

Министерство образования и науки Республики Беларусь

Брестский политехнический институт

Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению графического задания  
"Чертежи металлических конструкций"  
по курсу "Строительное черчение"  
для студентов строительных специальностей

Брест 1995

УДК (07)  
МБЧ

УДК 741.021.2(07):681.3

Методические указания по разделу строительного черчения "Конструкции металлические" предназначены для студентов строительных специальностей.

Указания содержат справочный материал, варианты заданий и пояснения к выполнению чертежа металлических конструкций. Даны рекомендации и пример выполнения чертежа

Составители: зав. кафедрой, к.т.н. Базенков Л.Н.  
доцент, к.т.н. Бижилина О.И.

Рецензент: Л.И.Селивоник - главный инженер института  
"Брестгражданпроект"

Одну из основных групп строительных чертежей составляют чертежи строительных изделий, по которым на заводах и омовоительных комбина-тах изготавливают отдельные части зданий и сооружений.

Строительство и монтаж зданий и сооружений ведется по комплектам рабочих чертежей и монтажных схем. Одним из комплектов рабочих чертежей является комплект чертежей металлических конструкций под маркой КМ - конструкции металлические зданий и сооружений. Рабочие чертежи КМ служат также для разработки чертежей КМД - конструкции металлические детализировочные.

Цель данного задания: научиться читать, детализировать и составлять чер-тежи металлических конструкций.

## 1. Чертежи металлических конструкций

### 1.1. Общие сведения о металлических конструкциях

Одним из наиболее употребляемых материалов в строительстве является стальной прокат, вид которого определяется его профилем - формой поперечи-ного сечения (рис. 1.1).

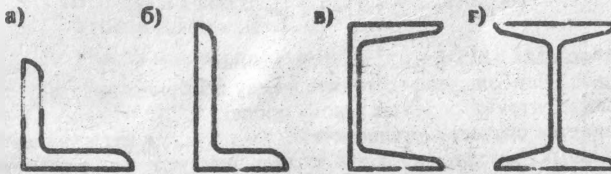


Рис. 1.1. Профили прокатной стали:

- а - равнополочный уголок; б - неравнополочный уголок;  
в - швеллер; г - двутавр

Основные элементы профиля имеют конкретные названия (рис. 1.2).

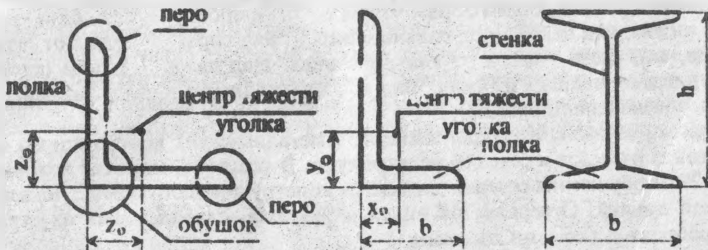


Рис.1.2. Элементы профиля

Элемент, характеризуемый величиной  $b$  в прокатной стали, называется полкой. Вертикальный элемент, имеющий высоту  $h$ , называется стенкой.

Из прокатной стали выполняют фермы, колонны, балки и элементы покрытий. В настоящем задании особенности чертежей металлических конструкций изучаются при выполнении чертежа узла фермы.

Фермой называется стержневая конструкция, состоящая из треугольных элементов соединенных между собой в узлах при помощи болтов, заклепок или сварки (рис. 1.3). Стержни, расположенные по внешнему контуру фермы, называются поясами - верхним и нижним. Стержни, соединяющие пояса, образуют решетку фермы и называются: вертикальные - стойки, на-

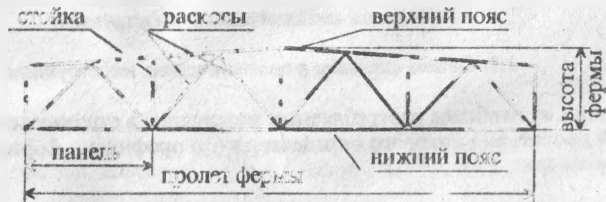


Рис. 1.3. Схема фермы

клонные - раскосами. Часть фермы, расположенная между узлами пояса, называется панелью. Наибольшее расстояние между поясами - высота фермы, а расстояние между центрами смежных узлов - пролет.

