

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РФ

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра металлических конструкций и
испытания сооружений**

ОДНОЭТАЖНОЕ ЗДАНИЕ СКЛАДА

**Методические указания к курсовой работе
по курсу «Конструкции гражданских и промышленных зданий»
для специальности 270302 «Дизайн архитектурной среды»**

**Казань
2008**

УДК 624.014(075.8), 694
ББК 38.3, 30.4
Д88

Д 88 ОДНОЭТАЖНОЕ ЗДАНИЕ СКЛАДА. Методические указания к курсовой работе по курсу «Конструкции гражданских и промышленных зданий» для спец. 270302/ Сост.:М.А.Дымолазов, М.Т.Сибгатуллин. Казань: КГАСУ, 2008.- 30 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Табл.6, рис.3, библиогр. 5 наим.

Рецензент
Доктор технических наук, профессор
И.Л.Кузнецов

© Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2008

© Дымолазов М.А., Сибгатуллин М.Т.,
2008

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение. | 3 |
| 1. Задание на курсовую работу. | 3 |
| 2. Компоновка. | 5 |
| 3. Расчёт прогона. | 7 |
| 3.1. Определение нагрузок и внутренних усилий. | 7 |
| 3.2. Подбор сечения стальных прогонов. | 7 |
| 3.3. Подбор сечения деревянных прогонов. | 8 |
| 4. Расчёт фермы. | 9 |
| 4.1. Определение нагрузок и внутренних усилий. | 9 |
| 4.2. Подбор сечения элементов стальной фермы. | 10 |
| 4.2.1. Подбор сечения растянутых элементов. | 10 |
| 4.2.2. Подбор сечения сжатых элементов. | 10 |
| 4.2.3. Конструкции узлов. | 11 |
| 4.3. Подбор сечения элементов деревянной фермы. | 14 |
| 4.3.1. Подбор сечения растянутых элементов. | 14 |
| 4.3.2. Подбор сечения сжатых элементов. | 14 |
| 4.3.3. Конструкции узлов. | 15 |
| 5. Расчёт колонны. | 17 |
| 5.1. Определение нагрузок и внутренних усилий. | 17 |
| 5.2. Расчёт и конструирование стальной колонны. | 18 |
| 5.3. Расчёт и конструирование деревянной колонны. | 19 |
| 6. Оформление графической части курсовой работы. | 20 |
| Литература. | 23 |
| Приложения. | 24 |

ВВЕДЕНИЕ

Разработка студентами несущих конструкций одноэтажного здания склада имеет своей целью закрепить теоретические знания по соответствующему разделу курса и дать необходимые навыки в расчёте и конструировании конструкций из разных материалов (древесины и стали).

Курсовая работа разделена на две основные части: расчёт и основы проектирования конструкций зданий из древесины и стали. В одной части рассматривается вариант с применением древесины, в другой – стали. В обоих вариантах выполняются расчёты прогона, треугольной фермы и колонны. Шаг рам в варианте из дерева в два раза меньше, чем в варианте из стали. Конструкции деталей и узлов принимаются конструктивно без расчетов.

Графическая часть выполняется на листах формата А4 и вкладывается в пояснительную записку. В этой части составляются эскизы проектируемых конструкций, разрабатываются: монтажная схема основных несущих конструкций, с маркировкой всех элементов, эскизы отправочных марок ферм, колонны, а также узлов сопряжения конструкций. Составляются таблица расхода древесины, спецификация стали, и таблица отправочных марок.

1. Задание на курсовую работу.

Задачей курсовой работы является расчет и проектирование несущих конструкций одноэтажного здания, поперечная рама которого представлена на рис.1.1.

Основные геометрические параметры проектируемого здания выбираются студентом в соответствии со своим порядковым номером по данным таблиц 1.1 и 1.2. Марка стали - С 245, древесина – сосна 2 сорта. Количество шагов в продольном направлении – 7.

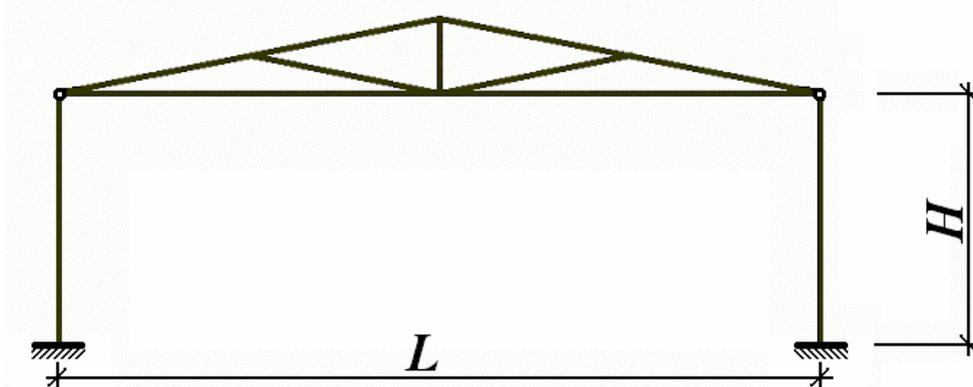


Рис. 1.1. Схема поперечной рамы здания.

Код задания.

Таблица 1.1.

| № п/п | 1 группа | 2 группа | 3 группа |
|-------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 1 1 1 1 1 | 1 1 2 1 2 | 1 1 3 2 1 |
| 2 | 2 1 1 1 2 | 1 1 1 1 2 | 1 1 2 1 3 |
| 3 | 1 2 1 3 3 | 2 1 3 1 1 | 1 1 1 1 3 |
| 4 | 2 1 3 3 3 | 1 2 1 3 1 | 3 2 1 2 1 |
| 5 | 1 1 3 3 3 | 2 1 3 1 2 | 1 2 1 3 2 |
| 6 | 2 1 1 3 2 | 1 2 1 1 1 | 2 1 3 2 3 |
| 7 | 3 2 1 1 2 | 3 2 1 1 1 | 1 1 3 3 2 |
| 8 | 1 2 1 2 3 | 2 1 1 1 1 | 2 1 1 3 1 |
| 9 | 3 2 1 3 1 | 2 1 3 3 1 | 1 2 1 2 2 |
| 10 | 1 1 1 2 1 | 2 1 1 3 3 | 3 2 1 1 3 |
| 11 | 1 1 2 2 1 | 1 1 1 2 2 | 2 1 1 1 3 |
| 12 | 1 1 3 1 2 | 1 1 2 2 2 | 1 1 1 2 3 |
| 13 | 3 2 2 3 3 | 1 1 3 1 3 | 1 1 2 2 3 |
| 14 | 2 1 2 2 3 | 3 2 1 3 3 | 1 1 3 1 1 |
| 15 | 3 2 2 2 2 | 2 1 2 2 2 | 3 2 1 3 2 |
| 16 | 1 2 1 1 2 | 3 2 1 2 3 | 1 2 2 1 1 |
| 17 | 3 2 2 1 3 | 1 1 3 3 1 | 2 1 2 2 1 |
| 18 | 2 1 1 2 1 | 3 2 2 2 3 | 1 2 1 1 3 |
| 19 | 3 2 1 2 2 | 2 1 1 2 3 | 2 1 2 3 3 |
| 20 | 1 1 1 3 1 | 3 2 2 3 2 | 2 1 1 2 2 |
| 21 | 1 1 2 3 3 | 1 1 1 3 2 | 2 1 3 3 2 |
| 22 | 3 2 2 3 1 | 1 1 2 3 1 | 1 1 1 3 3 |
| 23 | 2 1 2 1 3 | 3 2 2 2 1 | 1 1 2 3 2 |
| 24 | 2 1 3 2 2 | 2 1 3 2 1 | 3 2 2 2 1 |
| 25 | 1 2 1 2 1 | 2 1 2 1 2 | 2 1 2 1 1 |
| 26 | 3 2 3 1 1 | 3 2 3 2 1 | 1 2 2 1 2 |
| 27 | 2 1 2 3 1 | 1 1 3 2 2 | 2 1 3 1 3 |
| 28 | 3 2 3 1 3 | 2 1 2 3 2 | 3 2 3 2 2 |
| 29 | 3 2 2 1 2 | 3 2 3 1 2 | 3 2 3 2 3 |
| 30 | 1 1 2 1 1 | 1 2 2 1 3 | 1 1 3 2 3 |

Исходные данные.

Таблица 1.2.

| № шифра | Пролет L, м | Шаг рам сталь/дерево В, м | Высота колонны Н, м | Расчетные нагрузки | |
|---------|-------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | | снеговая (кг/м ²) | ветровая (кг/м ²) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 14,0 | 5,0/2,5 | 3,0 | 240 | 23 |
| 2 | 16,0 | 4,5/2,25 | 4,0 | 150 | 30 |
| 3 | 18,0 | 4,0/2,0 | 5,0 | 320 | 38 |

2. Компоновка.

При проектировании каркас здания расчленяется на две системы – поперечную и продольную, работа каждой из них под нагрузкой принимается независимой. В состав этих систем включают конструкции, работа которых является существенной и определяющей для данной системы. Все прочие конструкции, мало влияющие на работу этой системы, не рассматриваются.

