



ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКОВСКИЙ  
АВИАЦИОННЫЙ  
ИНСТИТУТ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

КОНСТРУИРОВАНИЕ  
ДЕТАЛЕЙ  
САМОЛЕТА

МОСКВА • 1993

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТОК  
СРОКОВ ВОЗВРАТА  
КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ  
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ  
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА

Колич. пред. выдач.

6.04.11 Ковч АИ 11-409

Удов.

Тип. изд. МАИ. З. 164-93. Т. 200 000

сп.

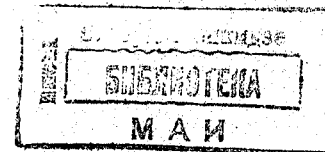
Министерство науки, высшей школы и технической политики  
Российской Федерации  
КОМИТЕТ ПО ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ

КОНСТРУИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ САМОЛЕТА  
Учебное пособие к курсовому проектированию

Под редакцией И. А. Шаталова

Утверждено  
на заседании редсовета  
22 октября 1992 г.



Москва  
Издательство МАИ  
1993

Авторы: Т.М. Авдихина, И.М. Алявдин, В.В. Васильев, А.Ф. Колганов, А.А. Красоткин, В.В. Мальчевский, В.И. Резниченко, А.Н. Степанов, И.А. Шаталов

Конструирование деталей самолета: Учеб. пособие к курсовому проектированию/Т.М. Авдихина, И.М. Алявдин, В.В. Васильев, А.Ф. Колганов, А.А. Красоткин, В.В. Мальчевский, В.И. Резниченко, А.Н. Степанов, И.А. Шаталов; Под ред. И.А. Шаталова. - М.; Изд-во МАИ, 1993. - 96 с.: ил.

В пособии приведены основные методические, руководящие технические и справочные материалы, рекомендуемые к применению в лабораторно-практических работах, курсовом и дипломном проектировании при разработке конструкций деталей самолетов.

Использованные в пособии фрагменты Государственных и Отраслевых стандартов и другие данные адаптированы к условиям учебного процесса и официальным справочным материалом служить не могут.

Рецензенты: В.А. Васягин, И.Я. Катывев

ISBN 5-7035-0737-5 © Московский авиационный институт, 1993

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Практика проектирования конструкций является одним из важнейших элементов учебного процесса при подготовке инженера-механика по самолетостроению.

В настоящем учебном пособии приведены основные руководящие технические и справочные материалы, применяемые при проектировании конструкций деталей самолетов.

Отдельные разделы пособия предваряют рекомендации по проектированию конструкций, носящие обобщающий характер, поскольку студенты приступают к самостоятельной конструкторской разработке, прослушав соответствующие циклы лекций и изучив специальную литературу, например [3, 5, 6, 8, 11, 12, 14].

В учебном пособии использованы фрагменты Государственных (ГОСТ) и Отраслевых (ОСТ) стандартов, наиболее часто применяемых в практике проектирования деталей самолетов.

Пособие включает в себя исправленные материалы пособия [15].

Использование настоящего учебного пособия в лабораторно-практических работах, курсовом и дипломном проектировании позволит студентам приобрести навыки работы с нормативными материалами, действующими на предприятиях, и учесть в практике проектирования конструкций большинство требований и ограничений технологического характера.

Пособие написано коллективом преподавателей кафедры "Конструкции и проектирование самолетов". Разделы 1.2.6 и 1.2.7 написаны И.М. Алявдиным; разделы 1.2.1-1.2.5 - В.В. Васильевым; раздел 1.4 - А.Ф. Колгановым; раздел 3 - А.А. Красоткиным и И.А. Шаталовым; разделы 1.1 и 1.3 - В.В. Мальчевским; раздел 8 - А.Н. Степановым; разделы 2 и 6 - А.Н. Степановым и И.А. Шаталовым; разделы 4, 5, 7 - И.А. Шаталовым; раздел 9 - Т.М. Авдихиной и преподавателем кафедры "Технология производства ЛА" В.И. Резниченко под его методическим руководством.

## I. МАТЕРИАЛЫ И ПОЛУФАБРИКАТЫ

Рациональный выбор марки материала и вида полуфабриката в значительной степени определяет производственную и эксплуатационную технологичность, надежность и ресурс проектируемой конструкции.

В связи с разнообразием требований, предъявляемых к каждой конкретной конструкции, рекомендовать определенную марку материала и вид полуфабриката не представляется возможным.

При создании конструкций рекомендуется:

- ограничено применять труднообрабатываемые материалы;
- использовать минимальное количество марок материалов и видов полуфабрикатов.

С учетом требований производственной технологичности при выборе марки материала и вида полуфабриката для проектируемой детали следует учитывать вид и способ изготовления заготовки, способ изготовления детали, необходимость термической обработки, способ защиты конструкции от коррозии.

На каждом предприятии с учетом конкретного вида выпускаемой продукции с целью сокращения номенклатуры используемых материалов и полуфабрикатов разрабатываются "Ограничители сортамента материалов и полуфабрикатов".

Настоящий раздел учебного пособия является, по существу, таким "Ограничителем". В нем приведены данные о механических свойствах, некоторых технологических характеристиках и областях возможного применения материалов. Этими данными следует руководствоваться при учебном проектировании конструкций.

В последней графе табл. I.I дается ссылка на соответствующую страницу учебного пособия, на которой приведены данные о сортаменте (форме и размерах) полуфабрикатов.

В таблицах для определения видов термообработки и состояния поставки металлов используются обозначения:

### Для черных металлов

ВД - вакуумно-дуговой переплав	Н - нагартованные
отж. - отожженные	ПН - полунангартованные
отп. - отпущенные	азотир. - азотируемые с последующей закалкой и отпуском
норм. - нормализованные	цем. - цементируемые с последующей закалкой и отпуском
зак. - закаленные	
зак. из. - закаленные изотермически	
хол. - обработка холодом	
стар. - состаренные	

## Для цветных металлов

ч. - чистые	Т1СВ - закаленные и искусственно состаренные. Особо прочные
пч. - повышенной чистоты	
А - с нормальной плакировкой	T2 - закаленные и искусственно состаренные по смягченному режиму
У - с утолщенной плакировкой	T3 - закаленные с охлаждением на воздухе
М - отожженные мягкие	T4 - закаленные с кратковременным искусственным старением
МО - отожженные обшивочные	T5 - закаленные с охлаждением на воздухе и последующим старением
Н - нагартованные	
Т - закаленные и естественно состаренные	
ТН - нагартованные после закалки и естественного старения	
ТТ - закаленные и искусственно состаренные	

Физические величины, характеризующие механические свойства материалов, если это не оговорено особо, приведены в таблицах в следующих единицах:

$\sigma_b$ - предел прочности при растяжении	даН/мм <sup>2</sup>
$\sigma_{0,2}$ - условный предел текучести ( $\epsilon_{ост} = 0,2\%$ )	даН/мм <sup>2</sup>
$\tau_b$ - предел прочности при сдвиге	даН/мм <sup>2</sup>
$\delta^b$ - относительное удлинение после разрыва	%
$a$ - удельная ударная вязкость (при изгибе)	даН м/см <sup>2</sup>
$E$ - модуль упругости при растяжении	даН/мм <sup>2</sup>
$G$ - модуль упругости при сдвиге	даН/мм <sup>2</sup>
$\rho$ - плотность материала	г/см <sup>3</sup>

Механические свойства материалов приведены не в состоянии поставки, а после термообработки, т.е. такие, которые должны быть указаны в технических требованиях на чертеже.

Промышленность непрерывно совершенствует сортамент материалов и полуфабрикатов. Соответственно изменяются стандарты (ГОСТ, ОСТ), технические условия (ТУ), производственные инструкции (ПИ), определяющие сортамент (форму и типоразмеры) и состояние поставки (механические свойства материалов в состоянии поставки).

Поскольку ПИ и ТУ действуют часто в рамках одного предприятия и не являются обязательными для всех предприятий отрасли, разрешается при обозначении материала в учебном проектировании ограничиться записью типа "ТУ № ..."

Обозначение металлических материалов в основной надписи чертежа приведено для каждого вида заготовки (пруток, лист, плита, труба, лента, проволока, профиль, панель, штамповка, отливка) в соответствующем разделе настоящего учебного пособия.

Форма обозначения неметаллических материалов в основной надписи чертежа следующая:

Наименование материала	Марка материала	Характерные размеры (диаметр (толщина) x x габариты)	Цвет материала
------------------------	-----------------	--	----------------

ГОСТ (ОСТ, ТУ, ПИ), определяющий сортамент и поставку

Примеры обозначения неметаллических материалов:

Клей ВК-9	Стекло А0-120, 10x350x450	Эмаль ХВ-16, серый
ОСТ 90143-74	ТУ № ...	ТУ № ...