В большинстве случаев металлические конструкции изготавливают на специально оборудованных заводах и затем транспортируют на строительную площадку. В связи с этим все конструкции делятся на части, удобные для транспортировки. Эти части называются отпарочными частями.

## 1.2. Общие положения оформления чертежа

**Расположение видов.** Виды на чертежах нумеруются числами. Конструкций принято располагать следующим образом: вид сверху - над проекцией в проекции; вид слева - над главным видом, вид справа - под главным видом, вид спереди - справа от главного вида, вид слева - слева от главного вида. Над каждым видом (кроме главного) делают надпись по типу "Вид А", а направление взгляда указывают стрелкой, обозначенной буквой.

**Разрезы, сечения.** Контуры элементов металлических конструкций на изображениях разрезов и сечений не штрихуют. В чертежах, масштаб которых меньше 1:20, изображения сечения элементов конструкций допускается показывать одной линией. Отверстия на видах и разрезах, параллельных их осям, можно изображать осевыми линиями.









**Условные обозначения.** В целях упрощения изображений конструкций на чертежах применяют ряд условных обозначений.

Условные обозначения профилей показаны в табл. 1.1.

Прямолинейные участки прокатных и гнутых профилей в сечении сопрягаются друг с другом криволнейными участками, размеры которых определяются соответствующими ГОСТами. На чертежах металлических конструкций, ввиду малого размера изображения, криволинейные участки контурных линий не вычерчивают, и основные контурные линии сопрягают друг с другом непосредственно в точках пересечений. Сечения прокатных профилей, а также сечения элементов из нескольких прокатных профилей, соединенных сваркой, болтами или заклепками, не штрихуют. В таблицах и примечаниях сечения изображают еще более схематично. Каждый элемент сечения, например, полку или стенку двутавра изображают линией. Сечение элемента сопровождается надписью о его размерах.

Таблица 1.1.

Условные графические обозначения элементов (ГОСТ 2.410-68)

Наименование	Обозначения
Элементы металлических конструкций в видах и сечениях	
Обозначения в выносных надписях и в тексте:	
Уголок равнополочный	 100x10
Уголок неравнополочный	 100x63x8
Двутавр	 24
Швеллер	 24
Сталь круглая	 $\phi 20$
Сталь квадратная	 20x20
Сталь полосовая или листовая	 400x4 $\delta = 4$

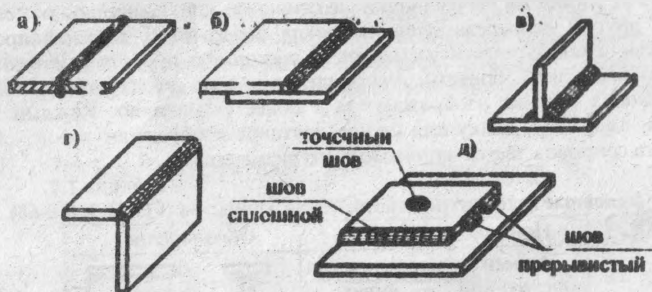
**Поясняющие надписи.** Если элемент конструкции состоит из одного профиля, или на чертеже изображено действительное число входящих в сечение профилей, то число профилей не указывают. Условное изображение профилей и их действительное положение в элементе допускается изображать по типу (рис. 1.4), приводя также данные о размерах профилей. В эти данные записывают при необходимости и длину детали, которая отделяется знаком "тире" от размера сечения.

 110x70x8-3500  8-1200  110x70x8  8-950

Рис. 1.4.

