

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра деталей машин и прикладной механики

Р.Х. Фаттахов, Г.А. Клещарева, В.Г. Ставищенко

КОМПОНОВКА ПРИВОДА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ НА СВАРНОЙ РАМЕ

Методические указания
к выполнению курсовых проектов
по курсам «Детали машин и основы конструирования», «Детали машин»
и «Основы проектирования и конструирования»

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
Государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Оренбургский государственный
университет»

Оренбург
ИПК ГОУ ОГУ
2010

УДК 62-8 (07)
ББК 34.445 я7
Ф27

Рецензент – доцент, кандидат технических наук, Ю.А. Чирков

Фаттахов Р.Х.
Ф27 Компоновка привода общего назначения на сварной раме: методические указания к выполнению курсовых проектов по курсам «Детали машин и основы конструирования», «Детали машин» и «Основы проектирования и конструирования» / Р.Х. Фаттахов, Г.А. Клещарева, В.Г. Ставищенко; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2010. – 48 с.

В методических указаниях рассмотрены общие вопросы проектирования приводов общего назначения на сварных рамах, конструирование сварных рам, методы их сварки и последующей механической обработки.

Методические указания содержат необходимые справочные данные по элементам сварных рам и деталям, используемых при сборке привода.

Методические указания предназначены для использования в курсовом проектировании студентами инженерных специальностей.

УДК 62-8 (07)
ББК 34.445 я 7

© Фаттахов Р.Х., 2010
Клещарева Г.А.,
Ставищенко В.Г.

© ГОУ ОГУ, 2010

Содержание

1	Компоновка привода	4
2	Общие рекомендации по проектированию сварных рам	8
2.1	Несущие конструкции рам	8
2.2	Сопряжение профилей в узлах рамы и их заделка	10
2.3	Сборка узлов привода на сварной раме	13
2.4	Требования к местам установки узлов и агрегатов, их конструктивное оформление	17
2.5	Закрепление рам на основаниях и фундаментах	20
3	Сварочные материалы и обозначение сварных швов на чертежах	22
3.1	Выбор сварочных материалов и условий сварки рам	22
3.2	Изображение швов сварных соединений	24
3.3	Основные типы швов сварных соединений	25
3.4	Условные обозначения швов сварных соединений	27
3.5	Упрощенные обозначения швов сварных соединений по ГОСТ 2.312-72	28
	Список использованных источников	32
	Приложение А	33
	Приложение Б	37
	Приложение В	40
	Приложение Г	44
	Приложение Д	47

1 Компоновка привода

Под компоновкой понимают размещение в пространстве сборочных единиц, входящих в проектируемое изделие. От того, насколько удачно решены вопросы компоновки, зависят габариты изделия и удобство его эксплуатации. Задача конструктора - критически оценить достоинства и недостатки каждого варианта и выбрать оптимальный для конкретных условий эксплуатации, уделяя внимание требованиям техники безопасности, удобству работы, обслуживания и ремонта, а также требованиям технической эстетики. Наиболее наглядно и быстро компоновка получается при использовании макетов входящих в привод сборочных единиц, выполненных в натуральную величину. В последние годы при разработке компоновки все шире применяется компьютерная техника.

Наиболее распространенной компоновкой привода машин общего назначения является расположение двигателя, редуктора, дополнительных передач и других сборочных единиц на сварной раме.

Необходимо помнить, что при сборке или ремонте отдельных сборочных единиц они должны устанавливаться на предназначенные для них места без дополнительных пригоночных операций и без демонтажа окружающих деталей. Вращающиеся части должны быть закрыты кожухами, ограждениями, которые могут затруднить доступ к указателю уровня масла, маслосливным пробкам и другим деталям. При установке двигателя и редуктора на общей раме и соединении их валов муфтой, желательно, чтобы высота h_1 от плоскости опорной поверхности двигателя до оси вала была бы равна расстоянию h_2 от плоскости опоры редуктора до оси его входного вала (рисунок 1.1), тогда конструкция рамы получается более простой. Чаще всего на раме устанавливают двигатель и редуктор, остальные элементы размещают на корпусе приводимого устройства.

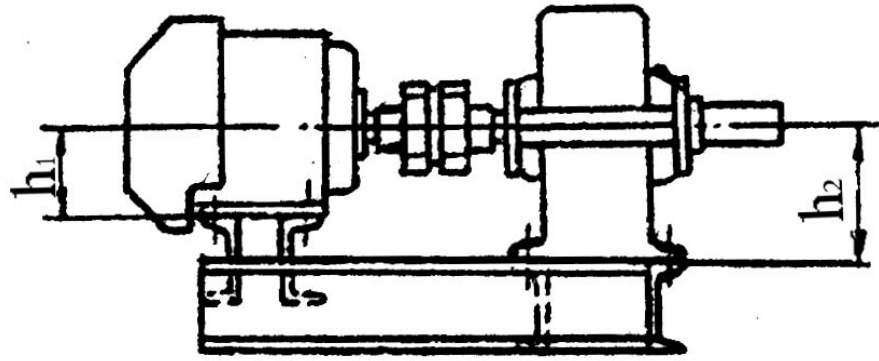


Рисунок 1.1

При конструировании необходимо стремиться к получению наименьших габаритных размеров и массы сборочных единиц, за исключением тех случаев, когда эти размеры определяются условиями технологического процесса (например, размеры прессов для изготовления крупных кузовных деталей автомобилей) или другими требованиями (необходимостью получения достаточного сцепного веса тепловоза, электровоза, некоторых типов дорожно-строительных машин и т.п.).

Рассмотрим несколько примеров компоновки привода. На рисунке 1.2 показан вариант привода с использованием соосного редуктора, на рисунке 1.3 – коническо-цилиндрического редуктора. На рисунке 1.4 показана компоновка привода, состоящего из электродвигателя, муфты и цилиндрического редуктора. Тихоходный вал редуктора может выходить либо в сторону двигателя, либо в противоположную сторону. В первом случае обеспечивается удобное обслуживание редуктора и достаточно хороший доступ к двигателю. Обычно такой вариант применяют при использовании после редуктора открытой зубчатой или цепной передачи.

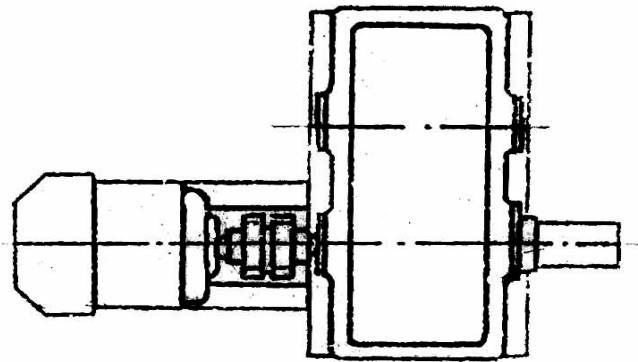


Рисунок 1.2

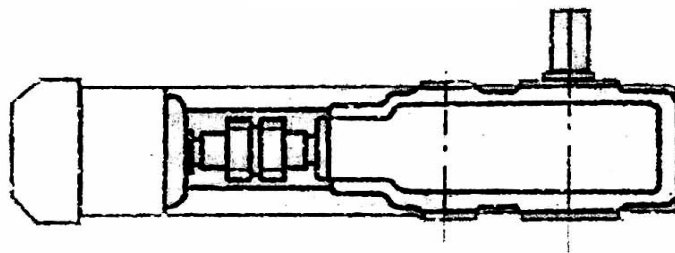


Рисунок 1.3

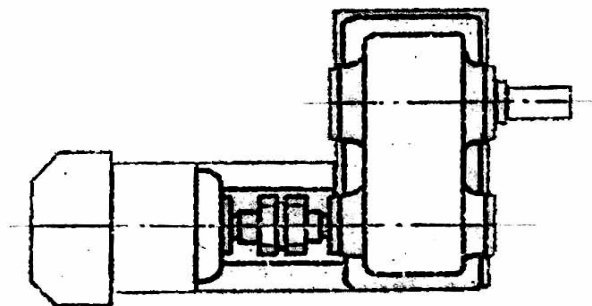


Рисунок 1.4

Для надежной работы дополнительной передачи необходимо обеспечить жесткую связь между рамой привода и корпусной деталью устройства. При использовании цепной передачи применяют роликовые натяжные устройства, так как осуществлять натяжение цепи перемещением рамы привода, либо ведущего вала приводимого устройства оказывается сложно.

Если между двигателем и редуктором имеется ременная передача, редуктор закрепляют на раме, а двигатель устанавливают на салазки или плиту натяжного устройства ременной передачи. Обеспечивать одинаковую высоту валов двигателя и редуктора над рамой не требуется, так как

ременная передача может работать с любыми углами наклона межосевой линии к горизонту. Подобная рекомендация, может быть отнесена к приводам, содержащим цепные передачи.

На рисунке 1.5 показана компоновка, обеспечивающая удобный доступ ко всем сборочным единицам, однако длина рамы в этом случае получается большой. Подшипники ведомого вала привода при большом расстоянии между ними размещают в отдельных корпусах [19, с.54-62, 233-245]. Неизбежные погрешности изготовления и монтажа, а также возможные деформации металлоконструкции и самого вала под действием эксплуатационных нагрузок требуют применения в таких условиях самоустанавливающихся сферических подшипников. Одну из опор делают фиксирующей, другую – плавающей.

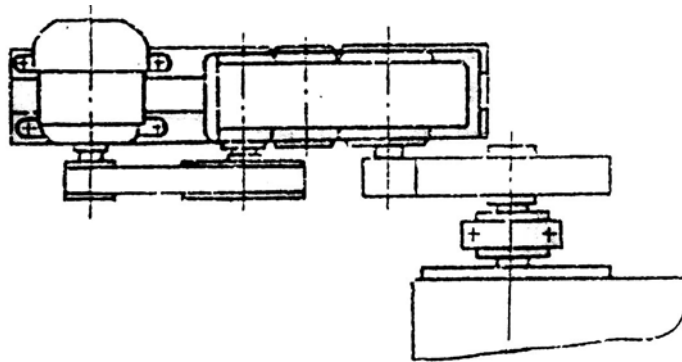


Рисунок 1.5

При небольшом расстоянии между подшипниками их рекомендуется устанавливать в общем корпусе, размеры которого определяются конструктивно. Правила конструирования такого корпуса не отличаются от правил конструирования корпуса редуктора. При использовании компоновки, показанной на рисунке 1.6, длина привода уменьшается, но доступ к редуктору и открытой зубчатой передаче затруднен. Компоновка по рисунку 1.7 делает привод компактным, обеспечивается хороший доступ к редуктору открытой зубчатой передаче, однако, возникает необходимость в установке дополнительного вала, муфты и двух подшипников.

Если редуктор получается значительно меньшим, чем электродвигатель, то редуктор рекомендуется крепить непосредственно к фланцу электродвигателя, выбрав соответствующее исполнение последнего. В этом случае необходим расчет на прочность соединений редуктора с фланцем и электродвигателя с рамой.

Если размеры редуктора значительно превышают размеры электродвигателя, или редуктор выполняется встроенным в массивный корпус машины, то применяют электродвигатель с фланцем, закрепляя его непосредственно на корпусе машины.

На компоновочной схеме намечают места для установки ограждения и кожухов вращающихся деталей, а также проверяют доступность маслоуказателя, маслозаливного отверстия, маслосливной пробки, удобство проведения операций по обслуживанию и ремонту привода, указывают расположение грузозахватных приспособлений для транспортировки и монтажа как отдельных сборочных единиц, так и всего привода в сборе.

