

государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Самарской области  
«Поволжский строительно-энергетический колледж им. П. Мачнева»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И  
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

ППССЗ по специальности

08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

**ПМ.01. УЧАСТИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

*МДК.01.01. Проектирование зданий и сооружений*

*Часть 2*

Самара  
2021

РАССМОТРЕНО

Методической комиссией техники и технологий  
строительства, изобразительного  
и прикладных видов искусств

Протокол заседания  
МК № \_10\_ от «\_24\_»\_05\_ 2021 г.

Председатель МК  /Безбородова Е.А./

РЕКОМЕНДОВАНО

к использованию в образовательном процессе  
на заседании  
методического совета

Протокол заседания  
МС № \_5\_ от «\_11\_»\_06\_ 2021 г.

Председатель МС  /Иванова С.Н./

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 21

### Технические характеристики строительных материалов конструкций

Цель. Научиться определять расчетные характеристики различных строительных материалов.

Исходные данные. Индивидуальные задания, табл. А-1 ... А-4.

Приобретаемые умения. Работа с нормативно – справочной литературой, умение делать сравнения и выводы.

Литература: 1. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*.

2. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II -25-80.

3. СП.15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II -22-81.

4. СП 52-101-2003. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.

Норма времени. 2 часа.

Отчетный материал. Пять выполненных заданий.

#### Контрольные вопросы

1. Дайте определение нормативного и расчетного сопротивления различных видов строительных материалов: стали, древесины, каменной кладки, бетона и арматуры.

2. Напишите формулу для определения расчетного сопротивления материала.

3. Укажите единицы измерения расчетного сопротивления материала.

4. Где дается и от чего зависит расчетное сопротивление различных видов строительных материалов: стали, древесины, каменной кладки, бетона и арматуры?

5. Что означают буквенные символы:  $R_n$ ,  $\gamma_m$ ,  $R$ ,  $R_{yn}$ ,  $R_y$ ,  $R_c$ ,  $R_p$ ,  $R_{cm}$ ,  $m_n$ ,  $m_b$ ,  $R_t$ ,  $\gamma_c$ ,  $R_{bn}$ ,  $\gamma_{bc}$ ,  $R_b$ ,  $R_{b,ser}$ ,  $R_{bt}$ ,  $\gamma_{bt}$ ,  $R_{bt}$ ,  $R_{bt,ser}$ ,  $\gamma_{bi}$ ,  $R_{sn}$ ,  $R_s$ ,  $R_{s,ser}$ ,  $R_{sw}$ ,  $R_{sc}$ ?

**Задание 1.** Определить расчетное сопротивление стали по пределу текучести для сжатого стержня сварной стропильной фермы из парных уголков при расчете на устойчивость.

#### Методические указания

1. Установить исходные данные по табл. А-1 индивидуальных заданий. Номер варианта соответствует номеру студента по списку в журнале.

2. По табл. Е-1 определить расчетное сопротивление прокатной стали по пределу текучести  $R_y^{mб}$ , МПа для заданной марки стали и при толщине фасона, указанной в номере уголка. Например,

дан уголок  $\angle 125 \times 10$ , его толщина  $t=10$ мм. Для марки стали С 245:  $R_y^{mб} = 240$  МПа.

3. По табл. Е-2 определить коэффициент условия работы сжатого стержня фермы  $\gamma_c$ .

4. Расчетное сопротивление стали по пределу текучести для сжатого стержня сварной стропильной фермы определить по формуле:  $R_y = R_y^{mб} \cdot \gamma_c$ , МПа

**Задание 2.** Определить расчетное сопротивление на сжатие древесины из бруса.

#### Методические указания

1. Установить исходные данные по табл. А-2 индивидуальных заданий.

2. По табл. Е-4 определить расчетное сопротивление древесины на сжатие в зависимости от ширины сечения бруса и сорта древесины:  $R_c^{mб}$ , МПа.

3. По табл. Е-3 определить коэффициент перехода, учитывающий породу древесины  $m_n$ .

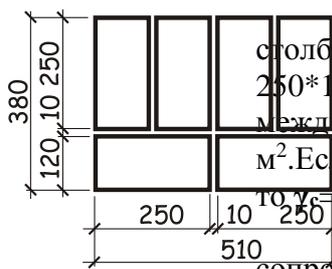
4. По или табл. Е-5 определить коэффициент условия работы в зависимости от условий эксплуатации  $m_b$ .

5. Расчетное сопротивление на сжатие древесины из бруса определить по формуле:  $R_c = R_c^{mб} \cdot m_n \cdot m_b$ , МПа.

**Задание 3.** Определить расчетное сопротивление сжатию столба из каменной кладки.

Методические указания

1. Установить исходные данные по табл. А-3 индивидуальных заданий.



2. Изобразить поперечное сечение столба. 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. Определить площадь сечения столба:  $A = b \cdot h$ , м<sup>2</sup>. 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 а [ 3 ].

3. По табл. табл. Е-8, Е-9, Е-10 определить расчетное сопротивление кладки сжатию в зависимости от вида материала кладки, марки камня и марки раствора:  $R^{mb}$ , МПа.

4. Определить расчетное сопротивление сжатию столба из каменной кладки:

$$R = R^{mb} \cdot \gamma_c, \text{ МПа}.$$

**Задание 4.** Определить расчетное сопротивление бетона на сжатие при продолжительном (длительном) действии нагрузки. Определить расчетное сопротивление стальной продольной арматуры на растяжение и сжатие и расчетное сопротивление поперечной арматуры на растяжение.

Методические указания

1. Установить исходные данные по таблице А-4 индивидуальных заданий.

2. По табл. Е-6 настоящего пособия определить расчетное сопротивление бетона на сжатие

в зависимости от класса бетона:  $R_b^{mb}$ , МПа.

3. Определить коэффициент условий работы  $\gamma_{b1}$  в зависимости от продолжительности действия нагрузки, п.2.1.2.3 [4]:  $\gamma_{b1}=0,9$ -при длительном действии,  $\gamma_{b1}=1$  - при кратковременном действии нагрузки.

4. Определить расчетное сопротивление бетона на сжатие при продолжительном (длительном) действии нагрузки по формуле:  $R_b = R_b^{mb} \cdot \gamma_{b1}, \text{ МПа}.$

5. По табл. Е-7 настоящего пособия определить расчетное сопротивление стальной продольной арматуры на растяжение  $R_s$ , МПа, расчетное сопротивление поперечной арматуры на растяжение  $R_{sw}$ , МПа и расчетное сопротивление продольной арматуры на сжатие  $R_{sc}$ , МПа.

**Задание 5.** Выполнить сравнение прочностных характеристик различных материалов на сжатие.

Методические указания

1. Сравнение прочностных характеристик различных материалов на сжатие выполнить в табличной форме (табл.1).

2. Расчетные сопротивления материалов принять по результатам решения 1 - 4 заданий.

3. Определить отношение расчетного сопротивления различных материалов к расчетному

сопротивлению кладки по формуле:  $n = \frac{R_i}{R}$ , где  $R_i$  – расчетное сопротивление стали, древесины, бетона или арматуры.

4. Анализируя таблицу, сделать вывод, какой материал имеет наибольшую прочность по сравнению с каменной кладкой.

Таблица 1

Сравнение прочностных характеристик различных материалов, МПа

Расчетное сопротивление, МПа	Виды строительных материалов				
	Сталь	Древе сина	Кладка	Бетон	Арма тура
Обозначение	$R_y$	$R_c$	$R$	$R_b$	$R_{sc}$

Численное значение					
$n = \frac{R_i}{R}$					

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 22

### Сбор нагрузок на конструкции здания

Цель. Научиться выполнять сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup> покрытия и перекрытия, на балку и колонну.

Исходные данные. Индивидуальные задания, архитектурно – строительная часть дипломного проекта.

Приобретаемые умения. Работа с нормативно – справочной литературой и типовыми архитектурными деталями.

Литература.

1. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*

2. Федеральный закон. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений

Норма времени. 4 часа.

Отчетный материал. Две решенные задачи.

#### Контрольные вопросы

1. Дайте определение нормативной и расчетной нагрузки.
2. Как определить расчетную нагрузку, зная нормативную?
3. Назовите виды нагрузок по продолжительности действия.
4. Приведите пример кратковременных нагрузок.
5. Что такое полезная нагрузка и от чего она зависит?
6. От чего зависит величина снеговой нагрузки на покрытие?
7. Что учитывает коэффициент  $\gamma_f$ ?
8. Напишите формулу для определения постоянной нормативной нагрузки.
9. Чему равна грузовая площадь на 1м балки и колонну среднего ряда?
10. Укажите единицы измерения нагрузки на балку и колонну.
11. Расшифруйте марки железобетонных элементов: ПК 60.15-4А500т; ПРГ 60.2.5-4т.

**Задача 1.** Определить нагрузку на 1 м<sup>2</sup> междуэтажного перекрытия.

#### Методические указания

1. Установить исходные данные по таблице А-5 индивидуальных заданий. Номер варианта соответствует номеру студента по списку в журнале.

2. Вычертить узел конструкции пола, см. приложение Г.

3. Установить плотность строительных материалов по таблице приложения Б и значения коэффициента надежности по нагрузке  $\gamma_f$  по табл. Ж-1.

4. Определить массу плиты перекрытия по приложению В.

5. Выполнить сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup> перекрытия в табличной форме (табл. 2). Для сплошных слоев конструкции пола (паркет, плитка, ЦПС) подсчет нормативной нагрузки вести по формуле:  $g_n = \rho \cdot t \cdot 10$ , где t-толщина слоя, м. Нагрузку от веса лаги и ДВП под лагами определить по формуле:

$$g_n = \frac{\rho \cdot b \cdot h}{s} \cdot 10, \text{ где } b \cdot h - \text{сечение лаги, м; } s - \text{шаг лаг, м.}$$

6. Расчетную нагрузку определить по формуле:  $g = g_n \cdot \gamma_f$ , кПа.

7. Нагрузку от собственного веса плиты рассчитать по формуле:  $g_{nl}^n = \frac{m}{b \cdot \ell} \cdot 10$ , где b и  $\ell$ ,

m - номинальные размеры плиты в плане, определяются по марке плиты.

8. В зависимости от назначения помещения определить временную (полезную) нагрузку на перекрытие по табл. Ж-2. Пониженное значение временной нагрузки определить умножением нормативного значения на коэффициент 0,35. В строке 9 таблицы сбора нагрузок временной длительно действующей нормативной нагрузкой является пониженное значение полезной нагрузки.

9. Для определения расчетного значения временной (полезной) нагрузки коэффициент надежности принять  $\gamma_f = 1,2$ , если  $p_n \geq 2 \text{ кПа}$  и  $\gamma_f = 1,3$ , если  $p_n < 2 \text{ кПа}$ . Для длительно действующей и кратковременной полезной нагрузки коэффициент  $\gamma_f$  не изменится.

10. Определить группу плиты по несущей способности.

11. Ответить на контрольные вопросы.

#### Пример решения задачи

Дано: тип пола 1 – паркетный; толщина стяжки  $t=30\text{мм}$ ; звукоизоляционный слой – плиты древесно-волоконные, толщина  $t=24\text{мм}$ ; марка плит перекрытия ПК63.15; назначение здания – столовая.

Паркет- 22 мм	$\rho=500 \text{ кг/м}^3$	$\gamma_f=1,1$
Мастика- 3мм	$\rho=1050 \text{ кг/м}^3$	$\gamma_f=1,2$
Цем.-песч. стяжка-30мм	$\rho=2000 \text{ кг/м}^3$	$\gamma_f=1,3$
Зв.-из. слой (ДВП)-24мм	$\rho=250 \text{ кг/м}^3$	$\gamma_f=1,2$
Ж/б плита ПК 63.15	$m = 2950 \text{ кг}$	$\gamma_f=1,1$

Рис. 1 Конструкция междуэтажного перекрытия



Сбор нагрузок на междуэтажное перекрытие, Па

№	Вид нагрузки	Подсчет	Норм.нагр.	$\gamma_f$	Расч. нагр.
1	аркет-22мм	$\rho \cdot t \cdot 10 = 500 \cdot 0,022 \cdot 10$	110	1,1	121
2	астика-3мм	$\rho \cdot t \cdot 10 = 1050 \cdot 0,003 \cdot 10$	32	1,2	38
3	ПС-30 мм	$\rho \cdot t \cdot 10 = 2000 \cdot 0,03 \cdot 10$	600	1,3	780
4	з-из слой -24мм	$\rho \cdot t \cdot 10 = 250 \cdot 0,024 \cdot 10$	60	1,2	72
5	того вес пола	1 + 2 + 3 + 4	802	-	1011
6	ес ж/б плиты	$\frac{m}{l \cdot b} \cdot 10 = \frac{2950}{6,3 \cdot 1,5} \cdot 10$	3122	1,1	3434
7	того постоянная	5 + 6	3924	-	<b>4445</b>
8	ременные перегородки	*)	500	1,1	550
9	ременная (полезная)	Тб.8.3 (1), п. 4 <sup>б</sup>	3000	1,2	3600
10	т.ч. длит-действ.	$P_{\square} = P \cdot 0,35$	1050	1,2	1260
11	т.ч. кратковрем.	9 - 10	1950	1,2	2340
12	того длит-действ.	7 + 8 + 10	5474	-	6255
	того полная	7 + 8+9	7424	-	<b>8595</b>

Полная расчетная нагрузка на плиту перекрытия без учета собственного веса составляет:  $q = q_{\text{кв.м}} - q_{\text{с.в.}} = 8595 - 3434 = 5161 \text{ Па} = 5,2 \text{ кПа} < 6 \text{ кПа}$ , следовательно, плита относится к 6 группе по несущей способности. Несущая способность плиты может составить 3, 4, 6 и 8 кПа.

\*) В дипломном проекте вес временных перегородок вычисляем по формуле:

$$g = \rho \cdot \frac{t \cdot H \cdot \sum \ell}{A} \cdot 10, \frac{H}{m}, \text{ где } \rho, \text{ кг/м}^3 - \text{плотность материала перегородок; } t, \text{ м} - \text{толщина}$$

перегородки,  $H$ , м – высота этажа,  $\sum \ell$ , м - суммарная длина всех перегородок в пределах одной квартиры площадью  $A$  ( $\text{м}^2$ ), определяется по плану этажа.

**Задача 2.** Определить нагрузку на  $1\text{м}^2$  горизонтальной проекции покрытия одноэтажного производственного здания, на балку и колонну. Уклон крыши - 3%.

Методические указания

1. Установить исходные данные по табл. А-6 индивидуальных заданий.
2. Вычертить узел конструкции покрытия.
3. Толщину стяжки принять 25 ...50мм.
4. Пароизоляцию принять: четные варианты - обмазочную (битумная мастика 2 раза), нечетные варианты - оклеечную (рубероид на мастике).
5. Установить плотность строительных материалов по приложению Б и значения коэффициента надежности по нагрузке  $\gamma_f$  по таблице 1 [1] или по табл. Ж-1.
6. Выполнить сбор нагрузок на  $1\text{ м}^2$  в табличной форме (табл. 3).
7. По карте [1] определить район строительства, по табл. Ж-3 определить вес снегового покрова  $S_g$ . Для городов и посёлков Вологодской области районы по снеговой нагрузке даны в табл. Ж-4.

8. По уклону кровли определить коэффициент перехода  $\mu$ : если

$$30^\circ < \alpha < 60^\circ, \mu = \frac{60 - \alpha}{30}; \text{ если } \alpha \leq 30^\circ, \mu = 1.$$

9. Коэффициент, учитывающий снос снега с пологих покрытий зданий под действием ветра принимается в соответствии с п. 10.5 [1]. При уклоне  $\alpha \leq 12\%$  :  
 $c_e = (1,2 - 0,1 \cdot V \sqrt{k}) \cdot (0,8 + 0,002b).$

Термический коэффициент  $c_t$  применяется для учёта понижения снеговых нагрузок на покрытия с высоким коэффициентом теплопередачи  $\left( > 1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}} \right)$  вследствие таяния, вызванного потерей тепла. В практической работе №2 принять коэффициент  $c_e=1$ ;  $c_t=1$ .

10. Нормативную и расчётную снеговую нагрузку определить по формуле:  
 $S_0 = 0,7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g$ ;  $S = S_0 \cdot \gamma_f$ , где  $\gamma_f = 1,4$  - п.10.12 [1].