## I. I. ЧЕРНЫЕ И ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ПОЛУФАБРИКАТЫ

Марка материала	Полуфабрикаты	Термообработка	$\sigma_s$	$\sigma_{0,2}$	$\delta$	$\alpha$	Технологические свойства и примечание	См. стр.
Углеродистые стали (только для наземного оборудования) $\rho = 7,82$ ; $E = 20000$ ; $G = 7800$ ; $\tau_s = 0,6\sigma_s$								
Ст 20	труба	отж.	42	28	41	-	Несложные ферменные сварные конструкции	15
Ст 25	прут. кр.*	норм.	46	24	18	-	Несложные сварные и механически обрабатываемые узлы	13
Ст 45	прут. кр. ш.**	зак.+отп.	85	65	12	12	Мелкие малонагруженные детали; болты, шпильки. Не свариваются!	13
Поверхностно упрочняемые стали $\rho = 7,80$ ; $E = 20000$ ; $G = 7800$ ; $\tau_s = 0,6\sigma_s$								
I2XНЗА	прут. кр.	цем.	95	-	11	11	Распределительные валы, оси теплопрочные	13
30X2НВА	поковки	цем.	95	-	12	12	Ролики, шестерни теплопрочные	60
	прут. кр.	азотир.	108	96	15	13	Сложные детали, работающие при $t \leq 500^\circ\text{C}$	13
38XМ0А	поковки	азотир.	108	96	15	13	Крупные силовые детали, азотируемые	60
	поковки	азотир.	100	87	19	10	Шестерни, валки, ролики, работающие при $t \leq 500^\circ\text{C}$	60
Легированные конструкционные стали $\rho = 7,85$ ; $E = 21000$ ; $G = 8000$ ; $\tau = 0,6\sigma_s$								
30X1СА	лист	отж.+нрм.	50	-	15	-	Ответственные сварные и клепаные конструкции; допусаются швы	14
(хромановаль)	прут. кр. ш.	зак.+отп.	110	85	10	5	Ответственные сварные и обрабатываемые резанием детали; узлы шасси	13
	труба	отж.	50	-	18	-	Мелкие сварные целиком закаляемые фермы	15

\* пруток круглый

\*\* пруток круглый, шестигранный

## Продолжение

Марка материала	Полуфабрикаты	Термообработка	$\sigma_s$	$\sigma_{0,2}$	$\delta$	$\alpha$	Технологические свойства и примечание	См. стр.
30X1СА	труба профиль	зак.+отп. зак.+отп.	110 110	-	10 7	5 6	Рама и фермы средней сложности	15 17
30X1СА-ВД 30X1СНА-ВД	поковки	зак.+отп.	110- 130	85	10	5	Пояса локеров, шасси, стрингеры	60
	труба	зак.+отп.	110	-	10	5	Кронштейны, фитинги, узлы крепления	15
	прут. кр. ш. труба	зак.+отп. зак.+отп.	160 160	-	9 9	6 6	Ответственные силовые детали нагруженные ответственными деталями	13 15
30X1СН2А-ВД	поковки	зак.+отп.	185	140	9	6	Нагруженные ответственными деталями	60
30X1СНМА-ВД	пруток	зак.+отп.	160	-	-	-	Высоконагруженные ответственные детали	13
35X1С1	отливки	зак.+отп.	100	85	8	2,5	Высоконагруженные детали сложной формы	69
Коррозионностойкие теплопрочные стали $\rho = 7,8$ ; $E = 19500$ ; $G = 7800$ ; $\tau_s = 0,6\sigma_s$								
IХ17Н2	прут. кр. ш.	зак.+отп.	110	84	10	5,5	Ответственные детали, работающие во влажной среде; $t \leq 400^\circ\text{C}$	13
07X16Н6	прут. ш.	зак.+отп.	120	100	12	7	Крепежные детали, работающие при $t \leq 350^\circ\text{C}$	13
X18Н9М	лента	зак.	54	-	37	-	Свариваемые детали высокой коррозионной стойкости	16
X18Н9М	лист	зак.	56	-	36	-	Свариваемые детали высокой коррозионной стойкости	14
X18Н9Н	лента	н	100	-	5	-	Нагруженные свариваемые детали высокой коррозионной стойкости	16
X18Н9Н	лист	н	125	-	13	-	Нагруженные свариваемые детали повышенной прочности	14
X18Н9	прут. кр. ш.	зак.	55	20	45	12,5	Детали высокой коррозионной стойкости	13
X18Н9Т	прут. кр.	зак.	55	20	40	12,5	Свариваемые детали коммуникаций горячих газов; $t \leq 800^\circ\text{C}$	13

Марка материала		Подуфобр-каты	Термооб-работка	$\sigma_b$	$\sigma_{0,2}$	$\delta$	$\alpha$	Технологические свойства и при-менение		См. стр.
ОХ18Н10-М	лента	лента	зак.	54	-	45	-	Свариваемые детали сложной формы; $t \leq 450^\circ\text{C}$		16
			зак.	54	-	45	-	Свариваемые баллоны для кислорода; $t \leq 450^\circ\text{C}$		14
I2X18H9T	поковки	лист	отар.+Н	55	20	40	-	Свариваемые детали средней проч-ности; $t \leq 800^\circ\text{C}$		60
			отар.	140	115	6	-	Свариваемые обшивки и детали каркаса		14
СН-2	лист	штамповка	Н+отар.	120	100	12	7	Ответственные болты и детали		60
			Н+отар.	130	110	5	-	Свариваемые обшивки, детали кар-каса в топливных отсеках		14
СН-4	лист	лист	Н, хол., отар.	150	130	7	-	Свариваемые обшивки и детали каркаса; $t \leq 500^\circ\text{C}$		14
			зак.+отар.	125	110	-	8	Хорошо штампуется и сваривается		14
ВНС-2	профиль	лист	зак.+отар.	125	95	-	8	Свариваемые обшивки и детали каркаса; $t \leq 300^\circ\text{C}$		17
			зак.+Н	110	80	-	-	Свариваемые емкости для агрес-сивных сред		14
ВНЛ-3	литые	лист	до I45	90	9,6	3,2	-	Литые детали, работающие без ударных нагрузок		69
			до I70	110	15	10	-	Ответственные болты и детали		60
ВНС-5л	штамповка	лист	Специальные стали		E=20000;		G=8000; $\tau_s=0,6\sigma_s$			
			Алюминиевые деформируемые сплавы		$\rho=7,85$ ;		$\rho=2,8$ ;		E=7200; G=2700; $\tau_s=0,6\sigma_s$	
I8XMA	поковки	прут.кр.	зак.+отп.	85	65	10	6	Детали насос, восприимчивые к коррозионноостойкие детали трения		60
			зак.+отп.	150	-	8	-	Ответственные пружины		13 16
Д1Т	труба	Т	Алюминиевые деформируемые сплавы		$\rho=2,8$ ;		E=7200; G=2700; $\tau_s=0,6\sigma_s$			
			Т	38	20	13	-	Детали каркаса средней прочности		15

## Продолжение

Марка материала		Подуфобр-каты	Термооб-работка	$\sigma_b$	$\sigma_{0,2}$	$\delta$	$\alpha$	Технологические свойства и при-менение		См. стр.
Д16АМО	лист	лист	М	24	-	10	-	Лист повышенного качества для обшивки		14
			М	25	-	10	-	Сложные детали набора, изготов-ливаемые вытяжкой		14
Д16АТВ	лист	лист	Т	43,5	28	10	-	Лист повышенного качества для силовой обшивки		14
			ТН	46,5	35	8	-	Наружные обшивки одинарной кри-зины		14
Д16Т	прут.кр.ш.	Т	Т	43	30	10	-	Механически обрабатываемые дета-ли повышенной точности.		13
			Т	42	30	10	-	Не свариваются!		17
Д19	профиль	панель	Т	40	30	10	-	Основные элементы каркаса планера в растянутых зонах $t \leq 200^\circ\text{C}$		23
			Т	40	30	10	-	Основные элементы каркаса планера теплопрочные. Из проболоки - заклешки		17 23
Д19Т	профиль	панель	Т	40	30	10	-	Основные элементы каркаса планера теплопрочные. Из проболоки - заклешки		17 23
			Т	40	30	10	-	Основные элементы каркаса планера теплопрочные. Из проболоки - заклешки		17 23
В95	профиль	панель	Т	40	30	10	-	Основные элементы каркаса планера теплопрочные. Из проболоки - заклешки		16
			Т	40	30	10	-	Основные элементы каркаса планера теплопрочные. Из проболоки - заклешки		16
В95АТ13	поковка	лист	Т	40	30	10	-	Основные элементы каркаса планера теплопрочные. Из проболоки - заклешки		16
			Т	40	30	10	-	Основные элементы каркаса планера теплопрочные. Из проболоки - заклешки		16
В95АМО	лист	лист	М	25	-	10	-	Лист повышенного качества для несложных обшивок		14
			М	25	-	10	-	Лист повышенного качества для несложных обшивок		14
В95АТ1В	лист	лист	Т1	49	41	7	-	Лист повышенного качества для растянутых обшивок		14
			Т1	53	46	5	-	Лист особо прочный для сматых обшивок		14
В95Т1	прут.кр.	Т	Т1	54	43	6	-	Механически обрабатываемые дета-ли повышенной точности.		13
			Т1	54	43	6	-	Механически обрабатываемые дета-ли повышенной точности.		13
В95	профиль	панель	Т1	64	55	11	-	Основные силовые элементы каркаса. Предпочтительно в сматой зоне.		17
			Т1	58	46	10	-	Предпочтительны в сматой зоне. Ответствен к концентраторам нап-ражений. Низкие усталостные харак-теристики.		23
В95	поковки	Т	Т1	52	44	4	-	Основные элементы каркаса, лонже-ронов в сматой зоне		60
			Т1	52	44	4	-	Основные элементы каркаса, лонже-ронов в сматой зоне		60

## Продолжение

Марка материала	Полуфабрикаты	Термообработка	$\sigma_b$	$\sigma_{0,2}$	$\delta$	$\alpha$	Технологические свойства и применения	См. стр.
ВАЛ 23 (Л230)	Профиль	T1	58	53	5	-	Высоконагруженные элементы в конструкциях с ограниченным ресурсом чувствительны к концентраторам напряжений. Повышенной плотности (-4%). Теплопрочный до 125°C	17
	панель	T2	53	48	5	-		23
О1420	лист	T1	42	26	8	-	Сваривается контактной, аргоновой дуговой, электронно-лучевой сваркой. Крупные сварные агрегаты	14
	профиль	T1	42	28	7	-		17
	панель	T1	42	27	5	-		23
	прут.кр.	T1	37	28	6	-		13
	поковки	T1	37	25	7	-		60
	штамповки	T1	44	32	10	-		60
АМП	лист	ПН	15	-	5	-	Кованые детали при $t \leq 200^\circ\text{C}$ Кронштейны, детали сложной формы	14
	лист	отж.	9	-	22	-		14
АММ	труба	отж.	9-14	-	-	-	Малонагруженные детали сложной формы, обечайки	15
АММ	труба	отж.	10-19	-	20	-	Сварные малонагруженные трубопровода	13
АМп	пруток	отж.	16-22	-	7	-	Сварные и механически обработываемые малонагруженные детали каркаса	15
АМг2М	труба	отж.	19	7	15	-	Сварные и механически обработываемые малонагруженные детали каркаса	60
АМг3М	поковки	отж.	32	16	15	-	Сварные обшивки (АрдЭС, ТЭС)	14
АМг6М	лист	отж.	32	16	15	-	Сварные (АрдЭС) и механически обработываемые детали топливной системы	14
АЛ4 АЛ9-Л75	литые	T6	26	20	4	0,5	Крупные средненагруженные детали	69
	литые	T5	21	-	2	-		Сложные средненагруженные детали. Армагура баков

