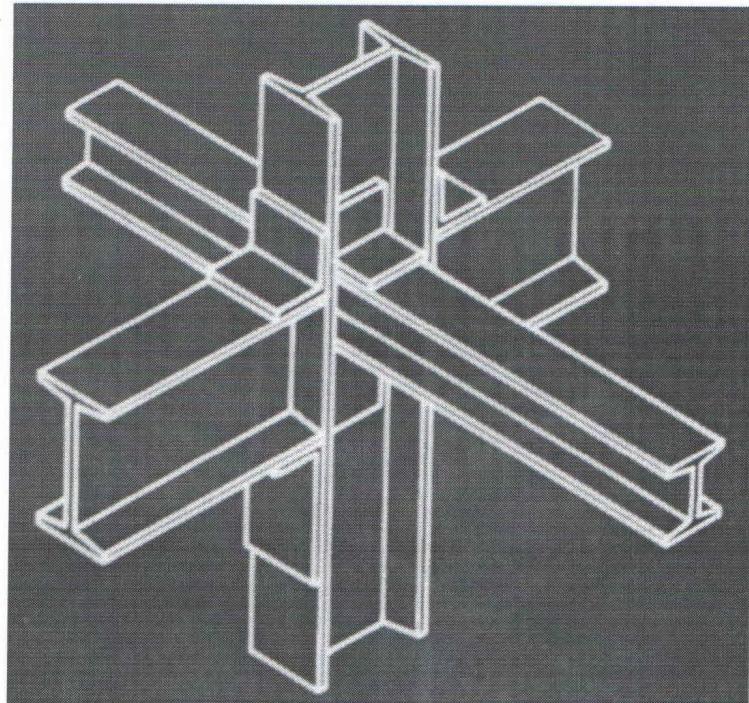


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емец Валерий Сергеевич  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 25.06.2025 16:31:20  
Уникальный программный ключ:  
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff35d7

**ПРАВДОЛЮБОВА С. С.**

**«КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ»**

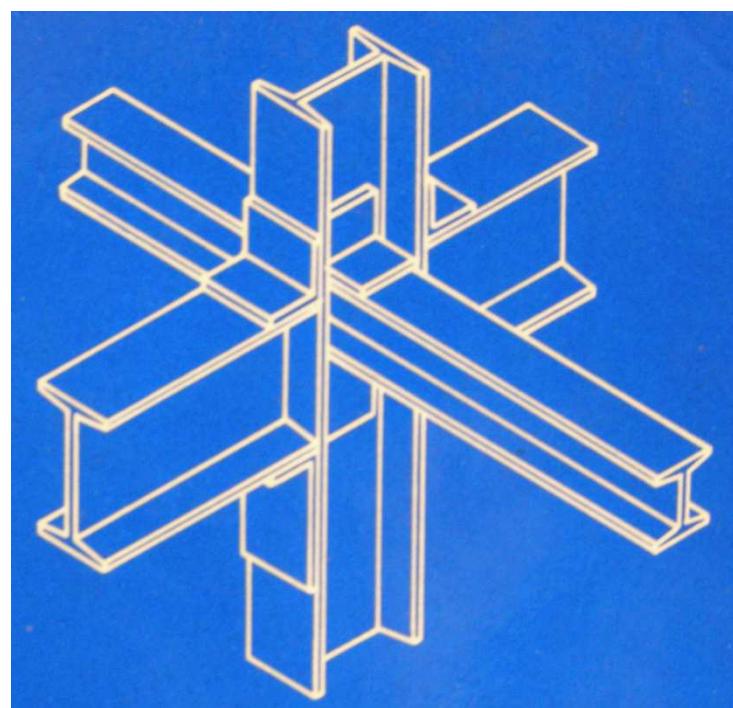


**Библиотека**  
Рязанского института (филиала)  
Московского политехнического университета  
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, д. 26/53

Рязань 2017

**ПРАВДОЛЮБОВА С. С.**

**«КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ»**



Рязань 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РЯЗАНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра архитектуры и градостроительства

**С. С. ПРАВДОЛЮБОВА**

**«КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ»**

Учебное пособие  
по инженерной графике

Рязань 2017

**УДК 515  
ББК 22.151.3  
П-68**

**П-68 Правдолюбова, С.С.**

Конструкции металлические: методическое пособие / С. С. Правдолюбова – Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2017. – 35 с.

Предлагаемое издание содержит теоретический материал по теме «Чертежи металлических конструкций» дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» и рекомендации по выполнению и оформлению чертежа марки «Конструкции металлические».

Пособие включает справочный материал из нормативных документов по сортаменту профилей стального проката, содержащийся в приложении.

Пособие содержит авторские иллюстрации и чертежи, выполненные в цифровом формате графического редактора AutoCAD.

Данное пособие предназначено для выполнения графической работы по инженерной графике для направлений: 08.03.01 «Строительство»; 07.03.01 «Архитектура»; специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Автор выражает благодарность студентке 0854 группы Ершовой В.В. за предоставленные графические материалы.

Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

**УДК 515  
ББК 22.151.3**

Учебное издание

**Правдолюбова Светлана Станиславовна**

**КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ**

Методическое пособие

Подписано в печать \_\_\_\_\_. Тираж 85 экз.

Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета  
390000,  
г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53

## **Содержание**

1	Общие сведения	4
2	Особенности выполнения чертежей марки КМ	11
2.1	Расположение видов	11
2.2	Нанесение размеров на чертежах марки КМ	12
3	Масштабы чертежей марки КМ	14
4	Линии	14
5	Геометрическая схема фермы	15
6	Последовательность выполнения работы	15
6.1	Задание	15
6.2	Порядок работы	16
	Библиографический список	16
	Приложение А - Последовательность вычерчивания главного вида промежуточного узла	17
	Приложение Б – Разновидности конькового узла	18
	Приложение В - Разновидности опорного узла	19
	Приложение Г – Центральный узел нижнего пояса	20
	Приложение Д - Пример размещения изображений на листе	21
	Приложение Е - Пример оформления чертежа марки КМ	22
	Приложение Ж	23

## 1 Общие сведения

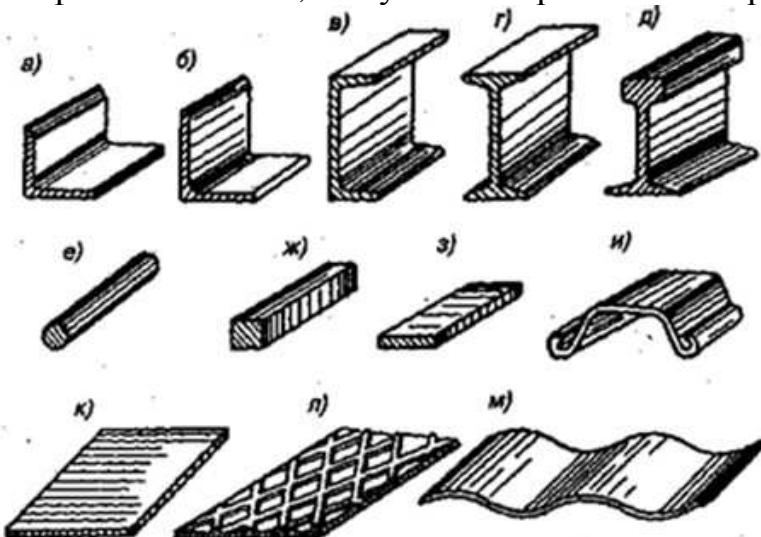
При строительстве зданий промышленного и гражданского типа, имеющих большие пролёты используются металлические конструкции. Распространены конструкции из стали и сплавов алюминия. Чертежам металлических конструкций присваивают марку КМ. Правила расположения видов, нанесения размеров, оформления чертежей регламентирует ГОСТ 2.410-68.



Рисунок 1.1 – Разновидности металлических профилей проката

Отдельным элементам конструкций присваиваются марки: колоннам – К1, К2..., балкам – Б1, Б2..., плитам – П1, П2... и т.д.

Основным материалом металлических конструкций является прокатная сталь, профилированная и листовая. В справочной литературе приводятся таблицы сортамента стали, выпускаемой российской промышленностью.

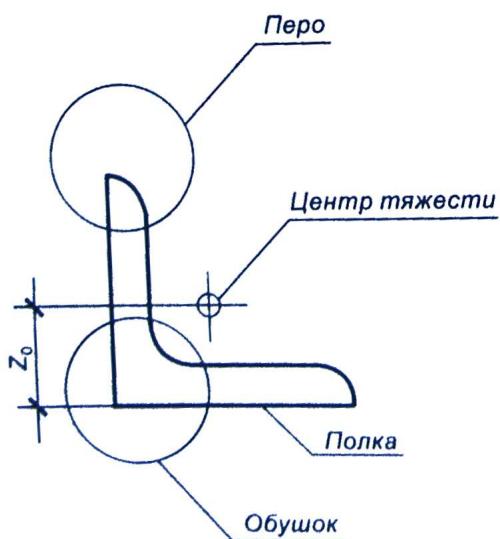


а) уголок равнополочный; б) уголок неравнополочный; в) швеллер; г) двутавр; д) монорельс; е) круг; ж) квадрат; з) полоса; и) профилированная сталь; к) листовая сталь; л) сталь просечная; м) сталь волнистая

Рисунок 1.2 – Разновидности стального проката

Таблица 1.1 - Условные обозначения прокатной стали

Обозначение	Наименование
L 100×10	Сталь угловая равнополочная. Числовые величины обозначают ширину и толщину полки уголка, мм
L 100×63×10	Сталь угловая неравнополочная (шир. полки 100мм, шир. полки 63мм, толщ. полки 10мм), мм
H 30	Сталь двутавровая. Числовая величина обозначает высоту профиля, см
S 24	Швеллер. Числовая величина обозначает высоту профиля, см
O 22-5	Сталь круглая. Числовая величина обозначает диаметр стали и толщину стенки, мм
20×30	Сталь квадратная. Числовые величины обозначают размеры сторон сечения, мм
T 20	Сталь тавровая. Числовая величина обозначает высоту профиля, см
— 400×8	Сталь полосовая. Числовые величины обозначают ширину и толщину полосы, мм



Основные элементы профиля прокатной стали имеют конкретные названия. У уголков это *полки*, *обушок*, *перо* (см. рис. 1.3). Величина  $Z_0$  является геометрической характеристикой осевой линии профиля. В двутавре и швеллере вертикальный элемент, характеризующий высоту профиля называется *стенкой*.

Рисунок 1.3 – Элементы уголка

Прокатная сталь находит применение в изготовлении таких строительных конструкций, как рамы и каркасы промышленных зданий, фермы. Она применяется для колонн и балок, как цельного, так и составного сечения, для устройства лестниц, различных мачт и башен.



Рисунок 1.4 – Складирование листового материала на металлургических заводах

Обычно стальные конструкции изготавливают на специализированных заводах, а затем доставляют на место стройки специальным транспортом. Это делает необходимым членение каждой конструкции на «отправочные марки». *Отправочная марка* – часть конструкции, удобная для транспортировки. Каждая отправочная марка выпускается с завода с возможно большей степенью готовности.

В металлических конструкциях отдельные детали и отправочные марки соединяют между собой при помощи сварки, заклёпок или болтов. В таблице 1.2 приведены условные изображения сварных швов на чертежах.