11. Идентифицировать здание по уровню ответственности, ст.4, п.7-10 Ф3 [2] и определить  $\gamma_n$ - коэффициент надежности, ст.16, п.7 Ф3 [2]. Указанные в задаче здания относятся к нормальному уровню ответственности, для них  $\gamma_n=1$ .

12. Вычертить сетку колонн и установить грузовую площадь- это площадь, с которой передается нагрузка на данный элемент.

13. Определить нагрузку на балку и колонну.

14. Установить марку балки по несущей способности.

Дано: вид кровельного материала - линокрот; число слоев - 2; стяжка цементно-песчаная  $t=30\text{мм}$ ; утеплитель - пенополистирол ПСБ, плотность  $\rho=35\text{кг/м}^3$ , толщина  $t=150\text{мм}$ ; пароизоляция – обмазка битумной мастикой за 2 раза; железобетонная плита сплошная, толщина  $t=120\text{мм}$ ; район строительства- г. Кириллов; пролет  $\ell=7,2\text{м}$ ; шаг колонн  $a=6\text{м}$ .

#### Пример решения задачи



Рис.2. Конструкция покрытия

Для малоуклонной крыши при  $\alpha = 3\% = 3^\circ \leq 30^\circ$  коэффициент перехода  $\mu = 1$ . Для одноэтажного производственного здания принять нормальный уровень ответственности, коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n=1$ .

Таблица 3 Сбор нагрузок на горизонтальную проекцию покрытия, Па

№	Вид нагрузки	Подсчет	Норм. нагр.	$\gamma_f$	Расч. нагр.
1	иннокром - 6мм	$\rho \cdot t \cdot 10 = 1200 \cdot 0,006 \cdot 10$	72	1,2	86
2	ПС-30 мм	$\rho \cdot t \cdot 10 = 2000 \cdot 0,03 \cdot 10$	600	1,3	780
3	теплитель ПСБ	$\rho \cdot t \cdot 10 = 35 \cdot 0,15 \cdot 10$	53	1,2	64
4	бм. Бит.-4мм	$\rho \cdot t \cdot 10 = 1050 \cdot 0,004 \cdot 10$	42	1,2	50
5	того вес кровли	1 + 2 + 3 + 4	767	-	980
6	ес ж/б плиты	$\rho \cdot t \cdot 10 = 2500 \cdot 0,12 \cdot 10$	3000	1,1	3300
7	того постоянная	5 + 6	3767	-	<b>4280</b>
8	неговая, V район	$S_0 = 0,7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g =$ $0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3200 = 2240$	2240	1,4	3136
9	того полная	7 + 8	6007	-	<b>7416</b>

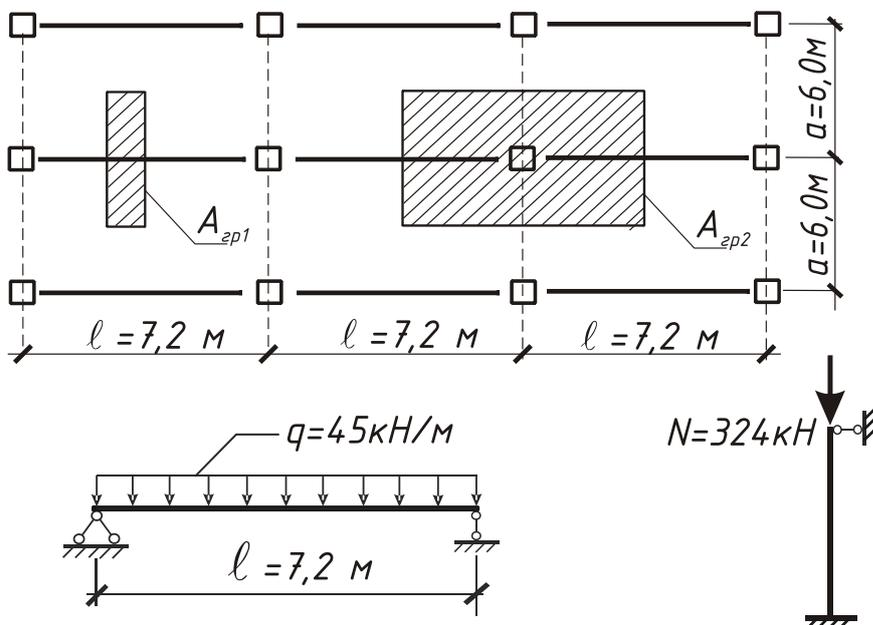


Рис.3. Грузовая площадь и расчетная схема балки и колонны

Нагрузка на балку собирается с грузовой площади, равной шагу балок. Грузовая площадь на колонну равна половине перекрываемых пролетов (рис.3). Полная расчетная нагрузка на балку и колонну составляет:  $q = q_{кв.м} \cdot a = 7,42 \text{ кПа} \cdot 6 = 44,5 \approx 45 \text{ кН/м}$ ;

$$N = q_{кв.м} \cdot a \cdot l = 7,42 \text{ кПа} \cdot 6 \cdot 7,2 = 324 \text{ кН.}$$

При маркировке балки (прогона) указывают габаритные размеры в дм, расчетную нагрузку в т/м и вид бетона. Марка балки в приведенном примере будет ПРГ 72.2.5-4,5т, где b=2дм, h=5дм-предполагаемые размеры сечения,  $l=72\text{дм}=7,2\text{м}$ ,  $q=4,5\text{т/м}$ . Другие линейные железобетонные элементы имеют свои особенности маркировки. Например, в марке перемычки брусковой ЗПБ-13-37 цифра 37 обозначает расчетную нагрузку  $q=37\text{кН/м}$ ; 13-длина, дм; 3- номер поперечного сечения.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 23

### Расчет и конструирование балок и колонн

**Цель.** Научиться изображать конструктивные и расчётные схемы балок и колонн из разных материалов.

**Исходные данные.** Индивидуальные задания, архитектурно–строительная часть дипломного проекта.

**Приобретаемые умения.** Умение обосновать и изобразить расчетную схему элемента по заданной конструктивной и наоборот.

**Литература.** В.И. Сетков. Строительные конструкции. - М.: ИНФРА-М, 2013г

**Норма времени.** 2 часа.

**Отчетный материал.** Три выполненных задания.

#### Контрольные вопросы

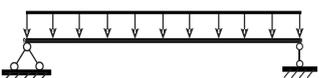
1. Дайте определения конструктивной и расчетной схем элемента.
2. Назовите упрощения, принятые при построении расчетной схемы балок и колонн.
3. Укажите, в каком случае расчетная схема опоры соответствует конструктивной.
4. Дайте определение шарнирно-подвижной, шарнирно-неподвижной и жестко заземленной опор балки.
5. Назовите основное требование при составлении расчетных схем сооружений.
6. Укажите, каким образом обеспечивается жесткость заземления стальной и железобетонной колонны в фундаменте.
7. Объясните, каким образом конструктивно обеспечить жесткость сопряжения железобетонного ригеля с колонной.

**Задание:** Вычертить конструктивную схему следующих элементов:

1. Однопролетная свободно опертая балка.
2. Стойка, шарнирно закрепленная в обоих концах.
3. Стойка, жестко заземленная в обоих концах.

Каждую схему выполнить для трех видов материалов: сталь, железобетон, древесина и представить в табличной форме (табл.4).

Таблица 4

Конструктивная схема	Расчетная схема
<b><i>Балки</i></b>	
– стальная (рис.)	
– железобетонная (рис.)	
– деревянная (рис.)	
<b><i>Стойки с шарнирным креплением</i></b>	
– стальная (рис.)	
- железобетонная (рис.)	
– деревянная (рис.)	
<b><i>Стойки с жесткой заделкой</i></b>	
– стальная (рис)	
– железобетонная (рис.)	

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 24

### Подбор сечения стальной колонны, конструирование узлов

Цель. Научиться подбирать сечение стальной колонны, проверять устойчивость принятого сечения, конструировать узлы.

Приобретаемые умения. Умение подобрать сечение и проверить устойчивость стальной колонны, навыки конструирования узлов, работы с нормативно- справочной и учебной литературой.

#### Литература.

1. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*.

2. ГОСТ 26020-83. Сортамент стальных двутавров с параллельными гранями полок.

3. В.И. Сетков. Строительные конструкции. - М.: ИНФРА-М, 2013г.-446 с.

Норма времени. 4 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача

#### Контрольные вопросы

4. Назовите основные части стальной колонны.
5. Поясните порядок подбора сечения стальной колонны из прокатного двутавра.
6. Поясните, что обозначают буквенные символы:  $R_y$  ,  $\gamma_c$  ,  $\varphi$  ,  $\lambda$  ,  $\lambda_n$  ,  $\varphi$  ,  $A$  . Как их определить и от чего они зависят?
7. Укажите наиболее эффективный прокатный профиль для сжатых элементов.
8. Объясните, в чем заключается потеря общей и местной устойчивости стальной колонны.
9. Назовите факторы, влияющие на несущую способность стальной колонны.
10. Поясните конструкцию жесткого или шарнирного сопряжения колонны с фундаментом.
11. Поясните конструкцию жесткого или шарнирного сопряжения балки с колонной.

**Задача.** Подобрать сечение стальной колонны из двутавра с параллельными гранями полок; разработать эскиз сечения, оголовка и базы колонны согласно заданной расчетной схеме: стр.103,105 [3].

Дано: марка стали; тип двутавра: **К**- колонный или **Ш**- широкополочный; расчетная схема колонны; сетка колонн -  $l \cdot a$ , м; высота этажа  $H_{эт}$ , м; постоянная и временная нагрузка –  $g_n$  и  $p_n$ , кПа; коэффициенты надежности по нагрузке –  $\gamma_{f1}$  и  $\gamma_{f2}$  (табл. А-7).

#### Методические указания

1. Определить полную расчетную нагрузку на колонну с грузовой площади, равной произведению пролета на шаг:

$$N=(g_n \cdot \gamma_{f1} + p_n \cdot \gamma_{f2}) \cdot l \cdot a, \text{ кН} \rightarrow \text{МН.}$$

2. По таблице табл. Е-1 определить расчетное сопротивление стали по пределу текучести  $R_y$ , МПа. При этом толщину фасона принять предварительно  $t = 2 \dots 20$  мм. По табл. Е-2 принять коэффициент условия работы  $\gamma_c$ . Определить модуль упругости прокатной стали по таблице Г.10 [1]:  $E = 2,06 \cdot 10^5$  МПа.

3. Принять предварительно коэффициент продольного изгиба

$$\varphi = 0,5 \dots 0,7.$$

4. Из условия устойчивости определить требуемую площадь сечения:

$$A_{тр} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \text{ м}^2 \rightarrow \text{см}^2.$$

5. По требуемой площади сечения  $A_{тр}$  по сортаменту широкополочных или колонных двутавров (табл. И-2) принять с запасом номер профиля и выписать размеры и площадь принятого сечения и минимальный радиус инерции:  $A$ ,  $\text{см}^2 \rightarrow \text{м}^2$ ;  $i_{\min}$ , см.

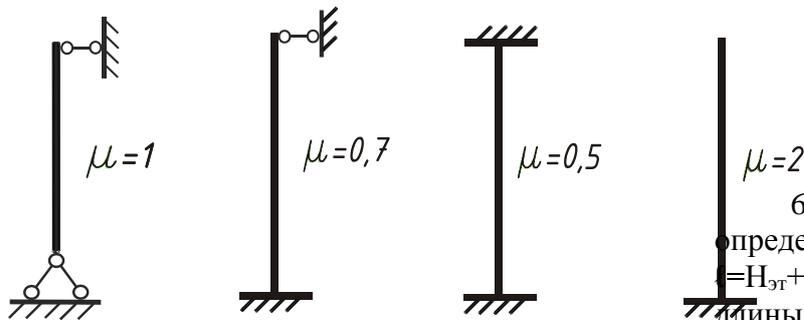


Рисунок 4  
Коэффициенты расчётной  
длины стальных колонн

6. Расчетная длина колонны определяется по формуле:  $l_{ef} = \mu \cdot l$ , где  $l = H_{ст} + 0,15$  м. Коэффициент расчётной длины колонн  $\mu$  зависит от условий закрепления их концов и определяется по таблице 30 [1]:

7. Определить гибкость принятого сечения колонны:  $\lambda = \frac{l_{ef}}{i_{min}}$  и условную гибкость:

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}. \text{ Если } \bar{\lambda} < 0,4, \text{ то коэффициент продольного изгиба } \varphi = 1.$$

8. Если условная гибкость  $\bar{\lambda} \geq 0,4$ , коэффициент продольного изгиба  $\varphi$  определить по таблице К-1 настоящего пособия для типа сечения **b**.

Типы сечений:		
<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>

9. Определить предельную гибкость колонны по таблице 32, п.4 [1], для этого вычислить коэффициент  $\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c}$ ;  $\lambda_u = 180 - 60 \cdot \alpha$ . Сравнить:  $\lambda \leq \lambda_u$ , сделать вывод. Если условие не выполняется, следует увеличить размеры сечения и сделать перерасчет с п. 5.

10. Проверить устойчивость принятого сечения колонны по формуле 7 [1]:  $\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \cdot \gamma_c$ , сделать вывод. Если устойчивость не обеспечена, следует увеличить сечение и сделать перерасчет с п. 5.

11. Если устойчивость обеспечена, проверить экономичность принятого сечения. Определить коэффициент недогруза:  $k = \frac{R_y \cdot \gamma_c - \sigma}{R_y \cdot \gamma_c} \cdot 100\%$ . Если  $k < 10\%$ , сечение принято экономично; если  $k = 10 \dots 15\%$  - удовлетворительно; если  $k > 15\%$ , сечение принято неэкономично и следует выполнить перерасчет с п. 7, уменьшив номер профиля.

12. Разработать эскиз оголовка и базы колонны согласно заданной расчетной схеме, см. стр. 77, 78, 103, 105 [3].

13. Ответить на контрольные вопросы.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 25

### Расчет и конструирование деревянной стойки

Цель. Научиться подбирать сечение деревянной стойки, проверять прочность и устойчивость принятого сечения.

Приобретаемые умения. Подбор сечения сжатого деревянного элемента, проверка прочности и устойчивости стойки, работа с нормативно-справочной литературой и блок-схемами.

Литература.

1. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II -25-80.
2. ГОСТ 24454-80\*Е. Рекомендуемый сортамент пиломатериалов.
3. В.И. Сетков. Строительные конструкции. - М.: ИНФРА-М, 2013г.- 446 с.

Норма времени. 2 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача.

#### Контрольные вопросы

1. Какие проверки выполняют для сжатых деревянных стоек?
2. Поясните, что обозначают буквенные символы:  $R_c$ ,  $m_n$ ,  $m_b$ ,  $\lambda$ ,  $\varphi$ ,  $F_{нт}$ . Как их определить и от чего они зависят?
3. Как учитываются пороки древесины в расчете?
4. Как учитывается влажность среды и условия эксплуатации в расчете?
5. Какое сечение лесоматериалов является оптимальным для стоек?
6. Укажите способы защиты деревянной стойки от гниения при тех условиях эксплуатации, которые указаны в вашем варианте.
7. Назовите способы защиты древесины от возгорания.
8. Назовите диаметры, длины и их градацию для бревен строительных, подтоварников и жердей.
9. Какие пиломатериалы называют обрезными? Что такое обзол?
10. Какие грани доски называют пластью, кромкой, ребром?
11. Как учесть явление сбега в расчете бревенчатых стоек?
12. Каков порядок проверки устойчивости деревянных стоек?
13. Как подобрать сечение деревянных элементов (порядок расчета)?

**Задача.** Подобрать сечение сжатой стойки из бревна или бруса.

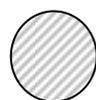
Дано: расчетная схема стойки; расчетное усилие  $N$ , кН; длина стойки  $l$ , м; тип сечения - бревно или брус; порода древесины; условия эксплуатации (табл. А-8).

