

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Владимирский государственный университет

А. Ю. ИВАНОВ И.И. РОМАНЕНКО

# ЧЕРТЕЖИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

*Практикум*

Под редакцией доцента Г. Н. Бутузовой

Владимир 2005

УДК 744:624.014

ББК 30.113

И20

Рецензенты:

Доктор педагогических наук, профессор  
зав. кафедрой технической графики  
и декоративно-прикладного искусства

Владимирского государственного педагогического университета

*Е. П. Михеева*

Кандидат технических наук, доцент  
Владимирского государственного университета

*В. В. Гавшин*

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Владимирского государственного университета

**Иванов, А. Ю.**

И20 Чертежи металлических конструкций : практикум / А. Ю. Иванов,  
и. И. Романенко ; под ред. Г. Н. Бутузовой ; Владим. гос. ун-т. – Влади-  
мир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 45 с. – ISBN 5-89368-590-3.

Содержатся краткие теоретические сведения, задание, указания о порядке и после-  
довательности работы студентов над заданием и образцы выполнения чертежей.

Составлен для студентов архитектурно-строительных специальностей всех форм  
обучения.

Табл. 8. Ил. 22. Библиогр.: 12 назв.

УДК 744:624.014

ББК 30.113

ISBN 5-89368-590-3

© Владимирский государственный  
университет, 2005

## ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

1. Знакомство с составом и назначением чертежей марки КМ (конструкции металлические).
2. Приобретение навыков в выполнении и оформлении рабочих детализированных чертежей КМД (конструкции металлические детализированные).

Каждый студент согласно своему варианту выполняет на листе чертежной бумаги формата А2 геометрическую схему фермы в масштабе 1:100, главный вид узла стальной решетчатой стропильной фермы, указанное количество видов и разрезов в масштабе 1 : 5 и спецификацию, на листе чертежной бумаги формата А3 – аксонометрию узла.

## ВИДЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Металлические конструкции применяются во многих видах зданий и сооружений, особенно если необходимы значительные пролеты, высота и нагрузка.

1. *Промышленные здания.* Конструкции одноэтажных промышленных зданий выполняются в виде цельнометаллических или смешанных каркасов, в которых по железобетонным колоннам устанавливаются металлические конструкции покрытия здания и подкрановые пути.
2. *Большепролетные покрытия зданий.* Здания общественного назначения (спортивные сооружения, рынки, выставочные павильоны, театры) и некоторые здания производственного характера (ангары, авиасборочные цеха, лаборатории при больших пролетах (до 100 – 150 м)) имеют металлические конструкции в покрытии.
3. *Мосты, эстакады.* Мостовые металлические конструкции на железнодорожных и автомобильных магистралях применяются при больших и средних пролетах.

4. *Листовые конструкции* в виде резервуаров, газгольдеров, бункеров, трубопроводов большого диаметра.
5. *Башни и мачты*, применяемые для радио- и телевышек, в геодезической службе, опорах линий электропередачи, а также надшахтные копры, нефтяные вышки, дымовые и вентиляционные трубы.
6. *Каркасы многоэтажных зданий*. Многоэтажные здания с металлическим каркасом применяются главным образом в гражданском строительстве, в условиях плотной застройки больших городов.
7. *Крановые и другие подвижные конструкции* выполняются из материала, позволяющего максимально уменьшить их вес. Сюда относятся всевозможные металлические конструкции мостовых, башенных, козловых кранов и кранов-перегрузателей, конструкций крупных экскаваторов и разнообразных строительных машин.
8. Прочие конструкции, к которым относятся сооружения по использованию атомной энергии, разнообразные конструкции радиотелескопов, стационарные платформы для разведки и добычи газа и нефти в море и многое другое.

## **МАТЕРИАЛЫ И ПРОФИЛИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ, ИХ УСЛОВНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ**

При изготовлении металлических конструкций применяют листовую, прокатную профильную, сварную и гнутую сталь. Для опорных устройств тяжелых конструкций применяют отливки из чугуна, стали и сплавов.

Сортамент листовой стали установлен ГОСТ 19903–74, ГОСТ 82–70 и ГОСТ 103–85, угловой равнополочной – ГОСТ 8909–72, угловой неравнополочной – ГОСТ 8510–72, двутавров – ГОСТ 8239–72, швеллеров – ГОСТ 8240–72, профилей из алюминиевых сплавов – ГОСТ 8110–8113–56.

Условные графические изображения и обозначения основных профилей элементов металлических конструкций приведены в табл. 1.

Таблица 1

Таблица профилей

Профили	Условные обозначения	
	на чертежах	в таблицах, тексте
Прокатная сталь		
Листовая и универсальная		800×620×20
Угловая равнополочная		75×6
Угловая неравнополочная		140×90×8
Балки двутавровые		I 30
Швеллеры		C 20
Трубы		0 30×3,5
Квадрат		П60
Гнутые		
Корытообразный		120×80×57×7
Сварные		T
Балка двутавровая, усиленная уголками		55 + 100×100×10
Балка двутавровая		Ц] –800×10 + 2– – 420×25

### **СОЕДИНЕНИЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ, ИХ УСЛОВНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ**

Элементы металлических конструкций соединяют между собой сваркой, заклепками и болтами. Клепаные соединения в строительных конструкциях применяются при наличии знакопеременных и вибрационных нагрузок, а болтовые – преимущественно при монтаже конструкций. Сварка

упрощает конструктивную форму соединения, дает экономию металла, позволяет применять высокопроизводительные механизированные способы, что значительно уменьшает трудоемкость изготовления конструкций. Сварные соединения обладают не только прочностью, но и водо- и газонепроницаемостью.

Классификация способов сварки приведена в ГОСТ 19521–74. В соответствии с этим стандартом виды сварки классифицируют по основным физическим, техническим и технологическим признакам.

К физическим признакам относят форму энергии для образования сварного соединения (определяет класс сварки) и вид источника энергии (определяет вид сварки).

Классификация сварки по физическим признакам:

1. Термический класс (сварка плавлением с использованием тепловой энергии). Вид сварки: дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, ионно-лучевая, тлеющим разрядом, световая, индукционная, газовая, термитная, плазменно-лучевая, литейная.

2. Термомеханический класс (сварка с использованием тепловой энергии и давления). Вид сварки: контактная, диффузионная, индукционно-прессовая, газопрессовая, термокомпрессионная, дугопрессовая, шлакопрессовая, термитно-прессовая, печная.

3. Механический класс (сварка с использованием механической энергии). Вид сварки: холодная, взрывом, ультразвуковая, трением, магнитно-импульсная.

*По техническим признакам сварку классифицируют:*

1. По способу защиты металла в зоне сварки (в воздухе; вакууме; защитных газах – активных, инертных; под флюсом; в пене и др.).

2. По непрерывности процесса (непрерывная, прерывистая).

3. По степени механизации (ручная, механизированная, автоматизированная, автоматическая).

По технологическим признакам классифицируют отдельно сварку каждого вида.

Рассмотрим два примера:

1. Дуговая сварка по технологическим признакам имеет 41 вид. Виды сварки подразделяют в зависимости от вида электрода (плавящийся, не-

плавящийся, металлический, неметаллический), вида дуги (свободная, сжатая), рода сварочного тока (постоянный, переменный), применения присадочного материала (с присадочным материалом, без присадочного материала) и т. д.

2. Световая сварка классифицируется по технологическим признакам: виду источника света (солнечная, лазерная, искусственным источником света), по колебаниям светового луча (продольные, поперечные, сложные, без колебаний) и т. д.

Ручная (Р) электродуговая сварка универсальна и широко распространена, так как может выполняться в любом пространственном положении. Она часто применяется при монтаже в труднодоступных местах, где механизированные способы сварки не могут быть применены. Автоматическая (А) и особенно полуавтоматическая (П) сварка в среде защитного газа и голой проволокой вследствие высокой производительности и хорошего качества шва находят самое широкое применение, вытесняя ручную сварку не только на заводах металлических конструкций, но и при монтаже. Другие виды сварки стальных конструкций, такие как электрошлаковая (Ш), контактная (Кт), газовая (Г) и прочие, применяются значительно реже.

По конструкции сварные соединения бывают (рис. 1):

- 1) встык (С), если соединяемые детали примыкают друг к другу своими торцами;
- 2) угловые (У), если поверхности свариваемых деталей при их соединении образуют угол;
- 3) тавровые (Т), если соединяемые детали образуют Т-образное сечение;
- 4) внахлестку (Н), если одна деталь накладывается на другую и приваривается по отдельным граням или по всему контуру соединений.

Кроме того, сварные швы в соединениях подразделяются:

- 1) по назначению – на рабочие (передающие усилия) и конструктивные (связующие);
- 2) положению в пространстве при их выполнении – на нижние, вертикальные и полочные;
- 3) протяженности – на сплошные и прерывистые;

- 4) числу слоев, накладываемых при сварке, – однослойные (однопроходные) и многослойные (многопроходные);
- 5) месту производства – на заводские и монтажные;
- 6) форме шва при сварке с обработанными кромками – на V-образные, X-образные, К-образные и U-образные.

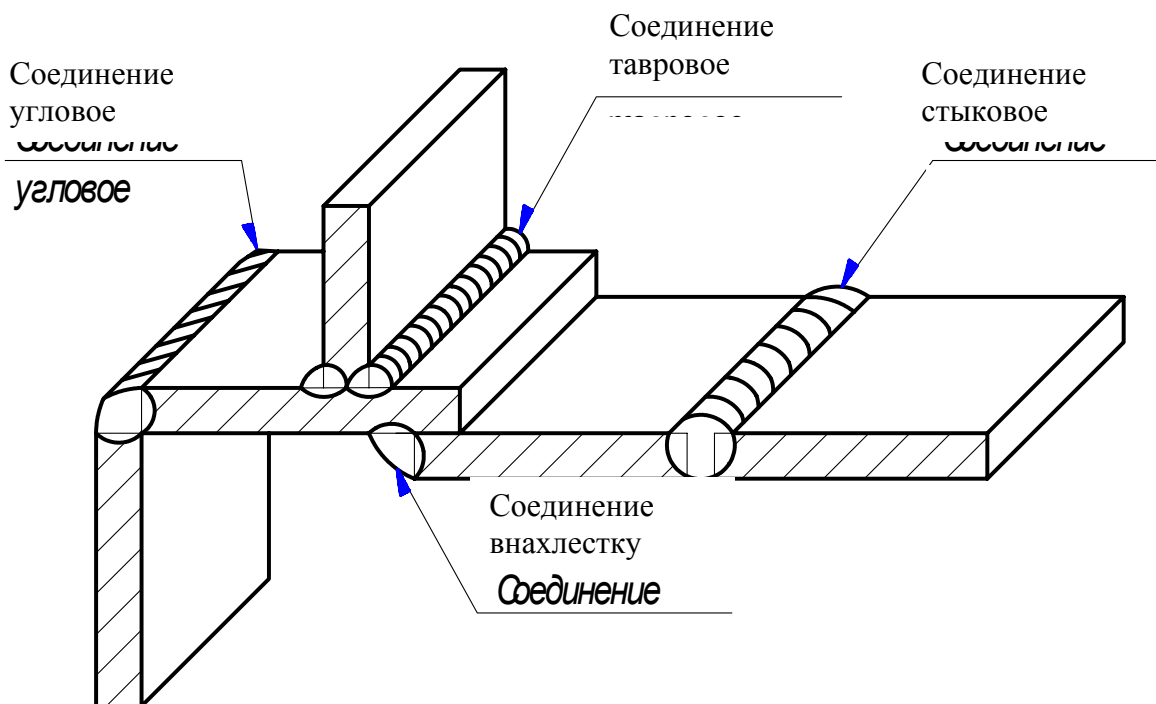


Рис. 1. Конструкция сварных соединений

По стандарту на типы и конструктивные элементы шва даются буквенно-цифровые обозначения, где буква обозначает вид соединения (С, У, Т, Н), а цифра – конструктивные элементы шва (форма подготовленных кромок, характер выполнения шва (односторонний или двусторонний)).