Сварные швы делятся на следующие виды (рис. 1.5):

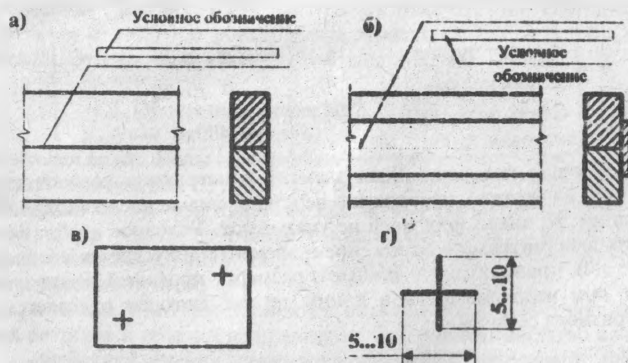
б) внахлестку (рис. 1.5, б, г), обозначаемые буквой Н (когда торчки свариваемых деталей накладываются одна на одну внахлестку);  
 в) тавровые (рис. 1.5, в), обозначаемые буквой Т (когда свариваемые детали образуют форму буквы Т);  
 г) угловые (рис. 1.5, г), обозначаемые буквой У (когда свариваемые детали образуют угол).



**Рис. 1.5. Сварные швы**  
 а- стыковой; б- внахлестку; в- тавровый; г- угловой;  
 д- виды швов

Швы сварных соединений условно изображаются и обозначаются на чертежах в соответствии с ГОСТ 2.312-72 (рис. 1.6).

Независимо от способа сварки видимый шов изображают сплошной основной линией (рис. 1.6, а), а невидимый - штриховой (рис. 1.6, б).



**Рис. 1.6. Изображение сварного шва**  
 а- видимый шов; б- невидимый шов; в, г- точечный шов

Независимо от способа сварки видимый шов изображают сплошной осевой линией (рис. 1.6 а), а невидимый - штриховой (рис. 1.6,б).

Видимую одиночную сварную точку независимо от способа сварки условно изображают знаком + (рис. 1.6, в), который выполняют сплошными осевыми линиями (рис. 1.6, г). Невидимые одиночные точки не изображают.

От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся одной-сторонней стрелкой (наклонный отрезок), а условное обозначение располагается над горизонтальным отрезком-подкой, если изображен видимый шов, и под подкой, если шов невидимый.

Структурная схема условного обозначения стандартного шва состоит из 7 элементов (рис. 1.7).

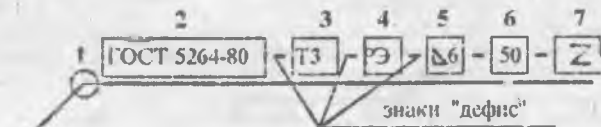


Рис. 1.7. Структура условного обозначения стандартного шва

1 - вспомогательные знаки шва по замкнутой линии и монтажного шва (табл. 1.3);

2 - обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

3 - буквенно-цифровое обозначение соединения по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

4 - условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (допускается не указывать)

АФ - автоматическая на весу;

МФ - механизированная на весу;

УП - в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящимся электродом;

РЭ - ручная дуговая сварка;

5 - знак  $\Delta$  и величина катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

6 - для прерывистого шва - длина провариваемого участка, знак / или Z (табл. 1.3) и размер шага; для одиночной сварной точки - размер расчетного диаметра точки;

7 - вспомогательные знаки (табл. 1.3).

Если на чертеже показаны одинаковые швы, то полное обозначение шва наносят только на одном из них, при этом на полном обозначении над линией-выноской указывают число одинаковых швов и их порядковый номер (рис. 1.8).

При наличии на чертеже швов, выполняемых по одному и тому же стандарту, обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа записью по типу: *Сварные швы ... по ...*

Таблица 1.3.  
Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов (ГОСТ 2 712-72)

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление двусторонне		
	Наплывы и неровности шва обработать сглавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить в соответствии с чертежом изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с определенным расположением		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии. (Диаметр знака 3...5 мм)		
	Шов по незамкнутой линии. Знак прикладывают, если расположение шва ясно из чертежа		

Допускается не присваивать порядковый номер одинаковым швам, если все швы на чертеже одинаковы и изображены с одной стороны (лицевой или

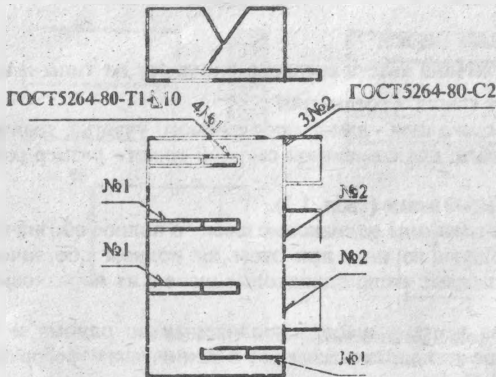


Рис. 1.8. Обозначение одинаковых швов



обратной) При этом швы, и имеющие обозначения, отмечают линиями-выносками без полочек.