Алюминиевые литые сплавы  $\rho = 2,78$ ;  $E = 7000$ ;  $\epsilon = 2600$ ;  $\tau_s = 0,5 \sigma_s$ 

## Продолжение

Марка материала	Полуфабрикаты	Термообработка	$\sigma_b$	$\sigma_{0,2}$	$\delta$	$\alpha$	Технологические свойства и применения	См. стр.	
АЛ19	литые	T5	34	-	4	-	Нагруженные детали средней сложности. Хорошо сваривается $t \leq 300^\circ\text{C}$	69	
ВАЛ-10	литые	T5	40	30	7	-		Нагруженные кронштейны, каталки, штурупалы	69
МЛ5Лч	литые	T2	17,5	-	2,5	-	Магневые литые и деформируемые сплавы $\rho = 1,8$ ; $E = 4500$ ; $\epsilon = 1700$ ; $\tau_s = 0,5 \sigma_s$	69	
	литые	T6	24	-	2,5	-		Средненагруженные детали сложной формы. Защищать от коррозии	69
	профиль		23	-	10	-		Средненагруженные детали. Защищать от коррозии	69
	прут.кр.		32	25	6	-		Элементы внутреннего набора. Защищать от коррозии	17
	штамповка	T1	27	-	6	-		Для несвариваемых деталей $t \leq 250^\circ\text{C}$	13
МЛ4-Т1	штамповка	T	32	25	7	-	Для крупных деталей сложной формы	60	
М65	профиль	T	32	25	7	-	Нагруженные детали, работающие при нормальных температурах	17	
ВТ1-0 ОТ4-1У	штамповки	отж.	36-55	-	15	5	Титановые сплавы $\rho = 4,5$ ; $E = 11000$ ; $\epsilon = 4400$ ; $\tau_s = 0,5 \sigma_s$	60	
	лист	отж.	60-75	-	20	-		14	
	прут.кр.	отж.	60-75	-	-	4		13	
	лист	отж.	70-90	-	15	-		14	
	прут.кр.	отж.	70-90	-	15	-		13	
	профиль	отж.	70-90	-	10	-		17	

Марка материала	Полуфабрикаты	Термообработка	$\sigma_b$	$\sigma_{ch2}$	$\delta$	$a$	Технологические свойства и примечание	См. стр.
ОТ4	поковка	отж.	65-90	-	8,5	3,5	Поковки массой до 200 кг и толщиной до 250 мм	60
ВТ5Л	литье	-	70	63	6	3	Литые детали каркаса. Литейные свойства хорошие	69
ВТ6С	лист	отж.	85-100	-	12	-	Слово и сварные узлы; $t \leq 400^\circ\text{C}$	14
ВТ6С	поковка	отж.	77	-	6	4	Поковки массой до 200 кг	60
ВТ20	профиль	-	100	-	8	-	Детали каркаса. Площадь сечения меньше 50 см <sup>2</sup>	17
ВТ20Л	литье	-	90	80	5	3	Литые детали каркаса. Литейные свойства удовлетворительные	69
ВТ22	поковки	-	105-130	-	6	2,5	Точные штамповки. Монорельсы и тому подобные детали	60
ВТ-23	лист прут.кр.	ТТ ТТ	155 145	140 120	8 5	6	Сварные и паяные конструкции, работающие при $t \leq 500^\circ\text{C}$ . Корпуса и емкости высокого давления	14 13
Медные сплавы $\rho = 7,5+8,5$ ; $E = 10000$ ; $G = 3800$ ; $\tau_b = 0,6\sigma_b$								
М1	трубы	отж.(М)	21	-	35	-	Масло и топливопроводы, лайбы	15
М3М	лента	отж.(М)	21	-	30	-	Уплотнительные кольца, проклад-ки, шпны	16
М3М	лист. пров.	отж.(М)	20	7	30	-	Заглушки; заклепки	14, 16
ЛС-59-1М	лента	отж.(М)	35	-	25	-	Прокладки, лайбы, втулки, эл. шпны	16
ЛС-59-1	прут.кр.ш.	Н(ТВ)	37-40	14	12	-	Детали толлвнорегулирующей аппаратуры	13
ЛММ-59-1-1	прут.кр.	Н(ТВ)	44-50	17	18	-	Стяжные муфты, пестерки, втулки	13
БрБ2-М	лента	Н(ТВ)	66	-	2	-	Плоские пружины, сильфоны, радиаторы	16
БрВБр3	литье	-	65	-	0,8	-	Детали, работающие на трение	69
БрАММ 10-3-1,5	прут.кр.	Н(ТВ)	60	22	12	-	Нагруженные детали, работающие на трение	13

## 1.2. ОГРАНИЧИТЕЛЬ СОРТАМЕНТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

При конструировании необходимо выбирать сортамент и типоразмеры металлических полуфабрикатов в соответствии с данными, приведенными в таблицах.

### 1.2.1. ПРУТКИ

При разработке конструкции детали разрешается применять прутки круглого, шестигранного, квадратного сечения с диаметрами круглых прутков или вписанной окружности квадратных и шестигранных прутков, мм:

5,0; от 5,5 до 12 через каждые 0,5 мм;

от 13 до 22 через каждый 1,0 мм;

24; 25; 26; 27; 28; 30; 32; 34; 35; 36; 38; 40; 42; 44; 45;  
46; 48; 50; 52; 55; 58; 60; 62;

от 65 до 120 через каждые 5 мм;

от 130 до 220 через каждые 10 мм;

240; 250; 260; 280; 300.

Материал прутка	Технические условия на поставку	Сортамент
Легированные конструкционные стали Коррозионностойкие теплопрочные стали	ТУ № ...	Прутки круглые ГОСТ 7417-75 Прутки шестигранные ГОСТ 8560-78 Прутки квадратные ГОСТ 8559-75
Алюминиевые сплавы Д16Т, Д16ЧТ, Д19Т, Д19ЧТ	ОСТ1 90174-75	ГОСТ 21488-76
Алюминиевые сплавы АК6Т1, АМг6, АМг3, АМц	ГОСТ 21488-76	
Титановые сплавы	ОСТ1 92020-72	
Медные сплавы	ГОСТ 1628-72	
Пример обозначения прутка с диаметром вписанной окружности 20 мм (круглый - кр.; шестигранный - ш.; квадратный - кв.): Пруток Д16Т кр. 20 ОСТ1 90174-75		



1.2.2. ЛИСТЫ И ПЛИТЫ

Габариты листов и плит, мм					
Толщина	Максимальные		Толщина	Максимальные	
	ширина	длина		ширина	длина
0,3; 0,4 0,5; 0,6 0,8	1200 1600 2000	3000 7000 7000	10; 12; 14; 16; 18; 20	2200 2400	8000 8000
1,0; 1,2; 1,5 2,0; 2,5; 3,0 3,5; 4,0; 4,5 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0	1500 2000	7000 7000	22; 25; 30 36; 40; 50; 60	2500 2600	8000 8000

Материал листа, плиты	Технические условия на поставку	Сортамент
Легированные конструкционные стали	ГОСТ 11269-76	Горячекатаные ГОСТ 19903-74
Коррозионностойкие теплопрочные стали	ТУ № ...	Холоднокатаные ГОСТ 19904-74
Листы конструкционные высокой прочности из алюминиевых сплавов	ОСТ1 90070-72	
Листы конструкционные средней прочности из свариваемых алюминиевых сплавов	ГОСТ 21631-76	
Титановые сплавы	ОСТ1 90218-76	ГОСТ 22178-76
Медные сплавы	ГОСТ 495-77	
Плиты авиационные из алюминиевых сплавов: Д16чт, В95пчТ1 В95пчТ2, В95пчТ3	ОСТ1 90124-74	ГОСТ 17232-71
	ОСТ1 90125-74	ГОСТ 17232-71
<p>Примеры обозначения листа толщиной 2 мм:                      Лист <u>ЗОХГСА - 2 ГОСТ 19903-74</u>      Лист <u>Д16АМО - 2 ОСТ1 90070-72</u>                      Лист <u>ГОСТ 11269-76</u></p> <p>Пример обозначения плиты толщиной 20 мм:                      Плита <u>Д16чт - 20 ОСТ1 90124-74</u></p>		

1.2.3. ТРУБЫ

Размеры труб, мм			
Диаметр	Толщина стенки	Диаметр	Толщина стенки
6; 8	0,5; 1,0; 1,5; 2,0	80; 90	5; 10; 15; 20; 25
10; 12; 14;	1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0	95; 105	7,5; 12,5; 15; 17,5; 20; 22,5; 27,5
20; 22; 25; 28; 30	1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0	100; 110 115; 125	10; 15; 20; 25; 30 12,5; 15; 17,5; 22,5; 27,5; 32,5
32; 34	1,5; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0	120; 130 125; 135	10; 15; 20; 25; 30 12,5; 17,5; 22,5; 27,5; 32,5
36; 38	1,5; 2,0; 4; 5; 6; 7; 7,5; 8; 9; 10	140; 150 145; 155	10; 15; 20; 25; 30 12,5; 17,5; 22,5; 27,5; 32,5
40	1,5; 2; 4; 5; 6; 7; 7,5; 8; 9; 10; 12,5	160; 170 165; 175	10; 15; 20; 25; 30 12,5; 17,5; 22,5; 27,5; 32,5
42; 45; 48; 50; 52; 55; 58; 60	2; 4; 5; 6; 7; 7,5; 8; 9; 10; 12,5; 15	180; 190 185	10; 15; 20; 25; 30 12,5; 17,5; 22,5; 27,5; 32,5
62	5; 6; 7; 7,5; 8; 9; 10; 12,5; 15; 17,5	200 + 280 через 10 мм	10; 15; 20; 25; 30
65	5; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; 20		
70	5; 8; 9; 10; 15; 20		
75; 85	7,5; 12,5; 15; 17,5; 20; 22,5; 25		

Материал труб	Технические условия на поставку	Сортамент
Черные металлы	ТУ № ...	ГОСТ 8732-78
Алюминиевые сплавы	Толстостенные трубы горячего прессования ГОСТ 18482-73	
	Трубы холоднотянутые и холоднокатаные ГОСТ 18475-73	
Титановые сплавы	В отожженном состоянии ГОСТ 22897-77	
<p>Пример обозначения трубы диаметром 40 мм с толщиной стенки 3 мм:                      Труба 40x3 - Д16Т ГОСТ 18475-73</p>		

### 1.2.4. ЛЕНТЫ, ПОЛОСЫ, ФОЛЬГА

Максимальная длина лент и полос 16000 мм.

