



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля»

**О. Н. Щербина
Е. С. Саноцкая
О. А. Кульгина**

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Учебно-методическое пособие



**Минск
БНТУ
2025**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля»

О. Н. Щербина
Е. С. Саноцкая
О. А. Кулыгина

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальностей

7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»,
7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений»,
6-05-0718-01 «Инженерная экономика»,
6-05-0732-02 «Экспертиза и управление недвижимостью»,
6-05-0719-01 «Инженерно-педагогическая деятельность»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь
по образованию в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2025

УДК 624.014:744.4(075.8)

ББК 30.11я7

Щ64

Р е ц е н з е н т ы:
Г. И. Касперов, Д. Г. Пахомчик

Щербина, О. Н.

Щ64

Выполнение чертежей металлических конструкций : учебно-методическое пособие для студентов специальностей 7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений», 7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений», 6-05-0718-01 «Инженерная экономика», 6-05-0732-02 «Экспертиза и управление недвижимостью», 6-05-0719-01 «Инженерно-педагогическая деятельность» / О. Н. Щербина, Е. С. Саноцкая, О. А. Кулыгина. – Минск : БНТУ, 2025. – 34 с.

ISBN 978-985-31-0108-9.

В пособии приведены правила выполнения чертежей металлических конструкций марки КМ на примере стальных ферм из парных уголков. Рассмотрена последовательность выполнения индивидуального задания при вычерчивании узла стропильной фермы.

УДК 624.014:744.4(075.8)

ББК 30.11я7

ISBN 978-985-31-0108-9

© Щербина О. Н., Саноцкая Е. С.,
Кулыгина О. А., 2025

© Белорусский национальный
технический университет, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ. ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРОФИЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	5
2. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМАХ	10
3. СВАРНЫЕ ШВЫ	13
4. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	18
5. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА УЗЛА ФЕРМЫ.....	25
ЛИТЕРАТУРА	33

ВВЕДЕНИЕ

Металлоконструкции – это соединенные в одно целое детали из металла. Они активно используются как в строительстве, так и в различных областях промышленности. С их помощью создают сооружения различных архитектурных решений и другие металлические конструкции.

Металлические фермы и балки, а также другие конструкции из металла пользуются большой популярностью в строительстве благодаря следующим преимуществам:

1) доступность (приобретение металлических изделий не повлечет за собой слишком высоких затрат);

2) практичность (конструкции обладают низким сроком изготовления, а также простым монтажом и быстрым вводом сооружения в эксплуатацию);

3) универсальность (все элементы можно переплавить в другие виды конструкций, а также они имеют возможность демонтажа и повторного использования после выхода из эксплуатации);

4) прочность (металлоконструкции обладают хорошей устойчивостью к агрессивному воздействию и коррозии, поскольку обрабатываются специальными веществами).

К тому же, в отличие от бетонных или кирпичных изделий, металлические конструкции имеют более низкий вес, что особенно важно для высоких зданий. Это снижает нагрузку на фундамент.

Металлоконструкции также часто применяются в различной промышленной сфере. Например, для организации технологических линий, обустройства смотровых площадок, хранилищ и для создания тяжелой промышленной техники.

В данном учебно-методическом пособии правила выполнения чертежей рассмотрены на примере наиболее широко применяемых решетчатых конструкций – стропильных ферм производственных зданий.

1. УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ. ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРОФИЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

При производстве стальных строительных конструкций используют профили прокатной стали, которые изображены на рис. 1.

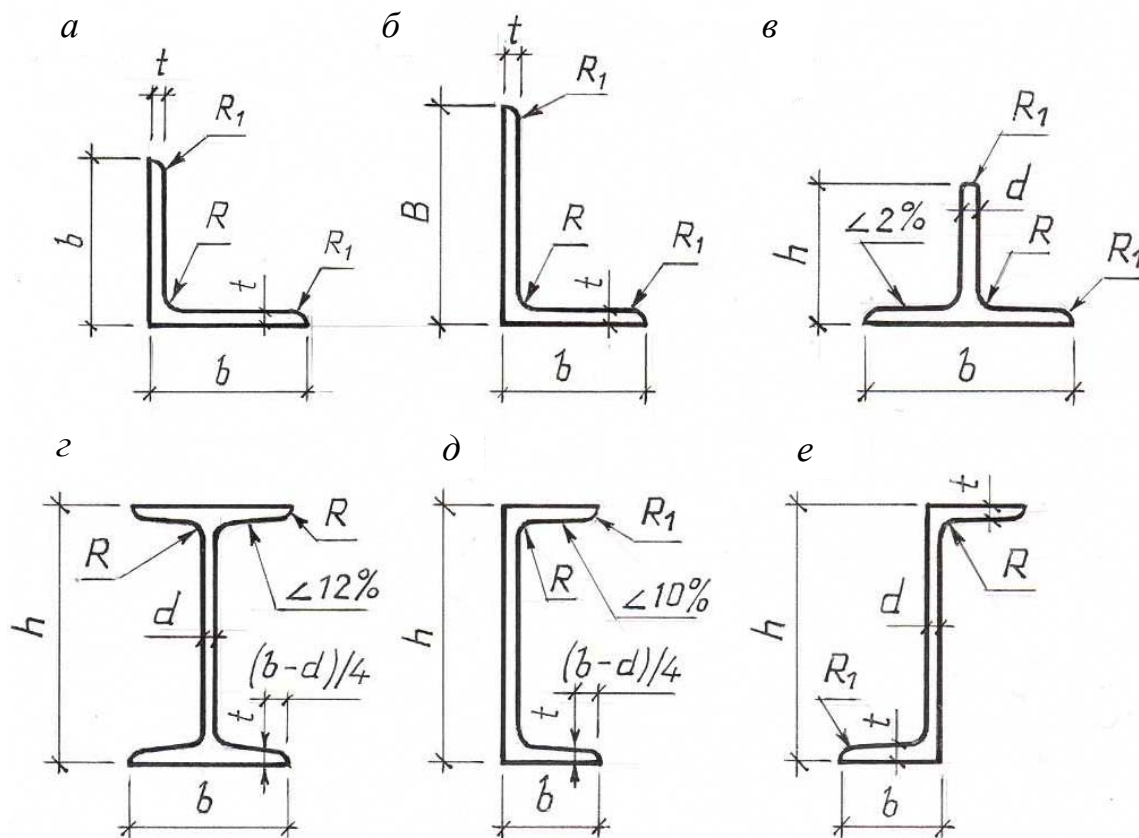


Рис. 1. Профили прокатной стали:
a – уголок равнополочный; *б* – уголок неравнополочный; *в* – тавровый профиль;
г – двутавр; *д* – швеллер; *е* – зетовый профиль

Элементы, определяемые величинами ***b*** и ***h***, называют соответственно полкой и стенкой профиля. На рис. 2 даны названия элементов уголкового профиля, ***Z₀*** – расстояние от обушка до центра тяжести уголка.

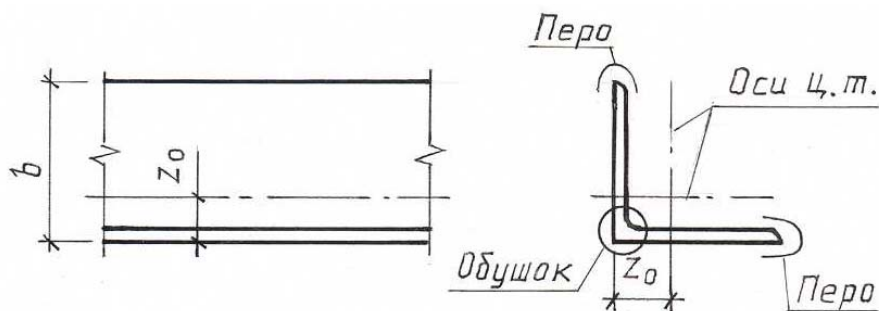


Рис. 2. Элементы уголкового профиля

Условные графические обозначения профилей проката приведены в табл. 1 (ГОСТ 2.410-68 «Правила выполнения чертежей металлических конструкций»).

Таблица 1

Условные графические обозначения профилей проката

Наименование профиля	Обозначение	Размеры	Указание размеров
Уголок равнополочный		$b \times s$	
Уголок неравнополочный		$B \times b \times s$	
Профиль тавровый		Номер или другие данные	—
Профиль двутавровый		Номер или другие данные	—
Швеллер равнополочный		Номер или $h \times b \times s$	
Полоса (профиль полосовой)		$a \times s$	

Для того чтобы обозначить *прокатный профиль*, используют условное графическое обозначение (знак) и соответствующее числовое значение. Причем графическое начертание знака уголка одинаково как для равнополочного, так и для неравнополочного уголков. Например, уголок равнополочный обозначают $\angle 75 \times 6$, где 75 – ширина полки (мм), 6 – толщина полки (мм). Неравнополочный уголок обозначают $\angle 100 \times 63 \times 6$, где 100 – ширина одной полки (мм), 63 – ширина другой полки (мм), 6 – толщина полки (мм). Двутавр и швеллер обозначают $\text{I}20$ и $\text{C}24$, где I и C – условные знаки профиля, 20 и 24 – номера профиля – высота профиля (см). Условное обозначение полосы $\times 200 \times 12$, где 200 – ширина и 12 – толщина полосы (мм).

Если элемент стальной конструкции состоит из нескольких одинаковых профилей (рис. 3), их количество указывают перед обозначением профиля. Например, 2L125×8 (2 равнополочных уголка с шириной полоч 125 и толщиной 8 мм).

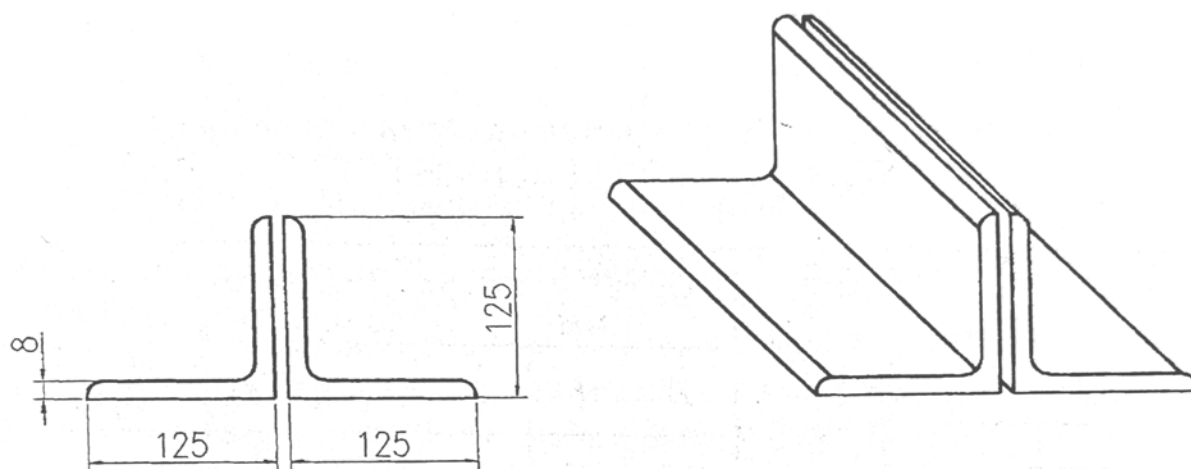


Рис. 3. Элемент стальной конструкции из нескольких одинаковых профилей

В табл. 2–6 приведены характеристики профилей прокатной стали, применяемых при изготовлении стальных конструкций.