**Масштабы.** Выбор масштабов изображений конструкций на чертежах следует производить с учетом их сложности, применяя возможно меньший масштаб, обеспечивающий четкость чертежей и копий с него.

Для элементов конструкций, у которых длина значительно превышает поперечные размеры, а также для решетчатых металлических конструкций применяют двухмасштабное изображение. Длину элемента показывают в более мелком масштабе, чем поперечные размеры этих элементов.

Чертежи К\*1 рекомендуется выполнять в масштабах, приведенных в табл. 1.4.

Таблица 1.4.

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

На рабочем чертеже размещают не только таблицу спецификации металла (табл. 1.5), таблицу отправочных марок и примечания.

Таблица 1.5.

Отправочные марки обозначают (маркируют) на чертежах и схемах буквой и цифрой, например Ф5. Буква обычно соответствует начальной букве

Спецификация металла									
Отпр. марка	Сбор. марк.	Кол-во		Сечение мм	Длина мм	Масса в кг			Примечание
		г	и			шт	общ.	от.м	
15	16	7,5	7,5	40	20	15	15	15	40

названия элемента (Ф - ферма, К - колонна); цифра показывает порядковый номер элемента среди элементов одного названия. Марку элемента пишут на чертеже над его основным видом крупными буквами и цифрами (высотой 8...10 мм).

Сборочные марки (детали) маркируют цифрами. На чертеже цифры пишут на полочках выносных линий с точкой на конце. Сборочные марки (детали), являющиеся зеркальным изображением друг друга, маркируют одной цифрой, но если получают дополнительный индекс "т" или "и", например 22т и 22и ("так" и "наоборот").

В строке "Спецификация металла" указывают марку стали, из которой должны быть изготовлены конструкции. Если часть сборочных марок (деталей) изготовливают из другой стали, то об этом делают пометку в графе "Примечания".

Массу отдельных сборочных марок (деталей) подсчитывают с точностью до одной десятой килограмма. Общую массу сборочных марок округляют до килограмма. К массе сборочных марок добавляют массу заводских сварных швов, равной 1% массы всех деталей. Массу сварных швов записывают в спецификацию металла отдельной строкой. Общую массу отправочных марок округляют до 5 кг за счет некоторого изменения массы сварных швов.

Металлические конструкции можно изображать схематично, упрощенно и детально (рис. 1.6).

При детальном изображении конструкции показывают все видимые ее части и соединения, расположенные на ближайшей по направлению взгляда

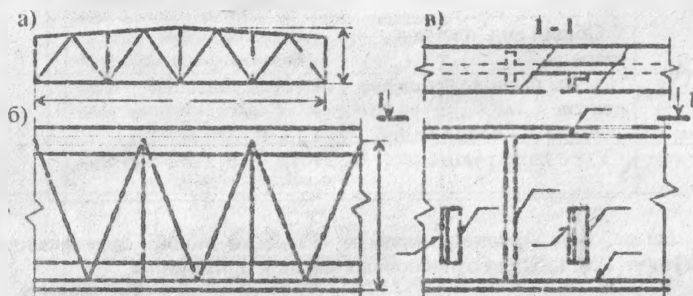


Рис. 1.6. Примеры выполнения чертежей КМ  
а - схематично, б - упрощенно; в - детально

грани, а невидимые части - только те, которые располагаются вплотную к видимым. Видимые части конструкции, расположенные в глубине за передней гранью, и невидимые, отдаленные от видимых воздушной прослойкой на чертеже не показывают. Для изображения невидимых частей конструкции в закрывающих частях делают вырывы. На вырывах, разрезах и сечениях пересекаемый материал не штрихуют (рис. 1.6).