Условное графическое изображение и обозначение швов сварных соединений выполняют по ГОСТ 2.312–72.

Швы сварных соединений независимо от способа сварки условно изображают сплошной основной линией (видимый шов) и штриховой (невидимый шов).

От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Ее предпочтительно проводить от изображения видимого шва. Условное обозначение шва наносят:

- 1) на полке линии-выноски для видимого шва;
- 2) под полкой линии-выноски для невидимого шва.



- Структура условного обозначения шва приведена на рис. 2, где
- 1 – вспомогательные знаки по замкнутой линии и монтажному шву;
  - 2 – обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы сварных соединений;
  - 3 – буквенно-цифровое обозначение шва 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);
  - 5 – знак катета и размер катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;
  - 6 – для прерывистого шва – размер длины провариваемого участка, знак / или Z и размер шага; для одиночной сварной точки – размер расчетного диаметра точки; для шва контактной точечной электросварки или электрозаклепочного – размер расчетного диаметра точки или электрозаклепки знак / или Z и размер шага;
  - 7 – вспомогательные знаки (приведены в табл. 2).

Таблица 2

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

Знаки		Размеры знака, мм	Назначение
Знаки, характеризующие взаимное расположение участков швов	/	Длина 6... 9 (. Угол наклона 60° ^.	Обозначение прерывистого и точечного шва при цепном расположении многорядных и двусторонних швов
	Z	Высота 6... 9 . Ширина 4... 6	Обозначение прерывистого и точечного шва при шахматном расположении швов
Знаки, характеризующие расположение швов	О	Ø 3...5	Обозначение расположения швов по периметру
		Высота 4... 7 Длина 6...10	Обозначение расположения швов по незамкнутому контуру (если это точно видно по чертежу)

В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями. Они должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва. Это относится и к обозначению катета шва.

Примеры условного обозначения стандартных швов сварных соединений даны на рис. 3.

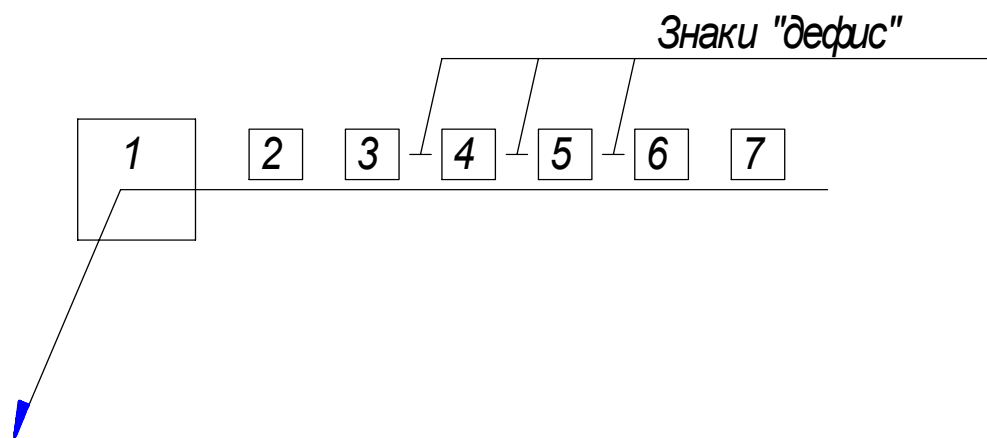


Рис. 2. Структура условного обозначения сварных швов

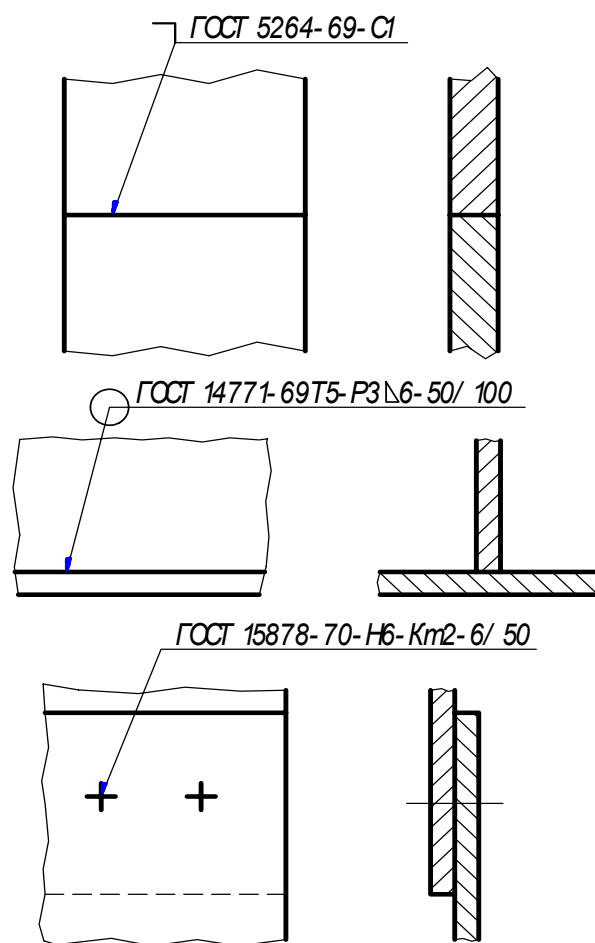


Рис. 3. Условные обозначения стандартных швов сварных соединений

В строительных конструкциях согласно СПДС ГОСТ 21.107–78 допускается принимать условные изображения швов сварных соединений по табл. 3.

Таблица 3

Виды сварных швов (ГОСТ 21.107-78)

Шов	Изображение шва		Размеры изображения, мм
	заводского	монтажного	
Шов сварного соединения стыкового, сплошной а) с видимой стороны б) невидимой стороны			
Шов сварного соединения стыкового, прерывистый а) с видимой стороны б) невидимой стороны			
Шов сварного соединения углового, таврового или внахлестку, сплошной: а) с видимой стороны б) невидимой стороны			
Шов сварного соединения углового, таврового или внахлестку прерывистый: а) с видимой стороны б) невидимой стороны			
Шов сварного соединения внахлестку, контактный, точечный			
Шов сварного соединения электрозаклепочный внахлестку (с круглым отверстием)			

Обозначение швов в этом случае можно помещать без выносных линий непосредственно над или под изображением соответствующего сварного шва вне зависимости от того, является ли сварной шов видимым или невидимым.

На разрезах изображения швов примерно соответствуют их фактическому очертанию. Сечение монтажных швов на чертежах зачерняют.

При выполнении узлов решетчатых конструкций приварка уголков к фасонкам возможна тремя способами, указанными на рис. 4.

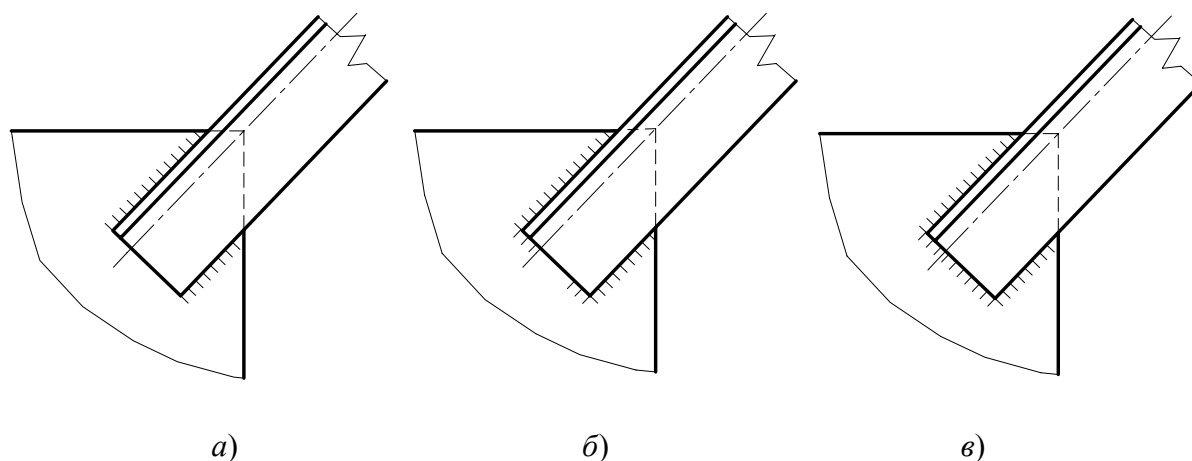


Рис. 4. Способы приварки уголков к фасонкам: *a* – с наложением швов только по перу и обушку уголка; *б* – то же, с заведением на 20 мм этих швов на торец уголка; *в* – с наложением швов по перу, обушку и торец

При выполнении швов первым способом на концах швов возникает концентрация напряжения. Наиболее часто уголки привариваются к фасонкам с заведением на 20 мм этих швов на торец уголка. Эта длина в расчет не принимается. (В задании сварные швы нужно выполнить данным способом). Если уголки привариваются к фасонке третьим способом, то длина торцевого шва учитывается при назначении размера шва.

Толщина угловых швов  $h_{ш}$  должна быть не менее 4 мм и не более  $1,2\delta$ , где  $\delta$  – наименьшая толщина свариваемых деталей.

## **СОСТАВ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТА ЧЕРТЕЖЕЙ КМ. ОБЩИЕ ПРАВИЛА И ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Рабочие чертежи металлических конструкций выполняют в две стадии: КМ (конструкции металлические) и КМД (конструкции металлические деталеровочные).

В проекте КМ решаются все вопросы компоновки чертежей металлических конструкций и увязки их с другими частями проекта: технологической, транспортной, архитектурно-строительной и т.д. В состав основного комплекта чертежей марки КМ входят:

- общие данные (заглавный лист);
- чертежи общего вида, планов и разрезов металлических конструкций зданий (сооружений);
- схемы расположения элементов конструкций;
- чертежи элементов конструкций.