Таблица 2

Уголки стальные горячекатаные равнополочные
(выборка из ГОСТ 8509-86)

Профиль прокатной стали	Размеры уголка, мм		Расстояние до центра тяжести z_0	Линейная плотность, кг/м ²
	b	s		
 <p>Обозначение в выносных надписях и в тексте $Lb \times t$. Пример: L75×6</p>	63	5	1,74	4,81
	70	5	1,90	5,38
	75	6	2,06	6,89
	80	6	2,19	7,36
	90	6	2,43	8,33
	90	7	2,47	9,64
	100	8	2,75	12,25
	110	8	3,0	13,5
	125	8	3,36	15,46
	140	10	3,82	21,45
	160	11	4,35	27,02

Таблица 3

Уголки стальные горячекатаные неравнополочные
(выборка из ГОСТ 8510-86)

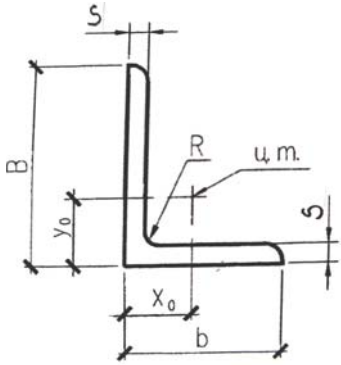
Профиль прокатной стали	Размеры уголка, мм			Расстояние до центра тяжести		Линейная плотность, кг/м ²
	<i>B</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>x</i> ₀	<i>y</i> ₀	
 <p>Обозначение в выносных надписях и в тексте $\angle B \times b \times t$. Пример: $\angle 160 \times 100 \times 12$</p>	75	50	5	1,17	2,39	4,79
	80	50	5	1,13	2,60	4,49
	80	50	6	1,17	2,65	5,92
	90	56	6	1,28	2,95	6,7
	100	63	6	1,42	3,23	8,7
	110	70	8	1,64	3,61	10,9
	125	80	8	1,84	4,05	12,5
	140	90	10	2,12	4,58	17,5
	160	100	12	2,36	5,32	23,6
	180	110	12	2,52	5,97	26,4

Таблица 4

Тавры с стальные горячекатаные
(выборка из ТУ 14-2-24-72)

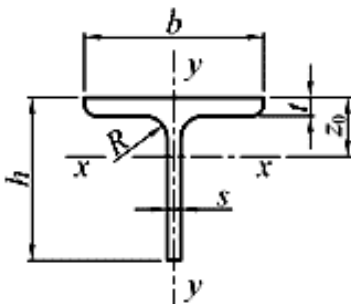
Профиль прокатной стали	Размеры тавра, мм			Расстояние до центра тяжести <i>z</i> ₀	Линейная плотность, кг/м ²
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>s</i>		
 <p>Обозначение в выносных надписях и в тексте Т20</p>	100	100	5,2	2,17	10,9
	150	140	5,8	3,23	17,6
	200	165	6,8	4,44	26,3
	225	180	7,6	5,07	32,5
	250	200	8,4	5,68	39,5
	275	215	9,2	6,62	43,2
	300	230	10	6,8	56,8
	350	260	11,5	8,45	70,0
	400	270	13	10,1	86,3
	450	310	14,3	11,5	105

Таблица 5

Двутавры стальные горячекатаные
(выборка из ГОСТ 8239-89)

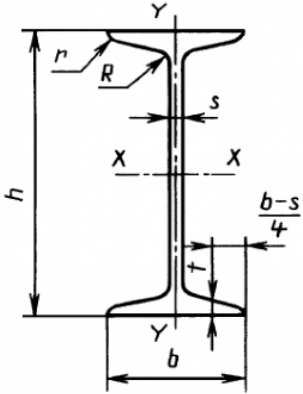
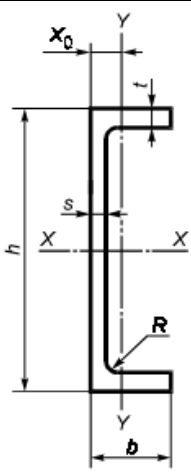
Профиль прокатной стали	Размеры двутавра, мм			Линейная плотность, кг/м ²
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	
 <p>Обозначение в выносных надписях и в тексте =24</p>	100	100	5,2	10,9
	150	140	5,8	17,6
	200	165	6,8	26,3
	225	180	7,6	32,5
	250	200	8,4	39,5
	275	215	9,2	43,2
	300	230	10	56,8
	350	260	11,5	70,0
	400	270	13	86,3
	450	310	14,3	105

Таблица 6

Швеллеры стальные горячекатаные
(выборка из ГОСТ 8240-97)

Профиль прокатной стали	Размеры тавра, мм			Расстояние до центра тяжести x_0	Линейная плотность, кг/м ²
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>s</i>		
 <p>Обозначение в выносных надписях и в тексте □24</p>	100	46	4,5	1,53	8,59
	140	58	4,9	1,82	12,3
	180	70	5,1	2,14	16,3
	200	76	5,2	2,3	18,4
	220	82	5,4	2,47	21,0
	240	90	5,6	2,72	24,0
	300	100	6,5	2,83	31,8
	330	108	7,0	2,9	36,5
	360	100	7,5	2,99	41,9
	400	115	8,0	3,05	48,3

2. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМАХ

Ферма представляет собой решетчатую стержневую конструкцию, концы стержней которой соединены в узлах и составляют геометрически неизменяемую систему. Стальные фермы широко применяют в покрытиях промышленных и гражданских зданий, ангаров и вокзалов. Большепролетные мосты, радиобашни и мачты, опоры линий электропередач – все это стальные фермы. Нагрузка к ферме, как правило, прикладывается в узлах. В этом случае стержни фермы испытывают только усилия растяжения (+) и сжатия (–), т. е. изгибающие моменты отсутствуют.

Правила оформления чертежей металлических конструкций на примере выполнения чертежа узла стропильной фермы

Фермы, применяемые в покрытиях производственных и общественных зданий, называют стропильными. Стропильные фермы обычно опираются на железобетонные или металлические колонны, в бескаркасных зданиях – на кирпичные стены.

Фермы состоят из верхнего и нижнего поясов, между которыми располагаются элементы решетки – раскосы и стойки (рис. 4). Основными геометрическими параметрами ферм являются: пролет (l), расстояние между узлами верхнего пояса – размер панели (l_n), уклон верхнего пояса (i) и высота фермы на опоре ($h_{оп}$).

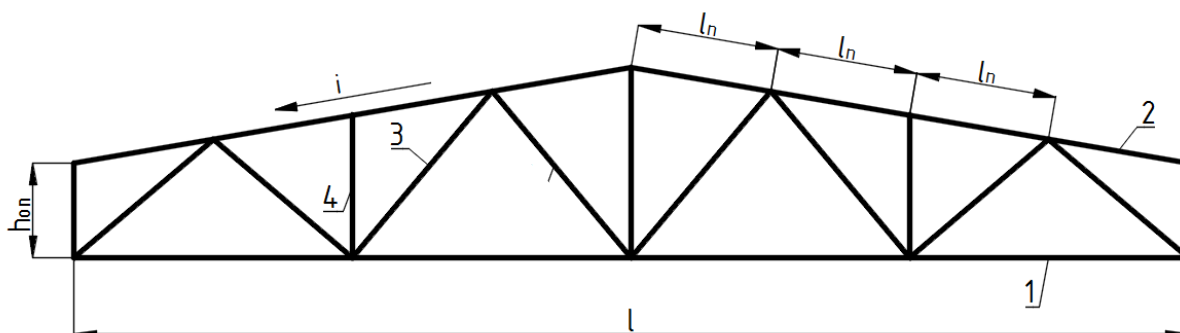


Рис. 4. Ферма:

1 – нижний пояс; 2 – верхний пояс; 3 – раскосы; 4 – стойки

Место соединения элементов решетки фермы друг с другом и с поясом называют узлом. В отличие от остальных узлов фермы, узел в месте «перелома» верхнего пояса называют коньковым узлом, а узел в месте опирания фермы – опорным узлом. Элементы решетки соединяют в узлах, как правило, с помощью стальных листов – узловых фасонки.

Расстояние между центрами тяжести поясов в середине пролета называется высотой фермы, а расстояние между соседними узлами пояса – панелью. Стержни, заключенные между верхним и нижним поясом, называют: вертикальные – стойками, наклонные – раскосами. Они образуют решетку фермы.

Размеры и форма фасонки зависят от действующих в узле усилий, положения элементов решетки по отношению к узлу, длины швов приварки элементов решетки фермы, сходящихся в узле. На рис. 5 приведен опорный узел фермы. С целью упрощения рисунка сварные швы условно не показаны.

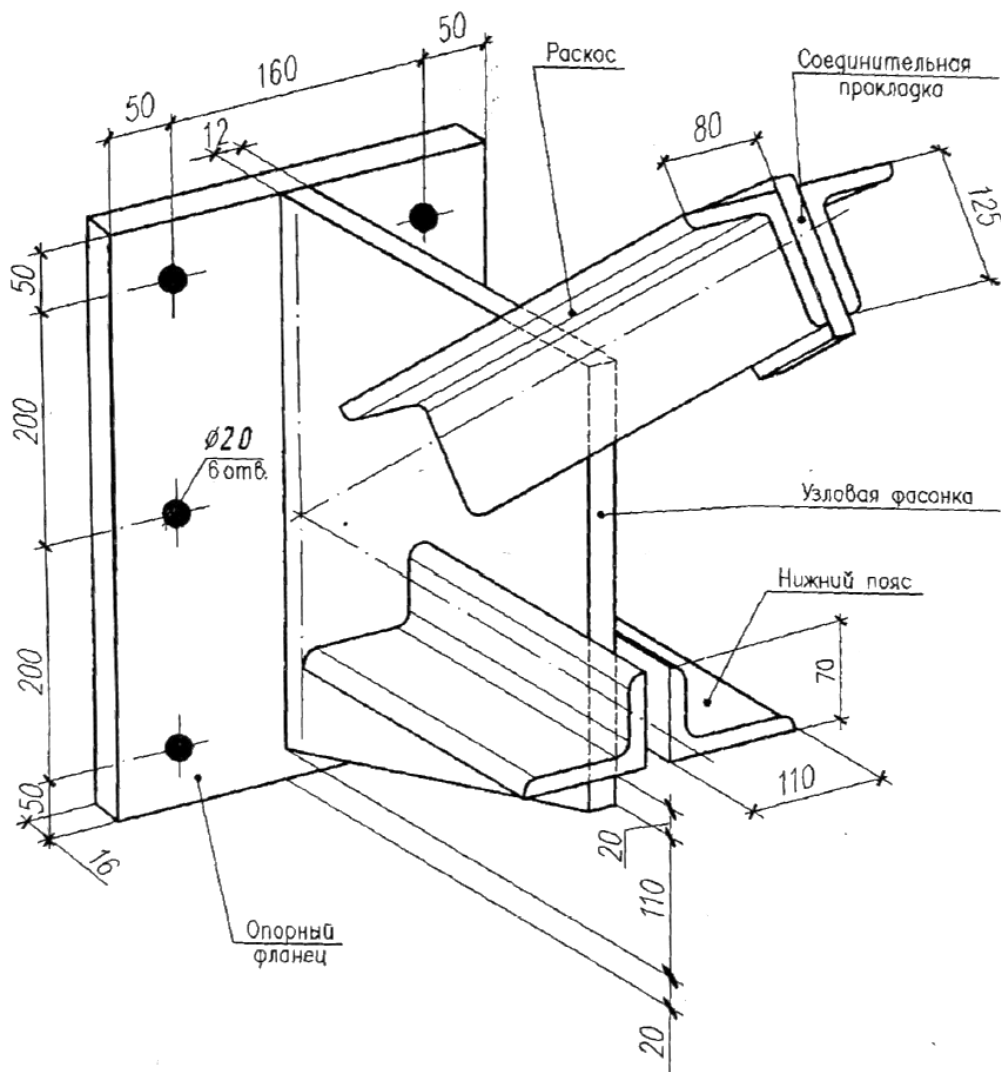


Рис. 5. Опорный узел фермы

В настоящее время стержни ферм наиболее часто изготавливают из парных уголков и прямоугольных гнутосварных профилей (ГСП).