## 2. Указания к выполнению чертежа

### 2.1. Общие положения

Учебное задание выполняется на формате А2. Компановка чертежа показана на рис. 2.1. В левой верхней части формата размещают схему фермы, ниже вычерчивают главный вид узла в масштабе 1:1, 1:10. Необходимые дополнительные виды и сечения узла задаются преподавателем индивидуально. Спецификация и примечания располагаются в правой части.

Работа начинается вычерчиванием сплошными основными линиями схемы фермы в соответствии с вариантом задания с указанием размеров, расчетных усилий, а при необходимости и величины строительного подъема.

Тип фермы и номер узла определяется по табл. 2.1., а форма и размеры нужного варианта фермы показаны на рис. 2.2.

## Варианты заданий

Таблица 2.1.

Вариант задания	Тип фермы	№ узла	Вариант сечений элементов узла	Вариант задания	Тип фермы	№ узла	Вариант сечений элементов узла
1	A	1	1	16	D	1	4
2	A	2	2	17	D	2	1
3	A	3	3	18	D	3	2
4	A	1	4	19	D	1	3
5	A	2	1	20	D	2	4
6	B	3	2	21	E	3	1
7	B	1	3	22	E	1	2
8	B	2	4	23	E	2	3
9	B	3	1	24	E	3	4
10	B	1	2	25	E	1	1
11	C	2	3	26	F	2	2
12	C	3	4	27	F	3	3
13	C	1	1	28	F	1	4
14	C	2	2	29	F	2	1
15	C	3	3	30	F	3	2

В геометрических схемах размеры определяются расстоянием между точками пересечения осевых линий - линий центров тяжести поперечных сечений. Размерные числа ставят над линиями схемы на расстоянии 2 мм без выносных и размерных линий. Величины строительного подъема наносятся также без выносных и размерных линий (рис. 2.3.).

Расчетные усилия наносят с соответствующими знаками; со знаком минус для сжатых элементов; со знаком плюс или без него - для растянутых. Усилия указывают под линиями схемы (рис. 2.4.).

В схемах симметричных конструкций возможно нанесение размеров на одной половине (левой), а усилий на другой (правой) (рис. 2.5.)

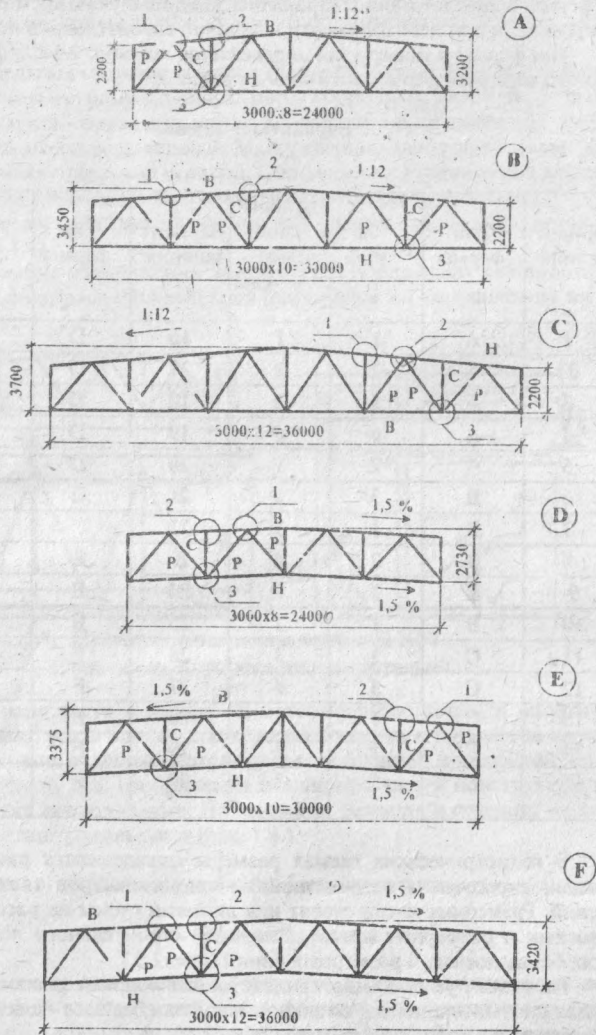


Рис. 2.2. Схемы ферм

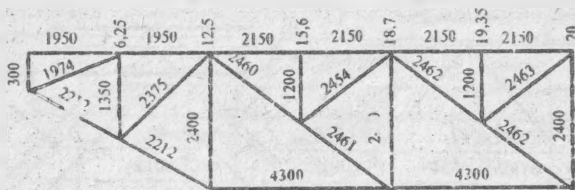


Рис. 2.3.