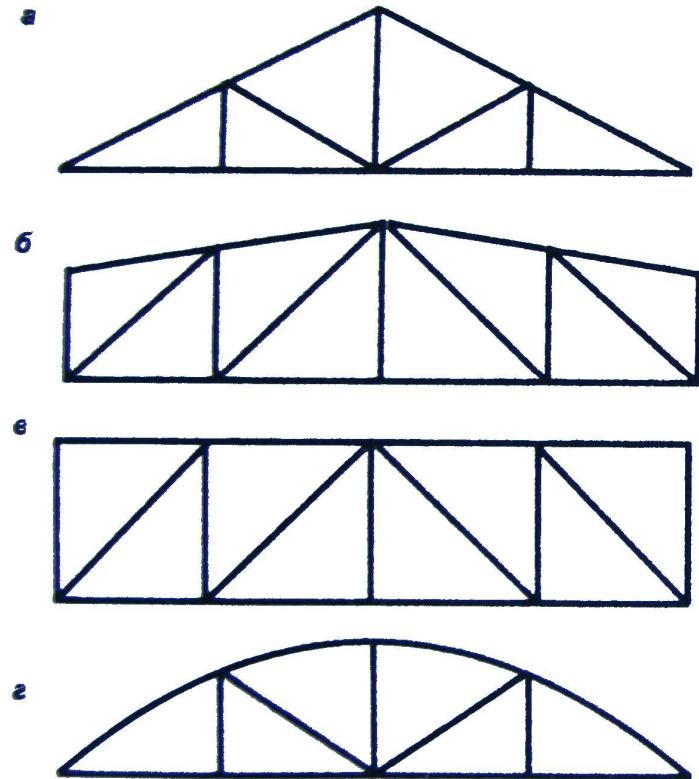
Таблица 1.2 - Условные графические изображения сварных швов на чертежах металлоконструкций

Наименование	Размеры, мм	
	Заводские	Монтажные
1 Швыстыковые сплошные		
А) с видимой стороны		
Б) с невидимой стороны		
2 Швыстыковые прерывистые		
А) с видимой стороны		
Б) с невидимой стороны		
3 Швы угловые, тавровые или внахлестку, сплошные		

Продолжение таблицы 1.2

A) с видимой стороны		
Б) с невидимой стороны		
4 Швы угловые, тавровые или внахлестку прерывистые		
A) с видимой стороны		
Б) с невидимой стороны		
5 Швы точечные, контактные, внахлестку		-
6 Швы электрозаклёпочные внахлестку с круглыми отверстиями		-

Ферма является несущей конструкцией и представляет собой «плоскую» стержневую систему, предназначенную для поддержания покрытия здания. Фермы находят также применение в устройстве мостов, эстакад и т.д. Разновидности ферм и названия элементов решётки приведены на рисунках 1.5 и 1.6.



а) треугольная; б) полигональная; в) параллельными поясами; г) сегментная  
Рисунок 1.5 – Виды ферм

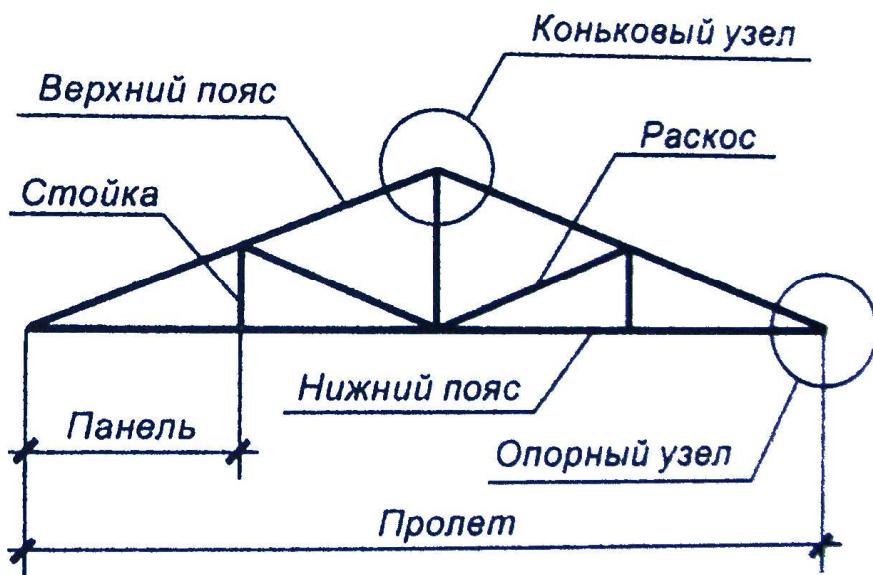


Рисунок 1.6 – Наименования элементов решётки фермы

Решётка фермы состоит из *верхнего и нижнего поясов, стоек и раскосов*. Место соединения отдельных элементов решётки фермы друг с другом называется *узлом*. Узел у места перелома верхнего пояса называется *коньковым узлом* (рисунок Б.1), а узел в опорной части фермы – *опорным узлом* (рисунок Б.1), все остальные – *промежуточными узлами*.

Расстояние между опорами фермы называется *пролётом фермы* (см. рис. 1.6). Металлическими стропильными фермами перекрывают пролёты до 40м.

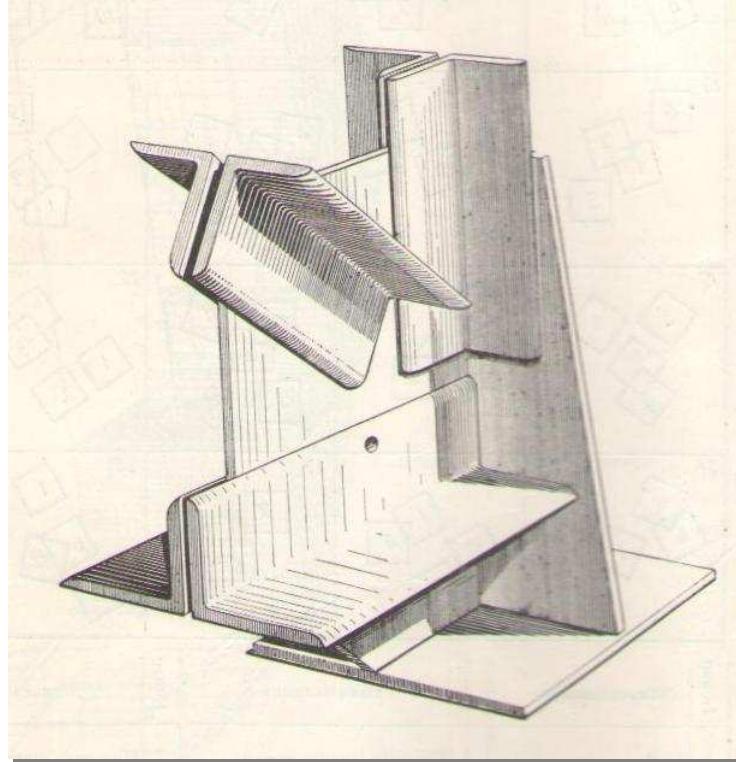


Рисунок 1.7 - Наглядное изображение опорного узла металлической фермы

Расстояние между узлами фермы, измеренное по горизонтали, называется *панелью*. На рисунке 1.6 изображена четырёхпанельная ферма. Размер панелей одинаков и зависит от ширины (1,5 или 3.0м) стандартных ребристых железобетонных плит, обычно используемых в настоящее время для устройства несущей части покрытия здания.

Для получения из ферм пространственной конструкции, их при монтаже соединяют металлическими связями (рисунок 1.8)

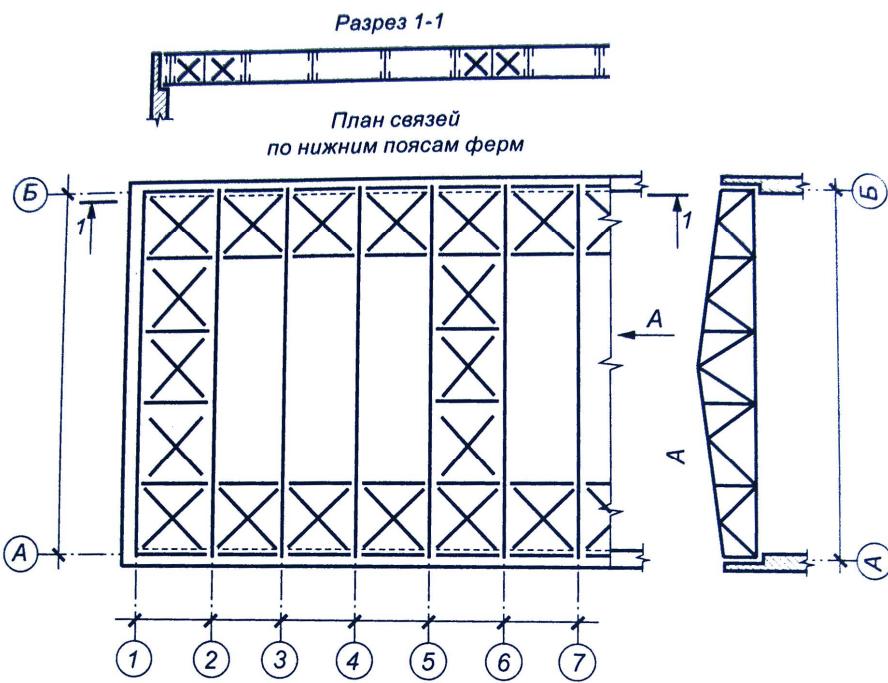
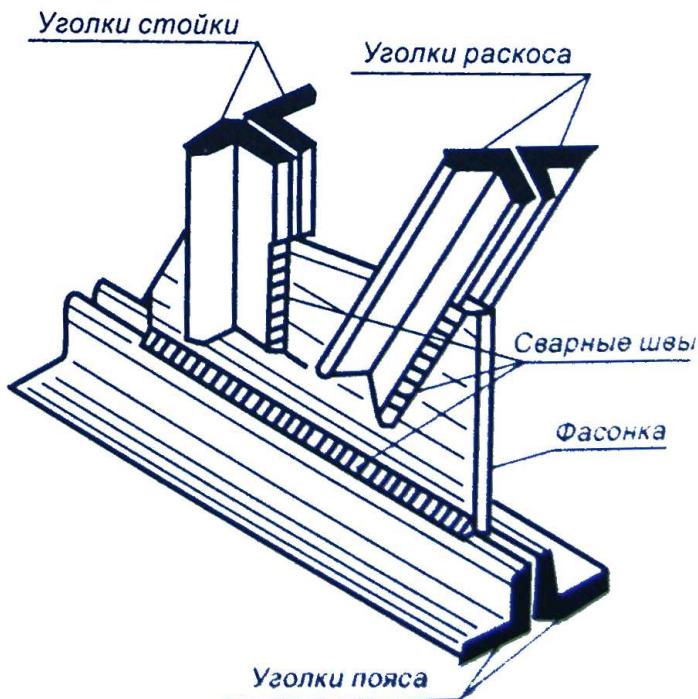


Рисунок 1.8 – Соединение ферм металлическими связями



В узлах элементы решётки фермы соединяются посредством стального листа (фасонки) с помощью заклёпок или сварки (рисунок 1.9). Размеры и форма фасонки зависят от действующих в узле усилий, расположения элементов решётки по отношению к узлу, длины швов приварки к фасонке отдельных элементов решётки фермы, сходящихся в узле.

Рисунок 1.9 – Соединение уголков с фасонкой (опорный узел)

Как и другие чертежи строительных изделий, чертежи металлоконструкций разрабатываются с применением условных изображений, которые оговорены ГОСТ 21.501-93 (таблица 1.3)

Таблица 1.3 - Условные изображения на чертежах металлоконструкций

№	Наименование изделия	Изображение	
		в плане	на разрезе
1	Ферма	—	
2	Плита, панель		
3	Связь металлическая:		
	а) одноплоскостная:		
	вертикальная:	— · — · —	
	горизонтальная		— · — · —
	б) двухплоскостная		
	в) тяж	— · — · —	— · — · —
4	Колонна:		
	а) железобетонная;		
	сплошного сечения;		
	двухветвевая.		
	б) металлическая:		
	сплошностенчатая;		
	двухветвевая		

## 2 Особенности выполнения чертежей марки КМ

### 2.1 Расположение видов

В отличие от чертежей деревянных и железобетонных конструкций, виды на чертежах марки КМ размещают по методу третьего угла, когда плоскость проекций находится между наблюдателем и предметом (см. ГОСТ 2.410-68). Таким образом, *вид сверху* располагают над главным изображением (видом спереди), *вид снизу* – под главным изображением, *вид справа* – справа от главного изображения, *вид слева* – слева от главного изображения, *вид сзади* – справа от вида справа. Пример размещения видов на чертежах металлоконструкций приведён на рисунке 2.1.