Размеры панелей фермы определяются модульной системой, типом кровельного покрытия и углом наклона раскосов. Из конструктивных соображений, рационального очертания фасонки в узле и удобства приварки раскосов угол наклона раскосов принимают около 45° .

Различают фермы как по виду решетки, так и по очертанию поясов (рис. 6).

В промышленном строительстве в соответствии с модульной системой (величина основного модуля – 6 м) пролеты составляют 12 (для подстропильных ферм), 18, 24, 30, 36 и даже 42 м. Отметим, что в настоящее время величина уклона верхнего пояса должна быть больше 0,03. Как правило,

уклон имеет фиксированную величину $Z0,05$ или $Z0,1$. Фермы треугольные (рис. 6, *а*) применяют в гражданском строительстве при пролетах до 12 м.

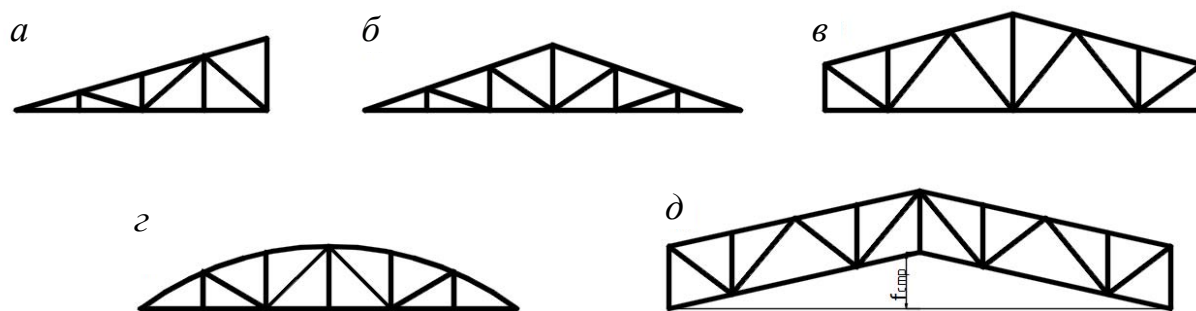


Рис. 6. Очертания ферм:
а, б – треугольное; *в* – трапециевидальное; *г* – полигональное;
д – с параллельными поясами

Фермы перекрывают значительные пролеты и их относят к классу крупноразмерных конструкций. Поэтому при больших габаритах с целью удобства транспортировки фермы изготавливают на специализированных заводах металлоконструкций отдельными частями – отправочными марками. Отправочные марки доставляют на стройку, где производят укрупнительную сборку и последующий монтаж ферм в проектное положение.

При больших пролетах пояса ферм имеют большую протяженность, чем стандартная длина прокатной стали. Поэтому они представляют собой составные по длине элементы. Соединение отдельных частей поясов предусматривают посредством заводских стыков. Таким образом, различают стыки заводские, выполненные в стационарных условиях завода, и монтажные, выполняемые на стройплощадке.

Отдельные детали и монтажные единицы соединяют между собой при помощи сварки, болтов, заклепок. В современных металлических конструкциях, используемых в строительстве, сварка является основным видом соединения в заводских условиях. В индивидуальных заданиях использован наиболее простой вид соединения при укрупнительной сборке и монтаже; болтовые соединения и последующая монтажная сварка.


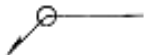

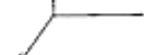



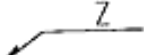


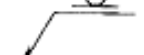


3. СВАРНЫЕ ШВЫ

При соединении элементов применяют главным образом *электродугую сварку*: автоматическую, полуавтоматическую и ручную (ГОСТ 5264-80).

Для условного изображения и обозначения швов сварных соединений используют ГОСТ 2.312-72 (табл. 7). Он удобен для применения в чертежах машиностроительных конструкций, а также в чертежах мерки КМД (конструкции металлические деталеровочные), выполняемых в конструкторских бюро завода-изготовителя строительных металлоконструкций, и в чертежах марки КЖ (конструкции железобетонные).

Таблица 7

Условные обозначения швов по ГОСТ 2.312-72

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски	Примечания
	Шов по замкнутой линии		Диаметр знака – 3–5 мм
	Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		Высота знака равна высоте цифр обозначения
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$		Угол наклона линии $\approx 60^\circ$
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		Угол наклона линии $\approx 60^\circ$
	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		Высота знака равна высоте цифр обозначения
	Усиление шва снять		Диаметр знака – 3–5 мм
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		Диаметр знака – 3–5 мм

Видимые швы изображают сплошной основной линией, а невидимые – штриховой линией вне зависимости от вида шва и способа сварки.

В зависимости от взаимного расположения свариваемых элементов сварные соединения выполняют встык, внахлестку, в виде Тавров, под Углом. Поэтому условно они обозначаются С, Н, Т, У (рис. 7).

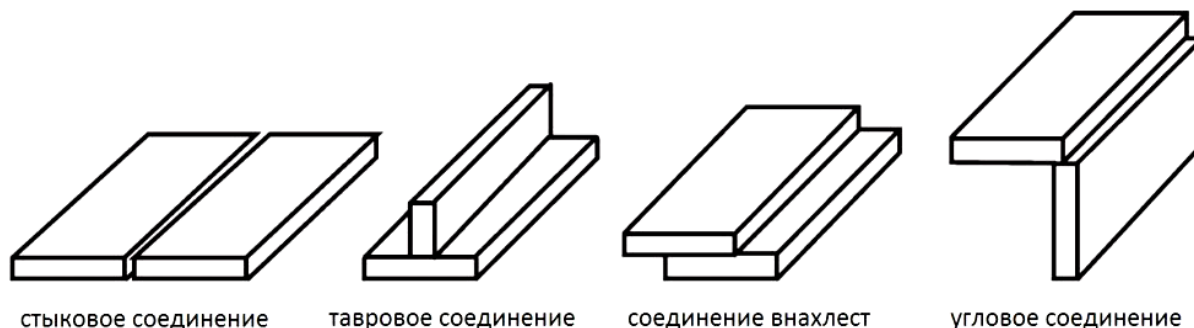


Рис. 7. Сварные соединения в зависимости от взаимного расположения свариваемых элементов

Стыковые – это соединения двух элементов, примыкающих один к другому торцовыми поверхностями. В нахлесточном соединении свариваемые элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга. В тавровом соединении торец одного элемента примыкает под углом к боковой поверхности другого (как правило, под прямым). Угловое соединение – это соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев (рис. 8).

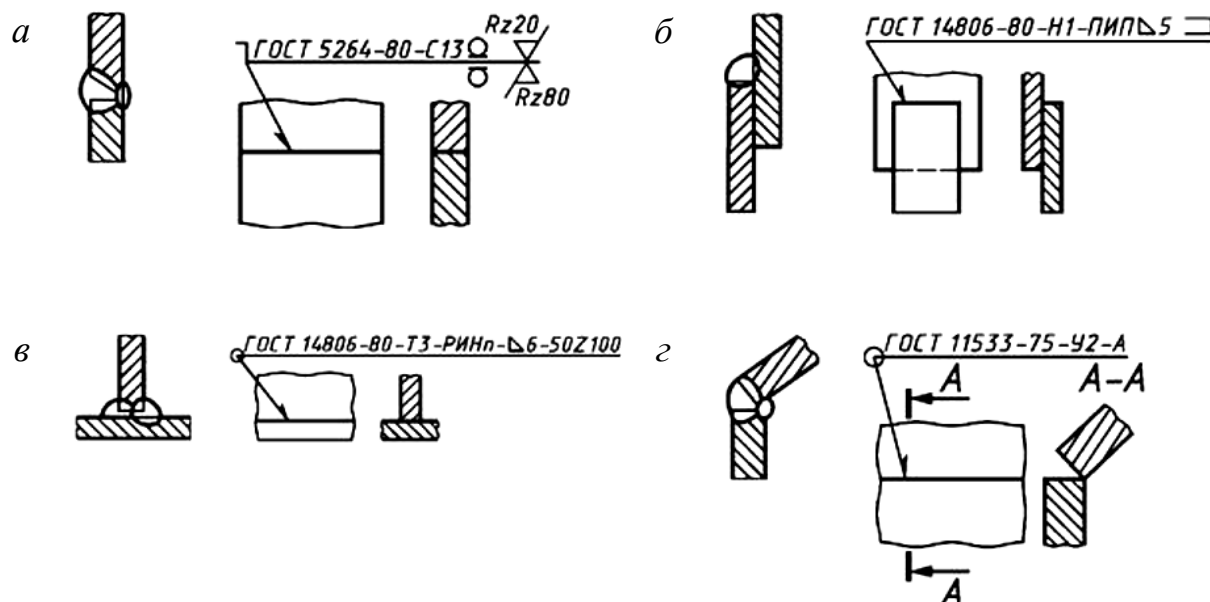


Рис. 8. Примеры условных обозначений стандартных швов сварных соединений

От изображения сварного шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва. На полке линии-выноски, если сварной шов расположен с лицевой стороны или под ней, если шов находится с оборотной стороны, наносят условное обозначение шва. За лицевую сторону одностороннего шва принимают сторону, с которой производят сварку.

Если на чертеже показаны одинаковые швы, то полное обозначение наносят на одном из них. При этом на полном обозначении над линией-выноской указывают число одинаковых швов и их номер. В обозначении остальных швов указывают только номер шва (рис. 9).

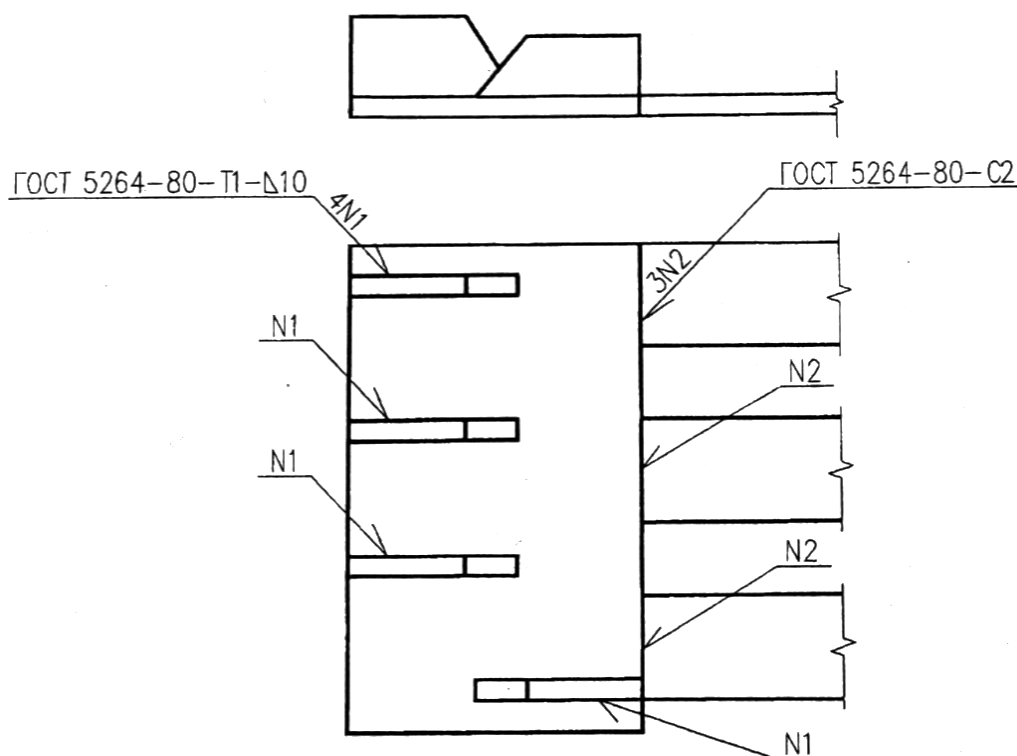


Рис. 9. Чертеж, содержащий одинаковые швы

Условные обозначения швов по ГОСТ 2.312-72 (ЕСКД – Единая система конструкторской документации) используют в основном при выполнении чертежей машиностроительных изделий. А вот при выполнении и чтении строительных чертежей (СПДС – Система проектной документации для строительства), насыщенных линиями и надписями, удобнее использовать СН 460-74*. И хотя указанный нормативный документ отменен, но до сих пор в части обозначений швов существует разрешение на его применение (решение Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации 1994 г.). Во вновь вводимом Государственном стандарте Республики Беларусь «Правила выполнения чертежей марки КМ» условное обозначение швов в виде «ресничек» сохранено. Их удобство обусловлено следующими критериями:

- условные обозначения наглядно показывают вид соединений (стыковое, нахлесточное, тавровое или угловое) деталей и конфигурацию шва;
- возможность отразить на чертеже место выполнения каждого шва и его характер (заводской шов или монтажный).