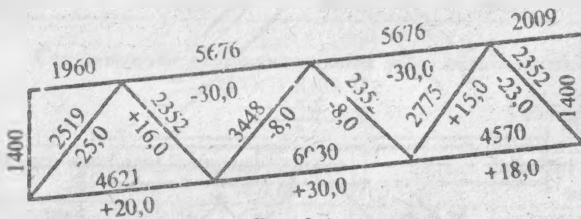


Рис. 2.4.

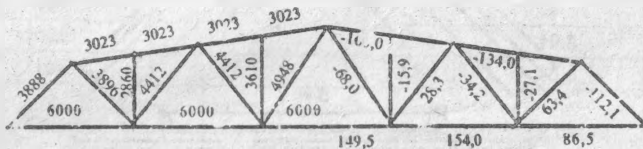


Рис. 2.5.

## 2.2. Конструирование узлов фермы

Конструирование чертеж узла выполняю в следующем порядке:

1. Точками (0,3...0,4 мм) линиями вычерчивают осявые линии узла в соответствии с геометрической схемой фермы (рис. 2.6а).

2. Затем вдоль осевых линий по номеру узла в соответствии с размерами сечений приведенными в табл. 2.2 и сортаментом уголкового (табл. 2.3 и 2.4) и других профилей проката линиями толщиной 0,5...0,6 мм вычерчивают контуры стержней поясов и решетки. При этом от осевых линий в соответствующую сторону откладывают расстояние  $Z_0$  ( $X_0$  или  $Y_0$ ) от обушка до центра тяжести сечения округленное до 5 мм. Например, уголок 100х7, из сортамента  $Z_0 = 2,7$  см, принимаем расстояние от обушка до оси 25 мм (рис. 2.6б).

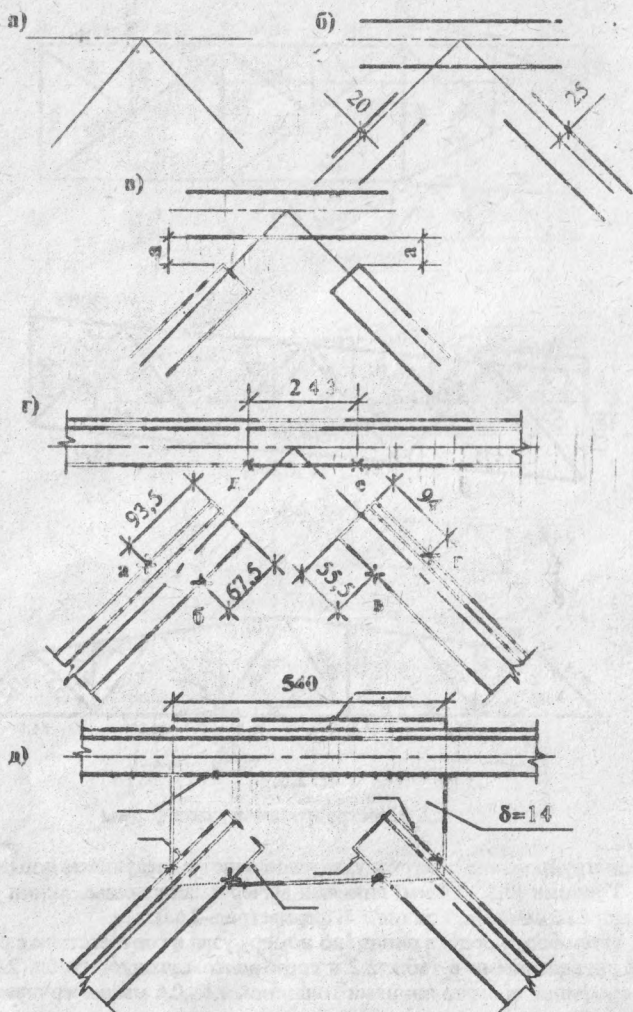


рис. 2.6. Последовательность конструирования узла фермы

## Размеры стелен с стержней узла

Таблица 2.2.