#### Методические указания

1. Определить расчетное сопротивление древесины сжатию  $R_c^{тб}$ , МПа по табл. табл. Е-4 для сосны и ели 2 сорта. Для бруса задаются размерами сечения, например,  $b=11...13$  см. Для других пород древесины, кроме сосны и ели, следует определить коэффициент перехода  $m_n$  по табл. Е-3. В зависимости от условий эксплуатации определить коэффициент условия работы  $m_b$  по табл. Е-5. С учетом всех коэффициентов расчетное сопротивление древесины будет равно:  $R_c = R_c^{тб} \cdot m_n \cdot m_b$ , МПа  $\rightarrow$  кПа

2. **Подбор сечения.** Предварительно задаются коэффициентом продольного изгиба  $\varphi=0,5...0,7$  и определяют требуемую площадь и размеры сечения из условия устойчивости:

$$F_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_c}, \text{ м}^2 \rightarrow \text{см}^2; \text{ Например, } F_{mp} = \frac{100}{0,6 \cdot 13 \cdot 10^3} = 12,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 128 \text{ см}^2;$$

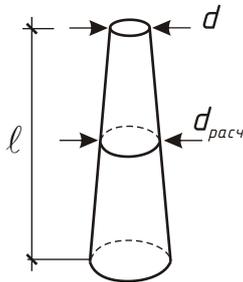
 <p>для бруса: <math>b = h = \sqrt{F_{mp}}</math>, см,</p>	 <p>для бревна <math>d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{mp}}{\pi}}</math>, см.</p>
---	---

$$b = h = \sqrt{128} = 11,3 \text{ см};$$

размеры сечения бруса следует округлить к ближайшему значению по сортаменту (табл. 1). Диаметр бревна следует округлить в сторону меньшего значения кратно 2 см при  $d=14\dots26$  см и кратно 1 см при  $d=27\dots38$  см.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 128}{\pi}} = 12,8 \text{ см} \approx 12 \text{ см}$$

Диаметр бревна следует округлить в сторону меньшего значения кратно 2 см при  $d=14\dots26$  см и кратно 1 см при  $d=27\dots38$  см.



можно округлить диаметр в меньшую сторону и учесть явление сбега диаметра на 1 м длины. Например, при  $l=4$  м диаметр бревна в расчетном сечении равен:

$$d_{расч} = d + 0,8 \cdot \frac{l}{2} = 12 + 0,8 \cdot \frac{4}{2} = 13,6 \text{ см}.$$

3. **Проверка принятого сечения.** Если размеры сечения бруса отличаются от ранее принятых  $b=11\dots13$  см, следует уточнить расчетное сопротивление древесины  $R_c$  по таблице Е-4. Далее

определяется площадь принятого сечения:  $F=b \cdot h, \text{ см}^2 \rightarrow \text{м}^2$  – для бруса;  $F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$  – для бревна.

4. Расчетная длина стойки:  $l_0 = \mu_0 \cdot l$ , м  $\rightarrow$  см. Коэффициент приведения  $\mu_0$  определяется согласно п. 6.23 [1] (рис.5).

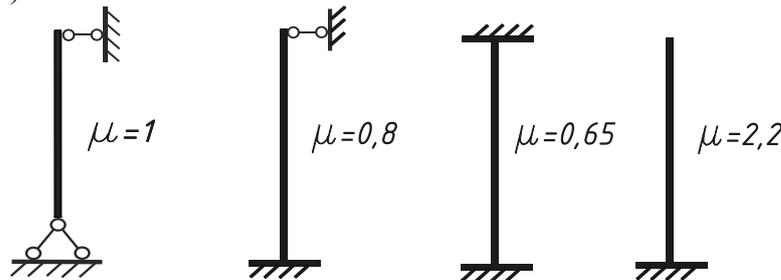


Рис.5. Расчетные схемы стоек

5. Радиус инерции сечения:  $i=0,29b$ , см- для бруса, где  $b$ - меньший размер сечения,  $i=0,25d$  – для бревна.

6. Определить гибкость стойки и сравнить с предельно допустимой величиной (см. табл.17 [1])

:  $\lambda = \frac{l_0}{i} \leq \lambda_{макс}$ , где  $\lambda_{макс}=120$ - для основных элементов,  $\lambda_{макс} =150$ - для второстепенных. Если условие не выполняется и сечение не удовлетворяет условию гибкости, следует увеличить размеры сечения и пересчитать п.3, 5 и 6.

7. Определить коэффициент продольного изгиба по формуле 7 или 8 [1]. Если  $\lambda \leq 70$ , то

$$\varphi = 1 - a \cdot \left( \frac{\lambda}{100} \right)^2, \text{ где } a=0,8. \text{ Если } \lambda > 70, \text{ то } \varphi = \frac{A}{\lambda^2}, \text{ где } A=3000.$$

8. Устойчивость стойки проверяем по формуле 6 [1]:  $\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot F_{рас}} \leq R_c$ , кПа  $\rightarrow$  МПа, где

$F_{рас}=F$ ; здесь  $R_c$ – с учетом коэффициентов  $m_n$  и  $m_b$ . Сделать вывод. Если условие не выполняется, следует увеличить размеры сечения и пересчитать с п. 3.

9. Если условие выполняется, устойчивость обеспечена. В этом случае следует проверить экономичность. Коэффициент недозагрузки:

$$\hat{E} = \frac{R_c - \sigma}{R_c} \cdot 100\% . \text{ Если } K \leq 25\%, \text{ сечение принято}$$

экономично; если  $K > 25\%$ , экономичность принятого сечения не обеспечена, требуется уменьшить

размеры сечения стойки и сделать перерасчет с п.3. Иногда, ввиду ограниченности сортамента, не удается подобрать экономичное сечение, тогда следует указать это в выводе.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 26

### Расчет и конструирование железобетонной колонны

Цель. Научиться определять площадь сечения рабочей арматуры колонны и конструировать каркас колонны.

Приобретаемые умения. Расчет и конструирование внецентренно сжатых элементов прямоугольного сечения при малом эксцентриситете, работа с нормативно-справочной литературой.

Литература. 1. СП 52-101-03 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. Госстрой России. - М., 2003г.

2. В.И. Сетков. Строительные конструкции. - М.: ИНФРА-М, 2013г.

Норма времени. 4 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача

#### Контрольные вопросы

1. Поясните, какие элементы называют центрально- и внецентренно сжатыми.
2. Приведите примеры центрально- и внецентренно сжатых элементов.
3. Объясните, какова роль продольных и поперечных стержней в колонне.
4. Назовите различные типы армирования колонн.
5. Обоснуйте экономическую эффективность увеличения класса бетона сжатых элементов.
6. Укажите, какие классы арматуры применяют для продольных и поперечных стержней колонн.
7. Поясните, целесообразно ли применять высокопрочную арматуру в колонне.
8. Объясните, что обозначают буквенные символы:  $R_b$ ,  $R_s$ ,  $R_{sc}$ ,  $\varphi$ ,  $\mu_s$ ,  $\lambda$ ,  $l_0$ .
9. Поясните, от чего зависит выбор расчетной схемы колонны.
10. Поясните, как обеспечить жесткость стыка колонны с фундаментом.
11. От чего зависит площадь рабочей арматуры колонны?
12. Что следует предпринять, если в расчете получилось:  $A_s \leq 0$ ?
13. От чего зависит шаг хомутов в колонне?
14. Напишите формулу для определения процента армирования колонны  $\mu_s$ .
15. Назовите тип армирования в оголовке и стержне колонны.

**Задача.** Определить площадь сечения рабочей арматуры колонны, диаметр и шаг поперечной арматуры. Вычертить эскиз каркаса и оголовка колонны.

Дано: расчетная схема колонны; расчетное усилие  $N$ , кН; высота этажа  $H_{эт}$ , м; класс бетона и арматуры; размеры сечения колонны  $b_k \cdot h_k$ , см. (табл. А-9).

#### Методические указания

1. Определить расчетные характеристики материалов по табл. Е.6, Е-7: расчетное сопротивление бетона на сжатие с учетом коэффициента условия работы при длительном действии нагрузки:  $R_b = R_b^{mb} \cdot \gamma_{b1}$ , МПа; расчетное сопротивление продольной арматуры на сжатие  $R_{sc}$ , МПа  $\rightarrow$  кПа.

2. Определить расчетную длину колонны:  $l_0 = \mu \cdot l$ . Длина колонны с жестким опиранием в нижнем конце:  $l = H_{эт} + (0,15 \dots 0,5)$  м, где  $0,15 \dots 0,5$  м - расстояние от уровня чистого пола до обреза фундамента. Для колонн с шарнирным опиранием в нижнем конце:  $l = H_{эт}$ . Коэффициент проведения  $\mu$  зависит от расчетной схемы колонны.

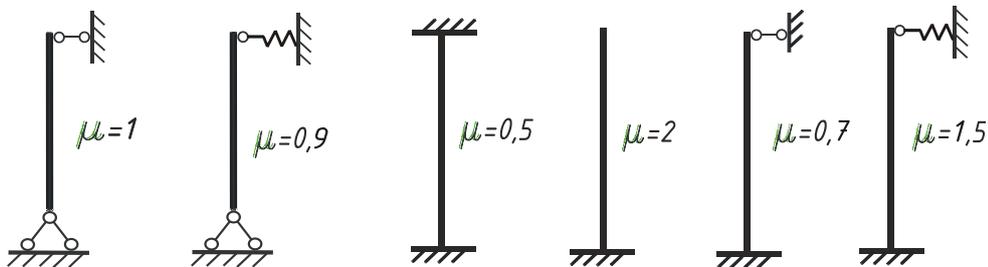


Рис.6. Расчетные схемы железобетонных колонн

3. Вычислить гибкость колонны с округлением до целого числа:  $\lambda = \frac{\ell_0}{h_k}$ , где  $h_k$  - меньший размер сечения колонны. Если получится  $\lambda = 6...20$ , следует учесть явление продольного изгиба колонны введением коэффициента  $\varphi$ . При длительном действии нагрузки коэффициент  $\varphi$  определяется по табл. 3.2-1 [1] или по табл. К-2 настоящего пособия.

4. Требуемую площадь сечения рабочей арматуры колонны определить по формуле:

$$A_s^{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_{sc}} - \frac{A \cdot R_b}{R_{sc}}, \text{ где } A = b_k \cdot h_k, \text{ м}^2. \text{ Например,}$$

$$A_s^{mp} = \frac{1550}{0,768 \cdot 35,5 \cdot 10^4} - \frac{0,12 \cdot 10,35 \cdot 10^3}{35,5 \cdot 10^4} = 21 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 21 \text{ см}^2$$

5. По требуемой площади следует принять по сортаменту арматуры (табл. И-1) 4 или 6 рабочих стержней с запасом, расположив их по коротким сторонам сечения (рис.7). Например, примем 4Ø28А400 с  $A_s=24,63 \text{ см}^2$  или 6Ø22А400 с  $A_s=22,81 \text{ см}^2$

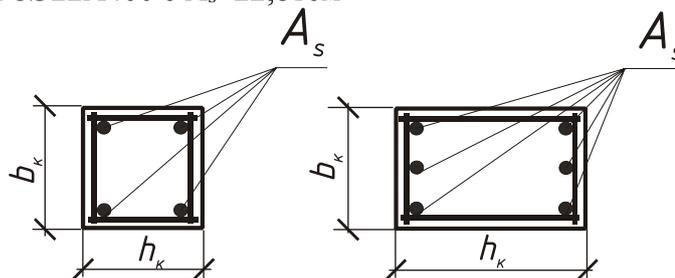


Рис. 7. Размещение арматуры в сечении колонны

6. Определить процент армирования колонны  $\mu_s = \frac{A_s}{b_k \cdot h_k} \cdot 100\%$  и сравнить его максимальным

и минимальным значением:  $\mu_{\min} \leq \mu_s \leq \mu_{\max}$ , где  $\mu_{\max}=3\%$ . Минимальный процент армирования определяется по таблице:

$\frac{\ell_0}{h_k}$	5	7	9	11	13	15	17	19	21	25
min, %	1	0,115	0,13	0,145	0,16	0,175	0,19	0,205	0,22	25

Если получится  $\mu_s < \mu_{\min}$ , следует увеличить диаметр рабочей арматуры колонны.

Если получится  $\mu_s > \mu_{\max}$ , следует проверить несущую способность колонны по формуле:

$$N \leq \varphi \cdot (R_b \cdot (A - A_s) + R_{sc} \cdot A_s).$$

7. Определить диаметр и шаг поперечной арматуры колонны. В сварных каркасах диаметр поперечной арматуры принимается из условия сварки по диаметру продольной арматуры (прил. Л). Поперечную арматуру в колонне устанавливают с целью предотвращения выпучивания продольной арматуры с шагом:  $s \leq 15d$  и  $s \leq 500 \text{ мм}$ . Шаг принять с округлением в сторону уменьшения

кратно 50мм. Если  $\mu > 3\%$ , поперечную арматуру следует устанавливать с шагом  $s \leq 10d$  и  $s \leq 300$  мм. Например,  $s = 15d = 15 \cdot 22 = 440 \text{ мм} < 500$ , примем  $s = 400$  мм.

8. Вычертить эскиз каркаса и оголовка колонны – стр. 125 [2].

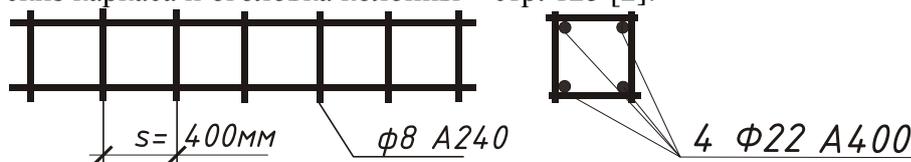


Рис. 8. Эскиз каркаса колонны

12. Ответить на контрольные вопросы.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 27

### Расчет осадки оснований

*Расчет осадки методом послойного суммирования*

*Метод послойного суммирования*

Расчет осадки слоистых оснований выполняется методом послойного суммирования, в основу которого положена выше разобранный задача (основная задача). Сущность метода заключается в определении осадок элементарных слоев основания в пределах сжимаемой толщи от дополнительных вертикальных напряжений  $\sigma_{ZP}$ , возникающих от нагрузок, передаваемых сооружениям.

Так как в основу этого метода положена расчетная модель основания в виде линейно-деформируемой сплошной среды, то необходимо ограничить среднее давление на основание таким пределом, при котором области возникающих пластических деформаций лишь незначительно нарушают линейную деформируемость основания, т.е. требуется удовлетворить условие

$$P \leq R \text{ и } P_{max} \leq 1,2R \quad (7.11)$$

Для определения глубины сжимаемой толщи  $H_c$  вычисляют напряжения от собственного веса  $\sigma_{Zg}$  и дополнительные от внешней нагрузки  $\sigma_{ZP}$ . Нижняя граница сжимаемой толщи  $BC$  основания принимается на глубине  $z = H_c$  от подошвы фундамента, где выполняется условие

$$\sigma_{ZP} = 0,2\sigma_{Zg} \quad (7.12)$$

т.е. дополнительные напряжения составляют 20% от собственного веса грунта.

При наличии нижеуказанной глубины грунтов с модулем деформации  $E \leq 5$  МПа должно соблюдаться условие

$$\sigma_{ZP} \leq 0,1\sigma_{Zg} \quad (7.13)$$

Для оснований гидротехнических сооружений по СНиП 2.02.02—85 «Основания гидротехнических сооружений» нижняя граница активной зоны находится из условия

$$\sigma_{ZP} = 0,5\sigma_{Zg} \quad (7.14)$$

Расчет осадки удобно вести с использованием графических построений в следующей последовательности (рис. 7.11):

- строят геологический разрез строительной площадки на месте рассчитываемого фундамента; наносятся размеры фундамента;
- строятся эпюры напряжений от собственного веса грунта  $\sigma_{Zg}$  и дополнительного  $\sigma_{ZP}$  от внешней нагрузки;
- определяется сжимаемая толщина  $H_c$ ;
- разбивается  $H_c$  на слои толщиной  $h_i \leq 0,4b$ ;

определяется осадка элементарного слоя грунта по формуле

$$S_i = \frac{\beta}{E_i} \sigma_{zP,i,cp} \cdot h_i \quad (7.15)$$

Тогда полную осадку можно найти простым суммированием осадок всех элементарных слоев в пределах сжимаемой толщи из выражения

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zP,i,cp} \cdot h_i}{E_i} \quad (7.16)$$

где  $\beta$  — безразмерный коэффициент, зависящий от коэффициента относительных поперечных деформаций, принимаемый равным 0,8;  $h_i$  — высота  $i$ -го слоя;  $E_i$  — модуль деформации  $i$ -го слоя грунта;

$$\sigma_{zP,i,cp} = \frac{\sigma_{zP,i-1} + \sigma_{zP,i}}{2} \quad \text{— среднее напряжение } i\text{-го элементарного слоя.}$$

Метод послойного суммирования позволяет определять осадку не только центральной точки подошвы фундамента. С его помощью можно вычислить осадку любой точки в пределах или вне пределов фундамента. Для этого пользуются методом угловых точек и строится эпюра напряжений вертикальной, проходящей через точку, для которой требуется расчет осадки.

