

ЧЕРТЕЖИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ



16.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Металл и дерево обладают отличными друг от друга свойствами, поэтому расчет, конструирование, а следовательно, и чертежи таких конструкций имеют свои особенности. Чертежам металлических конструкций присваивается марка КМ. Размеры в узлах фермы устанавливаются ГОСТ 2.410-68.

В свою очередь, отдельным элементам конструкций присваиваются свои буквенно-цифровые марки, так, например, колоннам — *К1, К2...*, балкам — *В1, В2...*, плитам — *П1, П2...* и т. д.

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

В табл. 16.1 даны обозначения прокатной стали, наиболее часто встречающейся в строительных конструкциях.

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

Обычно стальные конструкции изготавливаются на заводах. При больших габаритах с целью удобства транспортировки и монтажа они изготавливаются отдельными частями — монтажными единицами.

Таблица 16.1

Условные обозначения прокатной стали

Обозначение	Наименование
$\perp 100 \times 10$	Сталь угловая равнобокая. Числовые величины обозначают ширину и толщину полки уголка, мм
$\perp 100 \times 63 \times 10$	Сталь угловая неравнобокая
± 30	Балка двутавровая. Числовая величина обозначает высоту балки, см
$\square 24$	Швеллер. Числовая величина соответствует высоте швеллера, см
$\bullet \varnothing 22$	Сталь круглая. Числовая величина обозначает диаметр стали, мм
$\blacksquare 20 \times 20$	Сталь квадратная. Числовые величины обозначают размеры сторон сечения, мм
-400×8	Сталь полосовая и листовая. Числовые величины обозначают ширину и толщину листа, мм

Условные графические изображения сварных швов на чертежах металлоконструкций

Наименование	Размеры изображения, мм	
	заводские	монтажные
1. Швы стыковые сплошные:		
а) с видимой стороны;		
б) с невидимой стороны		
2. Швы стыковые прерывистые:		
а) с видимой стороны;		
б) с невидимой стороны		
3. Швы угловые, тавровые или внахлестку сплошные:		
а) с видимой стороны;		
б) с невидимой стороны		
4. Швы угловые, тавровые или внахлестку прерывистые:		
а) с видимой стороны;		
б) с невидимой стороны		
5. Швы точечные, контактные внахлестку		—
6. Швы электрозаклепочные внахлестку (с круглыми отверстиями)		—

Отдельные части доставляются на стройку, где их соединяют (монтируют) друг с другом в единое целое.

В металлических конструкциях отдельные детали и монтажные единицы соединяют между собой при помощи сварки, заклепок или болтов.

В таблице 16.2 приведены обозначения сварки, применяемые на чертежах.

Ферма является несущей конструкцией и представляет собой «плоскую» стержневую систему, предназначенную для поддержания покрытия здания. Фермы находят также применение в устройстве мостов, эстакад и других сооружений.

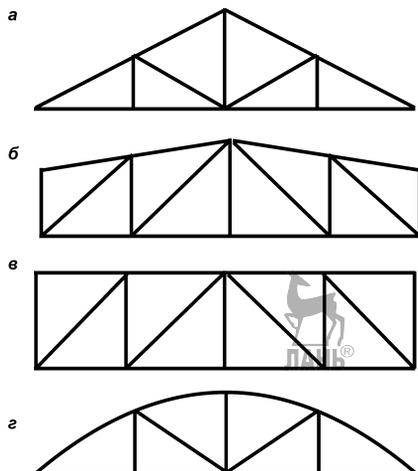


Рис. 16.1
Очертания ферм:

a — треугольные; *б* — полигональные; *в* — с параллельными поясами; *г* — сегментные.

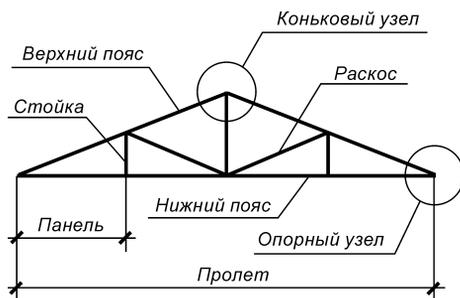


Рис. 16.2
Наименования элементов фермы

По своему очертанию фермы могут быть треугольные, полигональные, с параллельными поясами, сегментные и др. (рис. 16.1).

Решетка фермы состоит из *верхнего* и *нижнего поясов*, *стоек* и *раскосов* (рис. 16.2). Место соединения отдельных элементов решетки фермы друг с другом называется *узлом*. В отличие от остальных узлов фермы, узел у места «перелома» верхнего пояса называется *коньковым узлом*, а узел опорной части фермы — *опорным узлом*. Расстояние между опорами фермы называется *пролетом* фермы.

Металлическими стропильными фермами перекрывают пролеты до 40 м. При больших пролетах фермы получают негабаритных размеров, что вызывает затруднения при их транспортировке с завода и установке на место.

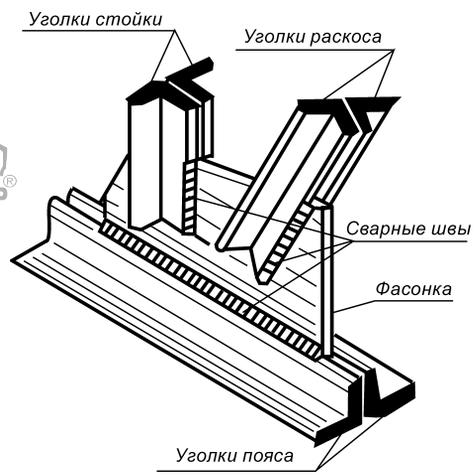
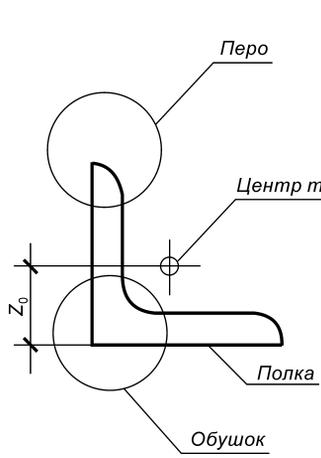
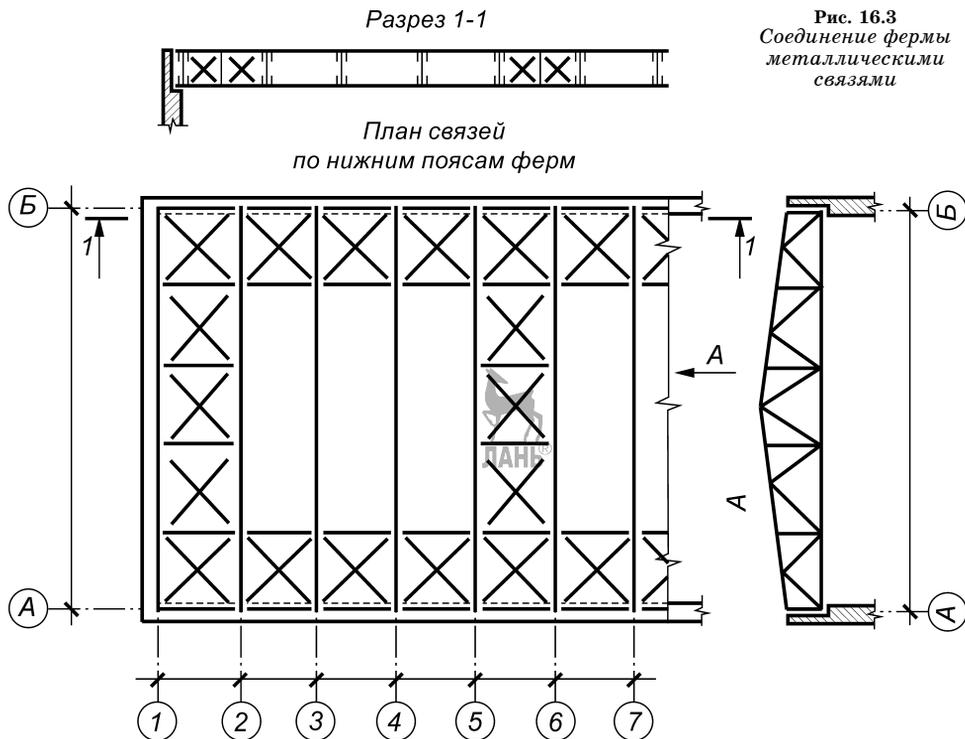
Расстояние между узлами фермы, измеренное по горизонтали, называется *панелью*. Так, на рис. 16.2 схематически изображена четырехпанельная ферма. Размер всех панелей фермы одинаков и зависит от ширины (1,5 или 3,0 м) стандартных ребристых железобетонных плит, которые обычно используются в настоящее время для устройства несущей части покрытия здания.