Элемент	Варианты			
	1	2	3	4
B	90x56x6	100x63x7	110x70x8	80x50x5
H	110x70x8	140x90x10	160x100x10	100x63x6
P <sub>1</sub>	70x5	80x6	100x7	75x6
P <sub>2</sub>	75x6	90x7	110x8	80x6
C <sub>1</sub>	70x5	80x6	100x7	70x5
C <sub>2</sub>	75x6	80x6	100x7	75x6

Сокращенный сортамент угловой равнополочной стали  
(ГОСТ 8509-72)

Таблица 2.3.

Номер профиля №	Площадь сечения A, см <sup>2</sup>	Z <sub>0</sub>	Масса 1 п.м. в кг
70x5	6,86	1,9	5,38
75x6	8,78	2,06	6,89
80x6	9,38	2,19	7,36
90x7	12,3	2,47	9,64
100x7	13,8	2,71	10,8
110x8	17,2	3,0	13,5

Сокращенный сортамент угловой неравнополочной стали  
(ГОСТ 8510-72)

Таблица 2.4.

Номер профиля №	Площадь сечения A, см <sup>2</sup>	X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>	Масса 1 г.м. в кг
80x50x5	6,36	1,13	2,6	4,99
90x56x6	8,54	1,28	2,95	6,70
100x63x6	9,59	1,42	3,23	7,53
100x63x7	11,1	1,46	3,28	8,7
110x70x8	13,9	1,64	3,61	10,9
140x90x10	22,2	2,12	4,58	17,5
160x100x10	25,3	2,28	5,23	19,8

В верхнем поясе уголки должны быть расположены полками вниз, а в нижнем - полками вверх. В раскосах уголки располагают полками вверх, в опорных стойках - полками наружу. Уголки промежуточных стоек ориентируют по уголкам опорных стоек.

3. Для уменьшения концентрации напряжений в фасонках сварных ферм, необходимо оставлять зазоры  $a = 40...50$  мм между краями решетки и пояса. С этой целью от контура верхнего или нижнего поясов проводим тонкую линию на расстоянии  $k$  параллельно этому контуру (рис. 2.6в).

Таблица 2.5.

		Усилия в элементах, кН					
Элемент	№ эл-та	A	B	C	D	E	F
Верхний пояс	1	0	0	0	0	0	0
	2	-200,69	-267,59	-334,49	-282,39	-304,80	-381,00
	3	-200,69	-267,59	-334,49	-282,39	-304,80	-381,00
	4	-225,78	-338,67	-451,56	-376,51	-457,19	-609,59
	5	-	-338,67	-451,56	-	-457,19	-609,59
	6	-	-	-439,36	-	-	-685,79
Нижний пояс	1	128,57	165,31	202,04	164,72	171,45	209,55
	2	228,81	320,34	411,86	353,98	400,05	514,54
	3	-	326,09	456,52	-	469,48	666,74
Решетка	1	0	0	0	0	0	0
	2	-166,00	-213,43	-260,86	-217,78	-250,44	-306,09
	3	92,22	130,87	169,51	153,27	191,89	246,72
	4	-30,00	-30,00	-30,00	-40,00	-40,00	-40,00
	5	-40,41	-75,27	-110,14	-93,33	-139,13	-194,79
	6	-5,35	24,07	53,48	30,65	82,24	137,06
	7	7,50	-30,00	-30,00	-28,71	-40,00	-40,00
	8	-	17,39	-9,94	-	-18,03	-83,48
	9	-	-	-28,47	-	-	27,41
	10	-	-	42,97	-	-	-19,43

Эта линия ограничивает длину уголков стоек и раскосов. Концы уголков стоек и раскосов обрезают под прямым углом к оси.

