

**Департамент образования Вологодской области
бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Вологодской области
«ВОЛОГОДСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим работам

по МДК.01.01 «Проектирование зданий и сооружений»

Раздел 2. Строительные конструкции

Часть 3. Изгибаемые строительные конструкции

Специальность 08.02.01

«Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»
базовая подготовка

2017 г.

Рассмотрено на заседании предметно - цикловой комиссии общепрофессиональных, специальных дисциплин и дипломного проектирования по специальностям 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений», 08.02.07 «Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции», 43.02.08 «Сервис домашнего и коммунального хозяйства».

Данные методические указания предназначены для студентов специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» (базовая подготовка) БПОУ ВО «Вологодский строительный колледж» при выполнении практических работ по МДК.01.01 «Проектирование зданий и сооружений» р.2. Строительные конструкции
Объем практических работ по части 3 составляет 18 часов.

Автор:

Е.А.Мирошниченко, преподаватель спецдисциплин Вологодского строительного колледжа

Наименование методических указаний	Количество часов
Часть 1. Проектирование сжатых строительных конструкций	18
Часть 2. Проектирование каменных и армокаменных конструкций	10
Часть 3. Изгибаемые строительные конструкции	18
Часть 4. Основания и фундаменты	4
Часть 5. Соединения элементов строительных конструкций. Фермы и арки	12
ВСЕГО практических работ	62
Курсовая работа	20

ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

1. Практическая работа № 11. Расчет стальной прокатной балки	4
2. Практическая работа № 12. Расчет деревянной балки	8
3. Практическая работа № 13. Подбор арматуры в балке прямоугольного сечения	11
4. Практическая работа № 14. Подбор арматуры в балке таврового сечения	15
5. Практическая работа № 15. Расчет балки БЖС	17

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Индивидуальные задания для студентов	26
Приложение Б. Расчетные характеристики материалов	31
Приложение В. Таблицы для расчета ЖБК	35
Приложение Г. Предельные прогибы элементов конструкций	36
Приложение Д. Сортаменты	37
Приложение Е. Соотношения между диаметрами свариваемых стержней	42
Приложение Ж. Образец оформления чертежа	43
Приложение И. Спецификация и ведомость расхода стали	44

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Тема: Расчет стальной прокатной балки

Цель. Научиться подбирать и проверять сечение прокатной балки.

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

Приобретаемые умения. Подбор сечения, расчет прочности и жесткости балки из прокатного двутавра, определение расчетных сопротивлений прокатной стали и предельных прогибов по СП, работа с нормативно – справочной литературой, конструирование узлов сопряжения балок.

Норма времени. 4 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача, эскиз узла сопряжения балок.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение нормативного и расчетного сопротивления прокатной стали.
2. Расшифруйте марку стали.
3. Выгодно ли применять высокопрочные стали в сжатых, растянутых, изгибаемых элементах?
4. Где дается и от чего зависит расчетное сопротивление стали?
5. Объясните, что означают буквенные символы: R_y , γ_c , W_n , J_x , E , f , f_u . От чего они зависят и как их определить?
6. Укажите, по каким группам предельных состояний выполняют расчет прокатной балки.
7. Приведите порядок подбора сечений прокатной балки.
8. Приведите примеры эффективных профилей проката.
9. Укажите и обоснуйте наиболее эффективный прокатный профиль для изгибаемых элементов.
10. Поясните, от чего зависит несущая способность стальной прокатной балки.
11. Укажите, какие факторы влияют на жесткость балки.
12. Поясните, от чего зависит предельно допустимый прогиб балки.
13. В чем заключается потеря общей устойчивости стальной балки?
14. Объясните, как конструктивно обеспечить общую и местную устойчивость стальных балок.

15. Что такое балочная клетка? Назовите виды балочных клеток.

Задача. Подобрать сечение главной балки балочной клетки из прокатного двутавра. Проверить жесткость балки. Разработать эскиз узла в масштабе М 1:10, стр. 192 [4].

Примечание. Эскиз узла: **а** – этажное сопряжение балок; **б** – сопряжение балок в одном уровне; **в**- узел опирания ГБ на колонну.

Дано: марка стали; тип двутавра: **Б**- нормальный, **Ш**- широкополочный; пролет- ℓ , м; шаг балок- a , м; постоянная и временная нагрузка – g_n и p_n , кПа; коэффициенты надежности по нагрузке – γ_{f1} и γ_{f2} ; вариант эскиза узла. (табл. А-1)

Методические указания

1. Определить полную расчетную нагрузку на 1 погонный метр балки: $q=(g_n \cdot \gamma_{f1} + p_n \cdot \gamma_{f2}) \cdot a$, кН/м.
2. Расчетный пролет балки равен расстоянию между серединами опорных площадок: $\ell_0 = \ell - \ell_{on}$, м, где $\ell_{on} = 0,2 \dots 0,3$ м.
3. Максимальный изгибающий момент в пролете: $M = \frac{q \cdot \ell_0^2}{8}$, кН·м.
4. Для заданной марки стали по таблице Б-1 определить расчетное сопротивление прокатной стали по пределу текучести R_y , МПа, задавшись толщиной проката $t = 10 \dots 20$ мм - предварительно. По таблице Б-2 определить коэффициент условия работы балки γ_c .

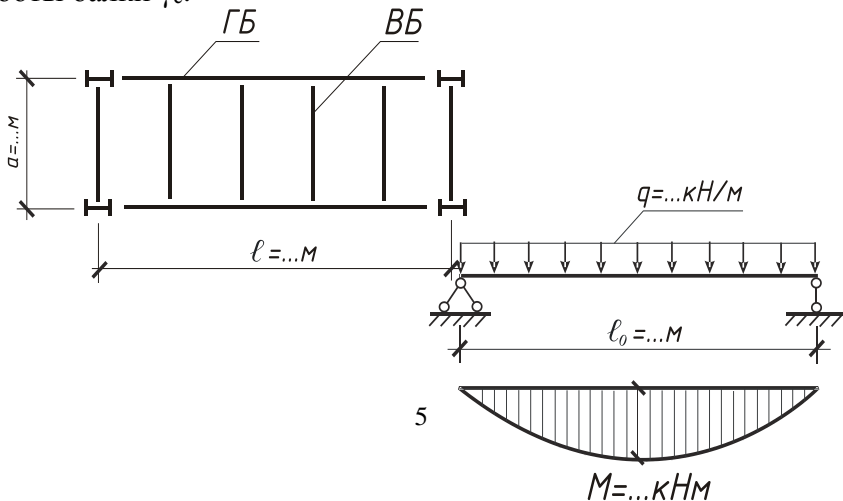


Рисунок 1 - Схема
балочной клетки
и расчетная схема
главной балки

5. Из условия прочности на изгиб определить требуемый момент сопротивления сечения балки: $W_x^{mp} = \frac{M}{R_y \cdot \gamma_c}$, $\text{м}^3 \rightarrow \text{см}^3$, где M - кН·м; R_y - кПа.

Например, $W_x^{mp} = \frac{492 \text{кНм}}{240 \cdot 10^3 \cdot 1} = 2,05 \cdot 10^{-3} \text{м}^3 = 2050 \text{см}^3$.

6. По сортаменту прокатных профилей (ГОСТ 26020-83) по табл.Д-2 принять номер двутавра с запасом так, чтобы было: $W_x \geq W_x^{mp}$.

Например, $W_x^{mp} = 2050 \text{см}^3$. Примем по ГОСТ 26020-83 широкополочный двутавр 40ШЗ, $W_x = 2260 \text{см}^3 > W_x^{mp} = 2050 \text{см}^3$; $W_x = 2260 \text{см}^3 = W_x = 2,26 \cdot 10^{-3} \text{м}^3$; $I_x = 44740 \text{см}^4 = 44740 \cdot 10^{-8} \text{м}^4$; толщина полки $t = 18 \text{мм} < 20$ - не превышает предварительно принятого интервала $t = 10 \dots 20 \text{мм}$, следовательно, уточнять значение R_y не надо.

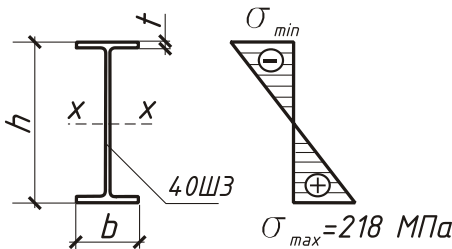


Рисунок 2 - Схема сечения
прокатной балки
и эпюра напряжений

7. Проверить прочность принятого сечения балки по нормальным напряжениям по ф.28[1]: $\sigma = \frac{M}{W_x} \leq R_y \cdot \gamma_c$, сделать вывод.

Например, $\sigma = \frac{492 \text{ кНм}}{2,26 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 217,7 \cdot 10^3 \text{ кПа} \approx 218 \text{ МПа} < 240 \text{ МПа},$

следовательно, прочность по нормальным напряжениям обеспечена.

8. Прогиб балки определяется по нормативной нагрузке: $q_n = (g_n + p_n) \cdot a,$

кН/м; изгибающий момент: $M_n = \frac{q_n \cdot \ell_0^2}{8},$ кНм.

9. Определить расчетный прогиб балки: $f = \frac{M_n \cdot \ell_0^2}{10E \cdot I_x},$ м \rightarrow см.

Здесь $E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2 \cdot 10^8 \text{ кПа}$ - модуль упругости стали.

Например, $f = \frac{410 \cdot 10^2}{10 \cdot 2,06 \cdot 10^8 \cdot 44740 \cdot 10^{-8}} = 0,046 \text{ м} = 4,6 \text{ см}.$

10. Определить предельно допустимый прогиб балки по прил. Г методом интерполяции.

Например, при $\ell_1 = 6 \text{ м}: f_u = \frac{\ell_1}{200};$ при $\ell_2 = 12 \text{ м}: f_u = \frac{\ell_2}{250};$

при $\ell_0 = 10 \text{ м}: f_u = ?$ Найти приращение знаменателя: $x = \frac{(\ell_0 - \ell_1)}{(\ell_2 - \ell_1)} \cdot 50.$

Тогда предельно допустимый прогиб будет равен: $f_u = \frac{\ell_0}{200 + x},$ м.

11. Проверить условие жесткости: $f \leq f_u,$ сделать вывод.

12. Выполнить эскиз главной балки и эскиз узла сопряжения балок в М 1:10.