Чтобы элементы решетки фермы не испытывали изгибающих усилий и работали только на сжатие или растяжение, нагрузка на ферму всегда передается только в узлах.

Это условие обеспечивается за счет имеющихся ребер на концах железобетонных плит покрытия, которые опираются на узлы фермы. Для получения из ферм пространственной конструкции, их при монтаже соединяют металлическими связями, как указано на одном из возможных вариантов на рис. 16.3. Эти связи скрепляются с фермами монтажными болтами. Обычно фермы изготавливаются из разных уголков, один из которых (равнобокий) с названиями элементов изображен на рис. 16.4.

В узлах элементы решетки фермы соединяются посредством стального листа (фасонки) с помощью заклепок или сварки (см. рис. 16.5).

Размеры и форма фасонки зависят от действующих в узле усилий, расположения элементов решетки по отношению к узлу, длины швов



приварки к фасонке отдельных элементов решетки фермы, сходящихся в узле.

Пояса фермы имеют обычно большую протяженность, чем стандартная длина прокатной стали, поэтому они, в отличие от стоек и раскосов, представляют собой составные по длине элементы. Соединение отдельных частей поясов предусматривается, как правило, в монтажных узлах.

16.2. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

В отличие от чертежей деревянных и железобетонных конструкций, эти чертежи имеют свои особенности. Основной из них является расположение видов, которые размещают по *методу третьего угла (методу А)*, когда плоскость проекций находится между наблюдателем и предметом. Таким образом, вид сверху располагают над главным видом (видом спереди), вид снизу — под главным видом, вид справа — справа от него, вид слева — слева от главного вида, а вид сзади — справа от вида справа. Иначе говоря, эти проекции получаются как бы в зеркальном изображении.

При выполнении чертежей элементов фермы (раскосов, поясов, стоек и т. п.), имеющих большую длину по сравнению с поперечными размерами, применяют «двойные» масштабы, т. е. когда поперечные размеры принимают, обычно, в два раза крупнее, чем продольные. В этом случае в основной надписи указывают оба масштаба. Над каждым видом, кроме главного, указывают прописную букву русского алфавита (последовательно, начиная с А) рядом со стрелкой, соответствующей направлению взгляда.

Металлические конструкции из прокатных профилей могут изображаться на чертежах без скруглений. Условное изображение профилей и их размеры указывают, как изображено в табл. 16.1.

Скосы на чертежах элементов конструкции указывают линейными размерами или с помощью прямоугольного треугольника, гипотенуза которого совпадает с краем изображения. Катеты представляют собой значения их длин (рис. 16.6).

Диаметры отверстий, заклепок и болтов указывают на полке линии-выноски. Если отверстия, заклепки или болты расположены на одной оси, то размер их указывается от оси. В случае когда отверстия расположены группой, их обводят тонкой волнистой линией и выносную подпись указывают от этой линии. Когда же одинаковые отверстия располагаются на осях, то размеры их и число указывают как изображено на рис. 16.7.

Основной комплект чертежей металлоконструкций, обозначаемый маркой КМ, составляют на отдельное здание (сооружение) или на его части, когда строительство планируется осуществлять по очередям.

Рабочие чертежи этой марки служат для разработки детализованных чертежей марки КМД, составления сметы и спецификаций для заказа металла.

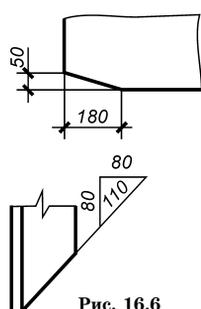


Рис. 16.6
Простановка
размеров на скосах

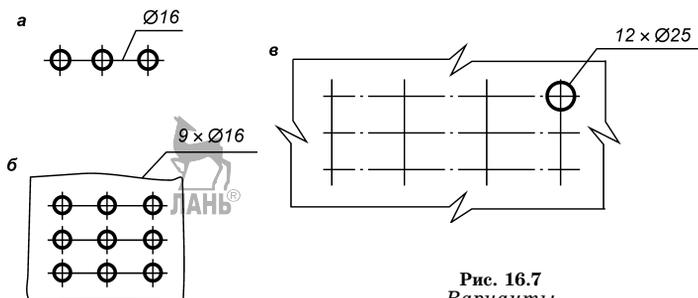


Рис. 16.7
Варианты
обозначения отверстий:

а — на одной оси; б — расположенных группой; в — то же, упрощенное.

В свою очередь, рабочие чертежи марки КМД выполняют в конструкторских бюро заводов, производящих металлоконструкции. Это необходимо для возможности учета технологических условий завода и имеющегося в наличии металла.

Если чертежи металлоконструкций разрабатываются в составе другого комплекта, например ЖБК, то их включают в состав этого комплекта. Ориентировочный перечень таких изделий приведен в § 15.5.

Применяемые масштабы на чертежах марок КМ и КМД приведены в табл. 13.19.

Как и другие чертежи строительных изделий, чертежи металлоконструкций разрабатываются с применением условных изображений, которые оговорены ГОСТ 21.501-93 (особенности их выполнения перечислены выше).

Эти условные изображения показаны в табл. 16.3.