Поэтому на чертежах строительных стальных конструкций применяют условные изображения швов сварных соединений, приведенные в табл. 8.

Таблица 8

Условные обозначения швов по СТБ 21.504–2025

Наименование	Изображение шва		Размер изображения, мм
	заводского	монтажного	
Шов сварного стыкового соединения сплошной: а) с видимой стороны б) с невидимой стороны	а)  б) 	а)  б) 	
Шов сварного стыкового соединения с полным проваром соединяемых элементов			
Шов сварного стыкового соединения с полным проваром соединяемых элементов и физическим контролем качества шва			
Шов сварного соединения углового, таврового или нахлесточного – сплошной а) с видимой стороны б) с невидимой стороны	а)  б) 	а)  б) 	
То же, прерывистый: а) с видимой стороны б) с невидимой стороны	а)  б) 	а)  б) 	

Примечание: Kf – катет углового шва; l – длина привариваемого участка; a – расстояние в свету между участками. Размеры указаны в миллиметрах.

При изображении швов численные значения их катетов можно указывать без выносных линий, помещая их непосредственно над или под изображением соответствующего сварного шва вне зависимости от того, является ли сварной шов видимым или невидимым.

Кроме того, размеры катетов швов могут быть оговорены в текстовых документах. Стандарты на выполнение швов, тип электродов, характер подготовки кромки и обработка поверхности швов часто бывают одинаковыми в пределах конструкции. Поэтому они оговариваются в общих указаниях без нанесения обозначений непосредственно на чертеже.

Таким образом, последнее из рассмотренных выше изображений сварных швов в виде «ресничек» нашло более широкое применение в проектной и производственной практике, а также при разработке учебных проектов. Специально подчеркнем: одновременное применение обоих изображений сварных швов недопустимо!

4. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Проектирование стальных конструкций производится в два этапа: сначала выполняются чертежи марки КМ (конструкции металлические), затем заводом-изготовителем чертежи марки КМД (конструкции металлические детализировочные), по которым свариваются отправочные элементы, монтируемые на строительной площадке. Проектирование и расчет несущих металлических конструкций из стали производится по соответствующим нормам проектирования: СП 16.

Чертежи КМ выполняются отдельно на строительные металлоконструкции, технологические металлоконструкции и технологическое оборудование. Чертежи КМ должны содержать исчерпывающие данные для разработки рабочих детализировочных чертежей КМД, для разработки проектов производства работ и составления смет.

Все цепочки размеров, которые проставляются на чертежах КМ, для их контроля делаются замкнутыми.

При выполнении чертежей КМ стремятся максимально использовать типовые решения отдельных конструкций, узлов и деталей, а также применять действующие ГОСТы, нормали и стандарты. Для уменьшения объема рабочих чертежей совмещают мало отличающиеся изображения (планы, разрезы, узлы, отдельные элементы) с указанием частей, относящихся не ко всем объединяемым изображениям и размерам.

В состав проекта рабочих чертежей КМ входит следующее:

- 1) заглавный лист;
- 2) перечень чертежей;
- 3) пояснительная записка;
- 4) техническая спецификация металла;
- 5) общий вид здания или сооружения;
- 6) схемы расположения элементов конструкций;
- 7) поперечные, продольные разрезы и виды;
- 8) элементы конструкций;
- 9) узлы конструкций;
- 10) расчеты конструкций;
- 11) паспорт проекта.

В некоторых несложных проектах заглавные листы, общие виды и пояснительные записки не разрабатываются. Расчеты конструкций в состав проекта не входят, они хранятся в техническом архиве проектной организации, разрабатывающей проект.

Паспорт проекта, а иногда и необходимые расчеты, по просьбе заказчика входят в состав проекта. В небольших по объему проектах заглавный лист, перечень чертежей, пояснительная записка, техническая спецификация металла, а иногда и общий вид выполняют на одном чертеже.

Все элементы, изображенные в чертежах КМ, маркируют, т. е. каждому элементу присваивают определенное наименование. Обычно марки основных элементов состоят из заглавной начальной буквы названия вида элемента и следующего за ней порядкового номера, отличающегося для элементов с различными сечениями.

По чертежам КМД производят изготовление и монтаж конструкций. Это определяет их состав и назначение.

При разработке чертежей КМД инженеры решают ряд важнейших вопросов, которые могут быть объединены в три группы:

- 1) обеспечение технологичности конструкций;
- 2) обеспечение надежности и долговечности конструкций;
- 3) обеспечение документацией для изготовления и монтажа конструкций.

В процессе работы над технологичностью конструкций приходится решать технические и экономические вопросы. Потому что заводы металлоконструкций имеют отличия в организации производства, разные размеры цехов, крановое и технологическое оборудование. В равной степени это относится и к монтажным организациям. Т. е. технологичность рассматривается с позиций конкретного завода и конкретной монтажной организации.

Все основные вопросы прочности и устойчивости конструкций решают на этапе проектирования и разработки чертежей КМ. При разработке чертежей КМД инженеры решают вопросы прочности болтовых и заклепочных соединений, сварных швов, расположения стыков элементов, а также несложных узлов, не требующих проработки на этапе проектирования.

Повышение долговечности конструкций на этапе разработки чертежей КМД достигают за счет исключения неплотностей и зазоров, в которых может скапливаться влага и способствовать развитию коррозии.

Состав и стиль оформления чертежей КМД зависит от организации производства. Однако, в общем случае в комплект включают следующие документы:

- 1) чертежи деталей и отправочных элементов;
- 2) монтажные схемы с узлами;
- 3) ведомости отправочных элементов, материалов, метизов и т. п.

Часто при выполнении рабочих чертежей марки КМ достаточно схематичного, упрощенного изображения фермы с нанесением расчетных сечений стержней (рис. 10). Если при схематичном или упрощенном изображении конструкции требуется более детально показать какую-либо часть или узел, то они могут быть изображены рядом с упрощенным чертежом в более крупном масштабе с необходимой степенью детализации.

Детальное изображение применяют как для решетчатых (например, ферм) конструкций, так и для сплошностенчатых (например, подкрановых балок). Упрощенное – только для решетчатых конструкций.

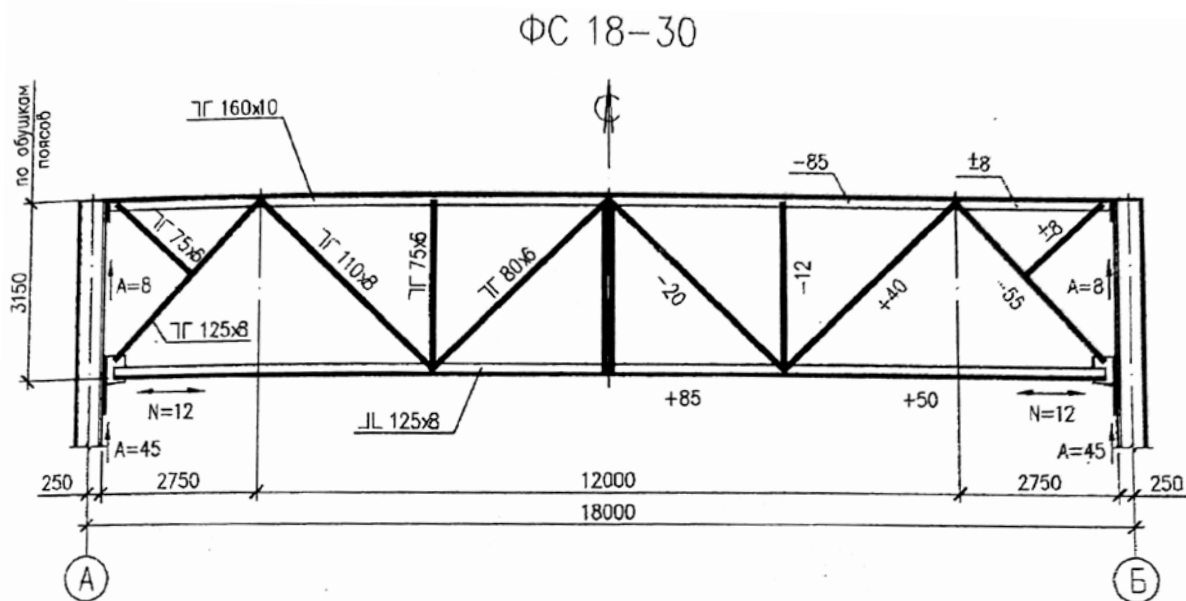


Рис. 10. Схематичное изображение фермы

Особенностью чертежей металлоконструкций являются двухмасштабные изображения длинных конструкций. На чертежах поперечные размеры поясов выполняют в более крупном масштабе, чем продольные (рис. 10).

На стадии КМД ферму и узлы изображают детально, т. е. детальность изображения фермы на чертеже зависит от стадии проектирования. В предлагаемых индивидуальных заданиях студенты знакомятся как со схематичными изображениями, характерными для стадии КМ, так и с вычерчиваемыми детально узлами ферм.

Виды на чертежах металлоконструкций можно размещать в проекционной связи по ГОСТ 2.305-68. Однако в проектной практике применяется не обычное расположение видов, а, как более удобное, по американской системе, где вид сверху располагают над главным, вид снизу – под главным видом, вид справа – справа от главного вида, а вид слева – слева от главного вида. Так как проекционная связь в изображениях отличается от стандартной, то направление взгляда указывают стрелкой на главном виде и отмечают прописной буквой. Соответствующие другие изображения должны быть озаглавлены на чертеже надписью по типу «А» (рис. 11).

При детальном изображении конструкции на чертеже на видах и разрезах показывают все ее видимые элементы, расположенные на ближайшей по направлению взгляда грани. Видимые части конструкции, расположенные в глубине за передней гранью, на чертеже не показывают (рис. 11). Линию невидимого контура при изображении элементов используют, если невидимая деталь расположена непосредственно (т. е. встык) за видимой. Если же между видимой и невидимой деталями есть воздушная прослойка, то невидимую деталь с помощью линии невидимого контура не изображают.