В поперечную систему - раму включают только колонны и ригели покрытия. Рама образуется двумя жёстко заделанными в фундамент колоннами и ригелем – шарнирно опертой треугольной стропильной фермой (рис.1.1).

При компоновке поперечной рамы сначала следует определить вертикальные размеры, как самой рамы, так и элементов ее составляющих, привязывая размеры к уровню чистого пола.

Далее устанавливаются горизонтальные размеры с привязкой их к разбивочным осям. Для невысоких зданий применяется нулевая привязка наружной грани колонны.

В продольном направлении здание, при необходимости, расчленяется на минимальное количество равных температурных блоков.

В продольную систему каркаса входят колонны, вертикальные связи и те из продольных элементов, которые выполняют роль связевых, обеспечивая устойчивость и неизменяемость каркаса в продольном направлении. В продольной системе колонны проектируются шарнирно опёртыми на фундамент, при этом геометрическая неизменяемость обеспечивается постановкой по колоннам вертикальных связей.

Вертикальные связи по колоннам Вс-1 (рис.2.1) следует располагать в средней части здания или температурного блока.

Связи по верхним поясам ферм Гс-1 устанавливаются по концам температурных блоков и в середине блока, где расположена вертикальная связь по колоннам.

Для обеспечения пространственной жесткости устанавливается вертикальная связь Вс-2 в середине ферм в местах расположения Гс-1.

Для уменьшения расчетной длины нижнего пояса фермы из плоскости устанавливаются распорки Р-1 в середине фермы по всей длине здания.

Узлы связевых ферм должны совпадать с узлами стропильных ферм. Коньковые узлы обязательно раскрепляются распорками. Распорки могут ставиться дополнительно, сокращая расчётную длину сжатого верхнего пояса в местах, не раскреплённых несущими конструкциями кровли.

3. Расчёт прогона.

В качестве прогонов предлагается применение прогонов двух типов:

- из прокатных профилей (швеллеры, двутавры);
- из древесины цельного сечения.

3.1. Определение нагрузок и внутренних усилий.

На прогоны действуют нагрузка от собственного веса покрытия и снегового покрова. Нормативная равномерно распределённая погонная нагрузка на прогоны:

$$q^H = g_n \times (g^H + s_0) \times L/8,$$

где g^H – нормативная постоянная нагрузка от собственного веса 1 м² покрытия;

s_0 – нормативная снеговая нагрузка на 1 м² площади;

$L/8$ - шаг прогонов.

Расчетная равномерно распределённая погонная нагрузка на прогоны:

$$q^P = g_n \times (g^H \times g_{f_1} + s_0 \times g_{f_2}) \times L/8,$$

$g_{f_1} = 1,2$ - коэффициент надежности по нагрузке для собственного веса;

$g_{f_2} = 1/0,7 = 1,4286$ - коэффициент надежности по нагрузке для снеговой нагрузки;

Расчетный изгибающий момент в середине прогона определяется по формуле:

$$M = \frac{q^P \cdot B^2}{8}.$$

Расчетная поперечная сила на опоре:

$$Q = \frac{q^P \cdot B}{2}.$$

3.2. Подбор сечения металлических прогонов.

Подбор сечения начинается с определения требуемого момента сопротивления по формуле:

$$W_{mp} = \frac{M}{R_y \times g_c},$$

где R_y - расчетное сопротивление стали С245 по табл.51* [2];

g_c - коэффициент условий работы по табл. 6* [2].

Далее по сортаменту прокатных профилей находится номер профиля с моментом сопротивления, равным или больше требуемого.

Прочность подобранного сечения прогонов проверяется по формуле:

$$s = \frac{M}{W_n} \leq R_y \times g_c,$$

где W_n – момент сопротивления сечения нетто;

Проверку прочности прогона на касательные напряжения проверяют в опорном сечении по формуле:

$$t = \frac{Q \cdot S}{I \cdot t_w} \leq R_s \cdot g_c,$$

где S – статический момент;

I – момент инерции сечения;

t_w – толщина стенки балки;

$R_s = 0,58 \cdot R_y$ – расчетное сопротивление стали на срез.

Делается проверка жесткости балок по формуле:

$$f = \frac{5 \cdot q^n \cdot B^4}{384 \cdot E \cdot I} \leq [f],$$

где $[f] = B / 200$ – предельный прогиб:

$E = 2,1 \cdot 10^6$ кг/см² – модуль упругости стали.

3.3. Подбор сечения деревянных прогонов.

Деревянные прогоны принимаем цельного сечения по существующему сортаменту применяемых пиломатериалов.

Подбор сечения начинается с определения требуемого момента сопротивления по формуле:

$$W_{mp} = \frac{M}{R_u},$$

где R_u – расчетное сопротивление древесины изгибу по табл.3 [3].

При соотношении высоты сечения к ширине равном 3, определяем требуемые размеры сечения:

$$b = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot W_{mp}}{3}}.$$

Далее по сортаменту на пиломатериалы принимают большее сечение.

Прочность подобранного сечения прогонов проверяется по формуле:

$$s = \frac{M}{W_n} \leq R_u,$$

где $W_n = b \cdot h^2 / 6$ – момент сопротивления сечения нетто;

Проверку прочности прогона на касательные напряжения проверяют в опорном сечении по формуле:

$$t = \frac{Q \cdot S_{\text{бр}}}{I_{\text{бр}} \cdot b_{\text{расч}}} \leq R_{\text{ск}},$$

где $S_{\text{бр}} = b \cdot h^2 / 8$ – статический момент брутто сдвигаемой части;

$I_{\text{бр}} = b \cdot h^3 / 12$ – момент инерции сечения брутто;

$b_{\text{расч}}$ – расчетная ширина сечения элемента;

$R_{\text{ск}}$ – расчетное сопротивление скалыванию при изгибе.

Делается проверка жесткости балок по формуле:

$$f = \frac{5 \cdot q^H \cdot B^4}{384 \cdot E_{\text{д}} \cdot I_{\text{бр}}} \leq [f],$$

где $[f] = B / 200$ – предельный прогиб:

$E_{\text{д}} = 10^5 \text{ кг/см}^2$ – модуль упругости древесины.

4. Расчёт фермы.

Ригель является основным элементом поперечной рамы, который воспринимает нагрузку от покрытия и передает их на вертикальные несущие конструкции. В качестве ригеля рамы применена треугольная ферма. Высота фермы принимается равным $L/6$.

4.1. Определение нагрузок и расчётных усилий.

На ферму действуют нагрузка от собственного веса покрытия, нагрузка от подвесного оборудования и нагрузка от снегового покрова. Все нагрузки прикладываются на узлы верхнего пояса. Расчетная схема фермы представлена на рис.4.1.

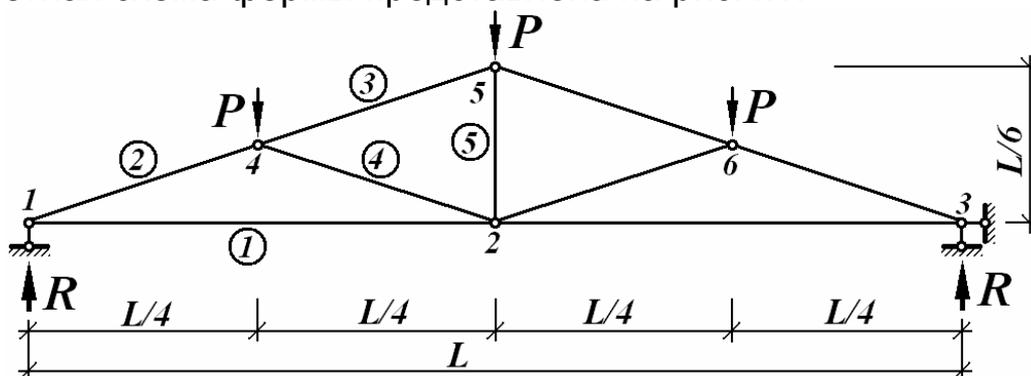


Рис.4.1. Расчетная схема фермы.

Расчетная сосредоточенная нагрузка на узлы верхнего пояса:

$$P = g_n \cdot (g^H \cdot g_{f1} + s_0 \cdot g_{f2}) \cdot B \cdot L / 4 + P_k \cdot g_{f3}$$

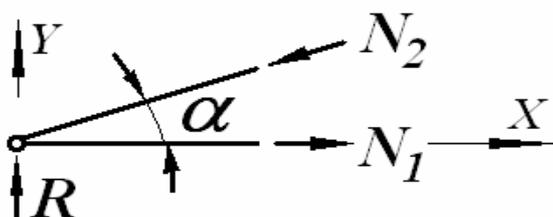
где P_k – нормативная нагрузка от подвешного оборудования на узел верхнего пояса;

$g_{f_3} = 1,1$ - коэффициент надежности по нагрузке для подвешного оборудования.

Расчетные усилия в стержнях фермы определяем методом вырезания узлов. Для этого определяем опорные реакции:

$$R = 1,5 \cdot P.$$

Например, чтобы определить усилия в элементах 1 и 2 (рис.4.1), вырезаем узел 1 и составляем сумму проекций усилий на оси «X» и «Y»:



$$\sum X = N_1 - N_2 \cdot \cos \alpha = 0;$$

$$\sum Y = R - N_2 \cdot \sin \alpha = 0.$$

Из двух уравнений определяем два неизвестные N_1 и N_2 .