Таблица 16.3

Условные изображения на чертежах металлоконструкций

Наименование изделия	Изображение	
	в плане	в разрезе
1 Ферма*		
2. Плита, панель		
3. Связь металлическая:		
а) одноплоскостная:		
вертикальная,		
горизонтальная;		
б) двухплоскостная;		
в) тяжи		
4. Колонна**:		
а) железобетонная:		
сплошного сечения,		
двухветвевая;		
б) металлическая:		
сплошностенчатая,		
двухветвевая		

* — изображение А — для фермы железобетонной, В — для фермы металлической; ** — изображение А — для колонн без консоли, В и В — для колонн с консолью.

16.3 ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА СТРОИТЕЛЬНОЙ ФЕРМЫ

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Правила выполнения чертежей металлоконструкций, изготавливаемых на машиностроительных предприятиях всех отраслей промышленности, устанавливает ГОСТ 2.410-68*.

На рис. 16.8 в качестве примера части задания представлена геометрическая схема фермы. Другой частью задания является таблица профилей проката с размерами и длинами сварных швов (пример, не связанный с рис. 16.8, см. в табл. 16.4).

Геометрической схемой фермы называется ее изображение, где элементы решетки вычерчены условно в одну линию. Геометрическая схема

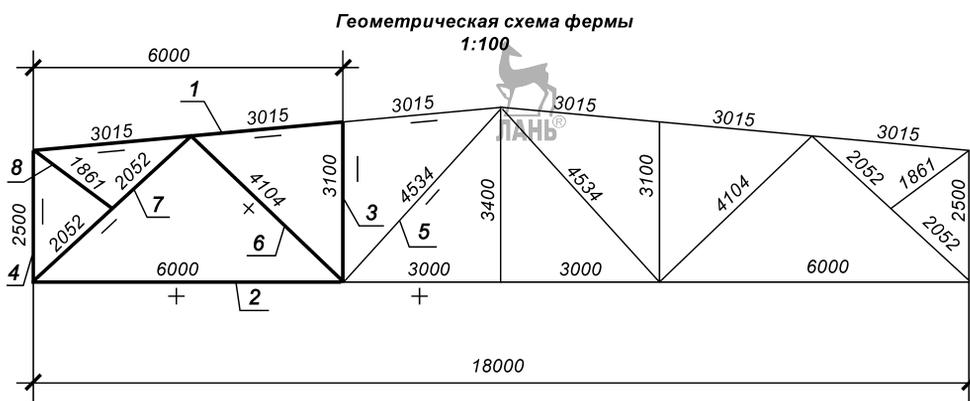


Рис. 16.8
Геометрическая схема фермы (пример задания)

Таблица 16.4

Параметры уголков (пример задания)

№ детали	Профиль сечения	Размеры сварных швов, мм	
		по обуху	по перу
1	2 L 100 × 8	6 – *	6 – *
2	2 L 110 × 8	6 – *	6 – *
3	2 L 63 × 6	6 – 100	6 – 100
4	2 L 80 × 6	6 – 140**	6 – 140**
5	2 L 80 × 6	6 – 180	6 – 120
6	2 L 75 × 5	6 – 100	6 – 100
7	2 L 100 × 8	6 – 200	6 – 80
8	2 L 63 × 6	6 – 80	6 – 80

* — приваривать по всей длине фасонки; ** — длина швов для верхнего узла.

определяет форму и основные размеры фермы — пролет, высоту и расстояния по центрам между отдельными ее узлами. Эти расстояния, указываемые в миллиметрах, проставляются непосредственно над элементами решетки без выносных и размерных линий. В проектной практике на геометрической схеме отмечаются также усилия в том или ином стержне, которые проставляются под изображением стержня. В случае наличия симметрии в левой части указываются только размеры между узлами, а в правой — только усилия. Геометрическая схема в зависимости от размеров фермы вычерчивается в масштабе 1 : 100 или 1 : 200.

На геометрической схеме, кроме размеров, отмечен характер усилия, действующего в том или ином стержне. В правой части схемы проставляют позиции (следует учитывать, что ферма симметричная) отдельных элементов решетки фермы (на рис. 16.8 не указаны).

В соответствии с заданием на чертежной бумаге формата А2 необходимо выполнить следующее:

а) в левой верхней части листа вычертить геометрическую схему фермы; над изображением выполнить надпись «Геометрическая схема», под надписью указать масштаб изображения;

б) на свободном поле чертежа вычертить главный вид заданной части фермы, оставив справа место для спецификации;

в) выполнить спецификацию на изображаемую часть фермы.

Элемент фермы между пролетами должен быть законструирован полностью. Обрыв отмечается волнистой линией.

С целью упрощения задания примем условно следующие допущения:

а) ферма не имеет монтажных узлов;

б) решетка фермы не имеет составных по длине элементов;

в) в элементах фермы не предусматривается никаких отверстий.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

А. Вычертить геометрическую схему фермы в масштабе 1 : 100. Толщину линий принять 0,5...0,6 мм. Размеры решетки проставить на всей геометрической схеме.

Б. Вычертить главный вид заданной части фермы.

Так как размеры сечения стального проката малы по сравнению с продольными размерами стержней фермы, то с целью получения наиболее компактного чертежа вычерчивание главного вида следует вести в двух масштабах:

а) геометрические размеры (осей) элементов решетки фермы наносить в масштабе 1 : 20;

б) элементы решетки и фасонки — в масштабе 1 : 10.

Использование двух масштабов при построении главного вида фермы соответствует условному сближению узлов фермы друг с другом.

Вычерчивание главного вида фермы рекомендуется вести в указанной ниже последовательности (рис. 16.9).

1. В соответствии с геометрической схемой, штрихпунктирной линией толщиной около 0,2 мм нанести осевые линии элементов решетки разрабатываемой части фермы в масштабе 1 : 20 (рис. 16.9, 1).

2. Вдоль осевых линий в соответствии с размерами сечений, приведенными в таблице задания, нанести линиями толщиной 0,4...0,5 мм продоль-