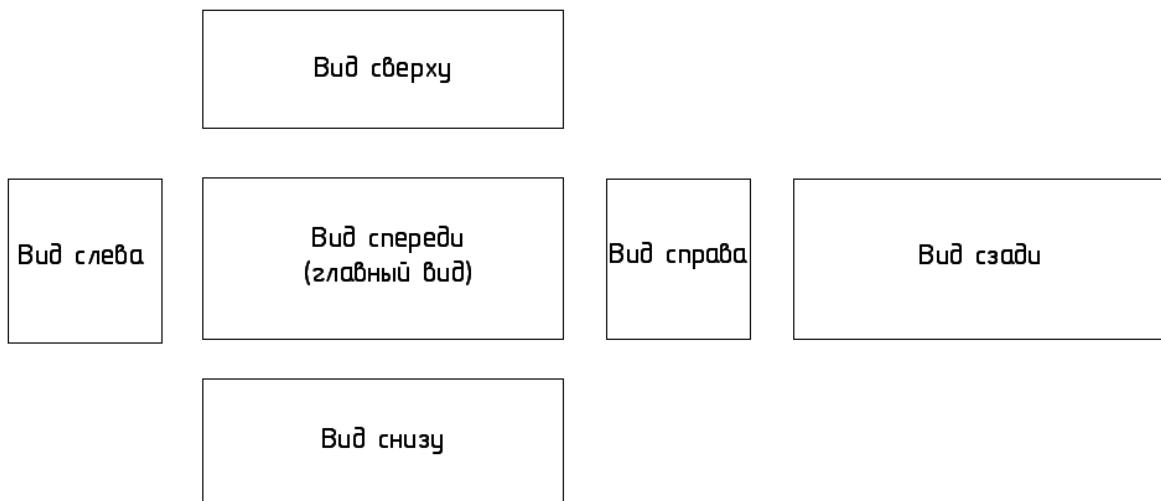


Рисунок 2.1 – Схема расположения видов на чертеже металлоконструкций

В подобных случаях над каждым видом, кроме главного наносят буквенное обозначение по типу - ***A, Б, В, Г*** а направление взгляда указывают стрелкой, обозначенной соответствующей буквой, как показано на рисунке 2.2.

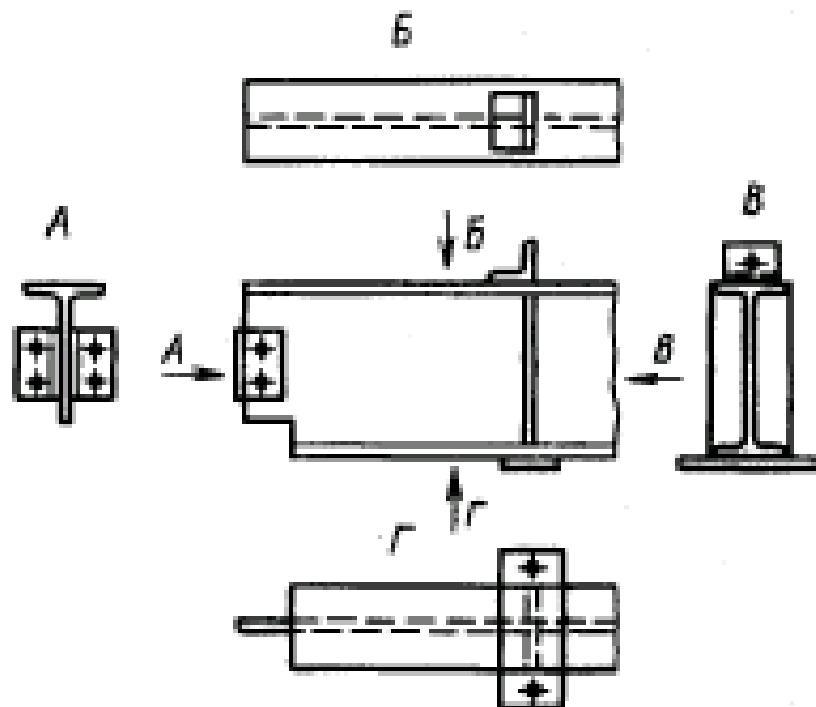


Рисунок 2.2 – Обозначение видов на чертежах металлоконструкций

## 2.2 Нанесение размеров на чертежах марки КМ

Нанесение размеров рекомендуется проводить согласно ГОСТ 2.307-68 с учётом требований СПДС ГОСТ 21.101-93.

Скосы на чертежах элементов конструкции указывают линейными размерами или с помощью прямоугольного треугольника, гипотенуза которого совпадает с краем изображения (рисунок. 2.3).

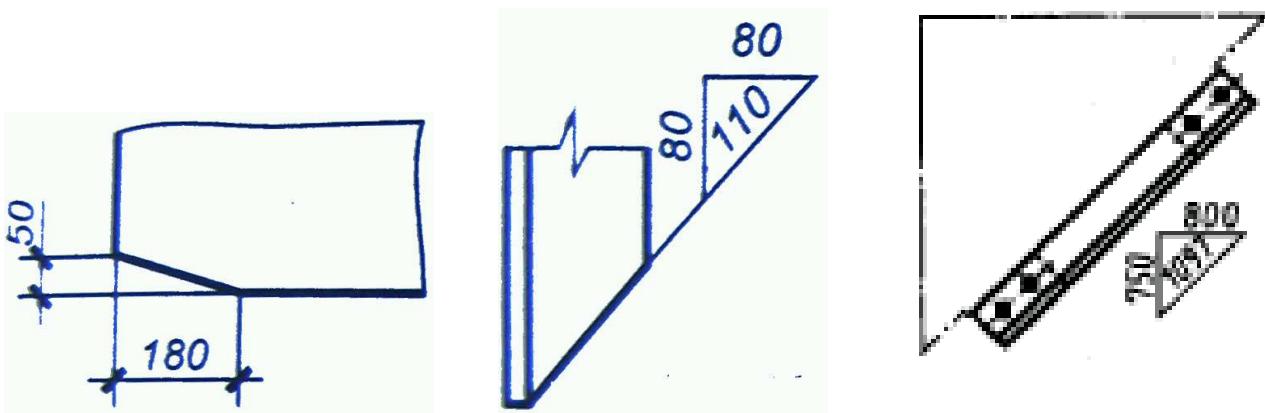


Рисунок 2.3 – Пример простановки размеров скосов кромок

Диаметры отверстий, заклёпок и болтов указывают на полке линии-выноски. Если отверстия расположены на одной оси, то размер их указывают от оси. В случае, если отверстия расположены группой, их обводят сплошной волнистой линией и выносную надпись указывают от этой линии (см. рис. 2.4).

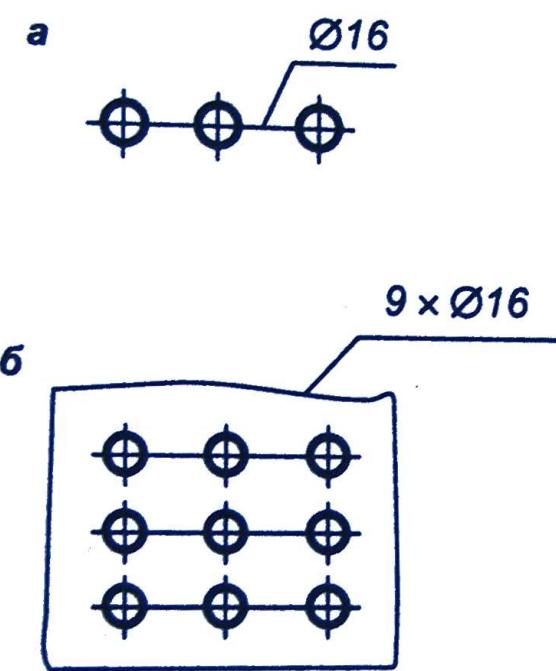


Рисунок 2.4 – Нанесение размеров отверстий: а) на одной оси, б) расположенных группой

Когда одинаковые отверстия располагаются на осях, то размеры их и число указывают, как на рисунке 2.5.

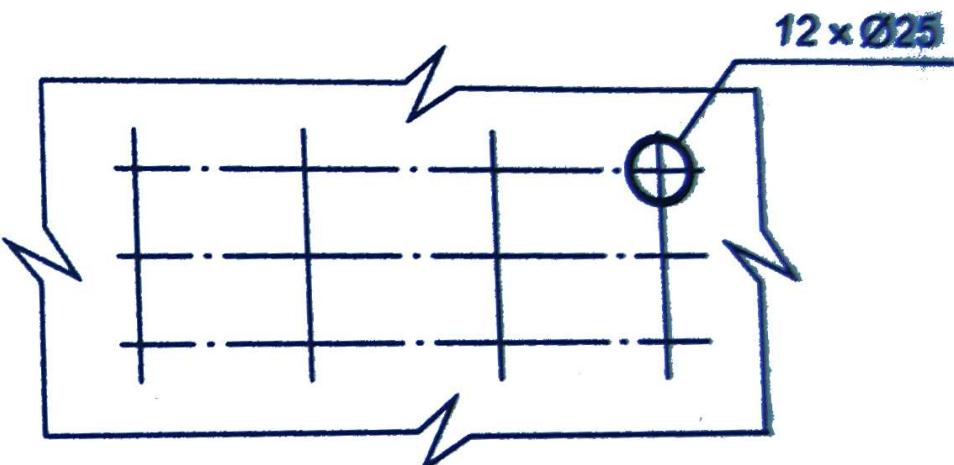


Рисунок 2.5 –  
Нанесение  
размеров  
одинаковых  
отверстий  
упрощённое

### 3 Масштабы чертежей марки КМ

Масштабы чертежа выбирают в зависимости от сложности конструкции и сооружения в целом с тем, чтобы были обеспечены компактность изображения, удобство пользования чертежом и получение чётких копий. Рекомендуемые масштабы приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Рекомендованные масштабы

Наименование	Масштабы
Общий вид, планы, разрезы	1:50, 1:100, 1:200
Схемы расположения элементов конструкций	1:100, 1:200, 1:400
Элементы конструкций	1:20, 1:50
Узлы	1:10, 1:15, 1:20, 1:25

### 4 Линии

Для схематического изображения контура металлических конструкций и для детального вычерчивания элементов допускается применять сплошную

основную линию. Контуры элементов конструкций на изображениях разрезов и сечений не штрихуют. На чертежах, масштаб которых мельче 1:20, изображения сечения элементов конструкций допускается показывать одинарной линией. Отверстия, заклёпки и болты на видах и разрезах можно показывать осевыми линиями. Начертание, параметры и толщина линий выполняется в соответствии с ГОСТ 2.303.

## 5 Геометрическая схема фермы

*Геометрической схемой фермы* называется изображение фермы, на котором элементы решётки вычерчены условно в одну линию. Для контура связей фермы применяется одинарная утолщённая линия. Длины стержней показываются по контуру сетки над стержнями в миллиметрах. При необходимости можно указать усилия в стержнях на растяжение и сжатие соответственно со знаками «+» или «-». Усилия в стержнях указываются непосредственно под каждым стержнем. Если конструкция симметричная, допускается длину стержней показывать в левой половине, а усилия – в правой. Пример выполнения геометрической схемы фермы приведён на рисунке 5.1.