13. Ответить на контрольные вопросы.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

Тема: Расчет деревянной балки

Цель. Научиться выполнять подбор сечения деревянной балки по заданной нагрузке, проверять сечение деревянной балки на прочность и жесткость.

Исходные данные. Индивидуальные задания, табл. А-2.

Приобретаемые умения. Расчет деревянных изгибаемых элементов по прочности и жесткости, работа с нормативно–справочной литературой.

Норма времени. 2 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача.

Контрольные вопросы

1. Поясните, какие проверки выполняют для изгибаемых деревянных элементов по 1 и 2 группе предельных состояний.
2. Объясните, что означают буквенные символы: $R_{и}$, $m_{п}$, $m_{в}$, W_x , J_x , E , f , f_u . От чего они зависят и как их определить?
3. Укажите, какое сечение является оптимальным для изгибаемых элементов.
4. Поясните, по каким нагрузкам – нормативным или расчетным – выполняют расчет прочности, расчет жесткости балок.
5. Приведите порядок подбора сечения деревянной балки.
6. Напишите формулы для определения геометрических характеристик сечения бревна или бруса при проверке прочности и жесткости балки.
7. Поясните, от чего зависит несущая способность деревянной балки.
8. Укажите, какие факторы влияют на жесткость балки.
9. Поясните, от чего зависит предельно допустимый прогиб балки.
10. Объясните, как защитить торцы балки от гниения при опирании на кирпичную стену.

Задача. Подобрать сечение деревянной балки из условия прочности. Проверить жесткость балки.

Дано: тип сечения – бревно или брус; расчетная нагрузка на балку– q , кН/м; пролет– l , м; порода древесины; группа конструкций по условиям эксплуатации; вид балки по назначению (табл. А-2).

Методические указания

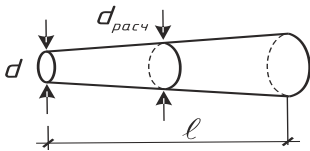
1. Определить расчетное сопротивление древесины на изгиб $R_{и}^{тб}$, МПа по табл. Б-3 для сосны и ели 2 сорта. Для бруса задаются размерами сечения, например, $b=11...13$ см. Для других пород древесины, кроме сосны и ели, следует определить коэффициент перехода $m_{п}$ по табл. Б-4. По группе конструкций определить коэффициент условий работы $m_{в}$ по табл. Б-5. С учетом всех коэффициентов расчетное сопротивление древесины будет равно:
 $R_{и} = R_{и}^{тб} \cdot m_{п} \cdot m_{в}$, МПа \rightarrow кПа.

2. Расчетный пролет балки: $\ell_0 = \ell - \ell_{он}$, м, где $\ell_{он}=0,2$ м.

3. Максимальный изгибающий момент в пролете: $M = \frac{q \cdot \ell_0^2}{8}$, кН·м.

4. Из условия прочности на изгиб определить геометрическую характеристику – момент сопротивления сечения: $W_x^{mp} = \frac{M}{R_u}$, м³ \rightarrow см³. Здесь R_u – с учетом коэффициентов $m_{п}$ и $m_{в}$.

5. Определить требуемые размеры сечения балки. Диаметр бревна: $d^{mp} = \sqrt[3]{10 \cdot W_x^{mp}}$, см – округлить в сторону увеличения кратно 2см при $d = 14...26$ см и кратно 1см при $d \leq 13$ см. Можно округлить диаметр в меньшую сторону и учесть явление сбега (рис.3) – 0,8см на 1м длины. Например, при $\ell=4$ м диаметр бревна в расчетном сечении равен:



$$d_{расч} = d + 0,8 \cdot \frac{\ell}{2} = 14 + 0,8 \cdot \frac{4}{2} = 15,6 \text{ см.}$$

Рисунок 3 - Учёт явления сбега

Для бруса есть два варианта подбора сечений:

а) принять оптимальное соотношение сторон $\frac{b}{h} = \frac{5}{7}$, отсюда

$$b = \frac{5 \cdot h}{7}. \text{ Момент сопротивления сечения бруса: } W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}.$$

С учетом оптимального соотношения сторон: $W_x = \frac{5 \cdot h^3}{42}$, откуда

$$h^{mp} = \sqrt[3]{\frac{42 \cdot W_x^{mp}}{5}}, \text{ см}; \quad b^{mp} = \frac{5 \cdot h}{7}. \text{ Размеры сечения бруса принять с}$$

запасом по сортаменту пиломатериалов по табл. Д-3. Если ширина сечения бруса отличается от ранее принятой $b=11-13$ см, следует уточнить расчетное сопротивление древесины R_c по табл. Б-3.

б) во втором варианте подбора сечений принять предварительно ширину сечения бруса $b=11...13$, тогда $h = \sqrt{\frac{6 \cdot W_x^{mp}}{b}}$. Размеры сечения бруса принять по сортаменту пиломатериалов в сторону увеличения так, чтобы было $h > b$.

6. Определить геометрические характеристики принятого сечения: момент сопротивления и момент инерции сечения.

$$\text{Для бруса: } W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}, \text{ см}^3 \rightarrow \text{м}^3; \quad I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}, \text{ см}^4 \rightarrow \text{м}^4.$$

$$\text{Для бревна: } W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \text{ см}^3 \rightarrow \text{м}^3; \quad I_x = \frac{\pi \cdot d^4}{64}, \text{ см}^4 \rightarrow \text{м}^4.$$

7. Проверить прочность принятого сечения балки: $\sigma = \frac{M}{W_x} \leq R_u$, кПа \rightarrow МПа, где R_u - с учетом коэффициентов m_n и m_b . Сделать вывод. Если условие не выполняется, следует увеличить размеры сечения, пересчитать W_x , J_x и проверить прочность.

8. Определить нормативный изгибающий момент: $M_n = \frac{M}{\gamma_f}$, где $\gamma_f = 1,2$ - усредненный коэффициент надежности по нагрузке.

9. Определить прогиб балки: $f = \frac{M_n \cdot \ell_0^2}{10 \cdot E \cdot I_x}$, м \rightarrow см.

Здесь $E = 10^4 \text{ МПа} = 10^7 \text{ кПа}$ - модуль упругости древесины любой породы, ℓ_0 - м, J_x - м⁴.

10. Определить предельно допустимый прогиб балки по прил. Г методом интерполяции. Например, при $\ell_1=3\text{м}$: $f_u = \frac{\ell_1}{150}$;

при $\ell_2=6\text{м}$: $f_u = \frac{\ell_2}{200}$; при $\ell_0=4\text{м}$: $f_u - ?$

Найти приращение знаменателя: $x = \frac{(\ell_0 - \ell_1)}{(\ell_2 - \ell_1)} \cdot 50$.

Тогда предельно допустимый прогиб будет равен: $f_u = \frac{\ell_0}{150 + x}$, м.

11. Проверить условие жесткости: $f \leq f_u$, сделать вывод.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13

Тема: Подбор арматуры в балке прямоугольного сечения

Цель. Научиться подбирать рабочую арматуру в балке прямоугольного сечения, конструировать арматурный каркас.

Исходные данные. Индивидуальные задания, табл. А-3.

Приобретаемые умения. Расчет и конструирование изгибаемых элементов прямоугольного сечения, работа с нормативно-справочной литературой.

Норма времени. 2 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение рабочей арматуры.
2. Дайте определение одиночного армирования.
3. Напишите условие предельного армирования.
4. Поясните, что обозначают буквенные символы: R_b , R_s , h_0 , x , A_s .
5. Объясните правила конструирования каркаса.
6. Какие классы арматуры применяются для рабочих, монтажных и поперечных стержней каркасов?
7. Приведите порядок расчета по подбору рабочей арматуры в балке.

Задача. Подобрать рабочую арматуру в балке прямоугольного сечения, законструировать арматурный каркас.

Дано: размеры поперечного сечения – $b \times h$, см; полная расчетная нагрузка – q , кН/м; пролет балки - l , м; длина опорной площадки - l_{on} , м; класс бетона и арматуры; коэффициент условий работы бетона – γ_{bt} ; положение центра тяжести рабочей арматуры - a , см.

Методические указания

1. Установить исходные данные по табл. А-3.
2. Расчетный пролет балки равен расстоянию между серединами опорных площадок: $l_0 = l - l_{on}$, м (рис.4)

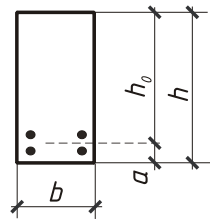
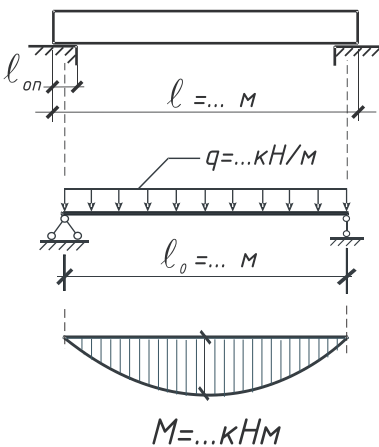


Рисунок 4 - Схема опирания, расчетная схема, эпюра M и поперечное сечение балки

3. Максимальный изгибающий момент в пролете: $M = \frac{q \cdot \ell_0^2}{8}$, кН·м.
4. Определить рабочую высоту балки: $h_0 = h - a$, см \rightarrow м,
где $a = 3 \dots 4$ см в однорядных каркасах, $a = 6 \dots 8$ см - в двухрядных
(дано в задании).
5. Определить расчетные характеристики материалов по табл. Б-6,
Б-7: расчетное сопротивление бетона на сжатие с учетом
коэффициента условия работы: $R_b = R_b^{m\sigma} \cdot \gamma_{b1}$; расчетное
сопротивление продольной арматуры на растяжение R_s , МПа \rightarrow кПа.
6. Определить табличный коэффициент: $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$, где M –
кНм; R_b - кПа; b - м; h_0 - м.

Например, $\alpha_m = \frac{300}{14,05 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 0,54^2} = 0,315$

7. Определить граничное значение коэффициента α_R по табл. В-2 и
сделать сравнение: $\alpha_m \leq \alpha_R$. Если условие не выполняется,
увеличить класс бетона или высоту сечения балки. В данном
примере: $\alpha_m = 0,315 < \alpha_R = 0,411$.
8. По значению коэффициента α_m принять по табл. В-1 коэффициент
 η . Например, $\alpha_m = 0,315 \rightarrow \eta = 0,805$.