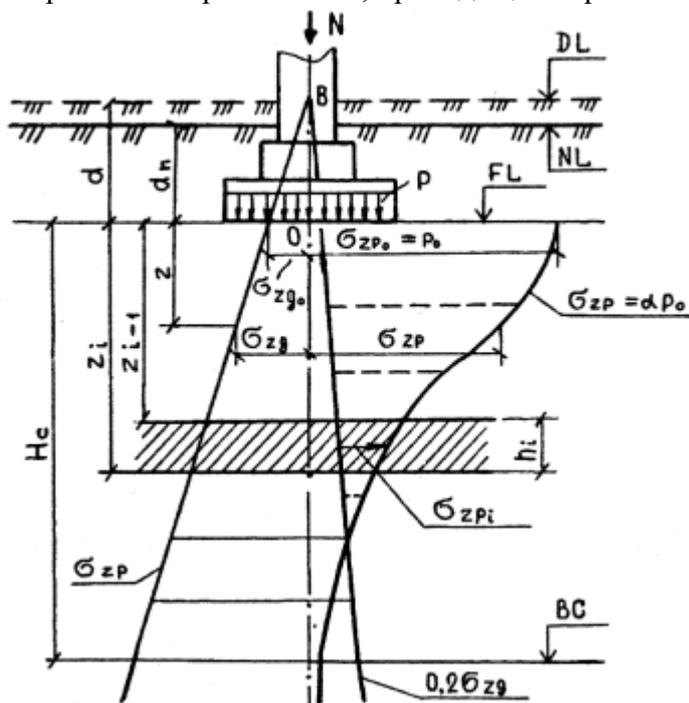


Рис. 7.11. Расчетная схема для определения осадки методом послойного суммирования: DL — отметка планировки; NL — отметка поверхности природного рельефа; FL — отметка подошвы фундамента; BC — нижняя граница сжимаемой толщи;  $H_c$  — сжимаемая толщина

Таким образом, метод послойного суммирования в основном используется при расчете небольших по размерам фундаментов зданий и сооружений и при отсутствии в основании пластов очень плотных малосжимаемых грунтов.

Пример 7.1. Определить методом послойного суммирования осадку ленточного фундамента шириной  $b = 1,2$  м. Глубина заложения подошвы фундамента от поверхности природного рельефа  $d = 1,8$  м. Среднее давление под подошвой фундамента  $P = 285$  кПа. Основание сложено следующими слоями:

Пример 7.1. Определить методом послойного суммирования осадку ленточного фундамента шириной  $b = 1,2$  м. Глубина заложения подошвы фундамента от поверхности природного

рельефа  $d = 1,8$  м. Среднее давление под подошвой фундамента  $P = 285$  кПа. Основание сложено следующими слоями:

I слой — маловлажный, средней плотности, песок мелкий с коэффициентом пористости  $e_1 = 0,65$ , с удельным весом  $\gamma_1 = 18,7$  кН/м<sup>3</sup>, модулем деформации  $E_1 = 14,4$  МПа;  
 II слой — насыщенный водой, средней плотности, средней крупности с  $e_2 = 0,60$ ,  $\gamma_2 = 19,2$  кН/м<sup>3</sup> и  $E_2 = 18,6$  МПа;  
 III слой — полутвердый суглинок с  $J_L = 0,18$ ,  $\gamma_3 = 18,5$  кН/м<sup>3</sup> и  $E_3 = 15,3$  МПа.

Подземные воды на участке строительства обнаружены на глубине 3,8 м (рис. 7.12).

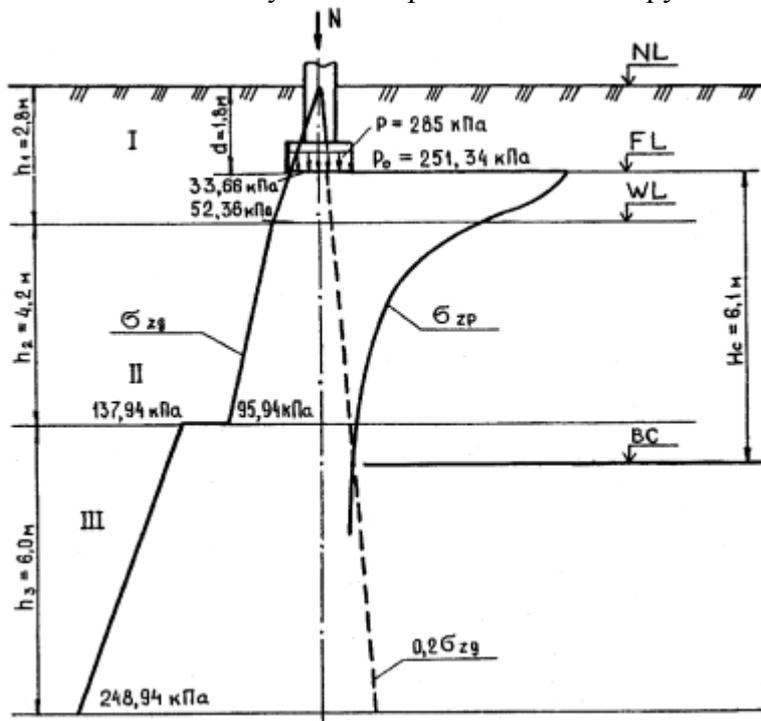


Рис. 7.12. Расчетная схема к примеру 7.1

Решение. Вычисляем ординаты эпюры вертикального напряжения от действия собственного веса грунта по формуле (6.46) и вспомогательной эпюры  $0,2\sigma_{zg}$ .

На поверхности земли  $\sigma_{zg} = 0$ ;

на уровне подошвы фундамента  $\sigma_{zg0} = \gamma_1 d = 18,7 \cdot 1,8 = 33,66$  кПа;

на контакте первого и второго слоев  $\sigma_{zg1} = \sigma_{zg0} + (h_1 - d) \gamma_1 = 33,66 + (2,8 - 1,8) \cdot 18,7 = 52,36$  кПа;

на контакте второго и третьего слоев  $\sigma_{zg2} = \sigma_{zg1} + \gamma_{sb2} h_2 = 52,36 + 10,38 \cdot 4,2 = 95,94$  кПа.

Так как второй слой насыщен водой, то необходимо учитывать взвешивающее действие столба воды:

$$\gamma_{sb_2} = \frac{\gamma_{s2} - \gamma_w}{1 + e_2} = \frac{26,6 - 10,0}{1 + 0,60} = 10,38 \text{ кПа.}$$

Тогда третий слой воспринимает давление не только от действия двух вышележащих слоев, но и давление столба воды, которое определяется уравнением

$$\nabla = h_w \cdot \gamma_w = h_2 \cdot \gamma_w = 4,2 \cdot 10 = 42 \text{ кПа}$$

Напряжение по подошве третьего слоя определяем

$$\sigma_{zg_3} = \sigma_{zg_2} + \nabla + \gamma_3 \cdot h_3 = 95,94 + 42 + 18,5 \cdot 6,0 = 248,94 \text{ кПа}$$

Определяем дополнительное давление на основание под подошвой фундамента:

$$P_0 = P - \sigma_{zg0} = 285,0 - 33,66 = 251,34 \text{ кПа}$$

Для нахождения глубины сжимаемой толщи определяем  $\sigma_{zp}$  по оси фундамента, а полученные данные сводим в табл. 7.1

Нижнюю границу сжимаемой толщи находим по точке пересечения вспомогательной эпюры и эпюры дополнительных напряжений  $0,2\sigma_{zg}$  (см. рис. 7.12).

Из рис. 7.12 видно, что эта точка пересечения соответствует мощности сжимаемой толщи  $H_c = 6,1$  м.

По формуле (7.16) находим осадку  $S_1$  слоя песка мелкого:

$$S_1 = \frac{0,8 \cdot 50}{14400} \left( \frac{251,34 + 215,0}{2} + \frac{215,0 + 158,0}{2} \right) = 1,16 \text{ см}$$

Вычисляем осадку  $S_2$  песка средней крупности:

$$S_2 = \frac{0,8 \cdot 50}{18600} \left( \frac{158,0 + 120,0}{2} + \frac{120,0 + 90}{2} + \frac{90,0 + 75,0}{2} + \frac{75,0 + 62,0}{2} + \frac{62,0 + 54,0}{2} + \frac{54,0 + 49,0}{2} + \frac{49,0 + 46,0}{2} \right) + \frac{46,0 + 43,0}{2} \cdot \frac{0,8 \cdot 20}{18600} = 1,34 + 0,04 = 1,38 \text{ см.}$$

Вычисляем осадку  $S_3$  слоя суглинка:

$$S_3 = \frac{0,8}{15300} (50 \cdot 37,5 + 30 \cdot 33,0) = 0,15 \text{ см}$$

Полная осадка фундамента

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 1,16 + 1,38 + 0,15 = 2,69 \text{ см.}$$

По СНиП 2.02.01—83\* для зданий данного типа находим предельно допустимую осадку  $S_u = 10$  см.

В рассматриваемом случае  $S = 2,69$  см  $< S_u = 10$  см. Следовательно, полная осадка фундамента не превышает предельно допустимой по СНИПУ.

Таблица 7.1. Расчетные данные к примеру 7.1

Наименование слоя грунта	Относительная глубина $\xi = 2z/b$	Абсолютная глубина $z = \xi b/2, \text{ м}$	Коэффициент изменения напряжений по глубине $\alpha$	Дополнительное давление $\sigma_{zp}, \text{ кПа}$	Бытовое давление $\sigma_{zg}, \text{ кПа}$	$0,2 \sigma_{zg}$	Модуль деформации $E, \text{ МПа}$
Песок мелкий, маловлажный, с редней плотности	0	0	1,000	251,34	33,66	6,73	14,4
	0,8	0,48	0,881	221,43	42,64	8,53	-«-
	1,6	0,96	0,642	161,36	51,62	10,32	-«-
Песок средней крупности, средней плотности, насыщенный водой	2,4	1,44	0,477	119,89	56,60	11,32	18,6
	3,2	1,92	0,374	94,00	61,58	12,32	-«-
	4,0	2,40	0,306	76,91	66,56	13,31	-«-
	4,8	2,88	0,258	64,85	71,54	14,31	-«-
	5,6	3,36	0,223	56,05	76,52	15,30	-«-
	6,4	3,84	0,196	49,26	81,50	16,30	-«-
	7,2	4,32	0,175	43,98	86,48	17,30	-«-
Суглинок полутвердый, $J_L = 0,8$ (водоупор)	8,0	4,80	0,158	39,71	91,46	18,30	-«-
	8,8	5,28	0,144	36,19	137,94	27,59	-«-
	9,6	5,76	0,137	34,43	146,82	29,36	15,3
	10,0	6,00	0,126	31,67	151,26	30,25	-«-
	Нижняя граница сжимаемой толщи						
	11,0	6,00	0,114	28,65	162,36	32,47	-

### РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТА ПОД КОЛОННУ

Фундаменты под колонны выполняют из монолитного или сборного железобетона. Фундаменты из сборного железобетона целесообразны при большой их повторяемости и обосновании экономической эффективности.

Глубину заложения фундамента назначают в зависимости от гидрологических условий на площадке строительства, глубины промерзания, наличия подземных помещений, заделки колонн и на основании техникоэкономических расчетов в соответствии со СНиП [3].

Верхний обрез фундамента обычно находится на отметке - 0,15 м. Подошву фундамента при центральной нагрузке или близкой к ней принимают

67

квадратной в плане. При внецентренной нагрузке подошву рекомендуется принимать прямоугольной формы с соотношением сторон не менее 0,6 и расположением большей стороны в плоскости действия изгибающего момента.

Фундаменты состоят из плитной части и подколонника со стаканом для заделки сборной колонны. Количество ступеней обычно не более трех и зависит от размеров подошвы, а также от размеров подколонника. Все размеры плитной части и подколонника в плане по наружным граням должны быть кратны 150мм. Размеры по высоте для подколонника и плитной части должны быть кратны 150 мм. Высоты ступеней плиты принимают равными 300 или 400мм.

#### Конструктивные требования при проектировании фундаментов.

Глубину заделки колонны прямоугольного сечения в стакан, а также толщину стенок армированного стакана принимают в зависимости от эксцентриситета продольной силы. При  $e \leq h$  ( $h$  - наибольший размер сечения колонны) глубина заделки должна быть не менее  $h$ , а толщина стенки не менее  $0,2h$ . При  $e > 2h$  глубину увеличивают до  $1,4h$ , а толщину до  $0,3h$ . При этом толщина стенок должна быть не менее 150 мм. Зазоры между гранями стакана и колонны для рихтовки при монтаже и для заполнения бетоном принимают:

50 мм - в нижней части; 70 мм - в верхней части. Высота стакана должна быть на 50 мм больше глубины заделки колонны. Для двухветвевых колонн глубину заделки принимают не менее  $hl = 0,5 + 0,33hc$  (м), где  $hc$  - расстояние между наружными гранями ветвей, а толщину стенок стакана принимают не менее  $0,2hc$ . Кроме того, глубину заделки колонны в фундамент определяет длина анкеровки продольной арматуры колонны в теле фундамента. Для арматуры А-II, в бетоне колонны В15 длина анкеровки  $\geq 25d$  ( $d$  - диаметр стержня), а для бетона В25 и выше не менее  $20d$ . При арматуре А-III длина соответственно увеличивается на  $5d$ . Для двухветвевых колонн глубина анкеровки арматуры колонны на  $5d$  больше, чем для соответствующих прямоугольных колонн.

68

Толщину стенок неармированного стакана принимают не менее  $0,75hl$  и не менее 200 мм. Толщину дна стакана назначают по расчету и не менее 200 мм.

Под монолитные фундаменты рекомендуется предусматривать бетонную подготовку толщиной 100 мм, а под сборные - слой средnezернистого песка толщиной 100 мм.

Монолитные фундаменты изготавливают из бетона классов В 12,5 и В 15, сборные – В 15, В 25.

Подошвы фундаментов рекомендуется армировать типовыми унифицированными сварными сетками, также допускается армировать индивидуальными сварными или вязаными сетками. Арматуру сеток рекомендуют принимать класса А-II, а также А-III при условии проверки ширины раскрытия трещин. Диаметр стержней сеток подошвы должен быть не менее 10 мм при длине стержней до 3 м, и не менее 12 мм - при длине более 3 м.

Толщина защитного слоя бетона подошвы монолитных фундаментов принимается 36 и 70 мм при наличии бетонной подготовки и соответственно без неё. В сборных фундаментах и стаканах монолитных фундаментов защитный слой бетона должен быть не менее 30 мм.

Подколонники армируют продольной и поперечной арматурой по принципу армирования колонн. Площадь сечения продольной арматуры с каждой стороны подколонника должна быть не менее 0,05 % площади поперечного сечения подколонника. Диаметр продольных стержней подколонника должен быть не менее 12 мм. Поперечная арматура стенок стакана выполняется в виде сварных сеток. Стержни этих сеток располагаются у наружных и внутренних поверхностей стенок стакана. Диаметр поперечных стержней должен быть не менее 8 мм и не менее четверти диаметра продольной арматуры. Шаг горизонтальных сеток назначается не более четверти глубины стакана и не более 200 мм. Стержни продольной арматуры подколонника должны проходить между стержнями поперечных сеток. При проектировании фундаментов размеры подошвы определяют по нормативным

69

нагрузкам из расчета прочности грунтового основания. Для одноэтажных промышленных зданий с колоннами на отдельно стоящих фундаментах со свободно опертыми фермами или балками и грузоподъемностью кранов до 500 кН, при некоторых видах грунтов и условиях их залегания расчет основания здания может производиться по нормативным давлениям без проверки осадок.

Расчет фундаментов по прочности производится на невыгодное сочетание расчетных нагрузок при коэффициенте  $\gamma f > 1$ . Среднее давление на основание под подошвой фундамента не должно превышать расчетного сопротивления грунта  $R$ . Наибольшее давление на грунт у края подошвы внецентренно нагруженного фундамента не должно превышать  $1,2R$ . Для фундаментов, воспринимающих нагрузку от кранов, должно быть обеспечено полное касание подошвой фундамента грунта основания.