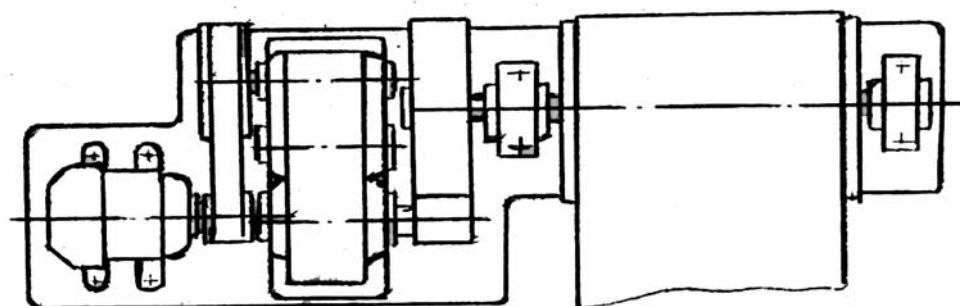


Рисунок 1.6

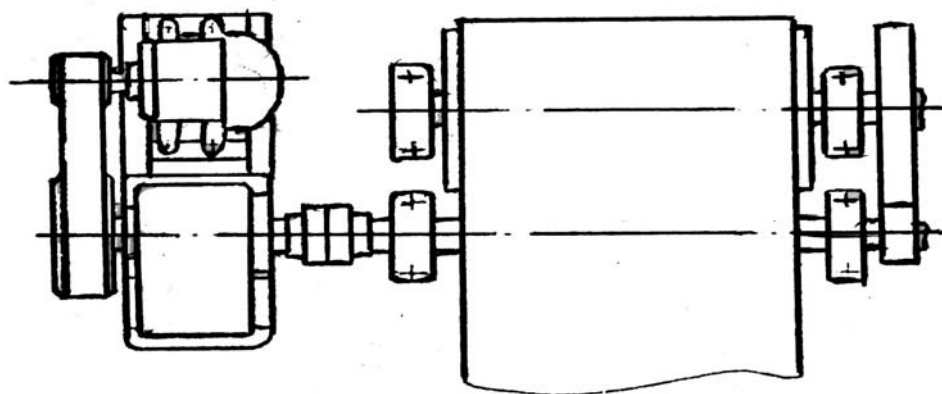


Рисунок 1.7

Рамы и плиты являются координирующими элементами в приводе. Они должны обладать жесткостью и обеспечивать точность взаимного расположения устанавливаемых на них сборочных единиц. Конфигурация и размеры рамы определяются после выполнения компоновочного чертежа привода [1, с.311-313].

2 Общие рекомендации по проектированию сварных рам

2.1 Несущие конструкции рам

Сварная рама привода выполняется чаще всего из швеллеров, реже из двутавров, уголков, полос, листов (см. приложение А). Основные нагрузки в рамах воспринимают балки. От их размеров в значительной степени зависит масса рамы. Для обеспечения достаточной жесткости высоту стенок балок h (рисунок 2.1, 2.2); находят в зависимости от наибольшей длины рамы L по формуле:

$$h \geq (0,09 - 0,11)L$$

Расчетное значение h у коротких рам невелико и в случаях, когда элементы профилей рамы используют для размещения крепежных деталей (болтов, винтов, шпилек), значение h следует увеличивать до приемлемых значений, предварительно определив размеры этих деталей в местах крепления рамы к фундаменту или в местах закрепления агрегатов и деталей на раме (пояснения по этому вопросу будут приведены в п.2.2 и 2.3). На рисунке 2.1 показаны рамы, изготовленные из швеллеров, имеющих полки с уклонами (рисунок 2.1, а, б, в), и неравнополочных уголков (рисунок.2.1, г).

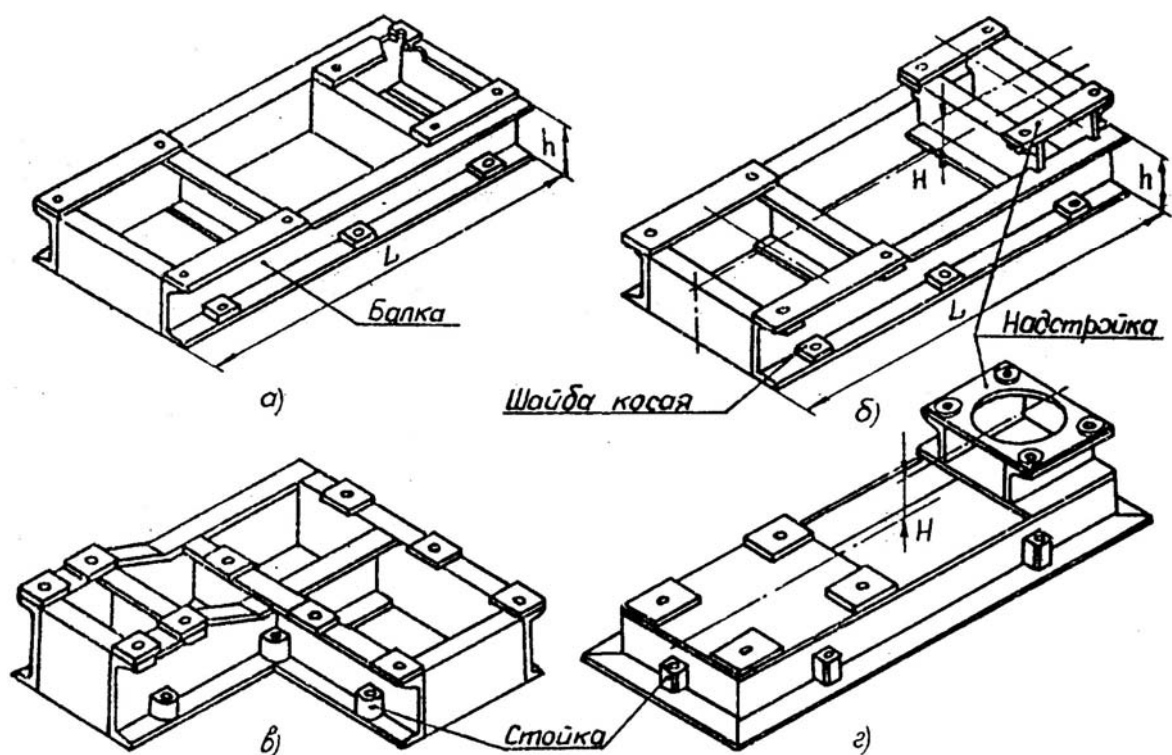


Рисунок 2.1

Применяемые для изготовления рам стандартные прокатные и гнутые профили имеют под нагрузкой, как правило, достаточный запас устойчивости и не требуют усиления. В сварных конструкциях, где соотношение размеров элементов может быть неблагоприятным с точки зрения жесткости, местную устойчивость балок обеспечивают, устанавливая продольные (рисунок 2.2, а) или поперечные ребра жесткости (рисунок 2.2, б). При необходимости используют оба вида ребер. Продольные ребра применяют сравнительно редко. Их ставят на тонких стенках –

$\delta_{cm} \leq \frac{h_{cm}}{(125...160)}$ – при действии продольных сжимающих сил. При сжатии

верхнего и нижнего сечения устанавливают ребра в обеих частях балки, а если нагружена лишь одна часть, то приваривают лишь одну пару ребер в сжатой части. Продольные ребра выполняют сплошными для удобства сварки или применения сварочных автоматов. Поперечные ребра используют чаще и ставят при действии на балку рамы поперечных сосредоточенных

нагрузок (рисунок 2.2, б). В поперечных ребрах обязательно делают высечки $S \times 45^\circ$ в местах, где сходятся три взаимно перпендикулярных сварных шва, чтобы уменьшить концентрацию напряжений. Расстояние между соседними поперечными ребрами не должно превышать $(2-2,5)h_{ст}$. Продольные и поперечные ребра нельзя располагать на расстоянии друг от друга или соседних элементов (стенок, полок, и др.) меньше, чем $0,8\delta_p$, иначе будут затруднены сварочные работы из-за плохого доступа к месту сварки. Сечение продольных и поперечных ребер обычно принимают одинаковыми.

Толщина ребер сварных профилей $\delta_p \geq \frac{\sigma_p}{15}$ - для углеродистых сталей и

$\delta_p \geq \frac{\sigma_p}{12}$ - для низколегированных сталей и алюминиевых сплавов. Для

прокатных двутавровых балок и швеллеров принимают $\delta_p \approx \frac{\sigma_p}{6-12}$ [10, с.396].

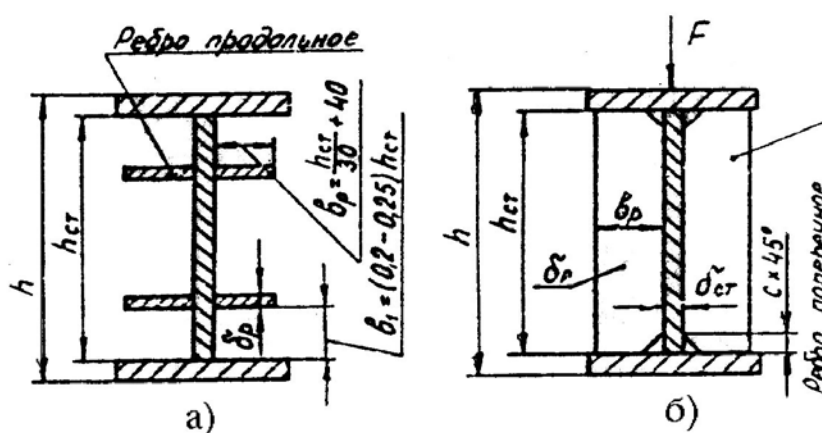


Рисунок 2.2

Если у опор рамы действуют значительные сосредоточенные опорные реакции $R_{он}$ (рисунок 2.3, а), то толщину ребер вблизи опор $\delta_{он}$ принимают равной $(0,8-1)\delta_{ст}$. Торцевые поверхности ребер при этом проверяют на смятие, предполагая, что они воспринимают половину опорной реакции. Допускаемые напряжения смятия $[\sigma_{см}]$ можно установить по допускаемым

напряжениям растяжения $[\sigma_p]$, принимая $[\sigma_{см}] \approx 1,5[\sigma_p]$. При распределенных нагрузках усиление балок обычно не требуется.

2.2 Сопряжения профилей в узлах рамы и их разделка

Подготавливая детали к сварке, производят резку заготовок и придают им, если необходимо, определенную конфигурацию. На рисунках 2.3, 2.4 показано несколько вариантов сопряжений однотипных профилей - швеллеров и уголков. Профили деталей, примыкающих к швеллерам, равнополочным уголкам и двутаврам под углом 90° , и их размеры указаны в таблице 2.1-2.3. Более полные сведения можно найти в справочнике [10, с.136-150, 207-209, 392-395]. Сопряжения разнотипных профилей могут иметь довольно сложную форму. По этой причине выбор оптимального профиля и вида сопряжения позволяет упростить механическую обработку и улучшить условия сварки деталей.

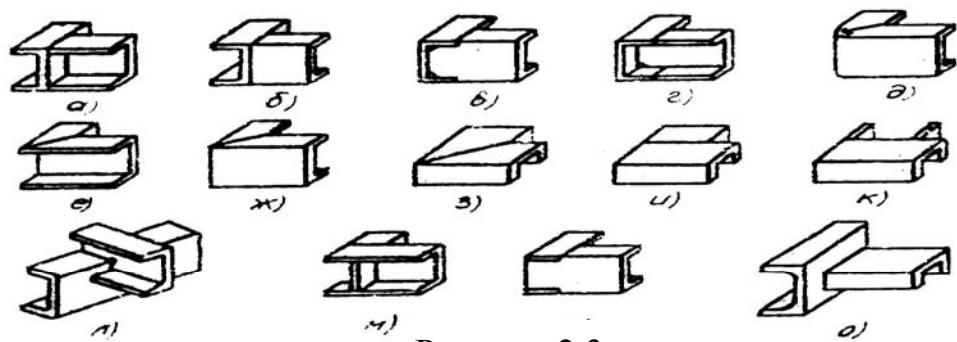


Рисунок 2.3

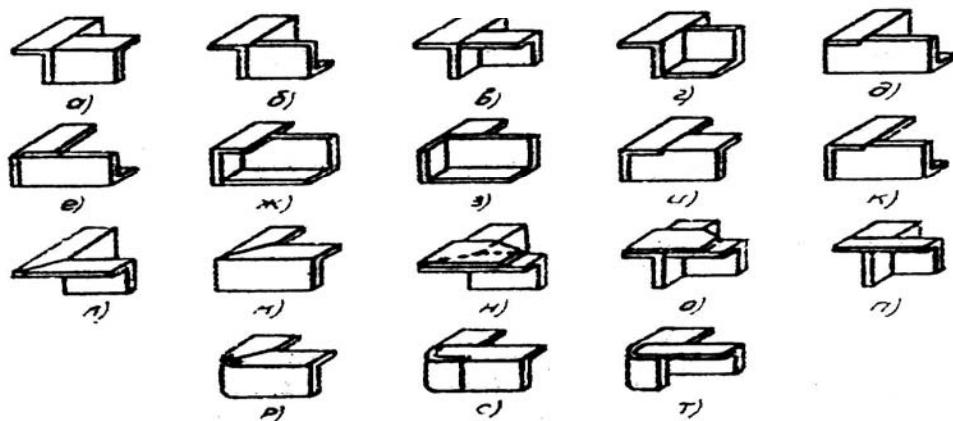


Рисунок 2.4

Таблица 2.1 - Сопряжение со швеллером

Швеллеры по ГОСТ 8240-89

№ профиля	l	l_1	a	e	c	h_1	r
	<i>мм</i>						
5	38	33	28	6	4	6,0	1,5
6,5	52	47	32	6	4	6,0	1,5
8	68	60	36	6	4	6,5	1,5
10	87	80	42	6	4	6,5	1,5
12	107	99	47	7	4	6,5	1,5
14	127	118	53	7	5	6,5	1,5
16	147	136	59	7	5	6,5	2,0
18	167	155	65	7	6	6,5	2,0
20	186	173	72	7	6	7,0	2,0
22	206	192	78	7	7	7,0	2,0
24	226	210	85	8	7	7,0	2,0
27	255	239	90	8	8	7,5	2,5