9. Определить площадь рабочей арматуры: $A_s^{mp} = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0}$, м².

Например, $A_s^{mp} = \frac{300}{27,0 \cdot 10^4 \cdot 0,805 \cdot 0,54} = 25,56 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 25,56 \text{ см}^2$.

10. Определить число каркасов в балке и количество рабочих
стержней. Если ширина балки $b < 15$ см, следует принять один
каркас, если $b > 25$ см, можно принять три каркаса. При ширине
балки $b = 15 \dots 25$ см принять два каркаса (рис.5). Рабочая арматура
расположена в нижней растянутой зоне балки.

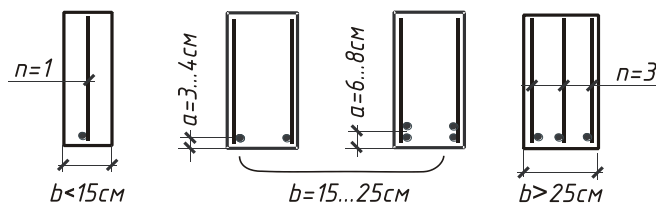


Рисунок 5 -
Размещение рабочей
арматуры в сечении
балки

В соответствии со схемой армирования принять количество и диаметр рабочих стержней по сортаменту с запасом по табл. Д-1. Например, при $b=20\text{см}$, $a=6\text{см}$ и $A_s^{mp}=25,56\text{см}^2$ можно принять: 1 вариант - $4\phi 32$ А300 с $A_s=32,17\text{см}^2 > A_s^{mp}=25,56\text{см}^2$. 2 вариант: $2\phi 32$ А300+ $2\phi 25$ А300 с $A_s=16,09+ 9,82 =25,91 \text{ см}^2 > A_s^{mp}=25,56\text{см}^2$. Принять второй вариант как более экономичный (рис.6).

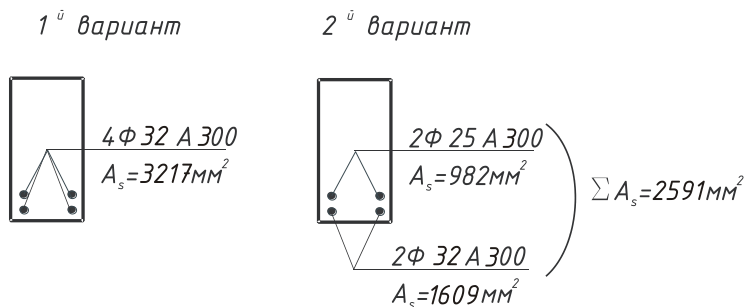


Рисунок 6 - Варианты подбора рабочей арматуры

11. Конструирование каркаса заключается в определении диаметра монтажной и поперечной арматуры (рис.7). Диаметр поперечной арматуры определяется по таблице из условия свариваемости по максимальному диаметру рабочих стержней (прил. Е). Диаметр монтажной арматуры равен половине диаметра рабочей и на 2...4 мм больше диаметра поперечной. Монтажную арматуру следует принять класса А 240, поперечную – класса А 240 или В500, если ее диаметр 3...5 мм.

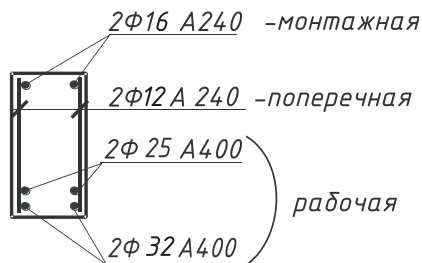


Рисунок 7 - Конструирование каркаса

12. Ответить на контрольные вопросы.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14

Тема: Подбор арматуры в балке таврового сечения

Цель. Научиться определять площадь рабочей арматуры в балке таврового сечения, конструировать арматурный каркас.

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

Приобретаемые умения. Расчет и конструирование элементов таврового сечения, работа с нормативно–справочной литературой.

Норма времени. 2 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача.

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры элементов таврового и двутаврового сечения, применяемых в строительстве.
2. Какое сечение является расчетным, если полка тавра расположена в нижней растянутой зоне?
3. Объясните, как определить случай расчета балки таврового сечения.
4. Какое сечение является расчетным, если $M_f > M$?
5. Где проходит нейтральная ось, если $x \leq h'_f$? $x > h'_f$?
6. Поясните, что обозначают буквенные символы: b'_f , h'_f , h_0 , b , x , M_f , R_b , R_s , A_s .
7. Поясните, от чего зависит требуемая площадь сечения рабочей арматуры балки таврового сечения.
8. Приведите порядок расчета по подбору рабочей арматуры в балке таврового сечения.

Задача. Подобрать рабочую арматуру в балке таврового сечения, законструировать арматурный каркас.

Дано: размеры ребра балки – b х h , см; ширина и высота полки b'_f х h'_f , полная расчетная нагрузка – q , кН/м; пролет балки - l , м; длина опорной площадки - l_{on} , м; класс бетона и арматуры; коэффициент условий работы бетона – γ_{bl} ; положение центра тяжести рабочей арматуры - a , см.

Методические указания

1. Расчетный пролет балки равен расстоянию между серединами опорных площадок: $\ell_0 = \ell - \ell_{on}$, м.
2. Максимальный изгибающий момент в пролете: $M = \frac{q \cdot \ell_0^2}{8}$, кН·м.
3. Определить рабочую высоту балки: $h_0 = h - a$, см \rightarrow м.
4. Определить расчетную ширину полки в зависимости от отношения $\frac{h'_f}{h}$. Если $\frac{h'_f}{h} \geq 0.1$, то расчетная ширина полки: $b'_f = b + 12 \cdot h'_f$, см. Если $0,05 \leq \frac{h'_f}{h} < 0,1$, то $b'_f = b + 6 \cdot h'_f$. Если $\frac{h'_f}{h} < 0,05$, то $b'_f = b$, т.е. расчетное сечение – прямоугольное. Из двух значений: данной по условию задачи ширины полки и расчетной – принять меньшее и указать на схеме сечения тавровой балки.
5. Определить расчетные характеристики материалов по табл. Б-6, Б-7: расчетное сопротивление бетона на сжатие с учетом коэффициента условия работы: $R_b = R_b^{m\phi} \cdot \gamma_{b1}$; расчетное сопротивление продольной арматуры на растяжение R_s , МПа \rightarrow кПа.
6. Определить случай расчета – положение нейтральной оси. Момент полки равен: $M_f = R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f)$ кН·м, где b'_f , h'_f , h_0 – м. Если $M_f \geq M$, имеем 1-й случай расчета, нейтральная ось проходит в полке, расчетное сечение – прямоугольное шириной b'_f , см. п.4. Если $M_f < M$, имеем 2-й случай расчета, нейтральная ось проходит в ребре, расчетное сечение – тавровое.

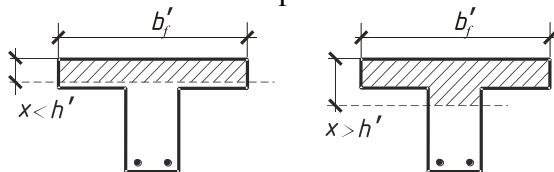


Рисунок 8 - Расчетное сечение тавровой балки

7. Для 1-го расчетного случая определить табличный коэффициент:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2}, \text{ где } M\text{-кНм, } R_b\text{- кПа, } b'_f \text{ и } h_0\text{- м.}$$

8. Сравнить коэффициент α_0 с граничным значением α_R (табл.В-2) :
 $\alpha_m \leq \alpha_R$. Если условие не выполняется, увеличить класс бетона или высоту сечения балки.

9. По значению коэффициента α_m принять по табл. В-1 коэф. η .

10. Определить площадь рабочей арматуры: $A_s^{mp} = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0}$, м².

11. Для 2-го расчетного случая определить коэффициент α_m и сравнить его с граничным значением α_R (табл. В-2):

$$\alpha_m = \frac{M - R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f)}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} \leq \alpha_R \rightarrow (\text{табл. В-2}).$$

12. Определить площадь рабочей арматуры в тавровой балке:

$$A_s = \frac{R_b}{R_s} \cdot [\xi \cdot b \cdot h_0 + h'_f \cdot (b'_f - b)], \text{ м}^2 \rightarrow \text{см}^2.$$

13. В соответствии со схемой армирования принять количество и диаметр рабочих стержней по сортаменту по табл. Д-1. Законструировать каркас. Пояснения см. п.10 и 11 ПР № 10.

14. Ответить на контрольные вопросы.

5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15

Тема: Расчет балки БЖС

Цель. Научиться выполнять расчет железобетонной балки прямоугольного сечения по нормальному сечению, подбирать рабочую арматуру, конструировать каркас, проверять прочность балки, строить эпюру материалов, выполнять чертеж, составлять спецификацию и ведомость расхода стали.

Исходные данные. Индивидуальные задания, табл. А-5.

Приобретаемые умения. Расчет и конструирование элементов железобетонных конструкций, работа с нормативно–справочной литературой, выполнение эскизов и чертежей в стадии КЖ, составление спецификации и ведомости расхода стали.

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

2. Строительные конструкции. Расчет и проектирование: Учебник / Сетков В.И., Сербин Е.П., - 3-е изд., доп. и испр. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 444 с.

Норма времени. 10 часов.

Отчетный материал. Одна решенная задача, чертеж балки БЖС в стадии КЖ по образцу со спецификацией и ведомостью расхода стали.

Контрольные вопросы

1. Какова цель расчета по нормальному сечению?
2. Какие нагрузки следует вводить в расчете на прочность-нормативные или расчетные?
3. Дайте определение рабочей арматуры. Покажите рабочую арматуру балки на чертеже, назовите ее диаметр и класс.
4. Дайте определение одиночного армирования.
5. Напишите условие предельного армирования.
6. Поясните, что обозначают буквенные символы: R_b , R_s , h_0 , x , A_s .
7. Поясните, по какому правилу назначается толщина защитного слоя бетона в балке.
8. Дайте определение процента армирования. Укажите оптимальный процент армирования для плит и балок.
9. Объясните правила конструирования каркаса.
10. Какие классы арматуры применяются для рабочих, монтажных и поперечных стержней каркасов?
11. Приведите порядок расчета по подбору рабочей арматуры в балке.
12. Приведите порядок расчета по проверке прочности балки по нормальному сечению.
13. Дайте определение эпюры материалов. С какой целью ее строят?
14. Что такое точка теоретического обрыва? Почему арматуру заводят за точку теоретического обрыва?