Размеры лент, мм		Размеры полос, мм		Размеры фольги, мм	
ширина	толщина	ширина x толщина	толщина	ширина	
От 4 до 250	0,15; 0,2; 0,3; 0,4	32x200; 47x250; 52x120; 55x250;	От 0,03 шагом 0,01 до 0,15	500; 1000	
От 8 до 300	0,5; 0,6	70x190; 80x160			
От 15 до 600	0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5	80x280; 100x350			
Марка сплава	Полуфабрикат	$\sigma_s$	ТУ на поставку, сортамент	Свойства и применяемость	
У9А	Ленты	75	ГОСТ 2283-79	Для ленточных пружин и инструмента	
12Х18Н10Т	Ленты	54	ГОСТ 4986-79	Нержавеющая, жаростойкая для деталей сложной формы	
БрКМц3-1	Ленты Полосы	36	ГОСТ 4748-70	Для пружинящих деталей	
БрБ2	Ленты Полосы	40...60 65...90	ГОСТ 1789-70	Для ответственных пружин	
АМг2Н	Фольга	25	ТУ №...	Для сотового заполнителя	

Пример обозначения: Лента У9А-0,5x10 ГОСТ 2283-79

### 1.2.5. ПРОВОЛОКА

Стандартный ряд диаметров проволоки, мм: 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 7,5; 8,0; 10,0; 12,0.				
Марка стали	Диаметр, мм	$\sigma_s$	ТУ на поставку, сортамент	Свойства и применяемость
КО	0,5...6,0	37	ГОСТ 792-67	Для контролки, заплетки троса на коуш
КС	2,0...5,0	40	ГОСТ 792-67	Шомпола и кольца
12Х18Н9Т	0,3...1,0	60...90	ГОСТ 18143-72	Нержавеющая
51ХФА группа А	0,5...12,0	150...180	ГОСТ 14963-78	Для сильно нагруженных пружин $t$ от $-70$ до $+250^\circ\text{C}$
65С2ВА группа А	1,0...12,0	150	ГОСТ 14963-78	Для пружин растяжения и сжатия со специальными ушками $t$ от $-60$ до $+120^\circ\text{C}$

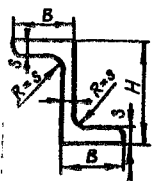
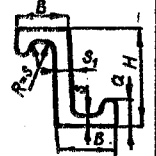
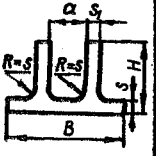
Пример обозначения проволоки диаметром 3мм:  
Проволока 51ХФА-А-П-3,0 ГОСТ 14963-78

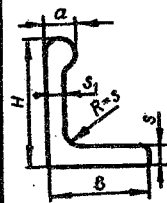
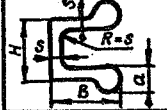
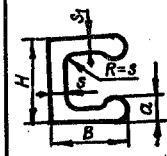
### 1.2.6. ПРОФИЛИ ПРЕССОВАННЫЕ

Максимальная длина профиля из алюминиевых сплавов 16000 мм, из титановых сплавов и сталей 8000 мм.

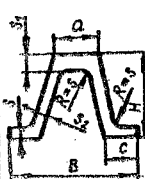
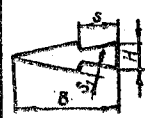
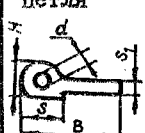
Материал Д16Т, Д16ЧТ, В95 по ОСТ 90113-74									
Вид профиля	Шифр	Размеры, мм				Масса, кг	Площадь сеч., см <sup>2</sup>	Моменты инерции, см <sup>4</sup>	
		h	B	s	s <sub>1</sub>			I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>
Угольник равнобокий $h = B$ $I_x = I_y$	410003	12	12	1	1	0,06	0,23	0,03	
	410013	15	15	1,5	1,5	0,12	0,43	0,09	
	410018	15	15	2	2	0,16	0,56	0,11	
	410025	18	18	1,5	1,5	0,14	0,52	0,16	
	410038	20	20	1,5	1,5	0,16	0,58	0,22	
	410040	20	20	2	2	0,21	0,76	0,28	
	410053	25	25	2	2	0,27	0,96	0,57	
	410065	25	25	4	4	0,52	1,85	1,01	$I_y = I_x$
	410068	25	25	5	5	0,63	2,24	1,50	
	410080	30	30	2,5	2,5	0,41	1,44	1,22	
	410081	30	30	3	3	0,49	1,72	1,43	
	410113	40	40	2,5	2,5	0,55	1,94	3,01	
	410119	40	40	3,5	3,5	0,76	2,69	4,07	
410121	40	40	4	4	0,87	3,05	4,54		
410128	45	45	4	4	0,98	3,45	6,59		
Угольник неравнобокий, разностенный	410535	12	12	1,5	2	0,11	0,39	0,05	0,04
	410537	15	15	2,5	3	0,21	0,76	0,15	0,13
	410549	20	15	1,5	2	0,17	0,60	0,24	0,10
	410596	25	18	2	2,5	0,26	0,94	0,59	0,22
	410600	25	20	1,2	1,2	0,15	0,53	0,34	0,19
	410640	30	18	2,5	3	0,36	1,28	1,16	0,28
	410650	30	20	2	2,5	0,31	1,11	1,02	0,32
	410661	30	25	2,5	3	0,41	1,46	1,31	0,75
	410721	35	22	3,5	3,5	0,53	1,88	2,28	0,69
	410765	38	25	3	6	0,82	2,88	4,18	0,95
	410772	38	32	5	5	0,92	3,25	4,38	2,81
	410809	40	25	3	4	0,64	2,25	3,66	0,94
	410824	40	30	3	4	0,68	2,40	3,90	1,61

Пример обозначения: Профиль 410003 ГОСТ 13737-80 Д16Т, ОСТ 9011374

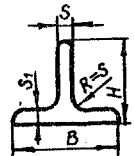
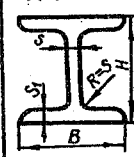
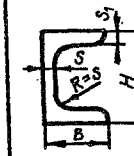
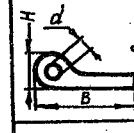
МАТЕРИАЛ Д16Т, Д16ЧТ, В95 по ОСТ1 90113-74										
Вид профиля	Шифр	Размеры, мм					Масса Ип.м, кг	Площадь сеч., см <sup>2</sup>	Моменты инерции, см <sup>4</sup>	
		H	B	S	S <sub>1</sub>	α			I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>
Зет нормальный 	450011	20	15	1,5	1,5		0,20	0,72	0,15	0,28
	450013	25	18	2	1,5		0,29	1,04	1,08	0,67
	450016	25	20	3	2		0,49	1,60	1,59	1,34
	450021	30	25	2,5	2		0,90	1,77	2,65	2,25
	450026	34	25	3,5	3,5		0,78	2,76	4,77	2,94
	450028	40	20	2	1,5		0,38	1,35	3,51	0,93
	450038	40	25	2	1,5		0,44	1,55	4,23	1,87
	450040	40	25	3	2		0,62	2,20	5,87	2,71
450060	50	35	5	4		1,47	5,18	20,1	11,7	
Зет фасонный S = S <sub>1</sub> ПР 104- 	- 10	16	13	1		2	0,12	0,42	0,18	0,16
	- 6	16	13	1,3		2	0,15	0,53	0,21	0,18
	- 1	20	15	1,5		6	0,27	0,95	0,55	0,67
	- 2	25	20	1,5		7	0,34	1,22	1,19	1,68
	- 3	25	20	1,8		7	0,40	1,43	1,35	1,78
	- 4	25	20	2		7	0,44	1,55	1,45	1,84
	- 5	30	25	2		7	0,52	1,85	2,66	3,38
	- 11	35	30	2		8	0,63	2,21	4,44	6,00
ПР 311- 	- 1	23	50	2,5	3	23	0,78	2,75	1,27	4,96
	- 2	27	47	2,5	3	25	0,83	2,92	1,98	5,38
	- 3	32	60	4	4	16	1,36	4,77	4,49	9,62
	- 4	35	70	3	7	20	1,88	6,62	8,26	17,0
	- 5	35	100	5	6,5	37	2,59	9,11	9,77	61,3
	- 8	44	80	5	5	25	2,27	7,97	14,6	30,3
	- 10	46	94	6	8	20	5,31	18,6	27,9	55,0
Пример обозначения: Профиль ПР-104-2 ГОСТ 13713-8 В95 . ОСТ1 90113-74										

МАТЕРИАЛ Д16Т, Д16ЧТ, В95 по ОСТ1 90113-74										
Вид профиля	Шифр	Размеры, мм				Масса Ип.м, кг	Площадь сеч., см <sup>2</sup>	Моменты инерции, см <sup>4</sup>		
		H	B	S	α			I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	
Бульбо-угольник равно-стенный S = S <sub>1</sub> 	710003	13	12	1		3	0,08	0,29	0,06	0,03
	710010	20	13	1		3	0,10	0,37	0,19	0,04
	710012	20	15	1,5		5	0,18	0,65	0,34	0,09
	710017	20	20	1,5		3,5	0,18	0,63	0,30	0,22
	710019	23	13	1,2		4	0,14	0,51	0,36	0,05
	710022	25	18	1,5		5	0,22	0,77	0,64	0,17
	710025	25	20	2		6	0,30	1,06	0,85	0,30
	710027	25	25	2,5		6,5	0,38	1,34	0,98	0,70
	710033	30	20	1,5		5	0,25	0,87	1,06	0,25
	710034	30	20	2		6	0,33	1,15	1,36	0,32
	710036	35	20	2		6	0,35	1,25	2,01	0,33
710039	40	25	2,5		7	0,52	1,82	3,74	0,79	
710042	50	25	3		10	0,79	2,78	9,00	0,99	
Бульбо-швеллер открытый S = S <sub>1</sub> 	740081	25	20	1,5		5	0,35	1,23	1,56	0,63
	740083	25	20	2		6	0,46	1,62	2,04	0,78
	740086	30	20	2		6	0,49	1,72	3,00	0,84
	740091	40	25	2		6	0,60	2,12	6,31	1,70
Бульбо-швеллер закрытый S = S <sub>1</sub> 	740026	25	18	1		3	0,20	0,70	0,74	0,29
	740028	25	20	1,5		5	0,32	1,23	1,23	0,63
	740029	25	20	2		6	0,46	1,62	1,51	0,78
	740030	30	20	2		6	0,49	1,72	2,36	0,84
	740032	40	25	2		6	0,60	2,12	5,44	1,70
	740037	50	30	2		6	0,72	2,52	10,3	2,96
	740038	50	30	3		8	1,08	3,79	14,6	4,16
	740040	50	30	3,5		10	1,34	4,70	17,4	5,00
Пример обозначения: Профиль 710003 ГОСТ 13713-80 Д16Т. ОСТ.1. 90113-74										