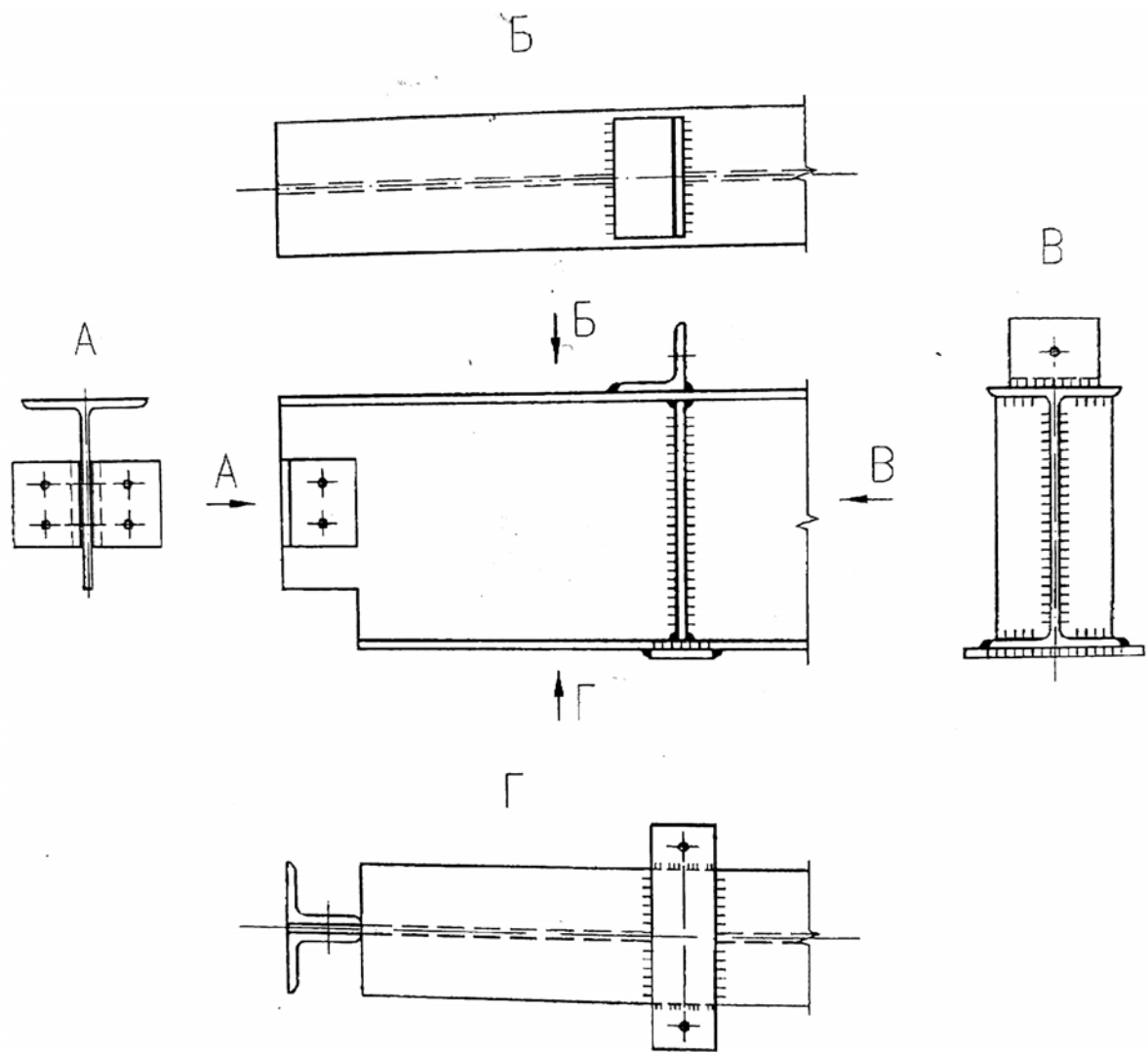


Рис. 11. Расположение видов

Размеры на чертежах металлоконструкций указывают без предельных отклонений (ГОСТ 2.307 «Нанесение размеров и предельных отклонений»). Последние приводят в технических требованиях. Скосы на деталях указывают линейными размерами (рис. 12).

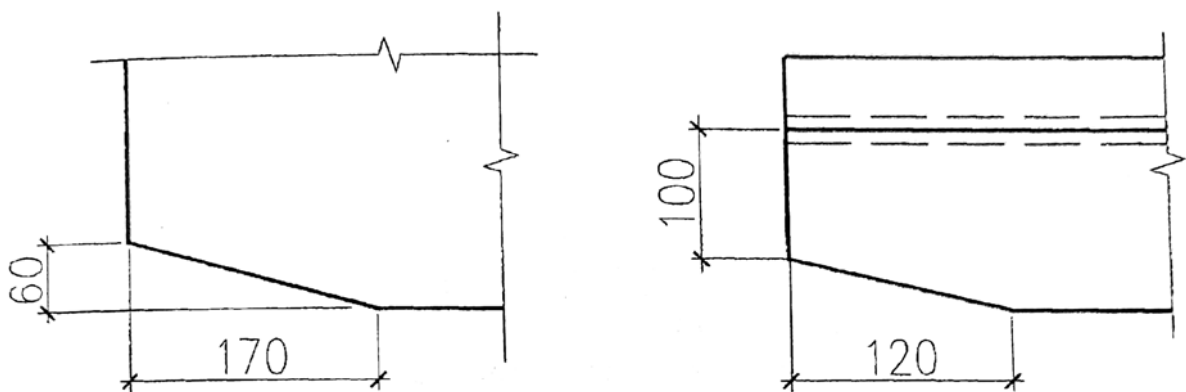


Рис. 12. Обозначение скосов деталей

При компоновке листа необходимо предусмотреть поле чертежа, предназначенное для геометрической схемы. На ней сплошными основными линиями вычерчивают оси элементов решетки – линии, на которых находятся центры тяжести поперечных сечений. Для симметричной конструкции чертят геометрическую схему половины конструкции. Знак симметрии выполняют по типу, указанному на рис. 13, *а*.

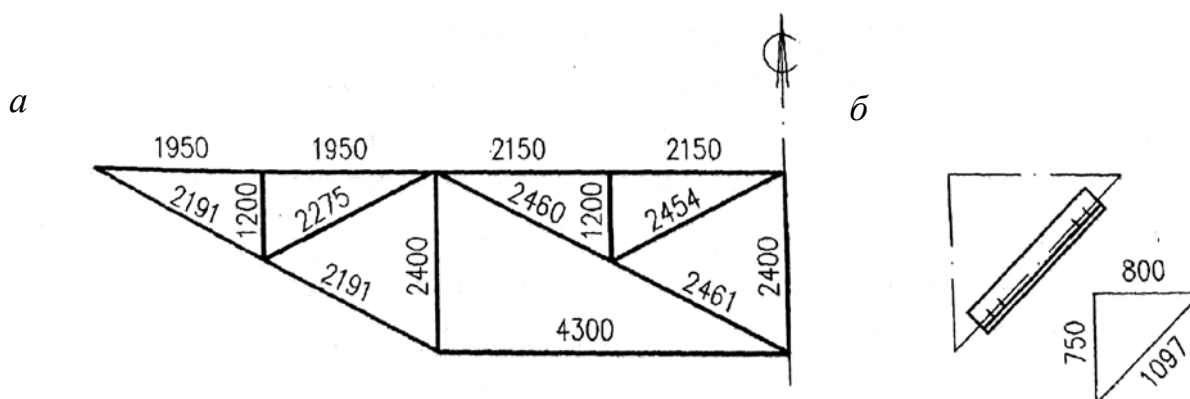


Рис. 13. Вычерчивание геометрической схемы:
а – выполнение знака симметрии; *б* – задание направления треугольником

Линии геометрической схемы пересекаются в узлах фермы – в узловых точках. **Размеры** расстояний между узловыми точками (номинальный размер элемента решетки) наносят над линиями геометрической схемы с точностью 1 мм без выносных и размерных линий (рис. 13, *а*). При вычерчивании главного вида узла, указанного в задании, направление осей элементов узла принимаем параллельным соответствующим линиям геометрической схемы фермы.

При изображении элементов наклонных связей допустимо геометрическую схему не изображать. В этом случае направление наклонных линий задают треугольником, расположенным вблизи этих элементов (рис. 13, *б*).

При необходимости в геометрической схеме фермы кроме размеров наносят расчетные усилия с соответствующими знаками («плюс» – растяжение, «минус» – сжатие). Усилия указывают под линиями схемы. Принимаемую единицу измерения усилий (кН) указывают в технических требованиях.

Если одновременное нанесение размеров и усилий в схеме симметричных конструкций затрудняет чтение схемы, то ее вычерчивают полностью. При этом размеры наносят на левой половине схемы, а усилия – на правой. В предлагаемых для разработки индивидуальных заданиях будем выполнять геометрическую схему фермы полностью.

На геометрической схеме рекомендуется наносить значения уклона (как правило, $\angle 0,05$ или $\angle 0,1$). Значок уклона и его численное значение наносят параллельно верхнему поясу и выше линии верхнего пояса.

Условное обозначение и размеры профиля материала в чертежах марки КМ (в отличие от рабочих чертежей марки КМД) допустимо указывать на изображении. Данные о профилях наносят параллельно изображениям де-

талей или на полках линий-выносок. В обозначение должны входить следующие данные (слева направо):

- количество профилей в сечении (при количестве 2 и более);
- условное обозначение профиля;
- его основные размеры или цифровое обозначение сечения;
- длина детали (конструктивный размер), отделяемая дефисом (рис. 14).

Размеры на чертежах наносят для привязки – выяснения взаимного расположения элементов, их осей и расположения отверстий в элементах. Номинальный размер элемента решетки определяем по геометрической схеме с точностью 1 мм. Конструктивным размер принимается кратным 10 мм. Его определяем как разность между номинальным размером и двумя продольными привязками. Поэтому размеры этих привязок указывают с точностью 1 мм.