4. Пояса раскосы и стойки соединяются с помощью металлического листа - фасонки. Толщину фасонки принимают в зависимости от усилий в опорном раскосе (табл. 2.5) в пределах 8...25 мм (табл. 2.6).

Габариты узловых фасонки определяются длиной швов приварки элементов фермы к фасонке. Длину швов приварки рассчитывают по формулам.



## Рекомендуемые толщины фасонок

Таблица 2.6.

Наибольшее расчетное усилие в опорном раскоке кН	До 150	150-250	250-400	400-600	600-1000	1000-1400	1400-1800	1800-2200	2200-2500	2500-3000
Толщина фасонки	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25

- длина на обушке

$$l_w = 5,1N/k_f$$

- длина на пера

$$l_w = 1,7N/k_f$$

где  $l_w$  - требуемая длина шва, мм;

$N$  - усилие в элементе, кН (табл. 2.5.);

$k_f$  - катет шва, мм.

Катеты угловых швов должны быть не менее  $1,2t$ , где  $t$  - наименьшая толщина соединяемых элементов и не менее указанных в таблице 2.7.

Таблица 2.7.

Вид сварки	Минимальные катеты швов $k_p$ , мм, при толщине более толстого из свариваемых элементов $t$ , мм				
	4...5	6...10	11...16	17...22	22...32
Автоматическая и полуавтоматическая	3	4	5	6	7

Расчетная длина углового сварного шва должна быть не менее  $4k$ , и не менее 40 мм.

С целью уменьшения концентрации напряжений концы швов на 20 мм выводят на торцы уголка. Эти 40 мм в расчете не учитывают.

Требуемую длину сварного шва вдоль пера и обушки откладываем от торца каждого раскоса. Полученные точки  $a$ ... $e$  определяют границы контура фасонки. Контур фасонки должен быть по возможности более простым (прямоугольник, трапеция). Если расчетные швы не обеспечивают простейшие формы фасонки их длину делают больше расчетной (рис. 2.6д.).

Узловые фасонки выпускают за обушки уголков на 15...20 мм для возможности наложения угловых швов. Если в узлах верхнего пояса предусматривается установка прогонов или плит покрытия, то фасонку утапливают на 10...12 мм между уголками.

Для узлов, не имеющих раскосов, узловые фасонки выпускают за границы уголков на 15...20 мм для возможности наложения швов, а угол обреза фасонки по отношению к элементу делают не менее 15...20 град. (рис. 2.7)

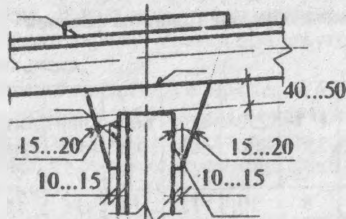


Рис. 2.7. Узел без раскосов

На чертеже главный вид дополняется сечениями или разрезом по указанию преподавателя.

После построения изображения узла фермы всем элементам узла присваиваются номера позиций. На чертеже размещается выписка из спецификации на изображенный узел фермы.

Текстовые указания объединяют в примечания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абаринов А.А. Составление детализировочных чертежей металлических конструкций. - М.: Стройиздат, 1977. - 50 с. ил.
2. Будасов Б.В., Каминский В.П. Строительное черчение. - М.: Стройиздат, 1990. - 464 с.: ил.
3. Временная инструкция. О составе и оформлении рабочих чертежей зданий и сооружений. Раздел 5. Конструкции и гальванизация. Чертежи КМ. С. 1460-64. - М.: Стройиздат, 1978. - 24 с.
4. Коросев Ю.И. Строительное черчение. - М.: Высшая школа, 1983.
5. Файбишенко В.К. Металлические конструкции. - М.: Стройиздат, 1984. - 336 с.
6. ГОСТ 2.410-68. Правила выполнения чертежей металлических конструкций. - М.: Издательство стандартов, 1986.
7. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей. - М.: Издательство стандартов, 1986.
8. Строительные нормы и правила. СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции. Нормы проектирования. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. - 96 с.