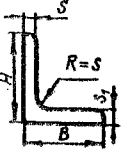
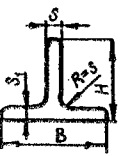
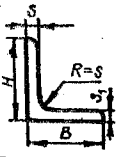
Продолжение

МАТЕРИАЛ Д16Т, Д16ЧТ, В95 по ОСТ1 90113-74												
Вид профиля	Шифр	Размеры, мм						Масса И.п.м. кг	Площадь сеч., см <sup>2</sup>	Моменты инерции, см <sup>4</sup>		
		H	B	S	S <sub>1</sub> /S <sub>2</sub>	a	c			I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	
Швеллер отбортованный 	540810	17	66	2,5	3/2	20	18	0,57	2,02	0,77	6,50	
		540812	17	92	2,5	3/2	20	27	0,73	2,58	0,96	16,7
		540813	25	68	2,5	3/2	25	17	0,61	2,16	2,12	7,53
		540817	33	73	3	3/2	18	18	0,79	2,79	4,34	10,8
		540818	35	84	3,5	6/3	20	22	1,23	4,33	7,45	19,5
		540820	40	80	3,5	4/2	20	20	1,05	3,71	8,58	16,8
		540821	44	103	2,5	4/3	26	17	1,19	4,20	10,9	30,8
		540824	56	110	3	6/3	26	19	1,73	6,08	25,1	47,1
		441132	14	74	3	3	34	20	0,79	2,78	0,71	9,62
		441138	17	74	3	3	34	20	0,84	2,95	1,18	10,0
		441146	29	63	1,5	3	30	16,5	0,62	2,20	2,85	4,77
		441156	35	56	2	2	23	16,5	0,68	2,39	4,07	3,84
	Кромка задняя 	501862	4	33	14	0,8			0,24	1,08		
		501867	5	42	25	0,8			0,56	1,43		
501868		5,5	42	14	0,8				0,41	1,40		
501870		7	48	18	1,5				0,59	1,59		
501873		11	53	20	1,5				1,26	3,21		
501874		17	55	31	1,5				1,74	5,03		
Петля 	116502	6	30	8	1,5	3,2		0,23	0,75			
	116503	8	30	8	1,5	3,5		0,28	1,00			
	116508	13	42	19	2	5,3		0,78	2,77			
	116505	11	60	20	2	4,3		0,56	2,00			
Пример обозначения: Профиль <u>540810 ГОСТ 13713-80</u> Д16Т, ОСТ1 90113-74												

Продолжение

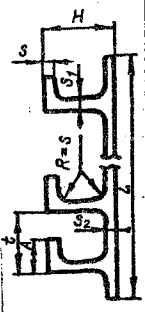
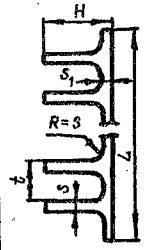
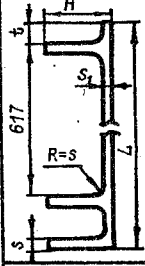
МАТЕРИАЛ Д16Т; Д16ЧТ, В95 по ОСТ1 90113-74											
Вид профиля	Шифр	Размеры, мм					Масса И.п.м. кг	Площадь сеч., см <sup>2</sup>	Моменты инерции, см <sup>4</sup>		
		H	B	S	S <sub>1</sub>	d			I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	
Тавр 	420138	25	50	2	2		0,42	1,49	0,70	2,08	
	420266	35	40	2	2		0,41	1,46	1,68	1,05	
	420069	20	30	1,5	2		0,23	0,82	0,30	0,32	
	420126	25	35	2	2,5		0,36	1,29	0,73	0,70	
	420159	30	40	2	3		0,47	1,66	1,44	1,05	
	420202	35	40	2,5	4		0,66	2,34	2,81	1,33	
	420075	20	38	2	1,5		0,29	1,04	0,27	0,91	
	420150	25	66	3	2,5		0,73	0,56	0,90	7,19	
	420209	30	45	6,5	4		1,13	3,97	2,13	4,96	
	420325	40	50	6,5	3,5		1,28	4,49	4,65	6,78	
	Двутавр 	430022	30	30	1,5	2		0,46	1,61	2,61	0,88
		430025	35	30	2	2,5		0,61	2,14	4,49	1,09
430041		40	50	2	3,5		1,20	4,23	12,4	7,13	
430053		50	50	2,5	4		1,46	5,15	23,1	8,13	
430062		60	70	3	5		2,46	8,66	57,0	27,9	
Швеллер 		440079	25	15	1,5	1,5		0,22	0,79	0,77	0,17
	440126	25	20	2,5	2,5		0,43	1,52	1,45	0,58	
	440108	30	18	1,5	1,5		0,27	0,96	1,36	0,30	
	440112	40	18	2	2		0,41	1,45	3,14	0,42	
	440114	40	18	3	3		0,60	2,12	4,76	0,58	
	440185	40	25	3	3		0,72	2,54	6,20	1,50	
	Петля 	116002	5	28	1,2		2,5	0,13	0,45	0,01	0,32
116004		6	28	1,4		3,5	0,15	0,55	0,02	0,38	
Пример обозначения: Профиль <u>420138 ГОСТ 13713-80</u> Д16Т, ОСТ1 90113-74											

Продолжение

МАТЕРИАЛ: СТАЛЬ, ТИТАН										
Вид профиля	Шифр	Размеры, мм				Материал	Масса 1 п.м. кг	Площадь сеч., см <sup>2</sup>	Моменты инерции, см <sup>4</sup>	
		H	B	s	s <sub>1</sub>				I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>
Угольник неравно- бокий, разно- стенный 	3-79I	15	38	2,5	2,5	ВНС-2У	1,00	1,31	0,55	1,92
	3-605	18	52	1,3	5	ЗОХГСА	3,33	4,35	1,42	3,12
	3-435	22	15	1,5	2,5	ВНС-2У	0,55	0,74	0,44	0,30
	3-456	24	32	2,5	2	ЗОХГСА	0,97	1,23	1,12	0,74
	3-9I	28	29	5	2	"	1,51	1,92	1,40	1,16
	3-459	30	27	2	1,5	"	0,78	1,02	0,85	0,32
	3-457	30	32	3,5	1,5	"	1,23	1,56	1,24	0,40
	3-784	30	60	2,5	2,5	"	1,75	2,24	1,46	4,20
	3-48I	35	28	2	3,5	ЗОХГСА	1,36	1,68	1,49	1,18
Гавр 	3-212	18	32	1,5	2	ВНС-2У	0,72	0,95	0,26	0,39
	3-209	18	52	2,5	7,5	"	3,31	4,25	3,01	4,85
	3-543	20	36	1,5	1,5	"	0,64	0,86	0,24	0,83
	3-436	22	40	1,5	2	"	0,97	1,14	0,27	0,91
	3-668	26	30	2	2,5	"	1,02	1,33	0,53	1,38
	ОП-14I	29	34	1	1	"	0,43	0,58	0,46	0,31
	3-20I	33	38	1,5	1,5	ВНС-2У	0,84	1,12	0,84	0,79
	3-192	37	40	2	1,5	"	1,05	1,34	1,62	1,01
	3-374	35	60	1,5	4,0	ЗОХГСА	2,31	2,93	2,81	1,33
	ПТ5-1	30	58	3	4	ВТ20	1,34	3,01	1,83	5,72
Угольник неравно- бокий, разно- стенный 	ПТ2-26	12	43	2,3	2,3	ОТ4	0,56	1,23	0,83	0,29
	ПТ-39I	34	34	2,5	2,5	"	0,74	1,65	1,44	1,44
	ПТ1-7	34	34	2,5	2,5	"	0,54	1,65	1,44	1,44
	ПТ2-24	35	39	2,2	3,7	"	0,91	2,04	2,89	1,60
	ПТ2-25	42	77	4,1	4,1	ВТ20	2,15	4,72	14,8	3,90
	3-24I	49	32	2,1	2,1	"	0,75	1,68	5,12	0,61
	3-552	52	51	5,1	5,1	"	2,25	5,01	11,8	3,51
	ПТ3-2	40	41	7	8,2	"	2,46	5,53	10,4	3,02
Пример обозначения: Профиль						ПТ2-26 ГОСТ ... ОТ4. ОСТ ...				

1.2.7. ПАНЕЛИ ПРЕССОВАННЫЕ

Максимальная длина панели из алюминиевых сплавов 12000 мм,  
из титановых сплавов и сталей 6000 мм.