Таким же образом определяем усилия в остальных элементах фермы, подставляя найденные усилия как нагрузки.

4.2. Подбор сечения элементов стальной фермы.

В рамках курсового проекта сечения элементов стальной фермы конструируются из парных равнобоких уголков.

4.2.1. Подбор сечения растянутых элементов.

Определяется требуемая площадь сечения растянутого элемента по формуле:

$$A_{mp} = \frac{N}{R_y \cdot g_c},$$

где N - расчетное продольное усилие в элементе.

Далее в зависимости с A_{mp} по сортаменту на равнополочные уголки выбирается сечение из двух уголков, площадь которых несколько больше, чем A_{mp} .

4.2.2. Подбор сечения сжатых элементов.

Сначала определяется расчетная длина элемента в плоскости и из плоскости фермы. В рамках курсового проекта расчетные длины принимаются равными геометрическим длинам элементов.

Предварительно задаются гибкостью $I_1 = 60, 90$ и определяют коэффициент продольного изгиба «j» в зависимости « I_1 » и « R_y » по табл.72 [2].

Требуемая площадь сечения сжатого элемента определяется по формуле:

$$A_{mp} = \frac{N}{j \cdot R_y \cdot g_c}.$$

По сортаменту на равнополочные уголки выбирается сечение из двух уголков, площадь которых приблизительно равна A_{mp} и выписывается радиус инерции « i_x ».

Определяется гибкость элемента по формуле:

$$l_{max} = l_p / i_x.$$

Если разница полученной и предыдущей гибкости не более 5%, то производится проверка устойчивости по формуле:

$$\frac{N}{j \cdot A} \leq R_y g_c,$$

где j - коэффициент продольного изгиба, соответствующий определенной гибкости;

A - площадь сечения по сортаменту.

Если разница больше 5%, назначается новое значение гибкости по формуле:

$$l_2 = \frac{l_1 + l_{max}}{2},$$

и расчет повторяется.

4.2.3. Конструкции узлов.

При конструировании узлов следует соблюдать центровку осей стержней соединяемых в узле, т.е. оси стержней ферм должны пересекаться в одной точке. Размеры фасонки определяются при построении и вычерчивании узла. Конструкции узлов зависят от принятого профиля стержней. На рис. 4.2. приводятся некоторые возможные варианты узловых решений для ферм из парных уголков.

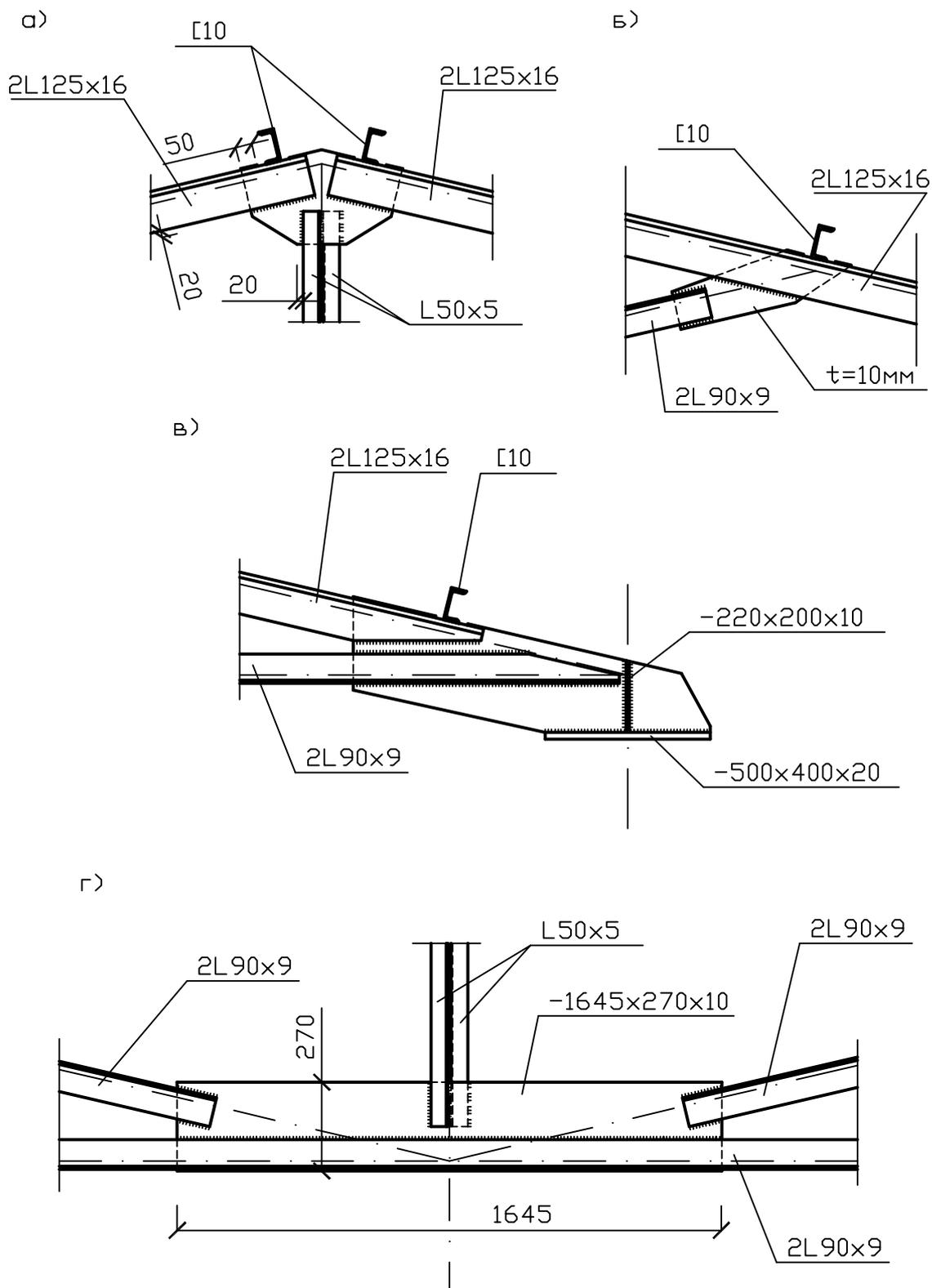


Рис. 4.2. Узлы стальной фермы:
 а) коньковый; б) промежуточный верхнего пояса;
 в) опорный; г) средний нижнего пояса.

4.3. Подбор сечения элементов деревянной фермы.

В рамках курсового проекта сечения элементов деревянной фермы принимаются из цельной древесины.

4.3.1. Подбор сечения растянутых элементов.

Требуемая площадь сечения растянутого элемента определяется по формуле:

$$A_{mp} = \frac{N}{R_p},$$

где R_p - расчетное сопротивление древесины растяжению, определяемое по табл.3 [3].

Далее в зависимости с A_{mp} и с учетом существующих ослаблений по сортаменту на пиломатериалы принимается большее сечение.

Проверка прочности растянутого элемента производится по формуле:

$$\frac{N}{A_{нт}} \leq R_p,$$

где $A_{нт}$ - площадь поперечного сечения элемента нетто.

4.3.2. Подбор сечения сжатых элементов.

Сначала определяется расчетная длина элемента в плоскости и из плоскости фермы. В рамках курсового проекта расчетные длины принимаются равными геометрическим длинам элементов.

Предварительно задаются гибкостью $l_1 = 60, 90$ и определяют коэффициент продольного изгиба « j » по формуле:

$$\text{если } l \leq 70, \text{ то } j = 1 - a \cdot \sqrt{\frac{l}{100}}^2;$$

$$\text{если } l > 70, \text{ то } j = \frac{A}{l^2},$$

где $a = 0,8$; $A = 3000$.

Требуемая площадь сечения сжатого элемента определяется по формуле:

$$A_{mp} = \frac{N}{j \cdot R_c},$$

где R_c - расчетное сопротивление древесины сжатию.

По сортаменту на пиломатериалы выбирается квадратное сечение, площадь которого приблизительно равна A_{mp} .

Определяется гибкость элемента по формуле:

$$l_{max} = l_p / i_x,$$

где $i_x = 0,289 \cdot b$ - радиус инерции;

b - сторона выбранного сечения.

Если разница полученной и предыдущей гибкости не более 5%, то производится проверка прочности и устойчивости по формулам:

$$\frac{N}{A_{нт}} \leq R_c, \quad \frac{N}{j \cdot A_{расч}} \leq R_c,$$

где j - коэффициент продольного изгиба, соответствующий определенной гибкости;

$A_{расч}$ - расчетная площадь сечения по п.4.2 [3].

Если разница больше 5%, назначается новое значение гибкости по формуле:

$$l_2 = \frac{l_1 + l_{max}}{2},$$

и расчет повторяется.

4.3.3. Конструкции узлов.

При конструировании узлов следует соблюдать центровку осей стержней соединяемых в узле, т.е. оси стержней ферм должны пересекаться в одной точке. Некоторые размеры узлов (например, габариты бобышек, в некоторых случаях и размеры сечения самих стержней) уточняются при построении и вычерчивании узла. Конструкции узловых решений могут быть разнообразны. На рис. 4.3. приводятся некоторые возможные варианты узловых решений.

