

Печатается по решению секции литературы по строительной физике и конструкциям редакционного совета Стройиздата.

Абаринов А. А. Составление детализованных чертежей металлических конструкций. М., Стройиздат, 1977. 60 с.

Рассмотрены основные вопросы выполнения рабочих детализованных чертежей стальных конструкций. Приведены рекомендации по оформлению чертежей, способствующие быстрому и правильному их чтению. Даны примеры рабочих чертежей строительных конструкций.

Книга предназначена для инженерно-технических работников проектных организаций и заводов, изготавливающих металлические конструкции, студентов вузов и учащихся техникумов.

Табл. 21, ил. 46, черт. 18 л.

ВВЕДЕНИЕ

Расширение производства металлических конструкций идет по двум направлениям: реконструкции существующих предприятий на базе совершенствования технологического процесса и строительства новых заводов. Расширение производства требует увеличения заводских конструкторских служб и повышения качества их работы.

При разработке рабочих детализованных чертежей стальных конструкций (чертежей КМД) конструкторы отделов главных конструкторов заводов (ОГК) решают значительное количество вопросов, которые могут быть объединены в три группы: 1) обеспечение технологичности конструкций; 2) обеспечение их надежности и долговечности; 3) оформление чертежей КМД. Основы решения этих вопросов закладываются в проектных организациях на стадии выполнения чертежей КМ.

Непосредственному выполнению чертежей КМД на заводе предшествует подготовительная работа: знакомство с чертежами (КМ) и подготовка документов, необходимых для заключения с заказчиком договора — ведомости конструкций, подлежащих изготовлению, и дополнительных технических требований (ДТТ).

В процессе просмотра чертежей КМ устанавливаются основные положения технологии изготовления конструкций: членение на отправочные элементы, порядок и методы изготовления деталей, сборки и сварки, способы обозначения монтажных отверстий, объемы общих

и контрольных сборок, назначение материалов для защиты конструкций от коррозии и методов контроля качества изготовления.

Основные положения технологии изготовления устанавливаются, руководствуясь СНиП III-18-75 «Правила производства и приемки работ. Металлические конструкции», а также «Инструкцией по членению стальных конструкций на отправочные элементы и их комплектности» Минмонтажспецстроя СССР с которой корректировкой, вытекающей из реальных условий завода-изготовителя.

При составлении ведомости конструкций, подлежащих изготовлению, указывают цены на основе действующих прейскурантов.

Дополнительные технические требования (ДТТ) согласовываются заказчиком (организацией, монтирующей конструкции) и заводом. В ДТТ указывают основные положения технологии изготовления конструкций, существенные для заказчика (членение на отправочные марки, способ установки колонн здания на фундаменты, тип монтажных соединений и т. п.), а также тип и места установки стяжных приспособлений, скоб для подмостей, деталей для крепления монтажных кранов и т. п.

После завершения подготовительных работ может быть начато последовательное выполнение рабочих детализованных чертежей, т. е. в первую очередь должны быть решены вопросы технологичности, после чего переходят к конструированию элементов.

Глава I

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ СТАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Технологичной конструкцией следует считать такую, материал и форма которой позволяют применять в ходе ее изготовления, транспортирования и монтажа наиболее производительные способы и приемы. Следовательно, технологичная конструкция требует наименьших затрат труда и средств.

В процессе работы над технологичностью конструкции приходится решать как технические, так и экономические вопросы.

Заводы металлоконструкций имеют отличия в организации производства, разные размеры цехов, крановое и технологическое оборудование. В равной степени это относится к монтажным организациям. Таким образом, технологичность должна рассматриваться с позиций конкретного завода и конкретной монтажной организации.

В этой главе вопросы технологичности конструкций рассматриваются в условиях изготовления их на заводе, имеющем полный комплекс современного технологического оборудования и мощные краны. Именно для этого завода разработаны рабочие чертежи, приведенные в главе IV, и подсчитаны характеристики технологичности конструктивных элементов.

§ 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗАВОДА

Организация производства. Завод имеет все необходимые цехи для комплектного изготовления высококачественных сварных строительных конструкций широкой номенклатуры. Схема расположения цехов завода приведена на рис. 1.

Для данного завода характерно наличие специализированных цехов и участков. В цехе заготовок собирают и сваривают двутавровые стержни и фрезеруют их торцы. Затем эти стержни-заготовки направляют в сборосварочный цех, где производится их оформление — окончательная сборка и сварка конструкций.

Сборосварочный цех имеет участки, специализированные на изготовлении определенных видов конструкций: колонн, балок, ферм, труб и т. д. В сборосварочном цехе сварочные работы в основном выполняются полуавтоматическими установками и только в особо «тесных» местах — вручную.

В результате операций, выполняемых в цехе контрольных и общих сборок, повышается степень готовности конструкций и их качество. Оборудование цеха малярпогрузки обеспечивает высококачественную защиту конструкций от коррозии.

Размеры помещений и крановое оборудование. Цехи подготовки металла и малярпогрузки имеют пролеты 30 м, все остальные — 36 м. Все цехи завода оборудованы мостовыми кранами, которые перемещаются перпендикулярно к направлению основного технологического потока. Краны в цехах подготовки металла и малярпогрузки расположены в одну нитку по ширине пролета, а в остальных цехах — в две. В табл. 1 приведены основные сведения о цехах и крановом оборудовании завода, которыми следует руководствоваться в процессе работы над технологичностью конструкций.

Габариты и масса конструкций, которые могут быть изготовлены на заводе, зависят от пролета цехов, высоты подъема грузовых крюков кранов над уровнем пола, грузоподъемности тележек кранов, а также от площади пола, обслуживаемой краном. На рис. 2 приведены параметры зон, обслуживаемых мостовыми кранами.

Технологическое оборудование. Цехи подготовки и обработки имеют поточные линии, обеспечивающие высокое качество деталей и существенное снижение трудовых затрат на их изготовление. В цехе подготовки металла установлены поточные линии для дробеструйной очистки и фосфатирования поверхности металла. На поточных линиях может производиться обработка толстолистовой стали любой толщины с размерами листов до $2,5 \times 14$ м, а также уголкового стали, двутавров, швеллеров и труб всех сечений, длиной до 18 м.

В цехе обработки имеется шесть поточных линий: две для обработки листовой стали, одна — для уголков, две — для балок и швеллеров и одна — для обработки гнутых профилей.

Одна из линий для обработки листов предназначена для изготовления деталей толщиной до 14 мм включительно. В состав линии входит следующее оборудование: две листопрямильные машины, установка для сварки поперечных стыков листов, гильотинные ножницы, две автоматические газорезущие маши-

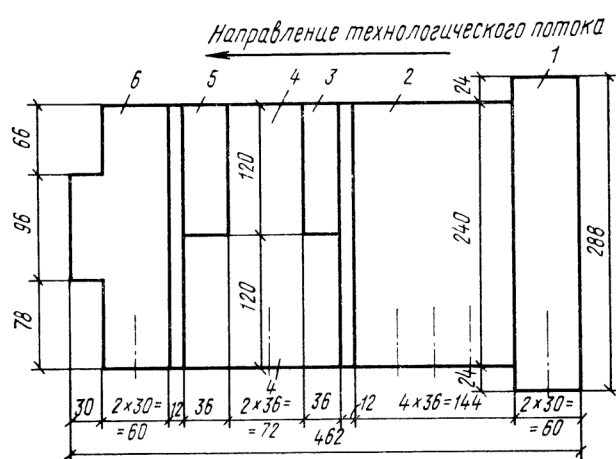


Рис. 1. Схема расположения цехов завода
1 — цех подготовки со складом металла; 2 — цех обработки со складом деталей; 3 — цех заготовок для колонн и балок; 4 — сборо-сварочный цех; 5 — цех контрольных и общих сборок; 6 — цех малярпогрузки со складом готовой продукции

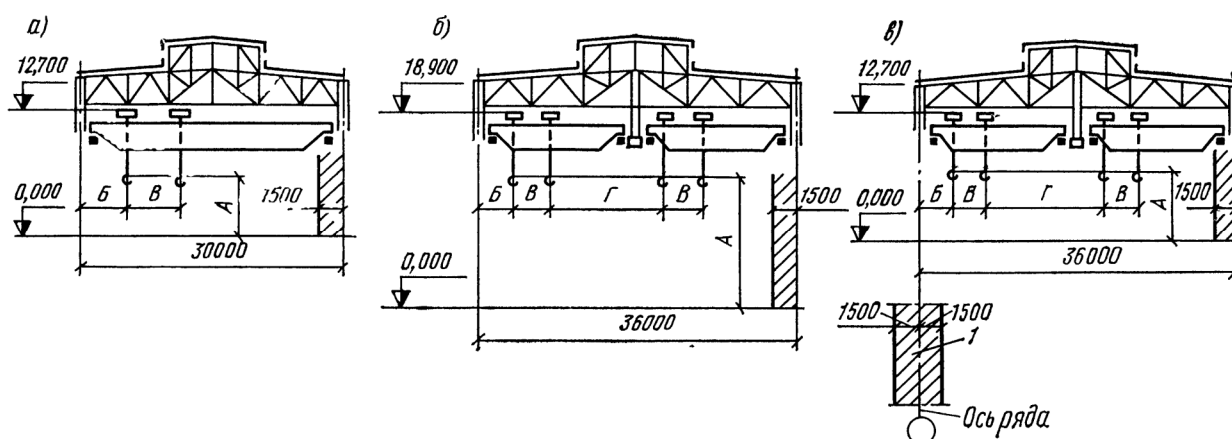


Рис. 2. Схемы поперечных разрезов цехов завода и положений грузовых крюков кранов
а — цехи подготовки металла и малярпогрузки; б — цех контрольных и общих сборок; в — цехи обработки и сборосварки; 1 — зоны расположения конструкций здания, вспомогательного оборудования и проходов вдоль всех рядов колонн с каждой их стороны

Величины расстояний грузовых крюков кранов, м

Цехи	Q, т	А макс.	Б мин.	В		Г	
				мин.	макс.	мин.	макс.
Подготовки	2×10	9	1,2	1,4	27,6	—	—
Обработки	2×5	9,45	1,1	1,3	14,3	3,7	31,2
Сборосварки	2×10	9	1,2	1,4	14,1	3,9	30,8
	2×20/5	9,05	1,15	1,6	14,2	3,8	30,5
	2×30/5	9,1	1,6	1,8	13,3	4,7	29,2
Контрольных и общих сборок	2×10	15,2	1,2	1,4	14,1	3,9	30,8
	2×20/5	15,25	1,15	1,6	14,2	9,8	30,5
	2×30/5	15,3	1,6	1,8	13,3	4,7	29,2
Малярпогрузки	2×10	9	1,2	1,4	27,6	—	—
	2×20/5	9,05	1,15	1,6	27,7	—	—
	2×30/5	9,1	1,6	1,8	26,8	—	—

ны — одна для рѣспуска листов на полосы и вторая для вырезания деталей сложной формы, а также правильно-гибочный пресс для устранения деформаций полос, полученных ими при кислородной резке. Вторая линия предназначена для обработки листов толщиной более 14 мм. В ее состав входят две листо-правильные машины и две газорезущие автоматические машины — для роспуска и для фасонной резки листов.

На поточной линии для обработки уголков выполняются только две технологические операции — правка и резка. В соответствии с этим в ее состав входят углоправильная машина и пресс-ножницы.

На первой поточной линии для обработки двутавров и швеллеров производятся правка, резка и сверление отверстий многшпиндельными станками в полках и стенках профилей. Правка выполняется на горизонтальном пра-

Таблица 1. Сведения о цехах и крановом оборудовании завода

Цехи и участки	Размеры цехов в плане, м		Высота цехов, м		Краны	Число линий кранов в пролете	Пролет кранов, м	Грузоподъемность кранов, т	Число кранов
	пролет	длина	до головки подкрановых рельсов	до низа стропильных ферм					
Подготовки	2×30	288	9,5	12,7	Магнитные	1	28,5	2×10	4
					Крюковые	1	28,5	2×10	4
Обработки	4×36	264	9,5	12,7	"	2	16,5	2×5	27
Сборосварки: заготовок кожухов прочие	1×36	60	9,5	12,7	"	2	16,5	2×10	4
	1×36	60	9,5	12,7	"	2	16,5	2×20/5	2
	1×36	816	9,5	12,7	"	2	16,5	2×10	32
		(общая)						2×20/5	4
Контрольных и общих сборок	1×36	120	15,7	18,9	"	2	16,5	2×10 2×20/5 2×30/5	4 1 1
Маляропогрузки	3×30	624 (общая)	9,5	12,7	"	1	28,5	2×10	4
								2×20/5	3
								2×30/5	1

вильно-гибочном прессе, а резка — дисковой пилой с вертикальной подачей диска. Вторая поточная линия предназначена только для правки и резки. В эту поточную линию входят правильно-гибочный пресс, отрезная дисковая пила и пресс-ножницы.

На поточной линии для обработки гнутых профилей выполняется правка на правильно-растяжной машине и резка дисковыми пилами (под любым углом к продольной оси профиля).

На рис. 3 показана схема поточной линии для обработки листов толщиной от 16 до 60 мм, а на рис. 4 — схемы поточных линий для обработки уголков, двутавров, швеллеров, гнутых профилей. Станки поточных линий связаны механизированными ролями, поперечными транспортерами, имеются приспособления для загрузки поточных линий металлом и для укладки изготовленных деталей в штабеля и пачки.

Краткие технологические характеристики поточных линий цеха обработки приведены в табл. 2.

Часть технологического оборудования цеха обработки установлена вне поточных линий. Номенклатура, технологические возможности и характеристики этого оборудования приведены в табл. 3 и на рис. 5 и 6.

Таблица 2. Характеристики поточных линий цеха обработки

Назначение оборудования	Технологические возможности	№ рисунка
Обработка листов толщиной до 14 мм вкл. То же, толщиной от 14 до 60 мм	Изготавливает прямо-угольные и фасонные листовые детали размером до 2,5×14 м То же	— 3
Обработка уголков	Правит и режет на детали уголки сечением до 200×200×25	4, а
Обработка двутавров и швеллеров	Правит и режет двутавры и швеллеры всех номеров длиной до 14 м, сверлит отверстия диаметром до 30 мм в полках и стенках	4, б
Обработка гнутых профилей	Правит и режет любые гнутые профили с габаритами сечения до 400×400 мм, длиной до 13 м	4, в

Цех по изготовлению заготовок для колонн и балок имеет следующее оборудование: флю-

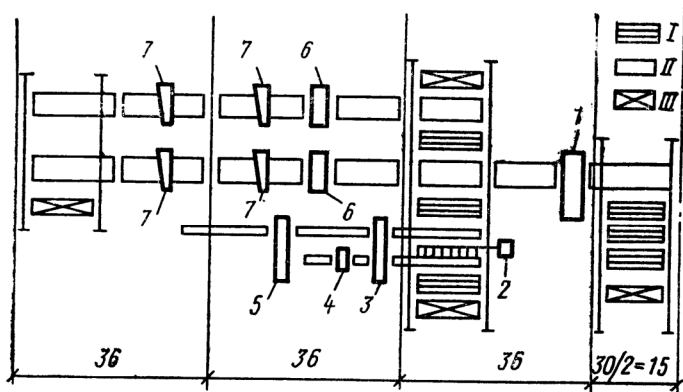


Рис. 3. Схема поточной линии для обработки листов
1 — листопрямляющая машина; 2 — кантователь листов; 3 — установка для автоматической сварки листов; 4 — установка для газовой резки; 5 — листопрямляющая машина; 6 — маркировочная машина; 7 — автоматические газорезающие машины; I — стеллажи для металла и деталей; II — рольганги; III — магнитный листоукладчик

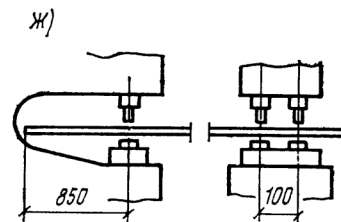
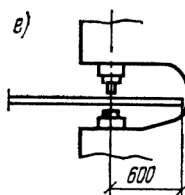
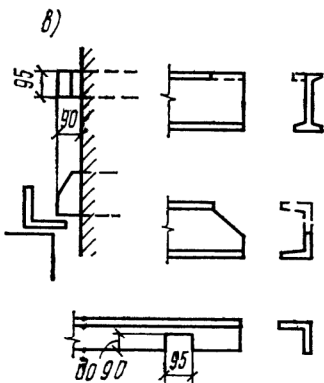
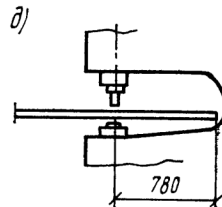
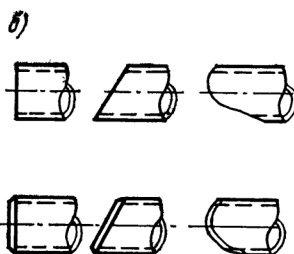
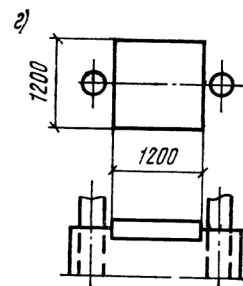
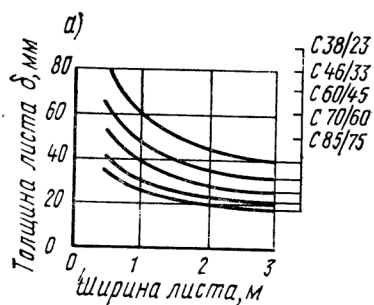


Рис. 5. Технологические возможности оборудования цеха обработки, установленного вне поточных линий

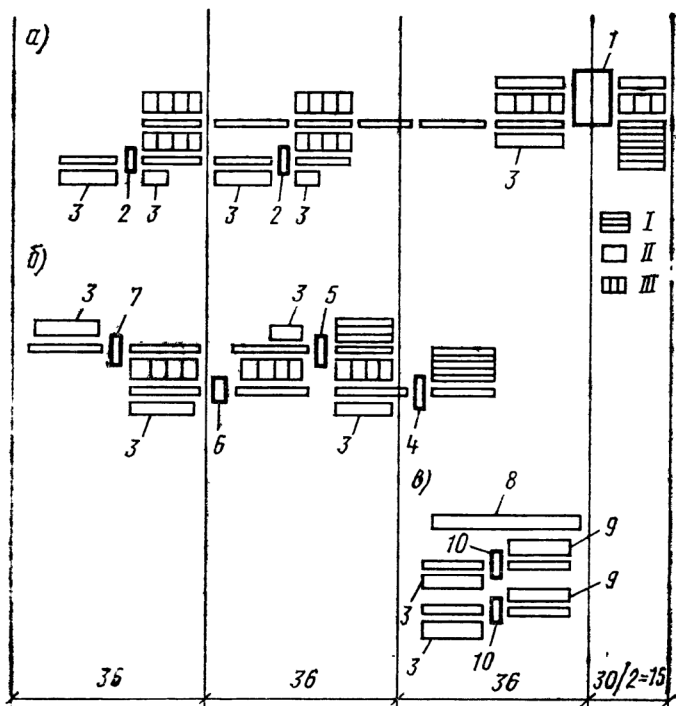


Рис. 4. Схемы поточных линий

а — для обработки уголков; б — для обработки двутавров и швеллеров; в — для обработки гнутых профилей; 1 — угольно-прямляющая машина; 2 — пресс-ножницы; 3 — сбрасыватели; 4 — горизонтальный правильно-гибочный пресс; 5 — дисковая пила; 6 — горизонтальный многошпиндельный сверлильный станок; 7 — то же, вертикальный; 8 — правильно-растяжная машина; 9 — подающий рольганг; 10 — дисковые пилы; I — стеллажи для металла; II — рольганги; III — поперечные транспортеры

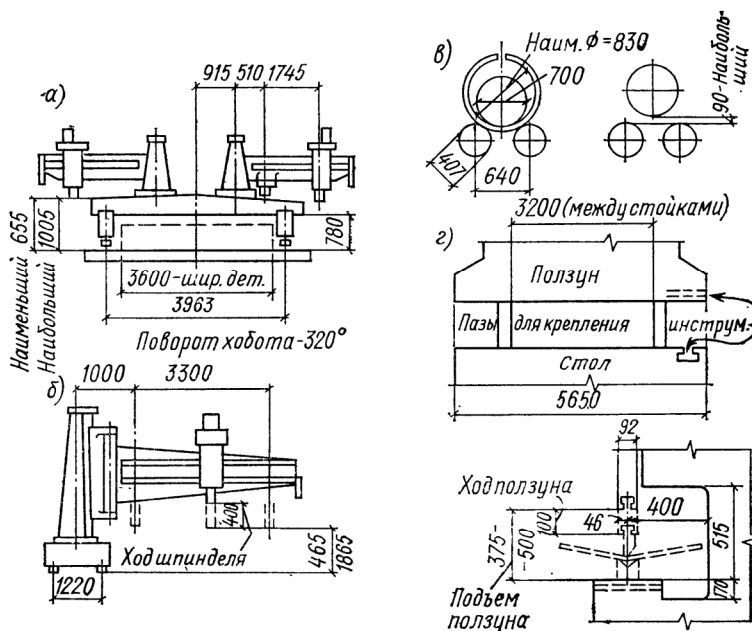


Рис. 6. Технологические характеристики оборудования

Таблица 3. Характеристики оборудования цеха обработки, установленного вне поточных линий

Назначение оборудования	Наименование оборудования	Технологические возможности	№ рисунка
Резка	Гильотинные ножницы	Режут листы сечением до 40×3000 мм	5, а
	Пресс-ножницы	Режут уголки сечением до $200 \times 200 \times 25$	—
	Газорезательная машина	Выполняет прямые и фасонные резы труб диаметром от 50 до 426 мм	5, б
	Зарубочная машина	Выполняет вырезы в металле толщиной до 20 мм	5, в
Штамповка	Пресс	Предельное усилие 630 тс	5, г
Стыковая сварка	Стыковочная сварочная машина	Стыкует двутавры до № 60, швеллеры до № 40, уголки до $200 \times 200 \times 25$	—
Образование отверстий	Дыропробивной пресс, одноштемпельный	Предельное усилие 80 тс	5, д
	То же, двухштемпельный	Предельное усилие 150 тс	5, е
	Радиально-сверлильный двухшпиндельный станок	Предельное усилие 150 тс	5, ж
	То же, одношпиндельный	Наибольший диаметр сверления 50 мм	6, а
		Наибольший диаметр сверления 35 мм	6, б
Строжка и фрезерование	Кромкострогальный станок	Длина строгания — 8 м, F стружки — 50 мм ²	—
	То же	Длина строгания — 14 м, F стружки — 50 мм ²	—
	Продольно-строгальный станок	Размеры в плане обрабатываемой детали 1600×6200 мм, $H = 1200$ мм	—
	Торцефрезерный станок	Размер обрабатываемой площади 1200×3600 мм	—
Вальцовка и гибка	Листогибочные вальцы	Вальцуют листы сечением до 25×8000	6, в
	Кромкогибочный пресс	Предельное усилие — 315 тс	—
	Угловальцовочная машина	Длина штампов — 5650 мм	6, г
	Машина для гибки труб с нагревом ТВЧ	Вальцует уголки сечением до $180 \times 180 \times 16$ Гнет трубы диаметром от 95 до 299 мм	—

сомагнитный стенд для сборки и сварки листов размером до $3,5 \times 24$ м; сборочный пневматический кондуктор, позволяющий выполнять сборку двутавровых стержней с полной высотой сечения от 400 до 2500 мм и длиной до 24 м (ширина и толщина полок и толщина стенок не ограничиваются); сварочные тракторы ТС-17МУ и ДТС-24; сварочные головки типа А-639. В цехе установлены также роликовые машины для правки «грибовидности» полок стержней и торцефрезерные станки для фрезерования торцов сечением до 1200×3600 мм.

В цехе контрольных и общих сборок имеется двухстоечный торцефрезерный станок, допускающий одновременную обработку торцов сечением до 2250×3900 мм при длине конструкции до 20 м.

В цехе малярпогрузки установлены окраочно-сушильные камеры размером $5000 \times 5000 \times 25000$ мм. Конструкции загружаются в них на двух тележках грузоподъемностью по 16 т каждая. Здесь же установлен конвейер для поточной мойки, огрунтовки и окраски конструкций длиной до 12 м, сечением до $3,2 \times 3,2$ м и массой до 10 т.

Если завод имеет другую организационную схему и другое крановое и технологическое оборудование, конструктор должен располагать примерно таким же объемом сведений.

§ 2. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ И ВОЗМОЖНОСТИ МОНТАЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Основную массу строительных конструкций с заводов металлоконструкций до строительных площадок перевозят по железной дороге. Правила перевозки конструкций по железной дороге регламентированы «Техническими условиями погрузки и крепления грузов». (М., «Транспорт», 1969).

Для перевозки конструкций используют четырехосные платформы или четырехосные полувагоны грузоподъемностью 60 т. Намечается применение шестиосных платформ и полувагонов грузоподъемностью 90 т, а также четырехосных платформ грузоподъемностью 60 т, длиной (по осям автосцеп) 20,4 м. Размеры платформ и полувагонов приведены на рис. 7. В особых случаях конструкции с большими габаритными размерами и массой можно перевозить на трейлерах, имеющих грузоподъемность более 100 т.

Для удобства перевозки желательно, чтобы конструкция не выходила за пределы бортов платформы или полувагона. Правилами перевозки грузов по железной дороге разрешается погрузка длинномерных конструкций на одну

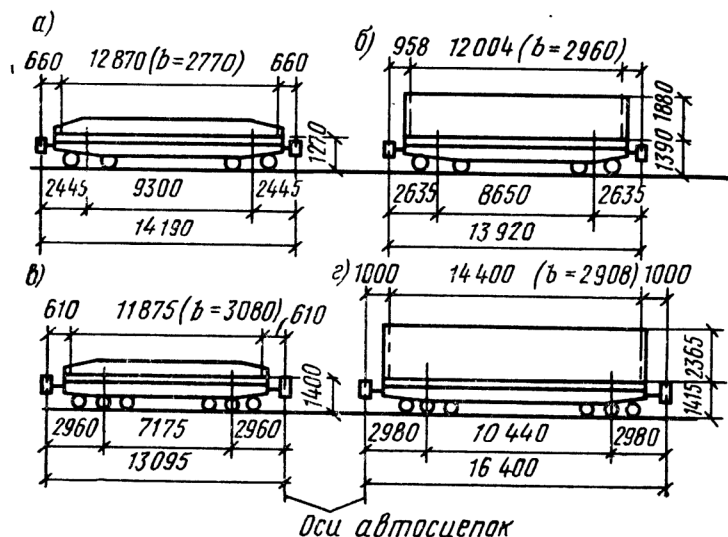


Рис. 7. Размеры железнодорожного подвижного состава
 а — платформа грузоподъемностью 60 т; б — полувагон грузоподъемностью 60 т; в — платформа грузоподъемностью 90 т; г — полувагон грузоподъемностью 90 т

платформу со свесом за оси автосцепов в одну или в обе стороны (рис. 8), однако свес не должен быть более указанного в «Инструкции по перевозке грузов негабаритных и погруженных на транспортеры по железным дорогам СССР» (М., «Транспорт», 1968). Предусмотрена погрузка и на две или три платформы. В последнем случае длина конструкций может достигать 40 м. При погрузке на две или три платформы конструкция должна опираться на пол платформ с помощью турникетов — специальных устройств, позволяющих платформам при проходе кривых участков путей поворачиваться относительно продольной оси конструкции.

Высота и ширина перевозимых конструкций, как правило, должна вписываться в габариты железнодорожного подвижного состава, предусмотренные на дорогах СССР и изображенные на рис. 9, а. В виде исключения разрешается перевозка конструкций, размеры которых отвечают требованиям одной из пяти степеней негабаритности (рис. 9, б — е).

При членении конструкций на отправочные марки следует учитывать, что стоимость перевозок возрастает по мере увеличения степени негабаритности. Так, плата за перевозку грузов нулевой и первой степени негабаритности увеличивается по сравнению с тарифами для габаритных грузов на 50%, второй степени — на 100%, третьей — на 200% и четвертой — на 300%. При определении высоты перевозимых конструкций следует учитывать опирание их на пол платформы через деревянные брусья высотой не менее 135 мм или фактическую высоту турникетов, а при определении ширины — увеличение габарита груза при прохождении

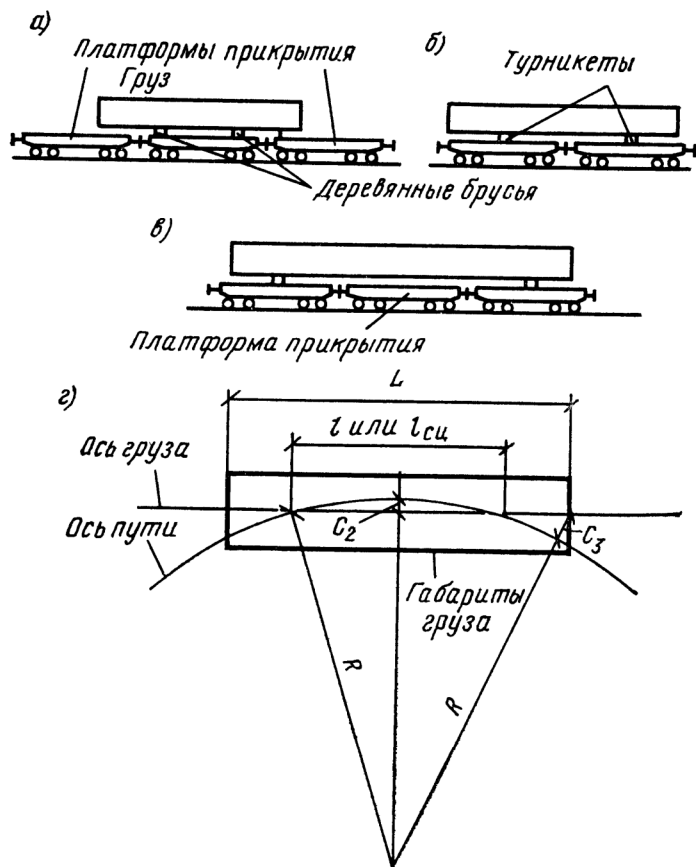


Рис. 8. Схемы погрузки конструкций на платформы
 а — погрузка на одну платформу со свесами; б, в — погрузка на два и три вагона с турникетами; г — к расчету негабаритности груза

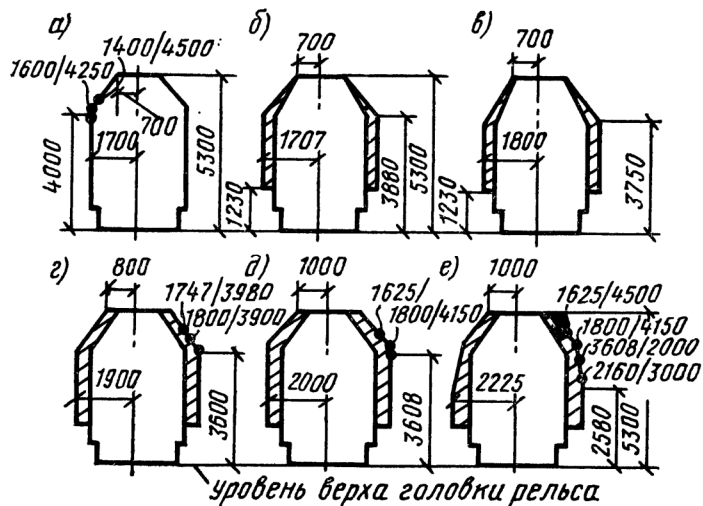


Рис. 9. Габариты на железных дорогах
 а — габарит подвижного состава; б — негабаритность нулевой степени; в — негабаритность первой степени; г — негабаритность второй степени; д — негабаритность третьей степени; е — негабаритность четвертой степени (цифры дробью — координаты точек габаритов относительно оси пути и верха головки рельса)

состава на кривых участках пути. Методика вычисления габаритов при прохождении состава на кривых, а также основные правила крепления конструкций к платформам рассмотрены в § 3.

При разработке схем погрузки конструкций на платформы следует обеспечивать равно-

мерную загрузку платформ. Технические условия предусматривают как общую предельную загрузку платформ, так и предельную загрузку отдельных тележек и колесных пар. Смещение центра конструкций с продольной оси платформы не должно превышать 100 мм. Смещение с поперечной оси зависит от массы конструкций, погруженных на платформу, вида подвижного состава (платформы или полувагоны) и его типа (числа осей).

Возможности монтажных организаций — грузоподъемность кранов, размеры площадок для укрупнительной сборки, схемы сборочных и фиксирующих приспособлений в монтажных стыках конструкций, а также виды скоб и упоров для подмостей и кранов — оговаривают в дополнительных технических требованиях, составляемых при согласовании основных положений договора между заказчиком (монтажной организацией) и изготовителем конструкций (заводом).

§ 3. РАБОТА КОНСТРУКТОРА НАД ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬЮ КОНСТРУКЦИЙ

Изучив технологические возможности завода, условия транспортирования конструкций по железной дороге и дополнительные технические требования монтажных организаций, конструктор приступает к работе над технологичностью конструкций.

В первую очередь решается вопрос о членении конструкций на отправочные марки. Для широкораспространенных конструкций зданий и сооружений этот вопрос решается на основе указаний «Инструкции по членению стальных конструкций на отправочные элементы» (Минмонтажспецстрой, 1966). Для остальных конструкций проводится технико-экономический анализ возможных вариантов.

Для сокращения сроков возведения сооружения и снижения стоимости монтажных работ отправочные марки конструкций желательно изготовлять на заводе с максимальной степенью готовности и укрупнения.

Максимальные габариты и масса конструкций определяются размерами цехов и грузоподъемностью кранов. На рис. 10 показаны возможные схемы расположения конструкций в основных цехах завода и подъема их мостовыми кранами. В сборочных цехах при двухниточном расположении кранов в одном пролете (рис. 10, а) длина конструкций не должна превышать 16 м. Максимальная масса конструкций при этом равна общей грузоподъемности двух тележек крана. Там же могут быть изготовлены конструкции и большей длины — до 33 м, если организовать их транспортиро-

вание вдоль пролета двумя (рис. 10, б) или четырьмя (рис. 10, в) тележками соседних кранов. В последнем случае для равномерного распределения веса конструкций между тележками кранов необходимо применение траверс.

В цехе маляропогрузки рассматриваемого завода максимальная длина изготавливаемой конструкции составляет 27 м (рис. 10, г), а максимальная масса определяется грузоподъемностью кранов и составляет 60 т, поэтому конструкции длиной 33 м, собираемые в сборосварочных цехах (рис. 10, б, в), должны иметь монтажный стык и разбираться перед отправкой их в цех маляропогрузки.

Технологические возможности завода позволяют в редких случаях изготовлять отправочные марки длиной до 33 м и массой до 100 т. При этом заключительные операции изготовления, покраска и погрузка конструкций на железнодорожные платформы должны выполняться в цехе контрольной и общей сборки. Подъем такой отправочной марки можно осуществить двумя кранами грузоподъемностью $2 \times 20 = 40$ т и $2 \times 30 = 60$ т.

Аналогичные рассуждения позволяют определять максимальную длину и массу отправочных марок при изготовлении их на любом заводе.

Для окончательного решения вопроса о размерах отправочных марок необходимо проверить габариты перевозимых конструкций при прохождении железнодорожного состава на кривых участках пути. Как видно из рис. 8, г, середина груза смещается при этом внутрь кривой на размер C_2 , а конец груза — наружу от кривой на размер C_3 . Размеры C_2 и C_3 зависят от длины груза L , базы подвижного состава l и радиуса кривой R . Базой для платформы является расстояние между осями тележек, а при погрузке на две платформы — расстояние между осями турникетных устройств. Увеличение габарита груза за счет отклонений на кривых частично учитывается при строительстве дорог. На этих участках расстояние от оси пути до строений и до оси соседнего пути увеличено на 105 мм.

Фактическое отклонение (в миллиметрах) внутрь кривой середины груза, погруженного на одну платформу, определяют по формуле

$$C_2 = \frac{l^2}{8R}, \quad (1)$$

а отклонение конца груза наружу от кривой — по формуле

$$C_3 = \frac{L^2}{8R} - \frac{l^2}{8R}. \quad (2)$$

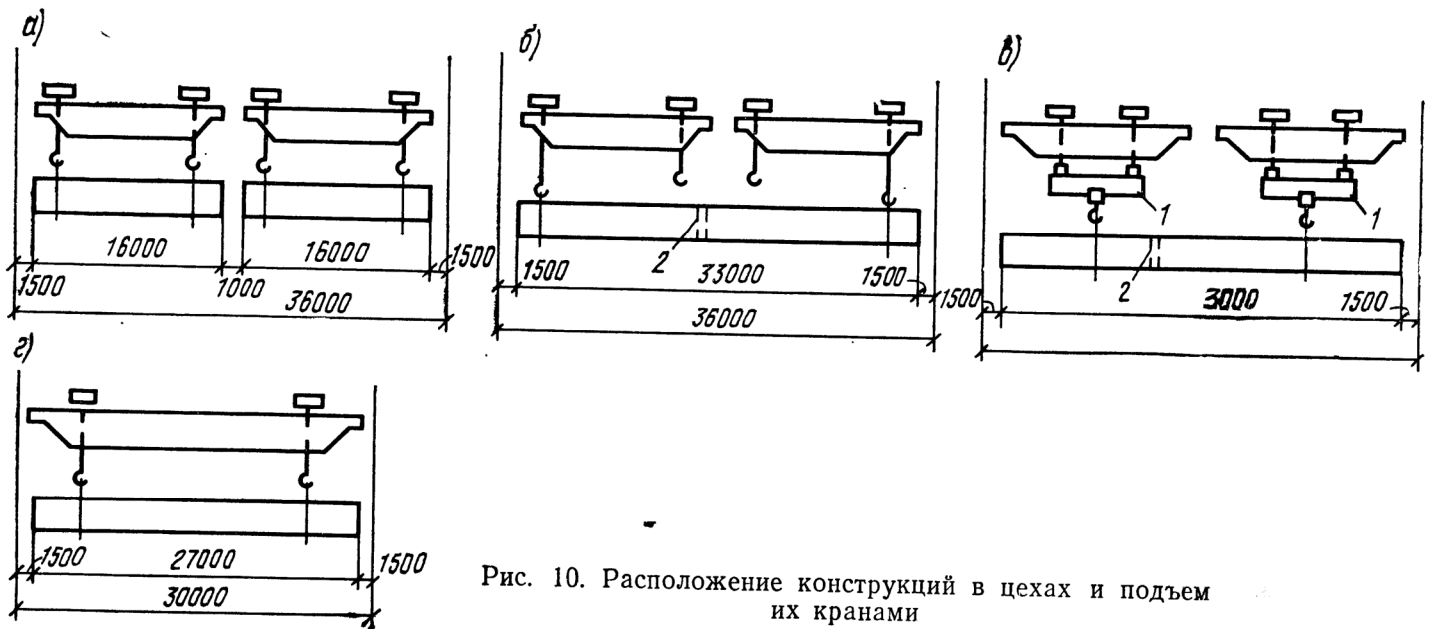


Рис. 10. Расположение конструкций в цехах и подъем их кранами
1 — траверса; 2 — монтажный стык

При погрузке конструкций на сцепы платформ размеры отклонения груза могут быть определены по формулам:

$$C_2 = \frac{l_{\text{сц}}^2}{8R} + \frac{l^2}{8R} \quad (3)$$

и

$$C_3 = \frac{L^2}{8R} - \frac{l_{\text{сц}}^2}{8R} - \frac{l_2}{R} \quad (4)$$

Подвижной состав, а вместе с ним и груз могут дополнительно отклоняться в сторону от оси пути вследствие разбега ходовых частей платформы или полувагона на величину

$$K = 55 \left(\frac{L}{l} - 1,41 \right), \quad (5)$$

где 55 мм — смещение, обусловленное конструкцией ходовых частей; L — длина груза; l — база платформы или сцепа.