### 3.2 Порядок расчета фундамента под внецентренно нагруженную колонну

1. Задаться исходными данными для проектирования:  $d1$ -глубина заложения фундамента;

$e$ - коэффициент пористости грунта;

$cII$  - расчетное значение удельного сцепления;

$\phi$ - угол внутреннего трения;  $JL$  - показатель текучести;

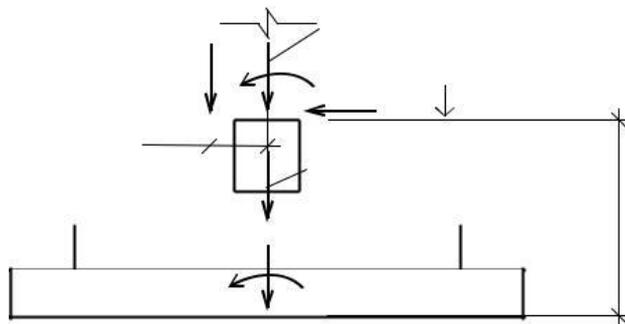
$\gamma II'$  - осредненное значение удельного веса грунта;

$Rb, Rbt$  - расчетные сопротивления бетона сжатию и растяжению для 1-ой группы предельных состояний, Прил. 5 (табл. 13 [1]);

$Rs$  - расчетное сопротивление арматуры растяжению, Прил. 7 (табл. 22 [1]);

$\gamma b2$  - коэффициент условий работы бетона (табл. 15 [1]).

70



Исходные характеристики грунта для проектирования берут по гидрогеологическим изысканиям места строительства и даются в задании на курсовое проектирование.

2. Определить усилия, действующие на основание по формулам:

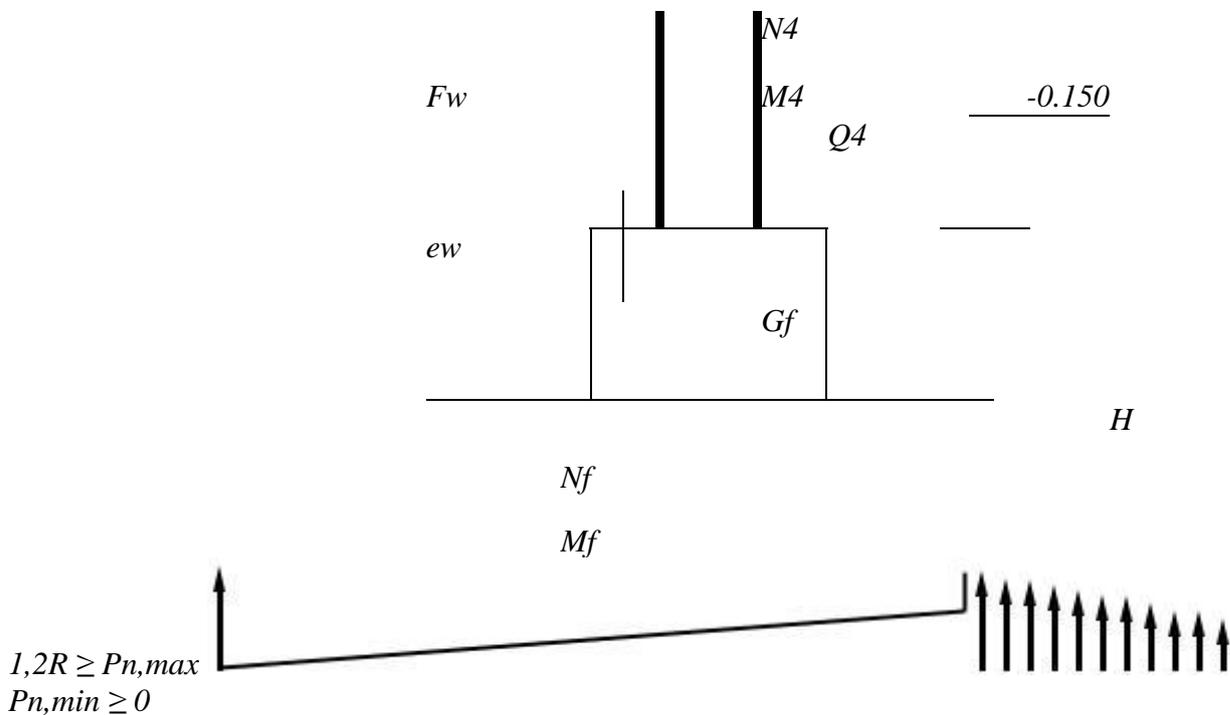
$$M_f = M_4 + Q_4 H + F_w e_w, N_f = N_4 + F_w,$$

где  $M4, N4, Q4$  - расчетная комбинация усилий в сечении колонны 4-4 из статического расчета поперечной рамы;

$F_w$  - вес нижних стеновых панелей, остекления фундаментной балки;  $e_w$  – расстояние стены до оси фундамента

$H$  - высота тела фундамента, равная глубине заложения  $d1$  за вычетом

значения 0,15 м;



**Рис. 17.** Нагрузки на фундамент

Усилия  $Mf$  и  $Nf$  определить при двух значениях коэффициента надежности по нагрузке -  $\gamma_f = 1$  и  $\gamma_f > 1$ .

3. Определить размеры подошвы фундамента.

Размер меньшей стороны фундамента определить из его работы на центральное сжатие максимальной продольной силой:

$$b = \sqrt{Nf / (R0 - \gamma m d1)},$$

71

где  $Nf$  - продольная сила при  $\gamma_f = 1$ ;  $R0$  - условное расчетное сопротивление грунта, Прил. 20 (табл.1-5 прил. 3 [3]);  $\gamma m = 20$  кН/м<sup>3</sup> - средний удельный вес фундамента и грунта на его уступах.

Размер большей стороны подошвы фундамента  $a = b/0,8$ . Величина  $a$  и  $b$  должны быть кратны 300 мм. Момент сопротивления подошвы фундамента определить из выражения  $W = b a^2 / 6$ .

4. Уточнить значение расчетного сопротивления грунта п. 2.41 [3]:

$$R = \frac{\gamma c1 \gamma c2}{k} [M \gamma k z b \gamma \quad \Pi + M q d1 \gamma \quad \Pi + M c c \Pi].$$

Определить расчетные значения давления на грунт:

$$Pn = \gamma m d1 + \frac{Nf}{A} \leq R,$$

$$Pn, max = \gamma m d1 + \frac{Nf}{A} + \frac{Mf}{W} \leq 1,2R,$$

$$P_{n, \min} = \gamma m d l + \frac{N_f}{A} - \frac{M_f}{W} \geq 0,$$

$$A = a b,$$

где  $M_f, N_f$  - изгибающий момент и продольная сила при  $\gamma_f = 1$ .

При невыполнении одного из условий необходимо увеличить размеры подошвы.

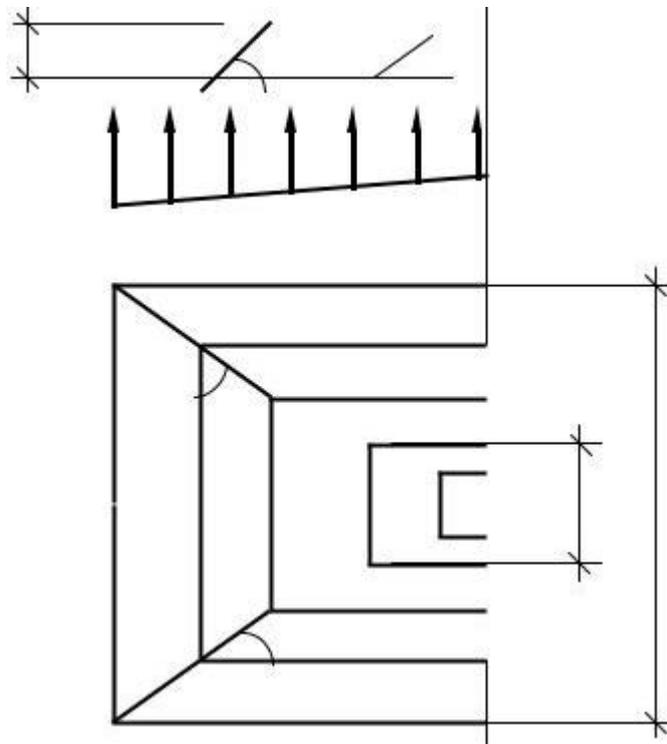
6. Рассчитать прочность фундамента на продавливание. Для первой ступени условие прочности имеет вид:

$$A P_{\max} \leq \alpha R_{bt} u m h_{01},$$

где  $A$  - площадь трапеции  $ABCD$  (см. рис. 18),  $CD = B_1 + 2h_{01}$ ;  $P_{\max}$  - максимальное давление в грунте от расчетного сочетания усилий при  $\gamma_f > 1$ ;  $\alpha = 1$  - для тяжелого бетона;  $u m$  - средняя линия трапеции  $DCEF$ ;  $h_{01}$  - высота первой ступени;

При невыполнении условия прочности на продавливание необходимо увеличить высоту первой ступени.

72



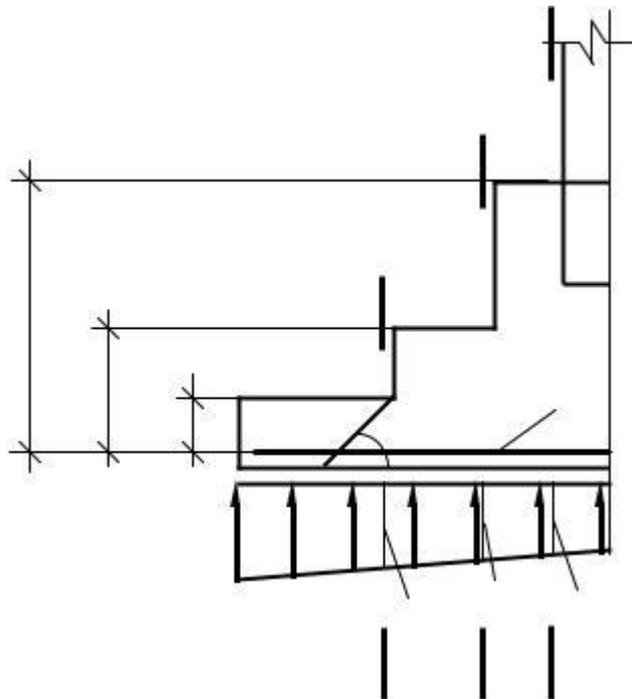
**Рис. 18.** К расчету фундамента на продавливание

Аналогичным образом проверить прочность оставшихся ступеней. Высоту ступеней в направлении большей стороны подошвы фундамента не проверяют, так как размеры площадки продавливания больше, чем в рассмотренном выше случае.

7. Рассчитать арматуру подошвы фундамента.

Арматуру подбирают в направлении большей стороны подошвы фундамента в трех сечениях: 1-1, 2-2, 3-3 (см. Рис. 19).

73



**Рис. 19.** К расчету арматуры подошвы  
Изгибающий момент в рассматриваемом сечении,

$$M_i = b L_i \frac{2P_{max} + P_i}{6},$$

где  $L_i$  - расстояние от наружной грани до рассматриваемого сечения;  $P_i$  - значения давления грунта в рассматриваемом сечении от расчетного сочетания нагрузок;  $i$  - номер сечения.

Количество арматуры для обеспечения прочности нормального сечения определяется выражением:

$$A_{si} = M_i / R_s S h_{0i},$$

где  $h_{0i}$  - рабочая высота рассматриваемого сечения;  $S$  - взять из таблицы 4

Приложения 2 [8] в зависимости от значения  $am = M_i / R_b Y_b 2 b h_{0i}$ .

Из трех значений требуемого количества арматуры выбрать максимальное и задаться диаметром и количеством стержней.

Количество арматуры в направлении меньшей стороны подошвы фундамента определить по среднему напряжению в грунте под подошвой

74

фундамента  $P = 0,5(P_{max} + P_{min})$ , изгибающие моменты в сечениях определить по формуле:

$$M_i = a L_i p_{0,5},$$

где  $L_i$  - расстояние от наружной грани до рассматриваемого сечения в направлении меньшей стороны фундамента.

Количество арматуры определить аналогично изложенному выше. 8. Определить количество продольной арматуры стакана.

Площадь продольной арматуры определяют из условия прочности сечения на уровне дна стакана. Изгибающий момент и продольную силу при

$\gamma_f > 1$  определяют из выражений;

$$M = M_f + Q_4 h_{gl} + F_w e_w, N = N_4 + F_w + G_f,$$

где  $h_{gl}$  - высота стакана;  $G_f$  - вес стаканной части подколонника;  $F_w$  - усилия от веса стены и фундаментной балки;

Количество продольной симметричной арматуры определить по методике расчетов колонн 2.2.1. п. 15-20, приняв значение коэффициента  $\eta = 1$ .

9. Определить количество поперечной арматуры стакана фундамента. Поперечная арматура по расчету определяется в направлении длинной

стороны подошвы фундамента. Рассматривают прочность наклонных сечений II-II и III-III (см. Рис. 20). Определяют расчетный эксцентриситет продольной силы  $e_0 = M / N$ ,

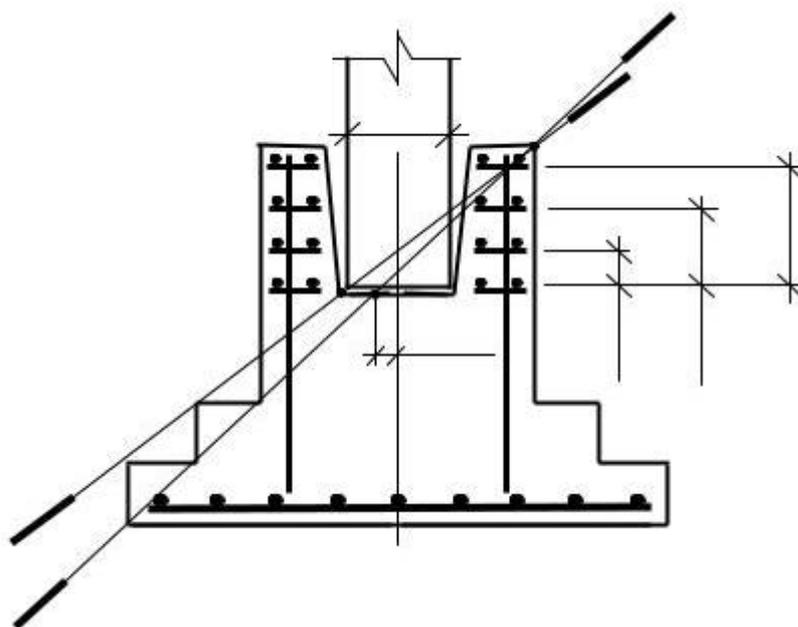
где  $M$  и  $N$  - усилия при  $\gamma_f > 1$  - взять из расчета продольной арматуры стакана.

Сравнить расчетный эксцентриситет продольной силы. При  $e_0 \leq hbc$  поперечная арматура ставится по конструктивным соображениям.

При  $\frac{hc}{b} < e_0 \leq \frac{h_0}{2}$  поперечную арматуру подбирают из условия прочности

наклонного сечения III-III:

$$A_w = \frac{M - 0.7N e_0}{R_{sw} \sum z w}$$



где  $R_{sw}$  - расчетное сопротивление растяжению арматуры хомутов (таб.22.[1]);

$\sum z w_i$  - сумма расстояний от каждого ряда до нижней грани колонны.