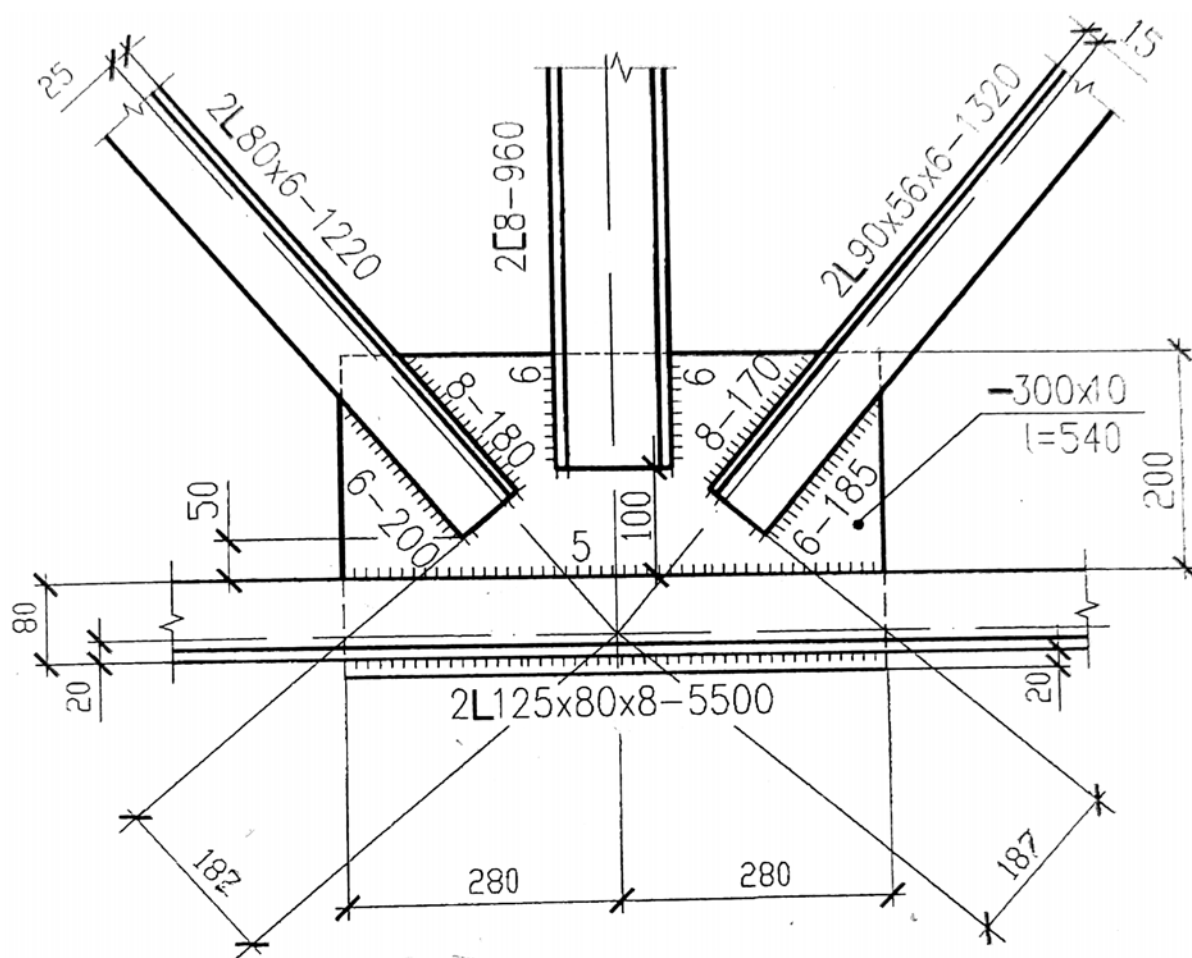


Рис. 14. Нанесение конструктивных размеров

Расстояние от продольной оси до обушка (z_0 – для равнополочного, x_0 или y_0 – для неравнополочного) соответствующего элемента для ферм из парных уголков принимают по табл. 2 или табл. 3. Причем значение поперечной привязки, взятое из таблиц, округляют в большую сторону до числа, кратного 5 мм.

В заключение обзора нормативных документов укажем, что в соответствии с ГОСТ 2.306-68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах» в чертежах машиностроительного профиля металлические детали в сечении заштриховывают. В чертежах КМ и КМД изображения стальных прокатных профилей в сечениях выполняют без штриховки. Кроме того, сечения профилей выполняют упрощенно – без округления внутренних углов (рис. 15). В мелкомасштабных чертежах допустимо сечения показывать *одной сплошной толстой линией*.

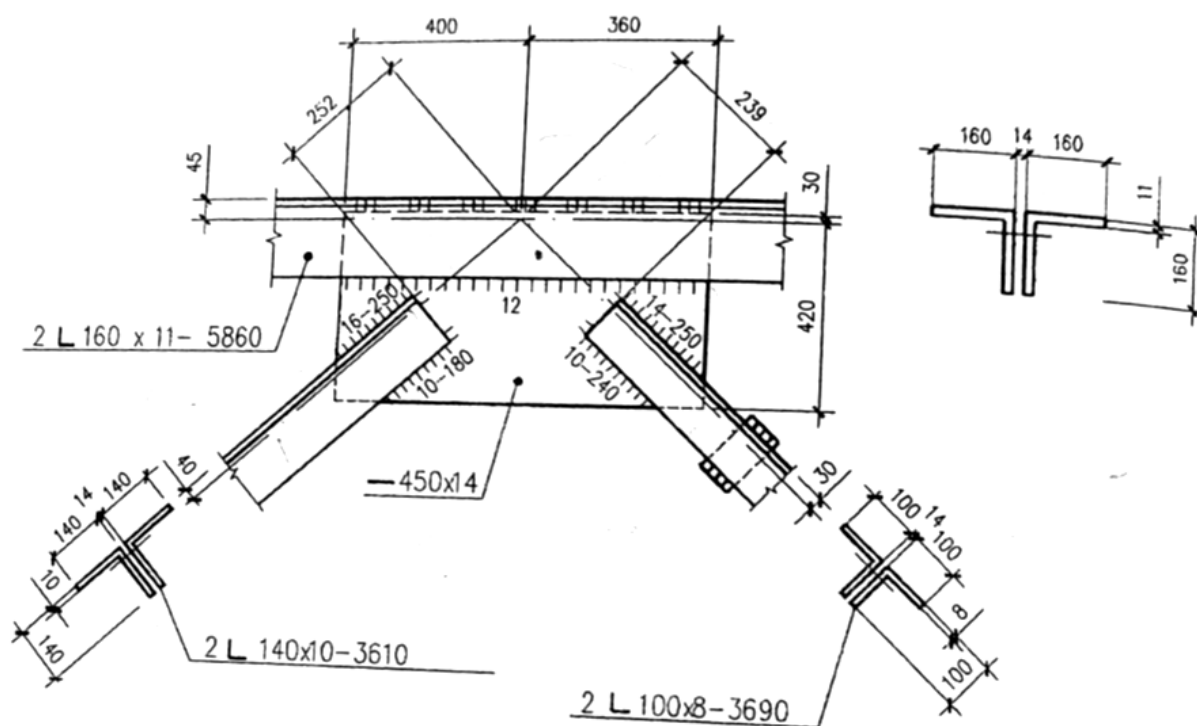


Рис. 15. Выносные сечения

5. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА УЗЛА ФЕРМЫ

В предлагаемых для разработки индивидуальных заданиях рассмотрены стропильные фермы из парных уголков как наиболее часто встречающиеся конструкции. Вместе с тем с точки зрения развития пространственного воображения методически оправданно использование указанных ферм, как наиболее понятных при переходе от раздела «Проекционное черчение» к разделу «Чертежи КМ».

Задачей графического оформления узла металлической фермы является проекционное изображение соединения конструктивных элементов фермы по их геометрическим размерам:

а) с нанесением геометрических привязок, необходимых для сборки данного узла;

б) с оформлением условных обозначений сварных швов их численных значений;

в) с выполнением чертежа фасонки в масштабе 1:10 или 1:20 (в зависимости от ее размеров и компоновки листа).

Спецификацию и предусмотренную для этого в чертежах КМД нумерацию деталей не выполняем.

Работу над чертежом начинаем с компоновки. Под компоновкой понимают такое расположение изображений на рабочем поле чертежа, которое обеспечивает целесообразное использование его поля и ясную читаемость чертежа.

Необходимо предусмотреть соответствующее поле чертежа для геометрической схемы, главного вида узла и дополнительных изображений (с учетом американской системы проецирования), а также чертежа фасонки.

Сначала вычерчиваем геометрическую схему фермы. Предварительно выполняем шрифтом $h = 7$ мм заголовок по типу «Ферма ФС 18-30 (1:100)». Согласно ГОСТ 2.410-68 на изображении левой полуфермы указываем «Геометрические размеры (мм)», а на правой – «Расчетные усилия (кН)» шрифтом $h = 5$ мм (рис. 16, а).

Геометрическая схема фермы – это изображение фермы, в котором стержни решетки и поясов вычерчены одной сплошной основной линией, совпадающей с осью стержня. Геометрическая схема определяет очертание и основные размеры фермы – пролет, строительную высоту. Расстояния между узловыми точками – номинальные размеры элемента решетки – наносят над линиями схемы с точностью 1 мм без выносных и размерных линий (см. рис. 13, а).

В учебных целях покажем также под соответствующими элементами расчетные усилия N буквенными обозначениями по типу « N_{b1} » (в 1-й панели верхнего пояса), « $N_{н2}$ » (во 2-й панели нижнего пояса), « $N_{с2}$ » (во 2-й от опоры стойке), « N_{p3} » (в 3-м от опоры раскосе). Усилие в шпренгеле не

указываем, т. к. шпренгель в данной ферме служит лишь для транспортировки и расчету не подлежит (рис. 16, а).

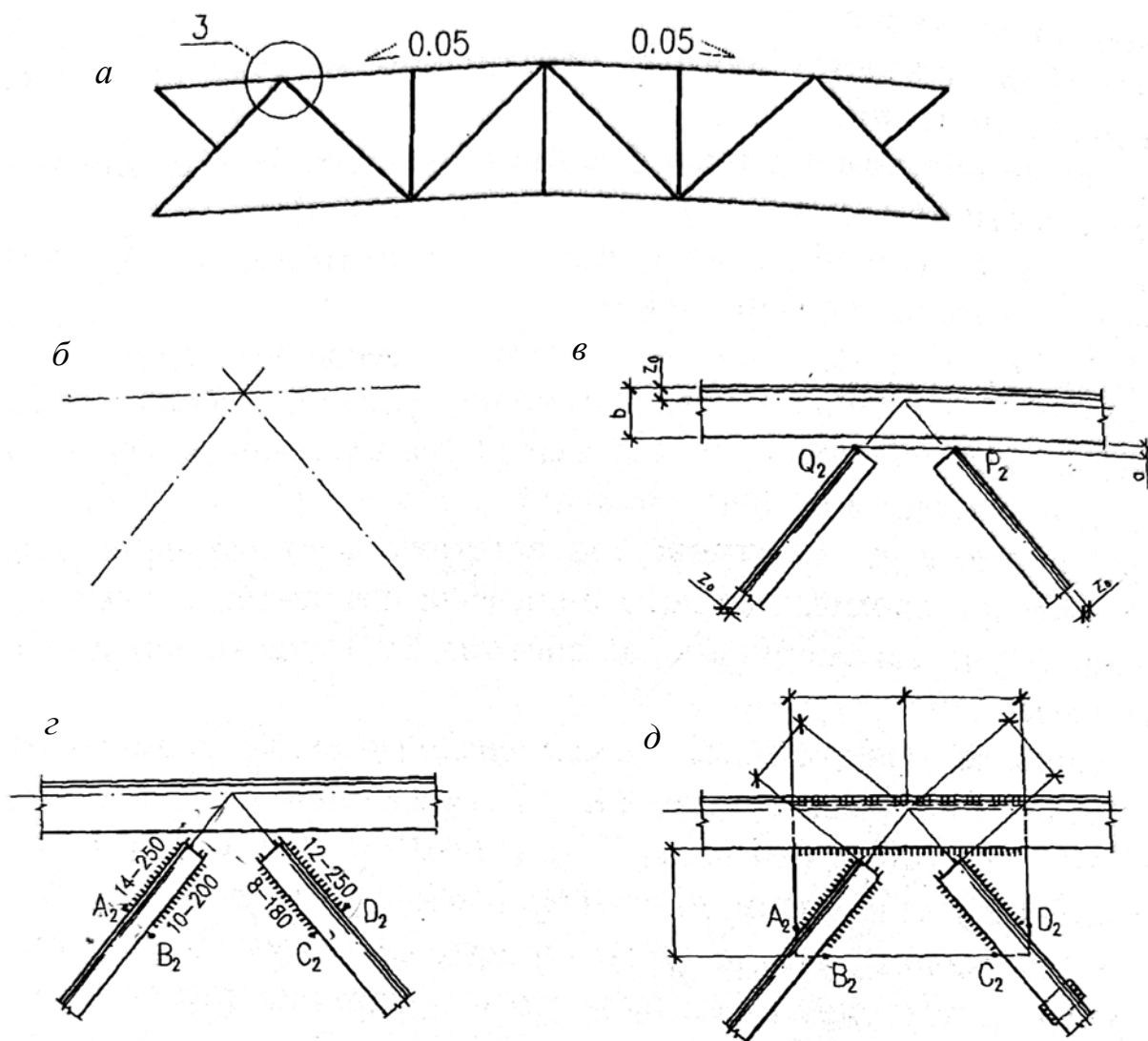


Рис. 16. Последовательность вычерчивания узла металлической фермы:
 а – шпренгель в ферме; б, в, г, д – последовательность вычерчивания
 выносного узла фермы

Узел, чертеж которого подлежит разработке, на геометрической схеме отмечаем окружностью диаметром 15–20 мм. На полке линии-выноски арабской цифрой шрифтом $h = 5$ мм обозначаем порядковый номер узла.