Расчетный габарит конструкций (в миллиметрах) на кривых участках пути определяется по формуле

$$X = B + C_2 \text{ (или } C_3) + K, \quad (6)$$

где B — расстояние от оси платформы до кромки груза при размещении состава на прямом участке пути.

Полученный расчетом размер X сравнивают с фактическим габаритом отправочных марок и определяют степень негабаритности.

При решении вопроса о разбивке конструкций на отправочные марки необходимо учитывать стоимость перевозки. Завод оплачивает повагонно определенную сумму за предоставленный ему подвижной состав в зависимости от дальности перевозок. Кроме того, взимается дополнительная плата, если масса погруженных на вагон конструкций меньше величины, соответствующей нормативному коэффициенту

использования грузоподъемности подвижного состава. Таким образом, завод заинтересован в более полном использовании грузоподъемности подвижного состава и в уменьшении числа вагонов, так как в этом случае стоимость перевозки 1 т конструкции будет ниже.

Если расчетами устанавливают, что членение конструкции на отправочные марки необходимо, то конструктор должен решить, где и какого типа запроектировать монтажный стык. Монтажный стык целесообразно предусмотреть в сечении, которое имеет меньшее число деталей и меньшую площадь. В этом случае стыковые детали будут иметь меньшую массу, и выполнение стыка потребует меньше времени. На рис. 11, б — г показаны три варианта членения колонны (рис. 11, а) на две отправочные марки. Первый вариант б предполагает стык в пределах верхней части колонны. Второй вариант в предусматривает полное отделение верхней части от нижней. По третьему варианту г стык устроен в зоне башмака. Лучший вариант — второй: в нем нет дополнительных стыковых деталей, монтажные швы заменяют часть заводских швов, а сама колонна расчленяется на два элемента, имеющих отличную друг от друга технологию изготовления — сплошной верх и решетчатый низ. Это облегчает организацию их изготовления. Наиболее сложен третий вариант. Монтажный стык перерезает две ветви колонны и решетку. В этом месте колонна имеет наиболее сложное сечение, а ее элементы — максимальные усилия. Подобный монтажный стык следует устраивать только в том случае, когда башмак колонны имеет размеры, выходящие за габарит подвижного состава, и его необходимо выделить как самостоятельную отправочную

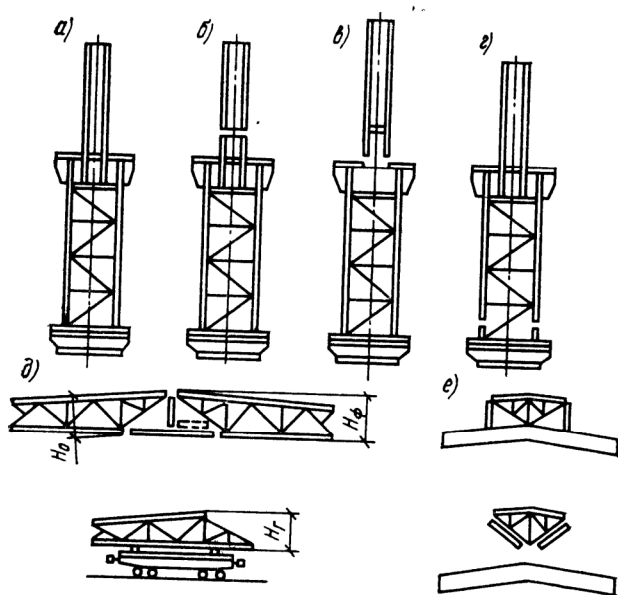


Рис. 11. Членение конструкций на отправочные марки
а—г — колонны; д — стропильной фермы; е — ригеля с фонарем

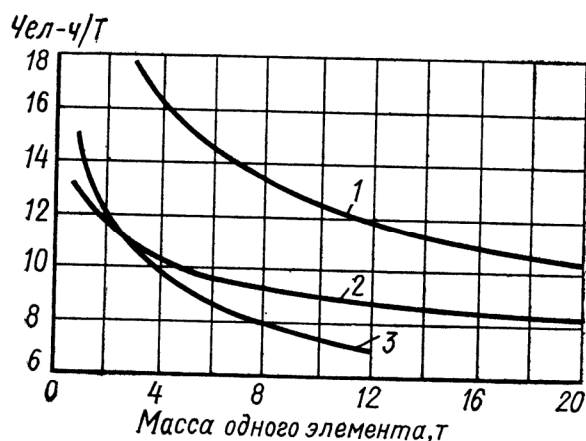


Рис. 12. Зависимость трудоемкости изготовления 1 т конструкций промышленных зданий от их массы
1 — колонны; 2 — подкрановые балки; 3 — фермы

марку. Первый вариант со всех точек зрения является промежуточным.

Лучшие решения получаются, когда конструкции имеют наименьшее число отправочных марок максимально возможной длины. На рис. 11, д показано рациональное членение на отправочные марки фермы пролетом 36 м. Ее высота в середине H_0 больше допустимого железнодорожного габарита H_1 . Проектом предусмотрено членение фермы только на три элемента с четырьмя сравнительно простыми монтажными узлами. Половины фермы укладывают на платформы верхним поясом вниз; в этом случае они становятся габаритными по высоте, так как $H_0 \leq H_1$.

Практика показывает, что целесообразно отделять для транспортирования тяжелые компактные части конструкций от легких ча-

стей, имеющих большие размеры, так как в противном случае обычно последние повреждаются при перевозке. На рис. 11, е показан ригель покрытия промышленного здания, рассчитанный на совместную работу с фонарем; на время перевозки желательно фонарь отделить от ригеля.

При решении вопроса о членении конструкции важное значение придается выбору стыков. Наиболее легкие, наименее трудоемкие и самые дешевые — сварные стыки. В табл. 4 приведена трудоемкость выполнения различных типов равнопрочных стыковых соединений сплошной балки высотой 600 мм. Приведенные данные подтверждают целесообразность сварных стыков.

Исследования зависимости трудоемкости изготовления 1 т колонн, балок и ферм от массы элемента (рис. 12) показывают, что элементы без стыков (более тяжелые) менее трудоемки, так как изготовление любого целого элемента требует меньше времени, чем его частей в отдельности. Это объясняется сокращением числа и трудоемкости большинства основных технологических и вспомогательных (транспортных) операций.

Следующий этап работы конструктора — составление технических и заказных спецификаций на металл. При составлении спецификаций на металл следует учитывать необходимые технологические припуски на длину, ширину и толщину металла, а также технологические возможности оборудования завода. Размеры необходимых припусков приведены в табл. 5.

Например, при заказе листов для башмаков колонн необходимо предусматривать припуски по толщине на строжку или фрезерование ее плоскостей. Если плита по проекту должна иметь толщину 45 мм, а обрабатываться будет одна плоскость, то для таких плит требуются листы толщиной 50—55 мм. Для стенки подкрановой балки шириной 1,5 м и длиной 12 м требуются более широкие и длинные листы, причем на каждую кромку должен быть предусмотрен припуск: на ширину листа — по 15 мм на обрезку каждой кромки и 5 мм на строжку кромки, прилегающей к верхнему поясу; на длину листа — по 15 мм на обрезку, примерно 10 мм на усадку от сварки и по 10 мм на каждый торец для фрезерования. Таким образом, ширина заказываемого листа должна быть не менее $1500 + (2 \times 15) + 5 = 1535$ мм, а длина $12000 + (2 \times 15) + 10 + (2 \times 10) = 12060$ мм. Излишние припуски не рекомендуются, так как на удаление их требуется дополнительное время и, кроме того, увеличиваются отходы металла.

Т а б л и ц а 4. Трудоемкость выполнения стыков различных типов

№ варианта	Тип стыка	Масса элементов стыка, кг				Трудовые затраты, чел.-ч										Стоимость устройства стыков, % к варианту 2
		сварных швов	накладок	болтов, шайб, заклепок	итого	на заводе					на монтаже			всего		
						обработка	сборка	сварка	расверловка отверстий	итого	сборка	постановка болтов или заклепок	итого			
1	Сварной встык (фаски — Y)	1,27	—	—	1,27	0,25	0,45	128	—	1,98	—	—	—	1,98	132	
2	Сварной встык (фаски — X)	0,45	—	—	0,45	0,25	0,45	0,89	—	1,59	—	—	—	1,59	100	
3	Сварной с накладками	3,97	61,7	—	65,67	0,83	0,45	194	—	3,22	—	—	—	3,22	470	
4	На болтах нормальной точности	—	105,2	32,9	138,1	3,36	0,18	—	—	3,54	0,36	3	3,36	6,90	1022	
5	На болтах повышенной точности	—	88,2	26,7	114,9	2,7	0,36	—	0,52	3,58	0,36	3,2	3,56	7,14	1170	
6	На болтах высокой прочности	—	74,8	25,3	100,1	2,6	0,18	—	—	2,78	0,36	8,9	9,26	12,04	1282	
7	На заклепках	—	88,4	13,7	102,1	2,7	0,36	—	0,52	3,58	0,36	1,48	1,84	5,42	736	

При составлении заказных спецификаций на металл учитываются также технологические возможности правильного оборудования цеха подготовки (см. § 1). Например, при заказе листового металла следует в ряде случаев ограничивать размеры сечения листа, учитывая мощность листопрямильных валцов и класс стали (см. рис. 5, а).

При заказе металла следует также учитывать технологические возможности оборудова-

ния и транспортных средств поточных линий по обработке листов, уголков, швеллеров и двутавров, гнутых профилей. Например, поточные линии по обработке листов на рассматриваемом заводе позволяют обрабатывать листы размером не более $2,5 \times 14$ м. При заказе металла следует принимать во внимание технологические возможности и других видов оборудования, которое потребуется при изготовлении тех или иных конструкций.

После составления заказной спецификации на металл конструктору необходимо наметить наиболее оптимальный вариант технологического маршрута обработки деталей, сборки и сварки конструкций, чтобы предусмотреть его при разработке чертежей КМД. Для этого он производит анализ технологических возможностей оборудования, имеющегося в цехах обработки и сборосварочном цехе (см. § 1).

Газорезательная машина для труб выполняет прямые резы труб — перпендикулярные и под углом к продольной оси, а также фасонные, для непосредственного примыкания труб друг к другу в узлах решетчатых конструкций с одновременным снятием фасок (см. рис. 5, б) при диаметре труб от 50 до 426 мм. При других диаметрах труб обработка их концов производится иными способами.

Зарубочная машина может выполнять вырезы в прокате различных профилей. Размеры вырезов должны быть согласованы с размерами инструмента машины (см. рис. 5, в). Вырезы могут быть выполнены и за несколько ходов ползуна машины с передвижкой обраба-

Т а б л и ц а 5. Размеры припусков на технологические операции и усадку от сварки

Технологические операции	Припуск, мм
Обрезка торцов и кромок кислородом и на ножницах Кислородная резка	15—20 на один торец или одну кромку 3—10 на один рез в зависимости от толщины металла
Строжка кромок листов Строжка или фрезерование плоскости плит	5 на каждую кромку 5—10 на одну плоскость
Сварка листа встык	1 на каждый стык
Сварка стыка с накладками	0,5 на каждый стык
Сварка поясных швов	0,1 на 1 м длины балки
Приварка ребер жесткости	1 на пару ребер
Сварка узла фермы	0,5 на узел
Сварка стыка поясов фермы с уголками	0,5 на стык
Кислородная резка торцов конструкций	20—30 на каждый торец
Фрезеровка торцов	10 на каждый торец

тываемой детали. Размеры деталей, штампуемых на прессе (см. рис. 5, *г*), должны быть согласованы с размерами стола пресса.

При продавливании отверстий на дыропробивных прессах (см. рис. 5, *д, е, ж*) необходимо учитывать размер зева пресса, т. е. расстояние от оси штемпеля до внутренней поверхности станины. На прессах можно продавливать отверстия, находящиеся от краев деталей на расстояниях не более ширины зева. Диаметр продавливаемых отверстий зависит от мощности пресса, толщины детали и класса стали.

Радиально-сверлильные станки (см. рис. 6, *а и б*) могут сверлить отверстия диаметром не более 50 мм. Для сверления отверстий большего диаметра могут применяться только расточные станки механического цеха. Сечение вальцуемых деталей должно соответствовать мощности листогибочных валцов, для которых наименьший радиус вальцовки равен примерно 1,15—1,2 диаметра верхнего вала. Габариты деталей, изгибаемых на кромкогибочном прессе (см. рис. 6, *г*), при длине заготовки более 3100 мм на всех этапах гибки не должны быть больше размера зева станка. Заготовка меньшей длины проходит между стойками пресса, и габариты изгибаемой детали могут превышать размер зева.

В целях стандартизации инструментов на заводе целесообразно иметь типовую технологию образования отверстий под болты и заклепки. Варианты типовой технологии применительно к крепежным изделиям наиболее распространенных диаметров показаны в табл. 6, где приведена также номенклатура инструментов, необходимых для образования отверстий.

При выборе окончательного варианта технологии следует учитывать, что возможность продавливания отверстий ограничивается мощностью дыропробивного пресса и прочностью штемпелей. На рис. 13 дан график зависимости необходимого усилия продавливания $P_{ш}$ от диаметра штемпеля $d_{ш}$ и класса прочности обрабатываемой стали при толщине детали 10 мм. Пунктирной линией указаны допускаемые усилия на штемпели, изготовленные из стали Х12М. Из сравнения усилий, необходимых для образования отверстий, с допускаемыми усилиями на штемпели можно сделать вывод, что продавливать отверстия в деталях из сталей высокой прочности классов С-70/60 и С-85/75 можно только при их небольшой толщине. Если характер конструкций требует образования отверстий для болтов повышенной точности и заклепок сверлением по кондукторам, то отверстия выполняют сразу на проектный диаметр.

Т а б л и ц а 6. Варианты типовой технологии образования отверстий под болты и заклепки

Крепежные изделия и инструменты для образования отверстий	Способ образования отверстий	Диаметр отверстий (в мм) при номинальных диаметрах крепежных изделий, мм		
		16	20	24
Болты нормальной точности	Продавливать	19	23	27
	Сверлить	19	23	27
Болты повышенной точности	Сверлить	13	17	21
	Рассверливать	16	20	24
Болты высокой прочности	Сверлить	19	23	27
Заклепки	Продавливать	13	17	21
	Сверлить	13	17	21
	Рассверливать	17	21	25
Штемпели диам. 13, 17, 19 мм		21	23	27
Сверла диам. 13, 17, 19 мм		21	23	27
Развертки диам. 16, 17, 20 мм		21	24	25

Разрабатывая технологические маршруты сварки конструкций, следует учитывать существенные преимущества автоматической сварки перед другими видами сварки, применяемыми при изготовлении строительных конструкций.

На графиках рис. 14 приведены нормы времени на сварку 1 м шва различными способами. Из графиков следует, что при автоматической сварке как угловых, так и стыковых швов на выполнение равных объемов работ требуется значительно меньше времени, чем при других видах сварки. Необходимо также принимать во внимание, что при автоматической сварке ввиду более глубокого провара соединяемых деталей толщина угловых швов при равной их прочности меньше, чем при полуавтоматической и тем более при ручной сварке.

В табл. 7 приведены толщины эквивалентных по прочности сварных угловых швов, выполненных различными способами. При автоматической сварке объемы наплавляемого металла примерно в 2 раза меньше, чем при ручной. Автоматическая сварка имеет существенные преимущества перед другими видами сварки не только по производительности, но и по стоимости и качеству. Преимущества автоматической сварки, выполняемой на заводе, могут быть реализованы только в том случае,

если конструкция отвечает технологическим требованиям этого вида сварки.

В цехе заготовок (или цехе автоматической сварки) сваривают стыки листов и полос, кольцевые и продольные стыки труб, а также поясные швы двутавровых стержней.

Таблица 7. Толщины сварных угловых швов, выполненных разными способами

Вид сварки	Толщина швов, эквивалентных по прочности, мм						
	4	6	8	10	12	14	16
Автоматическая	4	6	8	10	12	14	16
Полуавтоматическая	5	8	10	14	17	20	23
Ручная	6	9	12	14	17	20	23

Примечание. Швы, толщины которых расположены выше жирной линии, выполняются за один проход, остальные — за несколько проходов.

Практически все стыковые швы листов и полос длиной 1 м и более целесообразно сваривать автоматической сваркой. Если необходимо сваривать стыки более узких полос, то их можно перед сваркой уложить рядом так, чтобы одна выводная планка была общей для двух полос. Если полосы вырезают на заводе из листа, рационально сначала сварить стык листов, а затем уже распустить удлиненный лист на полосы (рис. 15, а). Эти приемы широко применяют на практике.

Кольцевые и продольные швы труб любых диаметров можно сваривать снаружи автоматическими установками. Сварку с внутренней стороны сварочными тракторами можно производить при диаметре трубы не менее 1200 мм.

Выбирая способ сварки поясных швов двутавровых стержней, необходимо учитывать габариты сварочного оборудования. Тракторами ТС-17МУ можно сваривать швы в балках с высотой стенки не менее 380 мм при свесе пояса не более 120 мм. С увеличением высоты стенки допустимый свес пояса увеличивается. Для сварки балок меньшего сечения применяют сварочные головки. На рис. 16, а приведен график для определения предельных размеров элементов балок, при которых возможна сварка поясных швов трактором ТС-17МУ и головкой А-639. На графике пунктирными стрелками в качестве примера показано определение максимального свеса полки при высоте стенки 550 мм (сварка головкой А-639).

Для наиболее широкого применения автоматической сварки необходимо, чтобы на первых этапах изготовления конструкция могла быть расчленена на отдельные элементы, кото-

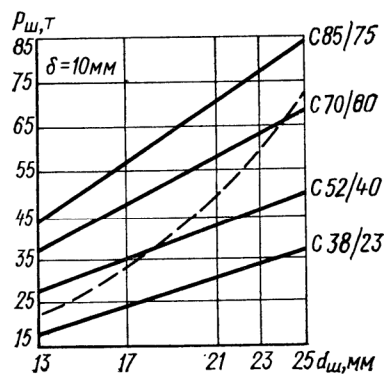


Рис. 13. Усилия, необходимые для продавливания отверстий

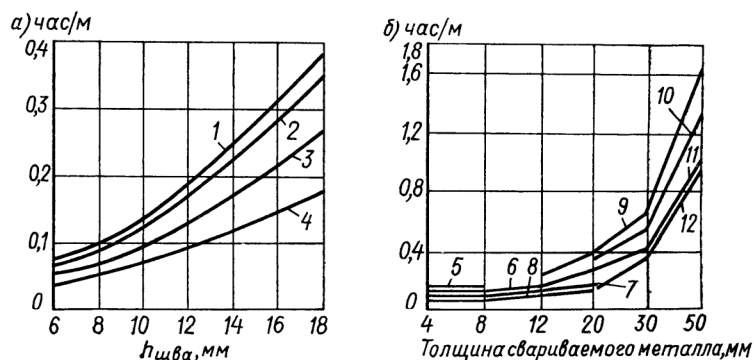


Рис. 14. Нормы времени на сварку 1 м шва

а — угловые швы; б — стыковые швы; 1 — ручная сварка; 2 — полуавтоматическая под флюсом; 3 — полуавтоматическая в среде углекислого газа; 4 — автоматическая; 5 — ручная без фасок на кромках свариваемых деталей; 6 — полуавтоматическая под флюсом без фасок; 7 — полуавтоматическая в среде CO_2 без фасок; 8 — автоматическая под флюсом без фасок; 9 — ручная с X-образной фаской; 10 — полуавтоматическая под флюсом; 11 — то же, в среде CO_2 ; 12 — автоматическая под флюсом с X-образной фаской

рые можно собрать и сварить в цехе автоматической сварки. На рис. 15, б, в показаны два конструктивных решения тяжелой колонны. В варианте б пояса ветвей объединены в одну деталь с траверсами башмака и переходной части. В этом случае необходимо колонну собирать сразу полностью по разметке на стеллажах, и автоматическая сварка поясных швов ветвей становится невозможной. В варианте в нижняя часть колонны состоит из двух самостоятельных двутавров, соединяемых решеткой и деталями траверс. При таком решении ветви можно собирать в кондукторе, а их поясные швы заваривать трактором или головкой.

Вид сварки (полуавтоматическая или ручная) также предъявляет определенные требования к форме конструкции. Взаимное расположение деталей конструкции и их размеры необходимо согласовывать с габаритами головок полуавтоматических установок, а также размерами электродов, держателя и руки сварщика в случае ручной сварки. Место сварки должно быть хорошо видно, а выполненный шов доступен для осмотра. На рис. 16, б даны габариты головок полуавтоматических установок, а на рис. 16, в показана сварка в некото-

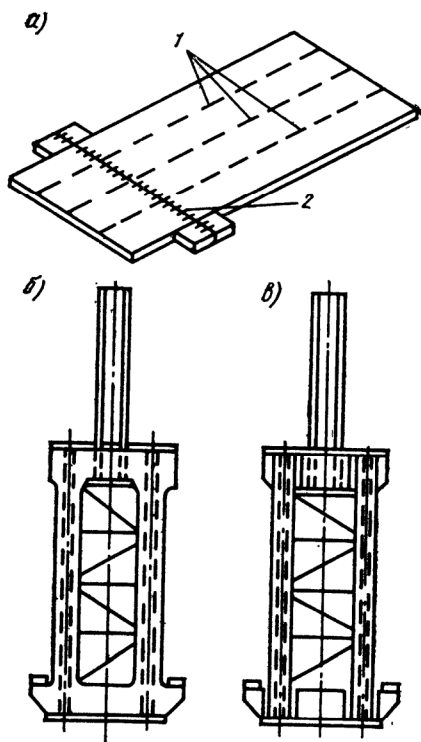


Рис. 15. Примеры конструктивных решений, позволяющих расширить область применения автоматической сварки

a — сварка стыков до роспуска на полосы; *б, в* — членение колонны на элементы; 1 — линии разреза; 2 — сварной стык

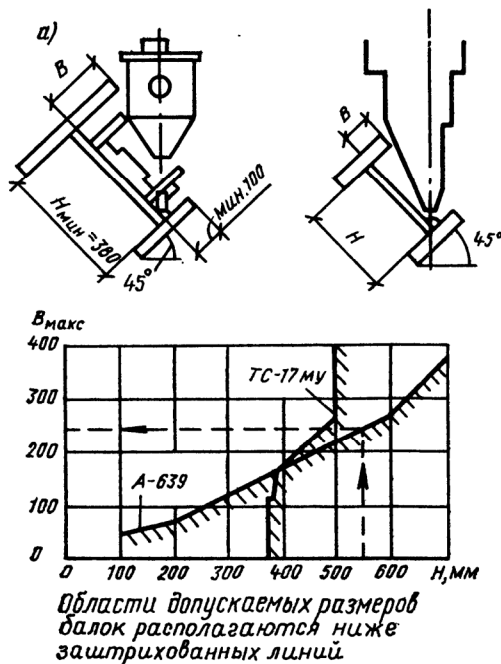


Рис. 16. Условия применения различных видов сварки
a — автоматической; *б* — полуавтоматической; *в* — ручной

рых малодоступных местах, выполняемая ручным способом.

При проектировании сварных конструкций следует учитывать рассмотренные выше технологические возможности каждого вида сварки и стремиться к максимальному применению механизированных видов сварки, допуская ручную сварку в особо «тесных» местах конструкции.

При проектировании монтажных стыков на заклепках учитывают размеры клепального инструмента — поддержек, обжимок и клепальных молотков. Особенность соединений на заклепках состоит в том, что головка поставленной заклепки не должна препятствовать постановке следующей заклепки, а форма и размеры собираемых конструкций должны быть удобными для размещения клепального инструмента. Примеры размещения заклепок в стыках сварных двутавровых балок приведены на рис. 17. Расстояние *a* между центрами соседних заклепок, расположенных в одной плоскости, должно быть не менее трех диаметров заклепки. Расстояние от оси заклепки до кромок деталей, находящихся в плоскости, параллельной ее оси (размер *b*), должно быть не менее радиуса поддержки R_{Π} (рис. *a*) или радиуса ствола клепального молотка $R_{\text{м}}$ (рис. *б*).

В отдельных случаях размещению поддержки или молотка может мешать головка заклепки, установленной ранее в плоскости, параллельной оси клепального инструмента. В этом случае следует либо увеличивать размер *b*, либо смещать оси заклепок в одной плоскости относительно осей заклепок в другой плоскости на размер *m*, который может быть определен по формуле

$$m = \sqrt{(R_{\Gamma} + R_{\text{н}})^2 - (c + b)^2}. \quad (7)$$

Здесь R_{Γ} — радиус головки заклепки; $R_{\text{н}}$ — радиус сечения поддержки (или молотка); $(c + b)$ — расстояние от центра головки одной заклепки до оси другой заклепки.

Значения величин, необходимых для вычисления *m*, даны в таблице к рис. 17. В особых случаях конструктор может предусматривать определенную очередность постановки заклепок с тем, чтобы обеспечить возможность их клепки.

При выполнении болтовых соединений для размещения гаечных ключей необходимо, чтобы расстояние между осями болтов, расположенных в одной плоскости, было не менее трех диаметров болта.

Понятие технологичной в изготовлении конструкции не ограничивается обязательным соответствием ее габаритов размерам цехов и

особенностям транспортного и технологического оборудования завода. Технологичная конструкция отвечает требованиям принятой на заводе организации производства и способствует уменьшению объемов основных технологических и вспомогательных операций. Для достижения этого конструктор учитывает требования, обусловленные принятой в настоящее время на заводах почертежной организации производства изготовления конструкций.

На одном рабочем чертеже следует помещать только конструкции, имеющие единую или очень близкую технологию изготовления например только сварные балки или только стропильные фермы. В этом случае все детали, выполняемые по данному чертежу, имеют приблизительно один и тот же технологический маршрут. При изготовлении их используются одни и те же инструменты, оборудование и приспособления. К производству деталей и конструкций в целом будет привлечено меньшее число рабочих разных специальностей. Сократится объем технологической документации по данному чертежу, содержание чертежа станет более доходчивым для исполнителей работ, повысится производительность труда рабочих и уменьшится время на транспортные операции. С этой же целью необходимо стремиться к увеличению массы конструкций, изготавливаемых по одному чертежу.

Желательно по возможности унифицировать материалы, из которых изготавливаются конструкции по одному чертежу, т. е. сокращать число профилей, их типоразмеров и марок стали. Однако стоимость перерасхода стали в результате унификации не должна превышать экономический эффект, получаемый от унификации. Число и размеры сварных швов не должны быть более требуемых по расчету на прочность. Увеличенные против расчетных размеры сварных швов не только повышают объемы сварочных работ, но и вызывают дополнительные сварочные напряжения и деформации. Первые могут ухудшить эксплуатационные качества конструкции, а вторые часто требуют значительных затрат труда на дополнительную правку. Некоторое исключение представляют угловые швы при сварке металла больших толщин, особенно из низколегированных сталей. В ряде случаев их толщину необходимо принимать более расчетных размеров по технологическим причинам — для обеспечения требуемых свойств основного металла в зонах термического влияния.

Сокращения объема сварочных работ удается достигнуть, если предусмотреть передачу сжимающих усилий через плотно прилегающие друг к другу торцы или плоскости

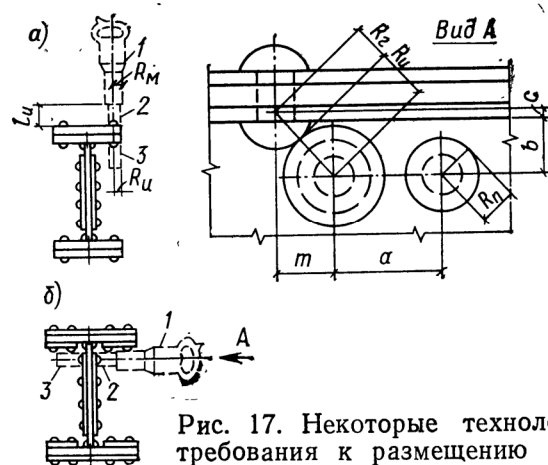


Рис. 17. Некоторые технологические требования к размещению заклепок при ручной клепке

1 — клепальный молоток; 2 — обжимка; 3 — поддержка

Размеры заклепки, мм				Размеры инструмента, мм		
d_z	R_r	R_n	c	R_n	l_n	R_M
16	16	15	6	23	80	35
20	20	18	7	25	80	35
24	24	22	8	28	80	35

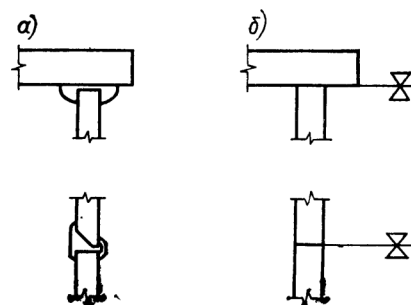


Рис. 18. Возможные варианты соединения
а — на сварке; б — с применением фрезерования; в — фрезерованные поверхности

деталей и элементов, например в месте опирания подкрановой балки на торец подкрановой ветви, а также в башмаке колонны при сопряжении ветвей с опорной плитой. На современных крупных заводах имеется механическое оборудование для образования ровных торцов и плоскостей — фрезерные и строгальные станки.

При замене сварного соединения на соединение с фрезерованием торцов (рис. 18, а и б) можно сэкономить: в тавровом соединении — 8 кг наплавленного металла, а в стыковом — 9,5 кг на каждые 100 м² поперечной площади стыкуемых элементов.

Не следует также увеличивать сверх расчетного число болтов или заклепок в монтажных узлах во избежание увеличения объемов работ на заводе (образования лишних отверстий) и на монтаже (постановки лишних крепежных изделий). Учитывая эффективность

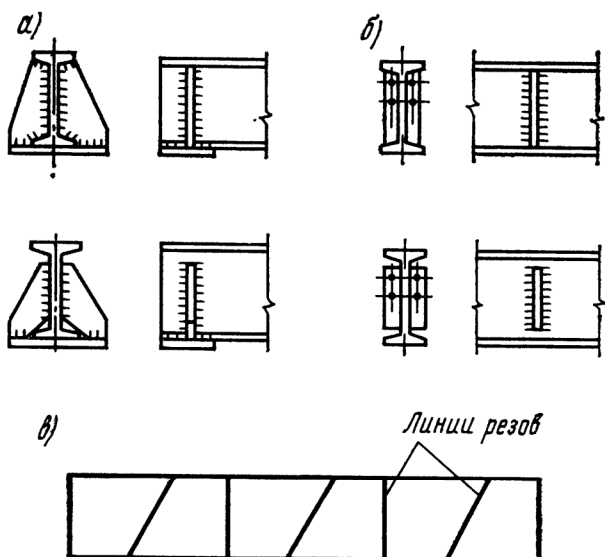


Рис. 19. Рекомендации по конструированию некоторых деталей

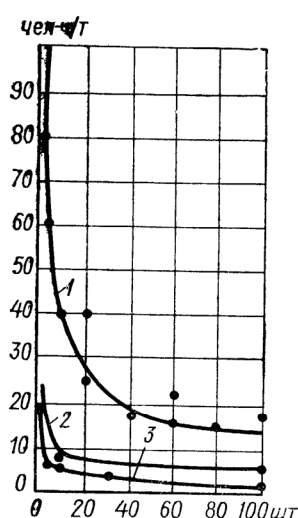


Рис. 20. Влияние серийности деталей на удельную трудоемкость

1 — мелкие детали из листа $\delta \leq 20$ мм; 2 — крупные детали из листа $\delta > 20$ мм; 3 — детали из двутавров №30

(по массе и трудоемкости изготовления) деталей из гнутых профилей, необходимо стремиться к замене этими деталями сложных составных сварных сечений. При этом следует учитывать технологические возможности кромкогибочных прессов.

Детали конструкций должны иметь возможно более простую форму, а число операций, необходимых для их изготовления, должно быть минимальным, что сокращает затраты на основные и транспортные операции. На рис. 19, а показаны два решения опорных ребер прокатной двутавровой балки. На верхнем эскизе ребро примыкает к опорной плите и к обеим полкам балки. В этом случае ребро вырезают на ножницах, а затем кислородной резкой вручную делают вырез для нижней полки балки. На нижнем эскизе опорное ребро имеет более простую форму и изготавливается полностью только на ножницах. Два аналогичных решения для промежуточного ребра прокатной балки приведены на рис. 19, б. Фасонкам решетчатых конструкций

(рис. 19, в) желательно придавать такую форму, чтобы их можно было вырезать из полосы прямыми резами.

При проектировании деталей конструкций желательно придавать им конструктивную форму, требующую наименьшего числа операций по обработке. Влияние основных операций на трудоемкость изготовления видно из табл. 8, где за относительную единицу принята трудоемкость резки листовых деталей, а повышение трудоемкости всех остальных операций учтено значением относительного (к трудоемкости резки) коэффициента трудоемкости.

Таблица 8. Относительный коэффициент трудоемкости различных операций обработки деталей

Операции обработки		Мелкие детали $\delta \leq 20$ мм	Крупные детали $\delta > 20$ мм
	Вырезание по контуру	1	1
	Срез углов	+0,2	+0,12
	Фрезерование торцов	+0,25	+0,15
	Строгание кромок	+0,3	+1,45
	Вырез	+1,1	+0,6
	Сверление отверстий	+4	+1,7
	Продавливание отверстий	+0,15	—
	Перегиб	+5,5	—

Трудоемкость работ при изготовлении деталей, а также при сборке конструкций снижается с увеличением числа одинаковых деталей и одинаковых отправочных элементов, изготавливаемых одновременно по одному чертежу.

На рис. 20 показана зависимость удельной трудоемкости изготовления некоторых деталей от их серийности. На рис. 21 дана аналогичная зависимость для каркаса промышленного здания. Данные зависимости получены для элементов, изготовленных на заводах, не оснащенных поточными линиями.

Из рисунков следует, что резкое повышение трудоемкости получается при сравнительно небольшом числе деталей и конструкций в серии. При более совершенных методах производства эффективность серийности будет еще ощутимее.

Для снижения трудоемкости отделочных операций очень важно стандартизировать расположение монтажных отверстий, образуемых сверлением по кондукторам. Это позволит сократить число необходимых кондукторов, а также создаст условия для разработки серии типовых кондукторов, которые могут быть использованы при изготовлении конструкций по разным заказам.

Для конструкций больших размеров и массы целесообразно предусматривать специальные фасонки или ребра для подъема и кантовки при изготовлении. На рис. 22, а показаны фасонки для подъема коробчатой конструкции, а на рис. 22, б — ребра для подъема и кантовки тяжелой балки. Отверстия в фасонках и ребрах служат для захвата конструкции с помощью подъемных приспособлений — серег. При захвате балки за крайние отверстия в фасонках ее легко перекантовать, т. е. переместить в процессе изготовления на стеллажи в нужное положение. Например, если требуется перекантовать конструкцию вправо, следует захватить ее за левое отверстие в ребре, несколько поднять над стеллажом и снова плавно опустить. Конструкция при опускании займет нужное положение. Такая кантовка (поворачивание) конструкции возможна только в том случае, если точка *с* — точка опирания конструкции при опускании на стеллаж — будет лежать с противоположной (по отношению к направлению поворота) стороны прямой, соединяющей центр отверстия для подъема и центр тяжести поднимаемого элемента.

В ряде случаев для закрепления конструкций при транспортировке предусматриваются специальные детали — петли, ушки и т. п. На рис. 22, в показаны петли для закрепления на железнодорожной платформе габаритного

Рис. 21. Влияние серийности конструкций на удельную трудоемкость

1 — стропильная ферма; 2 — решетчатая колонна среднего ряда; 3 — подкрановая балка

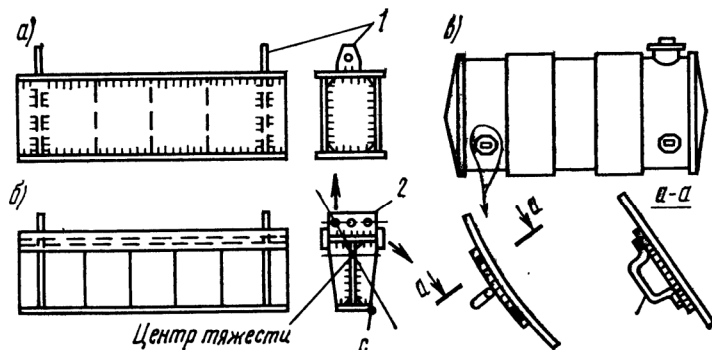
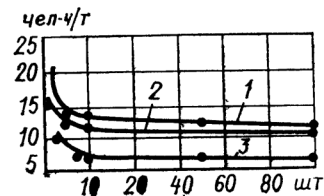


Рис. 22. Приспособления для подъема и кантовки конструкций при изготовлении, а также для крепления их на платформах

резервуара. Стенки резервуара имеют небольшую толщину, поэтому во избежание их повреждения под петли положены распределяющие пластины.

В настоящее время конструктор располагает большим набором марок стали для основных деталей конструкций и для крепежных изделий, а также сварочных материалов — проволоки, флюсов, электродов. Выбор основных материалов производят при проектировании конструкций на стадии КМ, но и при разработке детализировочных чертежей возможна замена стали одной марки, предусмотренной проектом КМ, сталью другой марки, имеющейся на заводе в момент разработки чертежей КМД. При замене марок стали следует сопоставлять не только требуемые проектом и фактические конструкционные свойства стали: прочность, пластичность и вязкость, но и технологические свойства — обрабатываемость, свариваемость, а также стоимость.