При  $e_0 > h_0/2$  поперечную арматуру определяют из условия прочности наклонного сечения II-II:

$$A_w = \frac{M - N 0.5hc}{R_{sw} - \sum z w_i}$$

Приложение А

Индивидуальные задания для студентов

Таблица А-1

Расчетные характеристики прокатной стали

№ вар.	Марка стали	Номер уголка	№ вар.	Марка стали	Номер уголка
1	2	3	4	5	6
1	С 235	50x5	16	С 245	160x12
2	С 245	56x5	17	С 255	200x10
3	С 255	63x6	18	С 245	200x13
4	С 255	63x4	19	С 285	200x14
5	С 285	70x5	20	С 345	200x16
6	С 345	70x6	21	С 385	200x20
7	С 385	75x5	22	С 235	200x12
8	С 235	75x6	23	С 245	200x13
9	С 245	80x6	24	С 255	100x7
10	С 255	80x7	25	С 235	100x8
11	С 255	90x6	26	С 285	100x10
12	С 285	90x7	27	С 345	110x10
13	С 345	160x10	28	С 355	125x9
14	С 385	160x12	29	С 235	140x9
15	С 345	180x11	30	С 345	140x10

Таблица А-2

Расчетные характеристики древесины

№ вар	Сорт	Порода	Сечение	усл. эксп.
1	2	3	4	5
1	1	Ель	100x100	2
2	2	Сосна	100x125	3
3	3	Пихта	125x150	1
4	1	Береза	150x150	4
5	2	Дуб	150x175	2
6	3	Лиственница	175x175	2
7	1	Бук	175x200	3
8	2	Осина	200x200	2
9	3	Ясень	100x100	3
10	1	Клен	100x125	4
11	2	Кедр сибирский	125x150	3
12	3	Сосна	150x150	4
13	1	Пихта	175x175	3
14	2	Тополь	200x200	2
15	3	Граб	100x125	3
16	1	Липа	100x150	2
17	2	Бук	150x200	4
18	3	Осина	200x250	2
19	1	Ясень	150x150	3
20	2	Клен	100x100	4
21	3	Кедр сибирский	100x125	3
22	1	Сосна	125x125	4
23	2	Пихта	150x150	2
24	3	Береза	150x175	4
25	1	Дуб	100x175	2
26	2	Лиственница	100x200	1
27	3	Ясень	150x200	1
28	1	Клен	100x150	2
29	2	Пихта	150x150	3
30	3	Береза	100x175	4

Таблица А-3

Расчетные характеристики каменной кладки

№ вар	Матер кладки	Марка камня	Марка раств.	Сеч. в кирп. (см)	№ вар	Матер кладки	Марка камня	Марка раств.	Сеч. в кирп. (см)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	А	75	50	1,5x2,0	16	Г	100	75	40x60см
2	А	100	50	1,5x2,5	17	Г	150	100	60x80см
3	А	125	50	1,5x3,0	18	Г	100	50	60x40см
4	А	150	50	2,0x2,0	19	Г	75	75	40x80см
5	А	200	50	2,0x2,5	20	Г	50	75	60x80см

6	Б	100	150	2,0x3,0	21	Д	200	В12,5	50x70см
7	Б	125	150	2,0x3,5	22	Д	250	В7,5	70x90см
8	Б	150	150	1,5x1,5	23	Д	50	В3,5	80x80см
9	Б	200	150	1,5x2,0	24	Д	100	В2,5	50x50см
10	Б	300	150	1,5x2,5	25	Д	100	В7,5	60x100см
11	В	75	100	1,5x3,0	26	А	35	10	1,5x2,0
12	В	100	100	2,0x2,0	27	А	50	10	1,5x2,5
13	В	125	100	2,0x2,5	28	А	75	10	2,0x3,0
14	В	150	100	2,0x3,0	29	А	100	25	2,5x3,0
15	В	200	100	2,0x3,5	30	А	125	25	3,0x3,5

Материал кладки: А- кирпич керамический;  
Б- кирпич силикатный; В- керамические камни;  
Г- пустотелые бетонные камни; Д- бутобетон.

Таблица А-4

Расчетные характеристики бетона и арматуры

№ вар	Класс бетона	Класс арматуры	№ вар	Класс бетона	Класс арматуры
1	2	3	4	5	6
1	В10	А 240	16	В30	А 240
2	В15	А 300	17	В35	А 300
3	В20	А 400	18	В40	А 400
4	В25	А 500	19	В45	А 500
5	В30	В 500	20	В50	В 500
6	В35	А 240	21	В55	А 240
7	В40	А 300	22	В25	А 300
8	В45	А 400	23	В10	А 400
9	В35	А 500	24	В15	А 500
10	В55	В 500	25	В20	В 500
11	В45	А 240	26	В25	А 240
12	В10	А 300	27	В30	А 300
13	В15	А 400	28	В35	А 400
14	В20	А 500	29	В40	А 500
15	В25	В 500	30	В45	В 500

Таблица А-5 Сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup>междуетажного перекрытия

№ вар	Тип пола	Толщ. стяжки мм	Толщина тепло-зв.-из. слоя, мм	Марка плиты перекры.	Назначение здания
1	2	3	4	5	6
1	Ламинат	40	Рагос, 50	ПК 63.10	Архив
2	Линолеум	25	ГВЛ, 2 слоя	ПК 60.10	Администр.
3	Паркет	30	Перлит, 100	ПК 63.15	Школа
4	Дощатый	-	Rockwool, 75	ПК 60.15	Спортзал
5	Линолеум	45	Roofmate, 75	ПК 48.12	Детсад
6	Керамич. плитка	50	Пенополистирол, 75	ПК 51.12	Быговой корпус
7	Паркет	30	Рагос, 125	ПК 48.18	Ресторан
8	Ламинат	40	Перлит, 60	ПК 51.18	Гостиница
9	Линолеум	15	Рагос, 50	ПК 57.10	Поликлиника
10	Бетонный	25	URSAFOAM, 75	ПК 54.10	Зал ожидания
11	Керамич. плитка	35	Пенополистирол, 50	ПК 57.15	Налоговая инспекция
12	Линолеум	30	ГВЛ, 2 слоя	ПК 54.15	Столовая
13	Паркет	20	ДВП, 24	ПК 57.12	Лицей
14	Керамич. плитка	40	Пенополистирол, 50	ПК 54.12	Горсуд
15	ДВП	25	Рагос, 75	ПК 57.18	Ломбард

**Сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup>междуэтажного перекрытия**

Продолжение тб. А-5		Сбор нагрузок на 1 м <sup>2</sup> междуэтажного перекрытия			
№ вар	Типпола	Толщ. стяжки млшчина	тепло-зв.-из. слоя,	Марка плиты перекр	Назначение здания
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
16	Ламинат	30	МВП, 80	ПК 54.18	Выставочный зал
17	ДВП	25	Roofmate, 65	ПК 51.10	Диспансер
18	Линолеум	45	ДВП, 24	ПК 48.10	Пансионат
19	Керамич. плитка	15	МВП, 125	ПК 51.15	Магазин
20	Паркет	40	Рагос, 40	ПК 48.15	Турфирма
21	Дощатый	-	URSA,80	ПК 63.12	Тренажерный зал
22	Ламинат	15	Пенопласт, 50	ПК 60.12	Биржа
23	Линолеум	35	ДВП, 24	ПК 63.18	Лаборатория
24	Паркет	45	МВП, 50	ПК 60.18	Офис
25	Бетонный	30	Рагос, 70	ПК 63.10	Кафе
26	Паркет	15	Пенополистирол, 100	ПК 60.10	Концертный зал
27	Дощатый	-	Эковата, 75	ПК 57.12	Казарма
28	ДВП	20	МВП, 40	ПК 51.18	Дом цветов
29	Линолеум	30	ГВЛ, 2 слоя	ПК 54.15	Рыбоохрана
30	Дощатый	-	Isover, 60	ПК 48.12	Военкомат

Таблица А-6

Сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup> покрытия, балку и колонну

№ вар	Вид кров. матер	Толщ стяжки мм	Толщ. утепл., мм	Толщ. ж/б плиты мм	Район стр-ва	ℓ, м	а, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Бикрост	30	Пенополистирол, 100	120	Нижний Новгород	5,7	5,1
2	Линокром	40	Paroc, 150	140	Псков	5,4	4,8
3	Техноэласт	50	МВП, 140	100	Бабаево	7,0	5,4
4	Экофлекс	45	Перлит, 90	160	Тамбов	6,0	5,4
5	Катепал-гупла	35	Ursafoam, 125	110	В.Устюг	6,3	5,7
6	Бикрост	25	Пенополистирол, 180	130	Троцко-Печорск	5,7	6,0
7	Линокром	30	Roofmate, 150	150	Сокол	5,7	5,1
8	Техноэласт	40	Paroc, 75	100	Орел	5,4	6,0
9	Экофлекс	50	Ursafoam, 80	110	Кадуй	6,3	4,8
10	Бикрост	45	Roofmate, 125	120	Казань	6,6	4,8
11	Линокром	35	МВП, 120	130	Устюжна	6,0	5,7
12	Техноэласт	25	Paroc, 250	140	Тюмень	5,7	4,2
13	Экофлекс	30	Перлит, 140	150	Сямжа	7,2	5,1
14	Катепал-гупла	40	Пенопласт, 250	160	Якутск	5,1	5,4
15	Бикрост	50	Пенополистирол, 170	100	Вытегра	4,5	5,1
16	Линокром	25	Ursafoam, 130	110	Рязань	4,8	5,7
17	Техноэласт	35	МВП, 150	120	Грязовец	7,8	6,3
18	Экофлекс	45	Paroc, 300	130	Тикси	6,0	6,6
19	Бикрост	30	Roofmate, 90	140	Тотьма	7,6	6,3
20	Катепал-гупла	40	Ursafoam, 280	150	Магадан	8,0	4,8
21	Линокром	50	Перлит, 240	160	Шексна	7,4	5,6
22	Техноэласт	25	Пенопласт, 100	100	Владимир	6,0	5,7
23	Экофлекс	35	МВП, 160	110	Вологда	5,0	5,7
24	Бикрост	45	Paroc, 140	120	Смоленск	7,5	5,4
25	Линокром	30	Ursafoam, 110	130	Кадников	8,4	6,3
26	Катепал-гупла	40	Пенополиуретан, 110	140	Нарьян- Мар	7,7	4,2
27	Техноэласт	50	Ursafoam, 150	150	Череповец	7,2	6,3
28	Бикрост	25	Roofmate, 100	160	Иркутск	5,4	6,0
29	Линокром	35	Paroc, 120	130	Чагода	6,3	5,7
30	Техноэласт	45	МВП, 130	150	Киров	8,1	5,4

Таблица А-7

Подбор сечения стальной колонны

№ вар	Марка стали	Тип дв	Расч схема	Сетка колонн ℓ*а, м	H <sub>ст</sub> , м	g <sub>n</sub> , кПа	p <sub>n</sub> , кПа	γ <sub>f1</sub>	γ <sub>f2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	C245	К		9 x 21	5,4	2,0	3,5	1,1	1,2
2	C235	Ш		15 x 9	7,2	3,4	3,8	1,2	1,3
3	C245	К		12 x 15	6,0	4,2	3,3	1,1	1,4

4	C235	Ш		12 x 12	8,4	2,2	4,0	1,1	1,3
5	C245	К		18 x 12	9,0	3,1	3,5	1,2	1,4
6	C235	Ш		12 x 24	8,2	2,2	4,3	1,1	1,2
7	C245	К		18 x 9	9,6	3,0	2,7	1,2	1,3
8	C235	Ш		21 x 12	6,5	3,6	2,9	1,1	1,4
9	C245	К		21 x 12	7,4	2,5	4,3	1,1	1,3
10	C235	Ш		12 x 15	5,7	3,1	3,8	1,2	1,4
11	C245	К		24 x 6	9,1	2,8	4,6	1,1	1,2
12	C235	Ш		12 x 12	8,5	3,3	4,2	1,2	1,3
13	C245	К		9 x 21	7,6	3,9	4,0	1,1	1,4
14	C235	Ш		18 x 9	6,6	3,4	5,1	1,1	1,3
15	C245	К		15 x 9	8,5	2,4	4,7	1,2	1,4
16	C235	Ш		6 x 24	3,6	3,3	4,6	1,1	1,2
17	C245	К		9 x 18	4,2	3,0	5,1	1,2	1,3
18	C235	Ш		12 x 18	3,5	2,7	4,5	1,1	1,4
19	C245	К		15 x 18	3,0	3,2	4,6	1,1	1,3
20	C235	Ш		9 x 21	4,5	4,0	3,7	1,2	1,4
21	C245	К		6 x 24	7,3	3,9	5,1	1,1	1,2
22	C235	Ш		12 x 12	8,2	2,4	5,2	1,2	1,3
23	C245	К		18 x 9	9,1	2,7	4,8	1,1	1,4
24	C235	Ш		21 x 12	8,0	3,3	5,2	1,2	1,3
25	C245	К		9 x 24	8,4	4,1	2,6	1,2	1,4
26	C235	Ш		18 x 9	5,1	2,6	5,3	1,1	1,2
27	C245	К		15 x 12	6,2	3,8	4,6	1,2	1,3
28	C235	Ш		9 x 12	5,7	2,7	5,1	1,2	1,4
29	C245	К		21 x 9	7,2	3,2	4,0	1,1	1,3
30	C235	Ш		6 x 24	6,0	3,4	5,2	1,2	1,4

Таблица А-8

Подбор сечения деревянной стойки

№ вар	Расчетная схем	N, кН	ℓ, м	Тип сечения	Порода	Класс условий эксплуатац.
1	2	3	4	5	6	7
1		80	2,5		Кедр сиб.	3
2		180	4,0		Сосна	4
3		100	4,2		Пихта	2
4		230	3,8		Береза	3

5		150	3,2		Ель	1
6		240	6,0		Сосна	2
7		150	5,4		Липа	3
8		170	5,8		Тополь	1
9		120	4,8		Береза	2
10		190	5,0		Кедр сиб	4
11		110	5,0		Липа	1
12		120	4,8		Ольха	2
13		140	5,2		Береза	2
14		180	2,8		Ель	3
15		130	4,0		Тополь	1
16		190	4,0		Пихта	1
17		200	4,4		Лиственница	2
18		80	4,6		Бук	3
19		110	3,3		Граб	2
20		75	4,8		Береза	4
21		60	2,3		Дуб	2
22		70	2,5		Сосна	4
23		80	2,4		Береза	3
24		90	2,5		Кедр сиб	1
25		100	2,6		Ель	3
26		150	3,5		Лиственница	1
27		220	3,6		Пихта	3
28		240	4,4		Береза	2
29		170	4,6		Граб	4
30		160	4,8		Бук	3

Таблица А-9

Подбор рабочей арматуры в железобетонной колонне

№ ва	Расчетная схема колонны	H <sub>эт</sub> , м	Расчетное усилие N, кН	Класс		Сечение колонны b*h, см
				бетона	арматуры	
1	2	3	4	6	7	8
1		4,2	1600	B25	A300	30 x 40
2		5,4	1700	B15	A400	40 x 40
3		5,4	1600	B20	A300	40 x 40
4		6,0	1000	B20	A400	30 x 30
5		7,2	1300	B25	A300	40 x 40
6		5,4	1150	B20	A400	40 x 40
7		4,8	1200	B25	A300	30 x 30
8		6,0	800	B15	A400	30 x 30

9		5,7	1400	B25	A300	30 x 30
10		6,0	1100	B20	A400	40 x 40
11		4,8	950	B15	A300	30 x 30
12		8,4	1180	B20	A400	40 x 40
13		6,6	1650	B25	A300	30 x 30
14		7,6	1560	B20	A400	30 x 40
15	6,0	1750	B15	A300	40 x 40	
16		4,0	650	B15	A400	30 x 30
17		4,2	1150	B20	A300	40 x 40
18		3,8	1450	B25	A400	30 x 40
19		3,5	1350	B20	A300	30 x 30
20		4,0	1400	B20	A400	40 x 40
21		9,6	1540	B20	A300	30 x 40
22		12,2	1620	B15	A400	40 x 40
23		11,4	1570	B25	A300	30 x 30
24		14,4	1350	B20	A400	40 x 40
25		12,0	1080	B15	A300	30 x 40
26		3,3	1050	B20	A400	40 x 40
27		2,8	1300	B25	A300	30 x 30
28		2,5	1210	B20	A400	30 x 30
29		2,7	1160	B20	A300	30 x 40
30		3,0	1230	B15	A400	40 x 40

Приложение Б

**Плотность некоторых строительных материалов**

	Наименование строительных материалов	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
1	Бетон тяжелый	2200...2400
2	Железобетон	2500
3	Каменная кладка	1700
4	Асфальтобетон литой (в стяжках)	1800
5	Керамзитобетон	900...1600
6	Древесина (сосна, ель)	500
7	Дуб, береза	700
8	Сталь	7800
9	Фанера	700
10	Цементно- песчаный раствор	2000
11	Керамическая плитка	2700
12	Ламинат $t=7...8$ мм	700
13	Паркет $t=2...25$ мм	500
14	Линолеум $t=3$ мм	1100...1600
15	Плиты ДВП $t=3,2$ мм	700
16	Листы ГКЛ $t=16$ мм, ГВЛ $t=13$ мм	1100
17	Утеплитель URSA, PAROC	60...75
18	Мин-ватные плиты полужесткие	125
19	Мин-ватные плиты жесткие	250
20	Эковата	300
21	Плиты ДВП изоляционные, $t=24$ мм	250
22	Пенопласт	15...25