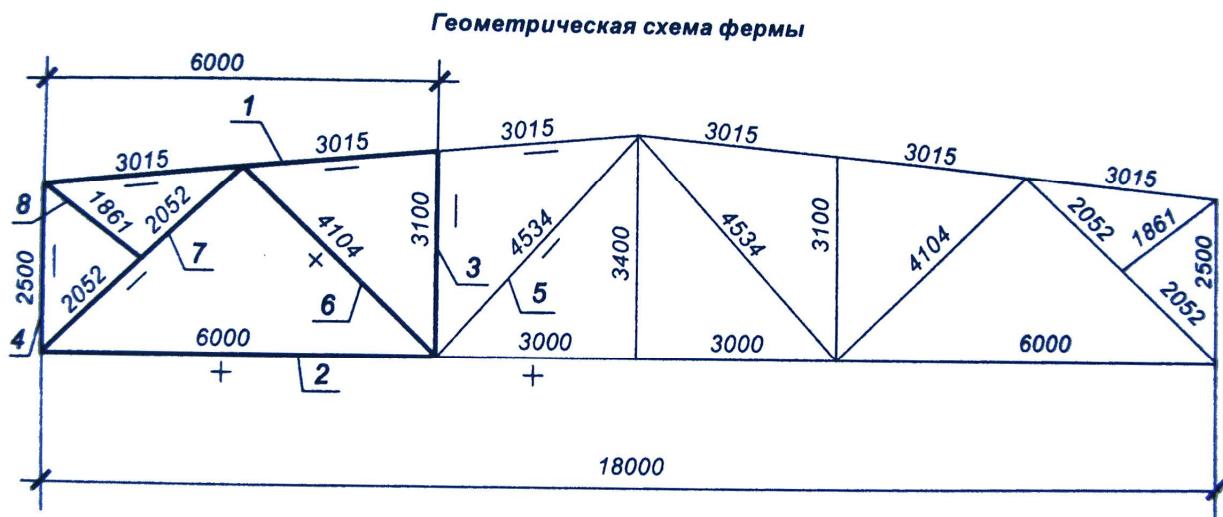


Рисунок 5.1 – Пример выполнения геометрической схемы фермы

## **6 Последовательность выполнения работы**

## 6.1 Задание

- 1 Чертёж выполняется на листе чертёжной бумаги формата А3.  
Техника выполнения – тушь.
  - 2 В соответствии с индивидуальным вариантом требуется выполнить:  
- геометрическую схему фермы;

- ортогональные проекции узла фермы;
- рабочий чертёж фасонки;
- составить ведомость применённых материалов.

## 6.2 Порядок работы

1 В левой верхней части листа вычертить геометрическую схему фермы в масштабе 1:200. Связи фермы показать одинарной утолщённой линией. Размеры решётки показать по всей геометрической схеме. Указать маркировку узла, контур несущих элементов. Указать размеры панели, пролёта и строительный подъём фермы (рисунок 5.1).

2 Вычертить главный вид конструкции узла и необходимое количество видов в проекционной связи с главным, в масштабах, указанных в таблице 3.1. При необходимости применять дополнительные виды, выносные элементы (ГОСТ 2.305). Нанести сборочные размеры, маркировку профилей проката. Условно показать сварные швы и нанести длину провариваемого участка и катет шва. (см. табл.1.2 и рисунок А.1).

3 Вычертить рабочий чертёж фасонки. Нанести размеры, необходимые для её изготовления.

4 Составить ведомость примененных материалов в соответствии с ГОСТ 2.410-68. Размеры таблицы ГОСТом не регламентируются. Разместить ведомость в зоне над основной надписью.

5 Обвести чертёж (ГОСТ 2.303).

6 Оформить основную надпись.<sup>1</sup>

## Библиографический список

---

<sup>1</sup> Информация о параметрах профилей проката и их массе размещена в приложении Ж

## Приложение А

### Последовательность вычерчивания главного вида промежуточного узла

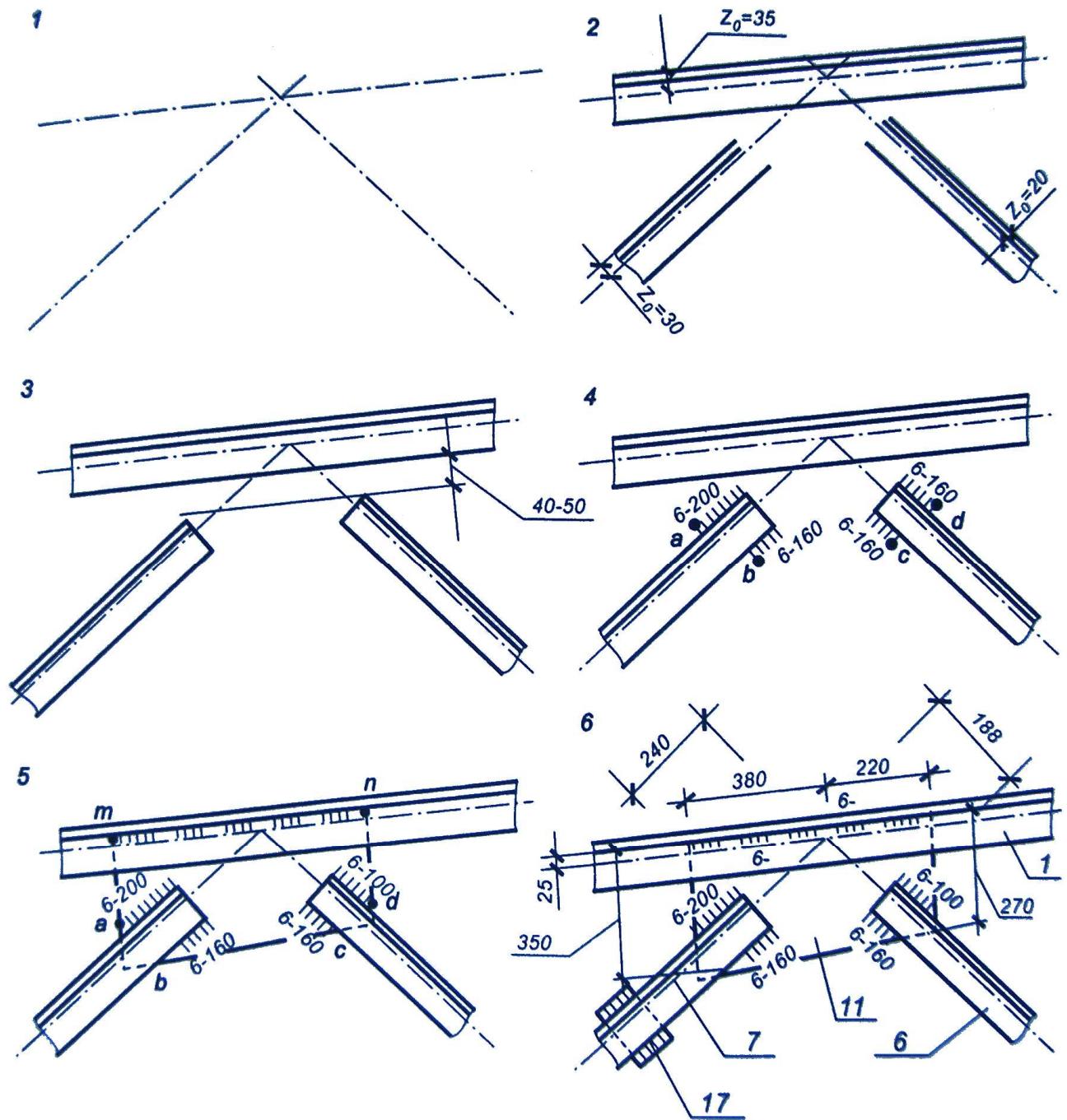
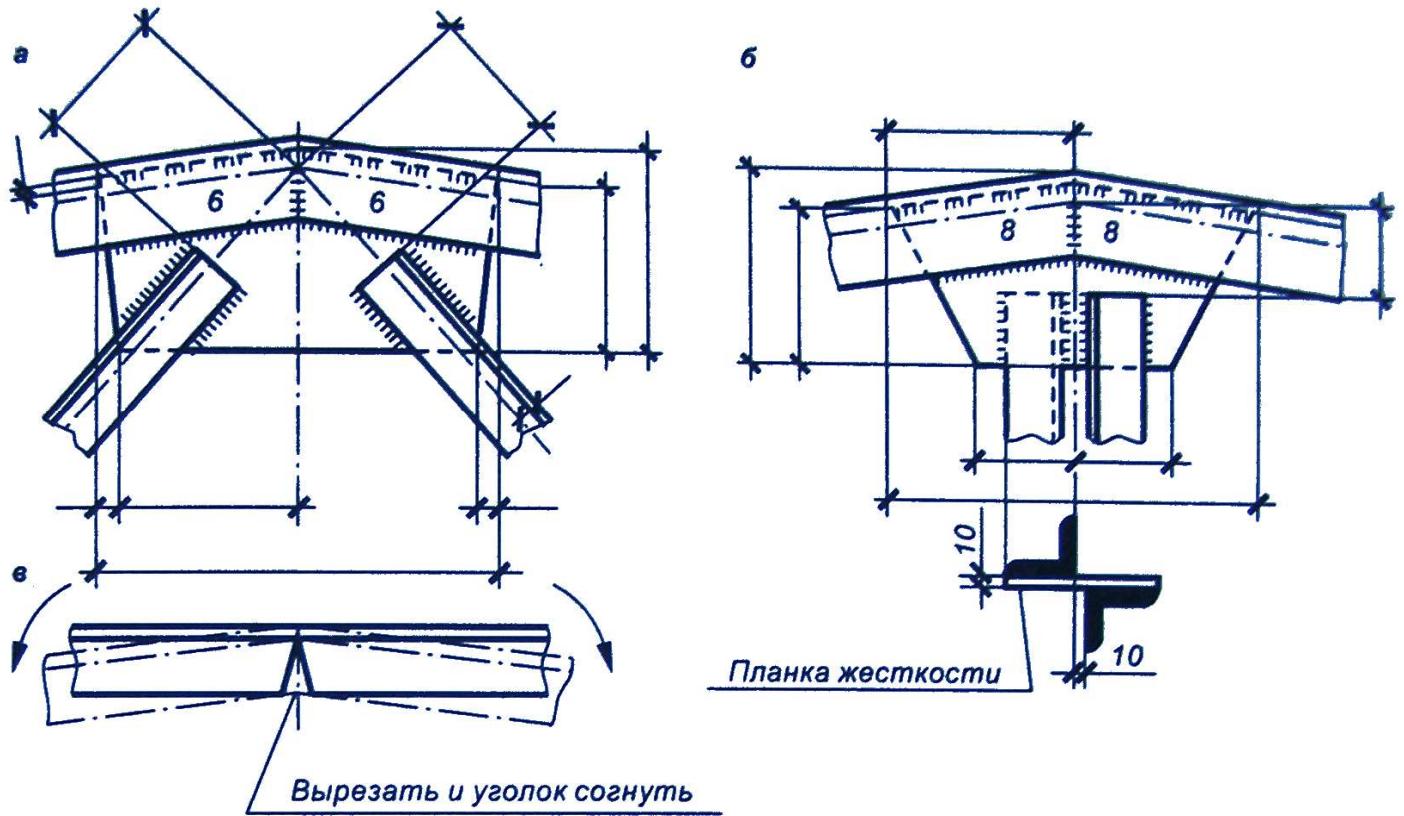