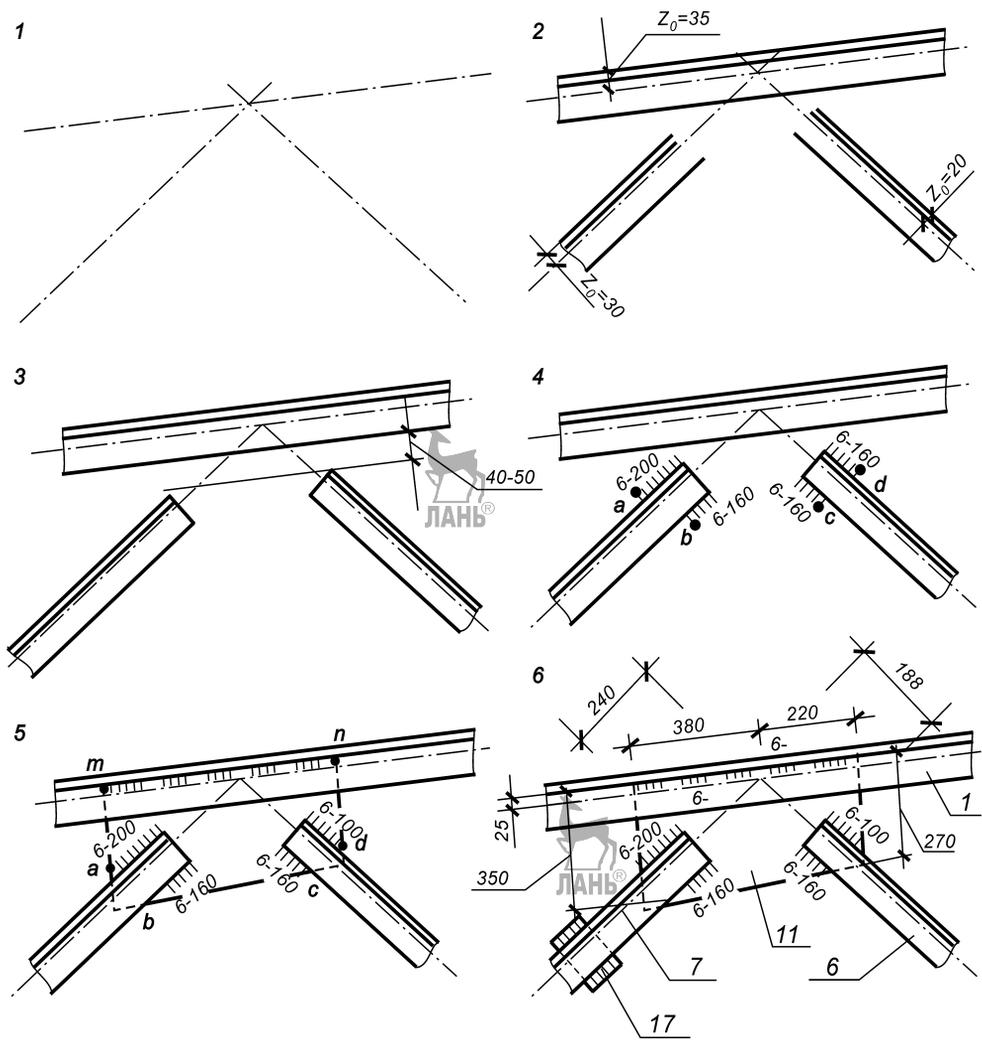


Рис. 16.9
Последовательность вычерчивания главного вида фермы

ные контуры сначала элементов решетки фермы (в масштабе 1 : 10) в начале верхнего и нижнего поясов, затем стоек и раскосов (рис. 16.9, 2).

Для этого от осевых линий следует отложить в соответствующую сторону отрезки длиной Z_0 , равной расстоянию от полки уголка до его центра тяжести. Эти расстояния, так же как и другие данные, необходимые для выполнения работы, приведены в табл. 16.5.

Следует иметь в виду, что в верхнем поясе уголки должны быть обращены полками вверх, а в нижнем — полками вниз. В раскосах уголки располагаются полками вверх, а в опорных стойках — полками наружу. Уголки промежуточных стоек ориентируются по уголкам ближайших опорных стоек.

На указанном выше расстоянии параллельно осевой линии пройдет внешний контур полки уголка, толщина которой будет видна на чертеже и должна быть показана проведением второй линии.

Основные параметры равнополочных уголков и листовой стали

Профиль сечения	Площадь сечения, см ²	Расстояние до центра тяжести Z_0 , мм	Минимальный радиус инерции r , см	Масса 1 пог. м, кг
└ 50 × 5	4,80	14,2	1,53	3,77
└ 63 × 6	7,28	17,8	1,93	5,72
└ 75 × 5	7,39	20,2	2,31	5,80
└ 75 × 6	8,78	20,6	2,30	6,39
└ 75 × 7	10,15	21,0	2,29	7,96
└ 80 × 6	9,38	21,9	2,47	7,36
└ 90 × 6	10,61	24,3	2,78	8,33
└ 90 × 8	13,93	25,1	2,76	10,93
└ 100 × 7	13,75	27,1	3,08	10,79
└ 100 × 8	15,60	27,5	3,07	12,25
└ 100 × 10	19,24	28,3	3,05	15,10
└ 100 × 12	22,80	29,1	3,03	17,90
└ 110 × 8	17,20	30,0	3,39	13,50
└ 125 × 14	33,37	36,1	3,80	26,20
– 1000 × 6	—	—	—	47,10
– 1000 × 8	—	—	—	62,80
– 1000 × 10	—	—	—	78,50
– 1000 × 12	—	—	—	94,20
– 1000 × 20	—	—	—	157,00

Другой внешний контур изображаемого уголка вычерчивается в соответствии с шириной его полки.

На главном виде второй парный уголок элемента решетки не будет виден, так как он находится за изображенным уголком. Исключение составляют парные уголки стойки конькового узла, где они обычно располагаются так, как это показано на рис. 16.12б.

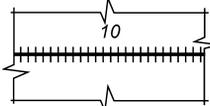
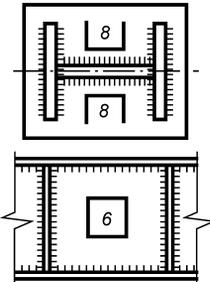
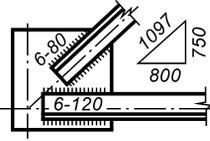
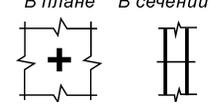
Далее приступают к конструированию узла фермы (см. рис. 16.9).

3. Стойки и раскосы фермы не доводятся до контура верхнего и нижнего поясов на 40...50 мм. Это вызвано необходимостью размещения швов, соединяющих пояса фермы с фасонками, и устранения сварочного напряжения в металле фасонки, возникающего при близко расположенных сварных швах.

Провести прямую линию, параллельную поясу фермы на 40...50 мм, ограничив ею длину стоек и раскосов (рис. 16.9, 3). Обрезы уголков стоек и раскосов следует делать под прямым углом к их оси.

4. В соответствии с данными таблицы задания от торцов стоек и раскосов вдоль обушка и пера следует отложить длину швов приварки этих элементов к фасонке, обозначить швы (толщина «ресничек» 0,2 мм, длина

Простановка размеров сварных швов на чертежах марки КМ

Проставляемый размер	Графическое обозначение
Толщина углового шва	
Толщина стыкового шва	
Толщина углового шва «по контуру»	
Толщина и проектная длина углового шва	
Разметочный знак	

Примечание. Проектная длина шва учитывает кратер и непровар шва по концам.

1,0 мм, интервалы 1,0 мм) и указать их размеры (см. рис. 16.9, 4). Размеры шва проставляют непосредственно над швом или под ним. Первая цифра означает высоту — катет шва, вторая, проставленная через тире, — расчетную длину шва.

В тех случаях, когда из конструктивных соображений длина шва больше расчетной (шов должен идти по всей длине примыкания элемента), указывается только высота шва (табл. 16.6).

5. Очертить фасонку, форма которой определяется исходя из необходимости требуемой длины швов приварки к фасонке стоек и раскосов. Для этого от конца каждого шва стойки или раскоса на перпендикуляре, проведенном к контуру уголка, откладывают отрезки, равные 15...20 мм (теоретически равные толщине шва), и получают точки (см. точки *a*, *b*, *c*, *d* на рис. 16.9, 4), через которые и должны пройти стороны фасонки.