*Общие данные* (заглавный лист) по рабочим чертежам, входящим в основной комплект, должны содержать:

- ведомость чертежей основного комплекта;
- ведомость применяемых и ссылочных документов;
- условные обозначения, не установленные стандартами и нормативными документами;
- указания по антикоррозийной защите конструкций;
- ссылки на принятые нормы проектирования, а при необходимости на нормы изготовления и монтажа конструкций;
- нагрузки для соответствующего района строительства с учетом местных и специфических условий, влияющих на работу конструкций (режим работы, расчетная температура, сейсмика и пр.);

- расчетную схему конструкций с необходимыми пояснениями (если это необходимо);
- указания о последовательности монтажа конструкций и о мерах по обеспечению прочности и устойчивости конструкций при монтаже;
- указания о применяемых типах электродов;
- указания о степени точности и классах применяемых болтов.

Кроме того, в общих данных приводят техническую спецификацию металла и ведомость конструкций.

*Чертежи общего вида планов и разрезов зданий (сооружений)* выполняют, как правило, схематично.

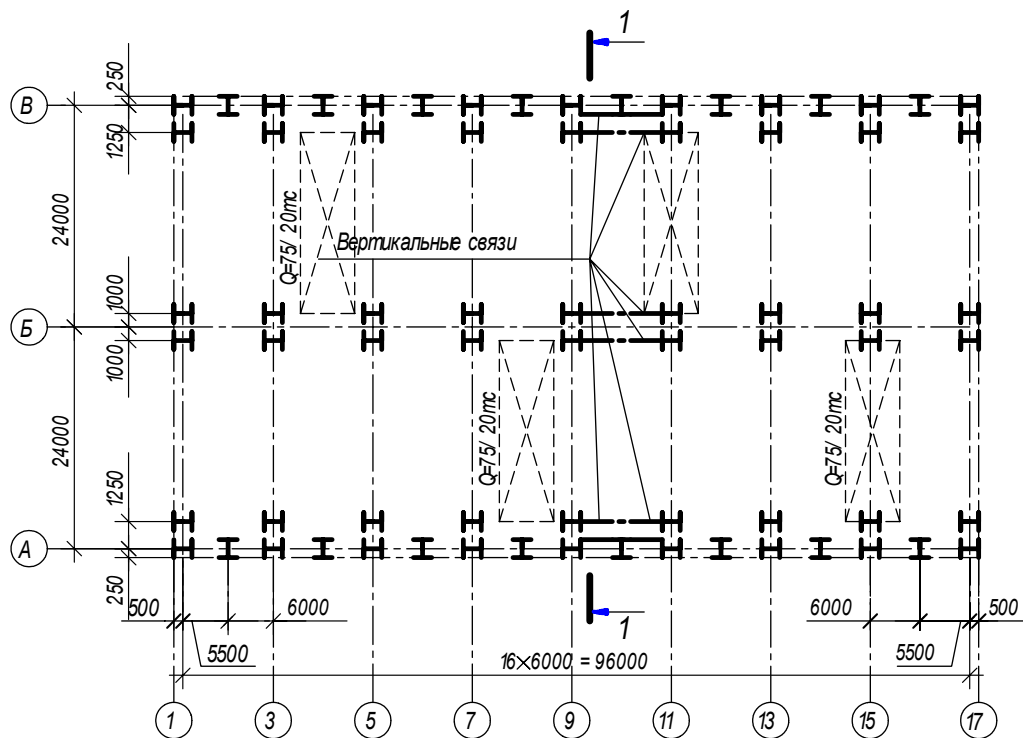
Число видов и разрезов и степень детализации их изображения должны быть достаточными для показа схемы всех конструкций со связями, взаимного их расположения и основных технических решений металлических конструкций. Кроме конструкций на чертежах общего вида изображают подъемно-транспортное оборудование и указывают его характеристику.

На чертежах общего вида, планов и разрезов конструкций (рис. 5) указывают:

- координационные оси здания и расстояние между ними;
- привязку конструкций к координационным осям;
- расстояние между осями основных элементов;
- отметки характерных уровней (верх опорных плит колонн, пола, головок подкрановых рельсов, верх площадок, низ стропильных ферм и пр.);
- основные размеры, определяющие форму конструкций (уклоны, радиусы кривизны и т. п.);

– данные о подъемно-транспортном оборудовании и пр.

### План цеха



### 1-1

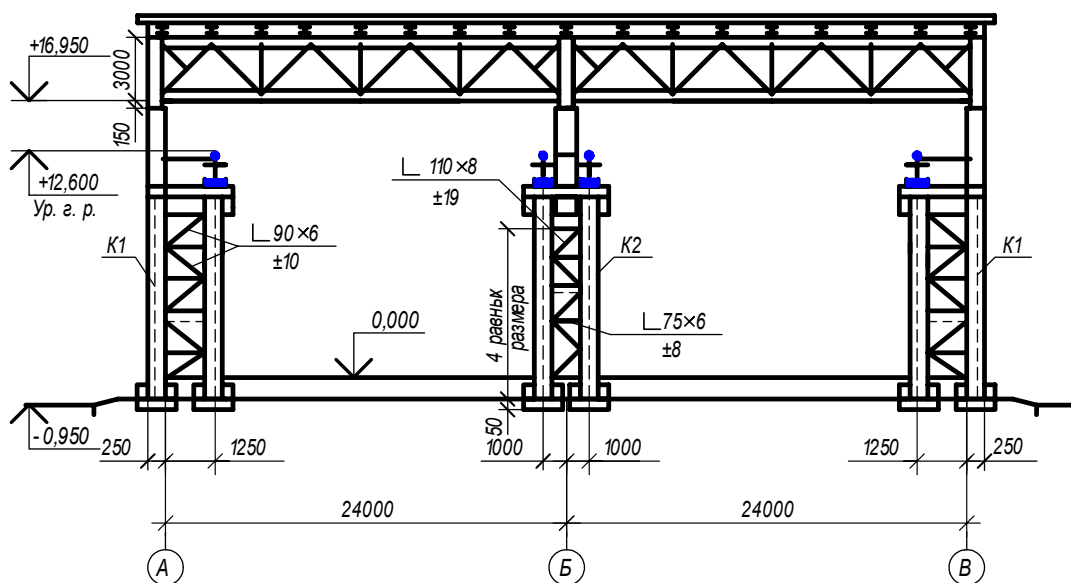


Рис. 5. План и разрез цеха

Схема расположения элементов (рис. 6) – это чертеж, на котором показаны в виде условных или упрощенных изображений элементы конструкций и связи между ними. Схемы составляют для каждой группы элементов сборных конструкций, связанных условиями и последовательностью производства строительно-монтажных работ (колонны, связи по колоннам, подкрановые балки, рамы ворот, фермы, балки, связи, плиты покрытия).

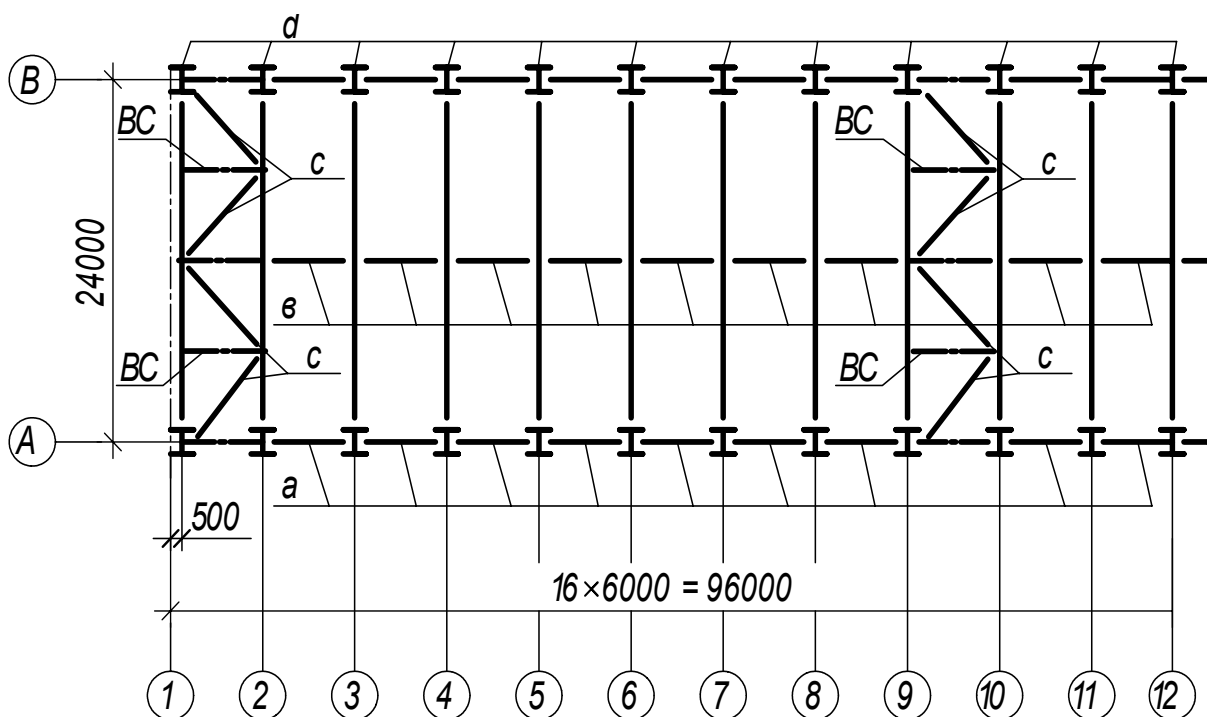


Рис. 6. Схема расположения элементов конструкции:  
*a, b, c, d, BC* – марки элементов

Для большей наглядности конструкции разного всевозможного типа и назначения изображают с различной степенью детализации – одной или несколькими линиями неодинаковой толщины.

На схемах указывают:

- координационные оси здания (сооружения);
- расстояние между ними и крайними осями;
- привязку поверхностей или осей элементов конструкций к координационным осям или к другим элементам конструкций зданий (сооружений);
- марки элементов конструкций;
- отметки наиболее характерных уровней элементов конструкций;



- ссылки на узлы;
- метки для установки в проектное положение элементов конструкций.

На схемах помещают ведомость элементов и необходимый текстовый материал, где приводят данные о типе монтажа соединений, величине negotiated усилий для расчета, принятых укрупнительных стыках, типе и размере сварных швов, классе и диаметре болтов.

На схемах расположения элементов их марки наносят:

- на полках линий-выносок;
- общей полке нескольких линий-выносок;
- без линий-выносок, рядом с изображением или условным графическим обозначением элемента или внутри его контура.

Узлы обозначают тонкой линией кружком или овалом с указанием на полке линии-выноски порядкового номера римской или арабской цифрой. Под полкой линии-выноски указывают номер листа, на котором помещен узел, или типовой узел основного комплекта рабочих чертежей, или серию чертежей типовых узлов.