Рисунок А.1 - Последовательность вычерчивания главного вида промежуточного узла

## Приложение Б

### Разновидности конькового узла

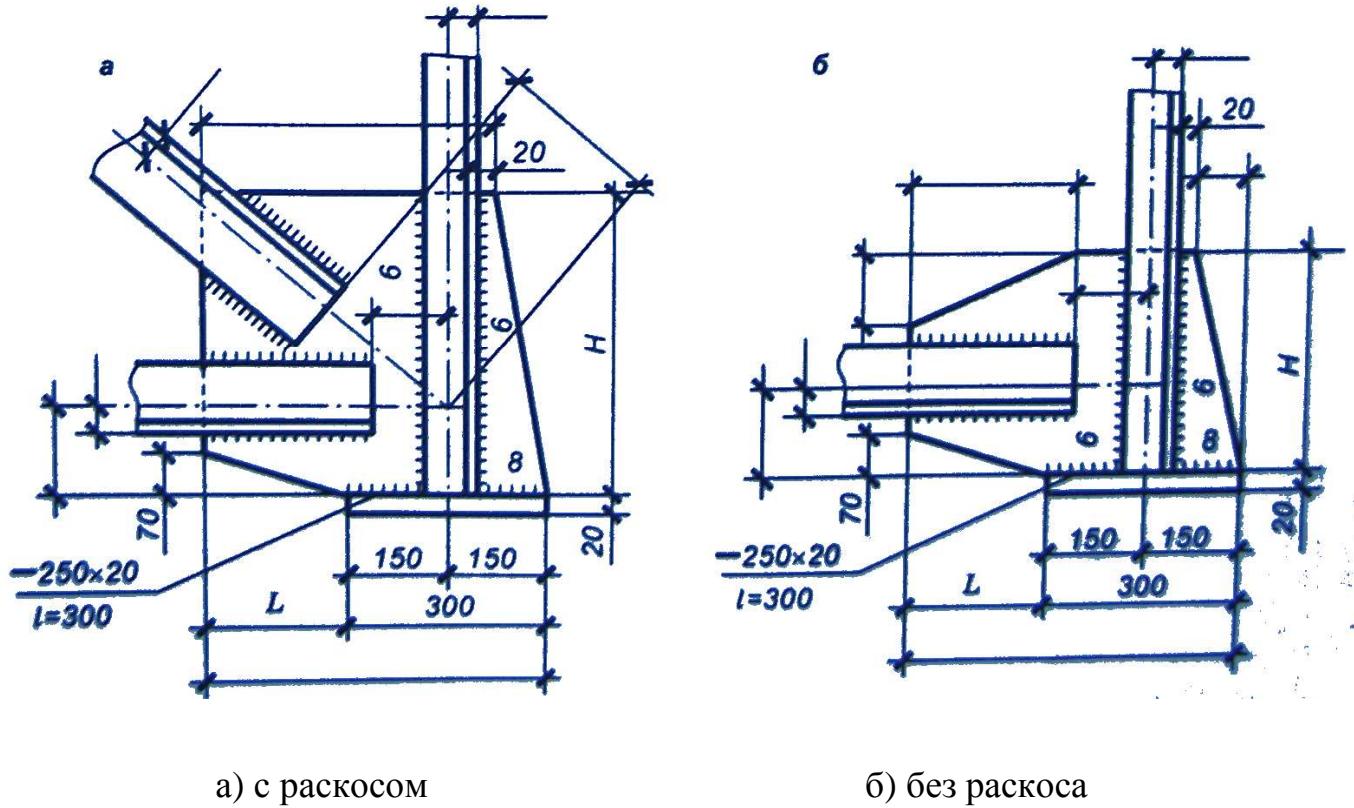


а – сварка фасонки с двумя раскосами, б – то же . с двумя стойками

Рисунок Б.1 – Изображение конькового узла

## Приложение В

### Разновидности опорного узла



а) с раскосом

б) без раскоса

Рисунок В.1 – Изображение опорного узла

## Приложение Г

### Центральный узел нижнего пояса

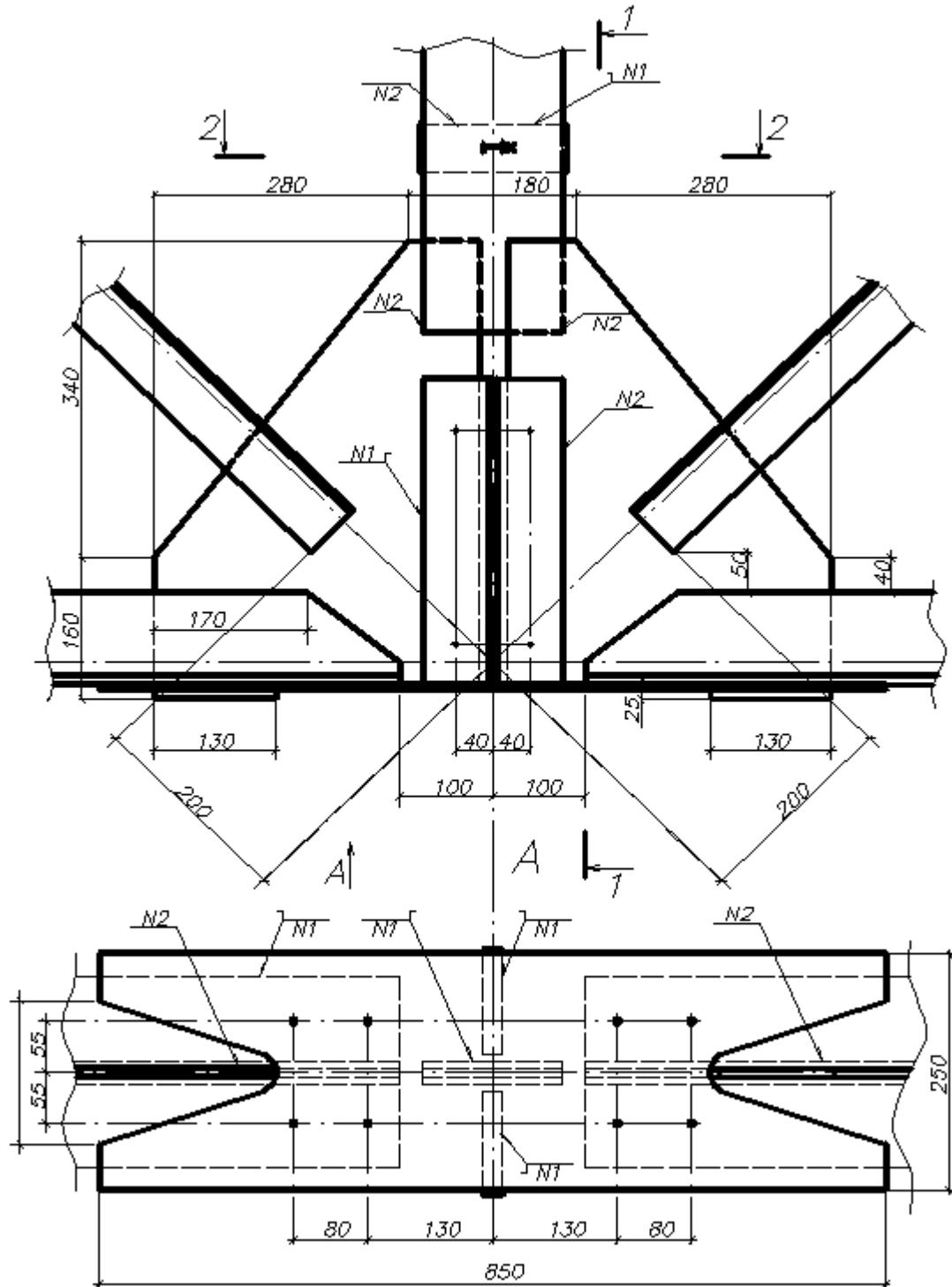


Рисунок Г.1 - Пример сборочного чертежа центрального узла нижнего пояса фермы

## Приложение Д

### Пример размещения изображений на листе

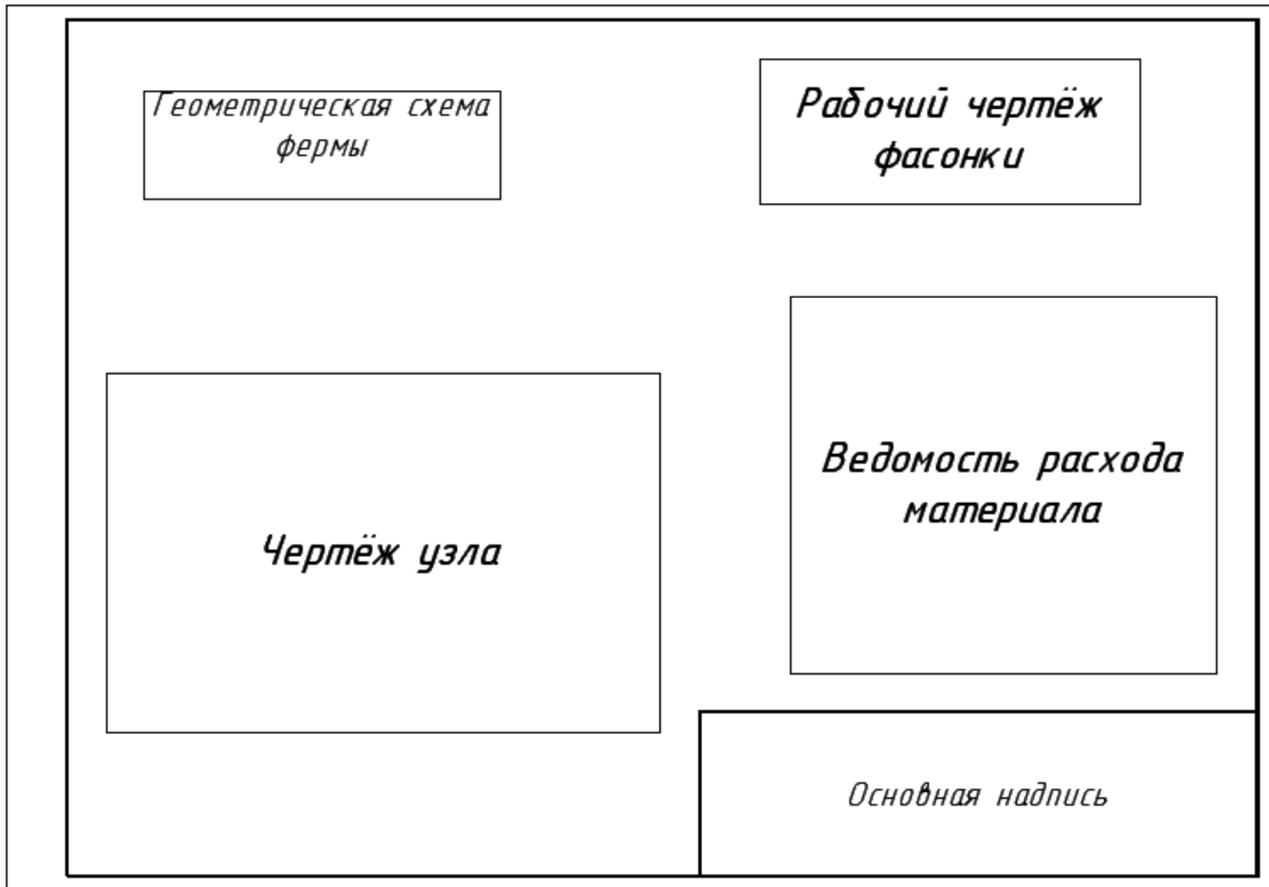
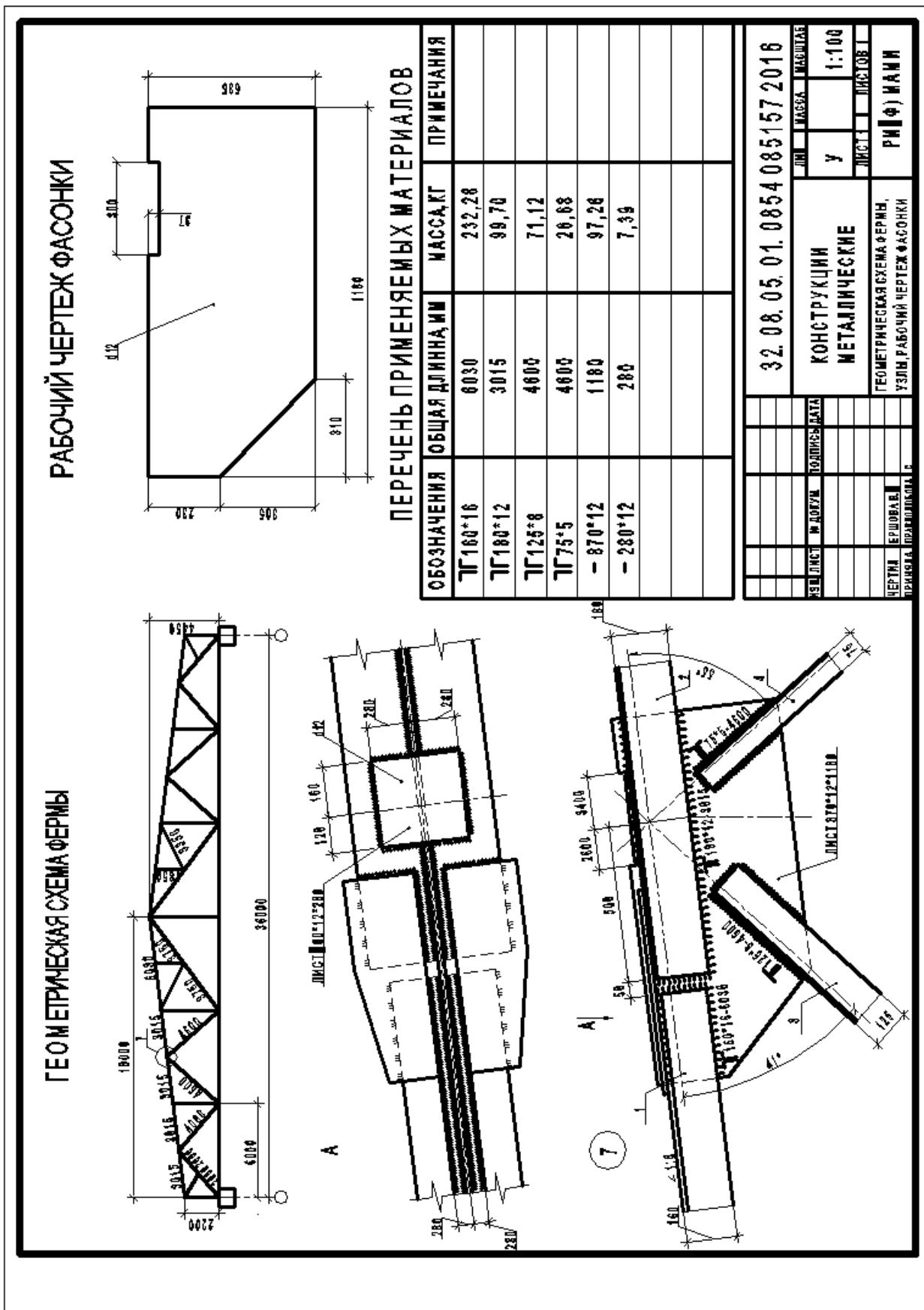