С увеличением прочности стали возрастает трудоемкость всех технологических операций, связанных с ее обработкой: правки, резки, гибки, вальцовки, строжки, фрезерования, сверления. Усложняется процесс сварки. Диапазон допускаемых режимов сварки, во избежание нежелательных изменений структуры основного металла конструкции в зоне термического влияния, сужается. Замена стали на более прочную даже в небольшой части деталей без соответствующего пересмотра сварочных материалов и режимов сварки может привести к ухудшению эксплуатационных качеств конструкции. Стоимость прокатных, сварных и гну-

тых деталей с возрастанием прочности стали увеличивается. Возрастает также и стоимость сварочных материалов.

Вопрос о целесообразности замены стали должен решаться комплексно, с учетом всех рассмотренных факторов.

При изучении проекта КМ конструктор завода должен внимательно проанализировать требования к материалу конструктивных деталей — диафрагм, ребер жесткости, прокладок — и по возможности применить для них менее прочные стали, как более дешевые и легко обрабатываемые.

Любые замены марок стали по сравнению с указанными в проекте КМ завод согласовывает с проектной организацией.

В число вопросов, решаемых конструкторами и технологами завода, входит определение комплекса сварочных материалов, которые будут применены при изготовлении конструкций. При этом свойства сварных соедине-

ний, выполняемых принятыми материалами, должны быть в пределах требований, содержащихся в пояснительной записке к проекту КМ.

В отдельных случаях конструктор может предусматривать применение для изготовления конструкций технологических процессов и приемов, не освоенных заводом, но могущих дать существенный эффект. Принимая такое решение, конструктор должен своевременно согласовывать его с технологической службой завода с тем, чтобы последняя имела время для подготовки производства.

Таким образом, конструктор должен стремиться к упрощению формы деталей, уменьшению числа операций для их изготовления, сокращению числа деталей в отправочном элементе и отправочных марок в здании и сооружениях, а также к унификации и нормализации соединений, деталей и элементов в партии конструкций, одновременно пускаемых в производство.

Глава II

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ

По чертежам КМД производят изготовление и монтаж конструкций. В соответствии с назначением чертежей в их состав входят чертежи элементов конструкций и монтажные схемы.

После окончания строительства чертежи КМД хранят в управлении капитального строительства возведенного предприятия, и они служат паспортом здания или сооружения.

Заводы, изготавливающие конструкции, поставляют заказчику не только конструкции, но и необходимые для монтажа метизы — болты, гайки, шайбы и заклепки. Для того чтобы изготовить или купить эти метизы у специализированных заводов, конструкторы составляют списки монтажных метизов, также входящих в состав проекта КМД. Объединяются все чертежи проекта заглавным листом, который содержит список чертежей и краткую пояснительную записку.

Работу конструктора непосредственно над составлением чертежей КМД можно разделить на две части: конструкторскую и оформительскую. В данной главе рассматриваются основные положения конструирования. Особенности оформления чертежей рассмотрены в главе III.

§ 4. ОБЩИЙ ПЛАН РАБОТЫ НАД ЧЕРТЕЖАМИ КМД

Основой для разработки рабочих чертежей КМД служит проект на стадии КМ. Конструктор обязан все его указания перенести в рабочие детализовочные чертежи. Если при разработке чертежей КМД потребуется в связи с организационными и технологическими особенностями завода внести какие-либо изменения в проект КМ, они должны быть согласованы с головной проектной организацией.

Поскольку в проекте КМ разрабатывают не все узлы конструкций, эта работа переносится в конструкторский отдел завода. При выполнении чертежей КМД необходимо пользоваться альбомами типовых узлов, «Справочником конструктора»¹, а также указаниями

СНиП II-В.3-72 «Стальные конструкции. Нормы проектирования», ГОСТами на сварные соединения и метизы (см. табл. 9).

Таблица 9. Основные вопросы конструирования

Рассматриваемые вопросы	Основные разделы и пункты СНиП II-В.3-72	ГОСТ
Конструирование сварных соединений	П. 2.7, табл. 5; пп. 9.1—9.6 и 9.13; 10.32—10.39; табл. 52 (прил. 3)	8713—70, 5264—69, 11533—65, 14771—69, 11534—65
Конструирование болтовых соединений	Пп. 2.9 и 2.11 табл. 7; пп. 9.7—9.11; 10.40—10.43	1759—70*, 15589—70*, 15591—70*, 7798—70*, 7796—70*, 7805—70, 7808—70*
Конструирование заклепочных соединений	П. 2.8; табл. 6, пп. 9.7—9.9; 9.13; 9.14; 10.40—10.43	499—70
Прочность конструкций под воздействием статических нагрузок	Пп. 4.1—4.30; 7.1—7.12. Раздел 10	—
Прочность конструкций под воздействием вибрационных нагрузок	Пп. 8.1 и 8.2. Раздел 10; приложение 8	—
Устойчивость конструкций и их элементов	Пп. 5.1—5.11; 6.1—6.15; 7.5—7.12	—
Снижение концентрации напряжений и сварочных напряжений	Раздел 10, приложение 8	—
Обеспечение надежной работы конструкций в условиях низких температур	П. 2.4; приложение 1, приложение 3	—

Примечание. Вопросы, указанные в табл. 9, также частично рассмотрены в § 5 и 6 данной книги.

Обычно чертежи КМД по одному объекту разрабатывают несколько человек одновременно. Для увязки их работы целесообразно зафиксировать в определенной форме (табл. 10)

¹ Стальные конструкции. Справочник конструктора. Изд. 3-е, перераб. и доп. Под общей ред. Н. П. Мельникова. М., Стройиздат, 1976. Составители: А. Г. Тахтамышев, Т. П. Невзорова.

**Т а б л и ц а 10. Основные положения конструирования.
Объект ММК. Прокатный стан 2500**

Наименование конструкций	Наименование узлов	Способ соединения	Сварочные материалы	Болты, заклепки		Способ образования отверстий Ø, мм	Монтажные приспособления
				Ø, мм	сталь		
Колонны ряда А	Монтажный стык	Сварка	Электроды типа Э 42	—	—	—	1/216
Связи по колоннам ряда А	Соединения с колоннами	Заклепки	—	20	Ст2закл.	Продавить Ø 17; *расверлить до Ø 21 на монтаже	—
Подкрановые балки ряда А	Монтажный стык	Высокопрочные болты	—	20	40Хт. о.	ТК1, ТК2	—
	Соединение верхнего пояса с колонной	То же	—	20	40Хт. о.	Сверлить Ø 23	—
	То же, нижнего пояса	Болты нормальной точности	—	20	ВСт3кп2	То же	—

Примечания: 1. 40Хт.о. — сталь 40Х термически обработанная.
2. ТК1, ТК2 — типовые кондукторы для сверления отверстий.

перечень конструктивных элементов, их узлов, способов соединений (заводских и монтажных), видов сварки, типов болтов и заклепок, их диаметров и материалов, а также способов образования отверстий.

В § 7—11 рассмотрены только те вопросы конструирования, которые не затронуты в разделах и пунктах СНиП II-V.3-72 и ГОСТах, указанных в табл. 9.

§ 5. КОНСТРУИРОВАНИЕ СВАРНЫХ, БОЛТОВЫХ И ЗАКЛЕПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Проектирование сварных соединений включает на первом этапе выбор способа сварки и сварочных материалов, а также назначение вида кромок свариваемых деталей и размеров их обработки. На следующем этапе определяют расчетом необходимые размеры швов, главным образом угловых. Все эти вопросы обычно решаются в проекте КМ, однако технологические особенности производства, размеры имеющегося металла и наличие сварочных материалов часто заставляют конструкторов и технологов завода заниматься проектированием сварных соединений.

При выборе сварочных материалов, вида и размера фасок необходимо руководствоваться официальными документами, указанными в табл. 9, с учетом следующих соображений.

При выборе способа сварки предпочтение следует отдавать автоматической сварке, за-

тем полуавтоматической и только в крайнем случае, в особо «тесных» местах, ручной.

Вид обработки кромок определяет также площадь сечения шва, следовательно, объем наплавленного металла и в конечном итоге трудоемкость процесса сварки. На рис. 23 приведен график для определения площади стыковых швов при разной толщине свариваемого металла, выполненных различными способами сварки. Из графика следует, что, варьируя способы сварки и виды обработки кромок, можно существенно изменять площадь поперечного сечения шва F . Так, сварку листов толщиной 20 мм возможно выполнить восемью способами и менять площадь шва в пределах от 80 до 270 мм², т. е. более чем в 3 раза. В целях стандартизации технологического процесса на заводах обычно применяют меньшее число вариантов сварки стыков, чем указано на рис. 23.

На рис. 24, а приведены наиболее широко применяемые виды обработки кромок.

При разработке конструкции кольцевых и продольных швов труб, а также швов различных габаритных резервуаров следует стремиться к тому, чтобы наибольший объем сварочных работ можно было производить снаружи, в более удобных и гигиенических условиях. В этих целях в соединениях с V-образной подготовкой кромок фаски следует располагать с наружной стороны конструкции, а при X-образной подготовке делать фаски несим-

метричными с расположением большей фаски также с наружной стороны (рис. 24, б).

В ответственных замкнутых конструкциях, в которых требуется полный провар свариваемых деталей, в случаях когда сварка с внутренней стороны невозможна из-за малых габаритов конструкции, целесообразно применять сварку на остающейся стальной подкладке. Подобный сварной стык показан на правом эскизе рис. 24, б. Подкладку следует выполнять из стали той же марки, что и основная конструкция.

Подготовка кромок для сварки в монтажных условиях может иметь несколько иной вид. Это объясняется тем, что свариваемые детали на монтаже иногда находятся в другом пространственном положении, чем при сварке на заводе, и становится невозможной кантовка конструкций в процессе сварки. Подготовка кромок деталей под сварку на монтаже должна быть согласована с монтажной организацией.

На рис. 24, в приведено несколько примеров подготовки кромок деталей для монтажной сварки. На левом эскизе показана подготовка кромок для горизонтального кольцевого шва листовых конструкций — резервуаров, воздухонагревателей доменной печи. Данная разделка кромок позволяет сварщику при ручной или полуавтоматической сварке легко формировать шов. Наплавленный металл хорошо удерживается на горизонтальной плоскости, образуемой кромкой нижних листов. На среднем эскизе показана подготовка кромок деталей для электрошлаковой сварки. Для этого способа сварки на кромках деталей снимать фаски не требуется. Необходимый зазор при любых толщинах свариваемых деталей равен 24 мм. На правом эскизе изображена подготовка кромок лепестков купола воздухонагревателя для меридионального шва. Фаски расположены сверху. Это позволяет основной объем сварки выполнять в более удобном положении.

Некоторую особенность по сечению имеют швы, соединяющие верхний пояс со стенкой в подкрановых балках зданий, находящихся в особо тяжелых условиях эксплуатации. Эти швы должны иметь провар на всю толщину

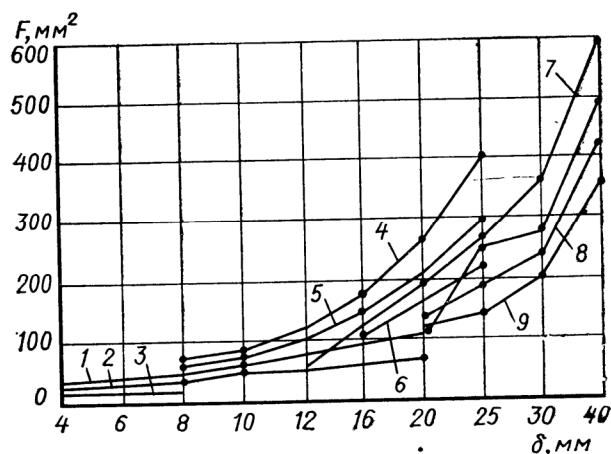


Рис. 23. Площади сечения стыковых швов в зависимости от способа сварки

1 — автоматическая сварка на флюсовой подушке без разделки кромок; 2 — автоматическая и полуавтоматическая без разделки кромок; 3 — то же, ручная; 4 — ручная с V-образной разделкой кромок; 5 — автоматическая на флюсовой подушке с V-образной разделкой кромок; 6 — то же, без флюсовой подушки; 7 — ручная с X-образной разделкой кромок; 8 — автоматическая с X-образной разделкой кромок на флюсовой подушке; 9 — автоматическая и полуавтоматическая с X-образной разделкой кромок

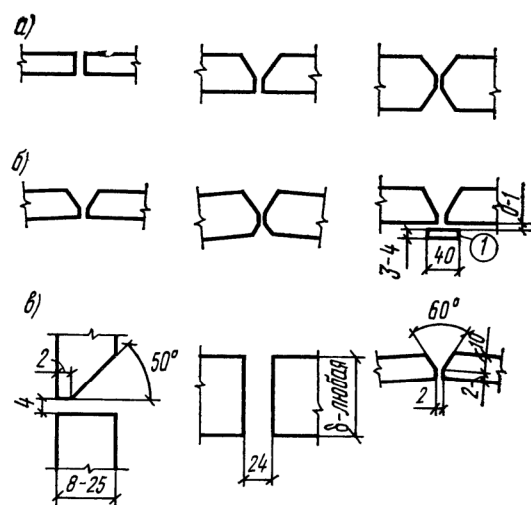
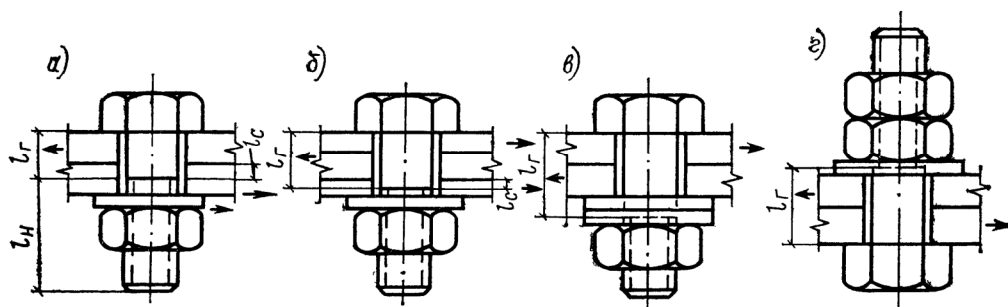


Рис. 24. Подготовка кромок деталей под сварку
а — в конструкциях любого назначения; б — для труб; в — для монтажных сварных швов; 1 — стальная подкладка

Рис. 25. Болтовые соединения (стрелками показано направление усилий)



стенки. При толщине стенки до 14 мм включительно провар может быть обеспечен при автоматической сварке швов без образования фасок на кромке стенки. При большей толщине необходимо снимать двустороннюю фаску.

При конструировании болтовых и заклепочных соединений конструктор завода определяет длину болтов (и резьбы) и заклепок, которые необходимы для составления списка монтажных метизов. Все остальные вопросы должны быть решены в проекте КМ на основании указаний СНиП II-V.3-72 и ГОСТов (см. табл. 9). При определении длины болта следует учитывать толщину стягиваемого пакета, толщину шайбы (или шайб — рис. 25, в), высоту гайки и свободный конец болта. В соединениях, воспринимающих ударные и вибрационные нагрузки, во избежание откручивания гайки дополнительно ставят контргайку (рис. 25, г). Свободный конец болта назначают длиной, равной от половины до целого диаметра болта.

В соединениях болты работают либо на растяжение (нормальной точности и высокопрочные), либо на срез — смятие (нормальной и повышенной точности). Если болт работает на растяжение, то длины гладкой и нарезанной частей болта принимают по стандартам без дополнительных условий. Если болт работает на срез — смятие, необходимо строго следить за тем, чтобы длина гладкой части болта l_r обеспечивала необходимую толщину площади смятия l_c в крайней детали пакета (рис. 25, а, б); l_c следует выбирать такой, чтобы усилие смятия в пределах крайней детали было равно усилию среза болта. В этих условиях длина нарезанной части болта l_n также должна соответствовать стандартам. В ряде случаев в целях соблюдения стандартов приходится применять более длинные болты, а под гайку ставить две шайбы (или одну толстую — нестандартную) с тем, чтобы участок с резьбой заканчивался в пределах шайбы (рис. 25, в), так как если он будет выступать за наружную плоскость шайбы, гайку закрутить невозможно.

Длину стержня заклепок (в миллиметрах) находят по формуле

$$L = A \times l + B + C, \quad (8)$$

где l — толщина склепываемого пакета, мм; A — коэффициент, определяющий длину стержня, необходимую для полного заполнения отверстия под заклепку ($A = d_{отв}^2 / d_{закл}^2$); B — длина стержня заклепки, мм, необходимая для образования замыкающей головки; C — припуск на длину заклепки, мм, учитывающий возможное увеличение диаметра отверстия под заклепку в процессе рассверливания в результате биения сверла.

Значения A , B и C для определения длин стержней заклепок приведены в табл. 11.

Таблица 11. Параметры стержней заклепок

Параметр	Вид замыкающей головки, образующейся при клепке	Диаметр заклепки, мм		
		16	20	24
А	Сферическая и потайная	1,13	1,10	1,08
	Сферическая	13,9	16,5	25,2
В	Потайная	3,7	4,9	6
	Сферическая и потайная	5—9	5—10	6—11

При определении длин стержней заклепок с потайной головкой следует учитывать, что в длину L , определяемую по формуле (8), включается и высота потайной головки заклепки.

Унификация заклепок по длине облегчает комплектование конструкций заклепками на заводе и упрощает работу монтажников. Унификацию длин заклепок возможно проводить за счет изменения размера C в пределах, указанных в табл. 11.

После подсчета длин болтов и заклепок и их числа конструктор составляет список монтажных метизов.

§ 6. ВОПРОСЫ ПРОЧНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЧЕРТЕЖЕЙ КМД

Все основные вопросы прочности и устойчивости конструкций решают при выполнении чертежей КМ. Заводской конструктор вопросами прочности занимается лишь при разработке стыков и узлов, часть из которых (менее ответственных) в проекте КМ иногда не разрабатывают. При разработке стыка на болтах или заклепках следует предусматривать достаточное их количество; фактическое ослабление сечений отверстиями не должно превосходить принятое в расчете.

Степень ослабления элементов отверстиями может быть снижена за счет смещения с одной плоскости сечений с отверстиями в разных полках уголков (рис. 26, а), а также в полках и стенках балок (рис. 26, б). Смещение s должно быть таким, чтобы площадь ослабленного сечения (показанного на рисунке волнистой линией) была не менее $F_{нетто}$, принятой в расчете. При конструировании элементов с широкими полками, в которых отверстия располагают по четырем или более рискам, степень ослабления может быть снижена раз-

мещением в крайних ослабленных сечениях полунакладок меньшего числа отверстий. В сечениях 1—1 и 2—2 на рис. 26, в по два отверстия. Таким образом, поясной лист в сечении 1—1, а накладка в сечении 2—2 ослаблены двумя отверстиями. В промежуточных сечениях допущено ослабление четырьмя отверстиями, но здесь при подсчете $F_{\text{нетто}}$ следует учитывать совместную работу пояса и накладки.

Можно вообще избежать ослабления сечений, применяя на участках с отверстиями короткие детали большей толщины или ширины (рис. 26, г). Если утолщение или уширение деталей конструктивно недопустимо, можно на участке ослаблений поставить деталь 1, выполненную из стали более высокой прочности, с тем, чтобы она могла выдержать с учетом ослабления те же усилия, что и основная деталь 2 без ослабления. Ослабление отверстиями поясов ферм может быть компенсировано фасонкой (рис. 26, д), которую следует выводить за крайние отверстия на длину l ; при этой длине швы, прикрепляющие фасонку к поясным уголкам, будут передавать на нее усилие, приходящееся на площадь ослабления.

При конструировании узлов решетчатых конструкций особое внимание должно быть обращено на размеры и толщины фасонки и сварных швов. Для стропильных и подстропильных ферм пролетом до 36 м включительно толщину фасонки можно принимать по рекомендациям ЦНИИПроектстальконструкция, приведенным в табл. 12. Опирающие стропильные фермы на подстропильную выполнено в уровне ее нижнего пояса в узле, где подходят два раскоса. Ширину и длину фасонки определяют графически, согласно длинам швов, прикрепляющих стержни фермы к фасонке. Прак-

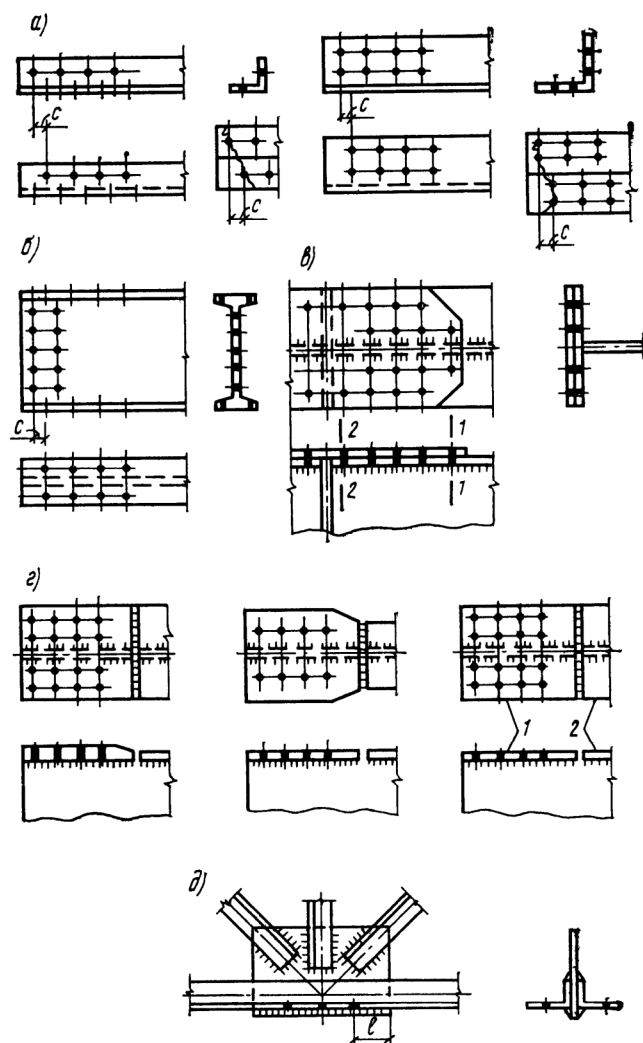


Рис. 26. Ослабление деталей конструкций отверстиями и варианты его уменьшения

тика показала, что фасонки с указанными размерами надежно обеспечивают прочность ферм.

В фермах пролетами свыше 36 м, а также в фермах пролетами до 36 м включительно, но при особо больших нагрузках (подвесные краны большой грузоподъемности) размеры фасонки следует назначать расчетом по методике, рекомендуемой п. 431 «Технических условий проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб» (СН 200-62). Сущность этой методики заключается в следующем. При расчете узловых фасонки на прочность по различным разрезам (сечениям) расчетные сопротивления материала фасонки принимают: а) для сечений, направленных нормально к оси прикрепляемого стержня, равным расчетному сопротивлению R_0 ; б) для сечений, направленных наклонно к оси прикрепляемого стержня, $0,75R_0$.

При расчетах фасонки вводится коэффициент условий работы, равный 0,9.

Таблица 12. Толщины фасонки для ферм

Стропильные фермы		Подстропильные фермы			
		все узлы, кроме нижнего и среднего		средний и нижний узлы	
N , тс, в раскосах	δ , мм	N , тс	δ , мм	N , тс	δ , мм
≤ 15	6	≤ 20	8	≤ 50	12
16—25	8	21—40	10	51—100	16
26—40	10	41—60	12	101—160	20
41—60	12	61—80	14	161—225	22
61—100	14	81—140	16		
101—140	16	141—180	18		
141—180	18	181—230	20		
181—200	20	231—280	25		

Обозначения: N — максимальное усилие в элементах решетки, сходящихся в рассматриваемом узле; δ — толщина фасонки.

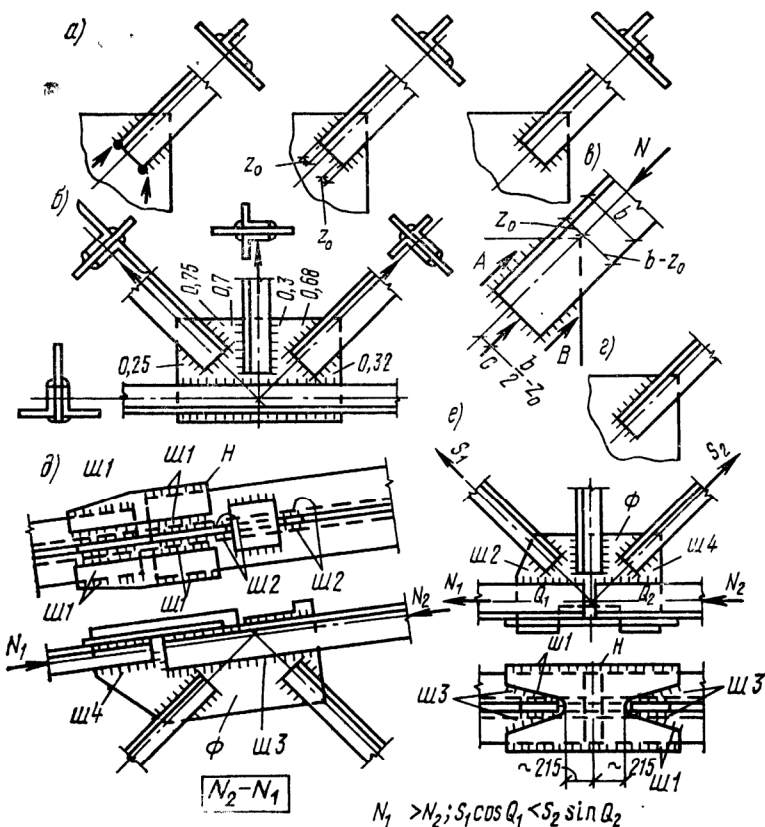


Рис. 27. Конструирование узлов ферм

При назначении размеров швов, прикрепляющих уголки к фасонкам, должно быть обеспечено правильное распределение между швами усилия, передаваемого с уголка на фасонку.

Приварка уголков к фасонкам может быть выполнена тремя способами (рис. 27, а): с наложением швов только по перу и обушку уголка; то же, с заведением на 20 мм этих швов на торец уголка; с наложением швов по перу, обушку и по торцу уголка. Первый способ менее предпочтителен, так как в концах швов (см. стрелки) возникает концентрация напряжений.

Если уголки приваривают к фасонкам только фланговыми швами или фланговыми швами плюс короткими швами по торцам, то усилия распределяются между швами, как показано на рис. 27, б. На этом рисунке распределение усилий между швами дано для следующих случаев: при присоединении к фасонке неравнобокого уголка узкой полкой, широкой полкой и для равнобокого уголка.

Если уголки присоединяют к фасонкам не только фланговым, но и лобовым швом, распределение усилий между фланговыми швами существенно меняется и должно быть учтено при назначении размеров швов. Это распределение может быть найдено следующим образом. Обозначим усилия: приходящее на фланговый шов по обушку уголка — A ,

на фланговый шов по перу уголка — B ; на лобовой шов — C , а в уголке от расчетной нагрузки — N (см. рис. 27, в).

Усилия A , B и C должны удовлетворять следующим уравнениям:

$$A + B + C = N; \quad (9)$$

$$Az_0 - B(b - z_0) - C\left(\frac{b}{2} - z_0\right) = 0. \quad (10)$$

Толщина лобового шва может быть назначена в зависимости от толщины полки уголка. Зная ее, можно вычислить усилие C . Совместное решение уравнений (9) и (10) дает возможность определить значения усилий A и B :

$$A = \frac{N(b - z_0) + C \frac{b}{2}}{b}; \quad (11)$$

$$B = \frac{Nz_0 - C \frac{b}{2}}{b}. \quad (12)$$

В большинстве случаев усилие B оказывается очень малым, поэтому СНиП допускают приварку уголков решетки двумя швами — одним фланговым (со стороны обушка) и лобовым (рис. 27, г).

Таблица 13. Формулы для определения усилий в стыках ферм

Стыковые элементы	Расчетные усилия в узлах	
	по рис. 27, д	по рис. 27, е
Сварные швы: Ш1	$(1 - \alpha) N_{1c}$	$(1 - \alpha) N_{1c} + (1 - \alpha) \times S_{1c} \cos \theta_1$
Ш2	$(1 - \alpha) (N_{2c} - N_{1c})$	αN_{1c}
Ш3	αN_{2c}	$(1 - \alpha) S_{2c} \cos \theta_2$
Ш4	αN_{1c}	αN_{2c}
Наклад-ка — Н	$(1 - \alpha) N_{1c}$	$(1 - \alpha) N_{1c} + (1 - \alpha) \times S_{1c} \cos \theta_1$
Фасон-ка — Ф	αN_{1c}	$\alpha N_{1c} + \alpha S_{1c} \cos \theta_1$

Примечания: 1. При расчете стыковых элементов (Н и Ф) и сварных швов, прикрепляющих эти элементы к основным, усилия в стержнях ферм следует увеличивать на 20%. Таким образом, расчетное усилие $N_{1c} = 1,2N_1$; аналогично $S_{1c} = 1,2S_1$.

2. Коэффициент распределения усилия в стержне между швами по перу и обушку уголка α при любом сечении уголков и любом расположении их полок рекомендуется принимать равным 0,3.

В ряде случаев стыки поясных уголков в фермах устраивают в зоне узлов. В качестве стыковых элементов используют не только накладки, но и узловые фасонки (рис. 27, *д*, *е*). При конструировании таких узлов важно знать, как распределяются усилия, действующие в стыке, между стыковыми элементами и сварными швами. ЦНИИПроектстальконструкцией разработаны типовые узлы ферм и приложены к ним удобные формулы для определения усилий в стыковых элементах и в сварных швах. Эти формулы для двух узлов со стыками по рис. 27, *д*, *е* приведены в табл. 13.

§ 7. СООТВЕТСТВИЕ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЕ

При расчете конструкций принимают определенные условия присоединения элементов друг к другу, например шарнирное или жесткое.

В процессе конструирования необходимо предусматривать такие решения, которые бы в наибольшей степени соответствовали принятой расчетной схеме. Несоответствие конструктивного решения и расчетной схемы приводит к появлению дополнительных усилий и напряжений в элементах конструкций, что в отдельных случаях может привести к разрушению. Иногда такое соответствие обеспечить очень трудно или невозможно. В этом случае конструктор должен выявить эти дополнительные усилия и учесть их при конструировании. Рассмотрим ряд примеров.

В настоящее время многопролетные промышленные здания, как правило, проектируют с шарнирным опиранием однопролетных ферм на колонну. В этом случае должна быть предусмотрена возможность поворота опорного сечения фермы, что достигается свободным перемещением верхнего опорного узла фермы по стойке (рис. 28, *а*). Для свободного перемещения необходимо образование овальных отверстий для болтов в горизонтальных полках опорных уголков 1 рассматриваемого узла. В типовых фермах вертикальные полки этих уголков имеют отверстия для крепления надколонников по крайним рядам здания. В эти отверстия по средним рядам здания болты ставить нельзя, иначе создается неразрезность ферм. В случае не предусмотренной проектом неразрезности ферм опорная реакция ферм на колонну существенно возрастает, а вместе с ней возрастают усилия в сжатых опорных раскосах. В нижнем поясе могут появиться сжимающие усилия, что может вызвать потерю устойчивости крайних панелей нижнего пояса.

При проектировании промежуточных узлов ферм предполагают, что линии центров тяжести стержней, примыкающих к узлу, сходятся в одной точке — центре узла. Нарушение этого условия вызывает в стержнях дополнительные напряжения. В некоторых случаях полностью избежать эксцентрицитетов весьма трудно. Элементы решетки фермы всегда можно центрировать на центр узла; гораздо сложнее центрировать стержни пояса.

Стремление к экономии металла заставляет менять площадь сечения панелей поясов в соответствии с изменением действующих в них усилий. В этом случае к узлу подходят стержни с разной площадью сечения и часто разной шириной полки *в* (рис. 28, *б*), а следовательно, и с разным расстоянием от обушка уголка до линии центров тяжести *z*. Совмещение наружных плоскостей этих полок вызывает эксцентрицитет *с*. Теоретические и экспериментальные исследования показали, что при эксцентрицитете *с*, не превышающем 5% ширины полки меньшего из поясных уголков, сходящихся в узле, дополнительные напряжения не опасны для прочности фермы. Большие эксцентрицитеты нормами проектирования не допускаются.

Важное значение имеет решение узлов опирания подкрановых балок на колонны. В этих узлах с подкрановых балок на колонну передаются большие динамические усилия, а опорные части балок претерпевают значительные перемещения и деформации. Для рассматриваемых узлов имеются решения, которые позволяют обеспечить соответствие расчетных и конструктивных схем.

Разрезные подкрановые балки опираются на колонны строгаными или фрезерованными торцами опорных ребер, совпадающих с осью колонны (рис. 29, *а*). При таком опирании опорные реакции от подкрановых балок на колонны передаются соосно, без эксцентрицитетов.

Подкрановая балка часто выполняет функции распорки вертикальных связей. В этом узле диагональ связи должна быть соединена с подкрановой балкой, однако такое соединение не должно препятствовать прогибу балки. Конструктивно это решают следующим образом. Опорную плиту колонны 1 выпускают в сторону той подкрановой балки, которая выполняет функцию распорки связей. Фасонку связей 2 конструируют так, чтобы ее размер вдоль опорной плиты 1 был невелик. Нижний пояс подкрановой балки приваривают на монтаже к прокладке 3, которая приварена к опорной плите 1. Таким образом, диагональ связей оказывается соединенной с подкрановой балкой. Расстояние от кромки фасонки 2 до края

прокладки 3 принимают не менее 150 мм. При прогибе подкрановой балки свободно прогибается и плита 1, вертикальная опорная реакция балки передается на колонну по ее оси опорными ребрами.

Под воздействием крановых нагрузок подкрановые балки прогибаются, а их опорные сечения поворачиваются относительно вертикальной оси, при этом открывается зазор между балками в зоне верхнего пояса. Для свободного поворота опорных сечений балок на опорах болты, соединяющие опорные ребра соседних балок, сосредоточивают на участке, примерно равном $\frac{2}{3}$ высоты балки, считая от нижнего пояса.

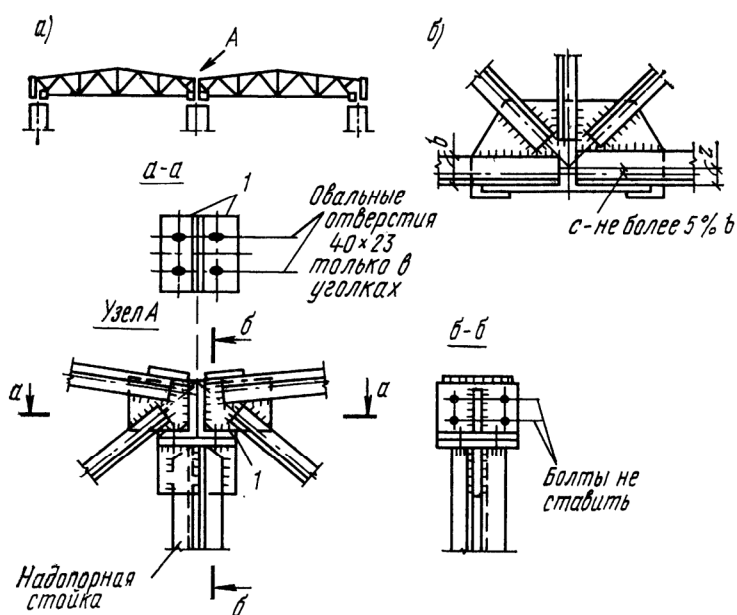


Рис. 28. Обеспечение соответствия расчетной и конструктивной схем стропильных ферм

Опорная реакция балки сжимает ее опорное ребро и заставляет его укорачиваться. Чтобы не создавать препятствия этой деформации, балку в зоне верхнего пояса следует крепить к колонне только горизонтальной планкой 4, привариваемой на монтаже к коротышам 5 колонны и к верхнему поясу балки. Планка может изгибаться в вертикальной плоскости. В ряде случаев роль планки выполняет фасонка тормозных ферм (см. вид узла сверху). Уголки 6, соединяющие эти фасонки с колонной, к последней не прикрепляют. При опускании верхнего пояса балки опускается и уголок. Горизонтальные усилия поперечного торможения с балок на колонну передаются при таком решении благодаря плотному прилеганию уголков 6 к полке колонны. Колонна как бы охватывается и зажимается уголками. Аналогичное решение разработано и для колонн крайнего ряда.

Не рекомендуется соединять подкрановые балки с колонной диафрагмами 7. При осадке балки на опоре диафрагма 7 под влиянием опорной реакции поворачивается и отрывается от полки колонны, а иногда происходит разрыв поясных швов колонны на участке а. Вместе с подкрановой балкой прогибаются и тормозные устройства. Поскольку уголки 6 не прикреплены к колонне, они могут перемещаться в любом направлении и не препятствуют прогибу тормозных устройств.

При конструировании неразрезных подкрановых балок необходимо учитывать, что на опорах могут возникать отрицательные опорные реакции, стремящиеся оторвать балку от колонны. Крепление неразрезной балки к колонне при наличии отрицательной опорной ре-

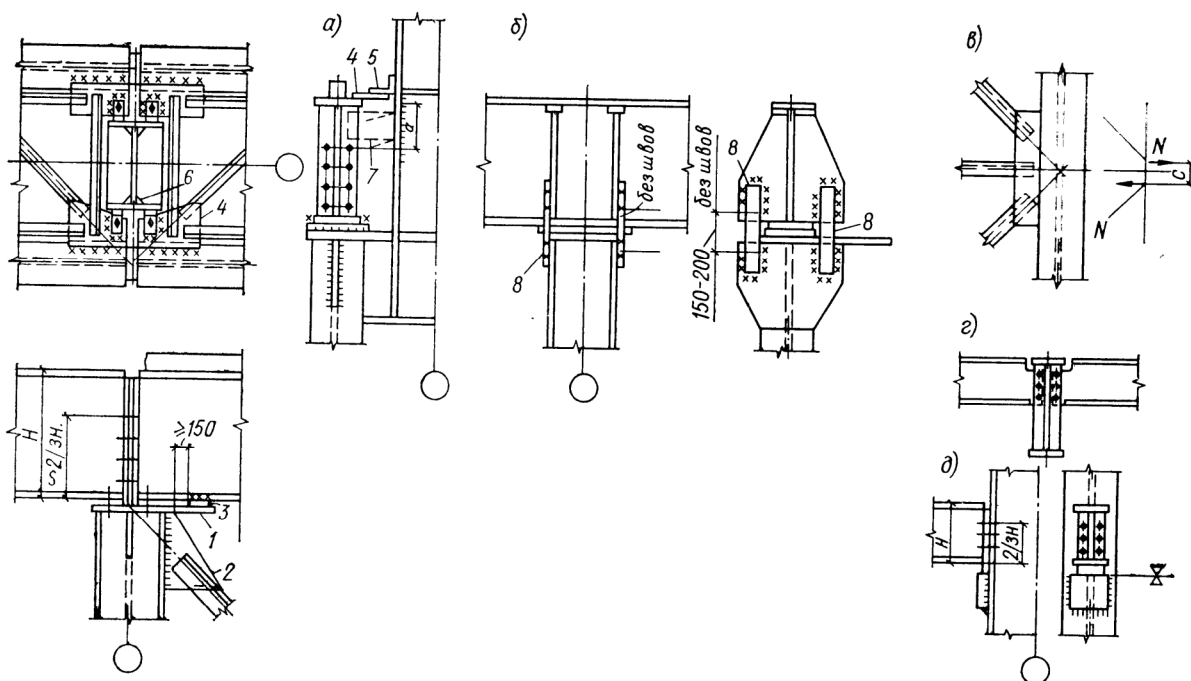


Рис. 29. Обеспечение соответствия расчетной и конструктивной схем подкрановых балок и балок междуэтажных перекрытий

акции показано на рис. 29, б. В накладках 8, соединяющих балку с колонной, должен быть участок 150—200 мм без швов, который необходим для свободного развития в накладках упругих деформаций. Без него может произойти хрупкое разрушение накладок. Опираие подкрановой балки, показанное на рис. 29, б, может создать внецентренное приложение опорной реакции к верхней части колонны. Это необходимо учитывать при расчете колонны и при конструировании опорной части балки.