Таблица 2.2 - Сопряжение с уголком

Уголки по ГОСТ 8509-93 (сокращенный ряд)

№ профиля	b	a	d	c	h	r
	<i>мм</i>					
3,2	32	29	3	4	4	1
3,6	36	33	3	4	4	1
4,0	40	37	3	5	4	1
5,0	50	46	4	5	5	1
6,3	63	57	6	7	7	1
7,5	75	68	7	9	8	1,5
8	80	73	7	9	8	1,5
10	100	91	10	12	11	2
12,5	125	116	10	14	11	2
14	140	131	10	14	11	2
16	160	150	12	16	13	3
18	180	170	12	16	13	3

Таблица 2.3 - Сопряжение с двутавром

№ профиля	<i>l</i>	<i>l₁</i>	<i>a</i>	<i>e</i>	<i>c</i>	<i>h₁</i>	<i>r</i>
	мм						
10	87	82	25	4	4	6,5	1,5
12	107	101	30	4	4	6,5	1,5
14	127	120	34	4	4	6,5	1,5
16	147	139	38	4	5	6,5	2,0
18	167	158	43	4	5	6,5	2,0
20	186	176	47	4,5	6	7,0	2,0
22	206	195	52	4,5	6	7,0	2,0
24	226	213	55	4,5	6	7,5	2,0
27	255	242	60	5,0	6	7,5	2,5
30	285	271	64	5,5	7	7,5	2,5
33	312	298	66	5,5	7	9,0	2,5
36	340	326	68	6,0	8	10,0	3,0

Если детали рамы получают из стандартных сортовых материалов определенных профилей и размеров путем отрезки, а затем сваривают и обрабатывают в сборе с другими деталями, то рабочие чертежи на такие детали не разрабатывают. Сведения о размерах этих деталей (с указанием допусков и шероховатости поверхности), а также материалах и условных обозначениях используемых профилей, обязательно вносят в спецификацию рамы раздел «Материалы» в соответствии со стандартами на сортамент, например:

Швеллер $\frac{14 \text{ ГОСТ } 8240 - 89}{\text{Ст3 ГОСТ } 535 - 88}$, $L = 1000 \pm 2 \text{ мм}$, $\sqrt{Ra}12,5$

Полоса $\frac{8 \times 50 \text{ ГОСТ } 103 - 76}{\text{Ст3 ГОСТ } 535 - 88}$, $L = 80h16$, $\sqrt{Ra}12,5$

Лист $\frac{\text{Б-ПН-8 ГОСТ } 19903 - 74}{\text{Ст3 ГОСТ } 14637 - 89}$, $B \times L = 150h16 \times 80h16$, $\sqrt{Ra}12,5$

В разделе «Примечание» указывают массу таких деталей в кг. Количество типоразмеров применяемых профилей стремятся свести к минимуму. При выборе размеров деталей, получаемых отрезкой из стандартных профилей, учитывают припуск на обработку детали после сварки. Так, например, выбирая толщину полосы, используемой для изготовления платков, следует учитывать толщину удаляемого при обработке слоя металла.

Если изделие из стандартного профилированного материала после отрезки придает дополнительно определенную форму путем гибки или механической обработки (сверление отверстий, разделка кромок, обработка поверхностей, пазов и т.п.) и затем сваривают с другими деталями, то на это изделие необходимо оформлять чертеж как на отдельную деталь. Сведения о наименовании, обозначении и количестве таких деталей помещают в спецификацию сборочной единицы в раздел «Детали».

2.3 Сборка узлов привода на сварной раме

Для закрепления деталей и узлов на раме чаще всего используют стандартные детали – болты, винты, шпильки, гайки, шайбы и другие (см. приложение Б). Применение нестандартных деталей следует ограничивать. Крепежные детали, даже в малонагруженных рамах, при определенных условиях создают значительные местные нагрузки (рисунок 2.5, б, в). В

конструкции, показанной на рисунке 2.5 а, усилие от затяжки болта $F_{зат.}$, не создает существенных деформаций изгиба. Усиление рамы поперечными ребрами в этом случае связано с действием значительной местной нагрузки F , и сосредоточенной нагрузки $R_{оп}$, но не с усилием затяжки $F_{зат.}$. Расстояние между ребрами l_p здесь выбрано так, чтобы разместились крепежные детали, и было обеспечено необходимое место для применения гаечных ключей при сборке в соответствии с принятыми в машиностроении рекомендациями [10, с.398].

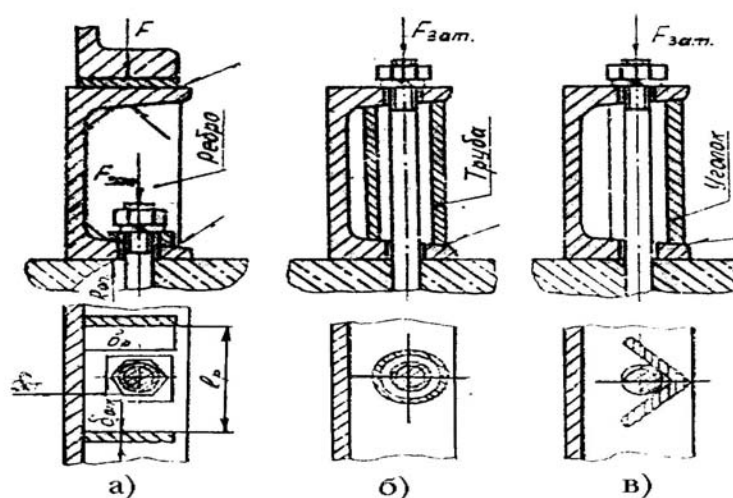


Рисунок 2.5

Количество крепежных деталей в местах крепления и их диаметр устанавливают по характеристикам готового изделия (двигателя, редуктора, салазок, корпусов подшипников, кронштейнов и др.) или расчетным путем при проектировании узлов и агрегатов*. Так, диаметр болтов, используемых, например, для закрепления редукторов на раме, находят при проектировании редукторов по эмпирическим формулам в зависимости от межосевых расстояний или крутящих моментов на тихоходном валу [1, с.243; 4, с. 305; 5, с. 6], а также расчетным путем по действующей внешней нагрузке. Для других узлов и агрегатов используют рекомендации по расчету резьбовых соединений при различных схемах их нагружения [5, с.35-58]. Допускаемые

осевые нагрузки $[F_p]$ для болтов, винтов и шпилек можно принять по таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Допускаемые осевые нагрузки для болтов

Материал болтов	Допускаемая осевая нагрузка $[F_p]$, на болт, Н, при отнулевом цикле нагружения (без учета усилий затяжки)								
	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)
Сталь Ст3	1600	2400	3300	5000	6700	9300	12700	15600	22000
Сталь 35	2700	3900	5700	8000	10700	16000	21300	26600	35300
Сталь 40	3800	5700	8700	12700	16700	23300	30400	37400	49400
Примечание - Предпочтительнее значения без скобок.									

Отверстия в раме и скрепляемых деталях следует располагать так, чтобы сборку соединений не затрудняли расположенные рядом элементы конструкции (ребра, стенки, полки и др.) и чтобы было отведено достаточно места под головки стандартных ключей [10, с.398], гайки, болты, подкладные и косые шайбы [1, с.313; 10, с.580] и другие детали. Должна быть также обеспечена возможность поворота гаечных ключей на 60° для свободного захвата при сборке гаек и головок болтов в любом положении. Эти требования учтены в рекомендациях по размещению отверстий в швеллерах и равнополочных уголках, приведенных в таблице 2.5 и на рисунке 2.6. Для двутавровых балок и неравнополочных уголков такие рекомендации можно найти в [10, с.391]. Размеры гнутых и прокатных профилей указаны в [10, с.136-150, 207-209, 392-395].

* При проектировании приводов часто используются приводимые в справочной и учебной литературе характеристики таких готовых изделий, как электродвигатели [1, с. 377-379, 17, с. 689-718], редукторы, и мотор-редукторы [8, с.633-670], салазки и подмоторные плиты, корпуса подшипников качения и скольжения [7, с. 298-308, 19, с. 54-62, 233-245].

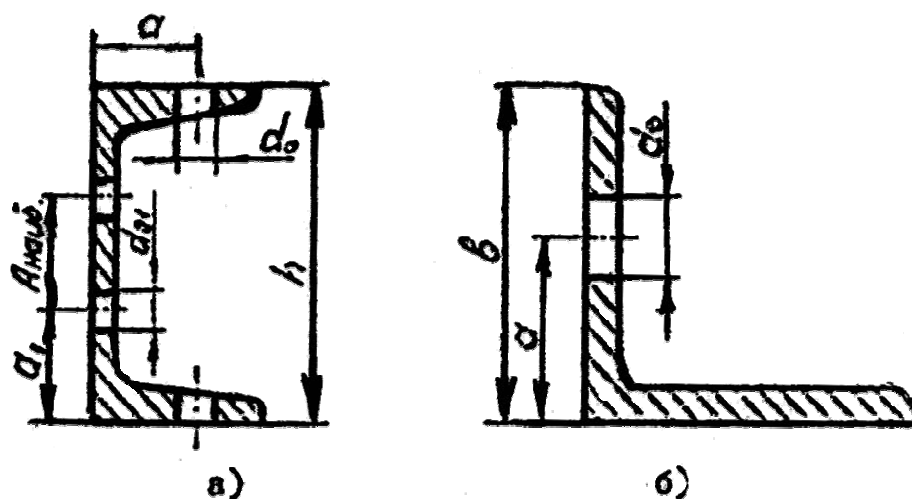


Рисунок 2.6

Таблица 2.5 - Размещение отверстий в прокатных профилях

Швеллер (рисунок 2.6, а)						Уголок равнополочный (рисунок 2.6, б)		
№ профиля	Полка		Стенка			Размер полки	a	d ₀
	a	d ₀	A _{наиб}	a ₁	D ₀₁			
	мм						мм	
5	20	9,0	-	-	-	20	13	4,5
6,5	20	9,0	-	-	-	25	15	5,5
8	25	11,0	-	-	-	28	15	6,5
10	30	11,0	34	33	9,0	32	18	6,5
12	30	17,0	44	38	13,0	36	20	9,0
14	35	17,0	56	42	15,0	40	22	11,0
16	35	20,0	60	50	17,0	45	25	11,0
18	40	20,0	70	55	20,0	50	30	13,0
20	45	23,5	80	60	23,5	56	30	13,0
22	50	26,0	90	65	26,0	63	35	17,0
25	50	26,0	110	65	26,0	70	40	20,0
27	60	26,0	130	70	26,0	75	45	21,5
30	60	26,0	160	70	26,0	80	45	21,5
33	60	26,0	190	70	26,0	90	50	23,5
36	70	26,0	210	75	26,0	100	55	23,5

Узлы крепления проектируют так, чтобы обеспечивался легкий доступ к гайкам, головкам болтов и винтов при сборке. Для этого обычно размещают прокатные профили полками наружу (рисунок 2.7, а). В противном случае предусматривают окна соответствующих размеров,

позволяющие использовать ключи и другой слесарный инструмент (рисунок 2.7, б).