Рисунок Д.1 - Пример размещения изображений на листе формата А3

## Приложение Е

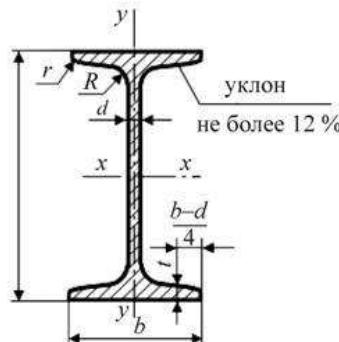
### Пример оформления чертежа марки КМ





**Приложение Ж**  
**Сортамент прокатной стали**

**Таблица Ж.1 - Сталь горячекатаная. Балки двутавровые. ГОСТ 8239-89**

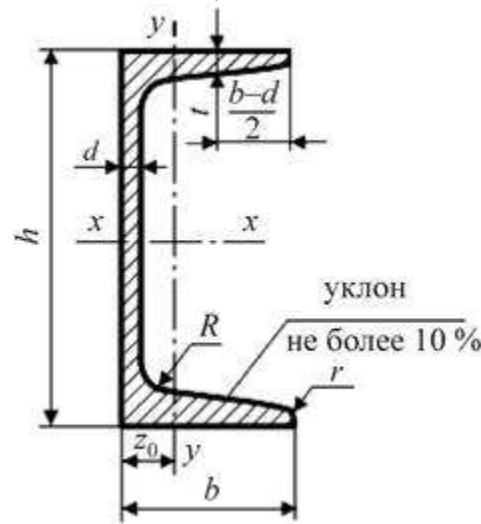


Номер балки	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>	Площадь сечения, $\text{см}^2$	Масса 1 м, кг	Справочные величины для осей						
							<i>x-x</i>				<i>y-y</i>		
							<i>I<sub>x</sub></i> , $\text{см}^4$	<i>W<sub>x</sub></i> , $\text{см}^3$	<i>i<sub>x</sub></i> , см	<i>S<sub>x</sub></i> , $\text{см}^3$	<i>I<sub>y</sub></i> , $\text{см}^4$	<i>W<sub>y</sub></i> , $\text{см}^3$	<i>i<sub>y</sub></i> , см
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10	100	55	4,5	7,2	12,0	9,46	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	14,7	11,50	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	7,5	17,4	13,70	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,50	1,55
16	160	81	5,0	7,8	20,2	15,90	873	109,0	6,57	62,3	58,6	14,50	1,70
18	180	90	5,1	8,1	23,4	18,40	1290	143,0	7,42	81,4	82,6	18,40	1,88
18a	180	100	5,1	8,3	25,4	19,90	1430	159,0	7,51	89,8	114,0	22,80	2,12
20	200	100	5,2	8,4	26,8	21,00	1840	184,0	8,28	104,0	115,0	23,10	2,07
20a	200	110	5,2	8,6	28,9	22,70	2030	203,0	8,37	114,0	155,0	28,20	2,32
22	220	110	5,4	8,7	30,6	24,00	2550	232,0	9,13	131,0	157,0	28,60	2,27
22a	220	120	5,4	8,9	32,8	25,80	2790	254,0	9,22	143,0	206,0	34,30	2,50
24	240	115	5,6	9,5	34,8	27,30	3460	289,0	9,97	163,0	198,0	34,50	2,37

**Продолжение таблицы Ж.1**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
24a	240	125	5,6	9,8	37,5	29,40	3800	317,0	10,10	178,0	260,0	41,60	2,63
27	270	125	6,0	9,8	40,2	31,50	5010	371,0	11,20	210,0	260,0	41,50	2,54
27a	270	135	6,0	10,2	43,2	33,90	5500	407,0	11,30	229,0	337,0	50,00	2,80
30	300	135	6,5	10,2	46,5	36,50	7080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	2,69
30a	300	145	6,5	10,7	49,9	39,20	7780	518,0	12,50	292,0	436,0	60,10	2,95
33	330	140	7,0	11,2	53,8	42,20	9840	597,0	13,50	339,0	419,0	59,90	2,79
36	360	145	7,5	12,3	61,9	48,60	13380	743,0	14,70	423,0	516,0	71,10	2,98
40	400	155	8,3	13,0	72,6	57,00	19062	953,0	16,20	545,0	667,0	86,10	3,03
45	450	160	9,0	14,2	84,7	66,50	27696	1231,0	18,10	708,0	808,0	101,00	3,09
50	500	170	10,0	15,2	100,0	78,50	39727	1589,0	19,90	919,0	1043,0	123,00	3,23
55	550	180	11,0	16,5	118,0	92,60	55962	2035,0	21,80	1181,0	1356,0	151,00	3,39
60	600	190	12,0	17,8	138,0	108,00	76806	2560,0	23,60	1491,0	1725,0	182,00	3,54
65	650	200	12,0	19,2	153,0	120,00	101400	3120,0	25,8	1800,0	2170,0	217,00	3,77
70	700	210	13,0	20,8	176,0	138,00	134600	3840,0	27,7	2230,0	2730,0	260,00	3,94
70a	700	210	15,0	24,0	202,0	158,00	152700	4360,0	27,5	2550,0	3240,0	309,00	4,01
70б	700	210	17,5	28,2	234,0	184,00	175370	5010,0	27,4	2940,0	3910,0	373,00	4,09

Таблица Ж.2 - Сталь горячекатаная. Швеллеры. ГОСТ 8240-97



Номе р балки	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>	Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг	Справочные величины для осей							<i>z<sub>0</sub></i> , см		
							<i>x-x</i>					<i>y-y</i>				
							<i>I<sub>x</sub></i> , см <sup>4</sup>	<i>W<sub>x</sub></i> , см <sup>3</sup>	<i>i<sub>x</sub></i> , см	<i>S<sub>x</sub></i> , см <sup>3</sup>	<i>I<sub>y</sub></i> , см <sup>4</sup>	<i>W<sub>y</sub></i> , см <sup>3</sup>	<i>i<sub>y</sub></i> , см			
мм																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
5	50	32	4,4	7,0	6,16	4,84	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16		
6,5	65	36	4,4	7,2	7,51	5,90	48,6	15,0	2,54	9,00	8,70	3,68	1,080	1,24		
8	80	40	4,5	7,4	8,98	7,05	89,4	22,4	3,16	13,30	12,80	4,75	1,190	1,31		
10	100	46	4,5	7,6	10,90	8,59	174,0	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44		
12	120	52	4,8	7,8	13,30	10,40	304,0	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54		
14	140	58	4,9	8,1	15,60	12,30	491,0	70,2	5,60	40,8	45,4	11,00	1,70	1,67		
16a	16 0	68	5,0	9,0	19,50	15,30	823,0	103,0	6,49	59,4	78,8	16,40	2,01	2,00		
18	18 0	70	5,1	9,7	20,70	16,30	1090,0	121,0	7,24	69,8	86,0	17,00	2,04	1,94		

**Продолжение таблицы Ж.2**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18a	18 0	74	5,1	9,3	22,20	17,40	1190,0	132,0	7,32	76,1	105,0	20,00	2,18	2,13
20	20 0	76	5,2	9,0	23,40	18,40	1520,0	152,0	8,07	87,80	113,0	20,50	2,20	2,07
20a	20 0	80	5,2	9,7	25,20	19,80	1670,0	167,0	8,15	95,9	139,0	24,20	2,35	2,28
22	22 0	82	5,4	9,5	26,70	21,00	2110,0	192,0	8,89	110,0	151,0	25,10	2,37	2,21
22a	22 0	87	5,4	10,2	28,80	22,60	2330,0	212,0	8,99	121,0	187,0	30,00	2,55	2,46
24	24 0	90	5,6	10,0	30,60	24,00	2900,0	242,0	9,73	139,0	208,0	31,60	2,60	2,42
24a	24 0	95	5,6	10,7	32,90	25,80	3180,0	265,0	9,84	151,0	254,0	37,20	2,79	2,67
27	27 0	95	6,0	10,5	35,20	27,70	4160,0	308,0	10,90	178,0	262,0	37,30	2,73	2,47
30	30 0	100	6,5	11,0	40,50	31,80	5810,0	387,0	12,00	224,0	327,0	43,60	2,84	2,52
33	33 0	105	7,0	11,7	46,50	36,50	7980,0	484,0	13,10	281,0	410,0	51,80	2,97	2,59
36	36 0	110	7,5	12,6	53,40	41,90	10820,0	601,0	14,20	350,0	513,0	61,70	3,10	2,68
40	40 0	115	8,0	13,5	61,50	48,30	15220,0	761,0	15,70	444,0	642,0	73,40	3,23	2,75