Во время разработки чертежей решетчатых колонн следует строго следить за центрированием стержней решетки в точке, совпадающей с осью ветви колонны (рис. 29, в). Нарушение этого правила вызывает в ветви изгибающий момент, равный Ndc . В плоскости действия этого изгибающего момента момент сопротивления ветви колонны обычно невелик и, следовательно, при сравнительно небольшом изгибающем моменте дополнительные напряжения в ветви могут быть значительными. Если эксцентрицитет избежать невозможно, при расчете колонны необходимо учитывать дополнительные напряжения в ветвях.

В междуэтажных перекрытиях и в рабочих площадках обычно принимают шарнирное опирание вспомогательных балок на главные. Однако в рассматриваемых узлах соединение балок выполняют, как показано на рис. 29, г, с помощью болтов. Такое соединение препятствует повороту опорного сечения вспомогательной балки и в некоторой степени служит заделкой. В этих условиях опорное давление балки может возрасти на 20—30%. Поскольку шарнирное соединение балок конструктивно не выполняется, необходимо учитывать возможное увеличение опорной реакции и рассчитывать узел на опорное давление при шарнирном опирании, увеличенное на 20—30%.

В практике часто применяют опирание балок на колонны по типу, показанному на рис. 29, д. Такое опирание в расчете полагают шарнирным. Для приближения конструктивного решения к расчетному необходимо болты, прикрепляющие опорное ребро балки к полке колонны, сосредоточивать в нижней части ребра, а именно в зоне, равной $\frac{2}{3}$ высоты балки. При указанном расположении болтов опорное сечение балки может поворачиваться сравнительно свободно.

Опорное ребро балки передает опорное давление на столик. При установке столика на колонну возможно некоторое его смещение, и опорное давление балки будет приложено к столику и швам, прикрепляющим столик к колонне, с эксцентрицитетом, что вызовет нерав-

номерное распределение опорного давления между швами. Поскольку исключить это явление практически невозможно, конструктор должен рассчитывать швы на опорное давление, увеличенное в 1,5 раза.

§ 8. ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ

Повышение долговечности конструкций с точки зрения их коррозионного износа достигают тремя способами: выбором для конструкций такой марки стали, которая меньше подвергается коррозии в конкретных условиях эксплуатации; конструктивными мероприятиями, снижающими коррозию, и, наконец, защитой конструкции различными покрытиями.

Выбор марки стали и способов защиты конструкций различными покрытиями производят на стадии выполнения чертежей КМ. При выполнении рабочих детализованных чертежей предусматривают необходимые конструктивные мероприятия, повышающие долговечность конструкций.

При разработке рабочих детализованных чертежей в первую очередь обращают внимание на то, чтобы конструкция не имела неплотностей и зазоров, в которых может скапливаться влага. Образование неплотностей и зазоров возможно при нарушении правил расстановки болтов, заклепок и прерывистых швов, а именно — увеличении расстояний между ними сверх предельных.

Большие трудности вызывают очистка и окрашивание на заводах внутренней поверхности труб разной формы сечения. Внутренняя поверхность их недоступна для повторных операций по защите от коррозии при эксплуатации конструкций, поэтому необходимы конструктивные меры, обеспечивающие герметичность внутренних полостей труб. Некоторые из этих решений, разработанные ЦНИИПроектстальконструкцией, приведены на рис. 30.

Герметичность элементов из труб, имеющих на концах фланцы (рис. 30, а), достигается постановкой в концах труб заглушек из листовой стали толщиной 4—6 мм, привариваемых сплошным плотным швом. При окраске конструкций заглушки и швы, прикрепляющие их к трубам, следует покрыть слоем битума.

Если в трубах должны быть прорези для пропуска фасонки (рис. 30, б), необходимо предусматривать тщательную заварку концов прорезей. В отдельных случаях закрывать конец прорези можно планкой 1 размером примерно 40×40 мм, толщиной 4 мм. В элементах, заканчивающихся уголками-фасонками (рис.

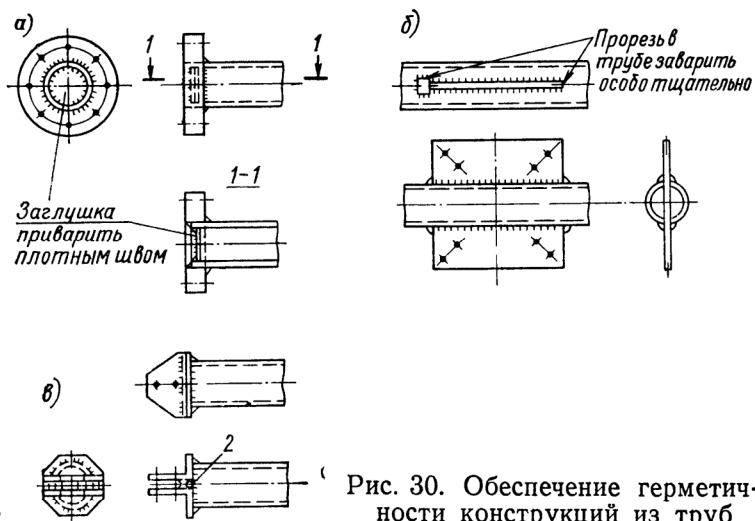


Рис. 30. Обеспечение герметичности конструкций из труб

30, в), между уголками закладывают стальной прут 2, по которому наваривают швы для герметизации.

В фермах из труб торцы поясных труб закрывают опорными планками или заглушками, в стыках тщательно заваривают зазоры, а герметичность элементов решетки обеспечивают их плотным прилеганием к поясным трубам и обваркой по всему контуру примыкания.

В ряде случаев на одном экземпляре световой копии рабочего чертежа, который посылают в цех покраски, указывают места и способ покрытия конструкций для защиты их от коррозии. Как известно, все части стальных конструкций, размещаемые ниже уровня пола, после монтажа бетонируют. Эти части конструкций окрашивать нельзя, поскольку в бетоне защитный слой распадается, между бетоном и конструкцией образуются зазоры, которые становятся очагом коррозии. На заводах части конструкций, подвергаемых бетонированию, покрывают цементным молоком. На чертежах дают об этом указания и приводят размеры участка покрытия.

Места, где к данной конструкции на монтаже приваривают другие конструкции, покрывают одним слоем олифы, поскольку при сварке по грунту или краске швы получаются плохого качества. На чертеже необходимо указать эти участки и их размеры.

В примечаниях к чертежу делают указания о способе защиты от коррозии конструкции (грунтовка, окраска масляными или перхлорвиниловыми красками, покрытие лаками и т. п.).

§ 9. УЧЕТ ДОПУСКОВ НА РАЗМЕРЫ ПРОКАТА

Все виды проката, применяемого в стальных конструкциях, имеют определенные отклонения размеров. Например, высота прокатных

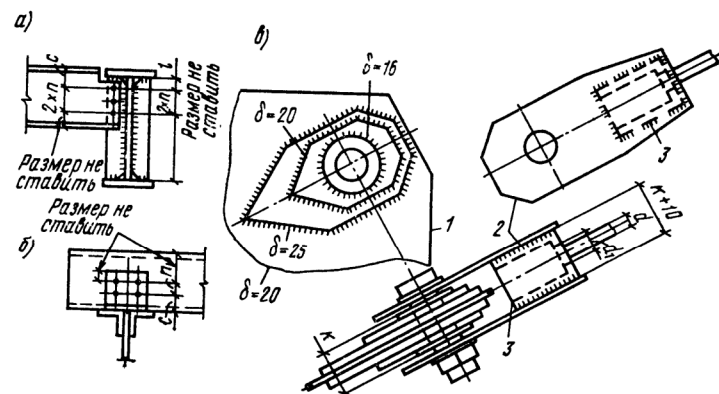


Рис. 31. К учету допускаемых отклонений на размеры прокатных изделий и канатов

двутавровых балок больших номеров, согласно стандартам, может иметь отклонения в пределах ± 4 мм. Толстолистовую сталь при толщине листов от 11 до 30 мм прокатывают с допускаемыми отклонениями по толщине $+0,8$ мм, $-0,9$ мм. Диаметр стальных канатов может быть больше номинального на 6—8%. При конструировании учитывают размеры допускаемых отклонений. Поясним способы учета отклонений на примерах.

На рис. 31, а показано примыкание вспомогательной балки перекрытия к главной. По балкам укладывают настил из рифленой стали. Уровень верхних полок балок должен быть в одной плоскости. В этом случае необходимо размеры на чертеже ставить в определенном порядке. Разметку отверстий на конце вспомогательной балки следует указывать от верха балки. Цепочку размеров $c+2n$ замыкать не следует. Такая цепочка размеров указывает разметчику порядок разметки. Разметку отверстий в ребре жесткости главной балки также следует вести, начиная с верхнего торца. На чертеже нужно дать цепочку размеров $l+2n$ и не следует указывать размер от нижнего отверстия до нижнего торца ребра. При таком порядке нанесения размеров, а следовательно, и при определенном порядке разметки допускаемые отклонения на размер вспомогательной балки по высоте и на длину ребра главной балки не скажутся на положении верхних полок балок.

Аналогичные правила нанесения размеров на чертеже должны соблюдаться и при этажном соединении прогона с фермой, показанном на рис. 31, б. Разметку отверстий в уголках и в прогоне следует давать снизу, т. е. от обушка уголка и от нижней полки швеллера. В этом случае размер c как в уголке, так и в швеллере будет одинаковым, и отверстия в этих деталях совпадут. Если же швеллер разметить, начиная с верхней полки, то размер c будет отличаться от проектного величиной допуска на

высоту швеллера, и отверстия совпадать не будут.

В ряде случаев необходимо учитывать допускаемые отклонения на толщину листовой стали. В качестве примера можно привести узел примыкания раскоса вантовой фермы к узловой фасонке (рис. 31, в). Фасонка 1 усилена шестью накладками — по три с каждой стороны. Проектная толщина усиленной фасонки $k = 20 + 2 \cdot 25 + 2 \cdot 20 + 2 \cdot 16 = 142$ мм. С учетом плюсовых допускаемых отклонений на толщину листов размер k может быть увеличен до $142 + 7 \cdot 0,8 = 147,6$ мм. Если учесть возможные зазоры между деталями, то размер k может стать еще больше. Для того чтобы фасонка свободно вошла между щеками 2 концевого элемента раскоса, проектное расстояние между щеками необходимо назначить примерно на 10 мм больше проектного размера k .

При назначении диаметра отверстия d_1 в днище стакана 3 для пропуска каната диаметром d необходимо учитывать плюсовое отклонение на диаметр каната, а также толщину оплетки каната в зоне концевого элемента проволокой диаметром 1 мм.

Таким образом, если диаметр каната $d = 63,5$ мм, диаметр отверстия d_1 должен быть не менее $63,5 \cdot 1,08 + 2 \cdot 1 = 71$ мм, где коэффициент 1,08 учтен плюсовой допуск на диаметр каната. Практически его можно принять равным 75 мм.

§ 10. ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ПРИ МОНТАЖЕ

Требования технологичности конструкций при монтаже включают: соответствие массы и размеров элементов конструкций техническим характеристикам монтажных кранов; возможность подъема конструкций блоками, изготовленными либо на заводе, либо на укрупнительной площадке на монтаже; наличие на конструкции приспособлений для подъема, временного соединения с другими элементами, подвески монтажных подмостей и ряд других условий.

Основные меры обеспечения монтажной технологичности изложены в главе I. Ниже рассмотрены только некоторые дополнительные вопросы, относящиеся к детализровке монтажных узлов конструкций.

Оформление концов вспомогательных балок в случае их опирания на главные балки в одном уровне должно обеспечивать беспрепятственное примыкание вспомогательной балки к главной, что достигается (рис. 32, а) соответствующими срезами полков вспомогательной балки и зазорами (а и б) между деталями сое-

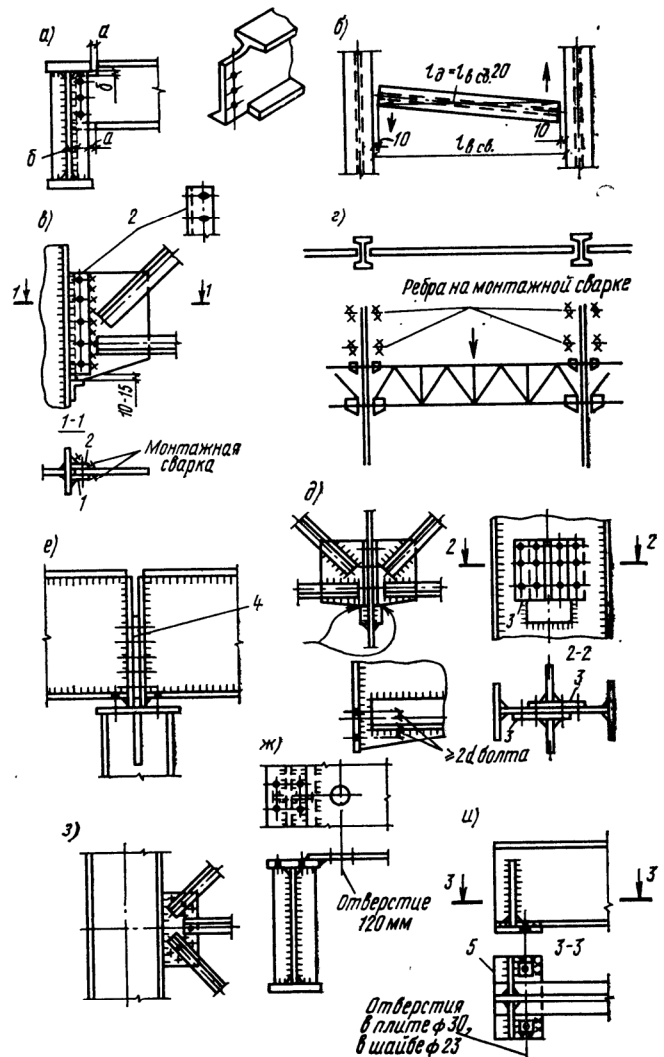


Рис. 32. Некоторые приемы решения узлов конструкций, обеспечивающие удобство монтажа

диняемых балок. При назначении зазоров типа б следует учитывать толщину сварных швов, соединяющих детали главной балки. Практика показала, что зазоры должны быть равны 15—20 мм.

Если главная и второстепенная балки имеют одинаковую или близкую высоту, то при монтаже приходится второстепенную балку разворачивать в плане между главными (рис. 32, б), при этом полки балок должны быть в одной плоскости; зазоры между полками балок при развороте принимают не менее 10 мм. Такой размер зазоров обеспечивается, если длина пояса вспомогательной балки по диагонали (в миллиметрах) равна

$$l_d = l_{в св} - 20 \text{ мм}, \quad (13)$$

где $l_{в св}$ — расстояние в свету между поясами смежных главных балок, мм.

Часто применяют присоединение опорного узла стропильной фермы к колонне на сварке (рис. 32, в). В этом случае на колонну под узел фермы устанавливают уголок-столлик,

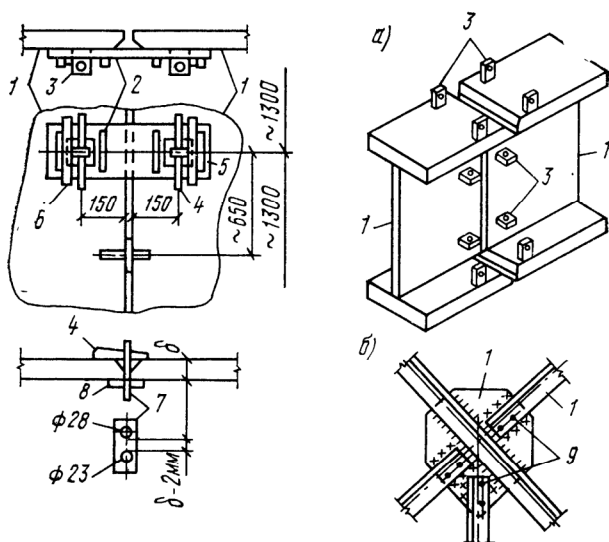


Рис. 33. Стяжные приспособления

а — для листовых конструкций, балок и колонн; б — для соединений внахлестку; 1 — соединяемые детали; 2 — стяжная планка; 3 — шайбы, привариваемые к конструкции; 4 — коническая пробка; 5 — упорные планки для плоского клина; 6 — плоский клин; 7 — прокладка, регулирующая зазор; 8 — цилиндрическая пробка с бортиком; 9 — отверстия для монтажных сборочных болтов

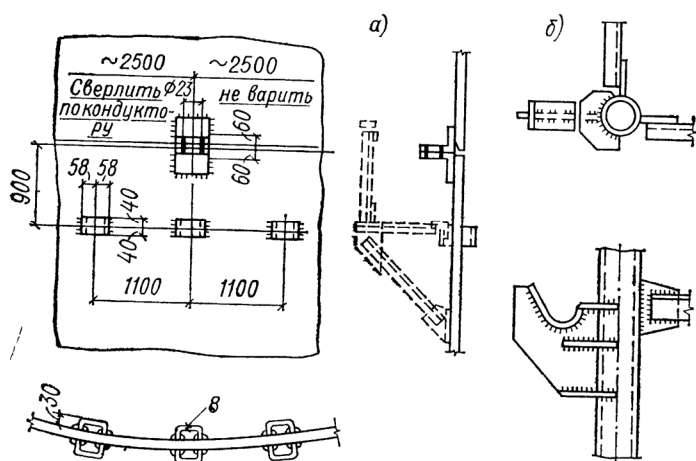


Рис. 34. Монтажные приспособления

а — скобы для кронштейнов подмостей и фиксаторные уголки; б — консоли для опирания монтажных кранов

который может служить временной опорой для фермы при наводке отверстий в фасонке фермы и в планке 1 на колонне. Отверстия в планках 1 и 2 служат для обеспечения более плотного стягивания деталей в пакете под монтажную сварку. В планке 2 для компенсации допусков на изготовление и монтаж конструкций отверстия иногда делают овальными в горизонтальном направлении.

Если ферму приходится на монтаже опускать между колоннами, как показано на рис. 32, г, то часть ребер колонны, расположенных выше проектного положения фермы, устанавливают и приваривают на монтаже после установки фермы.

Для независимого друг от друга монтажа смежных ферм к стенке колонны по рис. 32, д

необходимо опорные фланцы 3 делать несимметричными относительно плоскости фермы и с разным числом вертикальных рисок для отверстий. Такое решение позволяет любую из ферм до установки второй закрепить к колонне болтами, размещаемыми на крайней риске более широкой половины опорного фланца. Все остальные болты устанавливают после установки смежной фермы. Расположение отверстий в опорном фланце по высоте должно быть увязано с расположением горизонтальных полок уголков нижнего пояса. Оси отверстий для удобной постановки болтов должны отстоять от горизонтальных полок уголков не менее чем на два диаметра болта.

Поскольку длину подкрановых балок трудно выдержать точно по проекту и, кроме того, расстояния между колоннами могут несколько отличаться от проектных в результате их смещения с осей во время монтажа, целесообразно длину балок запроектировать меньше расстояния между осями колонн на 10—12 мм, а зазор между опорными ребрами балок заполнить на монтаже прокладками 4 (рис. 32, е). Такой прием позволяет заводу избежать дорогостоящих работ по обеспечению точной длины балки без ущерба для трудоемкости монтажа и работы балок под нагрузкой.

Подкрановые рельсы устанавливают на балки после приварки к ним тормозных площадок. В листе настила предусматривают отверстия диаметром 120—150 мм (рис. 32, ж), в которые монтажник может просунуть руку с болтом и гаечным ключом для затяжки болтов прижимных планок рельсов.

Для удобства постановки в проектное положение связей по колоннам желательно в стержнях связей и в фасонке на колонне делать отверстия для временных болтов (рис. 32, з).

Для того чтобы облегчить установку балок на анкерные болты, заложенные в бетон или в кирпичную кладку, целесообразно применять прием, показанный на рис. 32, и. Отверстия в опорной плите 5 делают на 10—12 мм больше диаметра анкерного болта. Это позволяет свободно надеть балку на анкера и установить ее в нужное положение. Для фиксирования балки в проектное положение на анкерные болты надевают (под гайки) шайбы, отверстия в которых только на 2—3 мм больше диаметра анкерного болта, и приваривают их к опорной плите балки.

Если применяются соединения на сварке, то для удобства соединения конструкций на монтаже до начала сварки необходимо устанавливать на конструкции в зоне стыков детали для стяжных приспособлений. Для листо-

вых конструкций, а также для балок и колонн широко применяют универсальные стяжные приспособления в комплекте с деталями, фиксирующими установленный зазор между кромками соединяемых элементов. Эти приспособления показаны на рис. 33. В некоторых случаях в узлах, где детали соединяются внахлестку, для удобства сборки предусматривают отверстия под сборочные болты (рис. 33, б). После сварки узла болты можно удалить. Собственно стяжные приспособления (планки и пробки) заводы не поставляют. Они являются инвентарем монтажных организаций.

Если монтажная сварка будет выполняться на высоте, то к стыкуемым опорочным маркам на заводе приваривают скобы (рис. 34, а), за которые на монтаже зацепляют кронштейны подмостей. Конструкции большой высоты (мачты, башни) часто монтируют ползучими кранами. К таким конструкциям на заводе приваривают консоли для крепления кранов (рис. 34, б). Конструкция скоб и консолей зависит от типа монтажных приспособлений и механизмов, поэтому монтажная организация должна представлять заводу чертежи скоб и консолей и указывать места их установки.

§ 11. ЭКОНОМИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ

В главе I было показано, что на технологичную конструкцию требуются минимальные затраты труда и материалов и, как правило, такая конструкция является наиболее экономичной.

Один из основных показателей эффективности конструкции — ее заводская себестоимость. Поскольку заводы оплачивают стоимость перевозки конструкций до станции назначения, эта стоимость входит в заводскую себестоимость.

Общезаводская стоимость конструкций (в рублях) может быть определена по формуле

$$C_{к.з} = [PЦ_{м}\psi_{м} + Ta(1 + k_{н.р}) + PH]k_p k_o + C_{т.} \quad (14)$$

Здесь P — масса конструкций по чертежу КМД; $Ц_{м}$ — стоимость металла по прейскуранту, без приплат; $\psi_{м}$ — коэффициент приплат к основной цене металла (для конструкций с преобладанием листов 1,15—1,20 и уголков 1,19—1,28); T — удельная трудоемкость изготовления конструкций, чел.-ч/т; a — средний тариф заработной платы рабочих, занятых на изготовлении металлических конструкций, 056 руб/ч; $k_{н.р}$ — коэффициент накладных расходов, зависящий от цикла производства, равный 2,5; H — накладные расходы, зависящие от массы конструкций, равные 11 руб/т; k_p — коэффициент рентабельности предприятия, учитывающий отчисления в фонды развития производства и на социально-культурные мероприятия, равный 1,1406; k_o — коэффициент, учитывающий отчисления на премирование работников завода и на научно-исследовательские работы, равный 1,00539; $C_{т.}$ — стоимость транспортирования конструкций от завода до монтажной площадки.

Трудоемкость изготовления конструкций, выполняемых из стали Ст3, может быть найдена, согласно исследованиям А. Ф. Кузнецова, по формуле

$$T = aP^{1-b}, \quad (15)$$

где a и b — параметры уравнений, зависящие от типа конструкций и равные соответственно для стропильных ферм 23 и 0,41; для сквозных колонн — 30,4 и 0,233; для сплошных колонн 19,5 и 0,103; для подкрановых балок 17,4 и 0,144.

Трудоемкость изготовления 1 т конструкций из сталей повышенной и высокой прочности следует определять по формуле

$$T_{в.п} = aP^{1-b} k_1 k_2. \quad (16)$$

Коэффициент k_1 учитывает увеличение трудоемкости изготовления конструкции за счет изменения технологических свойств сталей повышенной и высокой прочности (повышенная прочность, иные условия свариваемости и т. п.). Коэффициент k_2 учитывает увеличение удельной трудоемкости изготовления в связи с уменьшением массы конструкций и зависит от коэффициента снижения массы при изготовлении ее из более прочной стали. Значения коэффициентов k_1 и k_2 (найденные А. Ф. Кузнецовым) для всех классов стали повышенной и высокой прочности приведены в табл. 14.

Таблица 14. Значения коэффициентов увеличения удельной трудоемкости изготовления для конструкций из сталей повышенной и высокой прочности

Конструкции	k_1 —в зависимости от класса прочности стали						k_2 —в зависимости от снижения массы конструкций					
	С 35/23	С 46/33	С 52/40	С 60/45	С 70/60	С 80/75	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Стропильные фермы	1	1,06	1,08	1,095	1,15	1,19	1	1,05	1,1	1,16	1,23	1,33
Сквозные колонны	1	1,075	1,095	1,115	1,175	1,21	1	1,03	1,06	1,09	1,15	1,19
Сплошные колонны	1	1,075	1,095	1,115	1,175	1,21	1	1,02	1,03	1,04	1,06	1,08
Подкрановые балки	1	1,08	1,1	1,112	1,2	1,26	1	1,03	1,05	1,07	1,1	1,14

Примечание. В случае применения для ферм труб (вместо уголков) с узлами без фасонки значения k_2 умножать на 0,85.

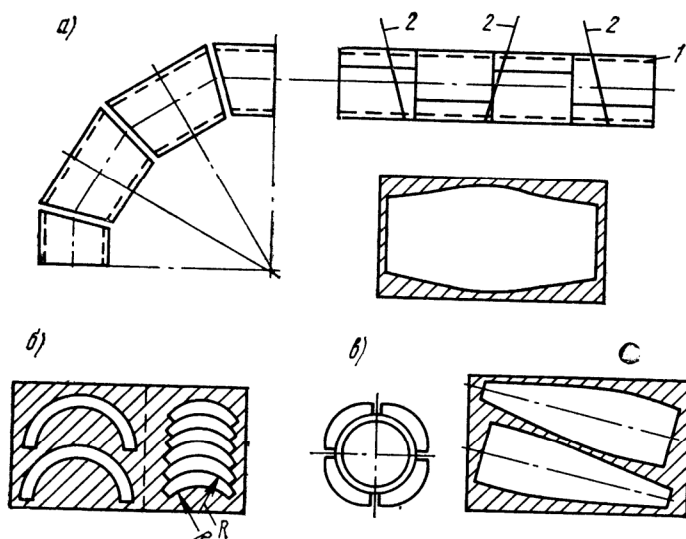


Рис. 35. Примеры экономичного раскроя металла

Трудоемкость изготовления конструкций из двух марок стали следует находить как сумму трудоемкости изготовления частей из стали каждой марки.

Формулу (16) и значения коэффициентов k_1 и k_2 , приведенные в табл. 14, можно использовать и при вычислении трудоемкости изготовления других конструкций, учитывая сходство их конструктивной формы. В анализ экономичности конструктивных решений включена стоимость транспортирования, поскольку ее оплачивает завод, а эта стоимость существенно зависит от конструктивных решений (габаритов конструкций).

Стоимость транспортирования одного конструктивного элемента (в рублях) можно определить по формуле

$$C_T = \frac{n_B C_B}{n_{K.Э}}, \quad (17)$$

где n_B — число вагонов, необходимое для перевозки партии одинаковых элементов; C_B — цена одного вагона; определяется по железнодорожным тарифам в зависимости от расстояния перевозки, руб.; $n_{K.Э}$ — число конструктивных элементов в партии.

Из возможных вариантов должен быть выбран вариант, обеспечивающий минимальную общезаводскую стоимость.

Стоимость металла для строительных конструкций составляет от их общей заводской стоимости 60—70%. Это обязывает конструктора особо внимательно относиться к вопросу расхода металла. Размеры сечений деталей не должны быть увеличены сверх предусмотренных проектом КМ. Если требуется изменять сечения элементов конструкций из-за отсутствия на складе необходимого наличного металла, необходимо учитывать при этом не только

конструкционные и технологические свойства материала, но и его стоимость и применять варианты, не увеличивающие общезаводскую стоимость конструкций.

Учитывая существенную разницу в стоимости 1 т стали разных марок, при конструировании следует рассматривать возможность выполнения конструктивных деталей из более дешевых марок сталей.

В преysкурantную стоимость конструкций входит стоимость отходов металла. Эти плановые отходы невелики. Так, для стропильных ферм они составляют 36 кг на 1 т массы готовых конструкций, для сквозных колонн — 34,5 кг, для сплошных колонн и подкрановых балок — 33 кг, для трубопроводов — 55 кг. В целях экономии следует предусматривать возможно более рациональный раскрой металла.

Наибольшие отходы металла образуются при изготовлении кривых участков трубопроводов. По новой технологии изготовления кривых участков трубопроводов в первую очередь изготавливают прямые трубы 1, из которых затем вырезают прямыми резами 2 детали для кривых участков. В этом случае отходы практически исключаются.

Значительные отходы металла получаются при изготовлении ребер жесткости для труб (рис. 35, б). Чем больше центральный угол, охватываемый вырезаемой частью ребра, тем больше отходов. Отходы можно существенно снизить, если ребра делать из 4—5 частей и образовывать обе их кромки одним радиусом R с центрами в разных точках.

Рациональное размещение на листе заготовок для лепестков сферической оболочки показано на рис. 35, в.

Для более рационального раскроя листового металла следует применять предварительную стыковку листов. Поперечный сварной стык целесообразен при стыковке к основному листу полосы шириной 100 мм и более.

При изготовлении некоторых деталей образуются отходы металла значительных размеров. Эти отходы (деловой возврат) следует возможно более полно использовать для мелких деталей других конструкций.

Необходимо также стремиться к минимальному расходу других материалов: электродов, сварочной проволоки и флюсов, болтов и заклепок, поэтому размеры сварных швов не следует назначать больше требуемых расчетом или технологическими условиями. Болты и заклепки в стыках целесообразно располагать на минимальных расстояниях. В этом случае размер, а следовательно, и масса накладок будут наименьшими. Если болты или заклепки

Т а б л и ц а 15. Повторяемость элементов, деталей и масса наплавленного металла для различных конструкций

Конструкции	Масса одного элемента, т	Повторяемость элемента	Число деталей		Число сбороч- ных марок		Повторяемость деталей	Масса сварных швов, кг			
			на элемент	на 1 т	на элемент	на 1 т		всех видов сварки		В том числе автоматической	
								на элемент	на 1 т	на элемент	на 1 т
Колонны сплошные	<5	6	73	23	28	8	3	64,4	16,1	24,8	6,2
	5—10	2	80	11	36	5	2	120,4	15,8	38,2	5
	10—15	2	140	11	42	3	3	170	13,6	37,5	3
	15—25	1	278	10	58	2	5	302,2	12,1	65	2,6
Колонны с решетчатой нижней частью	<5	6	121	31	40	10	3	57,5	14,7	32,1	8,3
	5—10	5	122	18	36	5	3,5	83,1	12,2	30,2	4,5
	10—15	4	144	14	50	5	3	112,3	11,2	31,6	3,1
	15—25	2	298	12	108	4	3	253,6	10,1	61,6	2,5
Подкрановые балки прокатные	1	22	4	5	6	7	1,7	0,5	0,6	—	—
То же, составные	<1	18	26	26	9	9	3	14,5	14,5	9,5	9,5
	1—3	20	16	7	4	2	4	12,8	5,8	4,3	2
	3—5	20	25	7	8	2	3	34,2	8,9	16,4	4,3
	5—10	16	55	8	23	3	2,4	61	8,7	19,3	2,8
	10—15	5	91	7	31	2	2,9	89,8	6,9	28,6	2,2
Подкрановые балки Блоки (балки, тормоз- ные площадки, связи)	5—10	10	78	9	17	2	4,5	76,4	8,8	38,4	4,4
	10—15	12	80	6	20	2	4	83,8	6,7	46,4	3,7
	15—25	6	82	4	18	1	4,5	103,8	5,2	56,6	2,8
Тормозные площадки	1	12	—	17	—	6	3	—	2,6	—	—
Тормозные связи	1	12	—	40	—	10	4	—	6,6	—	—
Связи по колоннам: диагональные	1	3	—	55	—	20	3	—	8,3	—	—
	портальные	1	2	—	18	—	9	2	—	4,2	—
Стропильные фермы: l=18 м	0,1 т/м	10	91	45	24	12	3,8	14,8	7,4	—	—
	0,2	12	92	26	30	8	3	19,2	5,4	—	—
l=24 м	0,12	17	114	39	34	12	3,4	19,7	6,8	—	—
	0,24	20	118	20	32	5	3,7	30,2	5,2	—	—
l=30 м	0,14	8	173	41	41	10	4,2	21,8	5,2	—	—
	0,28	8	180	21	44	5	4,1	40,3	4,8	—	—
l=36 м	0,16	6	212	37	47	8	4,5	29	5	—	—
	0,32	6	218	19	51	4	4,3	54,5	4,7	—	—
Фонари	1	12	—	33	—	16	2	—	2,8	—	—
Связи по фермам: диагонали распорки	1	10	—	35	—	6	6	—	2,3	—	—
	1	10	—	40	—	6	7	—	4,3	—	—
Прогоны	0,1	40	—	15	—	2	7,5	—	0,6	—	—
	0,2	40	—	10	—	2	3	—	6,6	—	—
	0,3	40	—	10	—	3	5	—	8,9	—	—

соединяют несколько деталей в целях пакетирования, т. е. не передают усилий, их следует ставить на максимально допустимых расстояниях, необходимых для обеспечения плотности пакета. При соблюдении этой рекомендации число болтов и заклепок в конструкции будет минимальным.

Некоторые конструктивные мероприятия сокращают объем работ косвенным путем. Степень унификации элементов характеризуется числом одинаковых отправочных марок на чертеже. Лучшим для производства чертежом является тот, на котором при одинаковой общей массе конструкций, подлежащих изготовлению, число отправочных марок меньше. Степень унификации деталей характеризуется рядом показателей: общим числом деталей, входящих в состав отправочной марки, общим числом сборочных марок (позиций) на отправочную марку, а также числом деталей и сборочных марок, приходящихся на 1 т массы отправочной марки. Чем меньше значение этих показателей, тем лучше чертеж. Степень повторяемости деталей характеризуется также отношением общего числа деталей в одной отправочной марке к числу сборочных марок. Следует стремиться к увеличению этого показателя.

При производстве сварных конструкций затраты труда на сварку часто достигают 50 % общей трудоемкости их изготовления, поэтому следует стремиться к минимальному числу сварных швов и в то же время предусматривать возможно большую степень автоматизации процесса сварки. Общие объемы сварочных работ характеризуются массой наплавленного металла в отправочной марке, а также массой наплавленного металла, приходящего-

ся на 1 т конструкции. Объемы работ, которые можно выполнить сварочными автоматами, также характеризуются общей массой наплавленного автоматической сваркой металла и его массой, приходящейся на 1 т массы отправочной марки.

Заканчивая работу над чертежами, конструктору необходимо вычислить характеристики степени унификации деталей и отправочных марок и характеристики объемов сварки и сопоставить их с такими же характеристиками для эталонных чертежей по аналогичным конструкциям. Набор эталонных чертежей с подсчитанными характеристиками находится в отделе главного конструктора. Если характеристики рассматриваемого чертежа хуже эталонного, следует его пересмотреть. Если характеристики чертежа лучше характеристик эталонного, возможно рассмотреть вопрос о включении рассматриваемого чертежа в число эталонных.

В табл. 15 приведены указанные характеристики для некоторых конструкций промышленных зданий. В таблицу включены чертежи с достаточно высокими показателями. Эти чертежи могут быть приняты в качестве эталонных, а также положены в основу подбора эталонных чертежей. Для мелких конструкций — тормозных площадок и связей, связей по колоннам и фермам, фонарей — характеристики вычислены только на 1 т массы конструкций по чертежу. В число чертежей по прогонам включены чертежи, на которых приведены прогоны с сечениями из одного, двух и трех прокатных профилей (больше профилей — больше масса). При пользовании табл. 15 допустима линейная интерполяция всех характеристик в зависимости от массы.

Глава III

ОФОРМЛЕНИЕ РАБОЧИХ ДЕТАЛИРОВОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ.

РАБОТА КОНСТРУКТОРА НАД ЧЕРТЕЖАМИ

Рабочие чертежи стальных конструкций используют на заводе и на строительной площадке рабочие различных специальностей, техники, инженеры. Чертеж должен давать исчерпывающее представление о конструкции и быть доступным для быстрого изучения. Правильно выполненный чертеж обеспечивает не только верное и быстрое понимание его, но и способствует хорошему качеству выполнения работ и высокой производительности труда.

Большое значение имеет правильное оформление чертежа. Под правильным оформлением понимается соблюдение комплекса рекомендаций, касающихся как графического выполнения чертежей, например толщины линий, масштабы, условные обозначения, так и технического их оформления — состав чертежа, маркировка деталей и конструкций, принципы проставления размеров, составление таблиц, спецификаций и др., а также примечаний.

Правила оформления чертежей стальных конструкций регламентируются следующими документами: «Инструкцией по разработке проектов и смет для промышленного строительства» (СН 202-76); «Временной инструкцией о составе и оформлении строительных рабочих чертежей зданий и сооружений» (СН 460-74 разд. 5, Конструкции металлические); ГОСТ 2.410—68 «Правила выполнения чертежей металлических конструкций». Кроме того, выполнение отдельных элементов чертежей (изображение, размеры и т. д.) регламентированы ГОСТ 2.301—68—2.316—68 и 2.312—72. В настоящей главе книги приведены только данные, относящиеся к чертежам КМД.