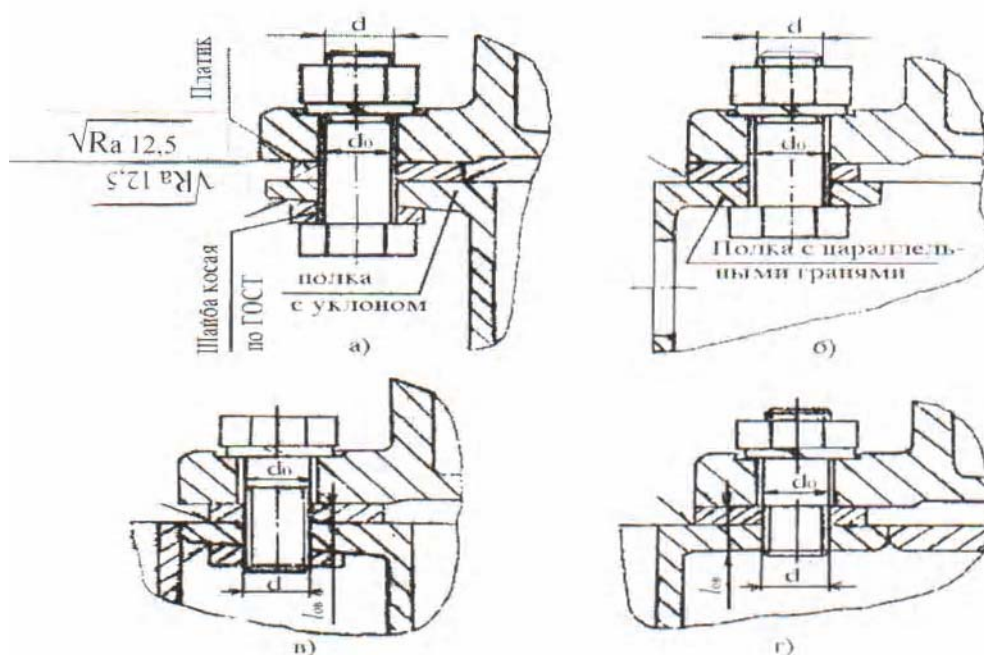


Рисунок 2.7

Эти окна могут использоваться также при транспортировке и монтаже рамы. Если доступ к головкам болтов и гайкам затруднен, невозможно или положение осей отверстий в конструкции не позволяет разместить каждую из крепежных деталей в соответствии с принятыми в машиностроении нормами, то используют винтовые (рисунок 2.7, в) или шпилечные соединения (рисунок 2.7, г). При этом требуется изготавливать в раме резьбовые отверстия, что делает раму менее технологичной, кроме того, соединения имеют существенный недостаток – при многократных разборках и сборках и недостаточно прочных материалах резьбовая часть соединения может изнашиваться и повреждаться. Шпилечные соединения лишены этого недостатка, так как разбираются редко. Для обоих соединений в раме предусматривают резьбовые отверстия d (рисунок 2.7, в, г), соответствующие по длине резьбовой части шпилек и необходимой длине свинчивания $l_{св}$

винтов. Для стальных деталей принимают $l_{св} = (1,0-1,25)d$, для чугунных $l_{св} = (1,25-1,5)d$ и для деталей из легких сплавов – $l_{св} = (1,5-2,0)d$.

Опорные поверхности крепежных деталей должны быть перпендикулярны осям отверстий. Поэтому, на прокатные профили, имеющие полки с уклонами (рисунок 2.7, а) устанавливают косые шайбы по ГОСТ 10906-78. Обычно их приваривают к профилям прерывистыми или точечными швами.

2.4 Требования к местам установки узлов и агрегатов; их конструктивное оформление

Точность взаимного положения агрегатов на раме в значительной мере определяется точностью обработки привалочных поверхностей, что должно быть отражено в допусках формы и расположения. На чертежах рам обычно указываются требования:

1) к плоскостности базовых поверхностей, предназначенных для установки узлов (ориентировочно 0,05-0,1 мм на длине 300 мм);

2) к параллельности базовых плоскостей (ориентировочно 0,08-0,15 мм на длине 300 мм);

3) к разности высот H (рисунок 2.1, б; 2.8) опорных поверхностей (обычно допускаемые отклонения от +0,2 до +0,4); эти значения уточняют при расчетах размерных цепей, [1, с.276-280], учитывая характеристики двигателей, редукторов, муфт и др. узлов.

Требования по п.1 применяют к тем опорным поверхностям рамы, которые лежат в одной плоскости и могут быть обработаны на станке с одной установки. Если рама ступенчатая и поверхности не лежат в одной плоскости, то к ним применяют требования по п.1-3. Аналогичные требования могут предъявляться к тем поверхностям плоских рам, которые не удастся по технологическим или иным причинам обработать с одной

установки и требуется переустановка рамы на станке при обработке разных поверхностей. При выборе точности обработки поверхностей не следует выходить за пределы точности универсального оборудования (см. приложение В), чтобы не удорожать изготовление изделий.

Точность изготовления узлов, устанавливаемых на рамах различна и это учитывается при определении точности изготовления рамы и замыкающего звена, например муфты, соединяющей валы. Допуск на высоту валов редукторов H_1 и на высоту оси вала электродвигателя h принимает равным - 0,5 мм при размерах H_1 и h до 230 мм и равным - 1,0 мм при размерах от 250 до 630 мм. Особенно высокие требования к соосности валов, и соответственно к опорным поверхностям рамы, предъявляются в случае соединения валов неуправляемыми жесткими муфтами (продольно-свертными, втулочными или фланцевыми): радиальные смещения валов для $\Delta r \leq 0,002 - 0,05$ мм, допускаемые угловые смещения $\Delta \alpha$ – десятые доли градуса. Применение упругих и компенсирующих муфт позволяет понизить требования к точности изготовления рамы или точности регулировки узлов при помощи прокладок или других устройств (таблица 2.6).

Из-за недостаточно жестких требований к форме и расположению поверхностей сортовых прокатных или гнутых профилей, широко используемых для сварных рам, а также из-за деформации элементов профилей при резке заготовок и особенно из-за коробления и неточной установки их при сварке, опорные поверхности рамы после изготовления обычно не пригодны для размещения на них узлов и агрегатов, если не применяется трудоемкая сборка с использованием прокладок или дополнительная механическая обработка привалочных поверхностей. В последнем случае в опорных точках рамы предварительно приваривают пластики (рисунок 2.8) представляющие собой пластины прямоугольной формы из листовой, полосовой или ленточной стали, и путем их обработки достигают требуемой плоскостности и требуемого взаимного положения поверхностей. Длина пластиков должна быть оптимальной, чтобы, с одной

стороны, величина удельного давления на опорной поверхности узлов не достигала предельных значений, а с другой, - не увеличивался расход металла, объем механической обработки и сварочных работ. Конструкции удешевляют также применяя, если возможно, пластики одинаковых размеров. Толщину пластиков выбирают с учетом толщины других элементов рамы и припуска на обработку. Минимальная толщина должна быть такой, чтобы после обработки пластик возвышался над соседними необработанными поверхностями не менее чем на 3-5 мм.

Таблица 2.6 - Допускаемые смещения валов для различных муфт

Муфта	Допускаемое смещение валов	
	радиальное Δr , мм до	угловое $\Delta \alpha$, до
Упругая втулочно-пальцевая	0,2-0,6	1°
Упругая с резиновой звездочкой	0,2	$1^{\circ} 30'$
Упругая с торообразной оболочкой	1,0-6,0	$2-6^{\circ}$
Упругая со змеевидной пружиной	0,5-3,0	$1^{\circ} 15'$
Кулачково-дисковая	$0,04d$	$30'$
Муфта со скользящим вкладышем	0,01-0,25	$40'$
Зубчатая	$(0,01-0,02) d$	$30'-1^{\circ}$
Цепная	0,2-0,6	1°

d – посадочный диаметр муфты, мм

Если у рамы опорные поверхности под узлы и агрегаты располагаются на разных уровнях (рисунок 2.8) и разность высот H не может быть компенсирована пластиками из-за значительного увеличения их толщины, то на нижнем поясе рамы выполняют надстройку из швеллеров, уголков и других стандартных профилей (с врезкой, рисунок 2.8 г, или без нее, рисунок 2.8, а, б, в). Применяют также листовые заготовки (рисунок 2.8, д, е), в том числе гнутые. Врезку желательно исключить путем подбора сортовых профилей соответствующего размера или перехода на сварную конструкцию из листов. В этом случае, а также при большом перепаде высот H , надстройки из листовых материалов по металлоемкости и трудоемкости изготовления могут оказаться наиболее эффективными. Использование гнутых профилей сокращает число сварных швов, но требует введения

операции гибки. Наиболее технологичны при гибке П-образные и Г-образные сечения. Радиусы гибки R зависят от толщины листовых заготовок S (рисунок 2.8, д). Для углеродистых сталей при гибке под углом 90° принимают $R \geq S$; минимальный радиус $R_{min} \geq (0,3-0,8)S$. При $S \geq 5$ мм рекомендуется $R \geq 2S$.

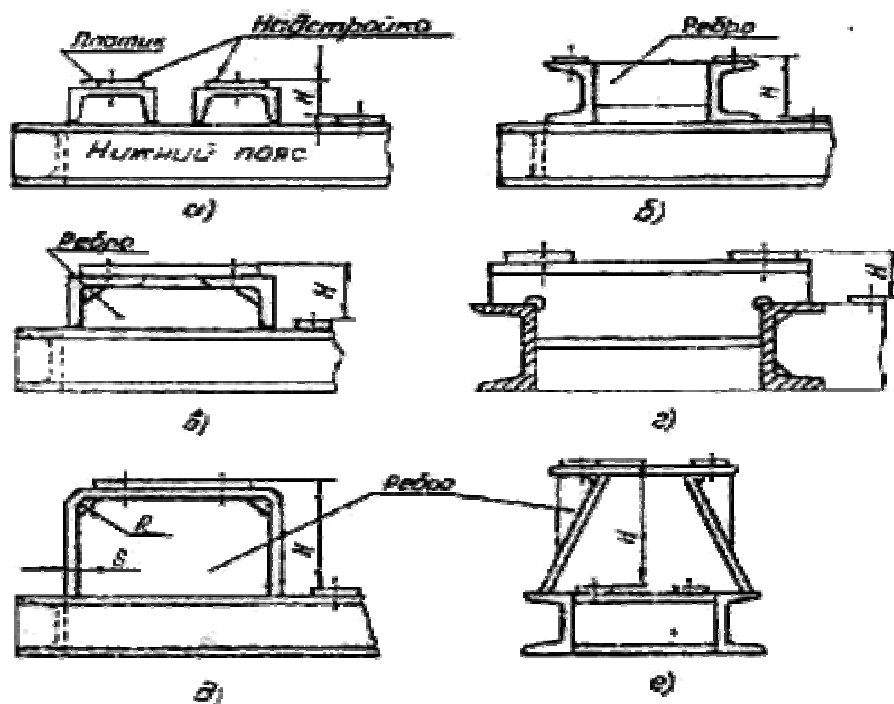


Рисунок 2.8

Недостаточно жесткие элементы рамы, включая надстройки, в местах механической обработки и действия сосредоточенных сил усиливаются ребрами (рисунок 2.8, б, в, д, в). Усиление рам косынками в большинстве случаев не требуется, так как детали рамы обычно имеют нужный запас прочности и жесткости, а сварные швы в местах сопряжений - достаточную протяженность. При использовании косынок и ребер в тяжело нагруженных рамах следует учитывать характер действующих нагрузок и концентрацию напряжения.

2.5 Закрепление рам на основаниях и фундаментах

Для закрепления рам на плитах, бетонных основаниях и фундаментах используют фундаментные или анкерные болты. Размеры фундаментных болтов можно принять по таблице 2.7 и рисунку 2.9 [6] или рекомендациям [10, с.620-622].