Следует иметь в виду, что в нижних узлах фермы фасонку следует выпустить на 15...20 мм за нижний пояс фермы для приварки фасонки к обухам уголков пояса. В верхних узлах фермы ее следует утапливать между уголками пояса на 10...12 мм.

Последнее вызвано тем, что сверху к уголкам верхнего пояса в узлах привариваются планки (на чертежах их показывать не будем), которые усиливают полки уголков и препятствуют их отгибу опорными реакциями плит покрытия.

Фасонке по возможности следует придать наиболее простую форму. С этой целью на рис. 16.9, 5 боковые стороны фасонки проведены через точки *a* и *d* перпендикулярно к поясу фермы, т. е. к стороне *mn* фасонки. Соединяются между собой точки *b* и *c* и продолжают до их пересечения со сторонами *ta* и *nd*.

Для получения наиболее простой формы фасонки длину некоторых швов можно допустить несколько больше расчетной (но не более чем на 10%).

Следует иметь в виду, что фасонки с внутренними входящими углами (см. угол *abc* на рис. 16.10а), как правило, не делают.

Поэтому, если длина швов приварки стойки невелика, форму фасонки определяют исходя из длины швов приварки раскосов, стойку же отрезают выше, отложив от точки нужную длину шва приварки стойки.

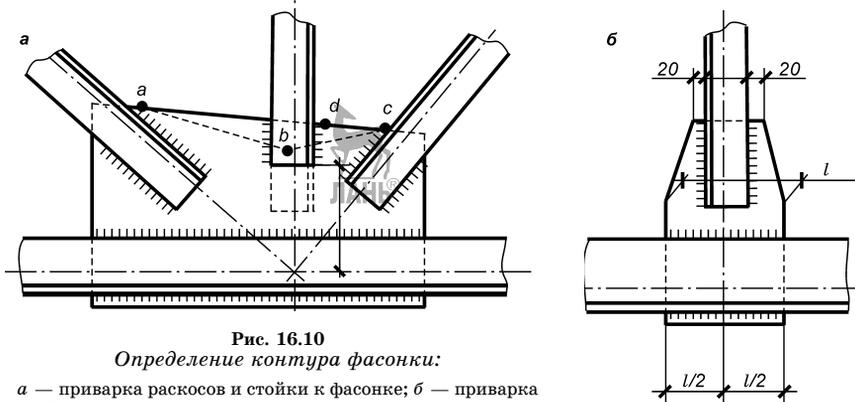


Рис. 16.10

Определение контура фасонки:

a — приварка раскосов и стойки к фасонке; *b* — приварка стойки к фасонке.

Определять форму фасонки, исходя из обеспечения необходимой длины швов приварки стоек и раскосов, следует лишь в случае, когда к поясу подводят 2–3 элемента решетки. Полученные при этом размеры фасонки, как правило, не требуют дополнительной проверки ее на прочность.

Чтобы не было эксцентриситета приложения нагрузки по отношению к центру тяжести фасонки, ее рекомендуется ориентировать симметрично по отношению к оси стойки.

Аналогично следует подойти и к конструированию фасонки со стороны стойки (см. отрезок *ab* на рис. 16.11), если к узлу подходят стойка и раскос. Это имеет место и при конструировании крайнего верхнего узла фермы.

В этом случае уголки верхнего пояса за пределами центра узла со стороны стойки отрезаются вровень с контуром фасонки.

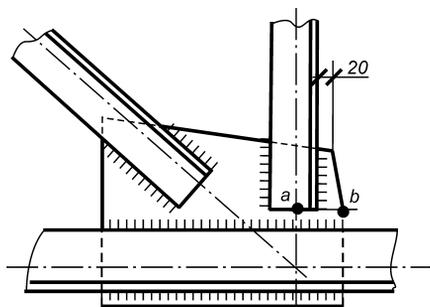


Рис. 16.11

Конструирование фасонки со стороны стойки

На рис. 16.12 показаны коньковые узлы ферм. В первом случае фасонка конструируется по общим правилам, а во втором — следует обратить внимание на расположение уголков стойки, о чем уже упоминалось ранее, а также учесть, что ширина фасонки, где заканчиваются уголки стойки, должна быть рассчитана по аналогии с указаниями к рис. 16.10б (см. § 16.4).

Чтобы осуществить «перелом» на коньке уголков верхнего пояса, предварительно на вертикальных полках вырезают часть металла (см. рис. 16.12в), после чего уголки сгибают и соединенные кромки вертикальных полок сваривают стыковым швом.

На рис. 16.13 дана возможная конструкция опорных узлов при опирании ферм на стены. В первом случае размеры, обозначенные буквами *L* и *H*, будут зависеть от длины швов приварки раскоса. Во втором случае величина *H* должна быть рассчитана по аналогии с указаниями к рис. 16.10 по площади уголков нижнего пояса, а величину *L* принимают условно равной 250 мм. При конструировании опорных узлов остальные их разме-

ры следует принять в соответствии с указанными на рис. 16.13. Примеры необходимых расчетов приведены в § 16.4.

Фермы на месте установки закрепляются анкерными болтами, предварительно заделанными в бетонные опорные подушки, для чего в опорных плитах ферм (на рис. 16.13 они приняты толщиной 20 мм) просверливаются соответствующие отверстия (обычно по 4 отверстия на опору).

6. Вычертив фасонку, на всем ее протяжении показать приварку к ней уголков пояса фермы, а также проставить (с точностью до 10 мм, в случае необходимости с округлением в большую сторону) все ее размеры, необходимые для заготовки фасонки. Скосы фасонки указать линейными размерами.

Для фиксации положения фасонки в узле ее стороны должны быть привязаны к центру узла (см. на рис. 16.9, б размеры 380; 220 и 25 мм).

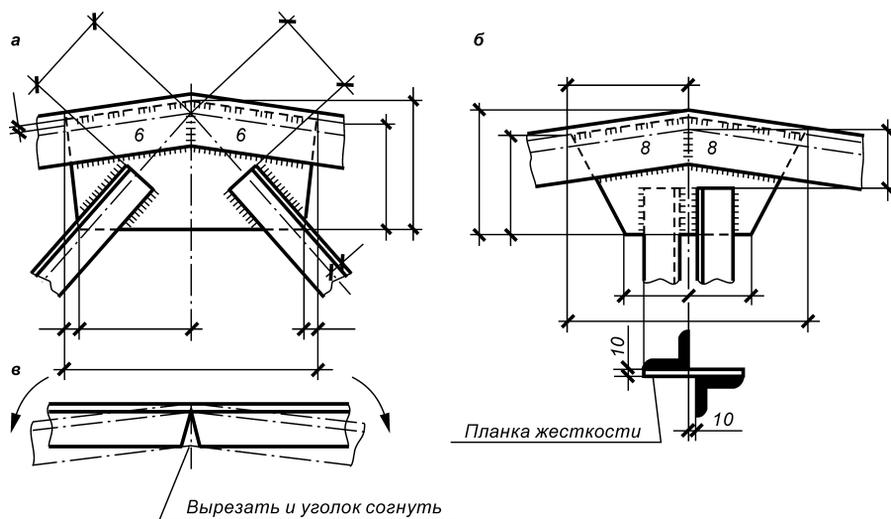


Рис. 16.12
Коньковые узлы:

а — сварка фасонки с двумя раскосами; б — то же, с двумя стойками; в — получение узла.