§ 12. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ КМД

Формат чертежей. Деталировочные рабочие чертежи отдельных элементов конструкций, а также монтажные схемы желательно располагать на листах стандартного формата — Ф1 по ГОСТ 2.301—68.

Линии. При вычерчивании чертежей рекомендуются следующие толщины линий: для рамок чертежей — от 0,6 до 0,8 мм; для основных линий и узлов — от 0,15 до 1 мм в зависимости от масштаба изображения. Чем

меньше масштаб, тем линии тоньше; для выносных, осевых и размерных линий — 0,2 мм; для линий разрезов — от 0,6 до 0,8 мм.

Оси здания наносят штрихпунктирными линиями и обозначают: поперечные оси — цифрами, продольные (называемые рядами) — буквами. Цифры и буквы заключают в кружки диаметром 6—9 мм.

Линии чертежа не должны пересекать цифры и надписи.

Для получения линий нужных толщин конструктору необходимо иметь два карандаша разной твердости: один НВ или ТМ — для тонких линий, второй В или 2М — для более толстых линий.

Надписи. Все надписи выполняют нормальным шрифтом. Высоту букв следует согласовывать с назначением надписи и размером отдельных видов и проекций на чертеже. Чертежи выглядят и читаются хорошо при следующей высоте строчных букв: 4 мм — для наименований чертежей и проекций на листах формата Ф1; 2,5 мм — для наименований конструктивных деталей (например, рельс КР-120); 2 мм — для надписей на выносных линиях (например, вертикальные связи). Заглавные буквы следует делать в 1,5 раза выше строчных.

Размеры. Все размеры на рабочих чертежах и монтажных схемах следует указывать в миллиметрах (только цифрами) и писать над размерными линиями. При малом расстоянии между выносными линиями размеры можно написать несколько в стороне под или над размерной линией. В этом случае от цифры к соответствующему участку размерной линии необходимо дать дополнительную выносную линию. Размерные и выносные линии делают сплошными. В точке пересечения размерных и выносных линий разрешается делать стрелку, жирную точку или засечку. Точки ставят на средних выносных линиях, если выносные линии расположены близко друг к другу. Размер цифр — 2—3 мм.

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

Прокатные и гнутые профили в сечении имеют сложную форму. Их контурные линии сопрягаются друг с другом с помощью криволинейных участков. На чертежах металличе-

ских конструкций ввиду малого размера изображения криволинейные участки контурных линий не вычерчивают и основные контурные линии сопрягают друг с другом непосредственно в точках пересечений. Сечения прокатных профилей, а также сечения элементов, состоящих из нескольких прокатных профилей, соединенных сваркой, болтами или заклепками, — не штрихуют. В таблицах и примечаниях сечение изображают еще более схематично. Каждый элемент сечения, например полку или стенку двутавра, изображают линией. Сечение элемента сопровождается надписью о его размерах. Условные обозначения некоторых профилей показаны в табл. 16.

В сварных строительных конструкциях наиболее широко применяют стыковые и угловые швы. На основных проекциях конструкций, изображаемых на чертеже, эти швы обозначают условными знаками (табл. 17).

Швы, выполняемые на заводе, обозначают короткими черточками длиной 1—1,5 мм, наносимыми на чертеже в месте расположения сварного шва перпендикулярно к его длине. Швы, выполняемые на монтаже, обозначают крестиками.

Угловые швы в соединениях вугол или втавр могут быть как с обеих сторон, так и с одной стороны. Обычно по характеру конструкции четко видно, с какой стороны должны располагаться швы и на чертеже никаких дополнительных указаний о расположении швов не дают. Если в некоторых весьма редких случаях эти указания могут быть необходимы, тогда над условным обозначением шва, обычно рядом с цифрой, указывающей толщину шва, пишут две буквы: дс — дальняя сторона или бс — ближняя сторона. Ближней стороной конструкции считают ту, которая на рисунке находится ближе к наблюдателю, читающему чертеж.

Обычно в любой сварной конструкции преобладают угловые швы какой-либо одной толщины. Толщину этих швов указывают только в примечаниях к чертежу. Такой порядок позволяет освободить чертеж от многих цифр и сделать его более простым. Толщину всех угловых швов, отличную от основных швов, указывают непосредственно на чертеже цифрой, которую располагают над условным обозначением шва. Иногда бывает необходимо указывать не только толщину шва, но и его длину. В таком случае рядом с цифрой, показывающей толщину шва, через тире пишут длину шва. Если швы прерывистые, то рядом с толщиной шва дробью указывают: в числителе — длину участков швов, а в знаменателе — расстояние между участками шва.

Таблица 16. Условные обозначения профилей

Профили	На чертежах	В таблицах и в тексте
Прокатная сталь		
Листовая и универсальная		— 620×20
Угловая равнобокая		Л 75×75×6
Угловая неравнобокая		Л 140×90×8
Балки двутавровые		I №30
Швеллеры		С №20
Трубы		⊙ φ 325/8
Рельсы		Кр-160
Квадрат		■ 80×80
Круг		⊕ φ 24
Гнутые		
Корытообразный		Л 160×160 ×60×5
Сварные		
Балка двутавровая, усиленная уголками		I 55+ 2L100×100×10
Балка двутавровая		I - 800×10+ 2-420×25

Если форма угловых швов отличается от обычной (с равными катетами и небольшим усилением), например вогнутая, с разными катетами или обеспечивающая сплошное про-

Таблица 17. Условные обозначения сварных швов

Наименование и место швов сварки		На проекциях	На разрезах
Угловые	завод		
	монтаж		
Стыковые	завод		
	монтаж		
Точечная сварка			

плавление стенки балки, то в этом случае необходимо давать специальные эскизы в виде разрезов по швам, характеризующие как форму, так и размеры шва.

Никаких указаний на чертежах о толщине стыковых швов, с какой стороны они должны быть расположены и об их протяженности не дают. В наиболее ответственных строительных конструкциях все стыковые швы заваривают с двух сторон на полную толщину свариваемых деталей и по всей протяженности стыкового соединения.

Поскольку обработка кромок деталей в стыковых соединениях весьма разнообразна, что связано с толщиной свариваемых деталей и со способом сварки, на чертежах следует давать поперечные разрезы по швам с указанием характера и размеров фасок и зазоров между деталями. Если необходима особая, т. е. нестандартная форма внешней части шва, например удаление усиления шва и зачистка его в уровне плоскостей сваренных деталей, на деталях швов следует делать соответствующие указания.

На разрезах по конструкции обозначения швов примерно соответствуют их фактическому очертанию. Сечение монтажных швов на ватмане зачерняют карандашом, а на кальках тушью.

Способ выполнения швов (вручную, полуавтоматически в среде CO_2 и т. п.), а также сварочные материалы (тип электродов, марки проволоки и флюса) указывают в примечаниях на рабочих чертежах и на схемах.

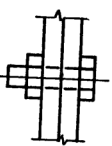
На основных проекциях каждую точку контактной точечной сварки изображают крестиком. Рядом с крестиком указывают диаметр точки и через тире — расстояние между точками. При большом числе точек в соединении на чертеже изображают несколько точек в начале и в конце соединения и, кроме того, дают размерную линию, на которой указывают расстояние между точками и расстояния $n \times a$. Если точка попадает в разрез, то ее изображают короткими черточками на линии соприкосновения деталей (перпендикулярно к ней) на участке расположения точки.

Условные обозначения отверстий, болтов и заклепок приведены в табл. 18. Вид условных обозначений вполне ясен из таблиц приложения (см. гл. IV).

В конструкциях одного здания или сооружения в целях удобства их изготовления стараются применять отверстия, а также болты или заклепки какого-либо одного диаметра. В этом случае их диаметры указывают только

Таблица 18. Условные обозначения отверстий, болтов и заклепок

Наименование отверстий	На проекциях	На разрезах
Обычное (цилиндрическое)		
Зенкованное с ближней стороны		
Зенкованное с дальней стороны		
Зенкованное с двух сторон		
Овальное		

Наименование болтов		На проекциях	На разрезах
Нормальной и повышенной точности	заводские		
	монтажные		
Высокой прочности (монтаж)			
Наименование заклепок		На проекциях	На разрезах
С полукруглыми головками			
С потайными головками:			
с ближней стороны			
с дальней стороны			
с обеих сторон			

в примечаниях к чертежам и схемам, что позволяет освободить чертеж от многих надписей. Если в конструкции кроме отверстий (для болтов или заклепок) основного диаметра применяются и другие, то диаметр массовых отверстий (для болтов или заклепок) указывают в примечаниях, а диаметр других — непосредственно на проекциях конструкции.

В примечаниях к чертежам и схемам указывают также технологию образования отверстий, тип болтов или заклепок и материал, из которого они будут изготовлены.

§ 13. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ДЕТАЛИРОВОЧНЫХ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Рабочие детализовочные чертежи стальных строительных конструкций значительно отличаются от чертежей машин и механизмов. При проектировании машин чертежи расчле-

няют на три группы — общие виды, узлы и чертежи отдельных деталей. Можно считать, что общим видам машин в рабочем проекте металлических конструкций соответствуют монтажные схемы. Вместо чертежей узлов машин и чертежей отдельных деталей в проекте КМД выполняют один вид чертежей — рабочие детализовочные чертежи, которые в силу своих комплексных функций являются весьма сложными и имеют особенности, о которых сказано ниже.

На рабочем чертеже вычерчивают основной вид для каждой отправочной марки, а также необходимое число дополнительных видов и разрезов. Число дополнительных видов и разрезов должно быть таким, чтобы по данному чертежу можно было изготовить все сборочные марки, а также собрать конструкцию и заварить ее швы. Обычно кроме основного вида бывает необходимо вычертить виды сверху, снизу, справа и слева, а также дать несколько разрезов.

На основном виде конструкция должна быть изображена в том положении, в котором она будет находиться в здании или сооружении. Например, основным видом стропильной фермы является ее проекция на вертикальную плоскость. Стойки и колонны желательно располагать на чертежах вертикально. Для высоких колонн допускают исключение. Если при принятых масштабах колонна не помещается по высоте чертежа, то ее можно вычертить горизонтально, размещая башмак в левой части чертежа. Основным видом для колонны является ее вид, изображаемый на поперечном разрезе здания.

Дополнительные виды располагают так: вид сверху — над основным видом, вид снизу — под основным видом, вид справа — справа от основного вида и вид слева — слева от него. В этом случае, согласно ГОСТ 2.401—68, необходимо на основной проекции показывать стрелкой сторону, с которой дан вид, а на виде делать соответствующую надпись (рис. 36).

Если на основной проекции какой-либо пояс конструкции располагается не горизонтально, то вид на этот пояс вычерчивают параллельно наклонному поясу, а выносные линии направляют к этому поясу под углом 90°.

Все линии разрезов наносят только на основных видах конструкций, направляя стрелки на концах линий разрезов либо справа налево, либо сверху вниз (для стоек и колонн, вычерчиваемых вертикально). Разрезы нумеруют порядковыми цифрами. Разворот разрезов на чертеже допускается только вокруг оси, параллельной линии разреза на основной проекции. Размещать разрезы на чертеже следует слева

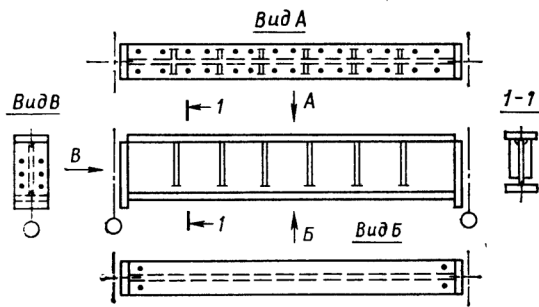


Рис. 36. Правила размещения на чертежах проекций и разрезов и их обозначения

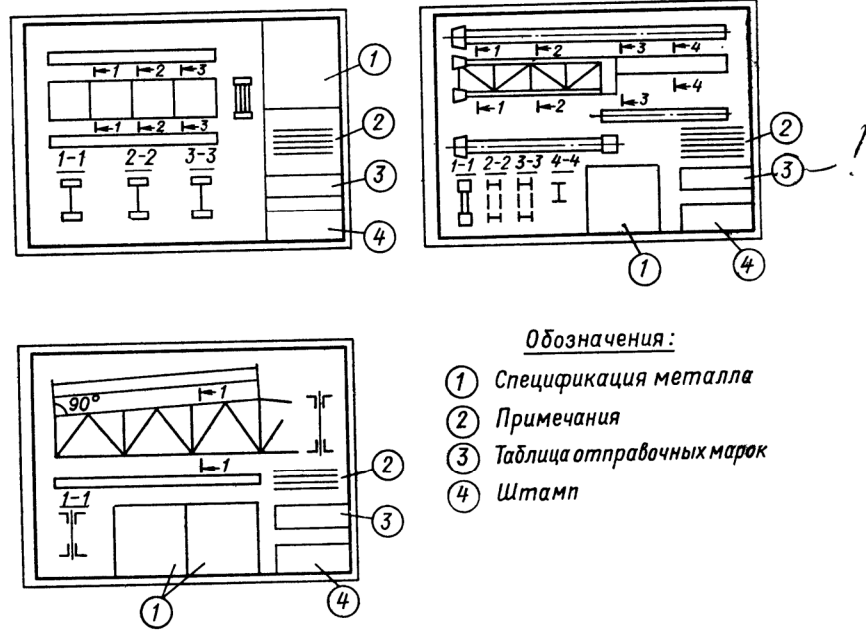


Рис. 37. Схемы построения рабочих детализованных чертежей

Обозначения:

- ① Спецификация металла
- ② Примечания
- ③ Таблица отправочных марок
- ④ Штамп

направо в том же порядке, в каком линии разрезов нанесены на основной проекции.

Пример расположения видов и разрезов показан на рис. 36.

При вычерчивании видов и разрезов сплошными линиями показывают видимые контуры конструкции и ее отдельные детали; пунктирными — контуры невидимых деталей, непосредственно примыкающих к видимым. Детали, расположенные за видимыми деталями, но непосредственно к ним не прилегающие, на проекциях не показывают.

На рабочих чертежах кроме проекций и разрезов располагают ряд таблиц и примечаний. Для всех таблиц и примечаний отводят полосу шириной 170 мм, примыкающую к правой линии рамки чертежа. На этой полосе вверху располагают спецификацию металла, под ней примечания, еще ниже таблицу отправочных марок. В нижнем правом углу чертежа размещают штамп.

Общая компоновка чертежей для основных типов конструкций (балки, фермы, колонны) показана на рис. 37. В особых случаях при разработке чертежей ферм большого пролета и высоких колонн разрешается располагать проекции конструкций по всей длине чертежа, помещая при этом спецификацию металла в нижней части чертежа, слева от штампа.

Масштабы, в которых вычерчивают конструкции, приведены в табл. 19. Для каждого вида конструкций указано несколько масштабов. Обычно крупный масштаб выбирают для конструкций, имеющих меньшие геометрические размеры, и наоборот. Для конструкций со сложными деталями и узлами следует принимать более крупный масштаб.

При вычерчивании решетчатых конструкций (ферм, связей, фонарей) в целях получения четкого и ясного чертежа на сравнительно небольшой площади прибегают к следующему приему: геометрическую схему решетчатой конструкции вычерчивают в одном масштабе (например, 1 : 30), а сечения деталей и узлы в более крупном (например, 1 : 15). При таком изображении не в масштабе оказываются участки стержней фермы между узлами, но так как на этих участках сложных деталей и узлов нет, восприятие чертежа не усложняется.

При вычерчивании простых сплошных конструкций (прокатные и сварные балки) для сокращения длины рисунка принимают по высоте один масштаб, а по длине другой — более мелкий.

При проектировании нескольких конструкций, отличающихся друг от друга незначительно и только на небольшом участке, полностью вычерчивают только одну из них, а для остальных — только те участки, на которых они отличаются от вычерченной полностью. На границе вычерченного участка, а также в соответствующем месте конструкции, вычерченной полностью, ставят флажок, направленный в сторону неизображенной части конструкции, и делают надпись, что от флажка на неизображенном участке данная конструкция аналогична конструкции, изображенной полностью.

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

Размеры на чертежах должны быть представлены в определенном порядке. Если размеры проставлены полно и правильно, изуче-

Т а б л и ц а 19. Масштабы для вычерчивания конструкций

Конструкции		Масштабы	Конструкции		Масштабы
Колонны сплошные		1 : 15; 1 : 20; 1 : 25	Связи (разные)	схема	1 : 20; 1 : 25; 1 : 30
Колонны решетчатые		1 : 15; 1 : 20; 1 : 25		сечение и узлы	1 : 10; 1 : 15; 1 : 20
Фермы	схема	1 : 20; 1 : 25; 1 : 30	Фонари	схема	1 : 20; 1 : 15; 1 : 30
	сечения и узлы	1 : 15; 1 : 20		сечение и узлы	1 : 15; 1 : 20
Балки прокатные и сварные		1 : 15; 1 : 20; 1 : 25; 1 : 40	Лестницы и перила		1 : 15; 1 : 20; 1 : 25
Тормозные площадки		1 : 15; 1 : 20	Трубопроводы		1 : 20; 1 : 25; 1 : 30
Тормозные связи	схема	1 : 15; 1 : 20	Элементы оболочек листовых конструкций		1 : 20; 1 : 25
	сечения и узлы	1 : 10; 1 : 15			

ние чертежа не требует много времени, а конструкция будет изготовлена быстро и без ошибок.

На рабочем чертеже должны быть размеры четырех видов: увязочные, для изготовления отдельных деталей конструкции, для ее сборки и, наконец, для приемки готовых конструкций работниками отдела технического контроля завода. Принцип нанесения размеров показан на рис. 38.

В число увязочных размеров входят размеры и отметки, указывающие положение конструкции в здании или сооружении, а также размеры, определяющие примыкания одних элементов к другим. Размеры деталей служат для изготовления шаблонов деталей, наметки и разметки на металле, а также для настройки станков перед обработкой деталей. Размеры для сборки показывают взаимное расположение деталей в конструкции. К размерам для приемки конструкций относятся генеральные размеры конструкции — длина, высота, а также размеры, определяющие правильное примыкание конструкций друг к другу на монтаже.

Некоторые размеры одновременно выполняют ряд функций, например служат для изготовления деталей, для сборки и т. п. Все детали и сами конструкции фактически выполняются с некоторыми отклонениями размеров от проектных. Допускаемые отклонения указаны в СНиП III-18-75* «Правила производства и

приемки работ. Металлические конструкции». Если в числе размеров для приемки есть особо важные, а допускаемые отклонения этих размеров соответствуют указаниям СНиП, то данные размеры на чертеже заключают в прямоугольную рамку. Если допускаемые отклонения данного размера отличаются от требований СНиП, эти отклонения указывают справа от размера и вместе с размером заключают в прямоугольную рамку.

Если в цепочке размеров следует большое число одинаковых размеров (шаги отверстий или болтов), их можно записать более коротко, например: $62 \times 80 = 4960$. Здесь первая цифра (62) — число одинаковых размеров, вторая цифра (80) — повторяющийся размер в мм, а третья — общий размер. Выносные линии в данном случае наносят только в конце и в начале данной цепочки.

Если конструкция симметричная, допустимо нанести линию симметрии, а некоторые размеры наносить только с одной ее стороны. Это разгружает чертеж от части размеров и делает его более простым для выполнения и использования.

Некоторые много раз повторяющиеся размеры, например расстояния от центра крайних отверстий под болты до края элемента (обрезы), на чертеже не указывают, а пишут в примечаниях к чертежу. Замена многих размеров одним примечанием значительно упрощает чертеж.

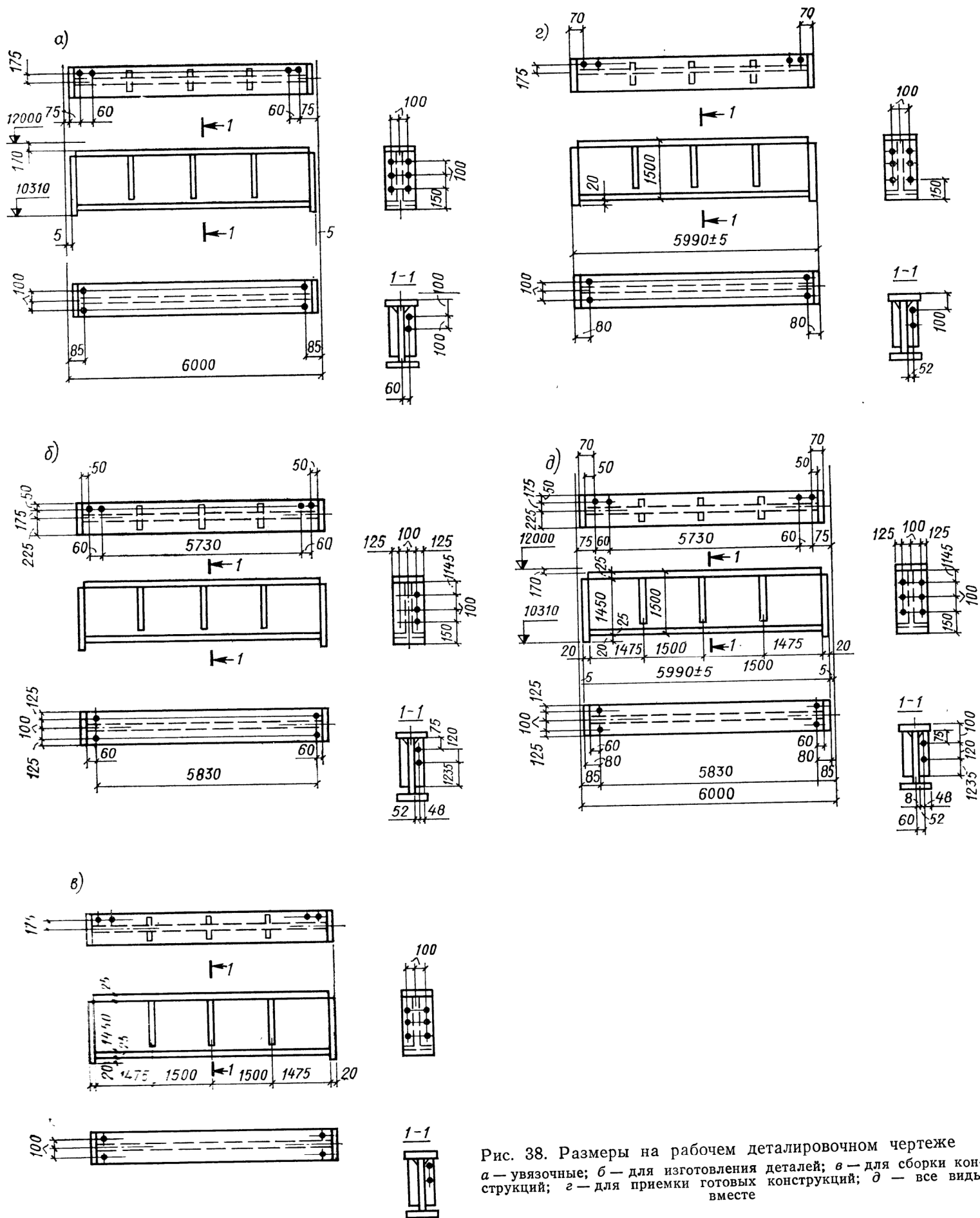


Рис. 38. Размеры на рабочем детализовочном чертеже
 а — узловые; б — для изготовления деталей; в — для сборки кон-
 струкций; г — для приемки готовых конструкций; д — все виды
 вместе

Общие длины отдельных деталей на чертеже обычно не проставляют, а указывают только в спецификации металла.

На чертеже должны быть только строго необходимые размеры, например для установки при сборке уголка раскоса фермы достаточно указать один размер — от геометрической оси фермы до обушка уголка (дать риску). Размер от оси до пера уголка будет в данном случае излишним.

Некоторые размеры не ставят вообще, так как они ясны сборщикам. Например, прокладки в стержнях решетки ферм ставят по длине стержня так, чтобы расстояния между ними, а также между ними и узловыми фасонками были примерно равны (с допускаемым отклонением ± 20 мм). Поперек стержня эти детали ставят так, чтобы они выступали с обеих сторон уголка поровну. Цепочки размеров должны отстоять от рисунка не менее чем на 8—10 мм. Расстояние между цепочками 5—7 мм. Цепочки с мелкими размерами располагают ближе к контуру конструкции, чем цепочки с большими размерами.

При определении размеров разверток вальцованных и гнутых деталей следует иметь в виду следующее:

1) при вальцовке листов сохраняется без укорочения или удлинения срединная плоскость листа, т. е. плоскость, проходящая через нейтральную ось сечения листа. Лист деформируется на всех его участках равномерно. Таким образом, все расстояния, размеченные на поверхности листа до его вальцовки, сохраняются на средней плоскости;

2) уголки, балки и швеллеры гнутся либо в кузнице в горячем состоянии, либо на кулачковых прессах в холодном состоянии. После гибки сохраняется общая длина детали по нейтральной оси профилей. Разметку таких деталей и образование в них отверстий следует выполнять после их гибки, так как деформация металла при указанной технологии может быть неравномерной по длине детали. Расстояния, одинаковые до гибки, могут стать после гибки разными.

Отправочные марки обозначают (маркируют) на чертежах и схемах буквой и цифрой, например Ф5. Буква обычно соответствует начальной букве названия элемента (К — колонны, Ф — фермы); цифра показывает порядковый номер элемента среди элементов одного названия. Марку элемента пишут на чертеже над его основным видом крупными буквами и цифрами (высотой 8—10 мм) с тем, чтобы при большом числе отправочных марок на чертеже можно было легко найти нужную марку.

Иногда для маркирования элементов кон-

струкций применяют индивидуальную и фиксирующую маркировки.

Индивидуальную маркировку применяют для конструкций, проходящих на заводе общую сборку, например для части поясов кожуха воздухонагревателя в зоне изменения его диаметра. На этом участке кожуха один из поясов конический. Точное изготовление его отдельных элементов затруднительно. Для подгонки элементов этого пояса друг к другу, а также этого пояса в целом к соседним поясам все три пояса собирают вместе. Во время общей сборки подгоняют стыки и устанавливают сборочные детали и фиксирующие уголки. Хорошее совпадение стыков поясов на монтаже возможно лишь в том случае, если пояса соберут строго в том же порядке, в котором они были собраны на заводе в процессе общей сборки. Перестановка элементов, одинаковых до общей сборки, недопустима, поэтому применяют индивидуальную маркировку элементов, а именно — к обычной маркировке добавляют порядковый номер или букву. Например: восьмой пояс кожуха воздухонагревателя состоит из одного элемента Л11 и пяти элементов Л12. После общей сборки элементы Л12 перестают быть взаимозаменяемыми, они должны быть поставлены каждый на свое место, поэтому они получили индивидуальную маркировку: Л12А; Л12Б; Л12В; Л12Г и Л12Д. Эта индивидуальная маркировка должна быть приведена как на монтажных схемах, так и в таблицах монтажных элементов на схемах и в списках отправочных марок. На рабочем чертеже индивидуальную маркировку не указывают, лишь в примечаниях пишут, какие отправочные марки должны пройти общую сборку.

Фиксирующую маркировку применяют в двух случаях: когда элемент необходимо установить в строгой увязке с определенным технологическим оборудованием или когда по общему виду элемента сложно определить его правильное положение.

К первому случаю применения фиксирующей маркировки следует отнести маркировку части листов кожуха горна доменной печи. Так, на листах во время общей сборки кожуха горна кроме обычной или индивидуальной маркировки необходимо набивать керном вертикальную линию, соответствующую оси и стороне наклонного моста, и сопровождать ее надписью на нижнем листе «ось и сторона наклонного моста». Для четкости ось и надпись обводят белой масляной краской.

Ко второму случаю применения фиксирующей маркировки можно отнести маркировку элементов многоэтажного здания (рис. 39).

У колонн этих зданий, например внешне очень похожи консоли для опирания балок, подходящих к ней; на самом деле они часто отличаются друг от друга размерами деталей и расположением отверстий. У балок междуэтажных перекрытий внешне мало отличаются опорные части. В этом и в подобных случаях обычную маркировку на заводе наносят на элементы в заранее предусмотренных местах конструкций, например так, чтобы при правильной установке элементов на монтаже марки элементов были обращены к наблюдателю, стоящему у ряда А и смотрящему в сторону Б (см. рис. 39). Такой порядок маркировки оговаривают на рабочих чертежах и монтажных схемах.

Сборочные марки (детали) маркируют цифрами. На чертеже цифры заключают в кружок диаметром 6—7 мм. От кружка к детали идет линия со стрелкой на конце. Сборочные марки, являющиеся зеркальным изображением друг друга, маркируют одной цифрой, но они получают дополнительный индекс «т» или «н», например 21т и 21н («так» и «наоборот»).

На рабочем чертеже размещают несколько таблиц: спецификацию металла, таблицу отправочных марок и примечания. Форма и размеры таблиц приведены на рис. 40.

В строке «Спецификация металла» указывают марку стали, из которой должны быть изготовлены конструкции. Если часть сборочных марок изготовляют из другой стали, то об этом делают пометку в графе «Примечания».

Массу отдельных сборочных марок подсчитывают с точностью до одной десятой килограмма. Общую массу сборочных марок округляют до килограмма. К массе сборочных марок добавляют массу заводских сварных швов. Согласно указаниям СНиП III-18-75*, массу сварных швов принимают равной 1% массы всех деталей.

Массу сварных швов записывают в спецификацию металла отдельной строкой.

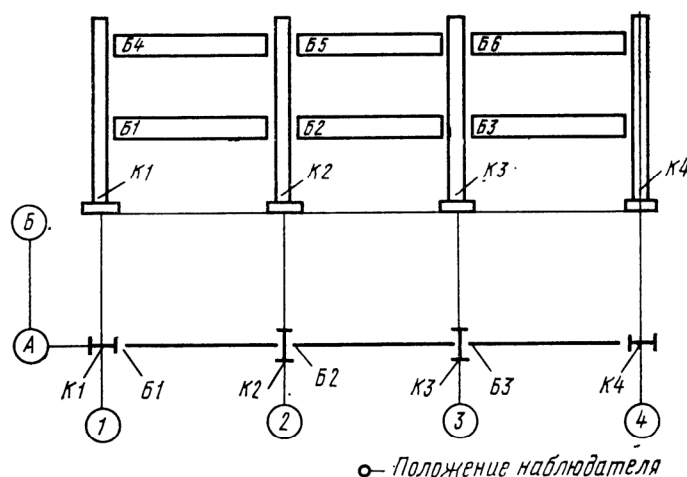


Рис. 39. Пример фиксирующей маркировки отправочных элементов

Общую массу отправочных марок желательно округлять до 5 кг за счет некоторого уменьшения массы сварных швов.

В графе «Примечания» указывают особенности технологии изготовления сборочных марок сокращенно. Примерная номенклатура указываемых в примечании технологических операций и их сокращенных обозначений дана в табл. 20.

В таблице отправочных марок указывают число отправочных марок, массу одной марки, массу всех марок одного наименования и массу конструкций, изготовляемых по данному чертежу.

В примечаниях к чертежу указывают дополнительные требования к материалу конструкций: толщину основных швов, способ сварки, тип электродов и другие сварочные материалы, диаметры отверстий под болты и заклепки и технологию их образования, размеры обреза, номера чертежей, приспособлений, необходимых для изготовления конструкций (сверловочные кондукторы, сборочные кондукторы).

Таблица 20. Принятые сокращения наименований технологических операций

Операции	Сокращенное обозначение	Операции	Сокращенное обозначение
Вальцевать	Вальц.	Косой рез	Кос. рез
Гнуть	Гн.	Фасонный лист	Ф. л.
Фрезеровать один торец	Фр. 1 т	Снять фаски	Сн. ф.
Фрезеровать два торца	Фр. 2 т	Строгать обушок	Стр. об.
Строгать одну продольную кромку	Стр. 1 пр.	Строгать одну плоскость	Стр. 1 пл.
Строгать две продольные кромки	Стр. 2 пр.	Фрезеровать одну плоскость	Фр. 1 пл.
Строгать по периметру	Стр. по пер.	Механическая обработка	▽

Спецификация металла										10
Отпр. марка	Сбор. мар.	К-во		Сечение	Длина	масса в кг			прим.	15
		т	н			шт.	общ.	о.м.		
										8
										8
15	10	7,5	7,5	35	20	15	15	15	30	8

Таблица отправочных марок								10
Отпр. марка	К-во	масса в кг		Отпр. марка	К-во	масса в кг		15
		марки	общий			марки	общий	
								5
								5
								5
								5
Общая масса конструкций по чертежу								10
25	10	25	25	25	10	25	25	15
170								5

Рис. 40. Таблицы рабочего детализовочного чертежа

Короткие примечания позволяют значительно упростить графическую часть чертежа, заменяя большое число указаний на проекциях.

§ 14. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОФОРМЛЕНИЯ МОНТАЖНЫХ СХЕМ

На монтажных схемах, входящих в состав детализовочных рабочих чертежей, вычерчивают отправочные элементы. Разница между конструктивным и отправочным элементом заключается в следующем.

1. Конструктивный элемент может разделяться на несколько отправочных элементов, например ферму большой длины изготовляют на заводе и отгружают на монтаж двумя частями, соединяемыми друг с другом на монтаже. В данном случае каждая половина фермы представляет самостоятельный отправочный элемент.

2. Конструктивные элементы, одинаковые с точки зрения расчета, часто оказываются различными (невзаимозаменяемыми) отправочными элементами в силу различия некоторых узлов и деталей по характеру монтажных примыканий. Все стропильные фермы, изображенные на рис. 41, а, с точки зрения расчета, одинаковы и имеют одинаковую маркировку — Ф1. Однако на монтажной схеме (рис. 41, б), входящей в состав детализовочных чертежей (КМД), половины этих ферм замаркированы семью различными марками: Ф1т, Ф1н, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5 и Ф6. Различие ферм заключается в том, что часть из них примыкает к колоннам, а другая часть примыкает к под-

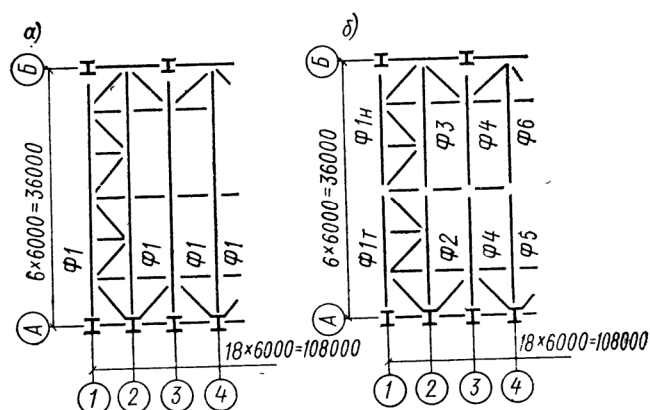


Рис. 41. Схема расположения конструкций (КМ) и монтажная схема (КМД)

Таблица отправочных элементов							10
Марк	К-во	Наименование элемента	№ чер.	Масса, кг		Примеч.	15
				шт.	общ.		
							8
							8
Общая масса конструкций по схеме							10
15	10	50	10	20	20	45	5

Список монтажных метизов по схеме										10	
№ п/п	Наименов.	Диам., мм	Защита, мм	Длина, мм	Длина резьбы, мм	к-во	Масса, кг		Примечан.	15	
							шт.	общ.			
										6	
										6	
										6	
										6	
				Всего по с.м.м.						10	
Объект				Нач. КБ				32-23-10		25	
				Проверил							
ЗМК в г.				Составил							
10	35	5*10=50				20	20	20	15		
170											

Рис. 42. Таблица отправочных элементов и список монтажных метизов

стропильным фермам по ряду Б. Сечение всех стержней и большинство узлов у этих частей ферм одинаковы, однако конструкция опорных узлов различна, поэтому половины ферм невзаимозаменяемы. Часть половин ферм различна еще и потому, что к ним примыкают разные связи, следовательно, расположение отверстий в их поясах для примыкания связей также неодинаково.

Отправочные элементы на монтажных схемах изображают схематически линиями или прямоугольниками. Для того чтобы по схеме было ясно, где кончается один отправочный элемент и начинается другой, между линиями или прямоугольниками на чертеже оставляют небольшой зазор (1—2 мм).

струкций, изображенных на данной схеме, форма и размеры списков монтажных метизов показаны на рис. 42.

В списке указывают размеры метизов, их число и массу. Число метизов, а следовательно, и их массу указывают на 5% больше фактической потребности, учитывая возможные потери при монтаже. В примечаниях, располагаемых в нижней части списка, указывают стандарты на метизы и материал, из которого их следует изготавливать. В последней строке списка указывают общую массу метизов по списку. В графе «Примечание» указывают монтажные узлы, для которых предназначены метизы. На основании списков монтажных метизов ведут их изготовление, комплектование по заказам, упаковку, а также отмечают «факт» отгрузки.

§ 15. РАБОТА КОНСТРУКТОРА НАД ЧЕРТЕЖОМ

Правильная методика работы конструктора над чертежом обеспечивает высокое качество чертежа и наименьшие затраты труда.

Часто начинающему конструктору кажется, что для ускорения работы необходимо сразу приступить к изображению конструкции на чертеже. Это мнение ошибочно. Процессу вычерчивания конструкции должна предшествовать некоторая подготовительная работа.

В первую очередь следует внимательно изучить все разделы проекта КМ, касающиеся рассматриваемой конструкции: схемы расположения конструкций, пояснительную записку, схему конструктивного элемента. Затем необходимо рассмотреть документы, составленные в период подготовки на заводе к разработке рабочих чертежей: дополнительные технические требования, список кондукторов и приспособлений, основные положения конструирования (для данного объекта).

На следующем этапе конструктор составляет спецификацию металла, необходимого для изготовления конструкций по данному чертежу, уточняет фактическое наличие металла в «отделе металла» и в случае необходимости производит некоторые замены. Работники отдела металла делают в книгах наличного металла пометки о бронировании металла на разрабатываемые на чертеже конструкции. Для бронирования металла можно использовать спецификацию металла, входящую в состав проекта КМ, или заводскую спецификацию, составленную в ОГК в подготовительный период.