*Чертежи элементов конструкций* выполняют только в тех случаях, когда другие чертежи не дают о них полного представления. Чертежи элементов конструкций и узлов (если чертежи узлов не комплектуют в отдельный альбом) располагают непосредственно за соответствующей схемой расположения элементов конструкций или группой схем.

Основные элементы (изделия) металлических конструкций обозначают марками [3]. Например: колонна – К1, К2; балка подстропильная – БП2, БП3; ферма стропильная – ФС1, ФС2; ферма подстропильная – ФП1, ФП2 и т. д.

Решетчатые (сквозные) элементы изображают схематично (рис. 7) с выносной сечений на чертеже или в отдельной таблице. На них показывают основные размеры, опорные реакции и усилия в стержнях, сечения стержней, толщины фасонок и положения укрупнительных стыков, сечения сварных швов, вид сварки, расположение и диаметры болтов или шаг отверстий для них.

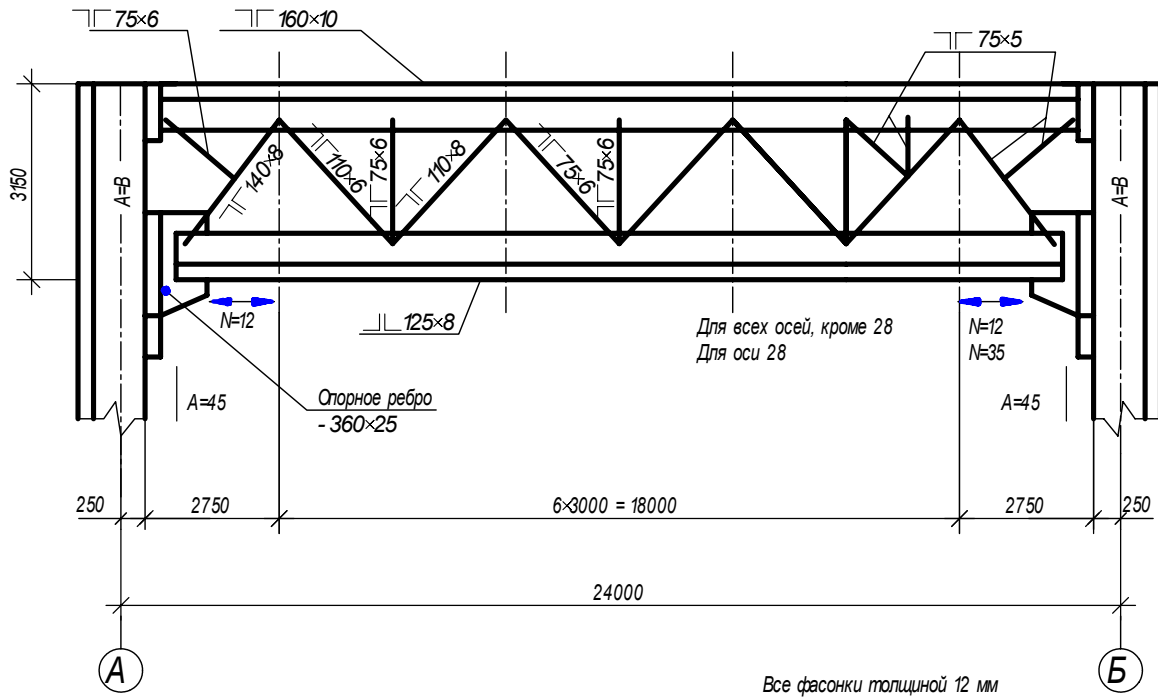


Рис. 7. Чертеж решетчатого элемента

Чертежи сплошностенчатых элементов выполняют детально с необходимыми конструктивными подробностями (рис. 8). На них показывают основные размеры, сечения, опорные реакции, расположение и сечение ребер жесткости, размеры расчетных сварных швов, диаметр и класс болтов, диаметры заклепок и их расчетный шаг, а также сечения сварных швов, вид сварки, расположение, диаметр и класс болтов или отверстий для них.

Симметричные конструкции разрешается вычерчивать до оси симметрии, пометчая ось симметрии знаком, обозначающим линию симметрии.

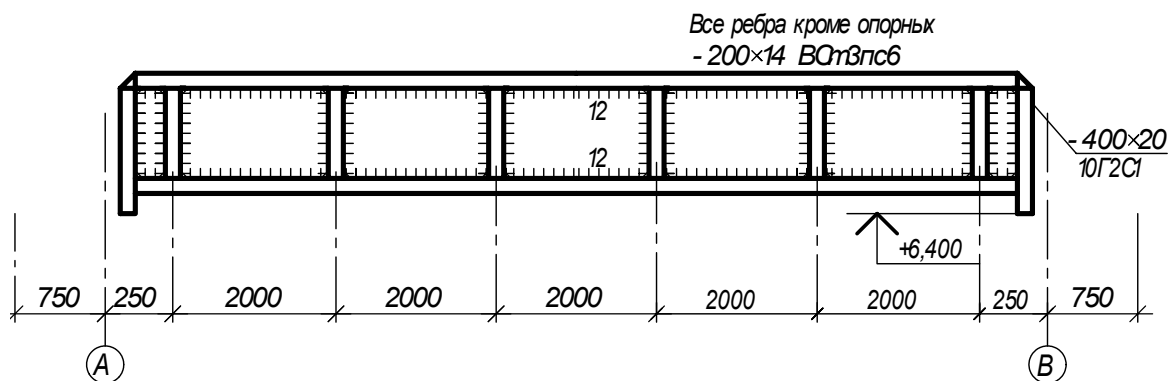


Рис. 8. Чертеж сплошного элемента

Чертежи узлов металлических конструкций располагают на отдельных листах, листах схем и элементов конструкций или в альбомах.

Узлы металлических конструкций делятся на узлы отдельных элементов конструкций (ферм, колонн, связей и т. п.) и узлы примыканий элементов конструкций друг к другу (рис. 9).

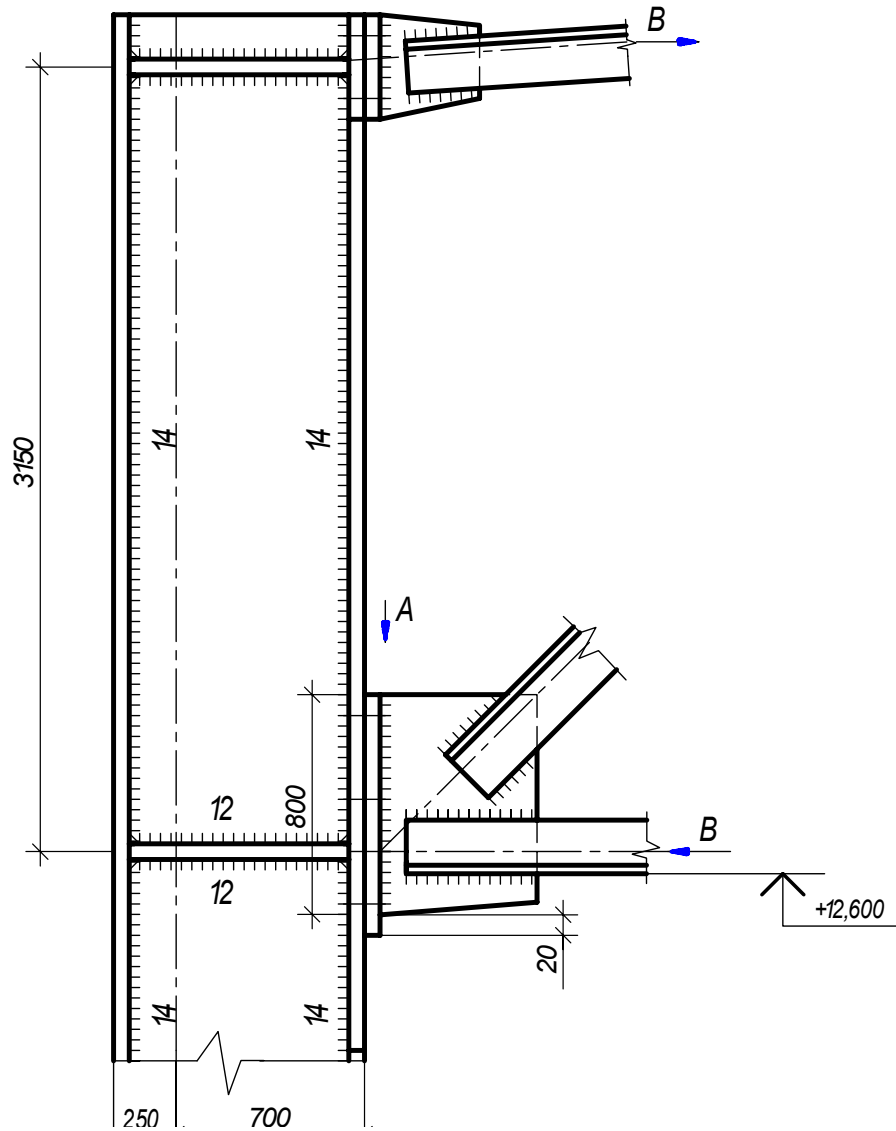


Рис. 9. Узел опирания стропильной фермы на колонну

На чертежах узлов наносят:

- привязочные размеры (до оси элементов, координационных осей, отметок уровней);
- усилия, необходимые для расчета крепления элементов при разработке детализованных чертежей, если эти усилия не приведены в таблицах;

- толщину фасонки;
- данные о креплении элементов (типы и размеры сварных швов, тип, диаметр, число болтов и т. п.).

Обозначение номеров узлов при их изображении на чертежах видов, схем и элементов конструкций наносят в кружках диаметром 12 – 14 мм. Кружки с номерами узлов помещают над узлами или справа от них.

Чертежи КМ должны содержать все данные для разработки детализованных чертежей КМД.

Проект КМД разрабатывается на основе проекта КМ с учетом технологических особенностей завода металлоконструкций (станки, поточные линии, сварочное оборудование, вспомогательные приспособления и т. д.) и наличия на складе ассортимента. По нему изготавливают и монтируют конструкции.

Проект КМД содержит заглавный лист со списком чертежей проекта и пояснительной запиской, монтажные схемы отправочных элементов с маркировкой и монтажными узлами, рабочие чертежи отправочных элементов, узлов и сводные ведомости.

Основной комплект чертежей марки КМ составляется на каждое отдельное здание (сооружение) или его части, если оно проектируется по частям разными организациями или если строительство намечено по частям.

Чертежи рекомендуется выполнять в масштабах, данных в табл. 4.

*Таблица 4*

Рекомендуемые масштабы

Наименование чертежей	Масштабы
Общий вид, план и разрез	1:50; 1:100; 1:400
Схемы расположения элементов конструкций	1:100; 1:200; 1:400
Элементы конструкций	1:15; 1:20; 1:50
Узел конструкций	1:5, 1:10; 1:15; 1:20; 1:25

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА УЗЛА СТРОПИЛЬНОЙ РЕШЕТЧАТОЙ ФЕРМЫ

Решетчатая ферма состоит из верхнего и нижнего поясов, раскосов и стоек. Стержни верхнего и нижнего поясов выполняются в основном из тавров, двух швеллеров или двух уголков спаренного сечения; раскосы и стойки из уголков. Все элементы решетчатой фермы в узле крепятся к фасонке. Названия стержней фермы даны на рис. 10, а элементов уголка на рис. 11.