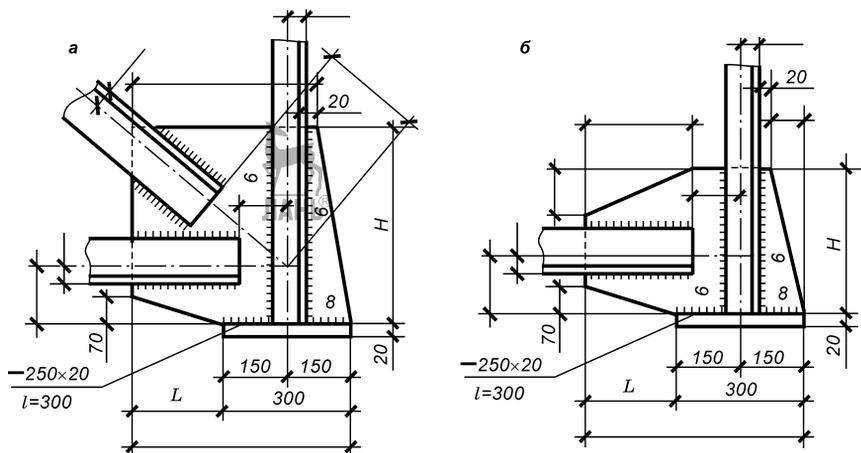


Рис. 16.13
Варианты опирания конструкции узлов фермы на стену

В коньковом узле (см. рис. 16.12) привязку фасонки осуществить к вертикальной оси симметрии.

7. Привязать стойки и раскосы к центру узла, т. е. проставить размеры от центра узла до торцов этих элементов, измерив их по чертежу с точностью до +1 мм при учете масштаба 1 : 10. Длина самого стержня на чертеже не проставляется — она указывается лишь в спецификации. Для определения длины стержня из соответствующего размера, указанного между узлами фермы на геометрической схеме, вычитают размеры привязки торцов стержня к центру узла, проставленные в чертеже.

8. Чтобы каждому элементу фермы, состоящему из двух отдельных уголков, придать определенную жесткость, оба уголка соединяются между собой «планками жесткости» (см. рис. 16.9, деталь 17), которые проходят между уголками и привариваются к ним с двух сторон. Планки выполняются из листовой стали толщиной, равной толщине фасонки (в нашем случае 10 мм). Ширину планок принять 60...80 мм, а длину на 30...40 мм более ширины уголков. Расстояния между планками жесткости зависят от того, сжат или рас-

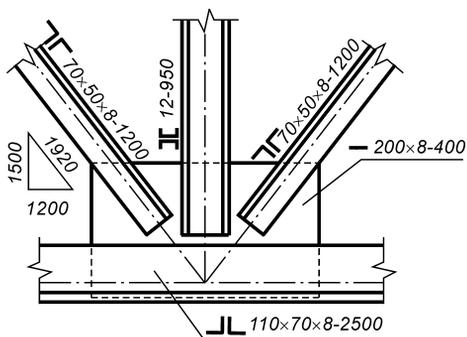
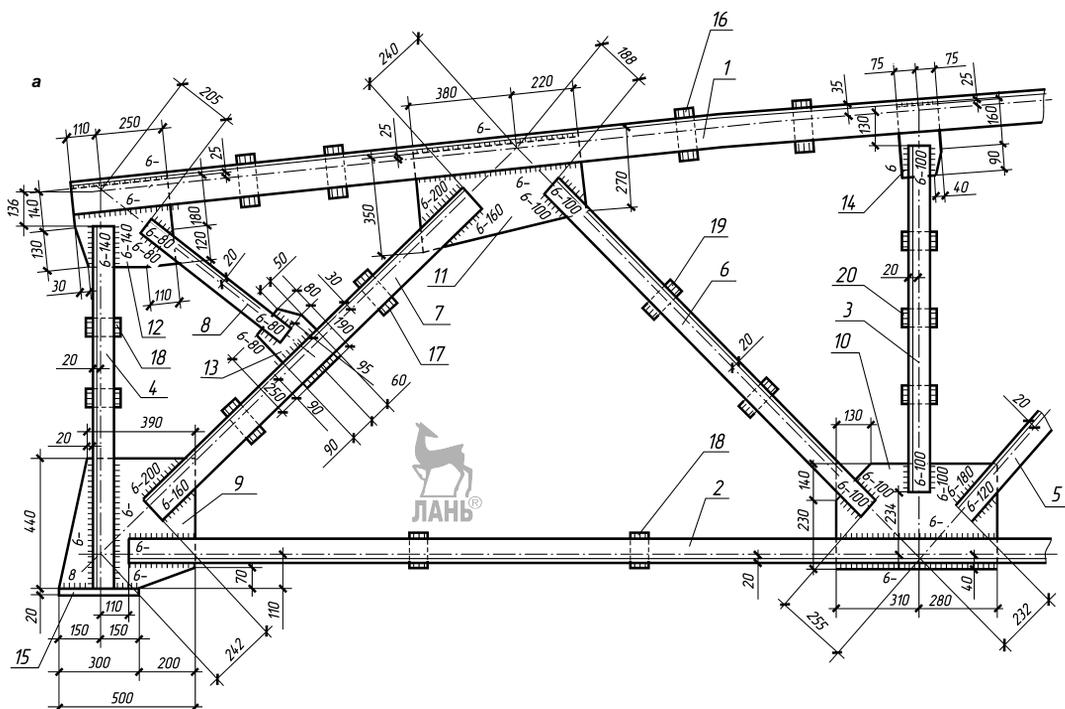


Рис. 16.14
Пример нанесения условных обозначений профилей на чертеже узла фермы

Рис. 16.15
Пример выполненного задания:
а — главный вид; б — спецификация; в — основная надпись.



тянут элемент фермы. Если элемент сжат, то планки ставятся от узла и друг от друга на расстоянии $40r$, где r — минимальный радиус инерции сечения. Его величина характеризует жесткость элемента и приведена в табл. 16.5. Если элемент растянут, планки ставятся на расстоянии $80r$. Однако при любых случаях на один элемент ставится не менее двух планок жесткости.

Чтобы рассчитать необходимое количество планок жесткости в задании, на геометрической схеме указаны знаки усилий: плюсом отмечены растянутые элементы, минусом — сжатые.

Определив необходимое количество планок, равномерно распределить их по длине элемента, не проставляя расстояний между ними.