**Таблица Ж.3 - Сталь прокатная. Угловая равнополочная. ГОСТ 8509-93**

Номер уголка	$b$	$t$	$R$	$r$			Справочные величины для осей										
							$x - x$		$x_0 - x_0$		$y_0 - y_0$		$I_{xy}$ , $\text{см}^4$	$z_0$ , $\text{см}$			
							$x$	$x_0$	$x$	$x_0$	$y_0$	$z_0$					
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	20	3 4				1,13 1,46	0,89 1,15	0,40 0,50	0,28 0,37	0,59 0,58	0,63 0,78	0,75 0,73	0,17 0,22	0,20 0,24	0,39 0,38	0,23 0,28	0,60 0,64
2,5	25	3 4	3,5 1,2			1,43 1,86	1,12 1,46	0,81 1,03	0,46 4,59	0,75 0,74	1,29 1,62	0,95 0,93	0,34 0,44	0,33 0,41	0,49 0,48	0,47 0,59	0,73 0,76
2,8	28	3 4	4,0 1,3			1,62	1,27	1,16	0,58	0,85	1,84	1,07	0,48	0,42	0,55	0,68	0,80
3	30	3 4	4,0 1,3			1,74 2,27	1,36 1,78	1,45 1,84	0,67 0,80	0,91 2,92	2,30 1,13	1,15 0,77	0,60 0,61	0,53 0,58	0,59 1,08	0,85 0,89	
3,2	32	3 4				1,86 2,43	1,46 1,91	1,77 2,26	0,77 1,0	0,97 0,96	2,80 3,58	1,23 1,21	0,74 0,94	0,59 0,71	0,63 0,62	1,03 1,32	0,89 0,94
			4,5 1,5														
3,5	35	3 4 5				2,04 2,17 3,28	1,60 2,10 2,58	2,35 3,01 3,61	0,93 1,21 1,47	1,07 1,06 1,05	3,72 4,76 5,71	1,35 1,33 1,32	0,97 1,25 1,52	0,71 0,88 1,02	0,69 0,68 0,68	1,37 1,75 2,10	0,97 1,01 1,05

**Продолжение таблицы Ж.3**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	40	3			2,35	1,85	3,55	1,22	1,23	5,63	1,55	1,47	0,95	0,79	2,08	1,09
		4			3,08	2,42	4,58	1,60	1,22	7,26	1,53	1,90	1,19	0,78	2,68	1,13
		5			3,79	2,98	5,53	1,95	1,21	8,75	1,52	2,30	1,39	0,78	3,22	1,17
4,5	45	3	5,0	1,7	2,65	2,08	5,13	1,56	1,39	8,13	1,75	2,12	1,24	0,89	3,00	1,21
		4			3,48	2,73	6,63	2,04	1,38	10,52	1,74	2,74	1,54	0,89	3,89	1,26
		5			4,29	3,37	8,03	2,51	1,37	12,74	1,72	3,33	1,81	0,88	4,71	1,30
5	50	3			2,96	2,32	7,11	1,94	1,55	11,27	1,95	2,95	1,57	1,00	4,16	1,33
		4	5,5	1,8	3,89	3,05	9,21	2,54	1,54	14,63	1,94	3,80	1,95	0,99	5,42	1,38
		5			4,80	3,77	11,20	3,13	1,53	17,77	1,92	4,63	2,30	0,98	6,57	1,42
5,6	56	3	6,0	2,0	4,38	3,44	13,10	3,21	1,73	20,79	2,18	5,41	2,52	1,11	7,69	1,52
		4			5,41	4,25	15,97	3,96	1,72	25,36	2,16	6,59	2,97	1,10	9,41	1,57
		5														
6	60	4			4,72	3,71	16,21	3,70	1,85	25,69	2,33	6,72	2,93	1,19	9,48	1,62
		5			5,83	4,58	19,79	4,56	1,84	31,40	2,32	8,18	3,49	1,18	11,61	1,66
		6			6,92	5,43	23,21	5,40	1,83	36,81	2,31	9,60	3,99	1,18	3,60	1,70
6,3	63	8	7,0	2,3	9,04	7,10	29,55	7,00	1,81	46,77	2,27	12,34	4,90	1,17	17,22	1,78
		10			11,08	8,70	35,32	8,52	1,79	55,64	2,24	15,00	5,70	1,16	20,32	1,85
		4			4,96	3,90	18,86	4,09	1,95	29,90	2,45	7,81	3,26	1,25	11,00	1,69
7	70	5			6,13	4,81	23,10	5,05	1,94	36,80	2,44	9,52	3,87	1,25	13,70	1,74
		6			7,28	5,72	27,06	5,98	1,93	42,91	2,43	11,18	4,44	1,24	15,90	1,78
		7	8	2,7	6,20	4,87	29,04	5,67	2,16	46,03	2,72	12,04	4,53	1,39	17,00	1,88
7,5	75	5			6,86	5,38	31,94	6,27	2,16	50,67	2,72	13,22	4,92	1,39	18,70	1,90
		6			8,15	6,39	37,58	7,43	2,15	59,64	2,71	15,52	5,66	1,38	22,10	1,94
		7			9,42	7,39	42,98	8,57	2,14	68,19	2,69	17,77	6,31	1,37	25,20	1,99
8	80	8			10,67	8,37	48,16	9,68	2,12	76,35	2,68	19,97	6,99	1,37	28,20	2,02
		5,5			7,39	5,80	39,53	7,21	2,31	62,65	2,91	16,41	5,74	1,49	23,10	2,02
		6			8,78	6,89	46,57	8,57	2,30	73,87	2,90	19,28	6,62	1,48	27,30	2,06
8	80	7	9	3	10,15	7,96	53,34	9,89	2,29	84,61	2,89	22,07	7,43	1,47	31,20	2,10
		8			11,50	9,02	59,84	11,18	2,28	94,89	2,87	24,80	8,16	1,47	35,00	2,15
		9			12,83	10,07	66,10	12,43	2,27	104,72	2,86	27,48	8,91	1,46	38,60	2,18
8	80	5,5			8,63	6,78	52,68	9,03	2,47	83,56	3,11	21,80	7,10	1,59	30,90	2,19
		6			9,38	7,36	56,97	9,80	2,47	90,40	3,11	23,54	7,60	1,58	33,40	2,23
		7			10,85	8,51	65,31	11,32	2,45	103,60	3,09	26,97	8,55	1,58	38,30	2,27
8	80	8			12,30	9,65	73,36	12,80	2,44	116,39	3,08	30,32	9,44	1,57	43,00	

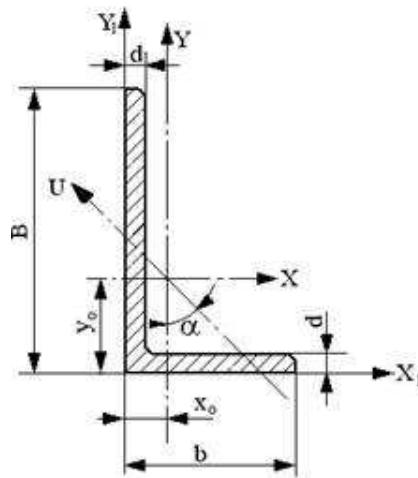
**Продолжение таблицы Ж.3**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	90	6			10,61	8,33	82,10	12,40	2,78	130,00	3,50	33,87	9,88	1,79	48,10	2,43
		7	10	3,3	12,28	9,64	94,30	14,45	2,77	149,67	3,49	38,94	11,15	1,78	55,40	2,47
		8			13,93	10,93	106,11	16,36	2,76	168,42	3,48	43,80	12,34	1,77	62,30	2,51
		9			15,60	12,20	118,00	18,29	2,75	186,00	3,46	48,60	13,48	1,77	68,00	2,55
10	100	6,5			12,82	10,06	122,10	16,69	3,09	193,46	3,89	50,73	13,38	1,99	71,40	2,68
		7			13,75	10,79	130,59	17,90	3,08	207,01	3,88	54,16	14,13	1,98	76,40	2,71
		8	10		15,60	12,25	147,19	20,30	3,07	233,46	3,87	60,92	15,66	1,98	86,30	2,75
		12			19,24	15,10	178,95	24,97	3,05	283,83	3,84	74,08	18,51	1,96	110,00	2,83
		14			22,80	17,90	208,90	29,47	3,03	330,95	3,81	86,84	21,10	1,95	122,00	2,91
		16			26,28	20,63	237,15	33,83	3,00	374,98	3,78	99,32	23,49	1,94	138,00	2,99
11	110	6,5			29,68	23,30	263,82	38,04	2,98	416,04	3,74	111,61	25,79	1,94	152,00	3,06
		7	12	4	15,15	11,89	175,61	21,83	3,40	278,54	4,29	72,68	17,36	2,19	106,00	2,96
		8			17,20	13,50	198,17	24,77	3,39	314,51	4,28	81,83	19,29	2,18	116,00	3,00
12	120	8			18,80	14,76	259,75	29,68	3,72	412,45	4,68	107,04	23,29	2,39	153,00	3,25
		9			23,24	18,24	317,16	36,59	3,69	503,79	4,66	130,54	27,72	2,37	187,00	3,33
		10	10		27,60	21,67	371,80	43,30	3,67	590,28	4,62	153,33	31,79	2,36	218,00	3,41
		15			33,99	26,68	448,90	52,96	3,63	711,32	4,57	186,48	37,35	2,34	262,00	3,53
12,5	125	8			19,69	15,46	294,36	32,20	3,87	466,76	4,87	121,98	25,67	2,49	172,00	3,36
		9			22,0	17,30	327,48	36,00	3,86	520,00	4,86	135,88	28,26	2,48	192,00	3,40
		10	12	4,6	24,33	19,10	359,82	39,74	3,85	571,04	4,84	148,59	30,45	2,47	211,00	3,45
		14			28,89	22,68	422,23	47,06	3,82	670,02	4,82	174,43	34,94	2,46	248,00	3,53
		16			33,37	26,20	481,76	54,17	3,80	763,90	4,78	199,62	39,10	2,45	282,00	3,61
		12			37,77	29,65	538,56	61,09	3,78	852,84	4,75	224,29	43,10	2,44	315,00	3,68
14	140	9			24,72	19,41	465,72	45,55	4,34	739,42	5,47	192,03	35,92	2,79	274,00	3,78
		10	14	4,6	27,33	21,45	512,29	50,32	4,33	813,62	5,46	210,96	39,05	2,78	301,00	3,82
		12			32,49	25,50	602,49	59,66	4,31	956,98	5,43	248,01	44,97	2,76	354,00	3,90
15	150	10			29,33	23,02	634,76	58,07	4,65	1008,56	5,86	260,97	45,34	2,98	374,00	4,07
		12	14	4,6	34,89	27,39	747,48	68,90	4,63	1187,86	5,83	307,09	52,32	2,97	440,00	4,15
		15			43,08	33,82	908,38	84,66	4,59	1442,60	5,79	374,17	61,96	2,95	534,00	4,27
		18			51,09	40,11	1060,08	99,86	4,56	1680,92	5,74	438,24	70,91	2,93	621,00	4,38
16	160	10			31,43	24,67	774,24	66,19	4,96	1229,10	6,25	319,38	52,52	3,19	455,00	4,35
		11			34,42	27,02	844,21	72,44	4,95	1340,06	6,24	347,77	56,53	3,18	496,00	4,39
		12	16	5,3	37,39	28,35	912,89	78,62	4,94	1450,00	6,23	357,78	60,53	3,17	537,00	4,47
		14			43,57	33,97	1046,47	90,77	4,92	1662,13	6,20	430,81	68,15	3,16	615,00	4,55
		16			49,07	38,52	1175,19	102,64	4,89	1865,73	6,17	484,64	75,92	3,14	690,00	