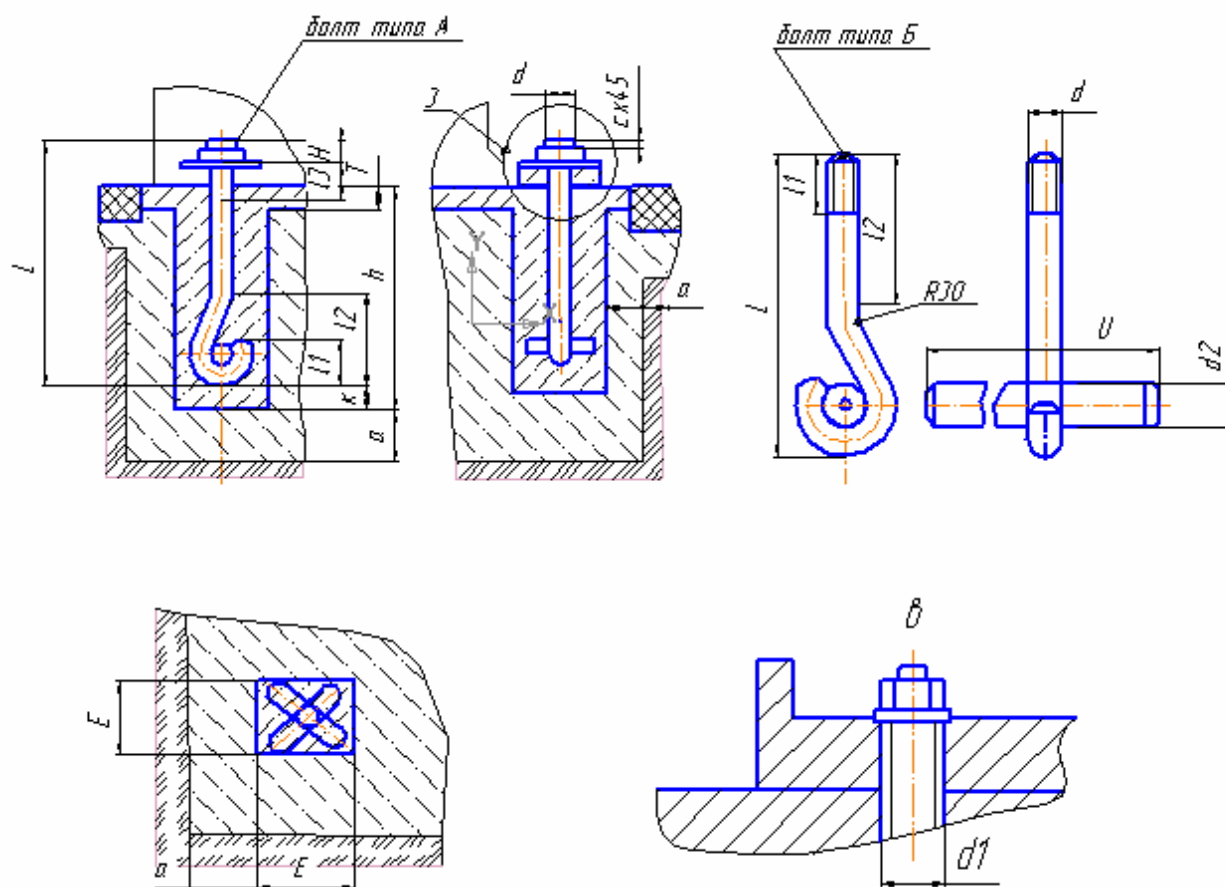


Рисунок 2.9

Таблица 2.7 - Размеры по закреплению рам на фундаменте

d	d_1	c	H	d_2	U	E	h	K	T	a	Болт типа А				Болт типа Б		
											L	l_1	l_2	l_3	L	l_1	l_2
мм																	
M12	14	1,8	16	12	90	80	255	50	20	60	250	50	60	15	-	-	-
M16	18	2,0	20	16	100	90	300	55	25	65	300	60	80	20	300	50	235
M20	22	2,5	25	20	110	100	400	60	25	65	400	70	100	25	400	60	322
M24	26	3,0	30	24	130	120	440	70	30	70	450	80	120	30	450	70	362
M27	29	3,5	34	27	140	130	485	75	30	70	500	85	135	35	-	-	-
M30	32	4,0	36	30	150	140	535	80	35	75	550	90	150	35	550	80	442
M36	38	4,5	42	36	160	150	770	85	40	80	600	100	180	40	-	-	-

Число и размеры фундаментных болтов зависят от величин внешних нагрузок (сил и крутящих моментов), действующих на раму. Если внешние нагрузки незначительны, то нераскрытие стыка (сохранение контакта) в месте крепления рамы к фундаменту обеспечивается даже болтами малого сечения. Болты по диаметру обычно принимают равными диаметрам наибольших болтов, служащих для закрепления агрегатов на раме, но не менее М12. При необходимости диаметр увеличивают на 20-25 %, предусмотрев достаточно места для их размещения на полках или стенках (таблица 2.2) прокатных, сварных или гнутых профилей и других элементах рам. При предварительном выборе (см. таблицу 2.8) можно использовать следующие рекомендации [1, с.313]:

Таблица 2.8 - Выбор болтов крепления рамы

Длина рамы, L , мм	Диаметр болтов, d , мм	Минимальное число болтов
до 700	16 - 18	4
700-1000	20 - 22	6
1000-1500	24	8

Если действующие на раму нагрузки значительны, то может потребоваться расчет резьбового соединения. При достаточно жесткой раме нагрузку, приходящуюся на наиболее нагруженный болт, не сложно определить по методике, изложенной в пособии [4, с.317-318]. Шаг установки болтов принимают в пределах 30-40 диаметров (300-1000 мм), что позволяет избежать опасных вибрации, а также деформаций элементов рамы в процессе работы и монтажа. Расстояния от крайних болтов до концевых частей опорной поверхности рамы устанавливают с учетом размеров колодцев и конфигурации фундамента, но не более 200-300 мм. Глубина заделки фундаментных болтов в бетон составляет примерно 15-20 диаметров болта. Размеры колодцев должны обеспечивать их свободное размещение.

Напряжение смятия на нижней опорной поверхности рамы при бетонном основании принимают в пределах 1,0-1,5 Н/мм².

Размеры сквозных отверстий d_0 мм, под болты, винты и шпильки указаны в таблице 2.9.

Таблица 2.9 - Размеры сквозных отверстий в узлах крепления

Диаметры стержней крепежных деталей d , мм	Диаметры сквозных отверстий d_0 , мм		
	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд
7,0	7,4	7,6	8,0
8,0	8,4	9,0	10,0
10,0	10,5	11,0	12,0
12,0	13,0	14,0	15,0
14,0	15,0	16,0	17,0
16,0	17,0	18,0	19,0
18,0	19,0	20,0	21,0
20,0	21,0	22,0	24,0

3 Сварочные материалы и обозначения сварных швов на чертежах

3.1 Выбор сварочных материалов и условий сварки рам

Материалы основных деталей рам, изготавливаемых из экономичных прокатных, гнутых или сварных профилей - швеллеров, уголков, двутавров, листов, труб, лент, полос и др. должны обладать хорошей свариваемостью. Чаще всего используют стали углеродистые обыкновенного качества, например Ст2, Ст3, Ст4 или низколегированные [3]. Надежность и технологичность сварной конструкции зависит от многих факторов и, в первую очередь, от материалов свариваемых деталей, их формы и положения, свойств наплавочных материалов, удобства выполнения и контроля соединений, а также от вида, способа и технологии сварки.

Приближенные рекомендации, позволяющие оценить свариваемость углеродистых, низко- и среднелегированных сталей перлитного класса по эквиваленту углерода $C_{\text{э}}$, приводятся в пособии [11, с.48-51]. Значения $C_{\text{э}}$ определяют из выражения:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr + Mn + V + B}{10},$$

в которое вместо химического символа каждого элемента (соответственно углерода, марганца, никеля, хрома, молибдена, ванадия, бора) подставляют его процентное содержание в стали [3].

В соответствии с величиной эквивалента углерода сталь можно отнести к определенной группе свариваемости (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Характеристика материалов сварных рам

Группа свариваемости	Эквивалент углерода $C_{\text{э}}$, %	Характеристика свариваемости и термические условия сварки
I	До 0,27	Хорошая (сваривается без затруднений)
II	0,28-0,39	Удовлетворительная (с подогревом до 100-120 °С)
III	0,4-0,5	Удовлетворительная (с подогревом до 200-300 °С). Необходима термообработка (т.о.) для снятия напряжений и улучшения структуры (590-620 °С)
IV	0,51-0,66	Затруднительна (с подогревом до 400-500 °С). Т.о. немедленно после сварки.
V	более 0,66	Неудовлетворительная (при сварке необходим нагрев не ниже 500 °С и предварительный выбор режимов). Т.о. немедленно после сварки.

При сборке элементов рам чаще всего применяют ручную дуговую, полуавтоматическую и автоматическую сварку (в том числе сварку под флюсом и в газовой среде), а также газовую сварку. Ручная дуговая сварка широко распространена вследствие своей универсальности, простоты и возможности выполнять процесс во всех положениях шва: нижнем,

вертикальном и потолочном. Ее основной недостаток – низкая производительность.

Важнейшими параметрами, определяющими режим ручной дуговой сварки, являются диаметр электрода и сварочный ток. Силу сварочного тока I , А, можно установить по диаметру применяемого при сварке электрода $d_э$: $I_{св} \approx 40d_э$. В качестве электродов используют прутки из сварочной проволоки длиной 150-450 мм и диаметром $d_э = 1,6-12$ мм. Чаще всего $d_э = 2-6$ мм. Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины свариваемых деталей S :

Таблица 3.2 - Соотношения размеров элементов сварки

Параметры	Размерность, мм			
	S , мм	1-2	3-5	6-12
$d_э$, мм	1-2	3-4	4-5	5-6

Для листов толщиной S и S_1 , свариваемых в стык, допускаемая разность толщин листов $\Delta = S - S_1$, может быть найдена по толщине более тонкого листа S_1 :

Таблица 3.3 - Параметры свариваемых листов

Параметры	Размерность, мм			
	S_1 , мм	2-3	4-30	32-40
Δ , мм	1	2	4	6

Если разность толщин превышает указанные величины, то на более толстом листе делают скос длиной $L = 5\Delta$.

Сварка углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву $\sigma_в$ до 500МПа (Н/мм^2) осуществляется при ручной дуговой сварке в соответствии с ГОСТ 9467-75 электродами типа Э38, Э46 и Э50, а при повышенных требованиях к пластичности и ударной вязкости – электродами Э42А, Э46А и Э50А. Для сталей с $\sigma_в$ от 500 до 600МПа используют электроды Э55 и Э60. Для сварки конструкционных легированных сталей с $\sigma_в$ свыше 600 МПа применяют электроды типа Э70, Э85, Э100, Э125 и Э150. Тип электрода выбирают так, чтобы обеспечивалась

равнопрочность свариваемого металла и шва. Например, для сталей Ст2, Ст3, Ст4 обычно используют электроды Э42, а также Э42А, если конструкция работает при переменных нагрузках или отрицательных температурах. Следует учитывать, что цифра в обозначении типа электрода (Э38-Э150) соответствует при умножении на 10 значению σ_s для металла шва, МПа (Н/мм²). Так, при использовании электрода Э42 в условиях сварки, соответствующих стандартным, металл шва имеет значение σ_s не ниже 420 МПа. Тип электрода обычно указывается на чертежах сварных соединений (которые оформляют как чертежи сборочных единиц) в таблице швов или технических требованиях, а условное обозначение электродов приводится в технологической документации. Для ручной дуговой сварки условное обозначение электродов по ГОСТ 9455-75 содержит информацию о типе электрода, марке, диаметре электрода, назначении, виде и толщине покрытия, допуская пространственное положение, например:

$$\frac{\text{Э46А – УОНИИ – 13/45 – 3,0 – УД2}}{\text{Е432(5) – 610}} \quad (\text{см. ГОСТ 9466-75})$$

Подготавливая соединения к сварке, производят разделку кромок деталей в соответствии с принятым типом шва (пример разделки приведен на с.24), очищают место сварки от загрязнений, устанавливают между деталями требуемые зазоры (обычно 1- 2 мм). После сварки для уменьшения опасности образования трещин и уменьшения остаточных напряжений осуществляют, если необходимо, термическую обработку (отжиг, высокий отпуск при 650-700 °С, местный нагрев) или естественное старение в течение 30 и более суток. Требования к сварным соединениям, обеспечивающие технологичность конструкций, рассмотрены в книге [5, с. 220-244]. Основные типы, конструктивные элементы и размеры соединений при ручной дуговой сварке принимают по ГОСТ 5264-80, при газовой - по МН 2258-61, при контактной - по ГОСТ 15879-70 и другим стандартам. Термины и определения основных понятий по сварке металлов содержатся в ГОСТ 2601-84.

Далее рассматриваются требования к стандарту изображения сварных соединений и к условным обозначениям швов на чертежах. Примеры условных обозначений сварных соединений с учетом принятого способа сварки приводятся в приложении Г.

3.2 Изображение швов сварных соединений

Независимо от способа сварки сварной шов по ГОСТ 2.312-72 условно изображают на чертеже: видимый – сплошной основной линией (рисунок 3.1, а); невидимый – штриховой линией (рисунок 3.1, б). От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва. При точечной сварке видимую одиночную сварную точку (рисунок 3.1, в) изображают знаком «+» (размером 5-10 мм по вертикали и горизонтали), невидимые одиночные точки не показывают. На изображении сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом необходимо обозначать их прописными буквами русского алфавита (рисунок 3.1, г). Границы шва в сечении изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями (рисунок 3.1, г, д, е). Для нестандартных швов указывают размеры конструктивных элементов, необходимых для шва по данному чертежу (рисунок 3.1, е).