МАТЕРИАЛ Д19ЧТ по ОСТ 1 90113-74													
Вид панели	Шифр	Размеры, мм						Масса 1 п.м., кг	Площадь сеч., см <sup>2</sup>	Кол- во реб- ер			
		H	s	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	t	A				L		
	ПО 707	25	2	2	5,2	80	6	960	33,5	121,8	13		
	ПС 864-												
	-34	26	2	2	7	116	18	960				58,4	12
	-35	26	2	2	1,5	116	18	960				74,4	7
	-36	26	2	2	2	116	18	804				21,6	7
	-37	27	5,6	5,6	4,8	116	21	800				26,2	5
	-38	25	2	2	3	116	18	960				65,9	5
	-40	28	3,2	3,2	2,8	80	10	680				37,8	7
	ПК 1470I	26	2	2	5,2	116	18	1710				40,8	7
	ПК14700	27	4,6	4,6	3,8	116	20	1710				33,5	121,8
ПК14702	28	6	6	5,5	116	22	1710	31,2	113,0	13			
	ПК01219	38	10	12		85		1380	61,2	214	12		
	ПК17432	39	12	9,5				702	24,1	84,6	1		
	ПК16180	36	13	15		492		551	27,1	95,3	2		
	ПК16179	35	13	15		23		669	30,4	116	3		
Пример обозначения: Панель						ПО 707 ОСТ 1 92040-75 Д19ЧТ. ОСТ 1 90177-75							

## 1.3. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ПОЛУФАБРИКАТЫ

Наименование	Марка материала	Предел прочн., даН/см <sup>2</sup>	$\rho$	Темп-стойк., °С	Размер стоек, полуфабриката	Применение, свойства	ГОСТ, ОСТ, ТУ, ШИ
Пило-материалы (бруски, доски)	сосна	400	0,51	+60°	120	Деревянные детали $l \geq 1,5м$ , в тех. проекциях писать: "детали антисептированы" по инструкции ШИ №...	ГОСТ 968-68
	ель	400	0,48	+60°	120		
	дуб	450	0,68	+60°	120		
	бук	450	0,66	+60°	120		
фанера березовая	БЛ-А	$\approx 865$	0,75	+60°	лист	$\delta = 1+3$ для облицовки	ГОСТ 102-75
	БС-1	$\approx 850$	0,75	+60°	1525x	$\delta = 3+12$ и армирования	
	БИС-1В	$\approx 825$	0,75	+60°	1525	$\delta = 2+6$ панелей	
Шпон ошекозный строганый фторошаст	Ф4	-	$\delta = 0,6$ Ø 10	+60°	>120 x400	Для декоративн. отделки	ТУ №....
	Стекло орлен.	850	1,2	<120°	Втулки стержни	Антифрикционные и уплотнительные детали	ТУ №....
Оргстекло	СБПТ	-	1,2	<120°	$\delta = 2+4$	Остекление салонов и фонарей	ГОСТ 9784-75
Оргстекло	5-1,5щ.	-	1,2	<120°	$\delta = 1, 5+4$	Противосолнечные шторки и козырьки	ТУ №....
Пенопласт	ПХВ-1-85	$\sigma_s = 4$	0,085	+60°	Легкий заполнитель армированных панелей, труднозащепляемый, самозагужающийся	Для заделки торцов панелей	ТУ №....
	ПХВ-1-115	$\sigma_s = 7$	0,115	+60°			
Пенопласт	ПУ-104Б	1,8	0,070	+60°	20+40	Матн теплозвукоизоляции	ТУ №....
Теплозвуко-изоляционные материалы	ПИИ-1	7,1	0,20	-60°	Голшина	Для заделки торцов панелей	ТУ №....
	АТМ-1	5750x 1000	0,085	+60°	20+40	Матн теплозвукоизоляции	ТУ №....
АТМ-3	1100x 600	0,115	0,20	+250°	5+20	Теплоизоляция горячих трубопроводов	ТУ №....

Продолжение

Наименование	Марка материала	Предел прочн., даН/см <sup>2</sup>	$\rho$	Темп-стойк., °С	Размер стоек, полуфабриката	Применение, свойства	ГОСТ, ОСТ, ТУ, ШИ
Ткань облицов.	АЗТ-С	41 даН 50 мм	95 $\frac{1}{2}$ М	$\leq 100$	820	Облицовка теплозвуко-изоляц. кабин	ТУ № ...
Ткань облицов.	АТОМ-1	60/25	425 $\frac{1}{2}$ М	$\leq 350$	800	Облицовка теплоизоляц. для труб, мгутов	ТУ № ...
Ткань прорез.	МКЭ-П	140/ 50	370 $\frac{1}{2}$ М	+60	890	Для герметизации элеронной компенсации	ТУ № ...
Винилс. кожа-Г	ВАЛ-2	28/20	500	+30	1200 $\frac{1}{2}$	Для декоративной отделки панелей	ОСТ 17783-78
Ткань прорез.	500И типа	26/50	275	+50	830 $\frac{1}{2}$	Для герметичных баллонов	ОСТ 3805-1-71
Ткань прорез.	300В	45/50	340	+50	600 $\frac{1}{2}$	Внутренний слой мягких саков	ТУ № ...
Лента капрон.	ЛТК-25-200	$\approx 200$	65г/м	-	26	Крепление грузов, тепло-изоляция	ОСТ 17-667-77
Лента капрон.	ЛТК-44-1600	$\approx 1600$	80г/м	-	44	Привязные ремни	ТУ 17 РСФСР 1788-75
Шнур капрон.	ТУ 17 РСФСР 1788-75	$\approx 295$ 60/1700	10г/м 84г/м	-	$\phi 4$ $\phi 12$	Страховочные пояса, фалы, такелажные и для крепления чалюв	
Наименование	Марка материала	Предел прочн., даН/см <sup>2</sup>	$\rho$	Темп-стойк., °С	Применение, свойства	ГОСТ, ОСТ, ТУ, ШИ	
Герметик	У-30МЭ0-5	$\sigma_s = 18$	1,4	+150	черн.	Герметизация соединений в воздушной и топливной среде	ТУ № ...
	ВИТЭ0-1	15	1,5	+150	бежев.	Герметизация элементов остекления	ТУ № ...
	ВГЭ-2	15	1,05	+250	розов.	Внутренняя герметизация в воздушной и топливной среде	ТУ № ...

Наименование	Марка материала	Предел прочн. дин/см <sup>2</sup>	$\rho$	Темп-стойк., °С	Применение, свойства	ТУ № ...
Пленка клеевая	ВК-31	$\tau$ 300	-	+80	Для склеивания металлических и неметаллических сотовых конструкций для установки крепежа в сотовых панелях	ТУ № ...
	ВК-24М	180	-	+80		ТУ № ...
	К-153	50	-	+60		ТУ № ...
Клей	ВК-9	140	-	+125	Для клеевальных металлических соединений	ОСТ 90143-74
	ВК-5	60	-	+60		ОСТ 90123-74
	ПУ-2	140	-	+60		ТУ № ...
Клей резиновый	88 НП	$\sigma_0$ 12	-	+70	Для склеивания резин с металлом	ТУ № ...
	4 НБУВ	-	-	+120		ТУ № ...
	Лейконат	40	-	+130		ТУ № ...
Резина (резин. смеси)	НО-68-1	$\sigma_0$ 90	1,24	+100	Подвижные соединения; светостойкая Декоративные и конструкционные детали, армированные тканью	ТУ № ...
	51-1655-НГА	65	-	+150		ТУ № ...
	В-14	110	1,28	+100		ТУ № ...
Грунт	ИРП-1375	110	1,21	+150	Подвижные и неподвижные детали высокой твердости Уплотнения неподвижных соединений	ТУ № ...
	ИРП-1376	80	1,09	+150		ТУ № ...
	ИРП-1377	110	1,23	+150		ТУ № ...

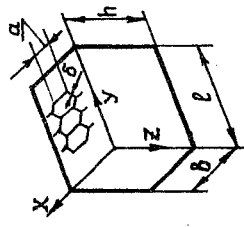
Наименование	Марка материала	Температура высушки, °С	$\rho$	Темп-стойк., °С	Применение, свойства	ТУ № ...
МИНИМАЛЬНАЯ РАБОЧАЯ ТЕМПЕРАТУРА ДЛЯ ВСЕХ ГЕРМЕТИКОВ, КЛЕЕВ, РЕЗИН И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ - 60°С						
Гидроизоляция	АМГ-10	+92	0,85	+125	Для гидросистем; Для гидросистем; Взрывобезопасна	ТУ № ...
	НГЖ-4	+165	1,08	+125		ТУ № ...
	Марка материала	Температура сушки, °С	Темп-стойк., °С	Масса 1 м <sup>2</sup> слоя, г		Применение, свойства
Грунт	ФЛ-086	+110	200	15-20	Защита деталей из стали и сварных швов Защита деталей из алюминиевых сплавов и сталей Защита деталей из магниевых и титановых сплавов; под запрессовку подшипников Защита деталей из магниевых, титановых, алюминиевых, стальных сплавов Защита деталей из магниевых и алюминиевых сплавов	ГОСТ 1632-79
	АК-069	+100	150	8-10		ОСТ6-10401-76
	ЭП-076	+150	200	15-25		ТУ № ...
	АК-70	+100	180	5-8		ОСТ6-10-401-76
	ГВ-031	+150	200	10-15		ТУ № ...
	ВЛ-02	+100	200	6-10		ГОСТ 12707-77
Шпаклевка	ХВ-004	+70	90	100	Для загрунтованных и окрашенных деталей	ГОСТ 10277-76

Наименование	Марка материала	Температура сушки, °С	Температура стойки на слой, °С	Толщина слоя, мм	Масса 1 м <sup>2</sup> слоя, г	Применение, свойства		ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ
						ТУ № ...	ТУ № ...	
Алюмин. грунда Эмаль	КО-0035	+210	400	200	400	Для деталей из стекло-пластика под оксидирующую эмаль		ТУ № ...
	ЭП-0020	+150	-	-	-	По деталям, покрытым грунтом АК-70		ТУ № ...
	ЭП-0061	+65	-	-	300	Защита трущихся поверхностей		ТУ № ...
	ПАК-4 ХВ-16	+80	90	15-20	20-25	Наполнитель для грунтов по окрашенным металлам, текстолитам, деревян-ным поверхностям		ГОСТ 5494-50 ТУ № ...
	ЭП-140	+120	200	18-25	25-30	Окраска внутренних по-верхностей обшивки и каркаса		ТУ № ...
	ВМ-725	+150	200	10-12	15-17	Окраска деталей из маг-незых, алюминиевых, титановых и медных сплавов		ТУ № ...
Лак	КО-814	+300	400	10-15	15-20	Окраска без грунта де-талей из алюминиевых и титановых сплавов		ГОСТ П1066-74
	ЛВ-820	+170	250	15-20	20-25	Окраска нагреваемых деталей из алюминиевых и магниевых сплавов		ТУ № ...
	АК-113Ф	+100	180	5-10	7-12	Окраска внешних обшивок в качестве подслоя		ТУ № ...
Смазка	ЦИАТИМ 201	-60+90	-	-	-	Для подшипников системы управления		ГОСТ 6267-74
	ЦИАТИМ 203 НК-50	-50+90 -20+150	-	-	-	Для шарнирных узлов для подшипников авиа-колес		ГОСТ 8773-73 ГОСТ 5573-67