Задача. Подобрать рабочую арматуру в балке БЖС, законструировать двухрядный каркас. Определить шаг поперечных стержней конструктивно. Проверить несущую способность. Построить

эпюру материалов. Выполнить чертеж балки, составить спецификацию и ведомость расхода стали.

Дано: пролет - l , м; шаг балок - a , м; размеры поперечного сечения - $b \times h$, см; постоянная и временная нагрузка - g_n и p_n , кПа; коэффициент надежности для временной нагрузки - γ_{f2} ; длина опорной площадки - l_{on} , м; класс бетона и арматуры; коэффициент условий работы бетона - γ_{b1} . Коэффициент надежности для постоянной нагрузки принять $\gamma_{f1} = 1,1$ (табл. А-5).

Методические указания

1. Установить исходные данные по табл. 5 прил. 1 индивидуальных заданий. Номер варианта соответствует номеру студента по списку в журнале.

2. Определить полную расчетную нагрузку на балку с грузовой площади, равной шагу балок: $q = (g_n \cdot \gamma_{f1} + p_n \cdot \gamma_{f2}) \cdot a$, кН/м.

3. Расчетный пролет балки равен расстоянию между серединами опорных площадок: $l_0 = l - l_{on}$, м (рис.9).

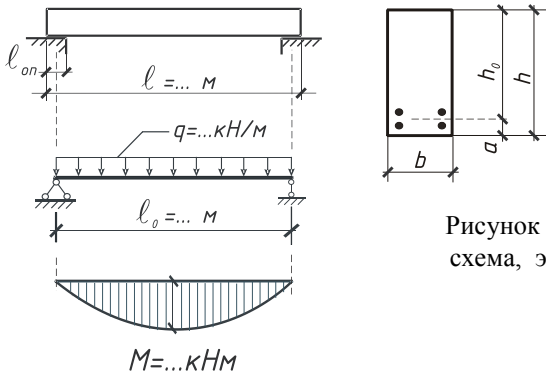


Рисунок 9 - Схема опирания, расчетная схема, эпюра M и сечение балки БЖС

4. Максимальный изгибающий момент в пролете: $M = \frac{q \cdot l_0^2}{8}$, кН·м.

5. Определить рабочую высоту балки: $h_0 = h - a$, см \rightarrow м, где $a = 6 \dots 8$ см при двухрядных каркасах.

6. Определить расчетные характеристики материалов по табл. Б-6, Б-7: расчетное сопротивление бетона на сжатие с учетом коэффициента условия работы: $R_b = R_b^{m\sigma} \cdot \gamma_{b1}$; расчетное сопротивление продольной арматуры на растяжение R_s , МПа \rightarrow кПа.

7. Определить табличный коэффициент: $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$, где M

– кНм; R_b - кПа; b - м; h_0 - м.

$$\text{Например, } \alpha_m = \frac{230}{10,35 \cdot 10^3 \cdot 0,22 \cdot 0,54^2} = 0,346$$

8. Определить граничное значение коэффициента α_R по табл.В-2 и сделать сравнение: $\alpha_m \leq \alpha_R$. Если условие не выполняется, увеличить класс бетона или высоту сечения балки. В данном примере: $\alpha_m = 0,346 < \alpha_R = 0,39$.

9. По значению коэффициента α_m принять по табл. В-1 коэф. η .
Например, $\alpha_m = 0,346 \rightarrow \eta = 0,775$

10. Определить площадь рабочей арматуры: $A_s^{mp} = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0}$, мм².

$$\text{Например, } A_s^{mp} = \frac{230}{35,5 \cdot 10^4 \cdot 0,775 \cdot 0,54} = 15,48 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 15,48 \text{ см}^2.$$

11. Балка БЖС армируется двумя двухрядными каркасами. Число рабочих стержней – 4шт. Они могут быть одинакового или разного диаметра. Рабочая арматура расположена в нижней растянутой зоне балки. Принять рабочую арматуру по сортаменту - табл. Д-1 с запасом.

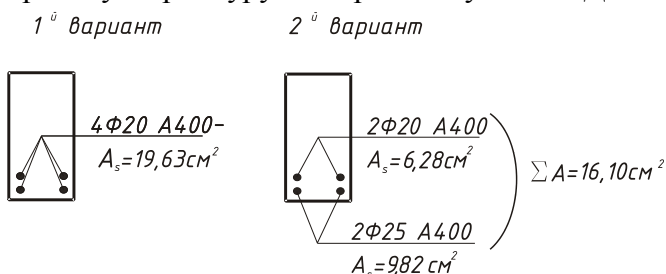


Рисунок 10 - Варианты подбора рабочей арматуры

Например, $A_s^{mp} = 15,48 \text{ см}^2$. Примем по сортаменту 4Ø25 А400 с $A_s = 19,63 \text{ см}^2 > A_s^{mp} = 15,48 \text{ см}^2$. Второй вариант: 2Ø25А400 с $A_s = 9,82 \text{ см}^2$ + 2Ø20А400 с $A_s = 6,28 \text{ см}^2$, $\Sigma A_s = 16,10 \text{ см}^2 > A_s^{mp} = 15,48 \text{ см}^2$. Примем второй вариант как более экономичный (рис.10).

12. Правила конструирования каркаса. Диаметр рабочей арматуры определяется по расчету. Диаметр поперечной арматуры определяется из условия свариваемости по максимальному диаметру

рабочих стержней (прил. Е). Диаметр монтажной арматуры равен половине диаметра рабочей и на 2...4 мм больше диаметра поперечной. Монтажную арматуру следует принять класса А 240, поперечную – класса А 240 или В500, если ее диаметр 3...5 мм.

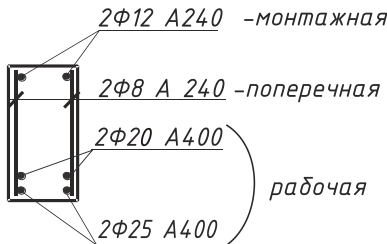


Рисунок 11 - Конструирование каркаса

13. Проверка несущей способности балки. Построение эпюры материалов.

График, показывающий, какой момент воспринимает рабочая арматура в любом сечении балки, называется **эпюрой материалов**. В целях экономии часть рабочей арматуры не доводят до опоры, т.е. обрывают в пролете. Точка, в которой рабочая арматура уже не требуется по расчету, называется точкой теоретического обрыва.

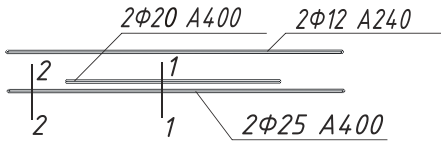


Рисунок 12 - Эскиз армирования балки БЖС

14. Толщину защитного слоя для рабочей арматуры балки принять не менее ее диаметра и не менее 20мм, $h_{з.сл} \geq d \geq 20$ т.к. высота балки $h > 25$ см. Толщину защитного слоя принять с округлением в сторону увеличения кратно 5 мм: если $\varnothing 28$ мм, то $h_{з.сл} = 30$ мм,

при $\varnothing 22$ $h_{з.сл} = 25$ мм. Определить минимальное расстояние между осями рабочих стержней V_1 (рис.13) по прил. Е из условия свариваемости. Уточнить положение центра тяжести рабочей арматуры:

арматуры: $a = h_{з.сл} + \frac{d_n}{2} + \frac{V_1}{2}$, мм \rightarrow см. Здесь d_n - диаметр

нижнего стержня рабочей арматуры. Например, при $\varnothing 25A 400$:

$$a = 25 + \frac{25}{2} + \frac{50}{2} = 62,5 \text{ мм} \approx 6,3 \text{ см}$$

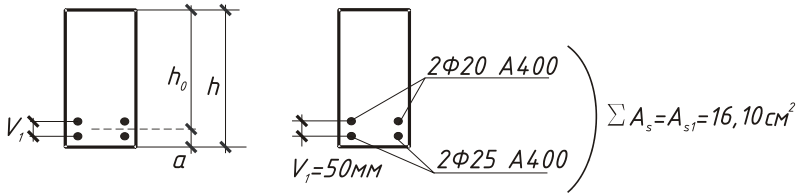


Рисунок 13 - Сечение 1-1 балки БЖС

15. Уточнить рабочую высоту сечения: $h_0 = h - a$, см \rightarrow м.

16. Определить относительную высоту сжатой зоны бетона и сравнить ее с граничным значением: $\xi = \frac{A_{s1}}{b \cdot h_0} \cdot \frac{R_s}{R_b} \leq \xi_R$, где A_{s1} -

m^2 , b и h_0 - м, R_s и R_b – кПа, ξ_R - дано в табл. В-2. При удовлетворении неравенства сделать вывод, что условие предельного армирования одиночной арматурой выполняется. Например,

$$\xi = \frac{16,1 \cdot 10^{-4}}{0,22 \cdot 0,537} \cdot \frac{35,5 \cdot 10^4}{10,35 \cdot 10^3} = 0,467 < \xi_R = 0,531. \quad \text{Если условие не}$$

выполняется, следует увеличить класс бетона или высоту сечения и сделать перерасчет с п. 5.

17. Определить коэффициент η по найденному значению ξ по табл. В-1. Например, $\xi = 0,467 \rightarrow \eta = 0,765$.

18. Определить несущую способность сечения 1-1: $M_{u1} = R_s \cdot A_{s1} \cdot \eta \cdot h_0 \geq M$. Если условие выполняется, то прочность балки обеспечена, рабочая арматура принята верно. Если $M_{u1} < M$, прочность недостаточна, следует увеличить диаметр рабочей арматуры и выполнить перерасчет с п.11. Например, $M_{u1} = 35,5 \cdot 10^4 \cdot 16,1 \cdot 10^{-4} \cdot 0,765 \cdot 0,537 = 234,8 \approx 235 \text{ кНм} > = 230 \text{ кНм}$.

19. В том же порядке определяется несущая способность сечения 2-2 (рис.14), но делать сравнение ξ и M_{u2} не надо. Положение центра тяжести рабочей арматуры в сечении 2-2 определить по формуле:

$$a = h_{з.сн} + \frac{d_n}{2}. \quad \text{Например, } a = 25 + \frac{25}{2} = 37,5 \text{ мм} \approx 3,8 \text{ см}.$$

Рабочая высота сечения: $h_0 = h - a = 60 - 3,8 = 56,2$ см.