До начала работы над чертежом целесообразно перечислить на отдельном листке все

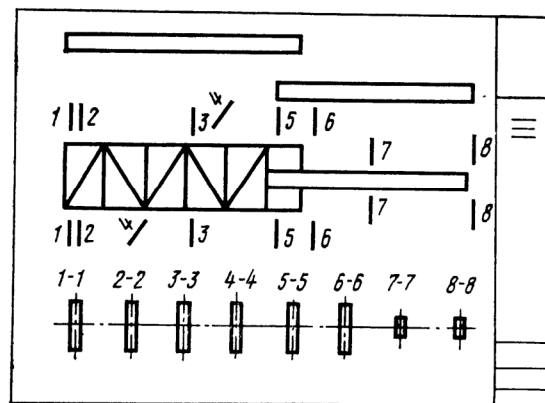


Рис. 44. Эскиз чертежа колонны

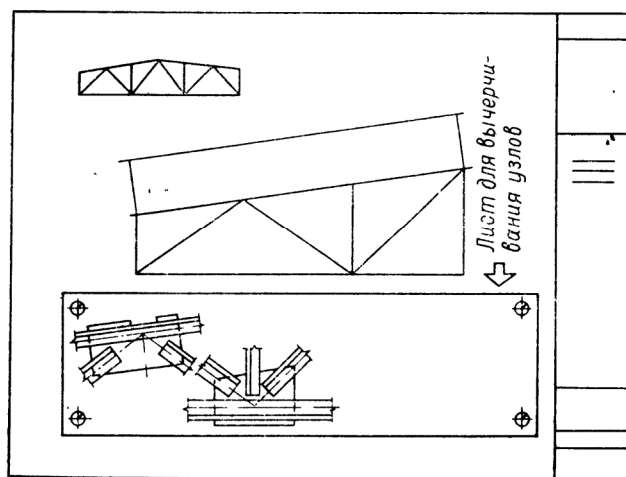


Рис. 45. Эскиз чертежа фермы. Вычерчивание узлов фермы

конструкции, которые на монтаже будут примыкать к проектируемой. Затем следует продумать необходимое число проекций, видов и разрезов, достаточно полно показывающих форму конструкции, все детали, входящие в ее состав, и монтажные примыкания. После того, как объем изображений на чертеже стал ясным, следует также на отдельном листе размером примерно 145×200 мм (около 1/8 формата Ф1), учитывая возможный масштаб изображения, расположить все проекции и разрезы, таблицы и примечания в порядке, рекомендуемом выше. Все эскизы на листе делают от руки. На рис. 44 показан такой лист применительно к чертежу колонны. При расположении проекций и разрезов следует учитывать число необходимых цепочек размеров. Затем приступают непосредственно к выполнению чертежа. На листе ватмана в первую очередь наносят рамки, отделяют участок для спецификаций, таблиц и примечаний, наносят основные оси проекций и разрезов, а для решетчатых конструкций — геометрическую схему.

В решетчатых конструкциях размеры узловых фасонек определяют по масштабу. Для

этого на отдельном листе вычерчивают узлы в крупном масштабе — обычно $1/10$. Удобно этот лист наложить на нижнюю часть основного чертежа так, чтобы расположить его под выполненной геометрической схемой. При этом удобно переносить с геометрической схемы на узлы оси стержней. На рис. 45 показан момент разработки узлов фермы. При разработке монтажных узлов необходимо учитывать, что часть примыкающих конструкций может быть уже пущена в производство, и, следовательно, изменять характер примыкания нельзя. Во время вычерчивания узлов конструктор выполняет расчет сварных швов, с помощью которых элементы, сходящиеся в узле, крепят друг к другу. На дополнительных листах, на которых вычерчивают узлы, а также на листах, где конструктор выполняет свои расчеты, необходимо указывать номер заказа и чертежа, к которому они относятся.

К данному моменту полностью складываются детальные представления о проектируемой конструкции, предшествующие работе над чертежом. Наиболее целесообразным представляется следующий порядок выполнения работ. Сначала следует выполнить все проекции и разрезы, не проставляя размеров; написать текст примечаний к чертежу и заполнить главную строчку спецификации. Затем проставить все увязочные размеры, включая отметки и обозначения осей и рядов. После этого одновременно проставляют размеры, необходимые для изготовления деталей, маркируют детали и заполняют в спецификации графы: сборочные марки, количество, сечения, длина и примечания. Вслед за этим чертеж дополняют размерами для сборки и приемки. Все размеры на чертежах КМД проставляют с точностью до 1 мм. Десятые доли миллиметра, полученные в ходе расчетов, округляют до целого по правилам округления (меньше четырех десятых округляют до меньшего целого, пять и больше десятых — до большего целого). Наконец, на последнем этапе подсчитывают массу деталей и отправочных марок и составляют таблицу отправочных марок.

После завершения работы над чертежом вычисляют значения основных показателей и сравнивают с аналогичными показателями эталонных чертежей. Если показатели выполненного чертежа хуже показателей эталонного, следует выяснить причину этого и внести исправления.

Все законченные чертежи вместе с листами, выполненными в ходе конструирования, передают на проверку.

В первую очередь чертеж изучают с точки зрения общего расположения проекций, размеров, таблиц и примечаний. Затем уточняют правильность увязочных и генеральных размеров, правильность применения сечений деталей, размеров швов и способов их выполнения, диаметров болтов и заклепок, а также марок стали деталей и метизов и марок сварочных материалов. На этом же этапе проверяют и текст примечаний.

На следующем этапе проверяют узлы и расчеты, выполненные конструктором; затем размеры, необходимые для изготовления деталей, и завершают работу над спецификацией. В завершении проверяются правильность и достаточность размеров для сборки и приемки, таблица отправочных марок и показатели чертежа.

В процессе проверки чертежа тщательно проверяют выполнение конструктором всех мероприятий по обеспечению технологичности и положений конструирования и оформления. У каждой проверенной цифры или примечания проверяющий ставит галочку красным карандашом. Если цифра или текст примечания не верны, их не зачеркивают, а обводят красным карандашом и пишут рядом новые.

Конструктор проверяет исправления, сделанные проверяющим, и свое согласие с ними отмечает галочкой, наносимой синим карандашом.

После согласования всех вопросов между конструктором и проверяющим чертеж направляют на копирование, оформление подписями, в светокопию для размножения, а затем в производство.

Глава IV

ПРИМЕРЫ ДЕТАЛИРОВОЧНЫХ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ (КМД). ЛИСТЫ 1—18

Рабочие чертежи и монтажные схемы имеют ряд особенностей, обусловленных назначением этих чертежей, конструктивной формой элементов стальных конструкций, технологией их изготовления и монтажа, а также транспортированием с заводов металлоконструкций до строительной площадки.

Назначение приводимого комплекта рабочих чертежей — показать изучающим вопросы конструирования чертежи некоторых элементов металлических конструкций и монтажные схемы ряда зданий и сооружений.

Учитывая многообразие конструктивных форм строительных металлических конструкций, в альбом включены чертежи их основных видов: колонн, подкрановых балок, ферм и связей промышленных зданий; листовых конструкций, образованных плоскими, цилиндрическими, коническими и сферическими поверхностями; ряда элементов различных инженерных сооружений.

Таблица 21. Технологические характеристики чертежей конструктивных элементов (листы 1—13)

Номер листа чертежа	Масса элемента, т		Повторяемость отпра- вочных марок		Число деталей		Число сборочных марок		Повторяемость деталей		Масса сварных швов, кг			
											всех видов сварки		автосвар- очной	
											на отпр. марку	на 1 т	на отпр. марку	на 1 т
1	3,5*	6	100*	32	24*	7	4,2	33,3*	5,6	5,8	1,7			
2	3,1	21	87	28	25	8	3,5	18,6	6	—	—			
3	1,8	15	34	19	22	12	1,6	4,6	2,6	—	—			
4	4,6*	32	220	48	22*	5	10	10,2*	2,2	—	—			
5	3,8	29	23	6	9	2	2,6	32,2	8,4	22,3	5,8			
6	8,7	10	78	9	17	2	4,6	78,6	9	36,2	4,2			
7	0,8	1	30	37	12	15	2,5	10,9	13,6	—	—			
8	4,6	1	47	10	5	1	9,4	27,9	6,1	24	5,2			
9	12,2	10	69	5,7	16	1,3	4,3	54	4,4	47,5	3,9			
10	1,9	1	53	28	15	8	3,5	11	5,8	5,4	2,8			
11	23,9*	13	274*	11,4	11*	0,5	25,9	225*	9,4	135*	5,7			
12	1,8	14	22	12	3	1,7	7	11,6	6,5	10,6	5,9			
13	5,5*	14	165	30	22*	4	7,5	19,1*	3,5	—	—			

Примечания: 1. Показатели со значком * даны на чертеж.
2. Для листа 8 в верхней строке помещены характеристики отправки марки А5, в нижней — А24.
3. Характеристики полотнища (лист 9) даны с учетом ба-
рабана (на один комплект).
4. Характеристики резервуара (лист 10) даны без учета болтов, гаек и шайб.

Каждый чертеж и каждая монтажная схема снабжены краткими пояснениями, касающимися их главных особенностей. Для чертежей отправки элементов конструкций (листы 1—13) составлена таблица 21, данные которой характеризуют чертежи с позиций технологичности применительно к условиям определенного завода (см. гл. 1).

При подсчете характеристик отправки марок повторяемость деталей есть отношение суммы деталей в отправочной марке к числу ее сборочных марок. Например, для колонны на листе 1 это отношение $100:24=4,2$. Анализируя характеристики конструкций, следует учитывать, что по рассматриваемым чертежам были изготовлены реальные конструкции. С повышением уровня типизации конструкций и специализации заводов характеристики серийности отправки и сборочных марок могут быть существенно повышены.

Лист 1

КОЛОННА С РЕШЕТЧАТОЙ НИЖНЕЙ ЧАСТЬЮ

Колонна промышленного здания, располагаемая по среднему ряду. Ветви нижней решетчатой части колонны выполнены из прокатных двутавров. Верхняя часть колонны — сплошной сварной двутавр. Фермы опираются на колонну сверху, на оголовки верхней части. Колонна, кроме решетки нижней части, симметрична относительно продольной оси, совпадающей с осью ряда С. Колонна предназначена для безвыверочного монтажа. Об этом свидетельствует отсутствие опорных плит, изготавливаемых отдельно. На чертеже дано указание о необходимости нанесения на опорной части колонны рисунок для правильной и быстрой установки колонны на плиту. Колонны находятся внутри здания при положительной температуре, поэтому их изготавливают из стали ВСтЗкп2 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*.

Технология изготовления колонн имеет ряд особенностей. Верхнюю часть колонны собирают в универсальном пневматическом кондукторе и сваривают трактором. Ветви нижней части фрезеруют с двух сторон. Этим достигают высокую точность изготовления нижней части колонны по ее высоте, плотное прилега-

ние торцов ветвей к опорным плитам и плотное прилегание опорных плит под подкрановую балку к верхним торцам ветвей нижней части. Это позволяет передавать большие усилия без применения расчетных сварных швов. Колонну в целом собирают в кондукторе. Кондуктор обеспечивает совмещение нижних торцов ветвей в одной плоскости и перпендикулярность их к вертикальной оси колонны.

При вычерчивании разрезов по плоскостям решетки расстояния между соединительными уголками не поставлены, так как сборщики знают, что эти элементы располагают по длине на равных расстояниях друг от друга.

Конструкция колонны технологична (см. табл. 21). При такой конструкции возможно применять универсальные сборочные приспособления и автоматическую сварку (для верхней части).

Небольшая масса сварных швов объясняется тем, что ветви нижней колонны выполнены из прокатных двутавров.

Лист 2

СТРОПИЛЬНАЯ ФЕРМА ИЗ УГОЛКОВ

Стропильная ферма из уголков пролетом 18 м для промышленных зданий с «плоской» кровлей. Нижний пояс фермы горизонтальный; верхний пояс для компенсации прогиба фермы под нагрузкой, во избежание застоя воды на кровле, имеет уклон 1,5%. Опорный фланец фермы передает опорную реакцию через фрезерованный торец на оголовок колонны или на опорный столик подстропильной фермы. Верхний и нижний опорные узлы фермы болтами крепят к опорным стойкам, располагающимся выше оголовка колонны в пределах высоты фермы. Для совпадения отверстий в опорном фланце фермы и в опорной стойке расстояние от фрезерованного торца опорного фланца до центра крайних отверстий необходимо выдержать с отклонением не более ± 1 мм. На чертеже этот размер с допускаемыми отклонениями 100 ± 1 как наиболее важный взят в прямоугольную рамку. С этой же целью отверстия в фасонке верхнего опорного узла фермы делают на 7 мм больше диаметра болтов, соединяющих фасонку фермы с планкой опорной стойки (диаметр болтов — 20 мм, диаметр отверстий — 27 мм). Между плоскостями опорной стойки и опорным фланцем фермы предусмотрен монтажный зазор 6 мм. Этот зазор компенсирует допускаемые отклонения на ширину опорной стойки и на длину фермы. На монтаже фактический зазор заполняют прокладкой, набор которых завод изготавливает совместно с другими конструкциями.

Для удобства монтажа ферму изготавливают с минусовыми отклонениями по длине. Для того чтобы обратить внимание сборщиков фермы и контролеров ОТК на особенности допускаемых отклонений по длине фермы, эти размеры с допускаемыми отклонениями $8794 \pm \frac{0}{3}$ взяты в прямоугольные рамки.

Во избежание отгиба уголков верхнего пояса опорными реакциями плит покрытия в местах их опирания поставлены планки 19 и 20. Ферма находится в помещении с постоянной температурой выше -40°C . С учетом температурного режима эксплуатации пояса фермы и стыковые элементы нижнего пояса запроектированы из мартеновской стали 14Г2-6 для сварных конструкций по ГОСТ 19281(2)—73. Фасонки фермы должны быть изготовлены из стали ВСтЗсп5 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*, а остальные детали — из стали ВСтЗпс6 для сварных конструкций по тому же ГОСТу.

Для упрощения формы фасонки верхних узлов фермы утоплены ниже уровня обушков поясных уголков на 10 мм. Учитывая особое значение, которое придается качеству сварных швов, соединяющих эти фасонки с поясными уголками у их обушков, на чертеже сделаны пометки «швы расчетные». Эти примечания должны повысить внимание сварщиков и контролеров ОТК к качеству швов.

На чертеже не даны размеры для установки прокладок между уголками, так как сборщики знают, что их следует расставлять равномерно по длине стержней. Чертеж благодаря этому меньше загружен размерами и более понятен.

Схема ферм типовая; решение узлов — традиционное. Это позволяет собирать ферму в типовом универсальном кондукторе. Технологические характеристики фермы даны в табл. 21.

Лист 3

СТРОПИЛЬНАЯ ФЕРМА ИЗ ТРУБ

Все стержни фермы запроектированы из труб. В узлах трубы примыкают друг к другу непосредственно — без фасонки. В некоторых узлах фермы центр узла смещен с оси поясной трубы. Это сделано в целях упрощения обработки концов труб, образующих решетку фермы. В этом случае раскосы не соприкасаются друг с другом и не требуются дополнительные срезы торцов труб, при этом достигается рассредоточивание сварных швов, что уменьшает сварочные напряжения в узлах.

ние торцов ветвей к опорным плитам и плотное прилегание опорных плит под подкрановую балку к верхним торцам ветвей нижней части. Это позволяет передавать большие усилия без применения расчетных сварных швов. Колонну в целом собирают в кондукторе. Кондуктор обеспечивает совмещение нижних торцов ветвей в одной плоскости и перпендикулярность их к вертикальной оси колонны.

При вычерчивании разрезов по плоскостям решетки расстояния между соединительными уголками не поставлены, так как сборщики знают, что эти элементы располагают по длине на равных расстояниях друг от друга.

Конструкция колонны технологична (см. табл. 21). При такой конструкции возможно применять универсальные сборочные приспособления и автоматическую сварку (для верхней части).

Небольшая масса сварных швов объясняется тем, что ветви нижней колонны выполнены из прокатных двутавров.

Лист 2

СТРОПИЛЬНАЯ ФЕРМА ИЗ УГОЛКОВ

Стропильная ферма из уголков пролетом 18 м для промышленных зданий с «плоской» кровлей. Нижний пояс фермы горизонтальный; верхний пояс для компенсации прогиба фермы под нагрузкой, во избежание застоя воды на кровле, имеет уклон 1,5%. Опорный фланец фермы передает опорную реакцию через фрезерованный торец на оголовок колонны или на опорный столик подстропильной фермы. Верхний и нижний опорные узлы фермы болтами крепят к опорным стойкам, располагающимся выше оголовка колонны в пределах высоты фермы. Для совпадения отверстий в опорном фланце фермы и в опорной стойке расстояние от фрезерованного торца опорного фланца до центра крайних отверстий необходимо выдержать с отклонением не более ± 1 мм. На чертеже этот размер с допускаемыми отклонениями 100 ± 1 как наиболее важный взят в прямоугольную рамку. С этой же целью отверстия в фасонке верхнего опорного узла фермы делают на 7 мм больше диаметра болтов, соединяющих фасонку фермы с планкой опорной стойки (диаметр болтов — 20 мм, диаметр отверстий — 27 мм). Между плоскостями опорной стойки и опорным фланцем фермы предусмотрен монтажный зазор 6 мм. Этот зазор компенсирует допускаемые отклонения на ширину опорной стойки и на длину фермы. На монтаже фактический зазор заполняют прокладкой, набор которых завод изготавливает совместно с другими конструкциями.

Для удобства монтажа ферму изготавливают с минусовыми отклонениями по длине. Для того чтобы обратить внимание сборщиков фермы и контролеров ОТК на особенности допускаемых отклонений по длине фермы, эти размеры с допускаемыми отклонениями $8794 \pm \frac{0}{3}$ взяты в прямоугольные рамки.

Во избежание отгиба уголков верхнего пояса опорными реакциями плит покрытия в местах их опирания поставлены планки 19 и 20. Ферма находится в помещении с постоянной температурой выше — 40°С. С учетом температурного режима эксплуатации пояса фермы и стыковые элементы нижнего пояса запроектированы из мартеновской стали 14Г2-6 для сварных конструкций по ГОСТ 19281(2)—73. Фасонки фермы должны быть изготовлены из стали ВСтЗсп5 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*, а остальные детали — из стали ВСтЗпсб для сварных конструкций по тому же ГОСТу.

Для упрощения формы фасонки верхних узлов фермы утоплены ниже уровня обушков поясных уголков на 10 мм. Учитывая особое значение, которое придается качеству сварных швов, соединяющих эти фасонки с поясными уголками у их обушков, на чертеже сделаны пометки «швы расчетные». Эти примечания должны повысить внимание сварщиков и контролеров ОТК к качеству швов.

На чертеже не даны размеры для установки прокладок между уголками, так как сборщики знают, что их следует расставлять равномерно по длине стержней. Чертеж благодаря этому меньше загружен размерами и более понятен.

Схема ферм типовая; решение узлов — традиционное. Это позволяет собирать ферму в типовом универсальном кондукторе. Технологические характеристики фермы даны в табл. 21.

Лист 3

СТРОПИЛЬНАЯ ФЕРМА ИЗ ТРУБ

Все стержни фермы запроектированы из труб. В узлах трубы примыкают друг к другу непосредственно — без фасонки. В некоторых узлах фермы центр узла смещен с оси поясной трубы. Это сделано в целях упрощения обработки концов труб, образующих решетку фермы. В этом случае раскосы не соприкасаются друг с другом и не требуются дополнительные срезы торцов труб, при этом достигается расщепление сварных швов, что уменьшает сварочные напряжения в узлах.

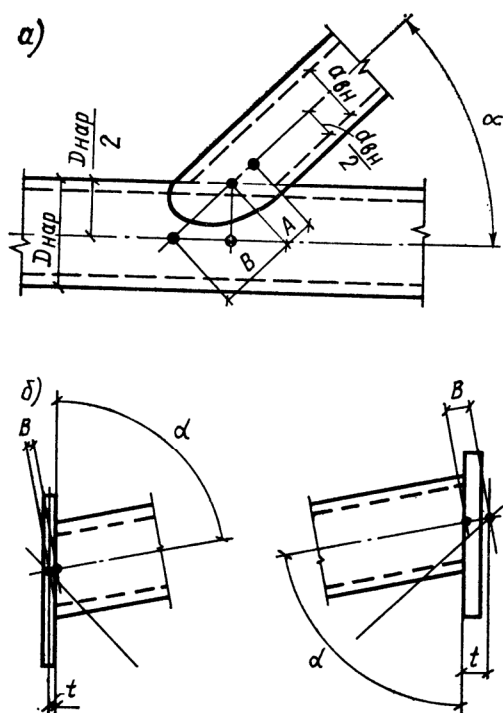


Рис. 46. К определению параметров для настройки автоматических газорезущих машин

Для упрощения примыкания стоек к узлам фермы концы труб стоек сплющивают, а затем обрезают согласно чертежу. В местах опирания на верхний пояс фермы прогонов труба пояса усилена приваренными к ней швеллерами 15. Эти швеллеры одновременно образуют опорные площадки для прогонов. Опорная реакция фермы передается на колонны через строганный торец опорного фланца 19. Опорный узел фермы болтами прикрепляют к опорной стойке. Для совпадения отверстий в узле фермы и в опорной стойке необходимо размер от фрезерованного торца опорного фланца до первого ряда отверстий в нем выполнить с допускаемыми отклонениями ± 1 мм. На чертеже размер 90 мм с указанием допускаемых отклонений взят в прямоугольную рамку. Для крепления связей к нижнему поясу фермы приварены фасонки 21 и 22. Заводской стык нижнего пояса выполнен с остающейся подкладкой 13. Представляют интерес решения укрупнительных узлов фермы. Стык верхнего пояса выполнен на бочкообразной вставке 11, которую изготавливают на прессе штамповкой обрезка трубы. Благодаря вставке 11 можно легко и быстро центрировать трубы в узле. Стык нижнего пояса выполнен с применением фасонных накладок, конфигурация которых обеспечивает необходимую длину сварных швов.

Во время эксплуатации ферма находится в помещении с температурой выше -30°C , поэтому все ее детали выполнены из стали

ВСтЗпс6 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*.

Соединение труб в узлах фермы без фасонки требует применения для обработки концов стержней решетки специальных автоматических газорезущих машин.

Для настройки газорезущей машины, производящей фасонную резку концов труб, требуется вычисление некоторых параметров. Эти параметры записывают в таблице на чертеже фермы.

В таблице: α — угол между осями соединяемых деталей;

$$A = \frac{d_{\text{вн}}}{2 \tan \alpha} \text{ мм}; \quad (18)$$

$$B = \frac{D_{\text{нар}} + 4}{2 \sin \alpha} \text{ мм}; \quad (19)$$

$$C = \frac{d_{\text{вн}}}{D_{\text{нар}} + 4} 100; \quad (20)$$

$$\left. \begin{aligned} y_{\text{мин}} &= B - A \\ \text{или} \\ y_{\text{мин}} &= \frac{1}{2} \sqrt{D_{\text{нар}}^2 - d_{\text{вн}}^2} \text{ мм}, \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{берется из} \\ \text{двух} \\ \text{значений} \end{array} \quad (21)$$

$$y_{\text{макс}} = A + B \text{ мм}. \quad (23)$$

Геометрическое значение параметров A и B показано на рис. 46, а. Число 4 в формулах (19) и (20) учитывает возможные отклонения $D_{\text{нар}}$ от номинального значения. В случаях примыкания трубы под углом к плоской детали, например верхнего пояса к опорной планке, см. рис. 47 (такого узла в рассматриваемой ферме нет), значение параметра B находят по формуле

$$B = \frac{t + 2}{\sin \alpha}. \quad (24)$$

Геометрические значения t и B показаны на рис. 46, б. Число 2 в формуле (24) учитывает возможное утолщение планок в узлах. Технологические характеристики ферм из труб приведены в табл. 21. Сопоставление характеристик фермы из труб с характеристиками фермы из уголков показывает существенные преимущества первой. У этих ферм значительно меньше число деталей и масса сварных швов.

Лист 4

СВЯЗИ ИЗ УГОЛКОВ ПО ФЕРМАМ

На чертеже изображены связи по нижним поясам ферм Ф49, Ф50 и Ф51 и вертикальные Ф52. Конструктивное решение традиционно.

В диагональных связях Ф49 и Ф51 средний узел запроектирован на болтах. Это позволяет повертывать детали 2 и 3, а также 11 и 12 и привязывать их проволокой к целым диагоналям 1 и 10, что удобно для транспортирования.

Вспомогательный характер конструкций и температура эксплуатации выше -30°C позволили запроектировать их из стали ВСтЗкп2 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*. Технологические характеристики связей см. в табл. 21.

Лист 5

ПОДКРАНОВАЯ БАЛКА

На чертеже изображена сварная разрезная подкрановая балка. Балка несет нагрузку от кранов весьма тяжелого режима работы, поэтому на чертеже предусмотрено выполнение верхних поясных швов со сплошным проплавлением. Ребра жесткости не доведены до нижнего пояса и не привариваются к нему. Это исключает повреждение сварными швами ответственного растянутого элемента. Для обеспечения работы балки в соответствии с расчетной схемой, т. е. как разрезной, отверстия в опорных ребрах сконцентрированы в нижних двух третях высоты балки с тем, чтобы не препятствовать повороту балки на опоре. Опорная реакция подкрановой балки передается на колонну фрезерованным торцом опорного ребра 7. Для хорошего совпадения отверстий в опорных ребрах двух балок, опирающихся на одну колонну, размер от торца ребра до отверстий должен быть выдержан с малыми отклонениями в пределах ± 1 мм. На разрезе 1—1 этот размер с допускаемыми отклонениями взят в прямоугольную рамку. Для более точного выдерживания общей длины балки предусмотрено фрезерование торцов балки после сварки двутавра, но до установки промежуточных и опорных ребер. Важные размеры — общая длина балки и высота ее опорной части заключены в рамку, но без указания допускаемых отклонений, так как они соответствуют требованиям правил изготовления.

Режим работы кранов и температура эксплуатации от -30 до -40°C определили необходимость изготовления балки из стали ВСтЗсп5 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*. В связи с весьма тяжелым режимом работы кранов максимально применена автоматическая сварка, а для остальных швов — сварка электродами типа Э42А. Конструкция балки технологична. Она позволяет выполнять автоматическими установками сварку стыков верхнего пояса и стенки балки, а также поясных швов.

Сборка основного стержня (двутавра) возможна в универсальном кондукторе.

Данные табл. 21 показывают достаточно высокую степень унификации отправочных и сборочных марок и автоматизации сварки.

Лист 6

БЛОК ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК

В целях повышения степени заводской готовности в некоторых случаях конструкции изготавливают блоками. Это позволяет существенно снизить объемы сборки и сварки на монтаже, сократить сроки строительства. На рассматриваемом чертеже представлен блок подкрановых балок, в состав которого входят две балки, тормозной лист с ребрами жесткости и вертикальные связи между балками.

Балки блока несут нагрузку от кранов весьма тяжелого режима работы, поэтому сварка верхнего пояса балок со стенкой предусмотрена со сплошным проплавлением. Ребра жесткости во избежание повреждения нижнего растянутого пояса сварными швами до него не доходят и к нему не крепятся. Балки блока разрезные. Отверстия в опорных ребрах балок сконцентрированы в нижних двух третях высоты балки с тем, чтобы не препятствовать повороту опорных сечений балки. Силы поперечного торможения передаются с блока на колонны через уголки 12. Эти уголки на монтаже плотно прижимают к внутренним плоскостям полков колонн, но к колоннам не приваривают.

Под действием нагрузки от кранов происходит прогиб блока, уголки скользят по плоскости полков колонны и не препятствуют повороту опорного сечения блока в целом, что также обеспечивает соответствие его расчетной и конструктивной схем. Опорные реакции балок передаются на колонны путем плотного касания фрезерованных торцов опорных ребер с плитками на колоннах. В целях обеспечения общей длины блока с допускаемыми отклонениями на чертеже предусмотрено фрезерование торцов стержней балок после их сварки. Возможная неточность балок блока по длине (в пределах, допускаемых правилами изготовления) компенсируется прокладками 5, толщина которых в отдельных случаях может быть окончательно подобрана на монтаже. Нижние пояса балок блока к колоннам крепятся болтами повышенной точности диаметром 22 мм. Для облегчения постановки этих болтов отверстия в полках балок предусмотрено сверлить диаметром 30 мм, т. е. значительно больше диаметра болтов, а в шайбах 6 — диаметром 22 мм. После выверки положения блока на

монтаже шайбы 6 приваривают к поясам балок, чем и достигают закрепление блока. Для облегчения постановки болтов, прикрепляющих прижимные планки рельсов к верхним поясам балок, в тормозном настиле предусмотрены отверстия диаметром 120 мм (для руки сборщика).

Наиболее важные размеры блока взяты в прямоугольные рамки (общая длина блока, высота на опоре, расстояние от строганого торца опорных ребер 4 до нижних отверстий).

Режим работы кранов и температура помещения, где они будут эксплуатироваться (-30°C и выше), определили необходимость применения для основных деталей стали ВСтЗсп5 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*. Для менее ответственных деталей (тормозная площадка и связи) применена менее дорогая сталь — ВСтЗпс6 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*.

Наиболее ответственные швы предусмотрено выполнять автоматами, а менее ответственные и короткие — вручную электродами Э42А.

Конструкция блока технологична (см. табл. 21). Сборку его балок можно производить в универсальном кондукторе. Сборку блока в целом — в специальном кондукторе. Большинство швов можно выполнить автоматической сваркой.

Лист 7 БУНКЕР

Бункер, изображенный на чертеже, представляет собой пространственную листовую конструкцию, образованную четырьмя плоскостями. Ввиду больших общих размеров бункер запроектирован из пяти отправочных марок, одного габаритного объемного элемента — воронки бункера и четырех плоских элементов — стенок бункера. Стенки бункера примыкают верхними кромками к балкам бункерного перекрытия. Для удобства сборки бункера предусмотрено соединение стенок друг с другом на болтах с помощью сборочных деталей 6, в которых, так же как и в стенках, предусмотрены отверстия. Для соединения ребер жесткости в углах бункера предусмотрены сборочные детали 7. Все сборочные детали (6 и 7) остаются после монтажа в составе деталей бункера, их приваривают к его элементам в виде стыковых накладок, болты снимают, а отверстия для них в стенках заваривают.

Бункер воспринимает статические нагрузки и находится в холодном помещении, температура в котором может быть не ниже -30°C . В соответствии с режимом эксплуатации бункер запроектирован из стали ВСтЗпс6 для

сварных конструкций по ГОСТ 380—71*. Сварка всех швов должна производиться вручную электродами типа Э42.

Бункер несимметричен относительно одной из осей. Поэтому воронка бункера изображена в виде четырех проекций на вертикальные плоскости. Так как каждая стенка воронки в действительности наклонна, то часть размеров дают условно в плоскости проектирования, но делают приписку «по уклону», т. е. по плоскости изображаемой детали. Так, например, действительный размер наклонной детали 12 от отверстий у верхней кромки до нижней равен 1535 мм.

Негабаритные стенки бункера также изображают в виде проекции на вертикальную плоскость, дополняя ее необходимым числом разрезов.

Все стенки бункера в его негабаритной части разные. На данном чертеже показана только одна из них.

Технологические характеристики воронки бункера указаны в табл. 21.

Лист 8 ЭЛЕМЕНТЫ КОЖУХА ГОРНА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

Кожух горна доменной печи представляет собой пространственную листовую конструкцию, образованную цилиндрическими и коническими поверхностями. Достаточно полное представление о геометрической схеме горна можно получить по монтажной схеме (см. лист 16). На рассматриваемом чертеже представлены следующие характерные элементы кожуха: опорный поясok А1, два элемента цилиндрической части А3 и А5 и один элемент конической части А24. Размеры большей части элементов (например, А5 и А24) приняты максимальными с точки зрения транспортирования. Увеличение размеров элементов до максимально возможных снижает объем сборочных и сварочных работ на монтаже. Для получения отправочных марок больших размеров (например, А5) на заводе приходится производить предварительное изготовление заготовок, т. е. собирать и сваривать эти заготовки из более мелких листов, а затем из этой заготовки изготавливать предусмотренные чертежом детали (например, сборочная марка 7).

Все элементы горна соединяют друг с другом на монтаже на сварке: стыковые швы — электрошлаковой сваркой, угловые — ручной. Способы монтажной сварки определили характер обработки кромок элементов горна и размеры зазоров между ними. Поскольку стык опорного пояса А1 на монтаже можно варить

только сверху (он лежит на фундаменте), здесь предусмотрены односторонние фаски (сверху) и остающиеся подкладки (сборочная марка 6), обеспечивающие провар корня шва.

Для удобства монтажной сборки к элементам кожуха на заводе приваривают стяжные шайбы (сборочные марки 3, Ф1, Ф2) и фиксаторные уголки (сборочная марка 2). Отверстия в фиксаторных уголках сверлят по кондукторам. На чертеже дано указание о номере кондуктора (разрез 11—11), а в примечании написано, по какому чертежу и заказу изготовлен этот кондуктор. На элементах кожуха установлены также детали 8, с помощью которых подвешивают на монтаже кронштейны подмостей для сборщиков и сварщиков.

Во время эксплуатации элементы кожуха находятся в очень сложных напряженных и температурных условиях. Это предъявляет особые требования к качеству материала и сварки.

Основные детали кожуха предусмотрено для данной печи выполнять из низколегированной стали 10Г2С1 по ГОСТ 5058—65 с дополнительной гарантией по ударной вязкости при температуре -40°C и после механического старения согласно п.2.7«в». Для повышения требований к качеству материала на основных деталях наносят номера плавок стали.

Конструктивные детали можно готовить из более дешевых, но хорошо свариваемых сталей. Эти детали по рассматриваемому чертежу намечено изготавливать из стали ВСтЗпс6 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*.

Заводскую сварку следует применять: для укрупнительной сварки основных деталей — автоматическую, с тщательным подбором сварочных материалов или ручную электродами типа Э50А, а для приварки мелких деталей — типа Э42А.

К сварке кожухов доменных печей допускают лишь сварщиков самой высокой квалификации, имеющих паспорта Госгортехнадзора. Учитывая значительную усадку широких сварных монтажных швов, в целях обеспечения необходимых общих размеров кожуха листы кожуха по длине и ширине делают с припуском 3 мм.

Для проверки качества заводских сварных швов предусмотрены повышенные способы контроля, например ультразвуком. Геометрические особенности элементов горна определяют некоторые особенности их изображения на чертежах и особенности нанесения размеров.

Элементы горна изображают в виде разверток с дополнительными разрезами. Развертки дают с видом на внешнюю сторону горна.

Разметку контура основных деталей производят на металле, не подвергнутом вальцовке, т. е. на поверхности еще плоских листов. При этом учитывают, что при вальцовке неизменными остаются размеры их срединной плоскости, т. е. плоскости, совпадающей с нейтральной осью. В ходе разметки на поверхности листов наносят размеры будущей детали, соответствующие ее срединной плоскости. На чертежах в первую очередь должны быть показаны эти размеры. Обычно их снабжают указанием, что они даны для срединной (нейтральной) поверхности, а в некоторых случаях указывают и радиусы этой поверхности после гибки. Для контурных линий, являющихся дугами окружностей, указывают радиусы окружностей, а также хорды и стрелки дуги.

Для работ по вальцовке необходимо указывать на разрезах радиусы вальцовки по внутренней поверхности листов с соответствующими хордами и стрелками, так как все измерения во время вальцовки более удобно вести именно по этой поверхности. Для деталей, вальцуемых на конус, необходимо давать радиусы, хорды и стрелки для обеих кромок деталей, поскольку они различны.

Установку всех мелких деталей производят после вальцовки листов. Во время вальцовки внутренние волокна листов укорачиваются, а внешние удлиняются. Учитывая это, все размеры для установки мелких деталей делают с учетом новых размеров поверхностей основных деталей. У цепочек этих размеров указывают радиусы кривизны поверхностей, чтобы исполнители работ знали, к какой поверхности относить ту или иную цепочку.

Технологические характеристики листов кожуха приведены в табл. 21.

Лист 9

ЭЛЕМЕНТ КОЖУХА ДЕКОМПОЗЕРА

На чертеже представлен один из ярусов цилиндрической части декомпозера, предназначенный для изготовления методом рулонирования. Полотнище изображено в развернутом виде, со всеми деталями, необходимыми как для процесса изготовления, так и транспортирования по железной дороге. Заводскую сварку на установках для рулонирования производят сварочными тракторами, а монтажную — ручную. Для заводской сварки фаски на кромках снимать не надо, а для монтажной ручной сварки снимают фаски на торцах полотнища и на нижней продольной кромке.

Для хорошего качества выполнения швов у кромок полотнища предусмотрены выводные планки (см. деталь), которые после сварки

удаляют. Детали 10 предназначены для закрепления полотнища к тянущим тросам, детали 11 — для закрепления кромки полотнища к рулону (см. эскиз упаковки). Для закрепления рулона на вагоне к рулону приваривают петли 16. По мере изготовления полотнище наворачивают на барабан Б1. Кожух декомпозиера находится во время эксплуатации в сложных напряженных и температурных условиях, поэтому его основные детали — листы — запроектированы из стали ВСтЗсп5 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*, а остальные детали — из стали ВСтЗкп2 для сварных конструкций по тому же ГОСТу. Для полной гарантии применения указанной на чертеже стали на всех листах предусмотрена набивка клеймами номеров плавок.

Все размеры листов полотнища вычислены по срединной плоскости (по нейтралю), размеры которой неизменны при практически любой степени деформации листов.

Технологические характеристики полотнища на один комплект (включая барабан) приведены в табл. 21.

Лист 10

РЕЗЕРВУАР ОБЪЕМОМ 25 м³

Резервуары объемом до 75 м³ включительно вписываются в железнодорожный габарит, поэтому их изготавливают на заводах целиком. Оболочка резервуара, приведенного на чертеже, состоит из цилиндрической части и двух конических днищ. Внутри резервуара установлены два кольца жесткости из уголков. Для наполнения резервуара и забора из него горючих материалов в его верхней части устроен люк. У ребер жесткости в нижней части устроены отверстия. Резервуар устанавливают слегка наклонно в сторону от люка. Осадки, образующиеся в резервуаре, через эти отверстия стекают в пониженную часть, откуда периодически убираются при полном опорожнении резервуара.

Между крышкой люка и его фланцем устанавливают бензостойкую прокладку из паронита. Прокладка, обеспечивая герметичность резервуара, сокращает потери горючих материалов, не допуская выхода их паров в атмосферу.

Вблизи люка резервуара приваривают штампованную планку 15 с отогнутыми кромками. К ней привертывают шурупами фирменную табличку, на которой указывают наименование завода-изготовителя, номер резервуара, дату его изготовления и ставят знак отдела технического контроля. Планка 15 не прилегает к оболочке резервуара, поэтому шуру-

пы, прикрепляющие фирменную табличку, не повреждают стенку резервуара. Для крепления резервуара к платформе к нему приваривают деталь 11 и петли 12. Деталь 11 служит усилением тонкой стенки резервуара и препятствует ее деформированию от усилий, прикладываемых к петле 12.