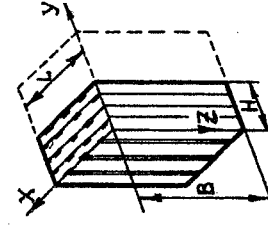
## 1.4. ЗАПОЛНИТЕЛИ СОТОВЫЕ

## 1.4.1. ЗАПОЛНИТЕЛИ СОТОВЫЕ КЛЕБНЫЕ С ШЕСТИГРАННОЙ ЛУЧЕВОЙ (МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ)

Типо-раз-мер	Блоки			Пакеты			Типо-раз-мер	Блоки			Пакеты			
	Материал АМг2-Н			Материал А5Т				Материал АМг2-Н			Материал А5Т			
Размеры, мм		а	б	в	Размеры, мм		а	б	в	Размеры, мм		а	б	в
1	0.03	335	450	250	335	450	22	0.03	335	450	250	335	450	250
2		740	990	400	740	990	23		740	990	400	740	990	400
3		900	1200	460	900	1200	24		900	1200	460	900	1200	460
4	2.0	335	450	250	335	450	25	0.04	335	450	250	335	450	250
5		740	990	400	740	990	26		740	990	400	740	990	400
6		900	1200	460	900	1200	27	5.0	900	1200	460	900	1200	460
7	0.05	335	450	250	335	450	28	0.03	335	450	250	335	450	250
8		740	990	400	740	990	29		740	990	400	740	990	400
9		900	1200	460	900	1200	30		900	1200	460	900	1200	460
10	0.03	335	450	250	335	450	31	0.03	335	450	250	335	450	250
11		740	990	400	740	990	32		740	990	400	740	990	400
12		900	1200	460	900	1200	33		900	1200	460	900	1200	460
(13)	2.5	335	450	250	335	450	34	0.03	335	450	250	335	450	250
(14)		740	990	400	740	990	35		740	990	400	740	990	400
(15)		900	1200	460	900	1200	36		900	1200	460	900	1200	460
(16)	0.05	335	450	250	335	450	37	0.03	335	450	250	335	450	250
(17)		740	990	400	740	990	38		740	990	400	740	990	400
(18)		900	1200	460	900	1200	39		900	1200	460	900	1200	460
19	3.0	335	450	250	335	450	40	0.03	335	450	250	335	450	250
20		740	990	400	740	990	41		740	990	400	740	990	400
21		900	1200	460	900	1200	42		900	1200	460	900	1200	460



Пакеты



Заполнители предназначены для эксплуатации в диапазоне температур -60...+200°С. Заполнители поставляются в виде блоков (код-01) и пакетов (код-02). Высота блока h соответствует размеру в пакета. Типоразмеры заполнителей в скобках применяют в особых случаях.

Пример наименования и обозначения заполнителя:

Блок типоразмера 3 высотой 100 мм из материала АМг2-Н; Заполнитель 01-3-100-ОСТ I 00728-75; пакет типоразмера 5 из материала А5Т; Заполнитель 02-5-ОСТ I 00729-75





## 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Механическая обработка широко применяется в самолетостроении для получения деталей высокой точности и чистоты поверхности.

Для обеспечения потребных параметров при проектировании деталей, получаемых механической обработкой, следует учитывать возможности и ограничения различных технологических процессов по формированию конструктивных элементов детали и рекомендации, приведенные в настоящем разделе учебного пособия.

Исходная заготовка по форме и размерам должна максимально приближаться к готовой детали.

В конструкции детали предусматривать минимальное количество обрабатываемых поверхностей. Обрабатывать только сопрягаемые поверхности. Нерабочие поверхности не должны обрабатываться.

Устранять, по возможности, обработку высокой точности, применяя ее лишь в необходимых случаях на отдельных участках небольшой протяженности.

Предусматривать совмещение конструктивных и технологических баз.

Жесткость детали — общее требование для всех деталей, обрабатываемых резанием. При больших размерах тонкостенных деталей, обрабатываемых резанием, предусматривать ребра жесткости. Учитывать возможности удобного закрепления детали на станке. Детали конической формы должны иметь цилиндрический поясок, который может служить базовой поверхностью. На плоских фрезеруемых деталях предусмотреть технологические бобышки для жесткого закрепления детали в зажимном приспособлении.

Предусматривать удобный ввод и вывод режущего инструмента. Отверстия желательно делать сквозными. Предусматривать возможность фрезерования на проход.

Обрабатываемые поверхности располагать на разных уровнях с необрабатываемыми. Величина уступа должна быть больше допуска на необрабатываемую поверхность, но не менее 0,5мм.

Разделять уступами поверхности, обрабатываемые разным инструментом. Точные цилиндрические поверхности отделять от других поверхностей канавками для выхода шлифовального круга. Если из условий прочности нельзя применить канавку, то на детали для всех ступеней предусматривать одну и ту же галтель.

Крепежные отверстия в деталях должны быть стандартными по диаметрам и резьбам, номенклатура их должна быть минимальна. Ограничивать применение отверстий высокого класса точности. Унифицировать посадки в отверстиях под подшипники. Не рекомендуется располагать отверстия на ступенчатой или скошенной поверхности.

Предусматривать фаски на концах сопрягаемых деталей. Избегать применения в конструкции детали галтелей там, где их можно заменить фасками. По возможности унифицировать размеры фасок и галтелей.

Конфигурация глухих отверстий должна соответствовать конструкции применяемого инструмента. Конструктивные элементы фрезеруемых деталей должны быть увязаны с размерами фрез.

## 2.1. ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ ОБРАБОТКИ

Класс шероховатости		3	4	5	6	7	8	9	10
Шероховатость Ra, мкм		12,5	6,3	3,2	1,6	0,80	0,40	0,20	0,10
Точение	Чистовое		●	●	●	○			
	Тонкое				●	●	○		
Растачивание	Чистовое			●	○				
	Тонкое				●	●	○		
Развертывание	Чистовое				●	○	○		
	Тонкое				●	●	○		
Сверление		●	●	○	○				
Зенкерование	Чистовое			●	●	○			
	Тонкое				●	●	○		
Фрезерование	Торцевое				●	●	○		
	Цилиндрическое				●	○	○		
Образование ниток резьбы	Метчиком или плашкой			●	○				
	Резцом Накатыванием			●	●	○			
Шлифование	Наружное				●	●	○		
	Внутреннее				●	○			
Протягивание чистовое					●	○			
Шабрение чистовое						●	●	○	○
Притирка чистовая						●	●	●	○
Полирование чистовое							●	●	○
Хонингование чистовое								●	●
Суперфиниширование чистовое								●	●
Слесарная обработка			●	●	●	○			
Обкатывание и раскатывание						●	●		
Виброупрочнение и пневмодинамический наклеп					●	●			
Пескоструйная и дробеструйная обработка		Исходная шероховатость растет на I - 2 класса							
Химическое травление		Исходная шероховатость растет на I - 2 класса							
Обозначения:		● - экономически целесообразно; ○ - возможно							

2.2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАЗНАЧЕНИЮ ШЕРОХАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

Ра, мкм	Основные области применения
✓	Поверхности, получаемые после обрезки на ножницах, просечкой на штампах или методом обрубки. Поверхности листов, прутков, профилей, труб и других полуфабрикатов, не подвергаемых обработке при изготовлении детали. Поверхности отливки, штамповки, проката, не обрабатываемые по данному чертежу. Состояние этих поверхностей должно удовлетворять требованиям, установленным соответствующими стандартами
6.3/✓	Кромки всех листовых деталей. Свободные поверхности деталей, не соприкасающиеся с другими поверхностями. Отверстия облегчения. Фаски, выточки, проточки; поверхности обреза профилей, труб, прутков по торцу. Отверстия для неподвижных соединений, выполненных с допуском Н9 и Н11, например, отверстия под установку фитингов и кронштейнов на каркасе; сверленные отверстия под винты, штифты, заклепки, шпильки.
3.2/✓	Поверхности деталей подвижных соединений, выполняемые по 4 классу точности (квалитет II) или по свободным размерам. Плоские стыковые поверхности и поверхности уголков, крестовин, угольников, вильчатых наконечников. Канавки для выхода инструмента. Поверхности бонок под головку болта и шайбу.
1.6/✓	Отверстия для неподвижных соединений, цилиндрические поверхности подвижных и неподвижных соединений, выполняемые по 3 классу точности (квалитет 9). Канавки под уплотнения, шпоночные канавки, шлицевые соединения. Поверхности разъемов герметичных корпусов, крышек. Рабочие поверхности зубьев и зубчатых колес (если не требуется большая чистота)
0.8/✓	Отверстия для подвижных соединений, выполняемых по 2 и 3 классам точности (квалитеты 7 и 9), и неподвижных соединений, выполняемых по 2 классу точности (квалитет 7). Болты по 3 классу точности (квалитет 9). Отверстия под запрессовку подшипников. Проточки канавок под резиновые неподвижные уплотняющие кольца. Шарнирные соединения, трущиеся поверхности механизмов, где требуется легкий ход. Наружные и внутренние поверхности втулок 2 и 3 класса точности.
0.4/✓	Отверстия для подвижных соединений, выполняемых по 2 классу точности (квалитет 7), валы и болты 2 класса точности. Шаровые шарниры. Уплотняющие поверхности, обеспечивающие гидронепроницаемость. Поверхности, сопрягаемые с бронзовыми буссами, манжетами.
0.2/✓	Рабочие поверхности деталей гидросистем, шасси, оборудования для обеспечения гидро- и пневмонепроницаемости и правильного срабатывания поверхностей скольжения в кинематических механизмах, где требуется малое трение при малых зазорах. Отверстия и валы 1 и 2 класса точности.
0.1/✓	Поверхности скольжения, работающие с резиновыми уплотнителями под давлением, к которым предъявляются требования высокой износоустойчивости (штоки гидроагрегатов)

2.3. СРАВНЕНИЕ КВАЛИТЕТОВ ПО СТ СЭВ 144-75 С КЛАССАМИ ТОЧНОСТИ ПО СИСТЕМЕ ОСТ ПОЛЯ ДОПУСКОВ ОТВЕРСТИЙ, ВАЛОВ ПО СТ СЭВ 144-75