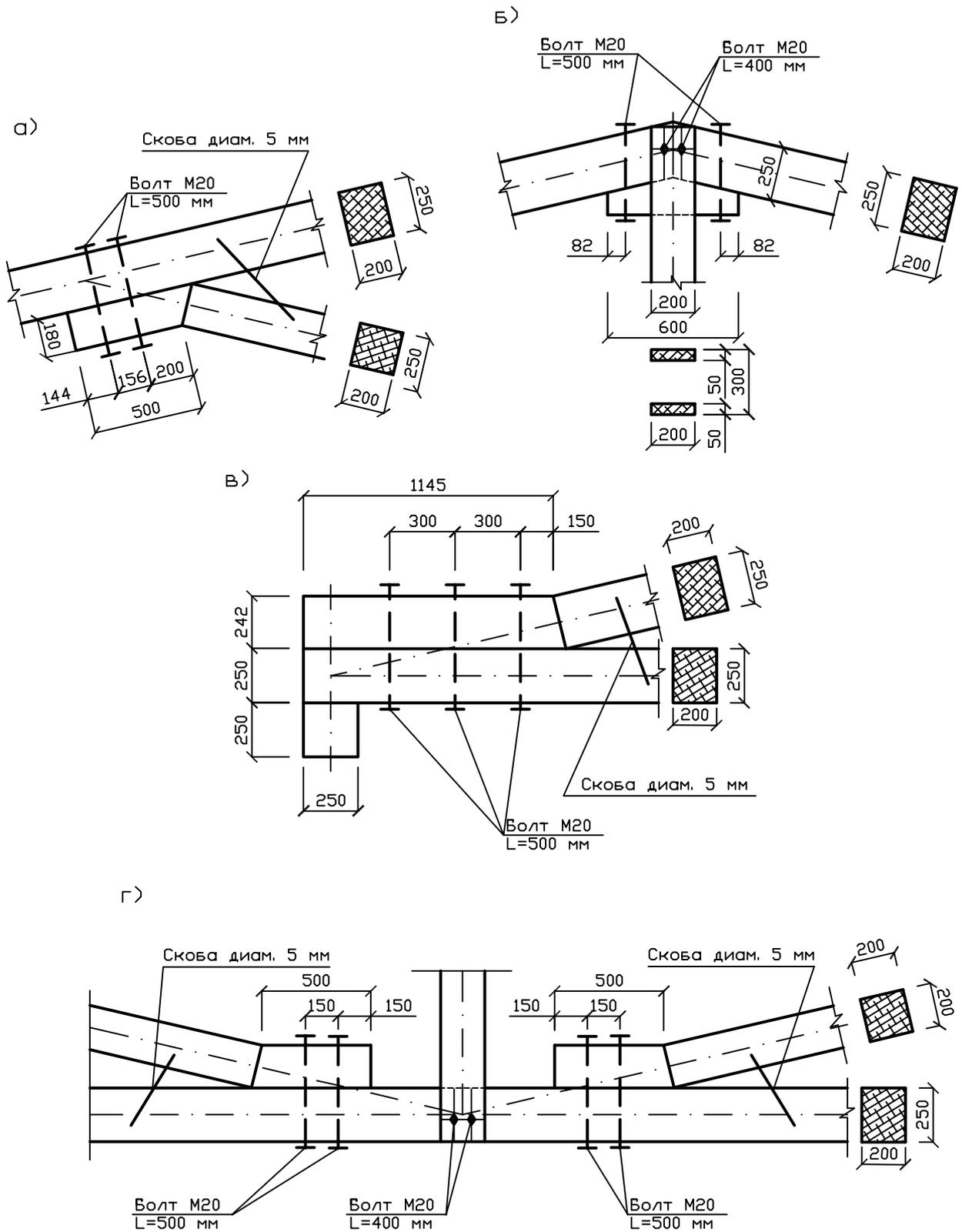


Рис. 4.3. Узлы деревянной фермы:
 а) промежуточный верхнего пояса; б) коньковый;
 в) опорный; г) средний нижнего пояса.

5. Расчёт колонны.

Колонна служит для передачи нагрузок от ригеля на фундамент и воспринимает горизонтальные нагрузки.

5.1. Определение нагрузок и внутренних усилий.

На здание действуют нагрузки от собственной массы конструкций, нагрузка от подвешенного оборудования, нагрузки от снегового покрова и давления ветра. Расчетная схема поперечной рамы представлена на рис.3.1.

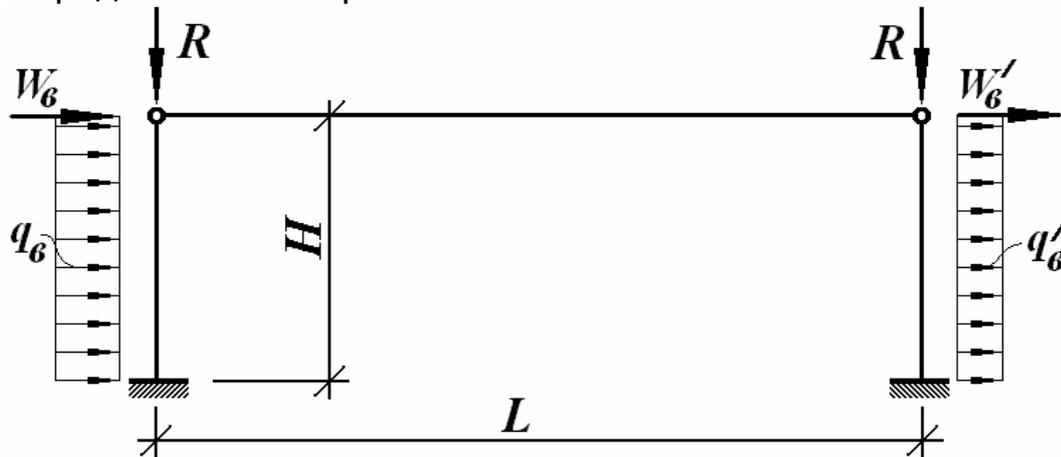


Рис.3.1. Расчетная схема поперечной рамы.

Расчетная сосредоточенная нагрузка на колонну рамы от фермы определяется по формуле:

$$R = g_n \cdot (g_n^h \cdot g_{f1} + s_0 \cdot g_{f2}) \cdot B \cdot L / 2 + 1,5 \cdot P_k \cdot g_{f3},$$

P_k - нормативная нагрузка на узел верхнего пояса фермы от подвешенного оборудования;

$g_{f3} = 1,1$ - коэффициент надежности по нагрузке для нагрузки от подвешенного оборудования;

B - шаг рам.

Нагрузки от давления ветра действуют на колонны поперечной рамы. Равномерно распределенные нагрузки на колонны с наветренной и подветренной сторон определяются по формулам:

$$q_e = g_n \cdot w_0 \cdot g_f \cdot k \cdot c \cdot B$$

$$q'_e = g_n \cdot w_0 \cdot g_f \cdot k' \cdot c' \cdot B'$$

где $g_n = 0,9$ - коэффициент надежности по назначению, зависящий от класса ответственности здания;

w_0 - нормативное значение ветрового давления;

$g_f = 1,4$ - коэффициент надежности по нагрузке;

$k = 0,5$ - коэффициент, учитывающий изменение ветрового

давления по высоте;

$c = 0,8$, $c' = 0,6$ - аэродинамические коэффициенты, зависящие от конфигурации здания, принимаемые по прил.4 [1];

L , B - пролет и шаг рам.

Нагрузки от давления ветра в пределах высоты прикладываются к верхним концам колонн и определяются по формулам:

$$W_e = g_n \cdot w_0 \cdot g_f \cdot k \cdot c \cdot B \cdot h_f$$

$$W_e' = g_n \cdot w_0 \cdot g_f \cdot k \cdot c' \cdot B \cdot h_f'$$

где $h_f = L/6$ - высота фермы.

Поперечная рама здания однажды статически неопределимая. Максимальная изгибающий момент и поперечная сила возникают у основания и определяются согласно п.8.2.11 [5] по формулам:

$$M_{max} = \frac{5 \cdot q_e \cdot H^2}{16} + \frac{3 \cdot q_e' \cdot H^2}{16} + \frac{W_e \cdot H}{2} + \frac{W_e' \cdot H}{2}$$

$$Q_{max} = \frac{13 \cdot q_e \cdot H}{16} + \frac{3 \cdot q_e' \cdot H}{16} + \frac{W_e}{2} + \frac{W_e'}{2}$$

Максимальное продольное сжимающее усилие:

$$N_{max} = R.$$

5.2. Расчёт и конструирование стальной колонны.

Стальную колонну принимаем двутаврового сечения.

Расчетные длины колонны в плоскости и из плоскости рамы определяются по формулам:

$$l_{efx} = m_x \cdot H; \quad l_{efy} = m_y \cdot h_1,$$

где $m_x = 2,0$, $m_y = 1$ - согласно прил.6 табл.71,а [2];

h_1 - расстояние между закреплениями из плоскости рамы.

Подбор сечения стальной колонны заключается в принятии сечения с последующей её проверкой.