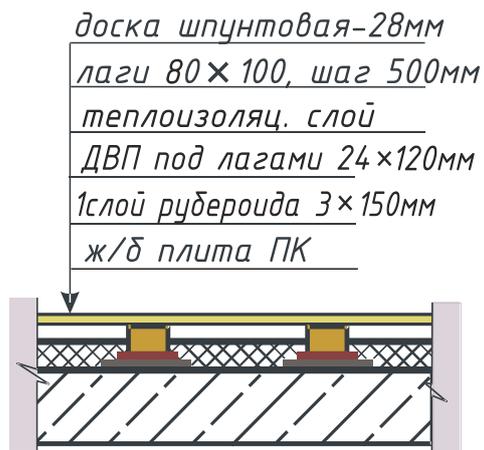
23	Пенополистирол ПСБ-С (ГОСТ 15588-86)	35
24	Керамзит	300...500
25	Перлит	250
26	Вермикулит	250...400
27	Rockwool	110...160
28	Roofmate	30
29	URSAFOAM	60...75
30	Isover	50...80
31	Катепал-гупла	1200
32	Бикрост, Линокром	1200
33	Техноэласт, Экофлекс	1150
34	Рубероид t=3мм	600
35	итум	1050

Приложение В

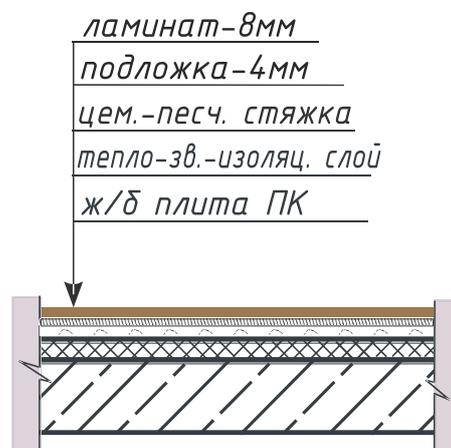
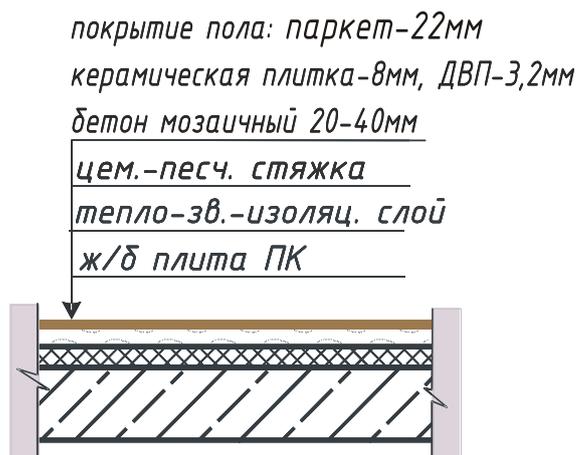
**Масса плит перекрытия**

№	Марка плиты	Масса, кг	№	Марка плиты	Масса, кг
1	ПК 63.10	1825	13	ПК 63.15	2950
2	ПК 60.10	1725	14	ПК 60.15	2800
3	ПК 57.10	1650	15	ПК 57.15	2675
4	ПК 54.10	1575	16	ПК 54.15	2525
5	ПК 51.10	1475	17	ПК 51.15	2400
6	ПК 48.10	1400	18	ПК 48.15	2250
7	ПК 63.12	2200	19	ПК 63.18	3350
8	ПК 60.12	2100	20	ПК 60.18	3175
9	ПК 57.12	2000	21	ПК 57.18	3025
10	ПК 54.12	1900	22	ПК 54.18	2875
11	ПК 51.12	1800	23	ПК 51.18	2700
12	ПК 48.12	1700	24	ПК 48.18	2550

## Приложение Г



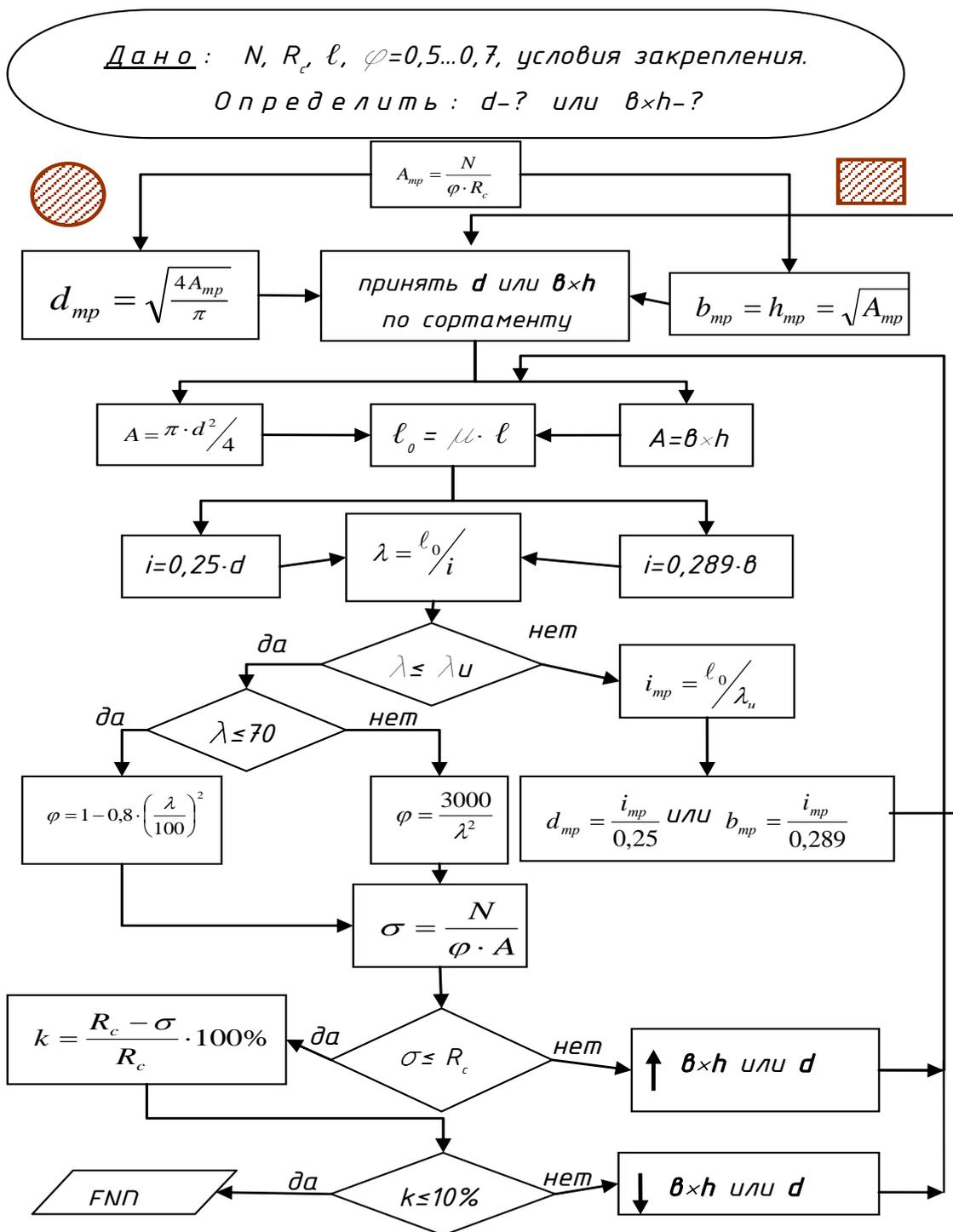
## Узлы полов



### Блок-схема

приложение Д

Подбор сечения сжатых деревянных элементов



Приложение Е

Расчетные характеристики материалов

Таблица Е-1 Нормативные и расчетные сопротивления при растяжении, сжатии и изгибе листового и фасонного проката, таблица В.5 СП 16.13330.2011

Сталь	Толщина проката, мм	Расчетное сопротивление, МПа, Н/мм <sup>2</sup> проката			
		R <sub>yn</sub>	R <sub>un</sub>	R <sub>y</sub>	R <sub>u</sub>
C235	От 2 до 8	235	360	230	350
C245	От 2 до 20	245	370	240	360
	Св. 20 до 30	235	370	230	360
C255	От 2 до 20	245	370	240	360
	Св. 20 до 40	235	370	230	360
C285	От 2 до 10	275	390	270	380
	Св. 10 до 20	265	380	260	370
C345	От 2 до 20	325	470	320	460

За толщину фасонного проката следует принимать толщину полки.

Таблица Е-2 Коэффициенты условий работы элементов стальных конструкций, табл.1 СИ 16.13330.2011

Элементы конструкций	Коэффиц. условий работы $\gamma_c$
1. Балки сплошного сечения и сжатые элементы ферм перекрытий под залами театров, клубов, кинотеатров, под трибунами, под помещениями магазинов, книгохранилищ, архивов и т.п. при временной нагрузке, не превышающей вес перекрытий	0,9
2. Колонны общественных зданий при постоянной нагрузке, равной или менее 0,8 расчётной, и опор водонапорных башен	0,95
4. Сжатые основные элементы (кроме опорных) решетки составного таврового сечения из уголков в сварных фермах покрытий и перекрытий при расчёте на устойчивость при гибкости $\lambda \geq 60$	0,8
5. Растянутые элементы (затяжки, тяги, оттяжки, подвески) при расчёте на прочность по ослабленному сечению	0,9
6. Элементы конструкций из стали с пределом текучести до 440 МПа, несущие статическую нагрузку, при расчетах на прочность по сечению, ослабленному отверстиями для болтов	1,1

Таблица Е-3 Коэффициенты перехода  $m_n$  по табл. 5 СП 64.13330.2011

Древесные породы	Коэффициент $m_n$ для расчетных сопротивлений		
	растяжению, изгибу, сжатию и смятию вдоль волокон R <sub>p</sub> , R <sub>и</sub> , R <sub>с</sub> , R <sub>см</sub>	сжатию и смятию поперек волокон R <sub>с90</sub> , R <sub>см90</sub>	Скальванию R <sub>ск</sub>
<u>Хвойные</u> 1. Лиственница	1,2	1,2	1

2. Кедр сибирский	0,9	0,9	0,9
3. Кедр Красноярского края, сосна веймутова	0,65	0,65	0,65
4. Пихта	0,8	0,8	0,8
<u>Твердые лиственные</u>			
5. Дуб	1,3	2	1,3
6. Ясень, клен, граб	1,3	2	1,6
7. Акация	1,5	2,2	1,8
8. Береза, бук	1,1	1,6	1,3
9. Вяз, ильм	1	1,6	1
<u>Мягкие лиственные</u>			
10. Ольха, липа, осина, тополь	0,8	1	0,8

Таблица Е-4

Расчетные сопротивления **древесины** сосны и ели, табл. 3 СП  
64.13330.2011

Напряженное состояние и характеристика элементов	Обозначение	Расчетные сопротивл., МПа, для сортов (классов) древесины		
		1/К26	2/К24	3/К16
1. Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон:				
а) элементы прямоугольного сечения (за исключением указанных в подпунктах “б”, “в”) высотой до 50 см	$R_{и}, R_{с}, R_{см}$	14	13	8,5
б) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 11 до 13 см при высоте сечения свыше 11 до 50 см	$R_{и}, R_{с}, R_{см}$	15	14	10
в) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 13 см при высоте сечения свыше 13 до 50 см	$R_{и}, R_{с}, R_{см}$	16	15	11
г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном сечении	$R_{и}, R_{с}, R_{см}$	–	16	10

Таблица Е-5

Коэффициенты условия работы  $m_b$   
по табл. 7 СП 64.13330.2011

Условия эксплуатации (по таблице 1 СП)	1А и 1	2	3	4
Коэффициент $m_b$	1	0,9	0,85	0,75

Таблица Е-6

Нормативные и расчетные сопротивления **бетона**, начальный модуль упругости, МПа Таблица 2.1-1; 2.1-2;2.1-4 СП 52-101-03

Вид сопротивления	Класс бетона по прочности на сжатие								
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50
Сжатие $R_b$	6,0	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0	27,5
Растяжение $R_{bt}$	0,56	0,75	0,9	1,05	1,15	1,3	1,4	1,5	1,6
$R_{b,n}$	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	32,0	36,0
$R_{b,tn}$	0,85	1,1	1,35	1,55	1,75	1,95	2,1	2,25	2,45
$E_b \cdot 10^3$	19,0	24,0	27,0	30,0	32,0	34,5	36,0	37,0	38,0

Таблица Е-7

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

Арматура классов	Растяжению		Сжатию	Нормативн. сопротивление $R_{sn}, R_{s,ser}$
	Продольной, $R_s$	Поперечной, $R_{sw}$	$R_{sc}$	
A 240	215	170	215	240
A 300	270	215	270	300
A 400	355	285	355	400
A 500	435	300	435(400)	500
B 500	410	300	410(360)	500

Таблица Е-8

асчетные сопротивления R сжатию  
аменной кладки по табл. 2 СП 15.13330.2012

Марка кирпича или камня	Расчетные сопротивления R, МПа, сжатию кладки из <b>кирпича</b> 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 Е-9

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

Марка камня	Расчетные сопротивления R, МПа, сжатию кладки из <b>бетонных камней</b> 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	1,1	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 Е-10

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

Вид бутобетона	Расчетные сопротивления $R$ , МПа сжатия бутобетона (невибрированного) при класс бетона					
	B15	B12,5	B10	B7,5	B3,5	B2,5
С рваным 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

## Приложение Ж

## Нагрузки и воздействия

Таблица Ж-1

Коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f$   
для веса строительных конструкций  
по таблице 7.1 СП 20.13330.2011

Конструкции сооружений:	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$
металлические	1,05
бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м <sup>3</sup> ), железобетонные каменные, армокаменные, деревянные	1,1
бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м <sup>3</sup> и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т.п.), выполняемые:	
в заводских условиях	1,2
на строительной площадке	1,3

Таблица Ж-2

Нагрузки на перекрытия зданий  
по табл. 8.3 СП 20.13330-2011

Помещения зданий и сооружений	Нормативные значения нагрузок $p_n$ , кПа
1. Квартиры жилых зданий; спальня помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов; жилые помещения домов отдыха и пансионатов, общежитий и гостиниц; палаты больниц и санаториев	1,5
2. Служебные помещения административного, инженерно-технического, научного персонала организаций и учреждений; офисы, классные помещения учреждений просвещения; бытовые помещения (гардеробные, душевые, умывальные, уборные) промышленных предприятий и общественных зданий и сооружений	2,0
3. Кабинеты и лаборатории учреждений здравоохранения, лаборатории учреждений просвещения, науки; помещения ЭВМ, кухни общественных зданий; помещения учреждений бытового обслуживания населения (парикмахерские, ателье и т.п.), технические этажи; подвальные помещения	Не менее 2,0
4. Залы: а) читальные	2,0
б) обеденные (в кафе, ресторанах, столовых)	3,0
в) собраний и совещаний, ожидания, зрительные и концертные, спортивные фитнес-центры, бильярдные	4,0
г) торговые, выставочные и экспозиционные	Не менее 4,0
5. Книгохранилища; архивы	Не менее 5,0
8. Чердачные помещения	0,7
12. Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позициях: а) 1, 2 и 3	3,0
б) 4, 5, 6	4,0

Таблица Ж-3 Расчетное значение веса снегового покрова  $S_g$  на  $1^2$  горизонтальной поверхности земли

Снеговые районы Российской Федерации (принимаются по карте 1 приложения Ж СП 20.13330.2011)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$S_g$ , кПа	0,8	1,2	1,8	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6

Таблица Ж-4 Районы по снеговой нагрузке городов и поселков Вологодской области

Наименование населенного пункта	Район по снеговой нагрузке	Наименование населенного пункта	Район по снеговой нагрузке
г.Бабаево	5	с. Кич. Городок	4
с.им. Бабушкина	4	с. Шуйское	4
г. Белозерск	5	г. Никольск	4
с. Липин Бор	5	с. Нюксеница	4
г. Великий Устюг	4	д. Жар	4
с. Верховажье	5	г. Сокол	4
пгт. Вожега	5	г. Кадников	4
г. Вологда	4	с. Биряково	4
пгт. Молочное	4	с. Сямжа	4
с. Прилуки	4	с. Тарнога	4
г. Вытегра	5	г. Тотьма	4
с. Анненский мост	5	пгт. Устье	4
г. Грязовец	4	г. Устюжна	4
пгт. Кадуй	4	г. Харовск	5
д. Никольское	4	пгт. Чагода	4
г. Кириллов	5	г. Череповец	4
с. Чарозеро	5	п. Шексна	4