В практике при проектировании стропильных ферм часто в узлах поясов приходится применять стальные профили разных сечений в соответствии с изменением усилий в них. Совмещение наружных плоскостей полок вызывает смещение центров тяжести поперечных сечений (возникает эксцентриситет). В этом случае предусматривается накладка толщиной  $\Delta z$ . Допускается не учитывать смещение осей центров тяжести стыкуемых профилей, сходящихся в узле, если оно не превышает 5 % ширины полки наименьшего из стыкуемых профилей. При невыполнении этого требования в расчет пояса необходимо внести изменения, учитывающие дополнительные напряжения от изгибающего момента.

Между торцами стыкуемых профилей, перекрываемых накладками, следует оставлять зазор не менее 50 мм (рис. 12).

Рабочий чертеж элемента конструкции должен содержать изображения (виды, разрезы и сечения), необходимые для понимания конструктивного устройства, взаимного расположения составных частей, условные обозначения швов, номера позиций и спецификации, обеспечивающие быстрое изучение и понимание чертежа. На главном виде конструкция должна быть изображена в положении, соответствующем положению на схеме.

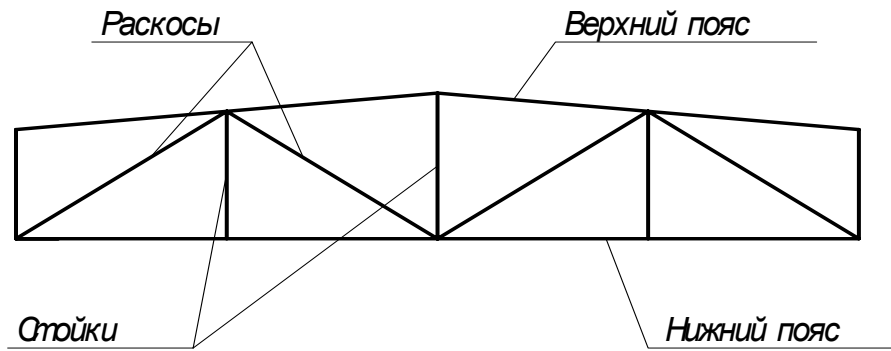


Рис. 10. Элементы решетчатой формы

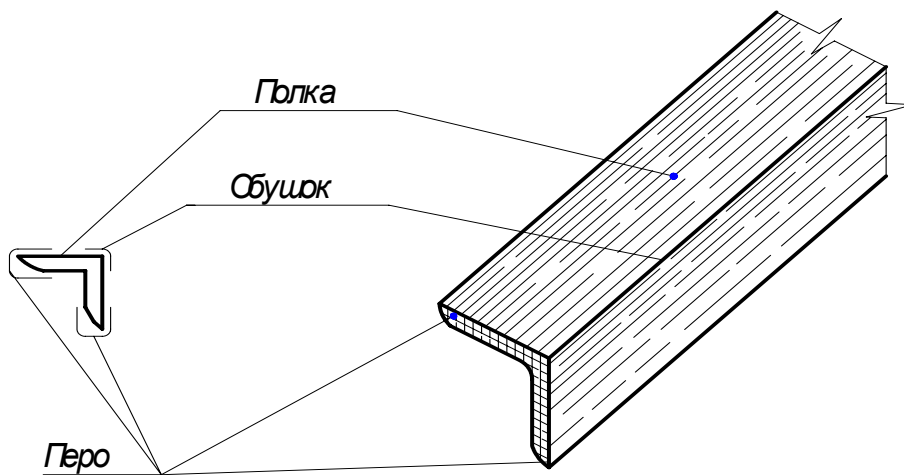


Рис. 11. Название частей уголка

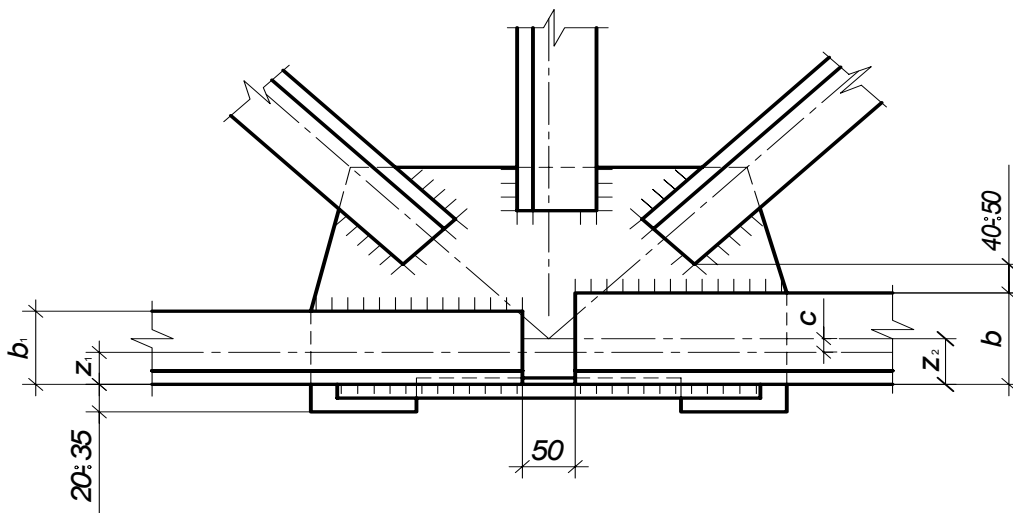


Рис. 12. Обеспечение соответствия расчетной и конструктивной схем стропильной фермы

При выполнении чертежей марки КМД приняты следующие условности и упрощения.

На чертежах металлоконструкций вид сверху располагается в проекционной связи над главным видом; вид снизу – под главным видом; вид справа – справа от главного вида; вид слева – слева от главного вида. При этом над каждым видом (кроме главного) делают надпись, а направление взгляда указывают стрелкой и обозначают соответствующей буквой.

Если на главном виде пояс располагается не горизонтально, то вид на этот пояс выполняют параллельно наклонному поясу, а выносные линии проводят к этому поясу под углом  $90^\circ$ .

При вычерчивании видов и разрезов сплошными линиями показывают видимые контуры элементов конструкции, расположенные в первой по направлению взгляда плоскости; штриховыми – контуры невидимых элементов, непосредственно примыкающих к ним. Детали, расположенные за видимыми деталями, но непосредственно к ним не прилегающие, на изображениях не показывают.

В разрезах и сечениях прокатные и гнутые профили изображают без закруглений и не штрихуют. Допускается использовать разные масштабы по горизонтали и вертикали.

Данные для выполнения чертежа представлены в табл. 5 и выбирают в соответствии с вариантом, геометрические схемы ферм изображены на рис. 13, 14. Необходимые характеристики тавров (рис. 16) даны в табл. 6, равнополочных уголков – в табл. 7, листовой стали – в табл. 8.

На листе чертежной бумаги формата А2 наносят рамку и форму основной надписи (форма 4) по ГОСТ 21.101–97, изображенную на рис. 15. На рабочем поле в правом верхнем углу размещают геометрическую схему фермы (для симметричной фермы вычерчивают ее половину), основные виды, разрезы, сечения, спецификацию с таким расчетом, чтобы между изображениями оставалось место для простановки позиций, размеров и других надписей.





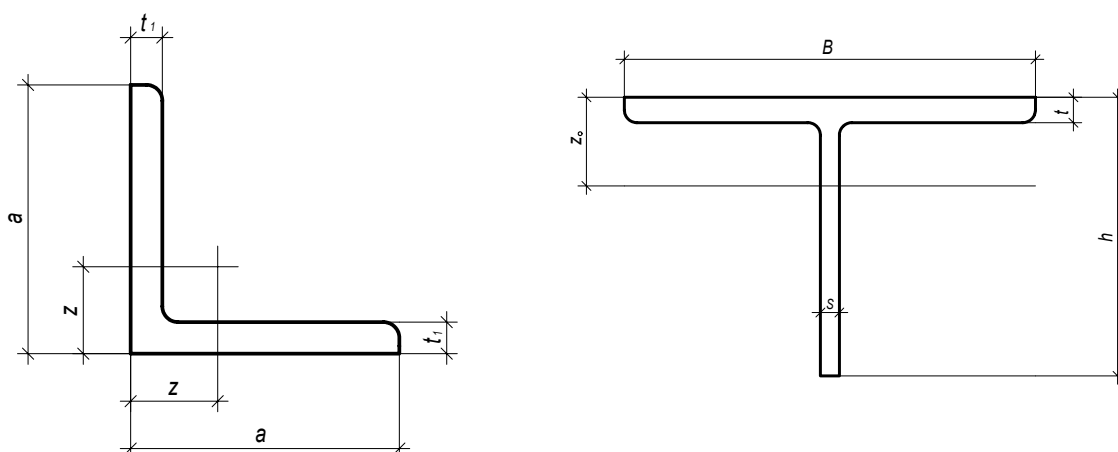


Рис. 16. Схема уголка равнополочного и тавра

Проведя предварительную разметку листа, начинают выполнение чертежа узла фермы с главного вида в определенной последовательности:

1. По данным геометрической схемы фермы (рис. 18) штрихпунктирными линиями наносят оси поясов, стоек и раскосов параллельно линиям схемы. Эти оси в сварных конструкциях проходят через центры тяжести поперечных сечений. В этом случае расстояние  $z$  от обушка до центра тяжести округляется до числа, кратного 5 мм и откладывается от оси.

2. С учетом действительных размеров стержней наносят продольные контуры элементов, вначале – контур пояса, а затем – стоек и раскосов.

3. Размечают и вычерчивают торцы элементов. При этом расстояние между торцами стержней решетки и краем верхнего или нижнего поясов должно составлять 40 – 50 мм [4]. Между торцами стыкуемых элементов поясов ферм, перекрываемых накладками, необходимо оставлять зазор 50 мм.

4. Откладывают в масштабе размеры заданных сварных швов по перу и обушку пояса и раскосов.

5. Определяют и вычерчивают границы узловой фасонки, накладок, прокладок и т. п. Границы фасонки определяются геометрической схемой

узла и длиной швов, прикрепляющих к ней элементы решетки фермы. Необходимо стремиться к простейшим очертаниям фасонки, обеспечивающим простоту изготовления. Размеры фасонки рекомендуется округлять до целых сантиметров. При этом следует иметь в виду, что в сварных соединениях верх фасонки утапливается между уголками верхнего пояса на 12 мм (для удобства установки прогонов), а в узле нижнего пояса низ фасонки выпускается на 15 – 35 мм.