Прочность по нормальным напряжениям в плоскости действия момента проверяется по формуле:

$$\frac{\sigma}{\xi A_n \cdot R_y \cdot g_c} + \frac{\sigma^n}{\xi c_x \cdot W_x \cdot R_y \cdot g_c} \leq 1,$$

где c_x , n - коэффициенты, учитывающие пластическую работу стали, определяемые по табл.66 [2];

A_n , W_x - площадь сечения и момент сопротивления принятого сечения.

Проверка устойчивости колонны в плоскости действия момента производится по формуле:

$$\frac{N}{j_e \cdot A} \leq R_y \cdot g_c,$$

где j_e - коэффициент, определяемый по табл.74 [2] в зависимости \bar{I} и m_{ef} ;

$$\bar{I} = l_x \cdot \sqrt{R_y / E} - \text{условная гибкость};$$

$$l_x = l_{efx} / i_x - \text{гибкость};$$

$$m_{ef} = h \cdot m - \text{приведенный относительный эксцентриситет};$$

$$m = e \cdot A / W_x - \text{относительный эксцентриситет};$$

$$e = M_{max} / N_{max} - \text{эксцентриситет};$$

h - коэффициент влияния формы сечения, определяемый по табл. 73 [2].

Устойчивость колонны из плоскости проверяется по формуле:

$$S = \frac{N_{max}}{j_y \cdot A} \leq R_y g_c,$$

где j_y - коэффициент продольного изгиба, определяемый по табл.72 [2], соответствующий гибкости $l_y = l_{efy} / i_y$.

5.3. Расчёт и конструирование деревянной колонны.

Колонну принимаем прямоугольного сечения.

Расчетные длины колонны в плоскости и из плоскости рамы определяются по формулам:

$$l_{efx} = m_x \cdot H; \quad l_{efy} = m_y \cdot h_1,$$

где $m_x = 2,2$, $m_y = 1$ - согласно п.4.21 [3];

h_1 - расстояние между закреплениями из плоскости рамы.

Подбор сечения деревянной колонны заключается в принятии сечения с последующей её проверкой.

Прочность по нормальным напряжениям в плоскости действия момента проверяется по формуле:

$$S = \frac{N_{max}}{A_{расч}} + \frac{M_{max}}{x \cdot W} \leq R_c,$$

где $A_{расч} = b \cdot h$ - площадь сечения нетто;

b, h - ширина и высота поперечного сечения колонны;

$$W_{расч} = \frac{b \cdot h^2}{6} - \text{момент сопротивления сечения нетто};$$

$$x = 1 - \frac{N_{max}}{j \cdot R_c \cdot b \cdot h} - \text{коэффициент, учитывающий}$$

дополнительный момент от продольной силы;

$j = 3000 / l^2$ - коэффициент продольного изгиба;

$l = l_{efx} / i_x$ - гибкость;

$i_x = 0,289 \cdot h$ - радиус инерции сечения.

Прочность на скалывание проверяется по формуле:

$$t = \frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot b} \leq R_{ск},$$

где $S_x = b \cdot h^2 / 8$ - статический момент сечения колонны;

$I_x = b \cdot h^3 / 12$ - момент инерции сечения колонны;

$R_{ск}$ - расчетное сопротивление древесины скалыванию.

Устойчивость колонны из плоскости проверяется без учета изгибающего момента по формуле:

$$s = \frac{N_{max}}{j_y \cdot A_{расч}} \leq R_c,$$

где $j_y = 1 - 0,8 \cdot (l / 100)^2$ при $l \leq 70$;

$j_y = 3000 / l^2$ при $l > 70$;

$l = l_{efy} / (0,289 \cdot b)$ - гибкость колонны из плоскости рамы.

6. Оформление графической части курсовой работы.

Графическая часть проекта выполняется на листах формата А4 с соблюдением требований ЕСКД и вкладывается в пояснительную записку. В этой части составляются эскизы проектируемых конструкций, разрабатываются:

- монтажная схема основных несущих конструкций, с маркировкой всех элементов (рис.2.1);
- эскиз фермы, колонны, а также узлов сопряжения конструкций.

Также составляется:

- ведомость монтажных элементов, форма которой представлена в табл.6.1;
- спецификация стали на рассчитываемые элементы, форма которой представлена в табл.6.3;
- таблица расхода древесины на рассчитываемые элементы, форма которой представлена в табл.6.2.

Графическое выполнение проекта выполняется на двух листах формата А1. На левой половине листа вычерчиваются: поперечный разрез здания с указанием основных отметок и конструкций кровельного ограждения и кранового оборудования в масштабе $1:100, 1:200$, планы связей по верхним и нижним поясам ферм в

масштабе $1:200$, $1:500$, разрезы здания с вертикальными связями по фермам и колоннам в масштабе $1:200$, $1:500$. На правой половине этого листа размещаются колонна в масштабе $1:40$, $1:50$, ее основные узлы в масштабе $1:10$, $1:20$ и возможная схема торцевого фахверкового заполнения. На этом листе наносятся сечения всех элементов колонны, привязка к разбивочной оси и другие размеры, необходимые для разработки по нему рабочих и детализированных чертежей (стадия КМД).

На этом листе должны быть помещены важнейшие узлы и детали с необходимым числом проекций. Наконец, на этом листе в правом нижнем углу, над штампом, даются примечания с указанием материала конструкций, типов электродов, диаметров болтов, отверстий и т.д.

Второй лист отводится для рабочего чертежа отправочного элемента стропильной фермы. В левом верхнем углу вычерчивается геометрическая схема в масштабе $1:100$, $1:200$, с указанием геометрических размеров (длин осей стержней) и величины расчетных усилий. На центральной части листа помещается чертеж отправочной марки-фермы (стадии КМД), где кроме бокового вида фермы даются проекции верхнего и нижнего поясов, опорных ребер и стоек, к которым примыкают вертикальные связи. Обычно проекция того или иного элемента вычерчивается со стороны этого элемента. Геометрическую схему отправочной марки вычерчивают в масштабе $1:10$, $1:15$. На этом чертеже указываются расстояния от разбивочной оси стержня до края элемента. На свободных местах этого листа располагаются основные монтажные укрупнительные узлы с необходимыми проекциями. В верхнем правом углу листа, над штампом, помещается спецификация металла, в которую вносят по порядку все детали фермы. Под спецификацией помещаются примечания, с указанием материала конструкций, типов электродов, размеров не оговоренных сварных швов, диаметры не оговоренных отверстий и т.д.

Таблица 6.1

Ведомость монтажных элементов

| Мар-ка | Обозначение | Наименование | Кол-во | Масса, кг | |
|--------|-------------|--------------|--------|-----------|------|
| | | | | шт. | общ. |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

15
60
60
10
15
20

Таблица 6.2.

Спецификация стали.

| Мар- ка | Поз. | Кол-во | | Сечение | Длина, мм | Масса, кг | | | Марка стали | При- меч |
|------------|------|--------|---|---------|--------------|-----------|------|------|----------------|-------------|
| | | шт | н | | | шт. | общ. | эле. | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

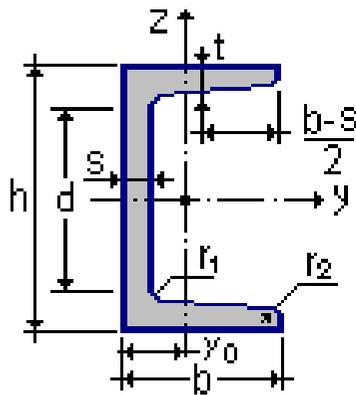
15
 10
 10
 10
 30
 20
 15
 15
 15
 25
 20

Литература.

1. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. - М. 2002 г.
2. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. Нормы проектирования/ Госстрой СССР, 1990 г. - 96 с.
3. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции. Нормы проектирования/ Госстрой СССР. - М. ГУП.ЦПП. 2000 г.
4. Пособие по проектированию деревянных конструкций (с СНиП II-25-80) ЦНИИСК им. Кучеренко. - М., Стройиздат, 1986 - 216 с.
5. Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический. Под редакцией А.А. Уманского. Том 1. Стройиздат, 1972.