Во время эксплуатации резервуар может находиться в весьма сложных напряженных и температурных условиях. Как наполненный, так и пустой резервуар может стоять на опорах, быть заглублен в землю или перевозиться на железнодорожных вагонах. Резервуары могут эксплуатироваться при различных температурах, поэтому их выполняют из стали ВСтЗсп5 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*.

Определенный интерес представляет технология изготовления габаритных резервуаров. До начала общей сборки резервуара отдельно изготавливают днища и кольца жесткости. Сборку этих элементов производят на специальных стендах. Отбортовку кромок днища для присоединения к цилиндрической части оболочки производят роликами на карусельном станке после сварки швов днища. На стенде общей сборки в горизонтальной плоскости собирают листы цилиндрической части, прихватывают их друг к другу прерывистыми швами по продольным кромкам и приваривают сплошными швами по торцам. Прихватки и швы ставят только с одной, в данном случае с верхней стороны. На изготовленную таким образом цилиндрическую часть оболочки устанавливают в вертикальном положении днища и кольца жесткости, а затем с помощью троса и лебедки их катят и при этом наворачивают на них оболочку. По мере наворачивания кольца и днища приваривают к оболочке. Все наружные швы оболочки заваривают автоматической сваркой, а замыкающий шов изнутри — вручную, после установки люка.

После сварки резервуар испытывают воздушным давлением.

Технологические характеристики резервуара (без учета болтов, гаек и шайб) указаны в табл. 21.

Лист 11

ТРУБОПРОВОДЫ

На чертеже изображены два участка трубопроводов — прямой и с перегибом (на участке изменения трассы). Перегибы могут быть как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.

Все основные детали трубопроводов в пре-

ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЬ. ЛЕПЕСТКИ КУПОЛА

Купол воздухонагревателя представляет собой шаровую полусферу, образованную деталями, называемыми лепестками (см. лист 18).

делах одной отправочной марки соединены встык. Ввиду небольшой толщины стенок труб фаски на кромках не запроектированы. На монтаже отправочные марки крепят друг с другом с помощью накладок — бандажей 2 и 10 в виде полуколец. Для более удобного поджатия бандажей к трубам предусмотрены стяжные уголки 4. Закручиванием болтов, установленных в отверстиях этих деталей, полубандажи стягивают и они плотно прижимаются к поверхности труб. Все бандажи на заводе приваривают к соответствующему концу труб. При проектировании трубопроводов необходимо учитывать, что в стыке двух труб с перегибами бандаж к одной из труб в стыке на заводе приваривать нельзя, так как поворот труб для необходимого совмещения двух полуколец здесь недопустим. Приварку одного из полуколец в этом случае следует производить на монтаже после выверки положения труб и сборки деталей стыка.

На рассматриваемом чертеже предусмотрены петли 5 для крепления труб на вагонах, а также распорные уголки 3 и 11, устанавливаемые в торцах трубы, во избежание деформации труб во время перевозки. На монтаже эти уголки необходимо убрать.

Стенки трубопроводов работают в плосконапряженном состоянии. Они воспринимают давление газа (или воды) и в то же время работают на изгиб между опорами. Трубопроводы расположены на улице и испытывают воздействие низких температур. Условия эксплуатации определили применение для основных деталей труб стали ВСтЗсп5 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*. Конструктивные детали — стяжные и распорные уголки, а также увязочные петли предусмотрено изготовить из более дешевой стали ВСтЗкп2 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*.

Изображение труб на чертеже имеет некоторые особенности. Кривые трубы изображают так, чтобы плоскость чертежа совпала с плоскостью, на которой лежат оба участка трубы. На чертеже показывают угол перегиба в градусах, минутах и секундах, а также дают треугольник уклона для изготовления шаблона для сборки трубы в месте перегиба. Для деталей, образующих перегиб трубы 8 и 9, дают развертку, по которой разметчики ведут разметку деталей на металле либо изготавливают шаблоны для них.

Технологические характеристики труб (в целом по чертежу) приведены в табл. 21.

При подсчете объемов сварки было принято, что все кольцевые и продольные швы собственно труб сначала подваривают изнутри вручную, а затем снаружи — автоматами.

Лепестки вырезают по шаблонам на стационарной газорежущей машине и одновременно снимают фаски. Вальцовку лепестков на сферу производят на листогибочных вальцах, в холодном состоянии, с применением специальных приспособлений — постели и бочки. После вальцовки к каждому лепестку приваривают шайбы 2 для сборки. Для сокращения объемов работ на монтаже лепестки 1 попарно собирают и сваривают на заводе. После сварки лепестков шайбы 2 в зоне заводского стыка срубают, а расположенные по периметру укрупненной детали — оставляют. Эти шайбы необходимы для сборки купола на монтаже. Купола воздухонагревателей проходят на заводе общую сборку. Во время сборки устанавливают фиксаторные уголки 3. После сборки лепестки получают индивидуальную маркировку. Кожух воздухонагревателя работает в сложных условиях (большое давление и широкий диапазон низких и высоких температур), поэтому лепестки купола намечено изготавливать из низколегированной стали 10Г2С1-6 для сварных конструкций по ГОСТ 19282—73. Сборочные шайбы 2 и фиксаторные уголки 3 допускается изготавливать из стали ВСтЗкп2 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*.

Стыковой укрупнительный шов предполагается сваривать автоматически проволокой Св-08ГА под флюсом ОСЦ-45, а приварку шайб — вручную электродами Э42А.

К особенностям чертежа относятся следующие. Для изготовления шаблона для вырезания лепестков дана развертка лепестка. Размеры на развертке даны соответственно срединной поверхности. На верхней части лепестка дан припуск, который обрезают на монтаже при подгонке шапки купола. Поскольку сборочные шайбы 2 и фиксаторные уголки 3 устанавливают после вальцовки лепестков, для их расстановки даны размеры по внешней поверхности уже свальцованного лепестка, о чем свидетельствует указание, что эти размеры даны для поверхности с радиусом 4506 мм.

Технологические характеристики лепестка купола приведены в табл. 21.

ЭЛЕМЕНТЫ БАШНИ ИЗ ТРУБ

На чертеже запроектирован ряд элементов башни: Б20 — вертикальный пояс башни (на

призматическом участке ствола); *Б60* — наклонный пояс башни (на пирамидальном участке); *Б48* — распорка, фасонки которой зажимаются между фланцами соседних секций поясов; *Б52* — распорка, присоединяемая к фасонке на поясе (типа сборочной марки 4 на поясе *Б20*). Элементы поясов имеют на концах фланцы с отверстиями. На монтаже все элементы башни присоединяют друг к другу на болтах. Конструкции башни находятся в сложных климатических условиях (осадки, значительные колебания температуры). В связи с этим предусмотрен ряд мер, повышающих коррозионную стойкость конструкций.

Отверстия в торцах поясов закрыты заглушками *10*. В распорке *Б48* доступу воздуха внутрь трубы препятствуют заглушки *13* и планочки *12*. Для обеспечения герметичности распорки *Б52* между уголками *16* вставлен прут *18*, по которому наложены швы для герметизации. Мероприятия по герметизации внутренних полостей труб позволяют не окрашивать стенки труб изнутри.

Для крепления «ползучих» кранов во время монтажа башни на поясах приваривают специальные консоли (см. элемент *Б20*):

Пояса башни имеют много мелких деталей, которые при установке пояса на монтаже должны быть направлены строго в определенные стороны. Для того чтобы монтажники могли быстро определить необходимое положение пояса, применена фиксирующая маркировка, а именно — марки обычного вида наносят на элемент строго в указанном на чертеже месте. На монтажной схеме необходимо дать указание, в какую сторону (оси или ряда) должна быть направлена марка при правильном положении элемента в сооружении.

Высотный характер башни заставляет изготавливать ее элементы из высококачественного, хорошо свариваемого материала. Все трубы намечено изготавливать из стали Ст20 по ГОСТ 1050—60 с содержанием кремния в пределах 0,17—0,27%, т. е. из спокойной стали. Все остальные детали — из стали ВСтЗсп5 для сварных конструкций по ГОСТ 380—71*. Сварку предположено вести электродами, дающими сварной шов повышенной пластичности и вязкости, типа Э42А.

К особенностям оформления чертежа следует отнести треугольники, показывающие положение фланцев в элементе *Б60*.

Точное совпадение отверстий для болтов на монтаже обеспечивается применением ряда специальных технологических приемов при изготовлении элементов башни: вырезанием фланцев на автоматической газорезущей машине; сверлением отверстий во фланцах поя-

сов и в фасонках раскосов (типа *Б48*) по кондукторам; сборкой всех элементов в сборочных кондукторах. Проверку герметичности труб намечено проводить давлением воздуха. После испытания отверстия для ввода воздуха в трубы необходимо тщательно заварить. Заглушки в концах труб поясов после испытания следует покрыть слоем битума № 4 для надежной защиты от коррозии.

Технологические характеристики конструкции башни в целом по чертежу указаны в табл. 21.

Лист 14

МОНТАЖНАЯ СХЕМА КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Здание, расположение конструкций которого показано на чертеже, имеет сравнительно небольшие размеры, поэтому здесь размещено несколько схем: колонн, подкрановых балок с тормозными площадками и ферм со связями по их нижнему поясу.

В примечании указаны способы соединений конструкций друг с другом на монтаже. Для соединений конструкций на сварке необходимо указывать толщины и длины швов и типы электродов. На чертеже показан лишь один из этих узлов — присоединение тормозного листа к подкрановой балке. Об остальных узлах сделана ссылка в пункте «в» примечаний.

Лист 15

МОНТАЖНАЯ СХЕМА КОНСТРУКЦИИ КРОВЛИ

На чертеже приведена монтажная схема конструкций кровли, основной особенностью которой является применение связей с треугольной решеткой (взамен обычной — крестовой). Связи выполнены из труб. В примечании к чертежу даны подробные указания о способах соединения конструкций на монтаже. Рассматриваемое здание относится к группе зданий с обычным режимом эксплуатации, поэтому все монтажные соединения элементов кровли (кроме сварного стыка ферм) запроектированы на болтах нормальной точности.

Лист 16

МОНТАЖНАЯ СХЕМА ГОРНА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

Монтажная схема листовых пространственных конструкций типа горна доменной печи изображена в виде вертикального разреза и разверток поясов. Для показа размещения элементов опорного пояса дан разрез по 1—1. Отдельные листы горна имеют большое число

вырезов разной формы для ввода в горн различного технологического оборудования. Для обеспечения правильного взаимного расположения отверстий в кожухе в целом на развертках показана привязка всех вертикальных стыков поясов, а также части наиболее важных отверстий к оси наклонного моста и к осям чугунных леток.

Детали монтажных стыков на схеме не приведены; они даны частично на рабочих чертежах отдельных листов горна, а частично на специальном чертеже.

В примечаниях к схеме даны указания о способах монтажной сварки и о сварочных материалах.

Л и с т 17

МОНТАЖНАЯ СХЕМА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДЕКОМПОЗЕРА

Монтажная схема цилиндрической части декомпозира (аппарата для получения глинозема) представлена ее общим видом, вертикальным разрезом, а также необходимым числом горизонтальных разрезов. На общем виде показана разбивка цилиндрической части на пояс, а также привязка по высоте (к кольцевым швам) скоб для подвески монтажных подмостей.

На горизонтальных разрезах показано расположение листов в каждом поясе с указанием отправочных марок, с привязкой вертикальных стыков к одной из осей декомпозира, а на разрезе $\delta-\delta$, кроме того, дано размещение мон-

тажных скоб в плане. На вертикальном и горизонтальных разрезах показаны размеры зазоров между листами, которые необходимо выдерживать при сборке декомпозира на монтаже.

Из рассмотрения схемы видно, что нижние, наиболее толстые пояса выполнены на заводе отдельными листами, а три верхних пояса толщиной 10 и 12 мм изготовлены в виде рулонов.

На детали показана расстановка сборочных скоб и стяжных приспособлений. В примечании указан тип электродов для монтажной сварки — Э42А.

Л и с т 18

МОНТАЖНАЯ СХЕМА ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЯ

Монтажная схема воздушонагревателя представлена общим видом, видом сверху (на купол) и необходимым числом горизонтальных разрезов. На общем виде показана разбивка корпуса воздушонагревателя на пояс. Ввиду большой толщины стенок воздушонагревателя все пояса выполнены на заводе в виде отдельных листов. Размещение листов в каждом поясе и в днище дано на горизонтальных разрезах. На этих же разрезах показана привязка стыков в поясах к оси штуцера холодного дутья. На деталях *1—10* и на общем виде даны зазоры во всех монтажных стыках.

На виде сверху показано расположение элементов купола. В примечании указаны типы электродов для монтажной сварки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава I. Технологичность стальных строительных конструкций	4
§ 1. Организация производства и технологические условия завода	4
§ 2. Железнодорожный транспорт и возможности монтажных организаций	8
§ 3. Работа конструктора над технологичностью конструкций	10
Глава II. Основные положения конструирования	21
§ 4. Общий план работы над чертежами КМД	21
§ 5. Конструирование сварных, болтовых и заклепочных соединений	22
§ 6. Вопросы прочности при разработке чертежей КМД	24
§ 7. Соответствие конструктивного решения расчетной схеме	27
§ 8. Повышение долговечности конструкций	29
§ 9. Учет допусков на размеры проката	30
§ 10. Технологичность конструкций при монтаже	31
§ 11. Экономичность конструкций	33
Глава III. Оформление рабочих детализованных чертежей. Работа конструктора над чертежами	37
§ 12. Общие положения оформления чертежей КМД	37
§ 13. Основные правила оформления детализованных рабочих чертежей	40
§ 14. Основные положения оформления монтажных схем	46
§ 15. Работа конструктора над чертежом	48
Глава IV. Примеры детализованных рабочих чертежей (КМД). Листы 1—18.	50

Андрей Андреевич Абаринов

СОСТАВЛЕНИЕ ДЕТАЛИРОВОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Редакция литературы по строительным материалам и конструкциям

Научный редактор А. В. Фигаровский

Зав. редакцией И. А. Рабинович

Редактор И. С. Бородина

Мл. редактор Л. А. Козий

Внешнее оформление художника В. А. Конюхова

Технический редактор Г. В. Климушкина

Корректоры О. В. Стигнеева, Л. С. Апасова

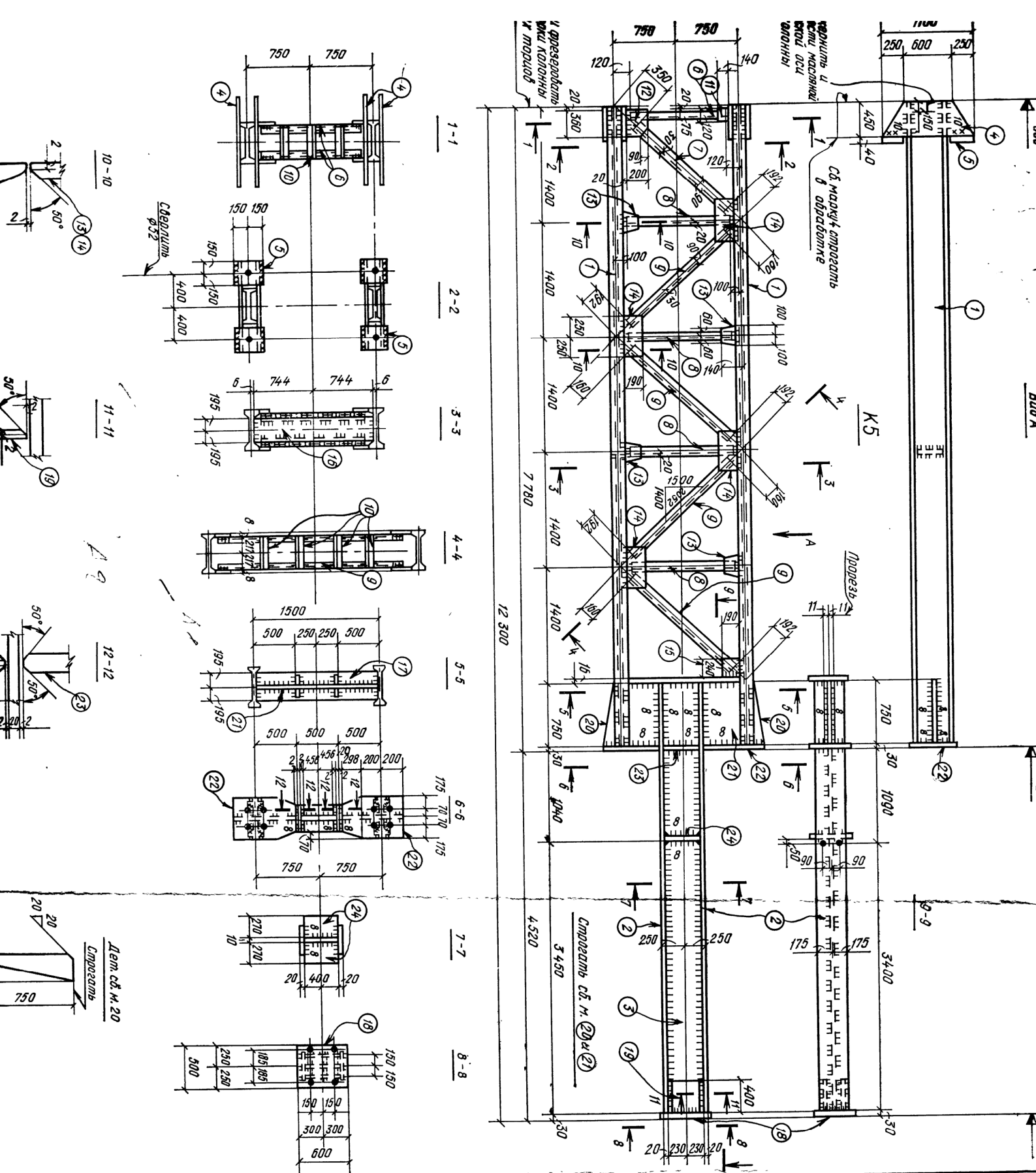
ИБ № 9

Сдано в набор 24/III 1977 г. Подписано к печати 5/VII 1977 г.
Формат 84×108/₁₆ Бумага типографская № 1
6,72 усл. печ. л.+вкладка 3,36 усл. печ. л. (уч.-изд. л. 6,25) Тираж 5000 экз.
Изд. № А-VI-5199 Заказ № 1645 Цена 35 коп.

Стройиздат

103006, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
Москва, И-41, Б. Переяславская ул., д. 46



№ п/п	Сечение	Длина	Объем	Масса
1	2	1 N 45	7720	30,5
2	2	-350x20	5270	5,20
3	1	-450x10	4490	10,2
4	4	-450x20	1100	8,75
5	4	-300x40	300	3,2
6	2	-L63x63x5	1260	6
7	2	-L90x56x8	1510	13,5
8	8	-L63x63x5	1300	6
9	8	-L90x56x8	1700	15
10	32	-L50x50x5	434	2
11	2	-120x8	140	1
12	2	-200x8	360	4,5
13	8	-140x8	200	1,5
14	8	-120x8	500	6
15	2	-120x8	240	3
16	1	-390x10	1486	4,6
17	1	-390x16	1488	7,9
18	1	-500x30	600	6,7
19	2	-400x30	456	4,3
20	2	-65x20	750	2,6
21	1	-750x20	1490	19,7
22	2	-490x30	668	80,5
23	1	-530x30	456	3,7
24	2	-270x10	460	10

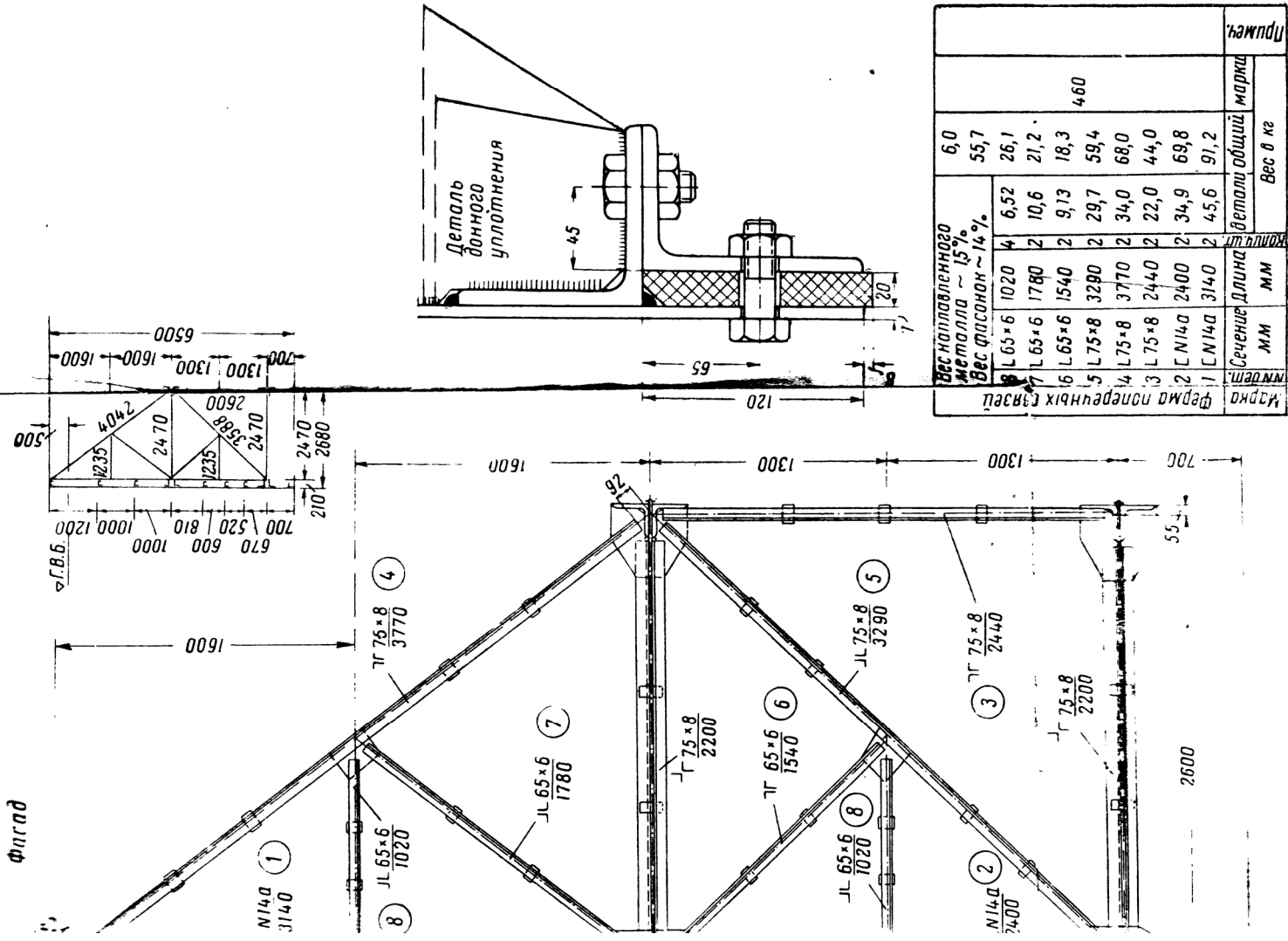
Примечания

1. Материал - ВСт3к2 для сварных конструкций по ГОСТ 580-71*
2. Все откосы скрепить $\alpha=23$, кроме откоса $\alpha=50^\circ$
3. Все швы $\eta=5$ мм, кроме отмеченных
4. Пояснительные швы верхней части колонны без
5. Все остальные швы делать электродами

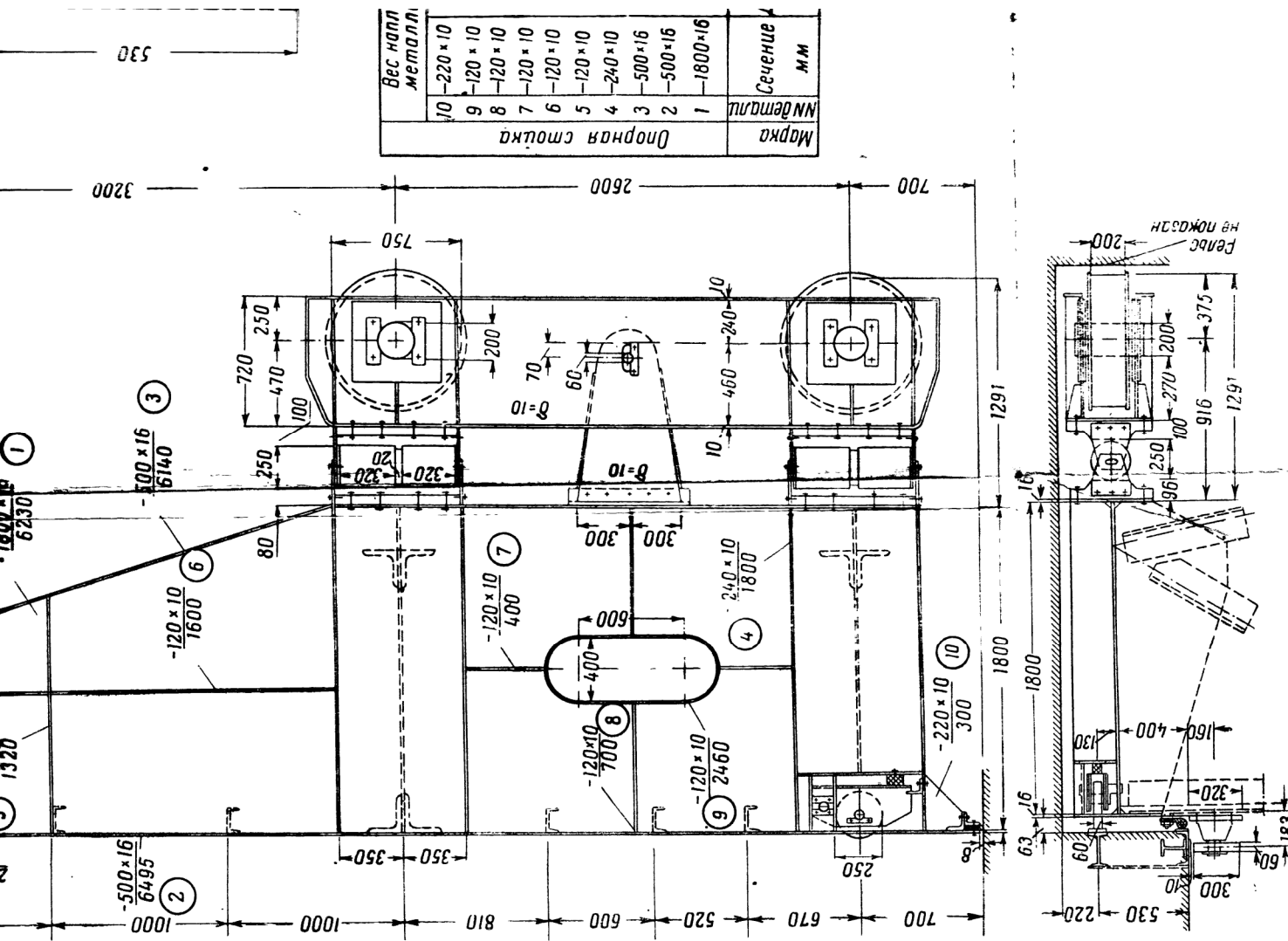
Таблица отработанных материалов

№ п/п	Материал	Масса, кг	Объем, м³
1	Материал	344,5	20,070
2	Материал	20,070	

Фиг. 167.

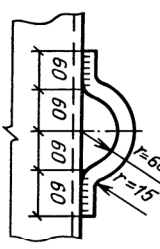


Фиг. 167. Ферма поперечных связей.

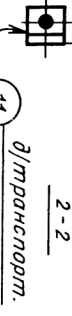


Фиг. 168. Опорно-концевая стойка и ходовые устройства.

K-80

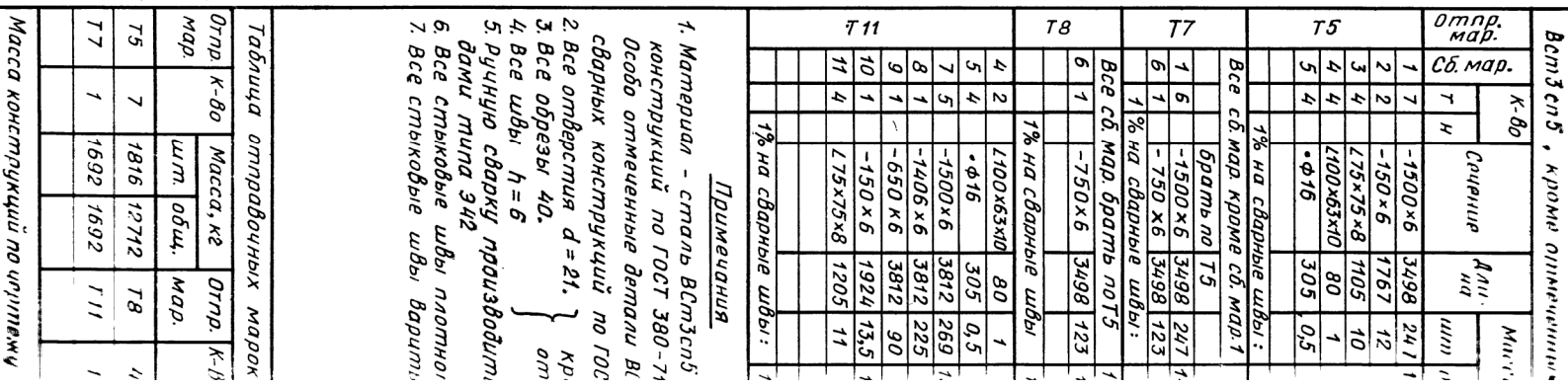


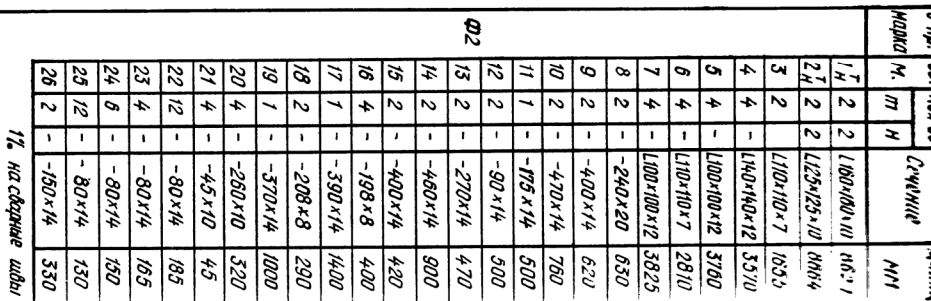
711



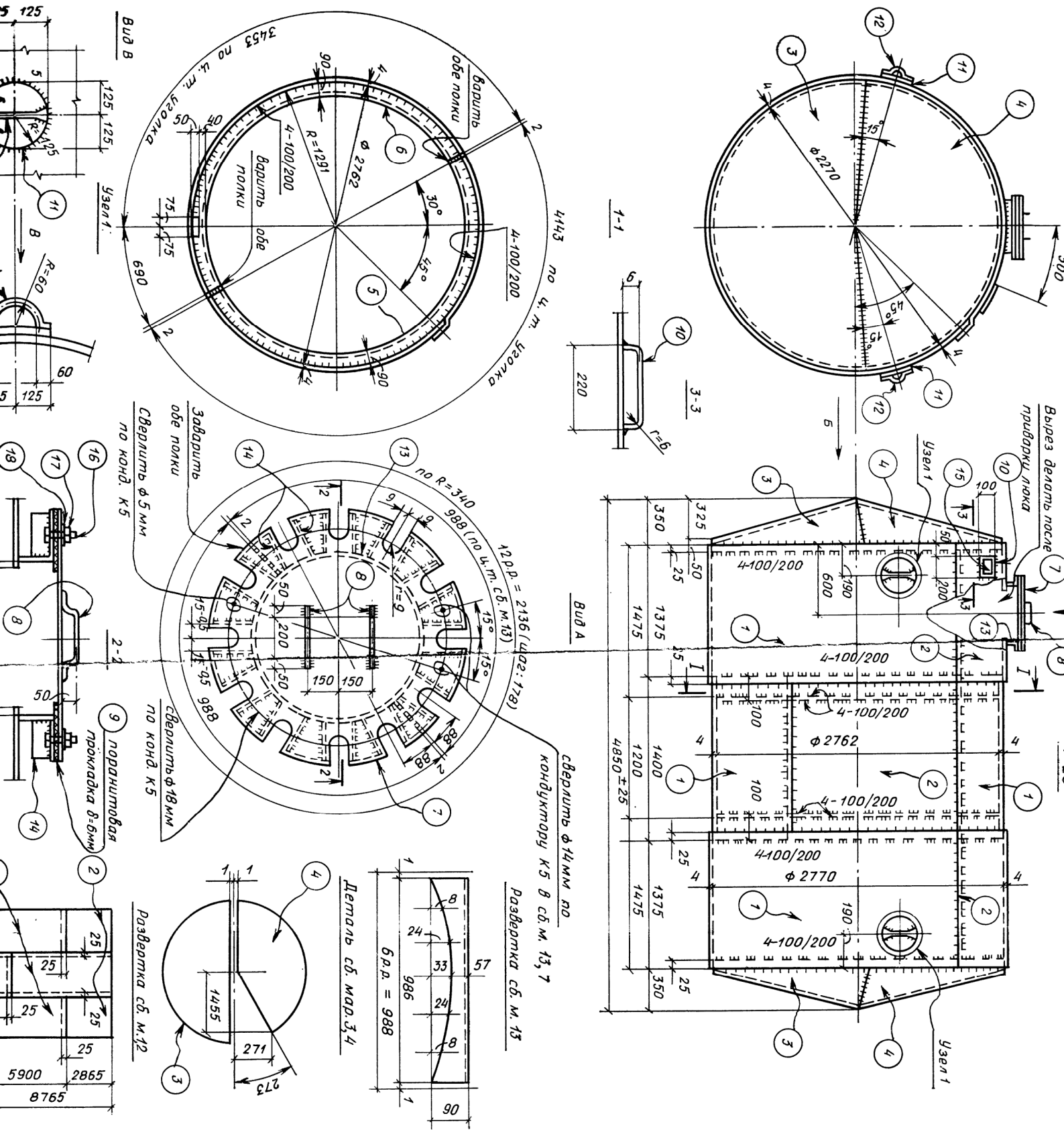
Демонь разберткы сб. мар. 2

24 p.p. = 3814 (1 p.p. = 759)





Ομολογ. ΜΑΡΚΑ	ΚΑΤ-ΒΑ	ΜΑΡΚΑ, ΚΕ	
		ΑΜ.	ΒΟΛ.
Φ 2	21	3168	66255



Отм. Сб. к. В. (м)	Мат. Мар.	Т. Н.	Лист	М
1	3	-1400x4	5.900	1
2	3	-1400x4	2890	1
3	2	-1480x5	2960	1
4	2	-1480x5	2935	1
5	2	L90x56x6	4143	21
6	2	L90x56x6	4143	21
7	1	Лист $\phi=7$	$\phi 720$	18
8	2	$\phi 25$	400	1
9	1	$\phi=6$	$\phi 720$	1
10	1	-100x4	225	0
11	4	Лист $\phi=5$	$\phi 250$	2
12	4	$\phi 25$	285	0
13	1	L90x56x6	986	5
14	24	-35x5	55	0
15	1	Фурменная табл.	0	0
16	20	Болт М16	45	0
17	20	Гайка М16	—	0
18	20	Шайба $\phi=4$	34/18	0
1% на сварку				

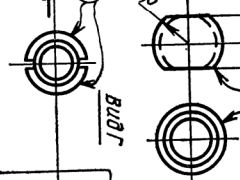
Примечания

1. Материал - сталь ВСтЗп5 конструкцией по ГОСТ 380-7
2. Изготовление, испытание и производство в соответствии с 3. Кондуктор К5 см. черт. №3.
4. Все швы $h=4$ мм, кроме от 5 все от $d=14$
6. Сварку производить: осевую, корпус снаружи - автомат, остальных вручную - электр.

Таблица отработанных мар.

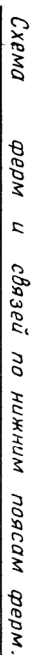
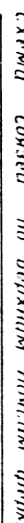
Отм. Квд	Масса, кг	Отм. Марка
Марка	шт. общ.	Марка
P25	1	1870

Общая масса конструкции: 11



№	Получатель	Датум	Подпись
1.	Трубы - электропровода по ГОСТ 10704 -		
2.	Все поверхности сверлить или прова-		
3.	Все обвязки - 4-мм, кроме осадочных		
4.	Все швы 1-0-м, кроме осадочных		
5.	Сварку производить электродами		

Таблица отрывочная №...

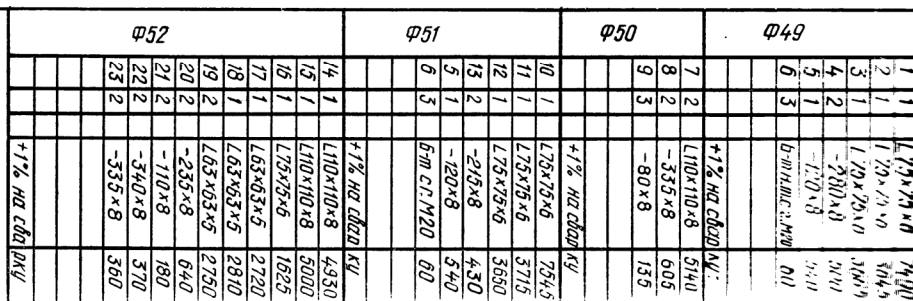


Общая масса конструкции

Монтаж конструкции

а) подстропильных ферм к стропильным фермам в балках нормативной толщины и $\Phi 20$ (верхние узлы);

б) укрупнительный стальной ферм сварной, электромеханических швов и всех связей – на балки точности $\Phi 20$ мм.