6. Чертят основные виды, разрезы и сечения.

7. Проставляют позиции. Все элементы конструкций нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанных в спецификации (рис. 20). Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа, вне контура изображения, в строчку или колонку по возможности в одну линию. Над полкой линии-выноски указывают номер позиции. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных обозначений на том же чертеже.

8. Наносят необходимые размеры, положение секущих плоскостей, марки элементов и т. п. Все размеры на чертежах указываются в миллиметрах над размерными линиями. Размерные линии предпочтительно наносить вне контуров изображений и ограничивать засечками. Расстояние первой размерной линии от линии контура не менее 10 мм, а расстояние между параллельными размерными линиями 6 – 10 мм, но одинаковое на всех изображениях листа.

Толщину основной линии рекомендуется принимать равной 0,6 – 0,8 мм. Обрыв стержней конструкции изображают сплошной тонкой линией с изломом. Катет сварных швов рассчитывается по наименьшей из толщин привариваемых элементов. Например, для раскоса 1 он будет 6 мм (толщина фасонки  $\delta = 12$  мм, толщина полки уголка  $t_1 = 6$  мм). Записывается 6 – 230 и 6 – 190, где 230 и 190 длина сварного шва по обушку и перу соответственно.

Таблица 5

## Задание

Вариант	Схема	Узел	Условные обозначения	Профиль стержней	Положение ц. т. сечения Z, мм
1	1	1	H1 P1	└┬ 75×6 └┬ 125×12	20,6 35,3
2	2	13	P1 B1 B2 P2	└┬ 100×10 └ 13 шт1 └ 13 шт2 └┬ 75×6	28,3 23,4 27,1 20,6
3	1	3	H1	└┬ 75×6	20,6
			P2	└┬ 90×7	24,7
			C1	└ 70×6	19,4
			P3	└┬ 100×10	28,3
			H2	└┬ 100×10	28,3
4	2	15	P3	└┬ 75×6	20,6
			B3	└ 17,5 шт 1	30,7
			B4	└ 17,5 шт 4	31,8
			P4	└┬ 75×6	20,6
5	1	5	H2	└┬ 100×10	28,3
			P4	└┬ 75×6	20,6
			C2	└ 70×6	19,4
			P5	└┬ 75×6	20,6
			H3	└┬ 125×10	34,5
6	2	17	P5	└┬ 70×6	19,4
			B5	└ 17,5 шт 4	31,8
			B6	└ 17,5 шт 1	30,7
			P6	└┬ 75×6	20,6
7	1	7	H4	└┬ 125×10	34,8
			P6	└┬ 75×6	20,6
			C4	└ 70×6	19,4
			P7	└┬ 75×6	20,6
			H5	└┬ 100×10	28,3
8	1	8	P7	└┬ 90×7	24,7
			B7	└ 17,5 шт1	30,7
			B8	└ 15 шт2	27,1
			P8	└┬ 100×10	28,3
9	2	12	H1	└ 10 шт*	16,9
			P1	└┬ 100×10	28,3

Продолжение табл .5.

Вариант	Схема	Узел	Условные обозначения	Профиль стержней	Положение ц. т. сечения Z, мм
10	1	9	H5	└┬ 100×10	28,3
			P8	└┬ 90×7	24,7
			C5	└┬ 70×6	19,4
			P9	└┬ 100×10	28,3
			H6	└┬ 75×6	20,6
11	1	2	P1	└┬ 125×12	35,3
			B1	└┬ 90×7	24,7
			B2	└┬ 100×10	28,3
			P2	└┬ 90×7	24,7
12	2	14	H1	└┬ 10 шт*	16,9
			P2	└┬ 75×6	20,6
			C1	└┬ 70×6	19,4
			P3	└┬ 75×6	20,6
			H2	└┬ 13 шт1	23,4
13	2	13	P1	└┬ 100×10	28,3
			B1	└┬ 100×10	28,3
			B2	└┬ 140×10	38,2
			P2	└┬ 75×6	20,6
14	1	11	H6	└┬ 80×6	21,9
			P10	└┬ 125×12	35,3
15	1	16	H2	└┬ 140×10	38,2
			P4	└┬ 75×6	20,6
			C2	└┬ 70×6	19,4
			P5	└┬ 75×6	20,6
			H3	└┬ 140×10	38,2
16	2	18	H3	└┬ 13 шт 1	23,4
			P6	└┬ 75×6	20,6
			C3	└┬ 70×6	19,4
			P7	└┬ 75×6	20,6
			H4	└┬ 10 шт *	16,9
17	2	17	P5	└┬ 75×6	20,6
			B5	└┬ 140×10	38,2
			B6	└┬ 100×10	28,3
			P6	└┬ 100×10	28,3
18	2	20	P8	└┬ 140×12	39,0
			H4	└┬ 17,5шт2	31,7

Окончание табл. 5

Вариант	Схема	Узел	Условные обозначения	Профиль стержней	Положение ц. т. сечения Z, мм
19	1	10	P9	┘┘ 90×7	24,7
			B9	┘ 15шт2	27,1
			B10	┘ 13 шт 1	23,4
			P10	┘┘ 125×12	35,3
20	2	19	P7	┘┘ 75×6	20,6
			B7	┘ 15 шт 1	23,4
			B8	┘ 13шт2	27,1
			P8	┘┘ 100×10	28,3
21	2	15	P3	┘┘ 100×10	28,3
			B3	┘ 15 шт 2	27,1
			B4	┘ 17,5шт 2	31,7
			P4	┘┘ 80×6	21,9
22	2	13	P1	┘┘ 100x10	28,3
			B1	┘ 11,5шт1	21,1
			B2	┘ 13 шт1	23,4
			P2	┘┘ 75×6	20,6
23	1	2	P1	┘┘ 140×12	39,0
			B1	┘┘ 100×10	28,3
			B2	┘┘ 125×10	34,5
			P2	┘┘ 100×8	27,5
24	1	5	H2	┘┘ 125×10	34,5
			P4	┘┘ 80×6	21,9
			C2	┘ 70×6	19,4
			P5	┘┘ 100×8	27,5
			H3	┘┘ 140×10	38,2
25	2	14	H1	┘┘ 80×6	21,9
			P2	┘┘ 100×8	27,5
			C1	┘ 70×6	19,4
			P3	┘┘ 125×10	34,5
			H2	┘┘ 125×10	34,5
26	1	7	H4	┘┘ 125×10	34,8
			P6	┘┘ 75×6	20,6
			C4	┘ 70×6	19,4
			P7	┘┘ 75×6	20,6
			H5	100×10	28,3

Таблица 6

## Тавры

Номи- нальный размер профиля, мм	Профиль	Размеры, мм					Площадь попереч- ного сече- ния, см	Масса 1 м длины, кг/м
		$h$	$B$	$S$	$t$	$z_o$		
100×150	10 шт.*	94,7	149,2	5	7,3	16,9	1,6	12,5
	10 шт. 1	95,9	150	5,8	8,5	17,6	18,5	14,6
	10 шт. 2	97,7	150	5,8	9,6	17,3	20,2	15,9
115×155	11,5 шт.*	108,3	154,2	5,5	7,3	21	17,7	13,9
	11,5 шт. 1	110,5	155	6,3	9,5	21,1	21,9	17,2
	11,5 шт. 2	112	155,2	6,5	11	20,8	24,5	19,2
130×180	13 шт.*	123,7	179,2	6	8,5	23	23,2	18,2
	13 шт. 1	125,4	180	6,8	10,2	23,4	27,3	21,4
	13 шт. 2	126,8	180,3	7,1	11,6	23,3	30,2	23,7
150×200	15 шт.*	143,8	199	6,5	9,5	26,8	29	22,8
	15 шт. 1	145,5	200	7,5	11,2	27,6	33,9	26,6
	15 шт. 2	147,3	200,2	7,7	13	27,1	37,8	29,6
	15 шт. 3	148,9	201,1	8,6	14,6	28	42,3	33,2
	15 шт. 4	150,3	201,9	9,4	16	28,8	46,3	36,4
175×250	17,5 шт.*	167,3	248,5	7	10,8	29,0	39,5	31
	17,5 шт. 1	169,3	250	8,5	12,8	30,7	47	36,9
	17,5 шт. 2	170,5	250,9	9,4	14	31,7	51,6	40,5
	17,5 шт. 3	172,5	250,9	9,4	16	30,8	56,6	44,4
	17,5 шт. 4	174,3	251,9	10,4	17,8	31,8	62,8	49,3

Таблица 7

## Уголки равнополочные

Профиль	Размеры полки, мм		Масса 1 пог. м, кг/м	Расстояние до центра тяжести, см
	Ширина	Толщина		
4	40	3	1,85	1,09
		4	2,42	1,13
4,5	45	3	2,08	1,21
		4	2,73	1,26
		5	3,37	1,30

Окончание табл. 7

Профиль	Размеры полки, мм		Масса 1 пог. м., кг/м	Расстояние до центра тяжести, см
	Ширина	Толщина		
5	50	3	2,32	1,33
		4	3,05	1,38
		5	3,77	1,42
5,6	56	3,5	3,03	1,50
		4	3,44	1,52
		5	4,25	1,57
6,3	63	4	3,90	1,69
		5	4,81	1,74
		6	5,72	1,78
7	70	5	5,38	1,90
		6	6,39	1,94
		8	7,39	1,99
7,5	75	6	6,89	2,06
		7	7,96	2,10
		8	9,02	2,15
8	80	6	7,36	2,19
		7	8,51	2,23
		8	9,65	2,27
9	90	7	9,64	2,47
		8	10,9	2,51
		9	12,2	2,55
10	100	8	12,2	2,75
		10	15,1	2,83
		12	17,9	2,91
11	110	7	11,9	2,96
		8	13,5	3,00
12,5	125	9	17,3	3,40
		10	19,1	3,45
		12	22,7	3,53
		14	26,2	3,61
14	140	9	19,4	3,78
		10	21,5	3,82
		12	25,5	3,90

**Примечание.** Табл. 6, 7 использовать совместно с рис. 16.

## Листовая сталь

Толщина, мм	Масса 1 м <sup>2</sup> , кг/м <sup>2</sup>	Толщина, мм	Масса 1 м <sup>2</sup> , кг/м <sup>2</sup>	Толщина, мм	Масса 1 м <sup>2</sup> , кг/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
0,9	7,07	2,5	19,63	7,0	54,95
1,0	7,85	3,0	23,65	8,0	62,8
1,2	9,42	3,5	27,48	9,0	70,15
1,25	9,82	4,0	31,40	10,0	78,50
1,5	11,78	4,5	35,32	11,0	86,35
1,75	13,74	5,0	39,25	12,0	94,20
2,0	15,70	6,0	47,10	20,0	157,0

9. Выполняют текстовые надписи и спецификацию (рис. 17).