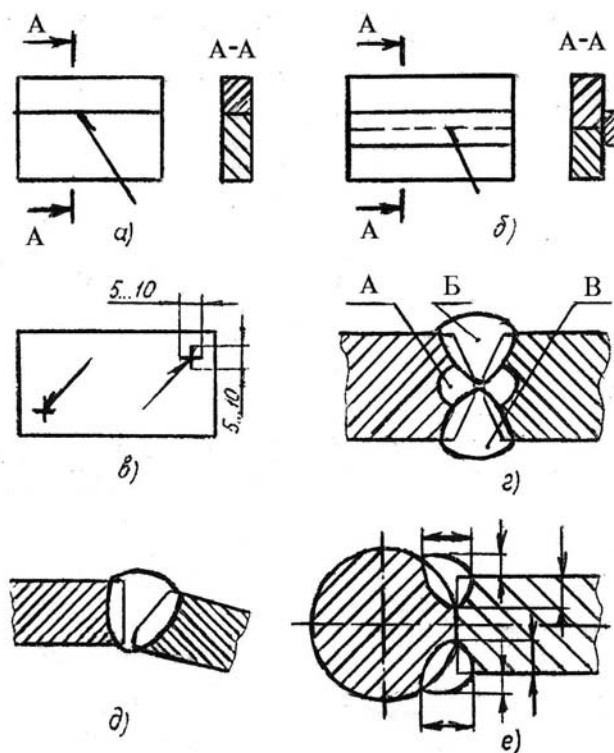




Рисунок 3.1

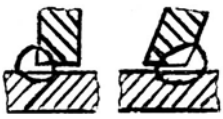
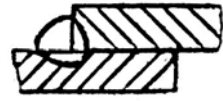
3.3 Основные типы швов сварных соединений

Основные типы швов сварных соединений и их условные обозначения приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Основные типы швов сварных соединений и их условные обозначения

Типы швов сварных соединений	Условные обозначения	Определение термина по ГОСТ 2601-84
1	2	3
Стыковые 	С	Сварное соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцевыми поверхностями.
Угловые 	У	Сварное соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев.

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
<p>Тавровые</p> 	<p>Т</p>	<p>Сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента.</p>
<p>Нахлесточные</p> 	<p>Н</p>	<p>Сварное соединение, в котором сварные элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга.</p>

При конструировании сварных узлов катеты швов K назначают в зависимости от толщины свариваемых элементов S . Для угловых, тавровых и нахлесточных швов на начальном этапе проектирования ориентировочно принимается $K=S$.

Катет шва (рисунок 3.2) рекомендуется назначать по формуле: $K=0,4S+2$ мм для $S=4-16$ мм. Если толщина свариваемых деталей неодинакова, то принимают K по толщине более тонкого материала S_1 , т.е. $K \approx S_1$. Исходя из конструктивных соображений, из размеров кромок деталей или расчетов швов сварного соединения величину катета уменьшают до требуемого обоснованного значения, учитывая, однако, что $K_{min}=3$ мм при $S \geq 3$ мм. Валиковые сварные швы треугольного профиля (рисунок 3.2) выполняют прямыми. Чаще применяют прямые (нормальные) швы (рисунок 3.2, а). При выпуклых швах (рисунок 3.2, б) возможен непровар в точках a . Такие швы создают наибольшую концентрацию напряжений и хуже сопротивляются усталости. Для устранения этого недостатка у ответственных швов выпуклость удаляют путем механической обработки. Вогнутые швы (рисунок 3.2, в) обеспечивают наибольшую прочность, но их труднее выполнять. Места, необходимые для наложения швов и выполнения сварки в удобном положении должны быть предусмотрены заранее при выборе размеров деталей.

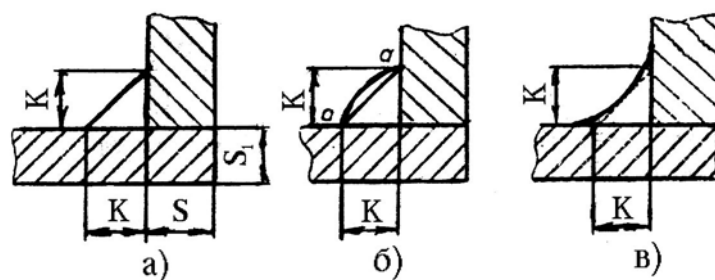


Рисунок 3.2

Сварка платиков в зависимости от размеров осуществляется сплошными или прерывистыми швами. Катет шва K при сварке для обрабатываемого платика принимают равным $0,5-0,8$ его толщины S , но не менее 3 мм. Для необрабатываемых деталей (в том числе косынок и платиков) толщиной $S \leq 10$ мм принимают $K \approx S$, а при разной толщине (S и S_1) $K \approx S_1$, где S_1 – толщина более тонкого материала.

3.4 Условные обозначения швов сварных соединений

На чертежах сварного соединения шов в соответствии с ГОСТ 2.312-72 имеет определенное условное обозначение, которое наносят над или под полкой линии-выноски, проводимой от изображения шва. Условное обозначение лицевого шва наносят над полкой линии-выноски (рисунок 3.3, а), обозначение шва с оборотной, стороны наносят под полкой линии-выноски (рисунок 3.3, б). За лицевую сторону одностороннего шва (рисунок 3.3, д) принимают ту сторону, с которой производят сварку. Лицевой стороной двустороннего шва с несимметричной подготовкой кромок принимается та сторона, с которой производят сварку основного шва, если подготовка кромок симметричная, то за лицевую принимают любую сторону (рисунок 3.3, е)

Обозначение шероховатости поверхности механически обработанной поверхности шва наносят на полке линии-выноски (рисунок 3.3, в), или под полкой (рисунок 3.3, г) после условного обозначения шва, или указывают в

таблице швов, или приводят в технических требованиях чертежа, например: «Параметр шероховатости поверхности сварных швов ...». Если для шва сварного соединения установлен контрольный комплекс или категория контроля шва, то их обозначение допускается помещать под линией-выносной (рисунок 3.3, д). В технических требованиях или таблице швов на чертеже приводят ссылку на соответствующий нормативно-технический документ. Сварочные материалы указывают на чертеже в технических требованиях или таблице швов. Допускается сварочные материалы на чертеже не указывать.

При наличии на чертеже одинаковых швов* обозначение наносят у одного изображения, а от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают одинаковый порядковый номер, который наносят:

а) на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (рисунок 3.4, а);

б) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с лицевой стороны (рисунок 3.4, б);

в) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с оборотной стороны (рисунок 3.4, в).

*Швы считают одинаковыми, если одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении и если к ним предъявляют одни и те же технические требования.



Рисунок 3.3

Количество одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением (рисунок 3.4).

Условное обозначение

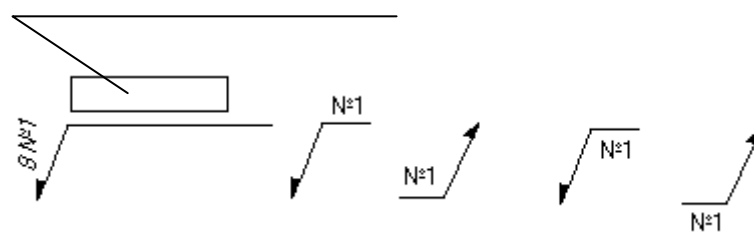


Рисунок 3.4

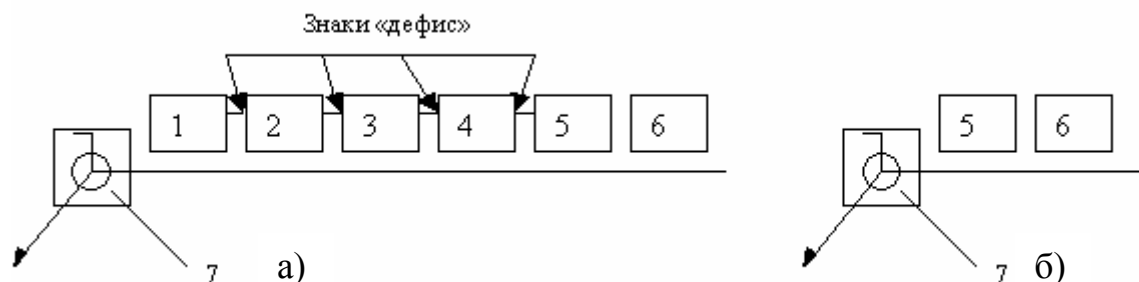


Рисунок 3.5 – Структура условного обозначения сварного шва

Структура условного обозначения стандартного шва (рисунок 3.5, а), а также нестандартного шва или сварной точки (рисунок 3.5, б) включает:

1 – обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (см. например, приложение Г);

2 – буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту на типы и конструктивные элементы сварных соединений (см. например, приложение Г);

3 – условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (допускается не указывать);

4 – знак \triangle и размер катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

5 – для прерывистого шва – длину провариваемого участка, знак / по таблице 3.3 (шов прерывистый или точечный с цепным расположением) или Z по таблице 3.3 (шов прерывистый или точечный с шахматным расположением) и размер шага;

– для одиночной сварной точки – размер расчетного диаметра точки;

– для шва контактной точечной сварки, электрозаклепочного – размер расчетного диаметра точки или электрозаклепки, знак / или Z и размер шага;

– для шва контактной шовной сварки размер расчетной ширины шва;

– для прерывистого шва контактной шовной сварки – размер расчетной ширины шва, знак умножения, размер длины провариваемого участка, знак / и размер шага;

6 – вспомогательные знаки \supset , ω , \circ (таблица 3.3);

7 – вспомогательные знаки \square , \lrcorner (таблица 3.3).

Вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва. После вспомогательных знаков (если швы обрабатываются) ставят обозначение параметра шероховатости поверхности обрабатываемого шва (рисунок 3.2, в, г). Так как условное буквенно-цифровое обозначение стандартного шва предусматривает вполне определенный контур сечения шва, метод подготовки кромок и установление определенных зазоров между деталями сваркой (что указывается в соответствующем стандарте), то на чертежах в поперечных сечениях швов эти данные не указываются. Их приводят в технологической документации. Условные обозначения швов даны в приложениях В и Г.

3.5 Упрощенные обозначения швов сварных соединений по ГОСТ 2.312-72

При наличии на чертеже швов, выполняемых по одному и тому же стандарту, обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа (запись по типу: «Сварные швы ...по...») или в таблице. Допускается не присваивать порядковый номер одинаковым швам, если все швы на чертеже одинаковы и изображены с одной стороны (лицевой или оборотной). При этом швы, не имеющие обозначения, отмечают линиями-выносками без полоч (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Упрощенное обозначение сварных швов

Таблица 3.3 - Вспомогательные обозначения сварных швов

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии выноски, проведенной от изображения	
		С лицевой стороны	С оборотной стороны
o	Выпуклость шва снять		
ω	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
└	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
/	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$		
Z	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
□	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака – 3-5 мм		
⊃	Шов по незамкнутой линии. Шов применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

На чертеже симметричного изделия, при наличии на изображении оси симметрии, допускается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изображения изделия. На чертеже изделия, в котором имеются одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, эти швы допускается отмечать линиями-выносками и обозначать только у одного из изображений одинаковых частей

(предпочтительно у изображения, от которого проведена линия-выноска с номером позиции).

Допускается не отмечать на чертеже швы линиями-выносками, а приводить указания по сварке записью в технических требованиях чертежа, если эта запись однозначно определяет места сварки, способы сварки, типы швов сварных соединений и размеры их конструктивных элементов в поперечном сечении, и расположение швов. Одинаковые требования, предъявляемые ко всем швам или группе швов, приводят один раз – в технических требованиях или в таблице швов.

Список использованных источников

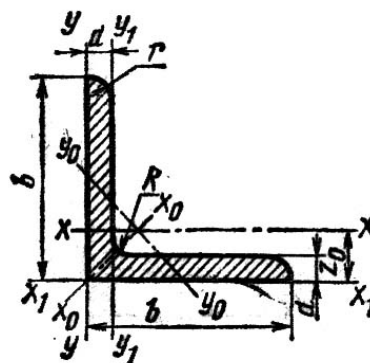
- 1 Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин/ П.Ф. Дунаев, О.Г. Леликов. - М.: Высш. шк., 1985.- 416 с.
- 2 Иванов, М.Н. Детали машин: Курсовое проектирование/ М.Н. Иванов, В.Н. Иванов. - М.: Высш. шк., 1975.- 551 с,
- 3 Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов /под ред. В.Г. Сорокин. - К.: Машиностроение, 1989. - 640 с.
- 4 Проектирование механических передач / С.А. Чернавский [и др.] - М.: Машиностроение, 1984. - 560 с.
- 5 Иванов, М.Н., Детали машин / М.Н. Иванов. - М.: Высш. шк., 1991. - 383 с.
- 6 Столбин, Г.Б. Расчет и проектирование деталей машин / Г.Б. Столбин, под ред. Г.Б. Столбина и К.П. Жукова. - М: Высш. шк., 1978. - 47 с.
- 7 Перель, Л.Я. Подшипники качения: Справочник / Л.Я. Перель, А.А. Филатов. - М.: Машиностроение, 1992. - 508 с.
- 8 Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3т. / В.И. Ануриев - М.: Машиностроение, 1992, Т3. - 720 с.
- 9 Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3т. / В.И. Ануриев. - М.: Машиностроение, 1992. Т2. - 784 с.
- 10 Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3т. / В.И. Ануриев. - М.: Машиностроение, 1992. Т1. - 816. с.
- 11 Ананьев, С.Л. Технологичность конструкции / С.Л. Ананьев, под ред. С.Л. Ананьева, и В.П. Купровича. - М.: Машиностроение, 1969. - 423 с.