Приложение 1

Сортамент горячекатаных швеллеров с уклоном полков по ГОСТ 8240-89

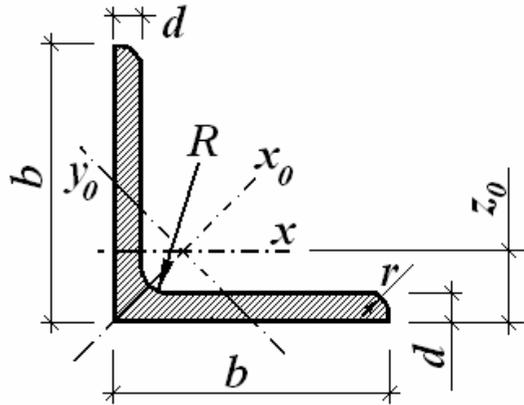


| Номер швеллера | h | b | s | t | r ₁ | r ₂ | A | P | J _y | W _y | i _y | S _y | J _z | W _z | i _z | y ₀ |
|----------------|-------|------|-----|-----|----------------|----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | мм | мм | мм | мм | мм | мм | см ² | кг/м | см ⁴ | см ³ | мм | см ³ | см ⁴ | см ³ | мм | мм |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 5 | 50.0 | 32.0 | 4.4 | 7.0 | 6.0 | 2.5 | 6.16 | 4.84 | 22.8 | 9.1 | 19.2 | 5.59 | 5.61 | 2.75 | 9.5 | 11.6 |
| 6.5 | 65.0 | 36.0 | 4.4 | 7.2 | 6.0 | 2.5 | 7.51 | 5.9 | 48.6 | 15.0 | 25.4 | 9.0 | 8.7 | 3.68 | 10.8 | 12.4 |
| 8 | 80.0 | 40.0 | 4.5 | 7.4 | 6.5 | 2.5 | 8.98 | 7.05 | 89.4 | 22.4 | 31.6 | 23.3 | 12.8 | 4.75 | 11.9 | 13.1 |
| 10 | 100.0 | 46.0 | 4.5 | 7.6 | 7.0 | 3.0 | 10.9 | 8.59 | 174.0 | 34.8 | 39.9 | 20.4 | 20.4 | 6.46 | 13.7 | 14.4 |
| 12 | 120.0 | 52.0 | 4.8 | 7.8 | 7.5 | 3.0 | 13.3 | 10.4 | 304.0 | 50.6 | 47.8 | 29.6 | 31.2 | 8.52 | 15.3 | 15.4 |
| 14 | 140.0 | 58.0 | 4.9 | 8.1 | 8.0 | 3.0 | 15.6 | 12.3 | 491.0 | 70.2 | 56.0 | 40.8 | 45.4 | 11.0 | 17.0 | 16.7 |
| 16 | 160.0 | 64.0 | 5.0 | 8.4 | 8.5 | 3.5 | 18.1 | 14.2 | 747.0 | 93.4 | 64.2 | 54.1 | 63.3 | 13.8 | 18.7 | 18.0 |
| 16a | 160.0 | 68.0 | 5.0 | 9.0 | 8.5 | 3.5 | 19.5 | 15.3 | 823.0 | 103.0 | 64.9 | 59.4 | 78.8 | 16.4 | 20.1 | 20.0 |
| 18 | 180.0 | 70.0 | 5.1 | 8.7 | 9.0 | 3.5 | 20.7 | 16.3 | 1090.0 | 121.0 | 72.4 | 69.8 | 86.0 | 17.0 | 20.4 | 19.4 |
| 18a | 180.0 | 74.0 | 5.1 | 9.3 | 9.0 | 3.5 | 22.2 | 17.4 | 1190.0 | 132.0 | 73.2 | 76.1 | 105.0 | 20.0 | 21.8 | 21.3 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-----|------|------|-----|------|------|---------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 20 | 200.0 | 76.0 | 5.2 | 9.0 | 9.5 | 4.0 | 23.4 | 18.4 | 1520.0 | 152.0 | 80.7 | 87.8 | 113.0 | 20.5 | 22.0 | 20.7 |
| 22 | 220.0 | 82.0 | 5.4 | 9.5 | 10.0 | 4.0 | 26.7 | 21.0 | 2110.0 | 192.0 | 88.9 | 110.0 | 151.0 | 25.1 | 23.7 | 22.1 |
| 24 | 240.0 | 90.0 | 5.6 | 10.0 | 10.5 | 4.0 | 30.6 | 24.0 | 2900.0 | 242.0 | 97.3 | 139.0 | 208.0 | 31.6 | 26.0 | 24.2 |
| 27 | 270.0 | 95.0 | 6.0 | 10.5 | 11.0 | 4.5 | 35.2 | 27.7 | 4160.0 | 308.0 | 109.0 | 178.0 | 262.0 | 37.3 | 27.3 | 24.7 |
| 30 | 300.0 | 100.0 | 6.5 | 11.0 | 12.0 | 5.0 | 40.5 | 31.8 | 5810.0 | 387.0 | 120.0 | 224.0 | 327.0 | 43.6 | 28.4 | 25.2 |
| 33 | 330.0 | 105.0 | 7.0 | 11.7 | 13.0 | 5.0 | 46.5 | 36.5 | 7980.0 | 484.0 | 131.0 | 281.0 | 410.0 | 51.8 | 29.7 | 25.9 |
| 36 | 360.0 | 110.0 | 7.5 | 12.6 | 14.0 | 6.0 | 53.4 | 41.9 | 10820.0 | 601.0 | 142.0 | 350.0 | 513.0 | 61.7 | 31.0 | 26.8 |
| 40 | 400.0 | 115.0 | 8.0 | 13.5 | 15.0 | 6.0 | 61.5 | 48.3 | 15220.0 | 761.0 | 157.0 | 444.0 | 642.0 | 73.4 | 32.3 | 27.5 |

Приложение 2

Сокращенный сортамент горячекатаных
равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93

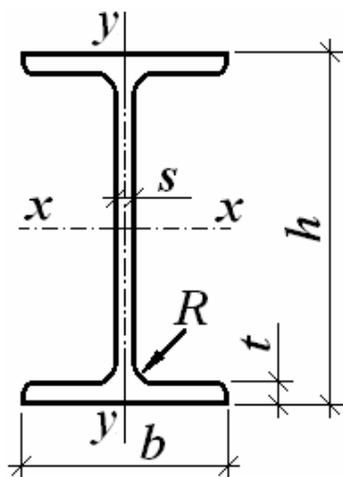


| Номер уголка | b , мм | d , мм | Площадь поперечного сечения, см^2 | Справочные значения для осей | | | | | | | | | | Масса 1м уголка, кг |
|-----------------|-------------|-------------|--|------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------|------------------------|
| | | | | $x - x$ | | | $x_0 - x_0$ | | $y_0 - y_0$ | | | J_{xy} , см^4 | z_0 , см | |
| | | | | J_x , см^4 | W_x , см^3 | i_x , см | J_{x_0} , см^4 | i_{x_0} , см | J_{y_0} , см^4 | W_{y_0} , см^3 | i_{y_0} , см | | | |
| 1 | 2 | 3 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 5 | 50 | 3 | 2,96 | 7,11 | 1,94 | 1,55 | 11,27 | 1,95 | 2,95 | 1,57 | 1 | 4,16 | 1,33 | 2,32 |
| | | 4 | 3,89 | 9,21 | 2,54 | 1,54 | 14,63 | 1,94 | 3,8 | 1,95 | 0,99 | 5,42 | 1,38 | 3,05 |
| | | 5 | 4,8 | 11,2 | 3,13 | 1,53 | 17,77 | 1,92 | 4,63 | 2,3 | 0,98 | 6,57 | 1,42 | 3,77 |
| | | 6 | 5,69 | 13,07 | 3,69 | 1,52 | 20,72 | 1,91 | 5,43 | 2,63 | 0,98 | 7,65 | 1,46 | 4,47 |
| 5,6 | 56 | 4 | 4,38 | 13,1 | 3,21 | 1,73 | 20,79 | 2,18 | 5,41 | 2,52 | 1,11 | 7,69 | 1,52 | 3,44 |
| | | 5 | 5,41 | 15,97 | 3,96 | 1,72 | 25,36 | 2,16 | 6,59 | 2,97 | 1,1 | 9,41 | 1,57 | 4,25 |
| 6,3 | 63 | 4 | 4,96 | 18,86 | 4,09 | 1,95 | 29,9 | 2,45 | 7,81 | 3,26 | 1,25 | 11 | 1,69 | 3,9 |
| | | 5 | 6,13 | 23,10 | 5,05 | 1,94 | 36,8 | 2,44 | 9,52 | 3,87 | 1,25 | 13,7 | 1,74 | 4,81 |
| | | 6 | 7,28 | 27,06 | 5,98 | 1,93 | 42,91 | 2,43 | 11,18 | 4,44 | 1,24 | 15,9 | 1,78 | 5,72 |