1. Материал - сталь ВМЗКП, $\sigma_{\text{т}} = 580$ МПа по ГОСТ 380
2. Все отверстия проходными
3. Все диаметры 50 мм, кроме от
4. Все шпильки - 6 мм
5. Ручную сварку производить

[illegible]

Таблица отпораδυγνη

Датум магара	Кор-до	Магара, ке		Датум
		магара	обуулар	
04.9	10	121	12.10	01
05.0	10	166	16.01	01
05.1	10	120	1.11.01	01

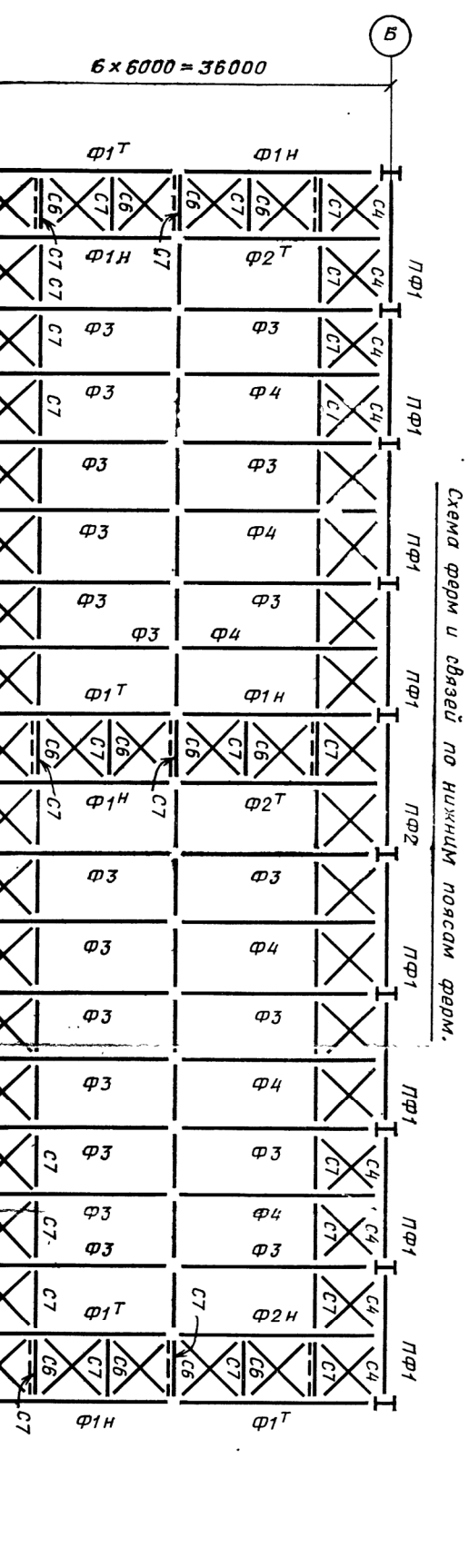
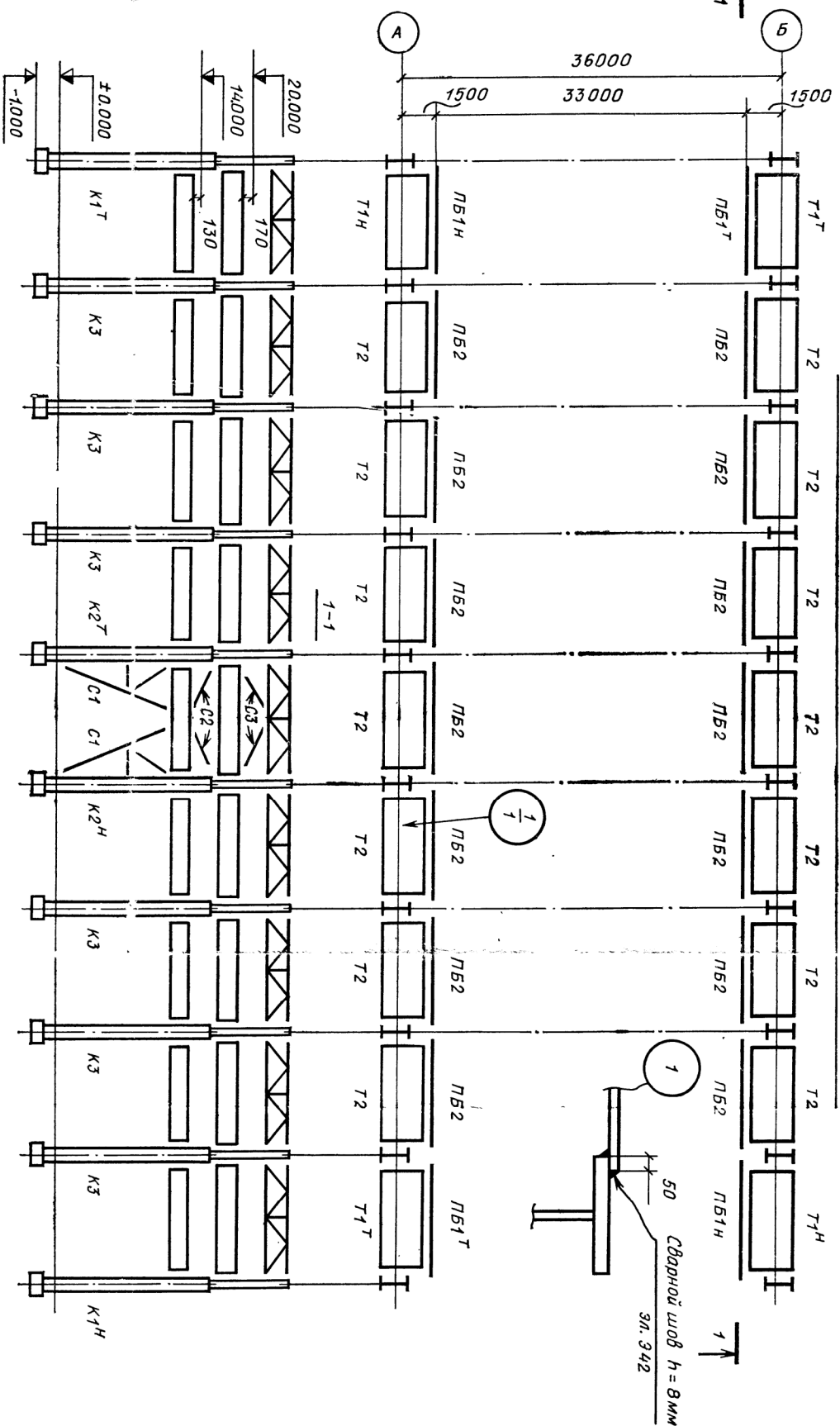


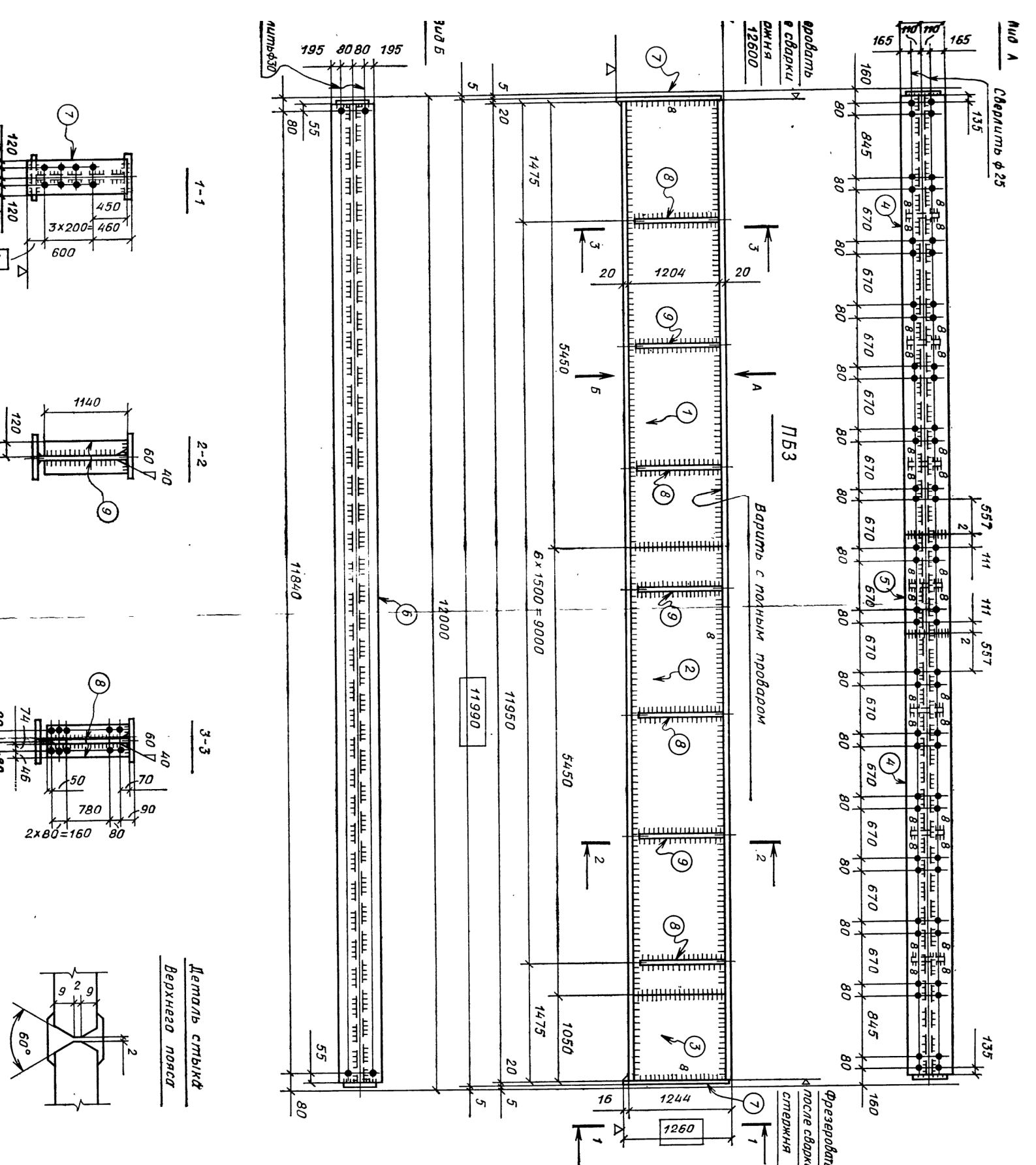
Схема ферм и связей по нижним поясам ферм.

Таблица монтажных элементов					
Марка	Количество	Наименование элемента	№ черт.	Масса, кг	
				шт.	об.
К1Н	1+1	Колонны	1	17950	35,9
К2Н	1+1	"	1	17930	35,8
К3	6	"	1	17930	107,1
ПБ1Н	2+2	Подкран. бал.	2	5510	220.
ПБ2	14	"	2	5380	75,3
Т1Н	2+2	Тормоз. площ.	3	1480	59
Т2	14	"	3	1380	19,3
Ф1Н	4+5	Строп. фермы	4	4350	39,1
Ф2Н	2+1	"	4	4340	130
Ф3	20	"	4	4350	87,6
Ф4	6	"	4	4340	26,6
ПФ1	8	Подстр. фермы	5	1220	97.
ПФ2	1	"	5	1230	12.
С1	2	Связи по колон.	6	2310	46
С2	2	"	6	430	8.
С3	2	"	6	410	8.
С4	18	Связи кровли	6	60	10.
С5	18	"	6	60	10.
С6	12	"	6	65	7,6
С7	45	"	6	110	49.
С8	18	"	6	105	18.
Общая масса конструкции по схеме					

Примечания

Монтаж конструкции производится а) связей по нижнему поясу ферм, б) кантовых по фермам, подстропи. ферм к колоннам, соединений поясов балок между собой - на болтах малой точности $\phi 20$ мм;

б) подкрановых балок к колоннам и так повышенной точности, $\phi 24$, в) всех остальных конструкций.



Отпр. марки		Сечение		Исп. мар.	
Т	Н	И	М	И	М
1	1	-1204x12	5450	620	1140
2	1	-1204x12	5450	620	620
3	1	-1204x12	1050	120	120
4	2	-550x20	5447	470	940
5	1	-550x20	1052	96	96
6	1	-550x20	11950	1036	1036
7	2	-400x20	1250	78,5	157
8	8	-120x12	1140	13	104
9	6	-120x12	1140	13	78
		1,5% на сварку		59	

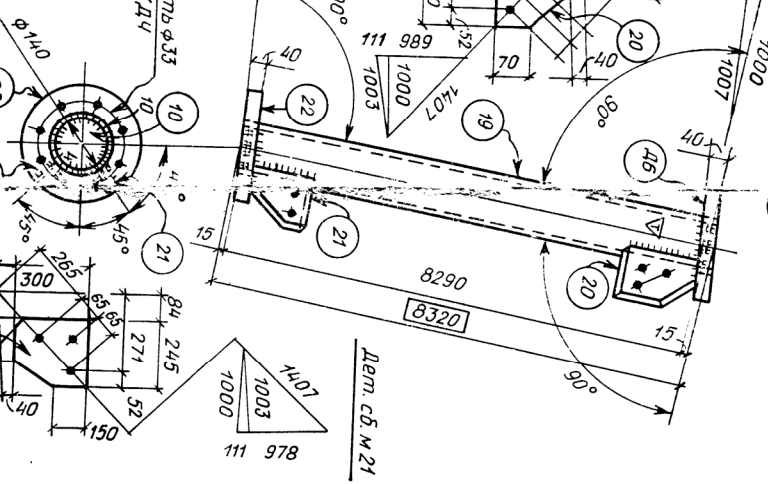
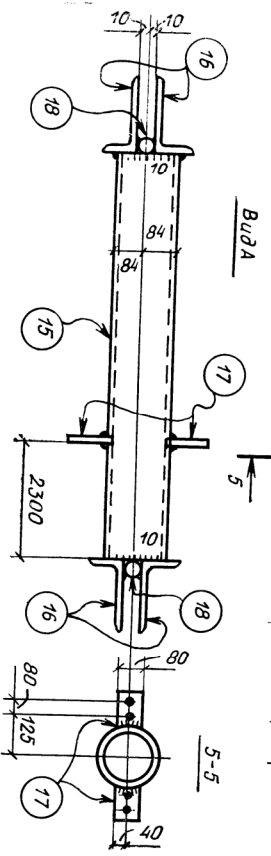
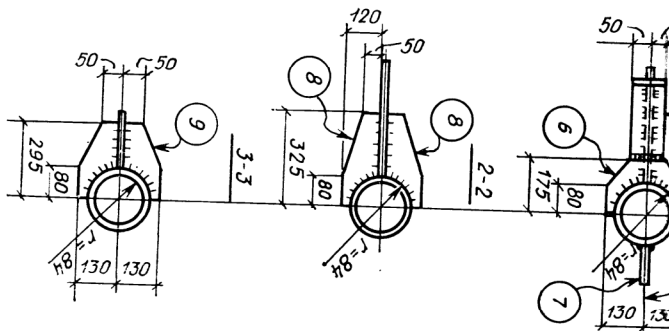
Примечания.

1. Материал - ВСтЗсп5, для сварки ступиц по ГОСТ 380-71.*
2. Все отверстия продвигать в ф23 мм, кроме отмеченных.
3. Все швы h=6 мм, кроме отмеченных.
4. Погонные и стыковые швы варить автоматом.
5. Все остальные швы варить трюдами 342А

Таблица отработанных марок

Отпр. мар.	К-80	Масса, кг	Отпр. мар.	К-80
шт.	шт.	общ.	мар.	"
1153	29	3835	11215	

Общая масса конструкций по чертежам



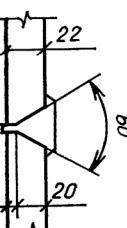
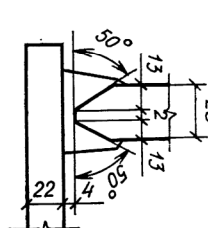
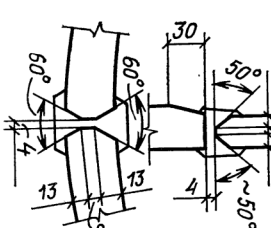
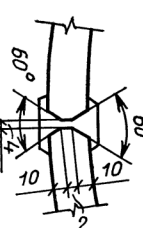
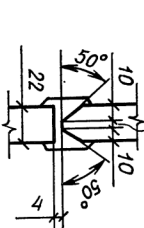
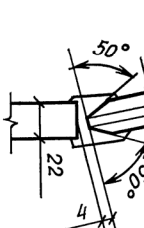
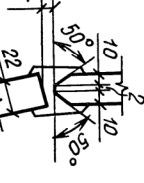
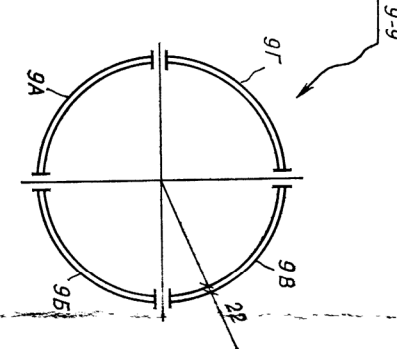
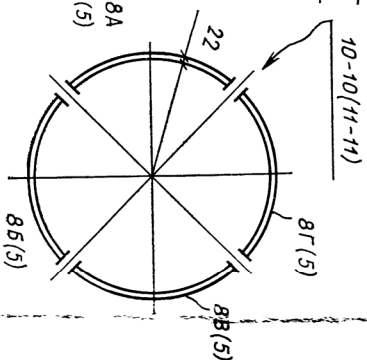
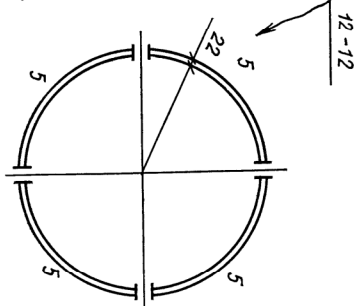
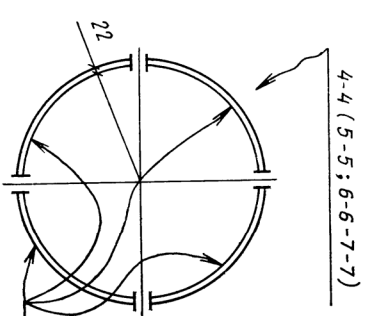
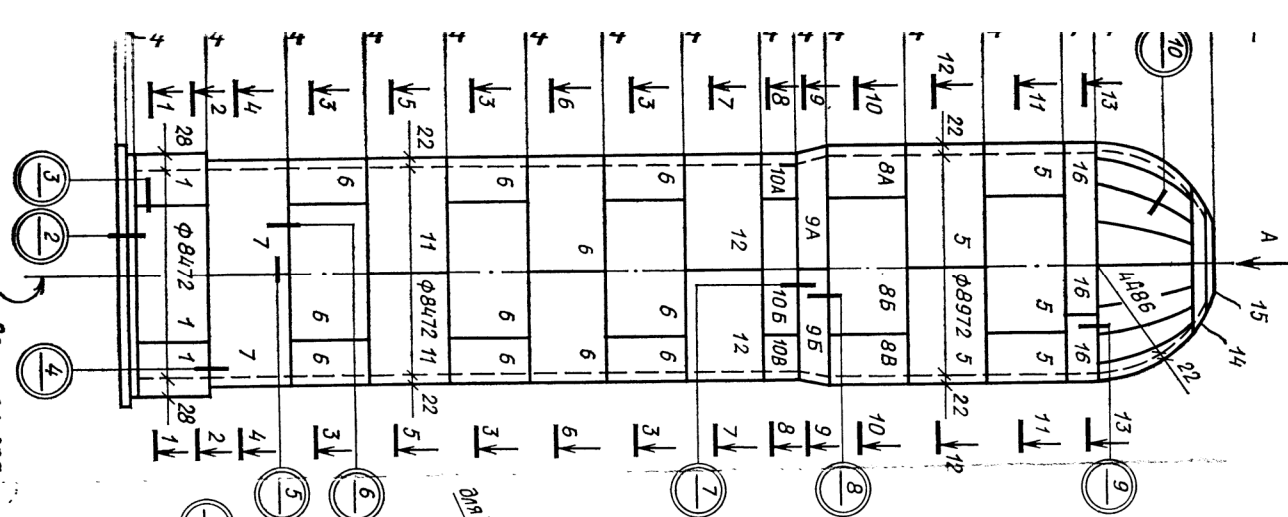
		+1,5% на сварку
--	--	-----------------

1. Материал труб - Ст 20, $\sigma_{\text{в}} = 245 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{т}} = 195 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{с}} = 175 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{ср}} = 160 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{ср}} = 145 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{ср}} = 130 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{ср}} = 115 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{ср}} = 100 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{ср}} = 85 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{ср}} = 70 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{ср}} = 55 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{ср}} = 40 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{ср}} = 25 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{ср}} = 10 \text{ МПа}$.
2. На с.б. маржа, отмечен выбиты номер тапки.
3. Все дыры колотых или кроме отмеченных.
4. Все обрэзы 50 мм, кроме.
5. Все швы $h = 6 \text{ мм}$, кроме.
6. Сварку производить эл. 342А.
7. С.б. маржу Дб см. черт.
8. Внутреннюю поверхность, кой и установкой загоня Жидкий и окислы.
9. Загущину приваривают проиндексным швом по в испытываются на герметизацию 0,4 атм, 1, покрываются слоем бу.
10. Маркировку замечать на не местах, указанных кондукторы КДЗ и КДЧ.

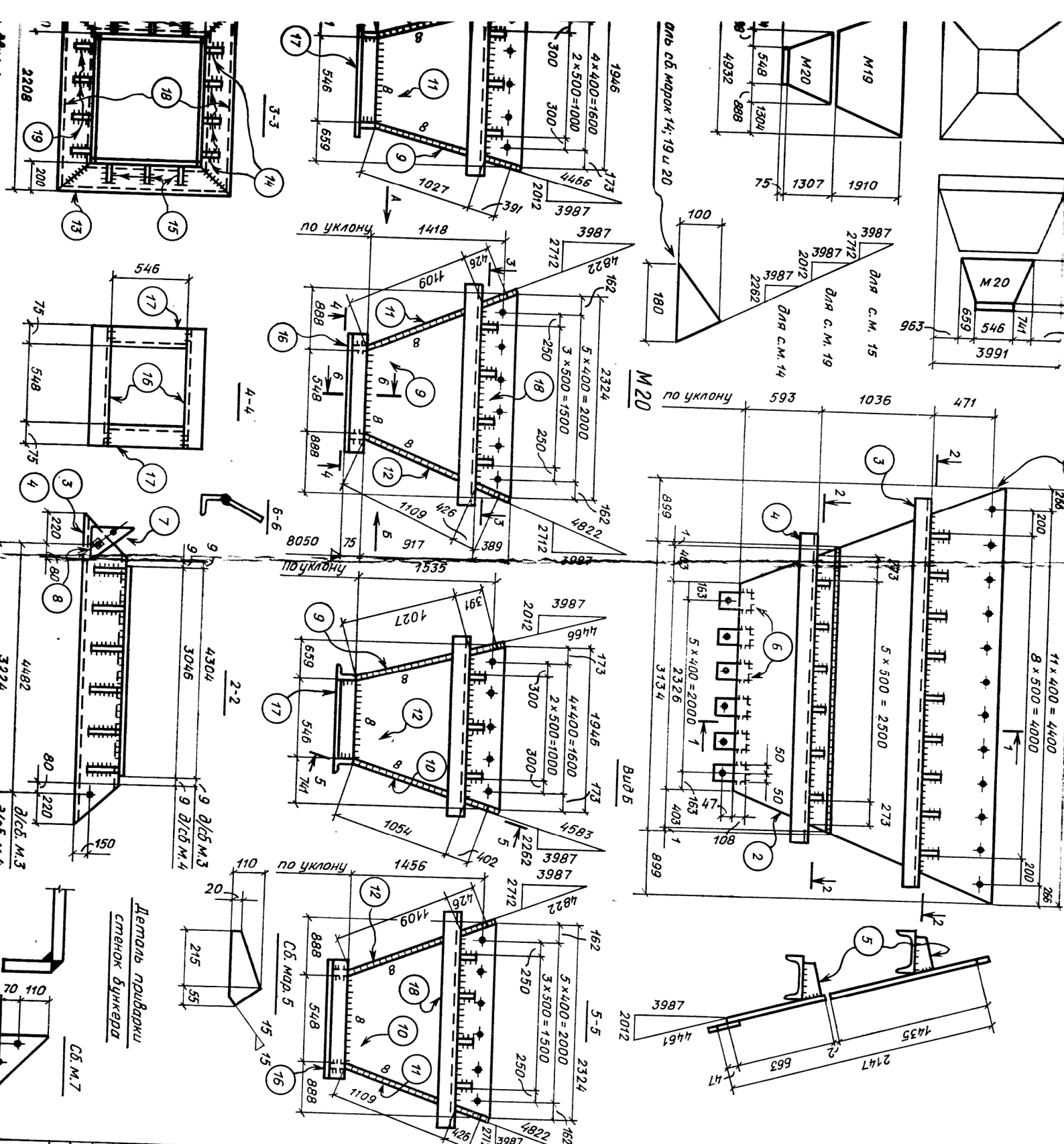
Общая масса конструкции

Таблица отработанных				
отп.	кач-во	масса,	кг	шт
марка		марки	общая	м
Б-5	10	8700	87000	

Общая масса комплектующих.....



1. Все элементы по данной схеме шифруются.
2. Таблица монтажных элементов составлена на один воздушнокабельный маршрут.
3. Монтажную сборку производить в соответствии с таблицей Э50А.
4. Все монтажные сборные швы должны быть плотными.



M20									
9	1	-1435x8	2324	143	143				
10	1	-1501x8	2324	145	145				
11	1	-1580x8	1946	135	135				
12	1	-1580x8	1946	135	135				
13	2	L 20	1943	37	74				
14	4	-100x8	180	1	4				
15	6	-100x8	180	1	6				
16	2	L 75x75x8	598	6,3	13				
17	2	L 75x75x8	546	5	10				
18	2	L 20	2208	42	84				
19	4	-100x8	180	1	4				
на швы - 1%					12				
					765				
M19									
1	1	-1480x8	4932	392	1302				
2	1	-663x8	3132	130	130				
3	1	L 30	4932	157	157				
4	1	L 30	3664	117	117				
5	15	-110x8	270	1,6	24				
6	6	-100x8	200	4,3	8				
7	4	-225x8	225	1,6	6				
8	4	Чернб-7-M20	L=70	0,3	1				
на швы = 1%					15				
					850				

Примечания

1. Материал - сталь ВСтЗпсб для сварных конструкций по ГОСТ 380-71 *.
2. Все дыры колоты или сверлить $\phi = 21,5$ мм.
3. Все обрезы 45, } кроме
4. Все швы h = 6, } одобранных
5. Электроды для сварки типа Э42

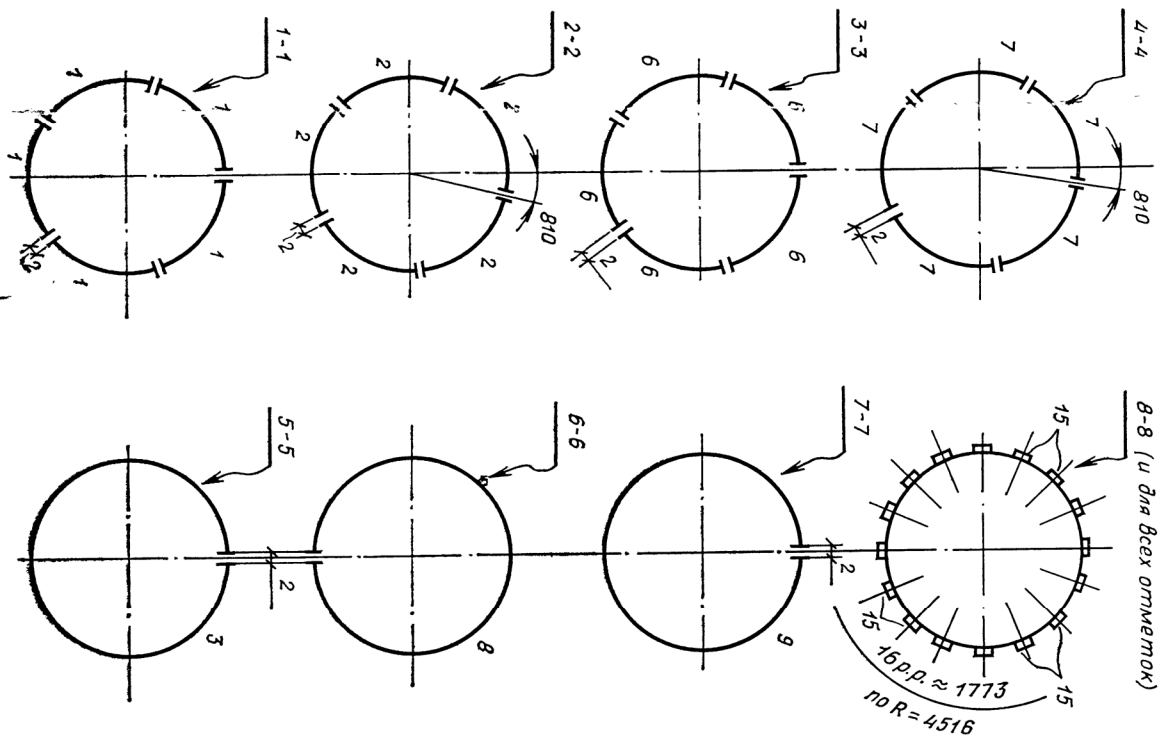
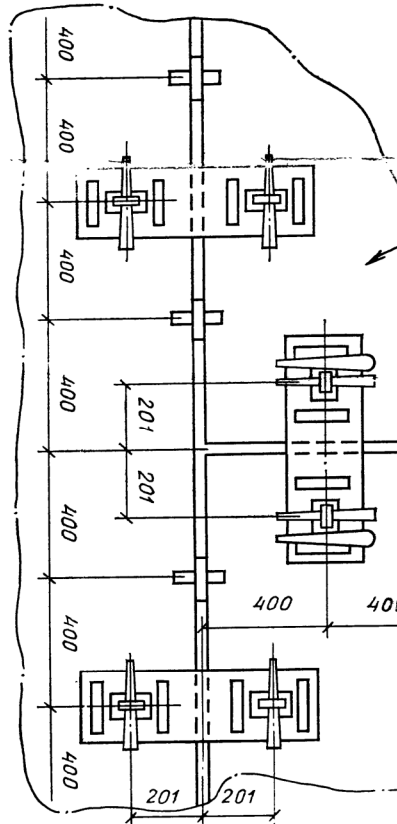
Таблица отработанных марок

Отпр. мар.	К-во шт.	Масса, кг	Отпр. мар.	К-во шт.	Масса, кг
M19	1	850	M20	1	765
M20	1	765			

Общая масса конструкций по черт. 1615 к.

Таблица отпоровых марок			
Отп. марка	К-во марок	Масса, кг	После сборки
А1	8	155	1240
А3	2	1700	3400
А5	1	4620	4620
А24	4	4720	18880

Общая масса конструкции по чертежу

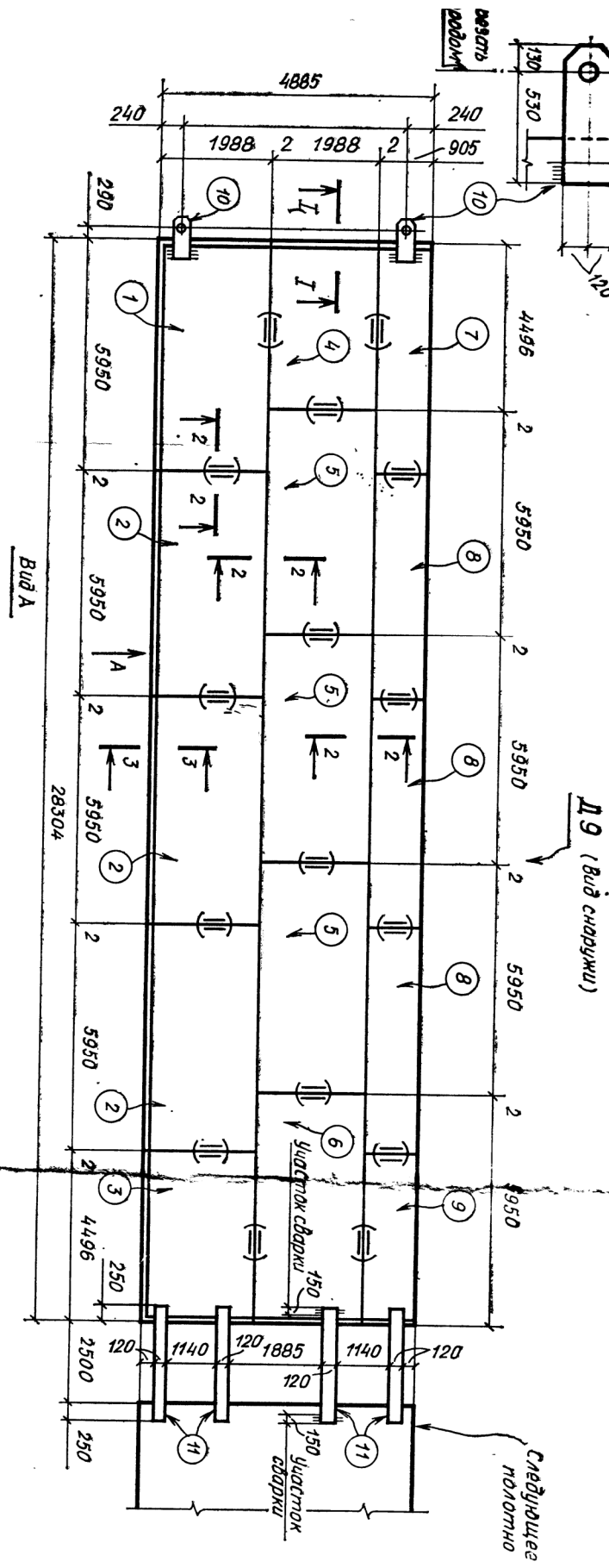


Общая масса конструкций

Примечания

1. Все элементы одинаково чертятся и имеют одинаковые размеры.
2. Стыковые приспособления для соединения элементов.
3. Скобы с м. 15 и шайбы с м. 15.
4. Монтажную сварку.

итерпретация 242А.



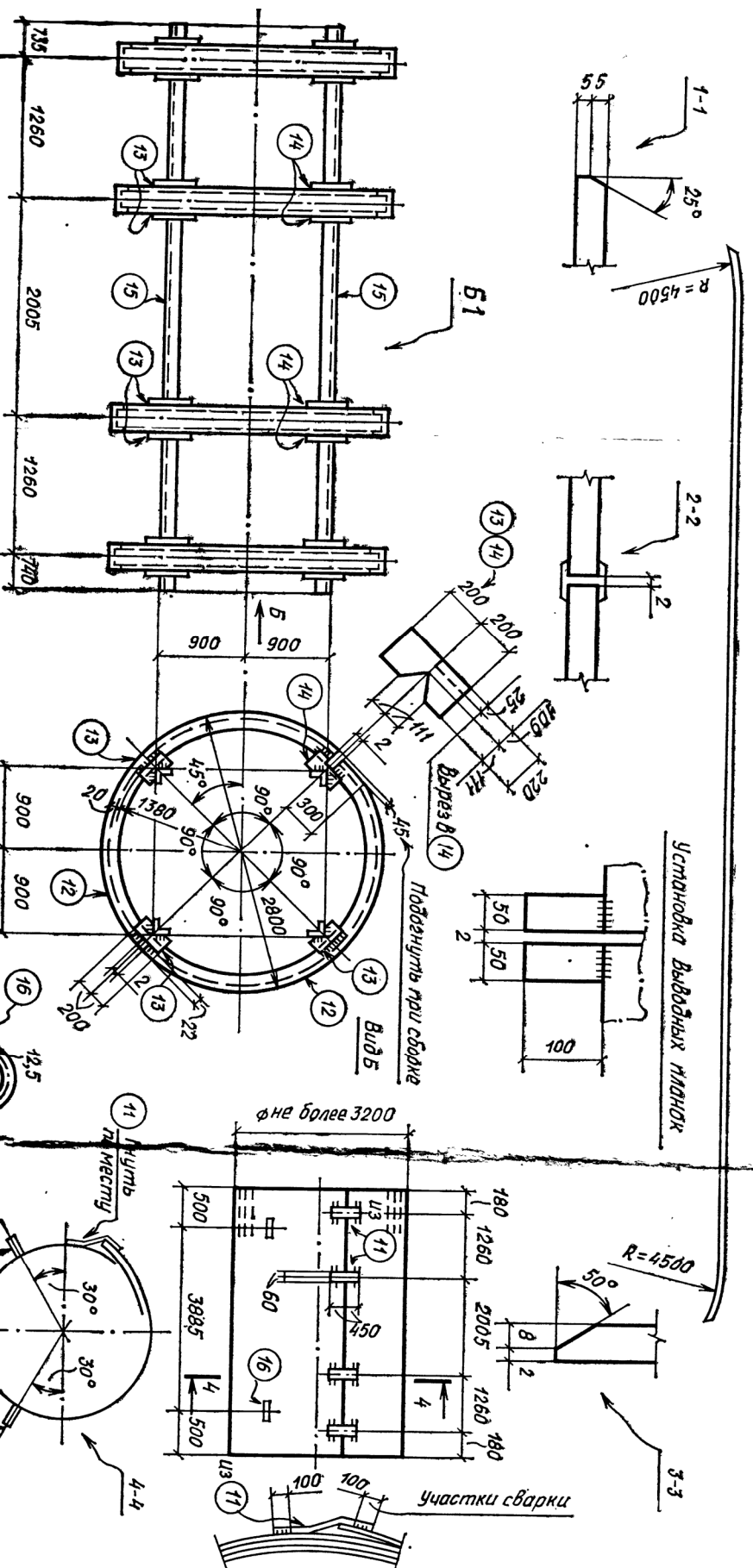
МДР	М	Т	И	С	И	М
1	1	-	-	1988x10	5950	0
2	3	-	-	1988x10	5950	0
3	1	-	-	1988x10	4496	0
4	1	-	-	1988x10	4496	0
5	3	-	-	1988x10	5950	0
6	1	-	-	1988x10	5950	0
7	1	-	-	905x10	5950	4,2
8	3	-	-	905x10	5950	4,2
9	1	-	-	905x10	4496	3,2
10	2	-	-	240x10	660	1,5
11	4	-	-	120x10	3000	3,0
1% на сварные швы						
12	8	-	-	EN20	4320	8,0
13	24	-	-	220x10	400	7
14	8	-	-	220x10	400	7
15	4	-	-	175x15x6	6000	4,1
16	4	-	-	φ 25	420	1,5
1% на сварные швы						

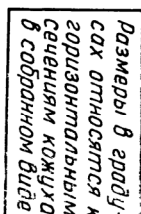
Примечания

1. Материал с/м. ст 10 в вкл. - остальных - ВСтЗкп2, для с/м ГОСТ 380-71*
2. На сбор. марках ст 10 в вкл. выкл.
3. Допускаемые отклонения на радиус вкл. - по ширине и длине ±1 мм, ±1 мм.
4. Допускаемые отклонения на изгиб: по длине и ширине ±, зонали ±3 мм.
5. Все стыковые швы полотношита
6. Все угловые швы h=6 мм, варит
7. Стыковые швы приварить к металлу и керосином.

Таблица отработанных

Отработ	к-во	Масса, кг	Отработ
Марка	шт.	общ.	марки
Д 9	10	11120	111200
Б 1	10	1045	10450





Общая масса конструкций по чер

- повышенным методом кин