Приложение А

(справочное)

Таблица А.1 – Прокатная угловая равнополочная сталь по ГОСТ 8509-93

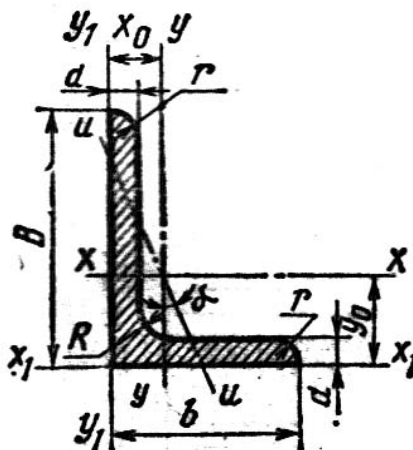
Номер профиля	b	d	R	r
	<i>мм</i>			
3,2	32	3;4	4,5	1,5
3,6	36	3;4	4,5	1,5
4	40	3;4;5	5,0	1,7
4,5	45	3;4;5	5,0	1,7
5	50	3;4;5	5,5	1,8
5,6	56	4;5	6,0	2,0
6,3	63	4;5;6	7,0	2,3
7	70	4,5;5;6;7;8	8	2,7
7,5	75	5;6;7;8;9	9	3,0
8	80	5,5;6;7;8	9	3,0
9	90	6;7;8;9	10	3,3
10	100	6,5;7;8;10;12;14;16	12	4,0
11	110	7;8	12	4,0
12,5	125	8;9;10;12;14;16	14	4,6
14	140	9;10;12	14	4,6
16	160	10;11;12;14;16;18;20	16	5,3
18	180	11;12	16	5,3
20	200	12;13;14;16;20;25;30	18	6,0



Пример условного обозначения угловой равнополочной стали размером 50x50x3 мм, марки Ст3сп, обычной точности прокатки (Б):

Б - 50x50x3 ГОСТ 8509-93
Уголок
Ст 3сп ГОСТ 535-58

Таблица А.2 – Прокатная угловая неравнополочная сталь по ГОСТ 8510-86

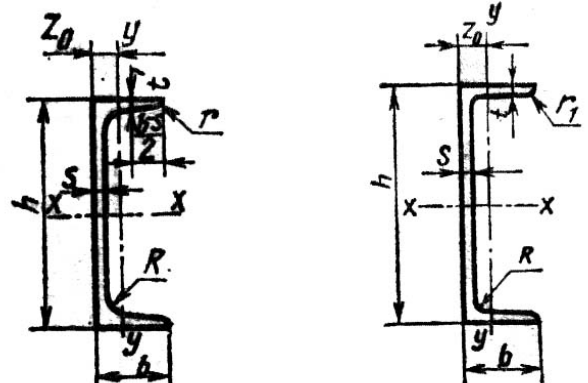


Номер профиля	B	b	d	R	r
	мм				
3,2/2	32	20	3;4	3,5	1,2
4/2,5	40	25	3;4	4,0	1,3
4,5/2,8	45	28	3;4	5,0	1,7
5/3,2	50	32	3;4	5,5	1,8
5,6/3,6	56	36	4;5	6,0	2,0
6,3/4,0	63	40	4;5;6;8	7,0	2,3
7/4,5	70	45	5	7,5	2,5
7,5/5	75	50	5;6;8	8,0	2,7
8/5	80	50	5;6	8,0	2,7
9/5,6	90	56	5,5;6;8	9	3,0
10/6,3	100	63	6;7;8;10	10	3,3
11/7	110	70	6,5;8	10	3,3
12,5/8	125	80	7;8	11	3,7
14/9	140	90	7;8;10;12	12	4,0
16/10	160	100	9;10;12;14	13	4,3
18/11	180	110	10;12	14	4,7
20/12,5	200	125	-	16	5,0

Пример обозначения угловой неравнополочной стали размером 63x40x4 мм, марки Ст2сп обычной точности прокатки (Б):

Уголок **Б - 63x40x4 ГОСТ 8509-93**
Ст 2сп ГОСТ 535-88

Таблица А.3 – Швеллеры стальные горячекатаные с уклоном внутренних граней, с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-89



Номер швеллера	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>r₁</i>
	мм						
5	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5	3,5
6,5	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5	3,5
8	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	3,5
10	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	4,0
12	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	4,5
14	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0	4,5
14a	140	62	4,9	8,7	8,0	3,0	4,5
16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	5,0
16a	160	68	5,0	9,0	8,8	3,5	5,0
18	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5	5,0
18a	180	74	5,1	9,3	9,0	3,5	5,0
20	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0	5,5
20a	200	80	5,2	9,7	9,5	4,0	5,5
22	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0	6,0
22a	220	87	5,4	10,2	10,0	4,0	6,0
24	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0	6,0
24a	240	95	5,6	10,7	10,5	4,0	6,0
27	270	95	6,0	10,5	11,0	4,5	6,5
30	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0	7,0
33	330	105	7,0	11,7	13,0	5,0	7,5
36	360	110	7,5	12,6	14,0	6,0	8,5
40	400	115	8,0	13,5	15,0	6,0	9,0

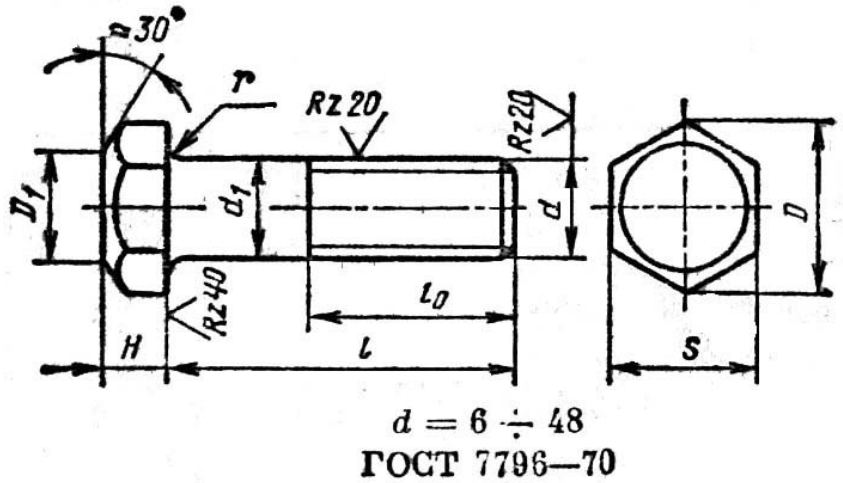
Пример обозначения швеллера №20 с уклоном внутренних граней
 полок из стали марки Ст3: **Швеллер** 20 ГОСТ8240-89
Ст 3 ГОСТ 535-88

То же, с параллельными гранями полок (П) из стали марки Ст3:
Швеллер 20П ГОСТ8240-89
Ст 3 ГОСТ 535-88

Приложение Б

(справочное)

Таблица Б.1 – Болты по ГОСТ 7796-70



$d = 6 \div 48$
ГОСТ 7796-70

D	S	D_1	H	D_1	d_1	l	l_0
мм							
6	10	10,9	4	-	2	8...90	6...18
8	13	14,2	5,5	13,1	2,5	8...100	8...22
10	17	18,7	7	15,3	3,2	10...200	10...32
12	19	20,9	8	18,7	4	14...260	14...36
16	24	26,5	10	24,3	4	20...300	20...44
20	30	33,3	13	29,9	4	25...300	25...52
24	36	39,6	15	35,0	4	35...300	35...60
30	46	50,9	19	45,2	4	40...300	40...72

Пример условного обозначения болта с диаметром резьбы М16 длиной $l = 60$ мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 8g, класса прочности 5.8 без покрытия: **Болт М16 х 60.58 ГОСТ 7796-70.**

Таблица Б.2 – Гайки по ГОСТ 5915-70

ГОСТ 5915—70

$d = 6^{*2} \div 48$

d	S	D	H	D_1
мм				
1	2	3	4	5
6	10	10,9	5	-
8	13	14,2	6,5	13,1
10	17	18,7	8	15,3
12	19	20,9	10	18,7
16	24	26,5	13	24,3
20	30	33,3	16	29,9
24	36	39,6	19	35
30	46	50,9	24	45,2

Пример условного обозначения гайки для крепежной детали с диаметром резьбы М16, класса прочности 5, без покрытия: **Гайка М16.5 ГОСТ 5915-70**

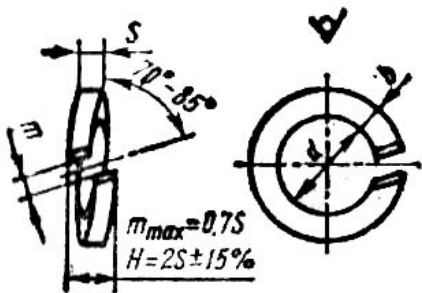
Таблица Б.3 – Шайбы по ГОСТ 11371-78

Диаметр стержня крепежной детали, мм	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>S</i>	<i>c</i>
	мм			
6	6,4	12,5	1,6	0,4
8	8,4	17	1,6	0,4
10	10,5	21	2,0	0,5
12	13	24	2,5	0,6
14	15	28	2,5	0,8
16	17	30	2,5	0,8
18	19	34	3,0	0,8
20	21	37	3,0	1,0
22	23	39	3,0	1,0
24	25	44	4,0	1,0
27	28	50	4,0	1,2

Пример условного обозначения шайбы для крепежной детали с диаметром резьбы М16 исполнения 2, допускаемой толщины 4 мм, из материала группы 04, с покрытием толщиной 6 мкм:

Шайба 2.16 x 4.04.016 ГОСТ 11371-78.

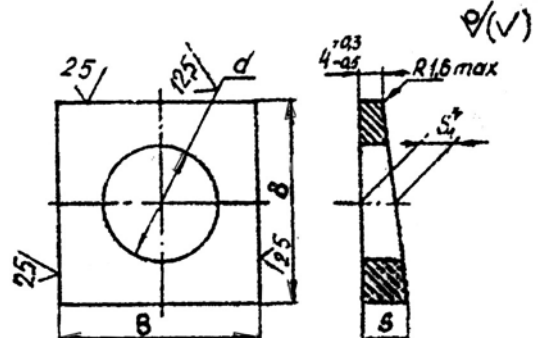
Таблица Б.4 – Шайбы пружинные нормальные по ГОСТ 6402-70



Диаметр болта, винта, шпильки, мм	<i>d</i>	<i>S = b</i>
	мм	
6	6,1	1,6
8	8,1	2,0
10	10,1	2,5
12	12,1	3,0
14	14,2	3,5
16	16,3	4,0
18	18,3	4,5
20	20,5	5,0
22	22,5	5,5
24	24,5	6,0
27	27,5	7,0

Пример условного обозначения пружинной шайбы для крепежной детали с диаметром резьбы М16 нормальной из стали 65Г с кадмиевым покрытием толщиной 9 мкм: **Шайба 16 65Г 02 9 ГОСТ 6402-70.**

Таблица Б.5 – Шайбы косые по ГОСТ 10906-78



Диаметр резьбы крепежной детали, мм	<i>d</i>	<i>B</i>	<i>S</i>	<i>S</i> [*] ₁
	мм			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
10	11,0	20	6,2	5,1
12	13,0	30	7,3	5,7
14	15,0	30	7,3	5,7

Продолжение таблицы Б.5

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
16	17,0	30	7,3	5,7
18	19,0	40	8,4	6,2
20	22,0	40	8,4	6,2
22	24,0	40	8,4	6,2
24	26,0	50	9,5	6,8
27	30,0	50	9,5	6,8

Пример условного обозначения косой шайбы для крепежной детали с диаметром резьбы М16 из стали Ст3 без покрытия: ***Шайба 16 Ст3 ГОСТ 10906-78.***

Приложение В

(справочное)

Способы сварки и примеры условных обозначений швов сварных соединений с расположением деталей под углом 90, 180, 270 и 360°

Рекомендуемые способы сварки имеют следующие условные обозначения:

Р - ручная дуговая сварка по ГОСТ 5264-80 для сварных соединений из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых ручной дуговой сваркой (кроме трубопроводов);



Г - газовая сварка по МН 2258-61 для сварных соединений из сталей;

Кт - контактная точечная сварка по ГОСТ 15878-79 для сварных соединений из сталей, сплавов на железоникелевой и никелевой основах, титановых, алюминиевых, магниевых и медных сплавов;












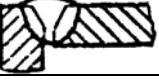
Кш - контактная шовная сварка по ГОСТ 15878-79 (материалы те же, что и для контактной точечной сварки).

В таблице В.1 приводятся в сокращенном виде рекомендации по выбору способов сварки и условных обозначений сварных швов.