| 1 | 2 | 3 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-----|-----|-----|-------|--------|-------|------|--------|------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 7 | 70 | 4,5 | 6,2 | 29,04 | 5,67 | 2,16 | 46,03 | 2,72 | 12,04 | 4,53 | 1,39 | 17 | 1,88 | 4,87 |
| | | 5 | 6,86 | 31,94 | 6,27 | 2,16 | 50,67 | 2,72 | 13,22 | 4,92 | 1,39 | 18,7 | 1,9 | 5,38 |
| | | 6 | 8,15 | 37,58 | 7,43 | 2,15 | 59,64 | 2,71 | 15,52 | 5,66 | 1,38 | 22,1 | 1,94 | 6,39 |
| | | 7 | 9,42 | 42,98 | 8,57 | 2,14 | 68,19 | 2,69 | 17,77 | 6,31 | 1,37 | 25,2 | 1,99 | 7,39 |
| | | 8 | 10,67 | 48,16 | 9,68 | 2,12 | 76,35 | 2,68 | 19,97 | 6,99 | 1,37 | 28,2 | 2,02 | 8,37 |
| 7,5 | 75 | 5 | 7,39 | 39,53 | 7,21 | 2,31 | 62,65 | 2,91 | 16,41 | 5,74 | 1,49 | 23,1 | 2,02 | 5,8 |
| | | 6 | 8,78 | 46,57 | 8,57 | 2,3 | 73,87 | 2,9 | 19,28 | 6,62 | 1,48 | 27,3 | 2,06 | 6,89 |
| | | 7 | 10,15 | 53,34 | 9,89 | 2,29 | 84,61 | 2,89 | 22,07 | 7,43 | 1,47 | 31,2 | 2,1 | 7,96 |
| | | 8 | 11,5 | 59,84 | 11,18 | 2,28 | 94,89 | 2,87 | 24,8 | 8,16 | 1,47 | 35 | 2,15 | 9,02 |
| | | 9 | 12,83 | 66,1 | 12,43 | 2,27 | 104,72 | 2,86 | 27,48 | 8,91 | 1,46 | 38,6 | 2,18 | 10,07 |
| 8 | 80 | 5,5 | 8,63 | 52,68 | 9,03 | 2,47 | 83,56 | 3,11 | 21,8 | 7,1 | 1,59 | 30,9 | 2,17 | 6,78 |
| | | 6 | 9,38 | 56,97 | 9,8 | 2,47 | 90,4 | 3,11 | 23,54 | 7,6 | 1,58 | 33,4 | 2,19 | 7,36 |
| | | 7 | 10,85 | 65,31 | 11,32 | 2,45 | 103,6 | 3,09 | 26,97 | 8,55 | 1,58 | 38,3 | 2,23 | 8,51 |
| | | 8 | 12,3 | 73,36 | 12,8 | 2,44 | 116,39 | 3,08 | 30,32 | 9,44 | 1,57 | 43 | 2,27 | 9,65 |
| 9 | 90 | 6 | 10,61 | 82,10 | 12,49 | 2,78 | 130 | 3,5 | 33,97 | 9,88 | 1,79 | 48,1 | 2,43 | 8,33 |
| | | 7 | 12,28 | 94,3 | 14,45 | 2,77 | 149,67 | 3,49 | 38,94 | 11,15 | 1,78 | 55,4 | 2,47 | 9,64 |
| | | 8 | 13,93 | 106,11 | 16,36 | 2,76 | 168,42 | 3,48 | 43,8 | 12,34 | 1,77 | 62,3 | 2,51 | 10,93 |
| | | 9 | 15,6 | 118 | 18,29 | 2,75 | 186 | 3,46 | 48,6 | 13,48 | 1,77 | 68 | 2,55 | 12,2 |
| 10 | 100 | 6,5 | 12,82 | 122,1 | 16,69 | 3,09 | 193,46 | 3,89 | 50,73 | 13,38 | 1,99 | 71,4 | 2,68 | 10,06 |
| | | 7 | 13,75 | 130,59 | 17,9 | 3,08 | 207,01 | 3,88 | 54,16 | 14,13 | 1,98 | 76,4 | 2,71 | 10,79 |
| | | 8 | 15,6 | 147,19 | 20,3 | 3,07 | 233,46 | 3,87 | 60,92 | 15,66 | 1,98 | 86,3 | 2,75 | 12,25 |
| | | 10 | 19,24 | 178,95 | 24,97 | 3,05 | 283,83 | 3,84 | 74,08 | 18,51 | 1,96 | 110 | 2,83 | 15,1 |
| | | 12 | 22,8 | 208,9 | 29,47 | 3,03 | 330,95 | 3,81 | 86,84 | 21,1 | 1,95 | 122 | 2,91 | 17,9 |
| | | 14 | 26,28 | 237,15 | 33,83 | 3 | 347,98 | 3,78 | 99,32 | 23,49 | 1,94 | 138 | 2,99 | 20,63 |
| 11 | 110 | 7 | 15,15 | 175,61 | 21,83 | 3,4 | 278,54 | 4,29 | 72,68 | 17,36 | 2,19 | 106 | 2,96 | 11,89 |
| | | 8 | 17,2 | 198,17 | 24,87 | 3,39 | 314,51 | 4,28 | 81,83 | 19,29 | 2,18 | 116 | 3 | 13,5 |

| 1 | 2 | 3 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|------|-----|----|-------|---------|--------|------|---------|------|--------|-------|------|-----|------|-------|
| 12,5 | 125 | 8 | 19,69 | 294,36 | 32,2 | 3,87 | 466,76 | 4,87 | 121,98 | 25,67 | 2,49 | 172 | 3,36 | 15,46 |
| | | 9 | 22 | 327,48 | 36 | 3,86 | 520 | 4,86 | 135,88 | 28,26 | 2,48 | 192 | 3,4 | 17,3 |
| | | 10 | 24,33 | 359,82 | 39,74 | 3,85 | 571,04 | 4,84 | 148,59 | 30,45 | 2,47 | 211 | 3,45 | 19,1 |
| | | 12 | 28,89 | 422,23 | 47,06 | 3,82 | 670,02 | 4,82 | 174,43 | 34,94 | 2,46 | 248 | 3,53 | 22,68 |
| | | 14 | 33,37 | 481,76 | 54,17 | 3,8 | 763,9 | 4,78 | 199,62 | 39,1 | 2,45 | 282 | 3,61 | 26,2 |
| | | 16 | 37,77 | 538,56 | 61,09 | 3,78 | 852,84 | 4,75 | 224,29 | 43,1 | 2,44 | 315 | 3,68 | 29,65 |
| 14 | 140 | 9 | 24,72 | 456,72 | 45,55 | 4,34 | 739,42 | 5,47 | 192,03 | 35,92 | 2,79 | 274 | 3,78 | 19,41 |
| | | 10 | 27,33 | 512,29 | 50,32 | 4,33 | 813,62 | 5,46 | 210,96 | 39,05 | 2,78 | 301 | 3,82 | 21,45 |
| | | 12 | 32,49 | 602,49 | 59,66 | 4,31 | 956,98 | 5,43 | 248,01 | 44,97 | 2,76 | 354 | 3,9 | 25,5 |
| 16 | 160 | 10 | 31,43 | 774,24 | 66,19 | 4,96 | 1229,1 | 6,25 | 319,38 | 52,52 | 3,19 | 455 | 4,3 | 24,67 |
| | | 11 | 34,42 | 844,21 | 72,44 | 4,95 | 1340,06 | 6,24 | 347,77 | 56,53 | 3,18 | 496 | 4,35 | 27,02 |
| | | 12 | 37,39 | 912,89 | 78,62 | 4,94 | 1450 | 6,23 | 375,78 | 60,53 | 3,17 | 537 | 4,39 | 29,35 |
| | | 14 | 43,57 | 1046,47 | 90,77 | 4,92 | 1662,13 | 6,2 | 430,81 | 68,15 | 3,16 | 615 | 4,47 | 33,97 |
| | | 16 | 49,07 | 1175,19 | 102,64 | 4,89 | 1865,73 | 6,17 | 484,64 | 75,92 | 3,14 | 690 | 4,55 | 38,52 |
| | | 18 | 54,79 | 1290,24 | 114,24 | 4,87 | 2061,03 | 6,13 | 537,46 | 82,08 | 3,13 | 771 | 4,63 | 43,01 |
| | | 20 | 60,4 | 1418,85 | 125,6 | 4,85 | 2248,26 | 6,1 | 589,43 | 90,02 | 3,12 | 830 | 4,7 | 47,44 |

Приложение 3



Сокращенный сортамент горячекатаных двутавров с параллельными гранями полки по ГОСТ 26020-83