Пример заполнения спецификации представлен на рис. 20:

а) записывают отправочную марку фермы (ФС1 или ФС2 в зависимости от варианта);

б) вносят номера позиций элементов узла фермы в соответствии с чертежем;

в) указывают их количество;

г) записывают профильный металл по группам, соответствующим отдельным видам, классам и маркам металла. В пределах каждой группы, а для профильного металла, кроме того, в пределах каждого вида профиля металл записывают в порядке возрастания номеров профилей, сечений или толщин металла. Профильный металл в спецификацию записывают в определенной последовательности: балки двутавровые, швеллеры, сталь угловая равнополочная, угловая неравнополочная, круглая, полосовая, широкополосовая, толстолистовая, листовая рифленая, просечно-вытяжная, волнистая, рельсы, специальная профильная, трубы;

д) определяют заготовительную длину элемента узла фермы.

*Пример № 1*

Найти длину элемента 1 (рис. 19).

$\ell = L - (a + b)$ , где  $\ell$  – длина элемента, мм;  $L$  – расстояние между центрами узлов (рис. 18), мм;  $a$  – расстояние между центром узла и торцом раскоса с одной стороны, определяется графическим методом, (см. рис. 19), мм;  $b$  – то же, с другой стороны, мм.

$$\ell = 4315 - (260 + 260) = 3795;$$



е) определяют массу одного элемента узла фермы. Массу отдельных сборочных марок подсчитывают с точностью до одной десятой килограмма.

*Пример № 2*

Определить массу уголка размерами 80×6 длиной 3795 мм.

$m_{1 \text{ дет.}} = m_{1 \text{ пог. м}} \times \ell$ , где  $m_{1 \text{ дет.}}$  – масса одной детали, кг;  $m_{1 \text{ пог. м}}$  – масса одного погонного метра (см. табл. 7), кг/м,  $\ell$  – длина элемента, м.

$$m_{1 \text{ дет.}} = 7,39 \times 3,795 = 28,0.$$

*Пример № 3*

Определить массу стальной пластины размерами 300×12, длиной 800 мм.

$m_{\text{пл.}} = m_{1 \text{ м}^2} \times S$ , где  $m_{\text{пл.}}$  – масса пластины, кг;  $m_{1 \text{ м}^2}$  – масса 1 м<sup>2</sup> листовой стали (см. табл. 8), кг/м<sup>2</sup>;  $S$  – площадь пластины, м<sup>2</sup>.

$$m_{\text{пл.}} = 94,20 \times 0,300 \times 0,800 = 22,6;$$

ж) определяют общую массу одинаковых элементов. Ее округляют до килограмма.

*Пример № 4*

Определить массу всех уголков элемента 1.

$m_1 = m_{1 \text{ дет.}} \times n$ , где  $m_1$  – масса одинаковых элементов 1, кг;  $n$  – их количество.

$$m = 28,0 \times 2 = 56;$$

з) определяют массу сварных швов и записывают отдельной строкой.

*Пример № 5*

Определить массу сварных швов узла, изображенного на рис. 19.

$m_{\text{св.}} = (m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n) \times 1,5 \%$ ; где  $m_1, m_2, m_3 \dots m_n$  – массы элементов 1, 2, 3 ...  $n$  соответственно, кг.

$$m_{\text{св.}} = (56 + 41 + 74 + 270 + 261 + 23 + 35) \times 1,5 \% \approx 12;$$

и) определение массы узла отправочной марки. Ее желательно округлять до 5 кг за счет некоторого изменения массы сварных швов.

*Пример № 6*

Определить массу узла, изображенного на рис. 19.

$m_{\text{о.м.}} = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n + m_{\text{св.}}$ ; где  $m_{\text{о.м.}}$  – масса узла отправочной марки, кг.

$$m_{\text{о.м.}} = 56 + 41 + 74 + 270 + 261 + 23 + 35 + 12 = 772 \approx 775;$$

10. Заполняют основную надпись, которая показана на рис. 15.

11. Выполняют аксонометрию узла на листе формата А3.

12. Обводят чертежи.

Пример выполнения задания представлен на рис. 21 – 22.



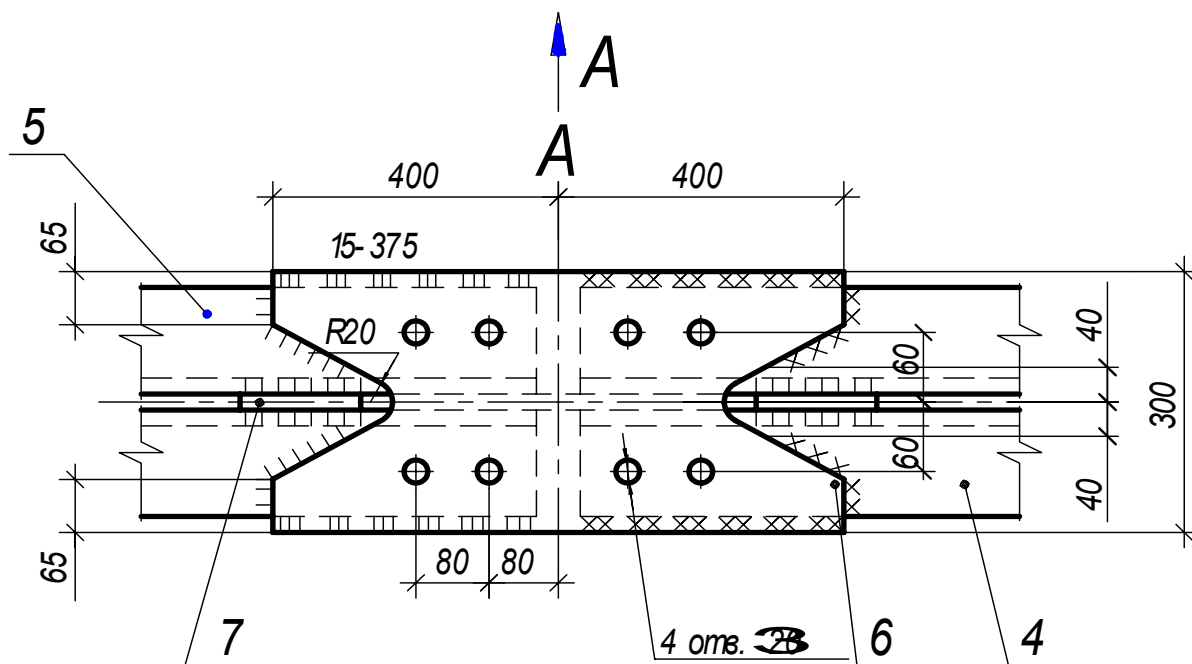
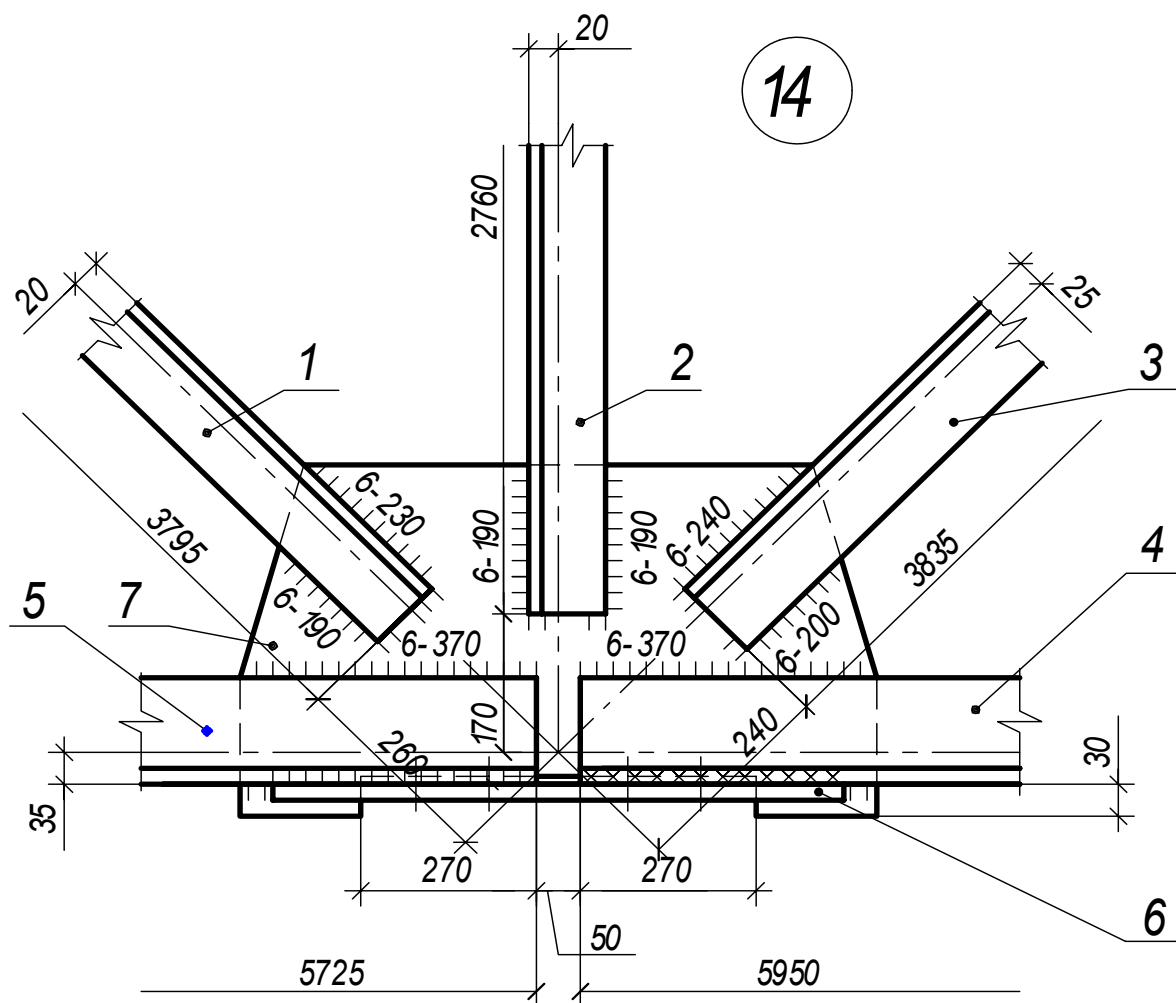


Рис. 19. Пример выполнения задания

Спецификация металла									
Отпр. марка	№ поз.	К-во		Сечение	Длина	Масса, кг			Примечание
		Т	Н			шт	общ.	о. м.	
ФС1	1	2	—	∟ 80×6	3795	27,9	56	775	
	2	2	—	∟ 80×6	2760	20,3	41		
	3	2	—	∟ 90×7	3835	37,0	74		
	4	2	—	∟ 125×12	5950	135,1	270		
	5	2	—	∟ 125×12	5725	130,0	260		
	6	1	—	— 300×12	800	22,6	23		
	7	1	—	— 430×12	860	34,8	35		
					+1,5% на сварку				12