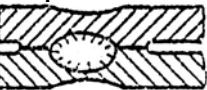
Таблица В.1

Форма поперечного сечения сварного шва	Способ сварки	Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение сварного шва
1	2	3	4
Шов с отбортовкой кромок, односторонний 	Р	1,0-4,0	С1
	Г	0,5-1,5	
Шов без скоса кромок, односторонний 	Р	1,0-4,0	С2
	Г	0,8-3,5	С3

Продолжение таблицы В.1

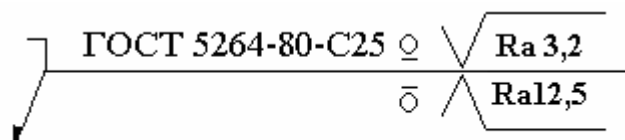
1	2	3	4
Шов без скоса кромок, двусторонний 	Р	2,0-5,0	С7
	Г	1,0-6,0	С2
Шов со скосом одной кромки, односторонний 	Р	3,0-60,0	С8
Шов со скосом одной кромки, двусторонний 	Р	3,0-60,0	С12
Шов с двумя симметричными скосами одной кромки, двусторонний 	Р	8,0-100,0	С15
Шов со скосом кромок односторонний 	Р	3,0-60,0	С17
	Г	5,0-16,0	С9
Шов со скосом кромок, двусторонний 	Р	3,0-60,0	С21
	Г	5,0-16,0	С3
Шов с двумя симметричными скосами кромок, двусторонний 	Р	8,0-120,0	С25
Шов без скоса кромок, односторонний 	Р	1,0-30,0	У4
Шов без скоса кромок, двусторонний 	Р	2,0-30,0	У5
Шов со скосом одной кромки, односторонний 	Р	3,0-60,0	У6
Шов с двумя симметричными скосами одной кромки, двусторонний 	Р	8,0-100,0	У8
Шов со скосом кромок, односторонний 	Р	3,0-60,0	У9

Продолжение таблицы В.1

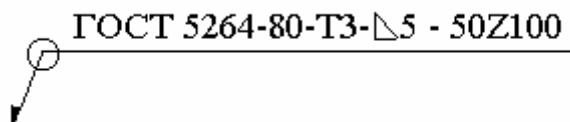
1	2	3	4
Шов со скосом кромок, двусторонний 	Р	30-60,0	У10
Шов без скоса кромок, односторонний 	Р	2,0-30,0	Т1
Шов без скоса кромок, двусторонний 	Р	2,0-40,0	Т3
Шов со скосом одной кромки, односторонний 	Р	3,0-60,0	Т6
Шов со скосом одной кромки, двусторонний 	Р	3,0-60,0	Т7
Шов с двумя симметричными скосами одной кромки, двусторонний 	Р	8,0-100,0	Т8
Шов без скоса кромок, односторонний 	Р	2,0-60,0	Н1
Шов без скоса кромок, двусторонний 	Р	2,0-60,0	Н2
Шов соединений в нахлестку, выполняемый контактной точечной сваркой 	Кт	0,3-6,0	-
Шов соединений в нахлестку, выполняемый контактной шовной сваркой 	Кш	0,3-4,0	-

Примеры условных обозначений сварных швов, приведенных в таблице В.1:

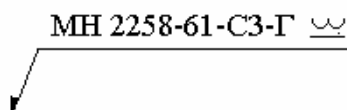
1 Шов стыкового соединения с двумя симметричными скосами кромок, двусторонний, выполняемый ручной дуговой сваркой при монтаже изделия, выпуклость шва снята с обеих сторон, шероховатость поверхности с лицевой стороны $\sqrt{Ra\ 3,2}$, с оборотной - $\sqrt{Ra\ 12,5}$:



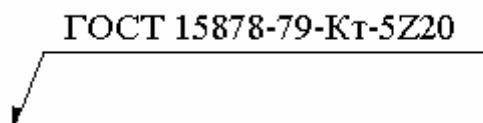
2 Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний, прерывистый с шахматным расположением. Выполняемый ручной дуговой сваркой по замкнутому контуру, катет шва 5 мм, длина провариваемого участка 50 мм, шаг шва 100 мм:



3 Шов стыкового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый газовой сваркой с последующей обработкой наплывов и неровностей с плавным переходом к основному металлу:



4 Шов нахлесточного соединения, выполняемый контактной точечной сваркой с расчетным диаметром ядра точек 5 мм, расположенных в шахматном порядке с шагом 20 мм:



5 Шов нахлесточного соединения, выполняемый контактной шовной сваркой, ширина шва 6 мм, длина провариваемого участка 50 мм, шаг 100 мм:

ГОСТ 15878-79-Кш-6x50/100
↙

Приложение Г

(справочное)

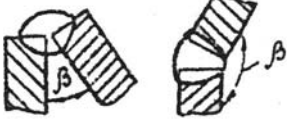

Способы сварки и примеры условного обозначения швов сварных соединений с расположением деталей под острым или тупым углом.

Рекомендуемый способ сварки имеет следующее условное обозначение:


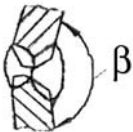
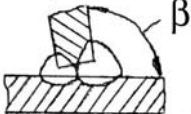


Р – ручная дуговая сварка по ГОСТ 11534-75 для соединений из углеродистых или низколегированных сталей, выполняемых во всех пространственных положениях.

В таблице Г.1 приводятся в сокращенном виде рекомендации по выбору условий сварки и условных обозначений сварных швов по ГОСТ 11534-75.

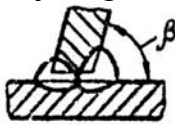
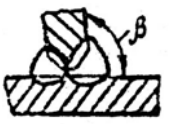
Таблица Г.1

Форма поперечного сечения шва	Способ сварки	Толщина свариваемых деталей, мм/ угол β , град	Условное обозначение сварного соединения
1	2	3	4
Шов без скоса кромок, односторонний 	Р	$\frac{1-6}{179-91^\circ};$ $89-5^\circ$	У1
Шов без скоса кромок, двусторонний 	Р	$\frac{2-8}{179-91^\circ}$ $\frac{2-30}{135-91^\circ}$ $\frac{9-30}{89-45^\circ}$	У3

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4
<p>Шов со скосом одной кромки, односторонний</p> 	Р	$\frac{4-26}{179-136^\circ};$ $89-46^\circ$	У4
<p>Шов со скосом одной кромки, двусторонний</p> 	Р	$\frac{4-60}{179-136^\circ};$ $89-45^\circ$	У5
<p>Шов с двумя скосами одной кромки, двусторонний</p> 	Р	$\frac{12-60}{179-165^\circ};$ $89-75^\circ$	У6
<p>Шов с двумя скосами одной кромки и одним скосом второй кромки, двусторонний</p> 	Р	$\frac{12-60}{179-136^\circ}$	У8
<p>Шов без скоса кромок, односторонний</p> 	Р	$\frac{1-30}{91-175^\circ}$	Т1
<p>Шов без скоса кромок, двусторонний</p> 	Р	$\frac{1-60}{91-135^\circ}$	Т2
<p>Шов со скосом одной кромки, односторонний</p> 	Р	$\frac{4-26}{91-134^\circ}$	Т3
<p>Шов со скосом одной кромки, односторонний</p> 	Р	$\frac{2-30}{89-45^\circ};$ $91-135^\circ$	Т5


Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4
Шов со скосом одной кромки, двусторонний 	Р	$\frac{2-60}{89-45^\circ}$; 91-135°	Т6
Шов с двумя скосами одной кромки, односторонний 	Р	$\frac{12-60}{91-100^\circ}$; 89-80°	Т7

Пример условного обозначения сварного шва, выбранного по таблице Г.1.

Шов таврового соединения со скосом одной кромки односторонний, прерывистый. Выполняемый ручной дуговой сваркой по ГОСТ 11534-75, катет шва 6 мм, длина провариваемого участка 50 мм, шаг 100мм:

ГОСТ 11534-75-Т1- ∇ 5 - 50/100



На рисунке Г.1 в качестве примера приведена разделка кромок под ручную дуговую сварку для соединения типа Т6 (рисунок Г.1, а) и С21 (рисунок Г.1, б) по ГОСТ 5264-80.

Примечание – На сборочных чертежах изделий единичного производства допускается указывать данные о подготовке кромок непосредственно на изображении или в виде выносного элемента, если эти данные не приведены на чертежах деталей.

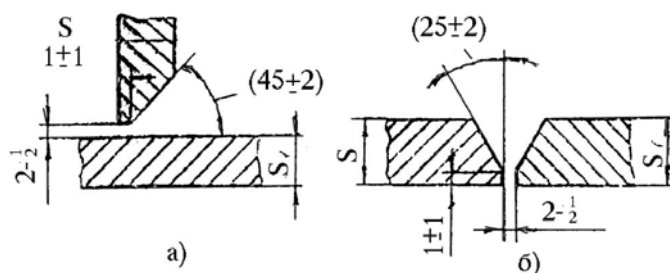


Рисунок Г.1

Приложение Д (справочное)

Отклонения геометрической формы деталей при обработке на металлорежущих станках

Нормы точности станков и изготавливаемых на них изделий устанавливаются соответствующими стандартами. Так, для станков, которые могут быть использованы при обработке рам и плит, действуют следующие стандарты на нормы точности:

Продольно-строгальные станки	ГОСТ 35-85
Продольно-фрезерные станки	ГОСТ 18110-72
Фрезерные консольные	ГОСТ 17734-88
Горизонтально-расточные	ГОСТ 2110-93
Вертикально-сверлильные	
Радиально-сверлильные	ГОСТ 98-83
Координатно-расточные и координатно-шлифовальные	ГОСТ 18098-94

Эти нормы используют при разработке технологической документации и проектировании деталей. В таблице Д.1 приводятся в сокращенном виде нормы точности для изделий, обрабатываемых на продольно-строгальных и продольно-фрезерных станках, в таблице Д.2 на горизонтально-расточных.

Таблица Д.1

Длина измерения, мм	Допуск, мкм, для станков класса точности		Длина измерения, мм	Допуск, мкм, для станков класса точности	
	Н	П		Н	П
1	2	3	4	5	6
Прямолинейность поверхности изделия при обработке на продольно-строгальном станке					

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6
до 400	12	8	от 1600 до 2500	30	20
от 400 до 630	16	10	от 2500 до 4000	40	25
от 630 до 1000	16	12	от 4000 до 6300	50	30
от 1000 до 1600	25	16	от 6300 до 8000	60	40
Параллельность обработанной поверхности основание при обработке на продольно-строгальном станке					
до 400	16	10	от 1600 до 2500	30	25
от 400 до 630	20	12	от 2500 до 4000	40	25
от 630 до 1000	25	16	от 4000 до 6300	40	30
от 1000 до 1600	30	20	от 6300 до 8000	50	40
Прямолинейность поверхности изделия при обработке на продольно-фрезерном станке					
до 160	6	4	от 1000 до 1600	20	12
от 160 до 250	8	5	от 1600 до 2500	25	16
от 250 до 400	10	6	от 2500 до 4000	30	20
от 400 до 630	12	8	от 4000 до 6300	30	25
от 630 до 1000	16	10	от 6300 до 8000	40	30
Параллельность верхней обработанной поверхности основанию; параллельность боковых поверхностей изделия при обработке на продольно-фрезерном станке					
до 160	8	5	от 1000 до 1600	30	20
от 160 до 250	10	6	от 1600 до 2500	40	25
от 250 до 400	12	8	от 2500 до 4000	50	30
от 400 до 630	16	10	от 4000 до 6300	60	40
от 630 до 1000	25	16	от 6300 до 8000	70	50
Примечание - На рабочих чертежах изделий указанные значения следует в 1,5-2 ряда увеличивать, т.к. приведенные в таблице данные достижимы на новых станках при чистовых режимах					

Таблица Д.2

Отклонения геометрической формы изделия при обработке на горизонтально-расточном станке	Ширина рабочей поверхности, мм		Длина измерения, мм	Допуск, мкм, для станков класса точности	
	Стол*	Плита**		Н	П
1	2	3	4	5	6
Плоскостность обрабатываемой поверхности	До 2500	От 2500	-	20	12
Перпендикулярность плоскостей изделия	До 2500	От 2500		20	12

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6
Точность формы отверстий	До 1250	-	-	8	5
Цилиндричность внутренних поверхностей	До 1250	-	300	10	6
	от 1250 до 2500	До 3150	300	16	10
	-	От 3150	300	16	10
Соосность обработанных поверхностей	До 2500	От 2500	-	25	16

Примечание:

* - обрабатываемая деталь перемещается вместе со столом станка;

** - станок перемещается по направляющим при обработке детали,
закрепленной на неподвижной плите.

Предельные отклонения d_0 : для 1-го ряда по Н12, для 2-го и 3-го рядов – по Н14