**Продолжение таблицы Ж.3**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
20	200	12			47,10	36,97	1822,78	124,61	6,22	2896,16	7,84	749,40	98,68	3,99	1073,00	5,37
		13			50,85	39,92	1960,77	134,44	6,21	3116,18	7,83	805,35	105,07	3,98	1156,00	5,42
		14			54,60	42,80	2097,00	144,17	6,20	3333,00	7,81	861,00	111,50	3,97	1236,00	5,46
		16	18	6,0	61,98	48,65	2362,57	163,37	6,17	3755,39	7,78	969,74	123,77	3,96	1393,00	5,54
		20			76,54	60,08	2871,47	200,73	6,12	4560,42	7,72	1181,92	146,62	3,93	1689,00	5,70
		25			94,29	74,02	3466,21	245,59	6,06	5494,04	7,63	1438,38	172,68	3,91	2028,00	5,89
		30			111,54	87,56	4019,60	288,57	6,00	6351,05	7,55	1698,16	193,06	3,89	2332,00	6,07
22	220	14	21	7,0	60,38	47,40	2814,36	175,18	6,83	4470,15	8,60	1158,56	138,62	4,38	1655,00	5,91
		16			68,58	53,83	3175,44	198,71	6,80	5045,37	8,58	1305,52	153,34	4,36	1869,00	6,02
25	250	16			78,40	61,55	4717,10	258,43	7,76	7492,10	9,78	1942,09	203,45	4,98	2775,00	6,75
		18			87,72	68,86	5247,24	288,82	7,73	8336,69	9,75	2157,78	233,39	4,96	3089,00	6,83
		20			96,96	76,11	5764,87	318,76	7,71	9159,73	9,72	2370,01	242,52	4,94	3395,00	6,91
		22	24	8,0	106,12	83,31	6270,32	348,26	7,09	9961,60	9,69	2579,04	260,52	4,93	3691,00	7,00
		25			119,71	93,97	7006,39	391,72	7,65	11125,52	9,64	2887,26	287,14	4,91	4119,00	7,11
		28			133,12	104,50	7716,86	434,25	7,61	12243,84	9,59	3189,89	311,98	4,90	4527,00	7,23
		30			141,96	111,44	8176,52	462,11	7,59	12964,66	9,56	3388,98	327,82	4,89	4788,00	7,31

**Таблица Ж.4 - Сталь прокатная. Угловая неравнополочная. ГОСТ 8510-72**



№ профилей	Размеры, мм			Площадь сечения, см <sup>2</sup>	Масса, кг 1 м	Справочные величины для осей									Угол наклона оси, tg α	
						x-x		y-y		x <sub>1</sub> -x <sub>1</sub>		y <sub>1</sub> -y <sub>1</sub>		u-u		
	B	b	d			I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>x</sub> , см	I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	I <sub>y</sub> , см	I <sub>x1</sub> min, см <sup>4</sup>	Расстояние от центра тяжести, y <sub>0</sub> , см	I <sub>y1</sub> min, см <sup>4</sup>	Расстояние от центра тяжести, x <sub>0</sub> , см	I <sub>u</sub> min, см <sup>4</sup>	I <sub>u</sub> min, см	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2,5/1,6	25	16	3	1.16	0.91	0.70	0.78	0.22	0.44	1.56	0.85	0.43	0.42	0.13	0.34	0.392
3,2/2	32	20	3	1.49 1.94	1.17 1.52	1.52 1.93	1.01 1.00	0.46 0.57	0.55 0.54	3.26 4.38	1.08 1.12	0.85 1.12	0.49 0.53	0.28 0.35	0.43 0.43	0.382 0.374
4/2,5	40	25	3	1.89	1.48	3.06	1.27	0.93	0.70	6.37	1.32	1.58	0.59	0.56	0.54	0.385
4,5/2,8	45	28	3	2.14	1.68	4.41	1.43	1.32	0.79	9.02	1.47	2.20	0.64	0.79	0.61	0.382
			4	2.80	2.20	5.68	1.42	1.69	0.78	12.1	1.51	2.98	0.68	1.02	0.60	0.379
5/3,2	50	32	3	2.42	1.90	6.17	1.60	1.99	0.91	12.4	1.60	3.26	0.72	1.18	0.70	0.403
		4	3.17	2.49	7.98	1.59	2.56	0.90	16.6	1.65	4.42	0.76	1.52	0.69	0.401	
5,6/3,6	56	36	4	3.58	2.81	11.4	1.78	3.70	1.02	23.2	1.82	6.25	0.84	2.19	0.78	0.406
		5	4.41	3.46	13.8	1.77	4.48	1.01	29.2	1.86	7.91	0.88	2.66	0.78	0.404	

**Продолжение таблицы Ж.4**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6,3/4,0	63	40	4	4.04	3.17	16.3	2.01	5.16	1.13	33.0	2.03	8.51	0.91	3.07	0.87	0.397
			5	4.98	3.91	19.9	2.00	6.26	1.12	41.4	2.08	10.8	0.95	3.73	0.86	0.396
			6	5.90	4.63	23.3	1.99	7.28	1.11	49.9	2.12	13.1	0.99	4.36	0.86	0.393
			8	7.68	6.03	29.6	1.96	9.15	1.09	66.9	2.20	17.9	1.07	5.58	0.85	0.386
7/4,5	70	45	5	5.59	4.39	27.8	2.23	9.05	1.27	56.7	2.28	15.2	1.05	5.34	0.98	0.404
7,5/5	75	50	5	6.11	4.79	34.8	2.30	12.5	1.43	69.7	2.39	20.8	1.17	7.24	1.09	0.436
			6	7.25	5.69	40.9	2.38	14.6	1.42	83.9	2.44	25.2	1.21	8.48	1.08	0.435
			8	9.47	7.43	52.4	2.35	18.3	1.40	112	2.52	34.2	1.29	10.9	1.07	0.430
8/5	80	50	5	6.36	4.99	41.6	2.56	12.7	1.41	84.6	2.6	20.8	1.13	7.58	1.09	0.387
			6	7.55	5.92	49.0	2.55	14.8	1.40	102	2.65	25.2	1.17	8.88	1.08	0.386
9/5,6	90	56	5	7.86	6.17	65.3	2.88	19.7	1.58	132	2.92	32.2	1.26	11.8	1.22	0.384
			6	8.54	6.70	70.6	2.88	21.2	1.58	145	2.95	35.2	1.28	12.7	1.22	0.384
			8	11.18	8.77	90.9	2.85	27.1	1.56	194	3.04	47.8	1.36	16.3	1.21	0.380
10/6,3	100	63	6	9.59	7.53	98.3	3.2	30.6	1.79	198	3.23	49.9	1.42	18.2	1.38	0.393
			7	11.1	8.70	113	3.19	35.0	1.78	232	3.28	58.7	1.46	20.8	1.37	0.392
			8	12.6	9.87	127	3.18	39.2	1.77	266	3.32	67.6	1.50	23.4	1.36	0.391
			10	15.5	12.1	154	3.15	47.1	1.75	333	3.40	85.8	1.58	28.3	1.35	0.387
1/7	110	70	6	11.4	8.98	112	3.53	45.6	2	286	3.55	74.3	1.58	26.9	1.53	0.402
			8	13.9	10.9	172	3.51	54.6	1.98	353	3.61	92.3	1.64	32.3	1.52	0.400
12,5/8	125	80	7	14.1	11	227	4.01	73.7	2.29	452	4.01	119	1.8	43.4	1.76	0.407
			8	16	12.5	256	4	83.0	2.28	518	4.05	137	1.84	48.8	1.75	0.406
			10	19.7	15.5	312	3.98	100	2.26	649	4.14	173	1.92	59.3	1.74	0.404
			12	23.4	18.3	365	3.95	117	2.24	781	4.22	210	2	69.5	1.72	0.400
14/9	140	90	8	18	14.1	364	4.49	120	2.58	727	4.49	194	2.03	70.3	1.98	0.411
			10	22.2	17.5	444	4.70	146	2.56	911	4.58	245	2.12	85.5	1.96	0.409
16/10	160	100	9	22.9	18	606	5.15	186	2.85	1221	5.19	300	2.23	110	2.2	0.391
			10	25.3	19.8	667	5.13	204	2.84	1359	5.23	335	2.28	121	2.19	0.390
			12	30	23.6	784	5.11	239	2.82	1634	5.32	405	2.36	142	2.18	0.388
			14	34.7	27.3	897	5.08	272	2.8	1910	5.40	477	2.43	162	2.16	0.385
18/11	180	110	10	28.3	22.2	952	5.8	276	3.12	1933	5.88	444	2.44	165	2.42	0.375
20/12,5	200	125	11	34.9	27.4	1449	6.45	446	3.58	2920	6.5	718	2.79	264	2.75	0.392
			12	37.9	29.7	1568	3.43	482	3.57	3189	6.54	786	2.83	286	2.74	0.392
			14	43.9	34.4	1801	6.41	551	3.54	3726	6.62	922	2.91	327	2.73	0.390
			16	49.8	39.1	2026	6.38	617	3.52	4264	6.71	1061	2.99	367	2.72	0.388

**Таблица Ж.5 - Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. ГОСТ 19903-74**

Толщина листов, мм	Минимальная и максимальная длина листов при ширине, мм																		
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.			
		500	510	600	650	670	700	710	750	800	850	900	950	1000	1100	1250			
0,40; 0,45; 0,50; 0,55; 0,60	1200	710 1420	1200 2000	1400	1420	1420	1200 2000	1500 2000	-	-	-	-	2000	-	-	-			
0,63; 0,65; 0,70; 0,75	1200	710 1420	1420 2000	2000	1420	1420	1200 2000	1500 2000	-	-	-	-	2000 2500	-	2500				
0,8; 0,9	1200	710 1420	1420 2000	2000	1420	1420	1200 2000	1500 2000	1500	-	-	-	2000 2500	-	2500				
1,0	-	-	1420 2000	2000	1420	1420	1420 2000	1600 2000	1600 2500	1700	1800 2000	1900	1800 2500	-	2500				
1,2; 1,3; 1,4	-	-	1420 2000	2000	1420 2000	1420 2000	1420 2000	1500 2000	1600 2000	1800 2500	2000	1800 2500	2000 2500	2500	3000				
Толщина листов, мм	Минимальная и максимальная длина листов при ширине, мм																		
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
	600	650	670	700	710	750	800	850	900	950	1000	1100	1250	1400	1420	1500	1600	1700	1800
1,5; 1,6; 1,8	1420 2000	1420 2000	1420 2000	1420 6000	1420 6000	1500 6000	1600 6000	1800 6000	1500 6000	2000 6000	2000 6000	2000 6000	2000 6000	2000 6000	2000 6000	-	-	-	-
2,0; 2,2	1420 2000	1420 2000	1420 6000	1420 6000	1500 6000	1600 6000	2000 6000	1800 6000	2000 6000	2000 6000	2000 6000	2000 6000	2000 6000	2000 6000	-	-	-	-	
2,5; 2,8	2000	2000	2000	2000 6000	1420 6000	1600 6000	1600 6000	2000 6000	-	-	-	-							
3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 3,9	2000	2000	2000	2000 6000	1420 6000	1600 6000	1600 6000	2000 6000	2000 6000	2000 6000									
4,0; 4,5; 5,0; 5,5	2000	2000	2000	2000 6000	1420 6000	2000 6000	2000 6000	2000 6000											
6; 6,5; 7; 7,5				2000 7000	2000 7000	2000 7000													
8; 8,5; 9; 9,5; 10; 10,5				2000 8000	3000 12000	3000 12000	3000 12000												

**Таблица Ж.5 - Масса 1 м<sup>2</sup> листа из расчёта удельного веса 7,85\*10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>**

Толщина, мм	0,5	0,55	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Масса кг/м <sup>2</sup>	3,925	4,32	4,716	5,5	6,28	7,06	7,85
Толщина, мм	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0
Масса кг/м <sup>2</sup>	9,42	10,99	11,77	13,34	14,13	14,91	15,7
Толщина, мм	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0
Масса кг/м <sup>2</sup>	19,62	23,55	27,47	31,4	39,25	47,1	54,95
Толщина, мм	8,0	9,0	10,0	12	14	16	18
Масса кг/м <sup>2</sup>	62,8	70,65	78,5	94,2	109,9	125,9	141,3
Толщина, мм	20	22	25	30	40	50	60
Масса кг/м <sup>2</sup>	157	172,7	196,25	235,5	314	392,5	471