Таблица И-1

Сортамент арматуры

Диаметр стержня, мм	Расчетная площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup> , при числе стержней									Масса 1 м длины арматуры кг	Диаметр арматуры классов	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		A240, A400	B500
3	0,071	0,141	0,212	0,283	0,353	0,424	0,495	0,565	0,636	0,052	-	+
4	0,126	0,251	0,377	0,502	0,628	0,754	0,879	1,005	1,13	0,092	-	+
5	0,196	0,393	0,589	0,785	0,982	1,178	1,375	1,571	1,767	0,144	-	+
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	0,222	+	-
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,53	0,395	+	-
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	0,617	+	-
12	1,131	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	0,888	+	-
14	1,539	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	1,208	+	-
16	2,011	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	1,578	+	-
18	2,545	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,90	1,998	+	-
20	3,142	6,28	9,42	12,56	15,71	18,85	21,99	25,13	28,28	2,466	+	-
22	3,801	7,60	11,40	15,20	19,00	22,81	26,61	30,41	34,21	2,984	+	-
25	4,909	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	3,84	+	-
28	6,158	12,32	18,47	24,63	30,79	36,85	43,10	49,26	55,42	4,83	+	-
32	8,043	16,09	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38	6,31	+	-
36	10,18	20,36	30,54	40,72	50,89	61,07	71,25	81,43	91,61	7,99	+	-
40	12,56	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,5	113,1	9,865	+	-

Таблица И-2		Сортамент двутавров стальных горячекатаных с параллельными гранями полок по ГОСТ 26020-83											
	<p>Обозначения к чертежу и табл. И-2:</p> <p>h — высота двутавра; b — ширина полки; s — толщина стенки; t — толщина полки; r — радиус сопряжения; I — момент инерции; W — момент сопротивления; S — статический момент полусечения; i — радиус инерции</p>												
	Линейная плотность, кг/м		Справочные величины для осей										
	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	X-X		Y-Y									
Номер филя	Размеры, мм			I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см			
	h	h	s								t		
Широкополочные двутавры													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
20Ш1	193	150	6,0	9,0	38,95	30,6	2660	275	153	8,26	507	67,6	3,61
23Ш1	226	155	6,5	10,0	46,08	36,2	4260	377	210	9,62	622	80,2	3,67
26Ш1	251	180	7,0	10,0	54,37	42,7	6225	496	276	10,70	974	108,2	4,23
26Ш2	255	180	7,5	12,0	62,73	49,2	7429	583	325	10,88	1168	129,8	4,31
30Ш1	291	200	8,0	11,0	68,31	56,3	10400	715	398	12,34	1470	147	4,64
30Ш2	295	200	8,5	13,0	77,65	61,0	12200	827	462	12,53	1737	173,7	4,73

Номер филя	h	b	s	t	A, см <sup>2</sup>	ρ кг/м	I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	
														1
Широкополочные двутавры														
30Ш3	299	200	9,0	15,0	87,00	68,3	14040	939	526	12,70	2004	200,4	4,80	
35Ш1	338	250	9,5	12,5	95,67	75,1	19790	1171	651	14,38	3260	261	5,84	
35Ш2	341	250	10,0	14,0	104,74	82,2	22070	1295	721	14,52	3650	292	5,90	
35Ш3	345	250	10,5	16,0	116,3	91,3	25140	1458	813	14,70	4170	334	5,99	
40Ш1	388	300	9,5	14,0	122,4	96,1	34360	1771	976	16,76	6306	420	7,18	
40Ш2	392	300	11,5	16,0	141,6	111,1	39700	2025	1125	16,75	7209	481	7,14	
40Ш3	396	300	12,5	18,0	157,2	123,4	44740	2260	1259	16,87	8111	541	7,18	
50Ш1	484	300	11,0	15,0	145,7	114,4	60930	2518	1403	20,45	6762	451	6,81	
50Ш2	489	300	14,5	17,5	176,6	138,7	72530	2967	1676	20,26	7900	526	6,69	
50Ш3	485	300	15,5	20,5	199,2	156,4	84200	3402	1923	20,56	9250	617	6,81	
50Ш4	501	300	16,5	23,5	221,7	174,1	96150	3838	2173	20,82	10600	707	6,92	
60Ш1	580	320	12,0	17,0	181,1	142,1	107300	3701	2068	24,35	9302	581	7,17	
60Ш2	587	320	16,0	20,5	225,3	176,9	131800	4490	2544	24,19	11230	702	7,06	
60Ш3	595	320	18,0	24,5	261,8	205,5	156900	5273	2997	24,48	13420	839	7,16	
70Ш1	683	320	13,5	19,0	216,4	169,9	172000	5036	2843	28,19	10400	650	6,93	
70Ш2	691	320	15,0	23,0	251,7	197,6	205500	5949	3360	28,58	12590	787	7,07	
70Ш3	700	320	18,0	27,5	299,8	235,4	247100	7059	4017	28,72	15070	942	7,09	
70Ш4	708	320	20,5	31,5	341,6	261,1	284400	8033	4598	28,85	17270	1079	7,11	
70Ш5	718	320	23,0	36,5	389,7	305,9	330600	9210	5298	29,13	20020	1251	7,17	

Номер профиля	h	b	s	t	A, см <sup>2</sup>	$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	
														1
Колонные двугавры														
20K1	195	200	6,5	10,0	52,82	41,5	3820	392	216	8,50	1334	133	5,03	
20K2	198	200	7,0	11,5	59,70	46,9	4422	447	247	8,61	1534	153	5,07	
23K1	227	240	7,0	10,5	66,51	52,2	6589	580	318	9,95	2421	202	6,03	
23K2	230	240	8,0	12,0	75,77	59,5	7601	661	365	10,02	2766	231	6,04	
26K1	255	260	8,0	12,0	83,08	65,2	10300	809	445	11,14	3517	271	6,51	
26K2	258	260	9,0	13,5	93,19	73,2	11700	907	501	11,21	3957	304	6,52	
26K3	262	260	10,0	15,5	105,90	83,1	13560	1035	576	11,32	4544	349	6,55	
30K1	296	300	9,0	13,5	108,00	84,8	18110	1223	672	12,95	6079	405	7,50	
30K2	300	300	10,0	15,5	122,70	96,3	20930	1395	771	13,06	6980	565	7,54	
30K3	304	300	11,5	17,5	138,72	108,9	23910	1573	874	13,12	7881	525	7,54	
35K1	343	350	10,0	15,0	139,70	109,7	31600	1843	1010	15,04	10720	613	8,76	
35K2	348	350	11,0	17,5	160,40	125,9	37090	2132	1173	15,21	12510	715	8,83	
35K3	353	350	13,0	20,0	184,10	144,5	42970	2435	1351	15,28	14330	817	8,81	
40K1	393	400	11,0	16,0	175,80	138,0	52400	2664	1457	17,26	17610	880	10,00	
40K2	400	400	13,0	20,0	210,96	165,6	64140	3207	1767	17,44	21350	1067	10,06	
40K3	409	400	16,0	24,5	257,80	202,3	80040	3914	2180	17,62	26150	1307	10,07	
40K4	419	400	19,0	29,5	308,60	242,2	98340	4694	2642	17,85	31500	1575	10,10	
40K5	431	400	23,0	35,5	371,00	291,2	121570	5642	3217	18,10	37910	1896	10,11	

Таблица И-3

Сортамент пиломатериалов хвойных пород по ГОСТ 24454-80

Толщина	Ширина, мм								
	75	100	125	150	-	-	-	-	-
16	75	100	125	150	-	-	-	-	-
19	75	100	125	150	175	-	-	-	-
22	75	100	125	150	175	200	225	-	-
25	75	100	125	150	175	200	225	250	275
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	-	100	125	150	175	200	225	250	275
125	-	-	125	150	175	200	225	250	-
150	-	-	-	150	175	200	225	250	-
175	-	-	-	-	175	200	225	250	-
200	-	-	-	-	-	200	225	250	-
250	-	-	-	-	-	-	-	250	-

Приложение К

**Коэффициенты  $\phi$  продольного изгиба**

Таблица К-1

Коэффициенты  $\phi$  продольного изгиба  
центрально- сжатых стальных элементов. Приложение Д.1 СП 16.13330.2011

Условная гибкость $\lambda$	Коэффициенты $\phi$ для тип сечения			Условная гибкость $\lambda$	Коэффициенты $\phi$ для типа сечения			Условная гибкость $\lambda$	Коэффициент для всех типо сечения
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		
0,4	999	998	992	3,4	615	562	492	6,4	186
0,6	994	986	950	3,6	572	524	460	6,6	174
0,8	981	967	929	3,8	530	487	430	6,8	164
1,0	968	948	901	4,0	475	453	401	7,0	155
1,2	954	927	878	4,2	431	421	375	7,2	147
1,4	934	905	842	4,4	393	392	351	7,4	139
1,6	920	881	811	4,6	359	328	328	7,6	132
1,8	900	855	778	4,8	330	308	308	7,8	125
2,0	977	826	844	5,0	304	289	289	8,0	119
2,2	951	794	709	5,2	281	271	271	8,5	105
2,4	820	760	672	5,4	261	255	255	9,0	094
2,6	785	722	635	5,6	242	240	240	9,5	084
2,8	747	683	598	5,8	226	226	226	10,0	076

3,0	704	643	562	6,0	211	10,4	069
3,2	660	602	526	6,2	198		

Примечание. Значения коэффициентов  $\varphi$  в таблице увеличены в 1000 раз

ТаблицаК-2 Коэффициенты  $\varphi$  для расчета сжатых железобетонных колонн

$\frac{l_0}{h_k}$	$\varphi$	$\frac{l_0}{h_k}$	$\varphi$	$\frac{l_0}{h_k}$	$\varphi$
6	0,92	11	0,886	16	0,804
7	0,915	12	0,872	17	0,778
8	0,91	13	0,858	18	0,752
9	0,905	14	0,844	19	0,726
10	0,9	15	0,83	20	0,7

Приложение Л Соотношения между диаметрами свариваемых стержней

Диаметры стержней одного направления	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
Наим. допустимые диаметры стержней другого направления	3	4	5	5	6	6	8	8	10	10	12

## Информационное обеспечение

### Печатные издания

1. Архитектурные конструкции и теория конструирования: малоэтажные жилые здания: Учебное пособие / Сысоева Е.В., Трушин С.И., Коновалов В.П. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 280 с.
2. Барабанщиков, Ю.Г. Строительные материалы и изделия: учебник. / Ю.Г. Барабанщиков. – М.: Академия, 2015. – 368 с.
3. Вильчик, Н.П. Архитектура зданий: учебник / Н.П. Вильчик. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:ИНФРА – М, 2018. – 319с.: ил. – (Среднее профессиональное образование);
4. Георгиевский О.В. Единые требования по выполнению строительных чертежей: справ. Пособие / О.В. Георгиевский. – М.: Архитектура – С, 2015. 143 с.: ил.3.12.3.;
5. Елизарова В.А. Технология монтажа каркасно-обшивных конструкций. Практикум. Учебное пособие/ В.А. Елизарова. - М.: Издательский центр «Академия», 2015. - 192 с.
6. Инженерные сети и оборудование территорий, зданий и стройплощадок:учебник для сред. Проф. Образования / И.А.Николаевкая. - 6-е изд. стер. - М. : Издательский центр "Академия", 2014. - 215 с.
7. Конструкции зданий и сооружений с элементами статики : учебник / под ред. Л.Р. Маиляна. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 687 с.
8. Кровельные работы : учебное пособие / А.И. Долгих, С.Л. Долгих.- М. :Альфа-М :ИНФРА-М, 2016.- 304с.:
9. Куликов О.Н., Е.И. Ролин «Охрана труда в строительстве» – М.: «Академия», 2014 г.-288с.
10. Металлические конструкции : учебник / В.В. Доркин, М.П. Рябцева. – М.: ИНФРА-М, 2018. — 457 с.
11. Михайлов А.Ю. Технология и организация строительства. Практикум. – М.: Инфра – Инженерия, 2017. – 196с
12. Основы инженерной геологии/ Н.А.Платов, А.А.Касаткина. Изд - 2-е перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2018. - 192 с.
13. Основы технологии и организации строительного-монтажных работ : учебник /С.Д. Сокова. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 208 с.

14. Прохорский, Г.В. Информационные технологии в архитектуре и строительстве: учебное пособие/ Г.В. Прохорский. – М. : КНОРУС, 2016. – 264 с.
15. Сборник задач по строительным конструкциям : учеб. пособие / А.И. Павлова. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 143 с.
16. Строительные конструкции : учеб. пособие / Сербин Е.П., Сетков В.И. - М. : РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 236 с
17. Сетков В.И., Сербин Е.П. Строительные конструкции. Расчет и проектирование: Учебник. – 3-е изд., доп. И испр. - М. ИНФРА-М, 2017. – 444 с. – (Среднее профессиональное образование).
18. Синявский, И.А. Типология зданий и сооружений: учебник. / И.А. Синявский, Н.И. Манешина. – 4-е изд., стер – М.: Академия, 2014. – 224 с.
19. Соколов Г.К. Технология и организация строительства: учебник для студ.учреждений СПО -М.: Издательский центр «Академия», 2015 – 528с.
20. Томилова, С.В. Инженерная графика. Строительство : учебник для студ.учреждений сред. проф. образования / С.В. Томилова. – М.: Академия, 2014. – 336 с.

#### **Электронные издания (электронные ресурсы)**

1. Архитектурные конструкции [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://archkonstrukt.narod.ru/Index.html>
2. Всё о строительных материалах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stroykat.com/stroitelnye-materialy/>
3. Геращенко В.Н. Строительные машины и оборудование. [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Геращенко В.Н., Щиенко А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55029.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Дьячкова О.Н. Технология строительного производства . [Электронный ресурс] : учебное пособие/ Дьячкова О.Н.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 117 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30015.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Железобетонные конструкции. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т.А. Журавская. — М. : ФОРУМ :ИНФРА-М, 2018. — 152 с. + Доп. материалы \_Режим доступа: <http://www.znaniium.com>].
6. Материалы для проектировщиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.dwg.ru](http://www.dwg.ru)
7. Сайт ЦНИИСК им. Кучеренко[Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.cniisk.ru](http://www.cniisk.ru)
8. Сетков В.И., Сербин Е.П. - Строительные конструкции. Расчет и проектирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа :[www.zodchii.ws/books/info-1076.html](http://www.zodchii.ws/books/info-1076.html)
9. Строительный портал « Бест-строй» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.best-stroy.ru/gost](http://www.best-stroy.ru/gost)
10. Расчет строительных конструкций[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://saitinpro.ru/glavnaya/raschety/>
11. Техническая литература [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tehlit.ru/>
12. Юдина А.Ф. Технология строительного производства в задачах и примерах (Производство земляных работ) . [Электронный ресурс] :учебное пособие/ Юдина А.Ф., Котрин А.Ф., Лихачев В.Д.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26880.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### **Дополнительные источники**

#### **Справочники:**

Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии. / под ред. Х.Нестле. Издание 2-е, исправленное. Москва: Техносфера, 2008.- 856с.

Справочник по строительству: нормативы, правила, документы.2-е изд./сост.Е.Н. Романенкова. - М.: Проспект, 2008.-1232с.

Справочник современного строителя/ Л.Р. Маилян [и др.]; под общ. ред. Л.Р. Маиляна.- Изд. 3-е. – Ростов н/Д: Феникс,2006.-540 с.

#### **Учебники:**

1. Белиба В.Ю. Архитектура зданий /В.Ю. Белиба, А.Т. Юханова. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009. – 365 с.
2. –Гаевой А.Ф. Курсовое и дипломное проектирование. Промышленные и гражданские здания: учеб. пособие для техникумов/ А.Ф. Гаевой, С.П. Усик. Под ред. А.Ф. Гаевого. – Подольск: Полиграфия, 2014
3. Организация строительного производства: Учебник для вузов/ Т.Н.Цай, П.Г.Грабовый, В.А.Большаков и др.-М.: Изд-во АСВ, 1999.- 432 стр.:ил.
4. Серов В.М. Организация и управление в строительстве: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/В.М.Серов, Н.А. Нестерова, А.В.Серов. - М.: Издательский центр «Академия»,2006.с-432с.
5. Учебное пособие для лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2007. – 112 с.
6. Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование. Учеб. пособие для строит. спец. вузов.-«Интеграл», 2005 – 216с
7. Шеришевский И.А. Конструирование промышленных зданий Учеб. пособие для студентов строительных специальностей/Шеришевский И. А. — М.: Архитектура-С, 2012.— 168 с

## ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ

Дата актуализации	Результаты актуализации