Рис. 20. Спецификация металла

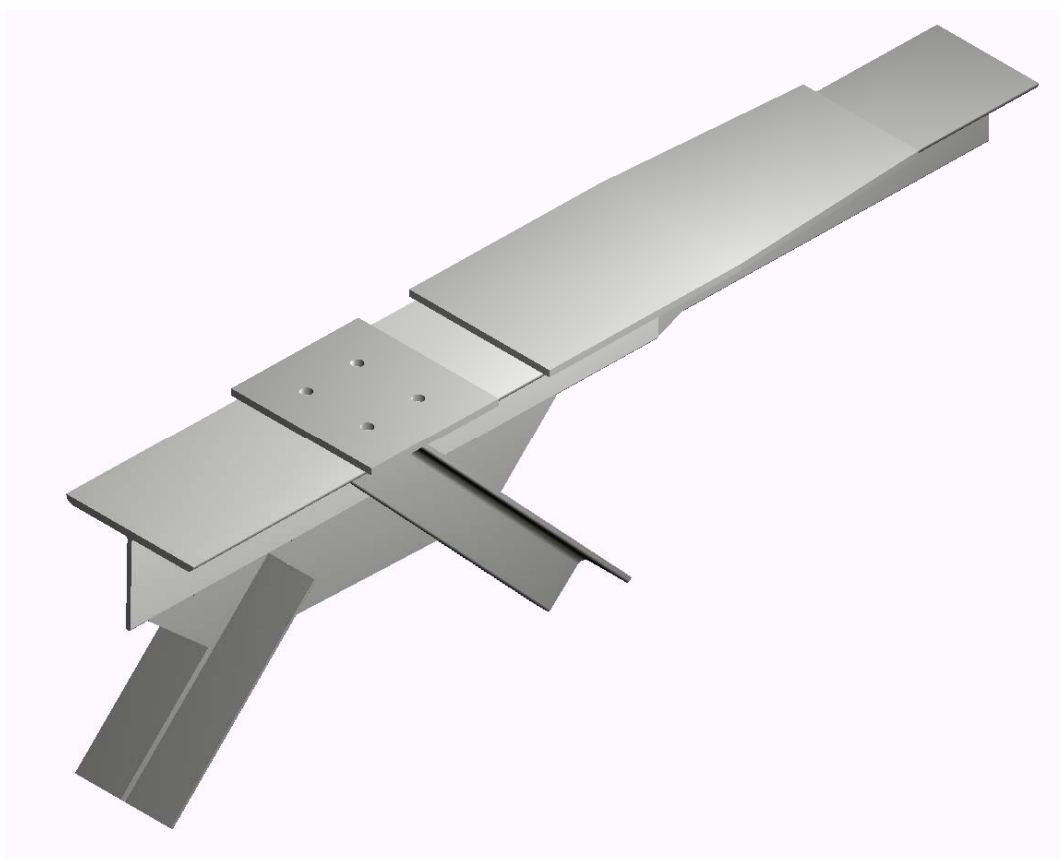


Рис. 21. Аксонометрия узла фермы

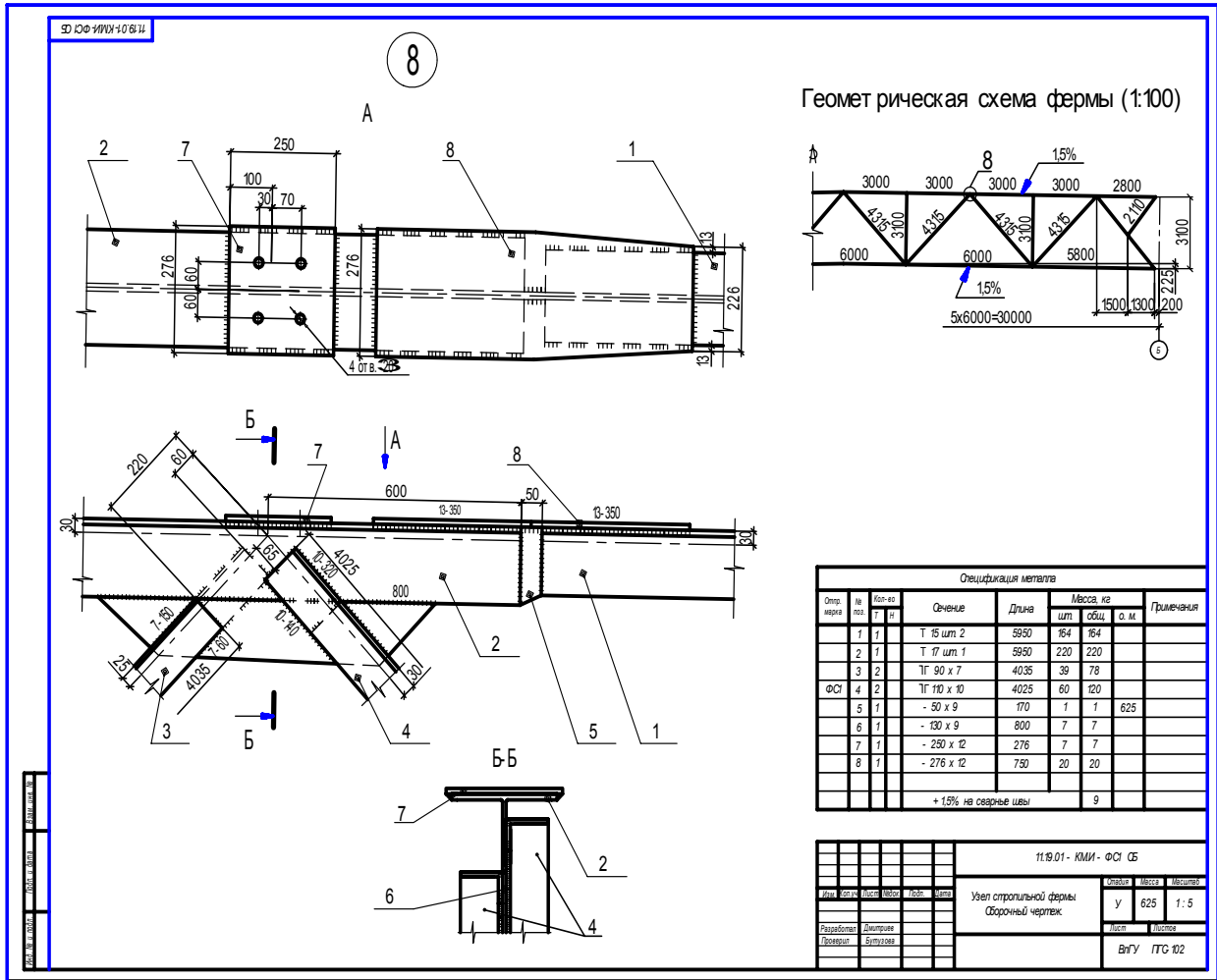


Рис. 22. Чертеж металлических конструкций

## ЗАЧЕТНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ

1. Назовите виды металлических конструкций.
2. Назовите профили, применяемые для изготовления конструкций.
3. Назовите основные виды сварки.
4. Назовите виды сварных соединений.
5. Как изображаются сварные швы на чертежах?
6. Назовите элементы решетчатой фермы.
7. Какие чертежи входят в основной комплект марки КМ, КМД?
8. Что изображается на чертежах общего вида, планах, разрезах?
9. Что содержит схема расположения элементов конструкций?
10. Как располагаются виды при выполнении чертежей металлических конструкций?
11. Какие условности (упрощения) допускаются при выполнении чертежей металлических конструкций?
12. Расскажите порядок вычерчивания главного вида узла решетчатой, сварной фермы.
13. Как начертить фасонку узла решетчатой фермы?
14. Как определить заготовительные размеры раскоса и стойки узла решетчатой фермы?
15. Какие размеры наносятся на чертежах узлов конструкций?
16. В каком случае допускается не учитывать смещение осей центров тяжести стыкуемых профилей?
17. В какой последовательности записывают элементы в спецификацию?

## РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 21.101-97 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. 1998-04-01. – М. : Госстандарт России, 1997. – 42 с.
2. ГОСТ 21.501-93 СПДС. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей. – Введ. 1994-09-01. – М. : Госстандарт России, 1993. – 41 с.
3. ГОСТ 21.508-93 СПДС. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов. – Введ. 1994-09-01. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 27 с.
4. ГОСТ 2.306-68\* (СТ СЭВ 860-78) ЕСКД. обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах. – Введ. 1971-01-01. – М. : Госстандарт России, 1978. – 7 с.
5. ГОСТ 2.786-70\* (СТ СЭВ 2827-80, СТ СЭВ 2828-80) ЕСКД. Обозначения условные графические. Элементы санитарно-технических устройств. – Введ. 1971-01-01. – М. : Госстандарт России, 1980. – 5 с.
6. СНИП II-23-81. Стальные конструкции. Нормы проектирования. – М. : Стройиздат, 1982. – 93 с.
7. Абаринов, А. А. Составление детализированных чертежей металлических конструкций / А. А. Абаринов. – М. : Стройиздат, 1978. – 60 с.
8. Брилинг, Н. С. Черчение : справ. пособие / Н. С. Брилинг, С. Н. Балягин. – М. : Стройиздат, 1994. – 421 с. – ISBN 5-274-02104-2.
9. Васильев, А. А. Металлические конструкции / А. А. Васильев. – М. : Стройиздат, 1976. – 424 с.
10. Металлические конструкции. Общий курс : учебник для вузов / Е. И. Беленя, В. А. Балдин, Г. С. Веденников [и др.]; под общ. ред. Е. И. Беленя. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1985. – 560 с.
11. Муханов, К. К. Металлические конструкции : учебник для вузов / К. К. Муханов. – 3-е изд. испр. и доп. – М. : стройиздат, 1978. – 576 с.
10. Никульшин, В. И. Методические указания к заданию «Чертежи металлических конструкций» / В. И. Никульшин. – Владимир : Гостпроект ВПИ, 1981. – 32 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Цель и содержания задания.....	3
Виды металлических конструкций.....	3
Материалы и профили, применяемые для изготовления металлических конструкций, их условное изображение и обозначение на чертежах.....	4
Соединения в металлических конструкциях, их условное изображение и обозначение на чертежах.....	5
Состав основного комплекта чертежей КМ. Общие правила и особенности оформления чертежей.....	13
Порядок выполнения рабочего чертежа узла стропильной решетчатой фермы.....	21
Зачетные вопросы по теме.....	38
Рекомендательный библиографический список.....	39

Учебное издание

ИВАНОВ Алексей Юрьевич  
РОМАНЕНКО Ирина Игоревна

### ЧЕРТЕЖИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Практикум

Редактор Е.А. Амирсейидова  
Корректор В.В. Гурова  
Компьютерная верстка С.В. Павлухиной  
Дизайн обложки А.Ю. Иванова

ЛР № 020275. Подписано в печать 30.10.05.  
Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.  
Печать на ризографе. Усл. печ. л. 0.00. Уч.-изд. л. 0.00. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство  
Владимирского государственного университета.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.