Далее приступаем к детальному вычерчиванию выносного элемента узла. В заголовке выносного элемента указываем его порядковый номер шрифтом $h = 7$ мм. При этом оптимальный размер шрифта для нанесения размеров – $h = 3,5$ мм. Масштаб изображения – 1:5. Его указываем в основной надписи, т. к. выносной элемент узла – главное изображение на листе.

Главный вид выносного элемента узла фермы будем вычерчивать в рекомендуемой последовательности (см. рис. 16, б–д).

Элементы решетки фермы в узлах центрируются. В противном случае произойдет расцентровка узла и в элементах решетки, помимо сжимающих

и растягивающих осевых усилий, появятся нежелательные дополнительные изгибающие моменты.

Вычерчивание главного вида узла начинаем с нанесения осей элементов, которые должны пересекаться в узловой точке (рис. 16, б). При этом осевые линии верхнего и нижнего пояса, стойки и раскосов вычерчиваем параллельно соответствующим линиям геометрической схемы. Осевые линии наносим штрихпунктирными тонкими линиями, длина штрихов которых составляет 5–30 мм, промежутки между штрихами – 3–5 мм. Заметим, что оси элементов в сварных конструкциях должны проходить через центры тяжести соответствующих элементов решетки с округлением расстояния от центра тяжести до обушка (z_0 , или x_0 или y_0 – табл. 2 и табл. 3) в большую сторону до числа, кратного 5 мм.

Продолжим вычерчивание. Предварительно напомним, что главный вид – изображение на фронтальной плоскости Π_2 . Изображаемая ферма находится параллельно этой плоскости. Вертикальные полки уголков, приваренные к фасонке, лежат в плоскости фермы (т. е. параллельны Π_2). В то же время необходимо изобразить и горизонтальные полки уголков, лежащие из плоскости фермы (т. е. перпендикулярны Π_2).

Поэтому в соответствии с масштабом 1:5 и размерами уголков, указанными в задании, на изображении главного вида вдоль осевых линий проводим тонкие линии продольных контуров элементов решетки.

Сначала изображаем контуры пояса (см. рис. 16, в), а затем стержней решетки. Для этого от осевых линий откладываем в соответствующие стороны привязки z_0 , или x_0 или y_0 , равные расстоянию от ц. т. уголка до обушка, т. е. до наружной грани полки уголка, лежащей из плоскости фермы, и проводим соответствующую линию внешнего контура изображения.

Вторую продольную линию проводим между наружной гранью (внешним контуром) и осью на расстоянии толщины полки уголка t . Третью продольную линию внешнего контура изображаемого уголка – линию пера – вычерчиваем в соответствии с шириной полки (т. е. на расстоянии ширины полки b от первой линии) (рис. 16, в).

При конструировании узла раскосы и стойки фермы не доводим до контура верхнего или нижнего пояса на расстояние $a = 6t_{\phi} - 20$ где t_{ϕ} – толщина фасонки, мм. Кроме того, величина a находится в пределах от 50 до 80 мм. Это вызвано необходимостью, во-первых, размещения швов, соединяющих пояс фермы с фасонкой, а во-вторых, уменьшения сварочных напряжений в металле фасонки, возникающих при близко расположенных швах (в рассматриваемом случае – между верхним поясом и раскосами). Поэтому на расстоянии a (см. рис. 16, в) проводим сплошную тонкую линию (вспомогательную), параллельную поясу фермы, и определяем положение крайних точек торцов раскосов (точки Q_2 и P_2). А далее из точек Q_2 и P_2 перпендикулярно к осям раскосов проводим линии, ограничивающие длину этих элементов (линии торцов). Второй торец стержня изображаем линией обрыва на произвольном расстоянии. В чертежах металлоконст-

рукций для этого применяют сплошную тонкую линию с изломом (если необходима длинная линия) или волнистую линию обрыва.

Далее указываем продольные привязки от узловой точки до торцов раскосов с точностью 1 мм (см. рис. 16, *д*). При этом конструктивный размер раскоса (как и любого другого элемента фермы) принимаем кратным 10 мм за счет увеличения или уменьшения величины продольной привязки. Конструктивный размер определяем как разность между номинальным размером и двумя продольными привязками.

В соответствии с данными задания, от торцов раскосов откладываем длину швов приварки к фасонке как по обушку, так и по перу. Швы изображаем по Государственному стандарту Республики Беларусь, «ресничками», толщина линии штрихов которых от $5/2$ до $5/3$, длина – 1–2 мм, расстояние между ними 1,5–2,5 мм. Численное значение швов сварных соединений помещаем непосредственно над или под изображением шва независимо от того, видимым или невидимым является сварной шов. Первая цифра в обозначении определяет высоту – катет шва. Вторая, проставленная через дефис, – расчетную длину шва. В случаях, когда конструктивная длина шва больше расчетной (так, например, шов примыкания верхнего или нижнего пояса к фасонке должен быть выполнен по всей длине фасонки), указываем только катет шва.

Контуры фасонки вычерчиваем по размерам, которые определены исходя из необходимой расчетной длины сварных швов раскосов. Для этого от торца каждого раскоса определяем точки A_2 , B_2 , C_2 , G_2 (см. рис. 16, *з*). Именно через них должны пройти стороны фасонки, и она по возможности должна иметь наиболее простую геометрическую форму (прямоугольник или трапеция). При этом длину некоторых швов можно допустить несколько большей расчетной.

Укажем, что наряду с выполнением продольных швов расчетной длины (например, на рис. 16, *з* от т. A_2 – 250 мм и от т. B_2 – 200 мм), выполняют швы в поперечном направлении по 20 мм. Такой технологический прием учитывает, во-первых, возможный непровар на концах швов расчетной длины и, во-вторых, обеспечивает равномерное распределение сварочных напряжений.

Подчеркнем также, что катет шва у обушка больше, чем катет шва у пера уголка, т. к. обушок воспринимает большую часть усилия в стержне.

Определять форму фасонки исходя из обеспечения длины швов приварки раскосов и стойки следует лишь в случае, когда к поясу подходят 2–3 элемента решетки. Если же к поясу подходит лишь один элемент, например, стойка или шпренгель, то очертание фасонки устанавливаем согласно рис. 17.

В индивидуальных заданиях указаны ориентировочные размеры фасонки. Студентам в каждом конкретном случае необходимо их откорректировать, опираясь на приведенные выше рекомендации.

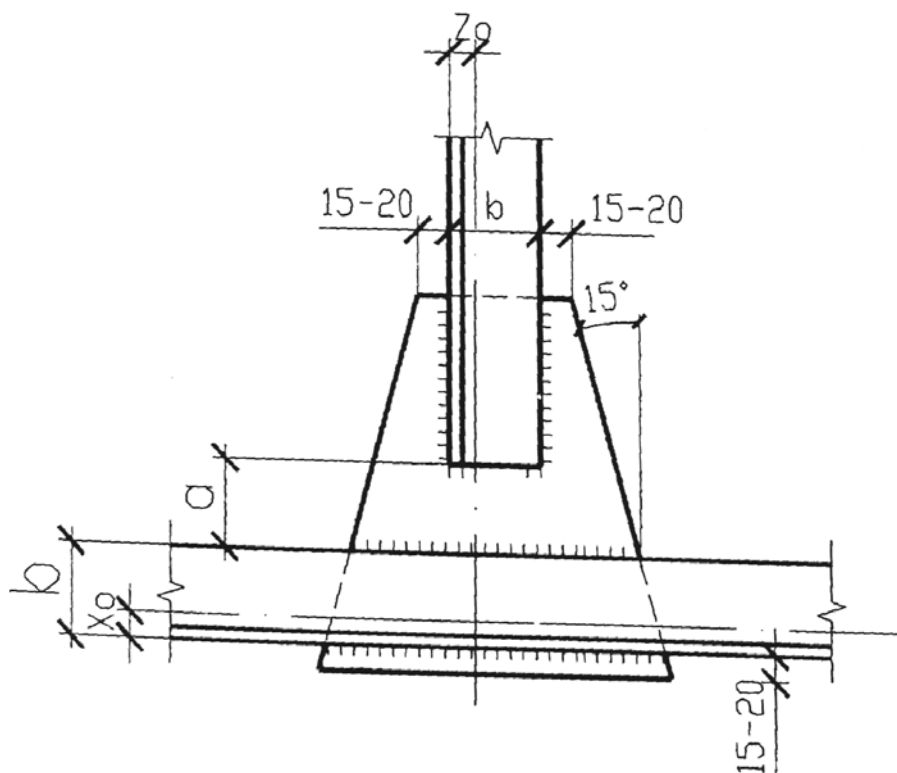


Рис. 17. Очертание фасонки, если к пояску подходит один элемент (стойка или шпренгель)

Следует иметь в виду, что фасонку необходимо выпустить на 15–20 мм за наружный контур уголков как нижнего (рис. 18), так и верхнего поясов фермы. Именно на указанном выпуске расположены швы по обушкам уголков пояса. В узлах верхнего пояса фасонку в ряде случаев следует утапливать между уголками пояса на 10–15 мм. Это вызвано тем, что в узлах верхнего пояса к уголкам сверху приваривают дополнительные конструктивные детали (например, листовые накладки). Эти листовые накладки препятствуют отгибу горизонтальных полок уголков в местах опирания сборных железобетонных плит покрытия или стальных прогонов.

На рис. 18 показан монтажный коньковый узел. В этом случае форму фасонки определяем по общим правилам. В частности, вертикальные контуры фасонки левой и правой полуферм должны укладываться в соответствующие размеры полосовой стали. Следовательно, левый и правый наружные контуры фасонки должны быть параллельны вертикальной оси симметрии фермы.

Касаясь вычерчивания монтажного конькового узла, предварительно отметим следующее. При сборке фермы из двух полуферм используют стыковые накладки – пластины из полосовой стали. Две горизонтальные стыковые накладки расположены по уголкам верхнего пояса и выступают за горизонтальные полки уголков на 15–20 мм из плоскости (рис. 18) для размещения сварных швов по перу. Две вертикальные стыковые накладки соединяют фасонки и должны быть обварены по контуру: на одной полуферме – заводским швом, на другой – монтажным (табл. 5). Но еще до на-

чала сварочных работ полуфермы соединяют на установочных болтах, как правило, на 8 – по каждому поясу и на 4 – по каждой из узловых фасонок – верхнего и нижнего пояса (см. рис. 18).

Отверстия для установочных болтов при фронтальном изображении показывают залитой окружностью диаметром, соответствующим масштабу чертежа. При виде сбоку отверстия показывают осевыми линиями.