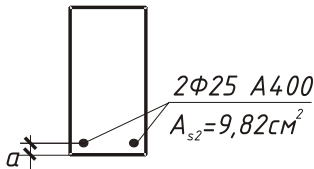


Рисунок 14 - Сечение 2-2 балки БЖС

20. Относительная высота сжатой зоны бетона в сечении 2-2:

$$\xi = \frac{A_{s2}}{b \cdot h_0} \cdot \frac{R_s}{R_b} = \frac{9,82 \cdot 10^{-4}}{0,22 \cdot 0,562} \cdot \frac{35,5 \cdot 10^4}{10,35 \cdot 10^3} = 0,272 \rightarrow \eta = 0,865$$

21. Несущая способность балки в сечении 2-2:

$$M_{u2} = R_s \cdot A_{s2} \cdot \eta \cdot h_0 = 35,5 \cdot 10^4 \cdot 9,82 \cdot 10^{-4} \cdot 0,865 \cdot 0,562 = 169,5 \approx 170 \text{ кНм.}$$

22. Определение длины анкеровки обрываемых стержней. Если стержни оборвать в точке теоретического обрыва, то при деформации балки может произойти их выдергивание из бетона и появится трещина. Поэтому рабочую арматуру заводят за точку теоретического обрыва на длину анкеровки и принимают большее из трех значений:

$$l_{an} \geq \left(0,7 \cdot \frac{R_s}{R_b} + 11 \right) \cdot d, \quad l_{an} \geq 20d; \quad l_{an} \geq 250 \text{ мм;}$$

где d - диаметр

обрываемого стержня; R_b – без учета коэффициента γ_{b1} . Полученное значение l_{an} следует округлить в сторону увеличения кратно 10 мм. Например,

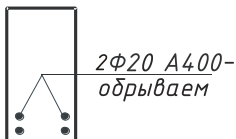


Рисунок 15 - Схема обрыва стержней

$$l_{an} \geq \left(0,7 \cdot \frac{355}{11,5} + 11 \right) \cdot 20 = 652 \approx 660 \text{ мм} > 400 > 250. \quad \text{обрываем} \quad \text{верхний}$$

рабочий стержень $\varnothing 20$ A400: $l_{an} = 20 \cdot 20 = 400 \text{ мм}$;

23. Определить шаг поперечных стержней по конструктивным требованиям. На приопорном участке в зоне наибольших поперечных сил шаг хомутов принимают: $S_1 \leq 0,5 \cdot h_0 \leq 300 \text{ мм}$. В середине пролета шаг хомутов: $S_2 \leq 0,75 \cdot h_0 \leq 500 \text{ мм}$. Шаг хомутов принять с округлением в сторону уменьшения кратно 50 мм. Например, $h_0 = 537 \text{ мм}$; $S_1 \leq 0,5 \cdot h_0 = 0,5 \cdot 537 = 268 \text{ мм} \approx 250 \text{ мм} \leq 300 \text{ мм}$; $S_2 \leq 0,75 \cdot h_0 = 0,75 \cdot 537 = 402 \text{ мм} \approx 400 \text{ мм} \leq 500 \text{ мм}$.

24. **Разработка эскизов чертежей балки БЖС.** Эпюры моментов и материалов (рис.16) следует построить в масштабе М 1:50 – для линейных размеров и М 1:50 или М 1:100 – для усилий. Чертеж начинается с расчетной схемы балки в М 1:50.

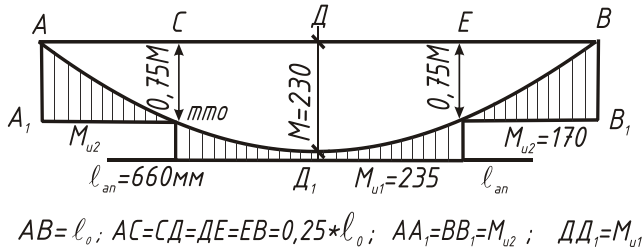


Рисунок 16 - Эпюры моментов и материалов

Номинальная длина балки отличается от расчетной на величину опорной площадки. Конструктивная длина меньше номинальной на величину швов и зазоров, 10...30мм. Длина каркаса меньше конструктивной длины балки на величину защитного слоя по 10мм. Например, по заданию $\ell = 6,2\text{м}$ - номинальный размер; $\ell_0 = 6,0\text{м}$ - расчетная длина; $\ell^k = \ell - 20\text{мм} = 6200 - 20 = 6180\text{мм}$ - конструктивная длина; $\ell_{\text{карк}} = \ell^k - 2h_{з.сл} = 6180 - 2 \cdot 10 = 6160\text{мм}$ - длина каркаса. Монтажные петли устанавливают от торцов балки на расстоянии $\left(\frac{1}{6} \dots \frac{1}{8}\right) \cdot \ell$, например,

$\frac{1}{8} \cdot 6200 = 775\text{мм} \approx 800\text{мм}$. Арматурный блок балки состоит из двух плоских каркасов и соединительных стержней с шагом 1,0...1,5м. Пример оформления чертежа дан в приложении Ж.

25. **Разбивка каркаса.** Длина приопорной части каркаса с шагом поперечных стержней S_1 : $\ell_{\text{кр}} = \frac{1}{4} \cdot \ell_{\text{карк}}$; число шагов S_1 : $n_1 = \frac{\ell_{\text{кр}}}{S_1}$, взять целую часть числа. Выпуски продольной арматуры в каркасе принимаются: $c \geq d_{\text{max}} \geq 10\text{мм}$. Примем $c = 30\text{мм}$. На среднюю часть остается: $\ell_{\text{ср}} = \ell_{\text{карк}} - 2n_1 \cdot S_1 - 2c$. Число средних шагов S_2 : $n_2 = \frac{\ell_{\text{ср}}}{S_2}$, взять целую часть числа. Разница составляет: $P = \ell_{\text{ср}} - n_2 \cdot S_2$. Если $P \leq 50\text{мм}$, то выпуски увеличить на $0,5 \cdot P$. Если $P > 50\text{мм}$, следует определить

дополнительный шаг: $S_{дон} = \frac{1}{2} \cdot P$. На чертеже каркаса число поперечных стержней указать в скобках после номера позиции: n_1, n_2 . В правой приопорной части число стержней с шагом S_1 увеличить на единицу. Определить число поперечных стержней в каркасе:

$$n = 2n_1 + n_2 + 1 + 2\text{доп. Например, } \ell_{кр} = \frac{1}{4} \cdot 6160 = 1540\text{мм;}$$

$$n_1 = \frac{1540}{250} = 6,16 \approx 6; c = 30\text{мм; } \ell_{ср} = 6160 - 2 \cdot 6 \cdot 250 - 2 \cdot 30$$

$$= 3100\text{мм;}$$

$$n_2 = \frac{3100}{400} = 7,75 \approx 7; P = 3100 - 7 \cdot 400 = 300\text{мм} > 50,$$

тогда $S_{дон} = \frac{1}{2} \cdot 300 = 150\text{мм}$. Число поперечных стержней в каркасе: $n = 2 \cdot 6 + 7 + 1 + 2\text{доп} = 22\text{шт.}$

26. Разработка спецификации. Составить спецификацию по образцу, данному в прил. И. В учебных целях в графе «обозначение» в строку «детали» выписать из сортамента арматуры массу 1 погонного метра стержня. В графе «примечание» указать вес одного стержня (одной позиции). Например, Ø25 А400, $\ell = 6160\text{мм}$, $m = 3,84\text{кг/м}$, вес стержня: $G = m \cdot \ell = 3,84 \cdot 6,16 = 23,65\text{кг}$. Определить длину короткого стержня путем измерения его по чертежу и умножения на масштаб. Например, длина стержня по чертежу 90мм, принят масштаб М 1:50, тогда длина стержня для спецификации:

$$\ell = 90\text{мм} \cdot 50 = 4500\text{мм. Объем бетона: } V = b \cdot h \cdot \ell, \text{м}^3.$$

27. Составление ведомости расхода стали (прил. И). Определить вес стали для каждого диаметра арматуры, внесенного в спецификацию, с учетом числа каркасов. Расход арматуры одинакового диаметра в разных позициях суммировать. Например, расход Ø25 А400: $23,65\text{кг} \cdot 2\text{карк} = 47,3\text{кг}$; расход Ø20 А400: $11,1\text{кг} \cdot 2\text{карк} = 22,2\text{кг}$; расход Ø12 А240: $5,47\text{кг} \cdot 2\text{карк} = 10,94\text{кг}$; расход Ø10 А240: $0,74\text{кг} \cdot 2\text{шт} = 1,48\text{кг}$; расход Ø8 А240: $0,23\text{кг} \cdot 22\text{шт} \cdot 2\text{карк} + 0,07 \cdot 10 = 10,82\text{кг}$. В основной надписи указать массу балки в тоннах: $m = V \cdot \rho$, где $\rho = 2,5\text{т/м}^3$.

6. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Индивидуальные задания для студентов

Таблица А-1

Расчет стальной прокатной балки

№ вар.	Марка стали	Тип дву тавра	ℓ	а	g _n	р _n	γ _{f1}	γ _{f2}	Эскиз узла
			м		кПа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	С 255	Б	9	4	3,0	5,1	1,1	1,3	а
2	С 255		11	5	3,2	4,1	1,2	1,4	б
3	С 255		8	6	2,3	3,8	1,1	1,2	в
4	С 235		10	4	1,7	2,6	1,2	1,3	а
5	С 245		12	5	1,9	3,7	1,1	1,4	б
6	С 245	Ш	8	4	2,2	3,9	1,2	1,4	в
7	С 245		10	7	2,0	4,3	1,1	1,2	а
8	С 235		11	5	1,8	3,5	1,2	1,3	б
9	С 285		9	6	3,0	4,1	1,1	1,4	в
10	С 285		14	5	2,0	2,5	1,2	1,3	а
11	С 345	Б	12	6	2,7	4,2	1,1	1,4	б
12	С 255		9	5	2,6	3,1	1,2	1,3	в
13	С 255		13	4	2,4	3,0	1,1	1,2	а
14	С 255		14	5	1,8	3,5	1,2	1,4	б
15	С 345		13	6	1,6	4,0	1,1	1,2	в
16	С 345	Ш	11	6	2,3	3,4	1,2	1,3	а
17	С 255		12	6	2,1	3,7	1,1	1,4	б
18	С 245		12	7	3,0	4,1	1,2	1,3	в
19	С 345		15	4	1,7	3,5	1,1	1,2	а
20	С 255		8	5	3,0	2,5	1,2	1,4	б
21	С 345	Б	11	4	1,9	4,2	1,1	1,2	в
22	С 255		10	6	2,2	1,8	1,2	1,3	а
23	С 255		13	5	2,0	4,1	1,1	1,4	б
24	С 245		14	4	2,4	3,3	1,2	1,3	в
25	С 345		12	7	2,1	3,6	1,1	1,2	а
26	С 255	Ш	12	8	1,8	4,1	1,2	1,4	б
27	С 245		9	4	2,5	3,2	1,1	1,2	в
28	С 235		10	7	2,3	1,9	1,2	1,3	а
29	С 345		13	5	1,5	3,0	1,1	1,4	б
30	С 345		11	6	2,1	2,7	1,2	1,3	в

Таблица А-2

Подбор сечения деревянной балки




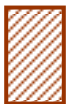

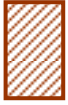
№ вар	Тип сечения	q, кН/м	l, м	Порода	Группа констр.	Вид балки
1	2	3	4	5	6	7
1		4,0	4,5	Береза	1	Прогон
2		4,5	3,4	Осина	2	
3		5,0	3,0	Ясень	3	
4		3,0	4,5	Бук	1	
5		3,2	5,0	Граб	2	
6		4,0	3,0	Сосна	3	Стропильная нога
7		2,6	3,5	Ольха	2	
8		4,5	3,5	Липа	1	
9		2,5	4,7	Клен	2	
10		4,9	3,5	Кедр сиб.	2	
11		5,0	4,0	Ель	1	Междуэтажное перекрытие
12		6,0	3,5	Кедр сиб.	2	
13		4,5	4,0	Тополь	1	
14		3,0	5,0	Граб	2	
15		5,0	4,3	Береза	1	
16		5,0	4,0	Дуб	2	Чердачное перекрытие
17		4,0	3,2	Клен	1	
18		4,5	4,0	Сосна	2	
19		5,0	3,0	Пихта	2	
20		6,0	3,5	Листвен.	2	
21		3,5	4,1	Кедр сиб.	3	Стропильная нога
22		5,0	4,9	Ясень	1	
23		6,0	3,8	Сосна	2	
24		5,5	3,6	Ольха	3	
25		3,8	4,5	Кедр сиб.	2	
26		4,0	3,6	Ясень	1	Прогон
27		4,5	4,3	Липа	3	
28		2,5	5,0	Сосна	2	
29		6,0	2,8	Дуб	1	
30		4,5	3,5	Листвен.	2	

Таблица А-3 Подбор арматуры в балке прямоугольного сечения

№ вар	b x h, см	q, кН/м	ℓ	ℓ _{оп}	Класс		γ _{б1}	a, см
			м		бетона	арматуры		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	15x 40	12	4,0	0,2	B20	A300	1,0	3
2	22x 50	21	7,0	0,2	B25	A400	0,9	7
3	20x 60	19	8,0	0,3	B20	A300	0,9	6
4	22x 60	28	5,0	0,3	B25	A400	1,0	4
5	20x 50	17	6,0	0,2	B20	A400	0,9	3
6	20x 50	21	5,6	0,3	B15	A300	0,9	4
7	15x 40	22	4,8	0,3	B30	A400	1,0	3
8	25x 50	19	5,5	0,3	B20	A300	0,9	5
9	20x 55	17	6,0	0,2	B20	A400	0,9	3
10	30x 70	30	7,5	0,2	B20	A400	0,9	6
11	22x 50	29	7,0	0,2	B25	A400	0,9	7
12	18x 50	25	7,0	0,3	B30	A300	1,0	5
13	18x 45	15	5,0	0,2	B20	A300	0,9	4
14	22x 55	24	6,0	0,3	B25	A400	1,0	6
15	20x 60	30	7,2	0,3	B30	A400	0,9	6
16	18x 45	10	5,0	0,2	B15	A400	0,9	4
17	20x 50	27	6,0	0,3	B25	A300	1,0	5
18	18x 50	18	7,0	0,3	B20	A400	1,0	6
19	30x 60	22	6,0	0,2	B15	A300	0,9	4
20	25x 60	16	6,2	0,2	B15	A300	1,0	4
21	18x 45	14	5,0	0,2	B20	A400	0,9	3
22	22x 50	18	6,3	0,3	B25	A300	1,0	6
23	20x 55	22	5,7	0,3	B30	A400	0,9	7
24	20x 60	26	6,3	0,3	B25	A300	1,0	8
25	25x 70	27	6,6	0,2	B30	A400	0,9	7
26	18x 60	25	4,9	0,2	B20	A300	0,9	6
27	20x 50	17	5,1	0,3	B25	A400	1,0	6
28	18x 55	19	5,0	0,2	B20	A300	0,9	7
29	25x 60	20	5,4	0,2	B15	A400	1,0	8
30	15x 40	12	4,3	0,3	B30	A300	0,9	3

Таблица А-4 Подбор арматуры в балке таврового сечения

№ вар.	b x h, см	b' _f x h' _f см	q, кН/м	ℓ	ℓ _{оп}	Класс		γ _{б1}	a, см
				м		бетона	арматуры		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	25x 70	75x 5	45	5,7	0,3	B20	A300	1,0	6
2	20x 40	70x 3	15	4,5	0,2	B20	A400	0,9	3
3	25x 55	60x 4	16	7,5	0,3	B20	A400	0,9	5
4	20x 50	140x 5	47	4,5	0,2	B25	A300	0,9	6
5	25x 65	85x 4	35	4,4	0,2	B15	A400	0,9	4
6	18x 45	60x 4	35	6,0	0,3	B25	A400	1,0	5
7	18x 45	90x 4	20	4,5	0,2	B25	A400	0,9	4
8	16x 40	80x 5	34	4,8	0,3	B20	A300	1,0	3
9	22x 60	70x 5	30	5,4	0,3	B20	A400	1,0	4
10	30x 65	50x 5	18	7,2	0,2	B15	A300	1,0	6
11	20x 45	80x 3	35	4,0	0,3	B35	A400	0,9	4
12	22x 50	100x 5	30	4,5	0,3	B30	A400	0,9	5
13	18x 50	95x 4	20	6,0	0,3	B20	A400	0,9	3
14	25x 60	70x 10	55	5,3	0,3	B30	A400	1,0	6
15	20x 45	65x 5	42	4,8	0,3	B30	A400	0,9	5
16	25x 65	60x 7	30	6,0	0,2	B15	A300	1,0	6
17	20x 40	80x 4	18	4,7	0,2	B25	A300	0,9	4
18	25x 60	70x 3	22	6,3	0,3	B15	A400	1,0	6
19	20x 50	120x 4	25	4,6	0,2	B25	A400	1,0	4
20	25x 70	95x 6	27	5,1	0,3	B20	A400	0,9	5
21	18x 50	75x 3	24	5,7	0,2	B20	A300	1,0	5
22	18x 45	30x 4	16	4,7	0,2	B20	A400	0,9	4
23	16x 40	50x 5	21	4,9	0,3	B30	A400	1,0	3
24	20x 50	80x 6	26	5,2	0,2	B25	A300	0,9	5
25	25x 70	120x 5	25	6,0	0,3	B35	A400	1,0	6
26	20x 45	80x 4	28	4,5	0,2	B25	A400	0,9	5
27	22x 50	130x 5	17	6,2	0,2	B15	A400	1,0	4
28	18x 50	100x 4	22	4,7	0,2	B25	A300	0,9	6
29	25x 60	65x 8	35	5,0	0,3	B30	A300	0,9	6
30	20x 45	65x 5	30	4,5	0,2	B25	A400	1,0	5

Таблица А-5

Расчет балки БЖС

№ вар	ℓ	a	$b \times h$, см	g_n	p_n	γ_{f2}	ℓ_{on}	Класс		γ_{bl}
	м			кПа				бетона	арма- туры	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5,6	5,7	20x 55	3,7	4,2	1,3	0,2	B20	A400	0,9
2	6,5	5,4	20x 55	2,5	5,1	1,3	0,2	B25	A400	0,9
3	7,0	5,1	18x 60	4,7	2,0	1,2	0,3	B30	A300	1,0
4	5,9	5,0	25x 50	2,6	2,5	1,4	0,2	B15	A300	1,0
5	6,0	5,3	18x 60	2,4	4,8	1,2	0,3	B30	A400	0,9
6	5,7	6,0	20x 60	3,6	4,2	1,3	0,2	B30	A400	0,9
7	6,3	4,7	22x 50	4,0	3,5	1,4	0,3	B25	A400	0,9
8	6,0	5,5	25x 60	4,7	5,0	1,2	0,3	B30	A300	1,0
9	6,5	5,5	30x 70	4,1	5,0	1,3	0,2	B30	A300	1,0
10	5,8	4,2	18x 50	2,0	3,5	1,2	0,3	B20	A400	0,9
11	6,2	5,0	22x 50	2,8	4,5	1,3	0,2	B25	A400	0,9
12	6,4	5,2	20x 55	3,4	5,2	1,2	0,2	B30	A400	0,9
13	5,8	5,1	20x 45	2,8	4,0	1,4	0,3	B30	A300	1,0
14	5,6	3,4	18x 45	4,1	3,2	1,3	0,3	B15	A300	1,0
15	7,2	5,5	22x 60	3,3	3,8	1,4	0,3	B20	A400	0,9
16	6,0	5,4	25x 60	3,4	4,2	1,2	0,2	B20	A400	0,9
17	6,4	5,2	20x 60	2,5	3,9	1,3	0,3	B25	A400	0,9
18	6,8	5,0	25x 65	3,1	4,6	1,4	0,2	B30	A300	1,0
19	7,1	4,8	25x 70	4,0	3,8	1,3	0,3	B15	A300	1,0
20	6,5	4,5	20x 60	3,6	4,0	1,4	0,2	B20	A400	0,9
21	7,4	5,1	22x 70	3,2	4,5	1,2	0,2	B25	A400	0,9
22	6,6	4,7	25x 65	3,4	4,1	1,4	0,2	B20	A400	0,9
23	5,9	5,0	18x 55	3,8	4,3	1,3	0,3	B30	A300	1,0
24	7,3	4,9	20x 70	2,5	5,5	1,2	0,2	B25	A300	1,0
25	6,5	5,2	20x 60	2,4	3,0	1,3	0,3	B15	A400	0,9
26	4,7	4,0	20x 45	3,0	2,5	1,4	0,2	B25	A400	0,9
27	5,3	3,3	18x 40	2,0	3,3	1,2	0,2	B20	A400	0,9
28	6,6	5,0	20x 65	3,7	4,8	1,3	0,3	B30	A300	1,0
29	6,7	4,3	22x 60	2,7	5,2	1,2	0,2	B30	A300	1,0
30	6,5	5,3	20x 60	2,9	4,4	1,4	0,3	B15	A400	0,9

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

Сталь	Толщина проката, мм	Расчетное сопротивление, МПа, Н/мм ² проката			
		R _{yn}	R _{un}	R _y	R _u
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

Таблица Б-2 Коэффициенты условий работы элементов стальных конструкций, табл.1 СП 16.13330.2011

Элементы конструкций	Коэффиц. условий работы γ _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 λ ≥ 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

За толщину фасонного проката следует принимать толщину полки.