| Номер профиля | <i>h</i> | <i>b</i> | <i>s</i> | <i>t</i> | <i>R</i> | Площадь сечения, см ² | Линейная плотность, кг/м | Справочные значения для осей | | | | | | |
|-------------------------|--|--|--|---------------------------|--|----------------------------------|--------------------------|--|---------------------------|------|------|--------------|------|------|
| | мм | | | | | | | <i>x - x</i> | | | | <i>y - y</i> | | |
| | <i>J_x</i> , см ⁴ | <i>W_x</i> , см ³ | <i>S_x</i> , см ³ | <i>i_x</i> , см | <i>J_y</i> , см ⁴ | | | <i>W_y</i> , см ³ | <i>i_y</i> , см | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Нормальные двутавры (Б) | | | | | | | | | | | | | | |
| 10Б1 | 100 | 55 | 4,1 | 5,7 | 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 | 7 | 11,3 | 8,7 | 257 | 43,8 | 24,9 | 4,83 | 22,4 | 7 | 1,42 |
| 12Б2 | 120 | 64 | 4,4 | 6,3 | 7 | 13,21 | 10,4 | 318 | 53 | 30,4 | 4,9 | 27,7 | 8,6 | 1,45 |
| 14Б1 | 137,4 | 73 | 3,8 | 5,6 | 7 | 13,39 | 10,5 | 435 | 63,3 | 35,8 | 5,7 | 36,4 | 10 | 1,65 |
| 14Б2 | 140 | 73 | 4,7 | 6,9 | 7 | 16,43 | 12,9 | 541 | 77,3 | 44,2 | 5,74 | 44,9 | 12,3 | 1,65 |
| 16Б1 | 157 | 82 | 4 | 5,9 | 9 | 16,18 | 12,7 | 689 | 87,8 | 49,5 | 6,53 | 54,4 | 13,3 | 1,83 |
| 16Б2 | 160 | 82 | 5 | 7,4 | 9 | 20,09 | 15,8 | 869 | 108,7 | 61,9 | 6,58 | 68,3 | 16,6 | 1,84 |
| 18Б1 | 177 | 91 | 4,3 | 6,5 | 9 | 19,58 | 15,4 | 1063 | 120,1 | 67,7 | 7,37 | 81,9 | 18 | 2,04 |
| 18Б2 | 180 | 91 | 5,3 | 8 | 9 | 23,95 | 18,8 | 1317 | 146,3 | 83,2 | 7,41 | 100,8 | 22,2 | 2,05 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|-----|------|------|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 20Б1 | 200 | 100 | 5,6 | 8,5 | 12 | 28,49 | 22,4 | 1943 | 194,3 | 110,3 | 8,26 | 142,3 | 28,5 | 2,23 |
| 23Б1 | 230 | 110 | 5,6 | 9 | 12 | 32,91 | 25,8 | 2996 | 260,5 | 147,2 | 9,54 | 200,3 | 36,4 | 2,47 |
| 26Б1 | 258 | 120 | 5,8 | 8,5 | 12 | 35,62 | 28 | 4024 | 312 | 176,6 | 10,63 | 245,6 | 40,9 | 2,63 |
| 26Б2 | 261 | 120 | 6 | 10 | | 39,7 | 31,2 | 4654 | 356,6 | 201,5 | 10,83 | 288,8 | 48,1 | 2,7 |
| 30Б1 | 296 | 140 | 5,8 | 8,5 | 15 | 41,92 | 32,9 | 6328 | 427 | 240 | 12,29 | 390 | 55,7 | 3,05 |
| 30Б2 | 299 | 140 | 6 | 10 | | 46,67 | 36,6 | 7293 | 487,8 | 273,8 | 12,5 | 458,6 | 65,5 | 3,13 |
| 35Б1 | 346 | 155 | 6,2 | 8,5 | 18 | 49,53 | 38,9 | 10060 | 581,7 | 328,6 | 14,25 | 529,6 | 68,3 | 3,27 |
| 35Б2 | 349 | 155 | 6,5 | 10 | | 55,17 | 43,3 | 11550 | 662,2 | 373 | 14,47 | 622,9 | 80,4 | 3,36 |
| Колонные двутавры (К) | | | | | | | | | | | | | | |
| 20К1 | 195 | 200 | 6,5 | 10 | 13 | 52,82 | 41,5 | 3820 | 392 | 216 | 8,5 | 1334 | 133 | 5,03 |
| 20К2 | 198 | 200 | 7 | 11,5 | | 59,7 | 46,9 | 4422 | 447 | 247 | 8,61 | 1534 | 153 | 5,07 |
| 23К1 | 227 | 240 | 7 | 10,5 | 14 | 66,51 | 52,2 | 6589 | 580 | 318 | 9,95 | 2421 | 202 | 6,03 |
| 23К2 | 230 | 240 | 8 | 12 | | 75,77 | 59,5 | 7601 | 661 | 365 | 10,02 | 2766 | 231 | 6,04 |
| 26К1 | 255 | 260 | 8 | 12 | 16 | 83,08 | 65,2 | 10300 | 809 | 445 | 11,14 | 3517 | 271 | 6,51 |
| 26К2 | 258 | 260 | 9 | 13,5 | | 93,19 | 73,2 | 11700 | 907 | 501 | 11,21 | 3957 | 304 | 6,52 |
| 26К3 | 262 | 260 | 10 | 15,5 | | 105,9 | 83,1 | 13560 | 1035 | 576 | 11,32 | 4544 | 349 | 6,55 |
| 30К1 | 296 | 300 | 9 | 13,5 | 18 | 108 | 84,8 | 18110 | 1223 | 672 | 12,95 | 6079 | 405 | 7,5 |
| 30К2 | 300 | 300 | 10 | 15,5 | | 122,7 | 96,3 | 20930 | 1395 | 771 | 13,06 | 6980 | 465 | 7,54 |
| 30К3 | 340 | 300 | 11,5 | 17,5 | | 138,72 | 108,9 | 23910 | 1573 | 874 | 13,12 | 7881 | 525 | 7,54 |
| 35К1 | 343 | 350 | 10 | 15 | 20 | 139,7 | 109,7 | 31610 | 1843 | 1010 | 15,04 | 10720 | 613 | 8,76 |
| 35К2 | 348 | 350 | 11 | 17,5 | | 160,4 | 125,9 | 37090 | 2132 | 1173 | 15,21 | 12510 | 715 | 8,83 |

Приложение 4

**Рекомендуемый сортамент пиломатериалов для несущих
деревянных конструкций**

| Толщина, мм | | Ширина, мм | | | | | | |
|-------------|--------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 100 | 130 | 150 | 180 | 200 | 220 | 250 |
| 16 | $A, \text{см}^2$ | 16,0 | 20,8 | 24,0 | 28,8 | 32,0 | 35,2 | 40,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 4,27 | 5,56 | 6,4 | 7,68 | 8,53 | 9,39 | 10,67 |
| 19 | $A, \text{см}^2$ | 19,0 | 24,7 | 28,5 | 34,2 | 38,0 | 41,8 | 47,5 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 6,02 | 7,82 | 9,03 | 10,83 | 12,03 | 13,24 | 15,04 |
| 25 | $A, \text{см}^2$ | 25,0 | 32,5 | 37,5 | 45,0 | 50,0 | 55,0 | 62,5 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 10,42 | 13,54 | 15,63 | 18,75 | 20,83 | 22,92 | 26,04 |
| 32 | $A, \text{см}^2$ | 32,0 | 41,6 | 48,0 | 57,6 | 64,0 | 70,4 | 80,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 17,07 | 22,19 | 25,6 | 30,72 | 34,13 | 37,55 | 42,67 |
| 40 | $A, \text{см}^2$ | 40,0 | 52,0 | 60,0 | 72,0 | 80,0 | 88,0 | 100,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 26,67 | 34,67 | 40,0 | 48,0 | 53,3 | 58,67 | 66,67 |
| 50 | $A, \text{см}^2$ | 50,0 | 65,0 | 75,0 | 90,0 | 100,0 | 110,0 | 125,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 41,67 | 54,17 | 62,5 | 75,0 | 83,33 | 91,67 | 104,17 |
| 60 | $A, \text{см}^2$ | 60,0 | 78,0 | 90,0 | 108,0 | 120,0 | 132,0 | 150,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 60,0 | 78,0 | 90,0 | 108,0 | 120,0 | 132,0 | 150,0 |
| 75 | $A, \text{см}^2$ | 75,0 | 97,5 | 112,5 | 135,0 | 150,0 | 165,0 | 187,5 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 93,75 | 121,88 | 140,63 | 168,75 | 187,5 | 206,25 | 234,38 |
| 100 | $A, \text{см}^2$ | 100,0 | 130,0 | 150,0 | 180,0 | 200,0 | 220,0 | 250,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 166,67 | 216,67 | 250,0 | 300,0 | 333,33 | 366,67 | 416,67 |
| 130 | $A, \text{см}^2$ | 130,0 | 169,0 | 195,0 | 234,0 | 260,0 | 286,0 | 325,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 281,67 | 366,17 | 422,5 | 507,0 | 563,33 | 619,67 | 704,17 |
| 150 | $A, \text{см}^2$ | 150,0 | 195,0 | 225,0 | 270,0 | 300,0 | 330,0 | 375,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 375,0 | 487,5 | 562,5 | 675,0 | 750,0 | 825,0 | 937,5 |
| 180 | $A, \text{см}^2$ | 180,0 | 234,0 | 270,0 | 324,0 | 360,0 | 396,0 | 450,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 540,0 | 702,0 | 810,0 | 972,0 | 1080,0 | 1188,0 | 1350,0 |
| 200 | $A, \text{см}^2$ | 200,0 | 260,0 | 300,0 | 360,0 | 400,0 | 440,0 | 500,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 666,67 | 866,67 | 1000,0 | 1200,0 | 1333,3 | 1466,7 | 1666,7 |
| 220 | $A, \text{см}^2$ | 220,0 | 286,0 | 330,0 | 396,0 | 440,0 | 484,0 | 550,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 806,67 | 1048,7 | 1210,0 | 1452,0 | 1613,3 | 1774,7 | 2016,7 |
| 250 | $A, \text{см}^2$ | 250,0 | 325,0 | 375,0 | 450,0 | 500,0 | 550,0 | 625,0 |
| | $W_x, \text{см}^3$ | 1041,7 | 1354,2 | 1562,5 | 1875,0 | 2083,3 | 2291,7 | 2604,2 |

ОДНОЭТАЖНОЕ ЗДАНИЕ СКЛАДА

Методические указания к курсовой работе
по курсу «Конструкции гражданских и промышленных зданий»
для специальности 270302 «Дизайн архитектурной среды»

Составители: М.А.Дымолазов
М.Т.Сибгатуллин

Редактор Н.Х.Михайлова

Редакционно-издательский отдел
Казанского государственного архитектурно-строительного университета

| | | |
|--------------------|------------------------|-------------------|
| Подписано в печать | 02.12.08 | Формат 60x84/16 |
| Тираж 100 экз. | Бумага офсетная №1 | Усл. -печ. л. 2,0 |
| Заказ № 632 | Печать ризографическая | Уч. -изд. л.2,0 |

Печатно-множительный отдел КГАСУ
420043, Казань, Зеленая 1.