9. После выполнения графической части работы проставить размеры и произвести маркировку всех элементов фермы. Однотипным элементам, имеющим одинаковую форму и размеры, присваивается один и тот же номер позиции. Маркировку следует начинать с основных элементов фермы в последовательности: пояса (верхний, нижний), стойки, раскосы, фасонки, планки. Нумерация позиций должно быть сквозной и начинаться с цифры 1. Номера позиций проставляют на полках линий-выносок. На рабочих чертежах марки КМ наносят условные обозначения профилей. Пример указан на рис. 16.14.

В. Составить спецификацию металла на изображенную часть фермы. Форму спецификации см. на рис. 16.15б (размеры даны только для вычерчивания формы).

Спецификация металла

№ поз.	Сечение	Длина, мм	К-во шт.	Масса, кг	
				Одной детали	Всех деталей
1	L 110×8	18320	2	247,3	494,6
2	L 80×6	17780	2	130,9	261,8
3	L 63×6	2736	2	15,7	31,4
4	L 80×6	2474	2	18,2	36,4
5	L 80×6	4100	2	30,2	60,4
6	L 75×5	3661	2	212,4	424,8
7	L 100×8	3622	2	44,2	88,4
8	L 63×6	1561	1	9,0	9,0
9	-440×10	500	1	17,3	17,3
10	-370×10	590	1	17,0	17,0
11	-350×10	600	1	16,5	16,5

№ поз.	Сечение	Длина, мм	К-во шт.	Масса, кг	
				Одной детали	Всех деталей
12	-300×10	360	1	8,5	8,5
13	-150×10	270	1	3,2	3,2
14	-150×10	250	1	2,9	2,9
15	-250×20	300	1	11,8	11,8
16	-60×10	150	4	0,7	2,8
17	-60×10	140	2	0,7	1,4
18	-60×10	120	4	0,6	2,4
19	-60×10	115	2	0,6	1,2
20	-60×10	103	3	0,5	1,5
Вес наплавленного металла 22,6 кг					
Общий вес 1524,9 кг					

						ГР 4.4.14.09.000-КМ			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Ферма металлическая	Стадия	Масса	Масштаб
Зав. каф.								у	
Н. контр.							Лист	Листов	
Проверил	Ольшведский						СПб. ГАСУ-03 ПГС-II		
Разраб.	Буднов								

Под спецификацией следует указать вес наплавленного металла в размере 1,5% от веса всех элементов фермы, вошедших в спецификацию, и посчитать окончательный вес.

Выполненное задание (кроме геометрической схемы) изображено на рис. 16.15.

16.4. О НЕКОТОРЫХ РАСЧЕТАХ ФАСОНОК

Если к поясу подходит лишь один элемент, например, стойка (см. рис. 16.10б), то ширина фасонки должна быть соответствующим образом рассчитана. Допустим, стойка состоит из двух уголков $\perp 90 \times 6$, тогда площадь сечения стойки равна $2 \cdot 10,6 = 21,2 \text{ см}^2$. Следовательно, и сечение фасонки в том месте, где стойка прерывается, должно быть также не менее чем $21,2 \text{ см}^2$.

Если толщину фасонки принять 10 мм (толщина фасонки для всей фермы принимается одинаковой), то ее ширина l в указанном месте (см. рис. 16.10б) должна быть равной 220 мм.

Рассматривая конструкцию опорного узла, где с помощью фасонки соединяются нижний пояс со стойкой (рис. 16.13б), необходимо определить ее высоту H , которая рассчитывается по площади уголков нижнего пояса (по аналогии с вышеупомянутым расчетом).

Большое значение при конструировании фермы имеет определение толщины фасонки. В табл. 16.7 приведена зависимость толщины S фасонки от прилагаемого максимального усилия N , возникающего в элементах решетчатой фермы (по данным ЦНИИпроектстальконструкция).

При расчете угловых швов следует руководствоваться указаниями СНиП 23-81* «Стальные конструкции. Нормы проектирования».

Зависимость наименьшей толщины шва $h_{ш}$ от толщины наиболее толстого из свариваемых элементов указана в табл. 16.8. Наибольшая толщина шва $h_{ш}$ должна быть не более 1,2 меньшей из толщин свариваемых элементов.

Для уголков толщиной полок δ мм: при $\delta \leq 6$ толщина $h_{ш} \leq \delta - 1$; при δ от 7 до 16 толщина $h_{ш} \leq \delta - 2$; при $\delta > 16$ — $h_{ш} \leq \delta - 4$.

При выборе профильного проката пользуются стандартами:

ГОСТ 8509-86. Сталь прокатная угловая равнополочная;

ГОСТ 8510-86. Сталь прокатная угловая неравнополочная;

ГОСТ 103-76. Сталь полосовая;

ГОСТ 1990-90. Сталь листовая холоднокатанная;

ГОСТ 8239-89. Балки двутавровые горячекатанные;

ГОСТ 8240-89. Швеллеры горячекатанные.

Таблица 16.7

Зависимость толщины свариваемого металла от прилагаемого усилия

Усилие N , тс	Толщина S , мм	Усилие N , тс	Толщина S , мм
≤ 15	6	61...100	14
16...25	8	101...140	16
26...40	10	141...180	18
41...60	12	181...200	20

Таблица 16.8

Наименьшая толщина шва $h_{ш}$ в зависимости от толщины H наиболее толстого из свариваемых элементов для стали С 38/23

H , мм	$h_{ш}$, мм
7...10	4
11...22	6
23...32	8
33...50	10
> 50	12

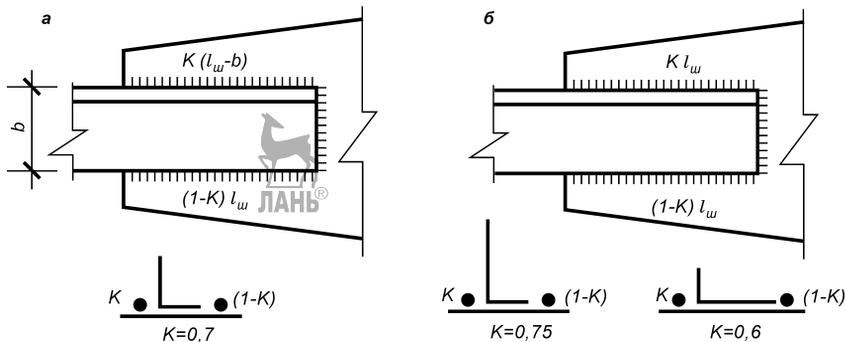


Рис. 16.16
 Распределение швов у пера и обушка уголков:
 а — равнобокого; б — неравнобокого.

Расчетная длина $l_{ш}$ углового шва должна быть не менее $4h_{ш}$ и не менее 40 мм.

При приварке уголков 70% действующего в уголке усилия передается на шов по обушку и 30% — на шов по перу (рис. 16.16).

Далее расчет ведется по формуле:

$$\frac{N}{(\beta h_{ш}) l_{ш}} \leq R_{св},$$

где N — максимальное усилие, действующее в узле; $R_{св}$ — расчетное сопротивление углового шва; β — коэффициент, зависящий от метода сварки (1,0 — для однопроходной автоматической, 0,8 — то же, для полуавтоматической и 0,7 — для ручной и многопроходной автоматической и полуавтоматической).