Таблица Б-3

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_{II}, R_C, R_{CM}	14	13	8,5
б) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 11 до 13 см при высоте сечения свыше 11 до 50 см	R_{II}, R_C, R_{CM}	15	14	10
в) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 13 см при высоте сечения свыше 13 до 50 см	R_{II}, R_C, R_{CM}	16	15	11
г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном	R_{II}, R_C, R_{CM}	—	16	10

Таблица Б-4

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_p, R_n, R_c, R_{cm}	сжатию и смятию поперек волокон R_{c90}, R_{cm90}	Скалыванию $R_{ск}$
<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 Б-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 Б-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 сопроти вления	Класс бетона по прочности на сжатие									
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55
Сжатие R_b	6,0	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0	27,5	30,0
Растя- жение R_{bt}	0,56	0,75	0,9	1,05	1,15	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
$R_{b,n}$	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	32,0	36,0	39,0
$R_{b,tn}$	0,85	1,1	1,35	1,55	1,75	1,95	2,1	2,25	2,45	2,6
$E_b \cdot 10^3$	19,0	24,0	27,0	30,0	32,0	34,5	36,0	37,0	38,0	39,0

Таблица Б-7 Нормативные и расчетные сопротивления **арматуры**,
 МПа
 Таблица 2.2-1; 2.2-2; 2.1-4 СП 52-101-03

Арматура классов	Растяжению		Сжатию	Нормативное сопротивление $R_{sn}, R_{s,ser}$
	Продольной, R_s	Попереч- ной, 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

Приложение В Таблицы для расчета ЖБК

Таблица В-1 Данные для расчета прямоугольных сечений

ξ (кси)	η (этта)	α_m	ξ (кси)	η (этта)	α_m
1	2	3	4	5	6
0,01	0,995	0,01	0,37	0,815	0,301
0,02	0,99	0,02	0,38	0,81	0,309
0,03	0,985	0,03	0,39	0,805	0,314
0,04	0,98	0,039	0,4	0,8	0,32
0,05	0,975	0,048	0,41	0,795	0,326
0,06	0,97	0,058	0,42	0,79	0,332
0,07	0,965	0,067	0,43	0,785	0,337
0,08	0,96	0,077	0,44	0,78	0,343
0,09	0,955	0,085	0,45	0,775	0,349
0,1	0,95	0,095	0,46	0,77	0,354
0,11	0,945	0,104	0,47	0,765	0,359
0,12	0,94	0,113	0,48	0,76	0,365
0,13	0,935	0,121	0,49	0,755	0,37
0,14	0,93	0,13	0,5	0,75	0,375
0,15	0,925	0,139	0,51	0,745	0,38
0,16	0,92	0,147	0,52	0,74	0,385
0,17	0,915	0,155	0,53	0,735	0,39
0,18	0,91	0,164	0,54	0,73	0,394
0,19	0,905	0,172	0,55	0,725	0,399
0,2	0,9	0,18	0,56	0,72	0,403
0,21	0,895	0,188	0,57	0,715	0,408
0,22	0,89	0,196	0,58	0,71	0,412
0,23	0,885	0,203	0,59	0,705	0,416
0,24	0,88	0,211	0,6	0,7	0,42
0,25	0,875	0,219	0,61	0,695	0,424
0,26	0,87	0,226	0,62	0,69	0,428
0,27	0,865	0,236	0,63	0,685	0,432
0,28	0,86	0,241	0,64	0,68	0,435
0,29	0,855	0,248	0,65	0,675	0,439
0,3	0,85	0,255	0,66	0,67	0,442
0,31	0,845	0,262	0,67	0,665	0,446
0,32	0,84	0,269	0,68	0,66	0,449
0,33	0,835	0,275	0,69	0,655	0,452
0,34	0,83	0,282	0,7	0,65	0,455
0,35	0,825	0,289	-	-	-
0,36	0,82	0,295	-	-	-

Таблица В-2

Граничные значения коэффициентов ξ_R и α_R
по табл. 3.2 СП 52-101-2003

Класс арматуры	A240	A300	A400	A500	B500
Значение ξ_R	0,612	0,577	0,531	0,493	0,502
Значение α_R	0,425	0,411	0,390	0,372	0,376

Приложение Г

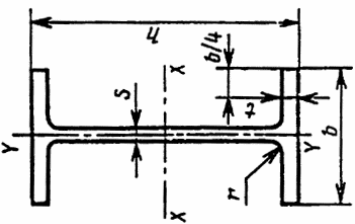
Предельные прогибы элементов конструкций
по табл.Е.1 СП 20.13330.2011

Элементы конструкций	Предъявляемые требования	Вертикальные предельные прогибы f_u
2. Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы: а) покрытий и перекрытий, открытых для обзора, при пролете l , м: $l \leq 1$ $l = 3$ $l = 6$ $l = 24$ (12) $l \geq 36$ (24)	Эстетико-психологические	$l/120$ $l/150$ $l/200$ $l/250$ $l/300$
Цифры, указанные в скобках, следует принимать при высоте помещений до 6 м включительно		

Таблица Д-1

Сортамент арматуры

Диаметр стержня, мм	Расчетная площадь поперечного сечения, см ² , при числе стержней									Масса 1 м длины арматуры, кг	Диаметр арматуры классов	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		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	100,53	113,1	9,865	+	-

Таблица Д-2		Сортамент двутавров стальных горячекатаных с параллельными гранями полок по ГОСТ 26020-83				Площадь сечения, см ²		Линейная плотность, кг/м		Справочные величины для осей					
						Размеры, мм		X-X			Y-Y				
Номер профиля	h	b	s	t	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
														Широкополочные двутавры	
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 профил я	h	b	s	t	A, см ²	$\frac{E}{M}$	I _x , см ⁴	W _x , см ³	S _x , см ³	i _x , см	I _y , см ⁴	W _y , см ³	i _y , см	
														1
Широкополочные двутавры														
30П3	299	200	9,0	15,0	87,00	68,3	14040	939	526	12,70	2004	200,4	4,80	
35П1	338	250	9,5	12,5	95,67	75,1	19790	1171	651	14,38	3260	261	5,84	
35П2	341	250	10,0	14,0	104,74	82,2	22070	1295	721	14,52	3650	292	5,90	
35П3	345	250	10,5	16,0	116,3	91,3	25140	1458	813	14,70	4170	334	5,99	
40П1	388	300	9,5	14,0	122,4	96,1	34360	1771	976	16,76	6306	420	7,18	
40П2	392	300	11,5	16,0	141,6	111,1	39700	2025	1125	16,75	7209	481	7,14	
40П3	396	300	12,5	18,0	157,2	123,4	44740	2260	1259	16,87	8111	541	7,18	
50П1	484	300	11,0	15,0	145,7	114,4	60930	2518	1403	20,45	6762	451	6,81	
50П2	489	300	14,5	17,5	176,6	138,7	72530	2967	1676	20,26	7900	526	6,69	
50П3	485	300	15,5	20,5	199,2	156,4	84200	3402	1923	20,56	9250	617	6,81	
50П4	501	300	16,5	23,5	221,7	174,1	96150	3838	2173	20,82	10600	707	6,92	
60П1	580	320	12,0	17,0	181,1	142,1	107300	3701	2068	24,35	9302	581	7,17	
60П2	587	320	16,0	20,5	225,3	176,9	131800	4490	2544	24,19	11230	702	7,06	
60П3	595	320	18,0	24,5	261,8	205,5	156900	5273	2997	24,48	13420	839	7,16	
70П1	683	320	13,5	19,0	216,4	169,9	172000	5036	2843	28,19	10400	650	6,93	
70П2	691	320	15,0	23,0	251,7	197,6	205500	5949	3360	28,58	12590	787	7,07	
70П3	700	320	18,0	27,5	299,8	235,4	247100	7059	4017	28,72	15070	942	7,09	
70П4	708	320	20,5	31,5	341,6	261,1	284400	8033	4598	28,85	17270	1079	7,11	
70П5	718	320	23,0	36,5	389,7	305,9	330600	9210	5298	29,13	20020	1251	7,17	

