают как сваи – стойкие. Длину свай принимаем 6,0 м.

2) Для свай – стоек расчетное сопротивление $R = 20000 \text{ кПа}$, площадь сечения сваи $A = 0,4 \cdot 0,4 = 0,16 \text{ м}^2$, несущая способность F_d вычисляют по формуле:

$$F_d = \gamma_c R A = 1.0 \cdot 20000 \cdot 0.16 = 3200 \text{ кН}$$

4) Несущая способность сваи по материалу:

$$P = \varphi [R_{sc} (A_s + A'_s) + R_{\square} \cdot \gamma_{b2} b \cdot h] = 1 \cdot (45 \cdot 1.131 + 1.45 \cdot 1.0 \cdot 40 \cdot 40) = 2365.24 \text{ кН};$$

Несущая способность по грунту меньше несущей способности сваи по материалу, её и принимаем для определения требуемого шага свай.

5) Определяем требуемый шаг свай:

$$a \leq \frac{P_{min}}{N_2} = 2285.7 \cdot \frac{1}{337.725} = 6.7 \text{ м}$$

что больше минимального шага свай (для свай стоек

$$a_{min} \geq 1.5d = 1.5 \cdot 0.4 = 0.6 \text{ м}$$

Вывод: Требуемый шаг свай $a = 6,7$ м. При окончательном назначении шага свай необходимо учитывать конструкцию здания, его размеры, материал стен, сваи в обязательном порядке ставятся по углам здания, в местах пересечения стен, в панельных зданиях каждая панель должна опираться не менее чем на две сваи, окончательно принятый шаг свай может быть меньше требуемого.