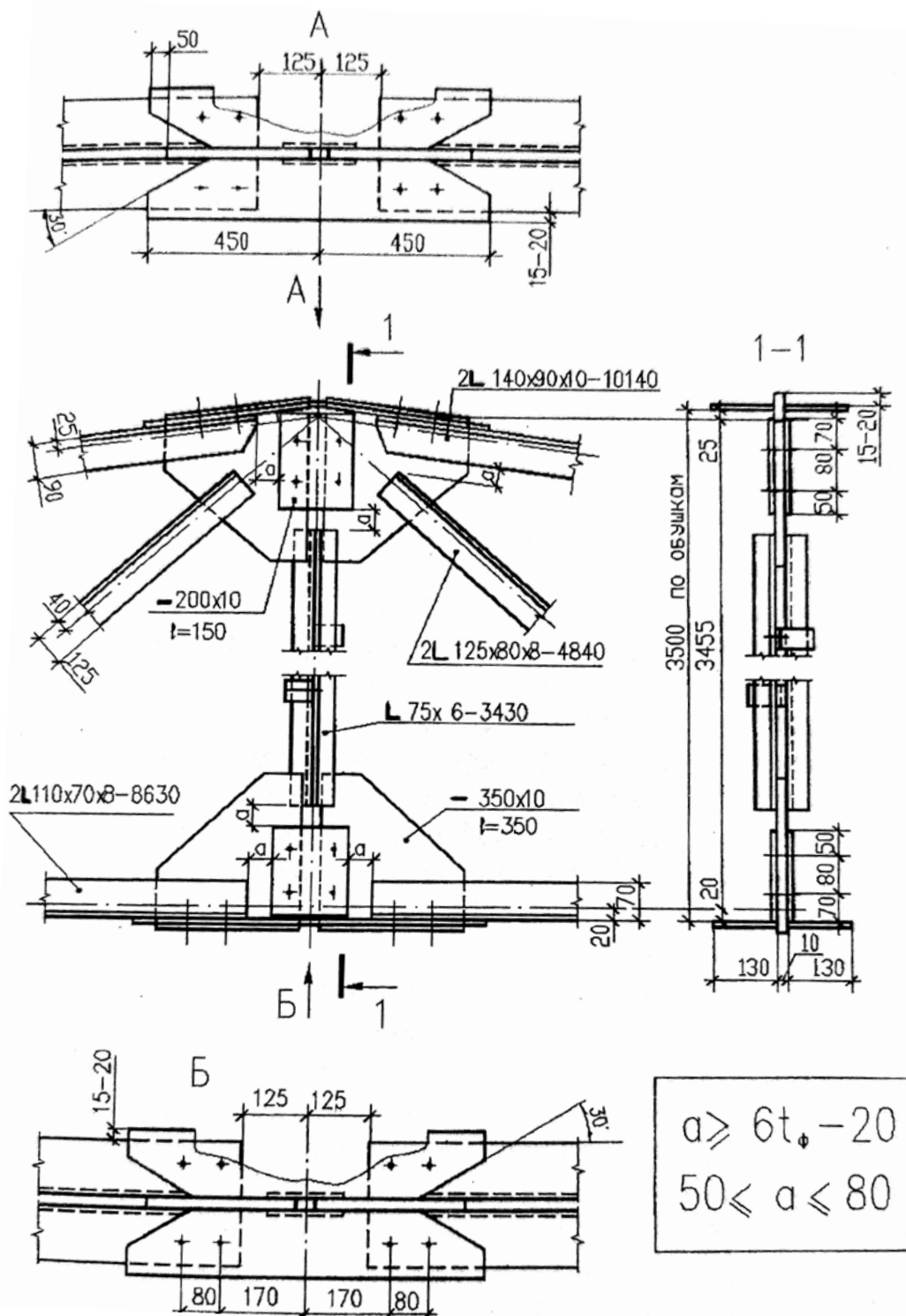


Рис. 18. Вычерчивание монтажного конькового узла.
Сварные швы условно не показаны

Монтажный узел нижнего пояса аналогичен коньковому с той лишь разницей, что (в случае фермы пролетом 18 м) в нем отсутствуют раскосы (рис. 18).

Обратим также внимание на стойки из одиночных уголков в каждой из полуферм и расположенные в собранной ферме крестообразно. Указанные стойки воспринимают небольшие усилия в процессе работы фермы под нагрузкой, а также фиксируют расстояние между верхним и нижним поясами полуферм на время транспортировки и монтажа. Поэтому сварные швы, фиксирующие стойки, имеют сравнительно малые размеры катета и длины шва.

А теперь приступаем к собственно вычерчиванию выносного элемента конькового узла. Наносим оси элементов – верхнего пояса и раскосов. Направления осей должны совпадать с направлениями соответствующих элементов решетки на геометрической схеме. Ось крестообразной стойки проводим вертикально из узловой точки. Напомним, что осевые линии должны строго пересекаться в узловой точке!

Далее, как и в рассмотренном выше случае рядового узла, в соответствии с привязкой z_0 , x_0 или y_0 (округляем с точностью 5 мм в большую сторону) и размерами уголка в плоскости фермы проводим три продольные линии, изображающие контуры верхнего пояса левой и правой полуферм.

Вычертив фасонку, необходимо на всем ее протяжении показать приварку (изображение сварных швов «ресничками») к ней уголков пояса фермы, а также нанести размеры, необходимые для изготовления фасонки.

Толщина фасонки для всех узлов фермы принимается, как правило, одинаковой (в приведенном примере равной 14 мм). В одной ферме в разных узлах допускается использовать фасонки, отличающиеся по толщине не более чем на 2 мм. Для фиксации положения фасонки в узле ее стороны «привязывают» к центру узла. В коньковом узле (рис. 18) продольную привязку фасонки производят к вертикальной оси симметрии. Указанные на чертеже размеры являются установочными и присоединительными. Этих размеров недостаточно для изготовления детали фасонки. Поэтому для детали сложной конфигурации необходимо выполнить отдельный чертеж с нанесением размеров.

Скосы фасонки указывают линейными размерами. Как указывалось выше, изображение фасонки допускается помещать на поле сборочного чертежа. При этом над изображением детали необходимо нанести заголовок «Фасонка» (шрифтом высотой $h = 5$ мм) и масштаб изображения в скобках (например, 1:20), т. к. он отличается от масштаба, указанного в основной надписи.

Далее вычерчивают продольные привязки торцов стоек и раскосов к узловой точке – расстояния от узловой точки до торцов этих элементов – с точностью до 1 мм.

Нельзя не остановиться и на еще одном конструктивном элементе фермы. Для обеспечения совместной работы элементов фермы, состоящих из парных уголков, оба уголка соединяют между собой соединительными

прокладками (рис. 15), которые располагают между уголками и приваривают к ним как со стороны обушка, так и со стороны пера. Прокладки выполняют из полосовой стали толщиной, равной толщине фасонки (в нашем примере 14 мм). Ширину прокладок принимают равной 66–80 мм, а длину – на 15–20 мм в каждую сторону больше ширины полок уголков, соединяемых прокладками и расположенными в плоскости фермы. Соединительные прокладки в стойках монтажных узлов обычно выполняют из обрезков уголка (см. рис. 18).

Расстояние между соединительными прокладками зависит от знака усилия в элементе фермы (при сжатии прокладки располагают чаще), а их количество на один элемент фермы должно быть не менее двух. Соединительные прокладки равномерно распределяют по длине элемента. Расстояния между прокладками на чертежах не указывают.

По указанию преподавателя главный вид узла на чертеже дополняют сечениями элементов узла, вторым видом или разрезом.

Линии-выноски от элементов решетки выполняют по ГОСТ 2.316-68. Если линия-выноска, пересекая контур элемента, заходит на изображение и при этом не отводится от какой-либо линии, то она заканчивается точкой.

Линия-выноска, отводимая от линии видимого или невидимого контура, изображенного соответственно основной или штриховой линией, а также от линии, обозначающей плоскость (вырожденная проекция) или поверхность, выполненной штрихпунктирной утолщенной линией, заканчивается стрелкой. Однако в соответствии с ГОСТ 21.101-93 при мелко-масштабном изображении линию-выноску, пересекающую контур изображения, допускается заканчивать без стрелки или точки.

Исходные данные для выполнения задания:

- 1) геометрическая схема фермы, вычерченная в масштабе 1:100;
- 2) аксонометрия главного вида узла, вычерченная в масштабе 1:5.

Задание выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 (297×420) и состоит из следующих этапов:

1. Вычертить геометрическую схему фермы с указанием и обозначением узла, рекомендуемого для разработки. Нанести размеры (размер шрифта $h = 3,5$ мм). Заголовок «Геометрическая схема фермы» выполнить размером шрифта $h = 1$ мм. За ним в скобках указать масштаб (1:100), поскольку он отличается от указанного в основной надписи.

2. Вычертить главный вид узла в последовательности, приведенной в методических указаниях. Указать сварные швы «ресничками». Нанести размеры (размер шрифта $h = 3,5$ мм).

3. Выполнить сечение элементов узла или дополнительный вид (или разрез) в соответствии с заданием и по указанию преподавателя.

4. Выполнить рабочий чертеж одного из листовых элементов узла (как правило, узловой фасонки в масштабе 1:10 или 1:20) и указать масштаб в заголовке, т. к. он отличается от указанного в основной надписи.

5. Заполнить основную надпись.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виды изделий : ГОСТ 2.101-2016. – М. : Стандартиформ, 2016. – 8 с.
2. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений : ГОСТ 21.501-2018. – М. : Стандартиформ, 2018. – 47 с.
3. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия : ГОСТ 23118-2012. – М. : Стандартиформ, 2012. – 35 с.
4. Правила выполнения чертежей металлических конструкций : ГОСТ 2.410-68. – М. : Издательство стандартов, 1998. – 10 с.
5. Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент : ГОСТ 8509-93. – М. : Издательство стандартов, 1993. – 6 с.
6. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. Сортамент : ГОСТ 8510-86. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 7 с.
7. Полоса стальная горячекатаная. Сортамент : ГОСТ 103-76. – М. : Издательство стандартов, 1979. – 8 с.
8. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент : ГОСТ 8240-97. – М. : Издательство стандартов, 2002. – 10 с.
9. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры : ГОСТ 5264-80. – М. : Издательство стандартов, 1981. – 63 с.
10. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений : ГОСТ 2.312-72. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 16 с.
11. Временная инструкция о составе и оформлении строительных рабочих чертежей зданий и сооружений. Раздел 5. Конструкции металлические. Чертежи КМ : СН 460-74*. – М. : Стройиздат, 1978. – 24 с.
12. Система проектной документации для строительства. Конструкции металлические. Правила выполнения чертежей марки КМ : Государственный стандарт Республики Беларусь. – Минск : Министерство архитектуры Республики Беларусь, 2006. – 38 с.
13. Основные требования к рабочей документации : ГОСТ 21.101-93. – Минск, 1995. – 42 с.
14. Конструкции строительные стальные. Условные обозначения (марки) : ГОСТ 26047-83. – М. : Издательство стандартов, 1984. – 6 с.
15. Форматы : ГОСТ 2.301-68. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 9 с.
16. Масштабы : ГОСТ 2.302-69. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 2 с.
17. Линии : ГОСТ 2.303-68. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 6 с.
18. Шрифты чертежные : ГОСТ 2.304-81. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 28 с.
19. Изображения – виды, разрезы, сечения : ГОСТ 2.305-68. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 23 с.
20. Нанесение размеров и предельных отклонений : ГОСТ 2.307-68. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 30 с.

21. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах : ГОСТ 2.306-68. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 8 с.

22. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц : ГОСТ 2.316-68. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 7 с.

23. Стальные конструкции. Нормы проектирования : СНиП П-23-81. – М. : Стройиздат, 1990. – 96 с.

Учебное издание

ЩЕРБИНА Ольга Николаевна
САНОЦКАЯ Елена Сергеевна
КУЛЫГИНА Ольга Анатольевна

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальностей

7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»,
7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений»,
6-05-0718-01 «Инженерная экономика»,
6-05-0732-02 «Экспертиза и управление недвижимостью»,
6-05-0719-01 «Инженерно-педагогическая деятельность»

Редактор *А. С. Быховцова*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 07.05.2025. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 4,06. Уч.-изд. л. 2,13. Тираж 200. Заказ 687.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.