Номер профи ля	Нормальные двугавры													
	h	b	s	t	A, см ²	$\frac{E}{E_0}$	I _x , см ⁴	W _x , см ³	S _x , см ³	i _x , см	I _y , см ⁴	W _y , см ³	i _y , см	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
10Б1	100	55	4,1	5,7	10,32	8,1	171	34,2	19,7	4,07	15,9	5,8	1,24	
12Б1	117,6	64	3,8	5,1	11,03	8,7	257	43,8	24,9	4,83	22,4	7,0	1,42	
12Б2	120	64	4,4	6,3	13,21	10,4	318	53,0	30,4	4,90	27,7	8,6	1,45	
14Б1	137,4	73	3,8	5,6	13,39	10,5	435	63,3	35,8	5,70	36,4	10,0	1,65	
14Б2	140	73	4,7	6,9	16,43	12,9	541	77,3	44,2	5,74	44,9	12,3	1,65	
16Б1	157	82	4,0	5,9	16,18	12,7	689	87,8	49,5	6,53	54,4	13,3	1,83	
16Б2	160	82	5,0	7,4	20,09	15,8	869	108,7	61,9	6,58	68,3	16,6	1,84	
18Б1	177	91	4,3	6,5	19,58	15,4	1063	120,1	67,7	7,37	81,9	18,0	2,04	
18Б2	180	91	5,3	8,0	23,95	18,8	1317	146,3	83,2	7,41	100,8	22,2	2,05	
20Б1	200	100	5,6	8,5	28,49	22,4	1943	194,3	110,3	8,26	142,3	28,5	2,23	
23Б1	230	110	5,6	9,0	32,91	25,8	2996	260,5	147,2	9,54	200,3	36,4	2,47	
26Б1	258	120	5,8	8,5	35,62	28,0	4024	312,0	176,6	10,63	245,6	40,9	2,63	
26Б2	261	120	6,0	10,0	39,70	31,2	4654	356,6	201,5	10,83	288,8	48,1	2,70	
30Б1	296	140	5,8	8,5	41,92	32,9	6328	427,0	240,0	12,29	390,0	55,7	3,05	
30Б2	299	140	6,0	10,0	46,67	36,6	7293	487,8	273,8	12,50	458,6	65,5	3,13	
35Б1	346	155	6,2	8,5	49,53	38,9	10060	581,7	328,6	14,25	529,6	68,3	3,27	
35Б2	349	155	6,5	10,0	55,17	43,3	11550	662,2	373,0	14,47	622,9	80,4	3,36	
40Б1	392	165	7,0	9,5	61,25	48,1	15750	803,6	456,0	16,03	714,9	86,7	3,42	
40Б2	396	165	7,5	11,5	69,72	54,7	18530	935,7	529,7	16,30	865,0	104,8	3,52	

Номер профиля	h	b	s	t	A , см ²	ρ кг/м	I_x , см ⁴	W_x , см ³	S_x , см ³	i_x , см	I_y , см ⁴	W_y , см ³	i_y , см	
														1
Нормальные двутавры														
45Б1	443	180	7,8	11,0	76,23	59,8	24940	1125,8	639,5	18,09	1073,7	119,3	3,75	
45Б2	447	180	8,4	13,0	85,96	67,5	28870	1291,9	732,9	18,32	1269	141,0	3,84	
50Б1	492	200	8,8	12,0	92,98	73,0	37160	1511	860,4	19,99	1606	160,6	4,16	
50Б2	496	200	9,2	14,0	102,8	80,7	42390	1709	970,2	20,30	1873	187,3	4,27	
55Б1	543	220	9,5	13,5	113,37	89,0	55680	2051	1165	22,16	2404	218,6	4,61	
55Б2	547	220	10,0	15,5	124,75	97,9	62790	2296	1302	22,43	2760	250,9	4,70	
60Б1	593	230	10,5	15,5	135,26	106,2	78760	2656	1512	24,13	3154	274,3	4,83	
60Б2	597	230	11,0	17,5	147,3	115,6	87640	2936	1669	24,39	3561	309,6	4,92	
70Б1	691	260	12,0	15,5	164,7	129,3	125930	3645	2095	27,65	4556	350,5	5,26	
70Б2	697	260	12,5	18,5	183,6	144,2	145912	4187	2393	28,19	5437	418,2	5,44	
80Б1	791	280	13,5	17,0	203,20	159,5	199500	5044	2917,	31,33	6244	446	5,54	
80Б2	798	280	14,0	20,5	226,60	177,9	232200	5820	3343	32,01	7527	537,6	5,76	
90Б1	893	300	15,0	18,5	247,10	194,0	304400	6817	3964	35,09	8365	557,6	5,82	
90Б2	900	300	15,5	22,0	272,40	213,8	349200	7760	4480	35,80	9943	662,8	6,04	
100Б1	990	320	16,0	21,0	293,82	230,6	446000	9011	5234	38,96	11520	719,9	6,26	
100Б2	998	320	17,0	25,0	328,9	258,2	516400	10350	5980	39,62	13710	856,9	6,46	
100Б3	1006	320	18,0	29,03	364,0	285,7	587700	11680	6736	40,18	15900	993,9	6,61	
100Б4	1013	320	19,5	32,5	400,6	314,5	655400	12940	7470	40,45	17830	1114,3	6,67	

Таблица Д-3

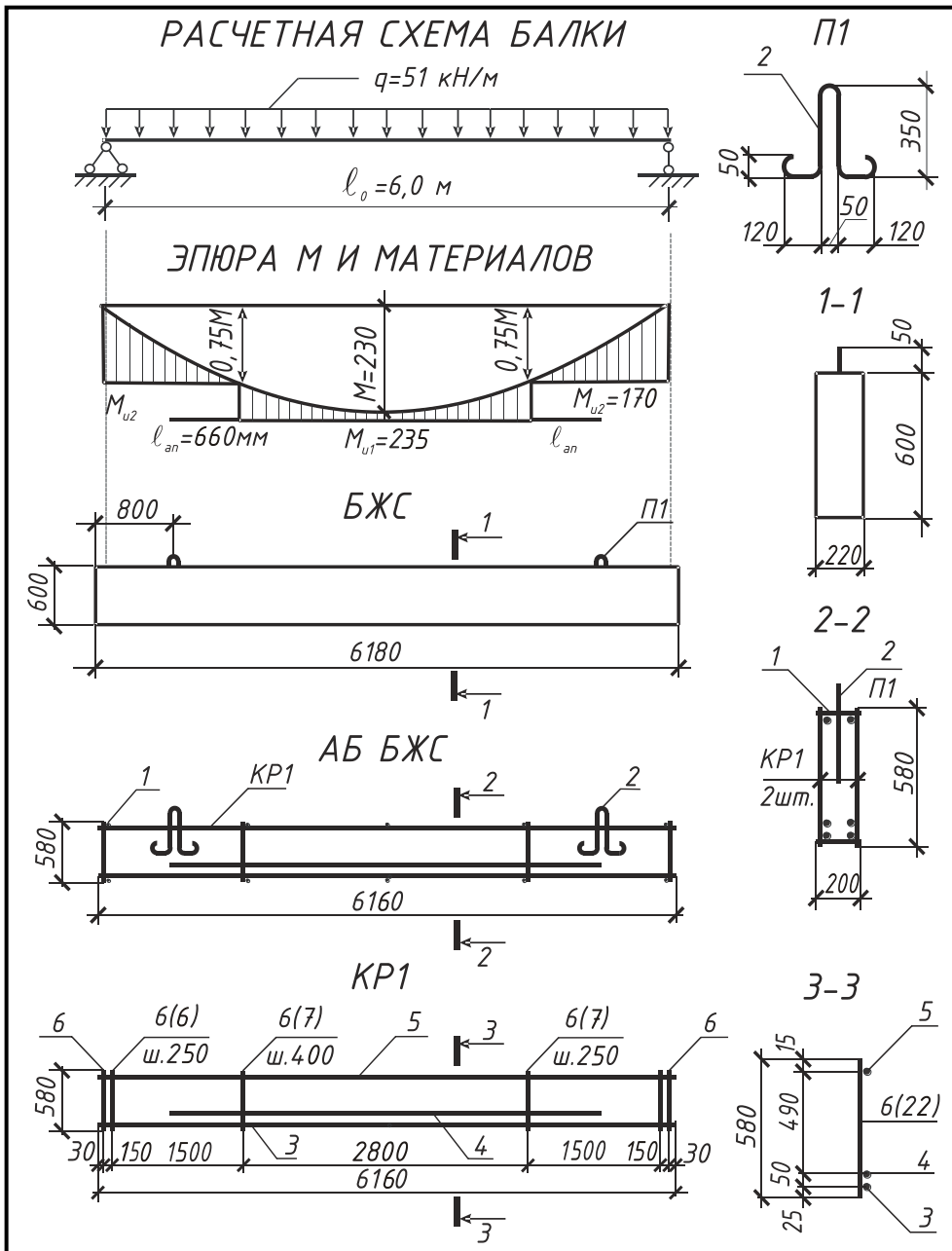
**Сортамент пиломатериалов хвойных пород
по ГОСТ 24454-80**

Толщина	Ширина, мм								
	75	100	125	150	175	200	225	250	275
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 Е

**Соотношения между диаметрами свариваемых
стержней**

Диаметры стержней одного направления	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
Наименьшие допустимые диаметры стержней другого направления	3	4	5	5	6	6	8	8	10	10	12
Наименьшие допустимые расстояния между осями продольных стержней V ₁ в 2 ^х -рядном каркасе	30	40	40	40	40	50	50	50	60	70	80



СПЕЦИФИКАЦИЯ БАЛКИ БЖС

15 8 8	поз	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ.	ПРИМ.
			<u>Балка БЖС</u>		
			<u>Сборочные единицы и детали</u>		
			Каркас плоский КР1	2	
			Соединительный стержень		
	1	0,395 кг/м	∅8 А240 ГОСТ 5781-82*, ℓ=200	10	0,07кг
			Петля монтажная П1		
	2	0,617 кг/м	∅10А240 ГОСТ 5781-82*, ℓ=1200	2	0,74кг
			<u>Материалы</u>		
			Бетон тяжёлый класса В20, м ³	0,74	
	КР1	<u>Детали</u>			
3	3,84 кг/м	∅25 А400 ГОСТ 5781-82*, ℓ=6160	1	23,65кг	
4	2,466 кг/м	∅20 А240 ГОСТ 5781-82*, ℓ=4500	1	11,10кг	
5	0,888 кг/м	∅12 А240 ГОСТ 5781-82*, ℓ=6160	1	5,47кг	
6	0,395 кг/м	∅8А 240 ГОСТ 5781-82*, ℓ=580	22	0,23кг	
8	60	85	10	22	

ВЕДОМОСТЬ РАСХОДА СТАЛИ, кг

40 8	Марка элемента	Арматурные изделия						Общий расход
		Арматура класса						
		А 240			А 400			
		ГОСТ 5781-82*			ГОСТ 5781-82*			
		∅ 8	∅ 10	∅ 12	Итого	∅ 20	∅ 25	
БЖС	10,82	1,48	10,94	23,24	22,20	47,30	69,50	92,74
40	15	15	185	70	15	15	20	

20	20	15	10	185	70	15	15	20
----	----	----	----	-----	----	----	----	----

Должность	Фамилия	Подпись	Дата
Студент	Иванов П.И.	<i>И</i>	12.11.13
Преподаватель	Кодошчова Н.В.		14.11.13

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

БАЛКА БЖС

ЖЕЛЕЗОБЕТОН

Стадия	Масса	Масштаб
У	1,85т	1:50 1:20
Лист 1	Листов 1	
ВСК 372 гр.		