Определим максимальное усилие N , действующее в узле, исходя из наибольшей площади сечения того или иного элемента решетки, сходящегося в узле:

$$N [\text{тс}] = 2F [\text{см}^2] \cdot 2,1 [\text{тс/см}^2] = 4,2F,$$

где F — площадь сечения одного уголка.

По найденному усилию N из табл. 16.7 подбираем толщину фасонки.

Имея геометрическую схему фермы, сечения, элементов решетки и определив толщину фасонки, рассчитываем швы приварки отдельных элементов решетки.

Допустим, что конструкция выполнена из стали класса С 38/23. Этому классу соответствуют марки ВстЗКП, ВстЗПС, ВстЗСП. Здесь 38 — временное сопротивление, кгс/см² (предел прочности при растяжении), а 23 — предел текучести, кгс/см².

Для этого класса стали $R_{сж., \text{раст.}} = 2100$ кгс/см² — расчетное сопротивление металла, а $R_{св} = 1500$ кгс/см² — расчетное сопротивление углового шва; коэффициент $\beta = 0,7$.

Определяем длину швов приварки по обушку и по перу уголков стоек и раскосов, сходящихся в узле:

$$N = R_{сж., \text{раст.}} \cdot F, \quad l_{ш} = \frac{N}{(\beta h_{ш}) R_{св}},$$

где F — площадь сечения уголка стойки или раскоса.

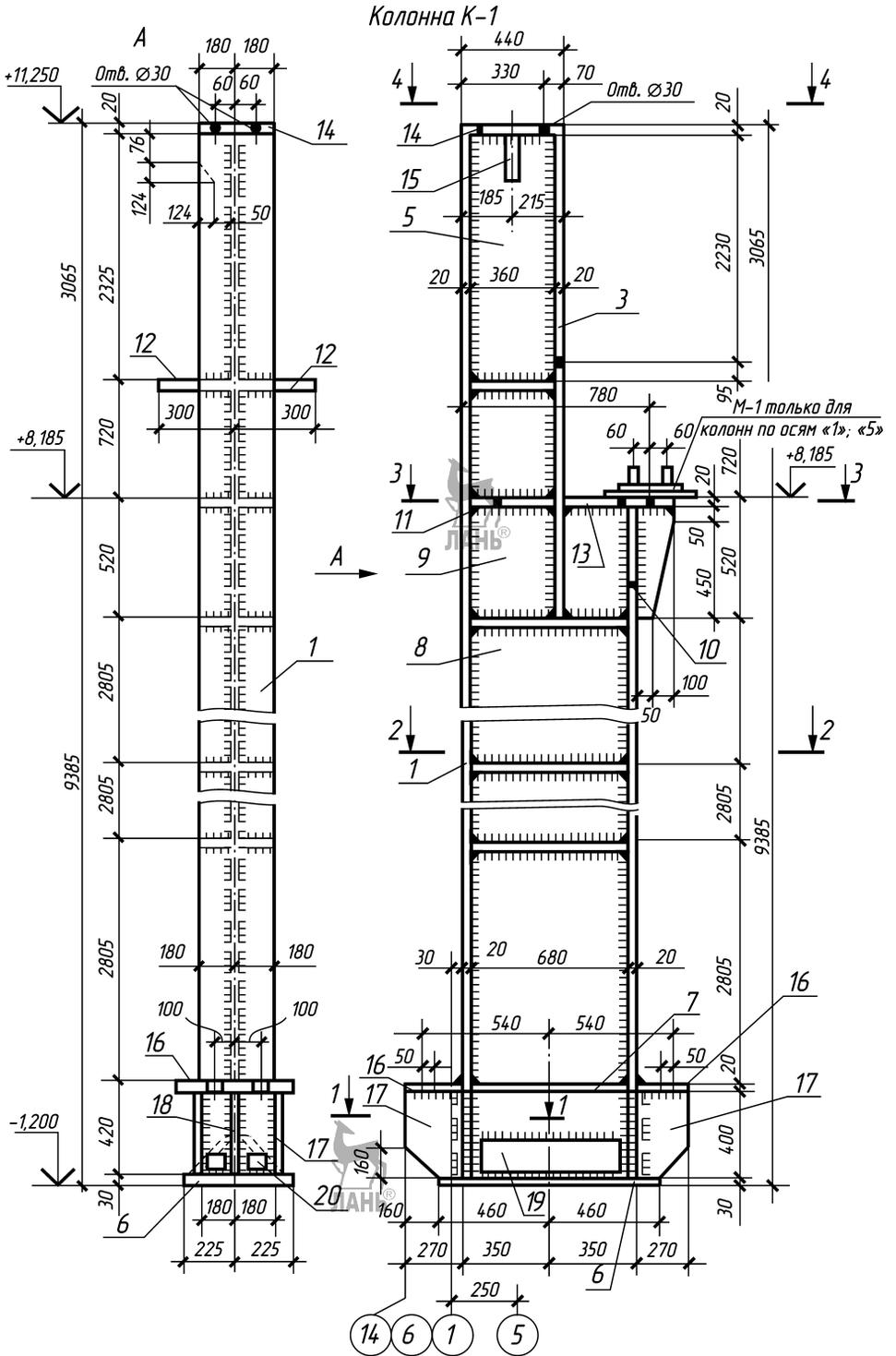


Рис. 16.17
Пример оформления чертежа

Длина сварного шва при принятых нами значениях будет следующей:

$$l_{\text{ш}} = \frac{2100F}{1500 \cdot 0,7h_{\text{ш}}} = \frac{2100F}{1050h_{\text{ш}}} = \frac{2F}{h_{\text{ш}}}.$$

С учетом распределения усилий, приходящихся на шов по обуху и перу, длина шва будет составлять:

$$l_{\text{об}} = \frac{0,7 \cdot 2F}{h_{\text{ш}}} = \frac{1,4F}{h_{\text{ш}}} \text{ — по обуху};$$

$$l_{\text{п}} = \frac{0,3 \cdot 2F}{h_{\text{ш}}} = \frac{0,6F}{h_{\text{ш}}} \text{ — по перу}.$$

Задавшись катетом шва (в сантиметрах) в первом и во втором случаях и подставив его в формулы, найдем интересующую нас длину швов приварки уголков элементов решетки фермы к фасонке узла.

После выполнения расчетов следует приступить к конструированию узла фермы с определением размеров фасонки, ее привязки и привязки элементов решетки к центру узла, маркировке элементов решетки фермы и окончательному оформлению чертежа, как изложено в § 16.3. Пример оформления чертежа металлической колонны показан на рис. 16.17.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как называются элементы фермы: верхний, нижний, вертикальный и расположенный под углом?
2. Для чего требуется устанавливать планки жесткости?
3. Как называется лист, к которому привариваются элементы фермы?
4. Какие бывают фермы по внешнему очертанию?
5. Назовите узлы фермы.
6. Что такое пролет фермы?
7. Какова последовательность вычерчивания фермы?
8. Каково должно быть расположение полок уголков у раскосов, поясов и стоек фермы?
9. Как определяется количество планок жесткости и от чего оно зависит?