Система отверстий		Система вала						
Квал. 7	Квалитет 6	Квалитет 8	Квал. 9	Квалитет II	Квал. 12	Квал. 14	Квалитет 7	Кл. 9
Обозначение полей допусков								
Отв. Вал	Валы	Отв.	Валы.	Отв.	Валы	Отв.	Вал	Отв.
Н7	f7	h8	g6	h9	g6	h12	h14	g7
A	X	A2	C	A3	C4	A5	B7	D
Отверстие	Летко-прессовая	Отверстие	Прессовая	Отверстие	Скользящая	Отверстие	Скользящая	Отверстие
Класс 2	Класс 2	Класс 3	Класс 2а	Класс 4	Класс 4	Класс 5	Класс 7	Класс 2
Холодовая	Летко-прессовая	Холодовая	Прессовая	Скользящая	Холодовая	Отверстие	Скользящая	Луженая
Напряженная	Летко-прессовая	Холодовая	Прессовая	Скользящая	Холодовая	Отверстие	Скользящая	Луженая
Напряженная	Летко-прессовая	Холодовая	Прессовая	Скользящая	Холодовая	Отверстие	Скользящая	Луженая
Холодовая	Летко-прессовая	Холодовая	Прессовая	Скользящая	Холодовая	Отверстие	Скользящая	Луженая

БЛИЖАЙШИЕ ПОЛЯ ДОПУСКОВ ПО ОСТ

2.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПО СТ СЭВ 144-75 ПОСАДКИ ДЛЯ РАЗМЕРОВ ОТ 1 до 500 мм

Характер посадки	С гарантированным зазором	С гарантированным зазором типа Холодовой	Посадки с гарантированным зазором типа Холодовой	Посадки с гарантированным зазором типа Холодовой
Посадки в системе отверстий	Н7/p6	Н7/f6	Н7/g6	Н7/h8
Посадки в системе валов	р7/h6	h7/h6	h7/h6	h7/h8
Посадки в системе отверстий	Н7/p6	Н7/f6	Н7/g6	Н7/h8
Посадки в системе валов	р7/h6	h7/h6	h7/h6	h7/h8

2.5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАЗНАЧЕНИЮ ПОСАДОК

Посадки	Характеристика применения посадки
С зазором	<p><b>H/h</b></p> <p>"Скользящие". В неподвижных соединениях при необходимости их частой разборки (сменные детали) — с дополнительным креплением; для центрирования деталей, если нет необходимости в более точном центрировании.</p> <p>В подвижных соединениях при медленных перемещениях деталей (обычно — в продольном направлении); для точного направления при возвратно-поступательном движении; для соединений, детали которых должны легко передвигаться или проворачиваться относительно друг друга при настройке, регулировке или затяжке в рабочее положение.</p>
	<p><b>H/g</b></p> <p>"Движения". В неподвижных соединениях для обеспечения легкой установки деталей (например, сменных) при достаточно точной фиксации расположения.</p> <p>В подвижных соединениях (в основном — точных и особо точных), в которых требуется обеспечить плавность и точность перемещений (чаще — возвратно-поступательных) и ограничить зазор во избежание нарушения соосности и возникновения ударов (при реверсивных движениях) или для сохранения герметичности.</p>
	<p><b>H/f</b></p> <p>"Ходовые". В неподвижных соединениях для обеспечения легкой сборки и разборки при невысоких требованиях к точности центрирования деталей.</p> <p>В подвижных соединениях обеспечивают умеренный гарантированный зазор, достаточный для свободного вращения в подшипниках скольжения при смазке в легких и средних режимах работы.</p>
	<p><b>H/e</b></p> <p>"Легкоходовые". В неподвижных соединениях для соединения деталей, требующих значительных зазоров при установках и регулировках.</p> <p>В подвижных соединениях обеспечивают значительный гарантированный зазор, достаточный для свободного вращения при повышенных режимах работы.</p>
	<p><b>H/d</b></p> <p>"Широкоходовые". В неподвижных соединениях при невысоких требованиях к точности соединения (для обеспечения грубой центровки).</p> <p>В подвижных соединениях обеспечивают большой гарантированный зазор, достаточный для свободного перемещения деталей при тяжелых режимах работы и больших температурных деформациях.</p>
Переходные	<p><b>H/js</b></p> <p>"Плотные". В неподвижных разъемных соединениях для обеспечения хорошего центрирования при необходимости в частых сборках и разборках (с использованием деревянного молотка).</p>
	<p><b>H/k</b></p> <p>"Напряженные". Наиболее характерный тип переходных посадок. Небольшой натяг достаточен для центрирования и предотвращения вибраций неподвижных деталей в подвижных узлах. Сборка и разборка при помощи ручного инструмента.</p>

Продолжение

Посадки	Характеристика применения посадки
Переходные	<p><b>H/m</b></p> <p>"Тугие". Обеспечивают преимущественно натяг для неподвижного соединения деталей при малых нагрузках и больших длинах соединений.</p>
	<p><b>H/n</b></p> <p>"Глухие". Наиболее прочные из переходных посадок. Центрирование деталей в неподвижных соединениях, передающих большие усилия. Для сборки и разборки требуются значительные усилия (прессы, распрессовочные приспособления). Разборка обычно при капитальном ремонте.</p>
С натягом	<p><b>H/p</b></p> <p>Посадки с натягом предназначены для неподвижных неразъемных соединений (разборка в отдельных случаях при ремонте), как правило, без дополнительного крепления.</p> <p>"Легкопрессовые". Характеризуются минимальным натягом. Применяются, когда крутящие моменты или осевые силы малы; для соединения тонкостенных деталей, не допускающих больших деформаций.</p>
	<p><b>H/r</b> <b>H/s</b></p> <p>"Прессовые средние". Характеризуются умеренным гарантированным натягом. Обеспечивают передачу нагрузок средней величины без дополнительного крепления.</p>
	<p><b>H/u</b></p> <p>"Прессовые тяжелые". Характеризуются большими гарантированными натягами. Для соединений, на которые действуют большие, в том числе динамические, нагрузки. Как правило, применяются без дополнительного крепления.</p>

2.6. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОЛУЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КАЧЕСТВ

Вид обработки	Экономически целесообразные качества	
	вала	отверстия
Точение чистовое	II	II
Точение тонкое	6 + 7	7 + 8
Растачивание чистовое	8 + 9	9
Растачивание тонкое	6 + 7	7 + 8
Развертывание чистовое	8 + 9	9
Развертывание тонкое	6 + 7	7 + 8
Сверление	-	II
Зенкерование чистовое	-	10 + II
Зенкерование тонкое	-	8 + 9
Фрезерование чистовое	II	II
Фрезерование тонкое	8 + 9	9
Протягивание чистовое	6 + 7	7 + 8
Шлифование	4 + 5	5 + 6
Притирка чистовая	4 + 5	5 + 6
Полдирование чистовое	4 + 5	5 + 6
Хонингование чистовое	-	5 + 6
Суперфинишное чистовое	4 + 5	5 + 6
Строгание чистовое	II	II
Строгание тонкое	8 + 9	9
Слесарная обработка	9 + II	9 + II

2.7. СВОБОДНЫЕ ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ, ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПО ОСТ I 00022-80

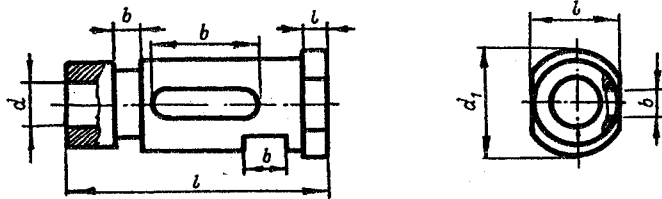
По стандарту "свободными" условно названы такие размеры, предельные отклонения которых не указаны на чертежах или в ТУ, а назначены в технических требованиях на чертежах ссылкой: "неуказанные предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей по ОСТ I 00022-80".

2.7.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Поля допусков размеров располагаются:

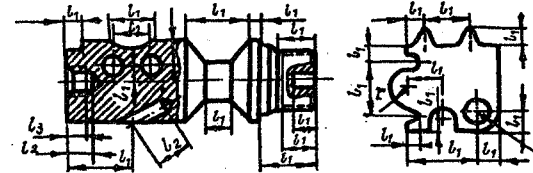
- в плюс ("в тело") от номинального значения для размеров отверстий;
- в минус ("в тело") от номинального значения для размеров валов;
- в плюс и в минус симметрично от номинального размера для размеров, которые не могут быть рассмотрены как "размер отверстия" или "размер вала".

2.7.2. ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ОТВЕРСТИЙ И ВАЛОВ



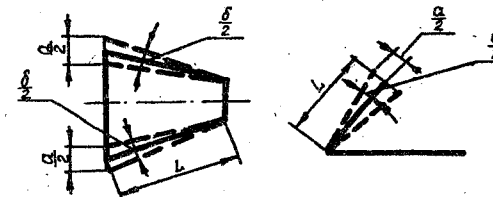
Номинальные размеры, мм	Отклонения, мм							
	на диаметры				на размеры некруглых			
	отверстий $d$		валов $d_1$		отверстий $b$		валов $l$	
	нижн.	верхн.	верхн.	нижн.	нижн.	верхн.	верхн.	нижн.
От 1,0 до 3,0	0	+0,12	0	-0,12	0	+0,25	0	-0,25
Св. 3,0 " 6,0	0	+0,16	0	-0,15	0	+0,30	0	-0,30
" 6,0 " 10,0	0	+0,20	0	-0,20	0	+0,36	0	-0,36
" 10,0 " 18,0	0	+0,24	0	-0,24	0	+0,43	0	-0,43
" 18,0 " 30,0	0	+0,28	0	-0,28	0	+0,52	0	-0,52
" 30,0 " 50,0	0	+0,34	0	-0,34	0	+0,62	0	-0,62
" 50,0 " 80,0	0	+0,40	0	-0,40	0	+0,74	0	-0,74
" 80,0 " 120,0	0	+0,46	0	-0,46	0	+0,87	0	-0,87
" 120,0 " 180,0	0	+0,53	0	-0,53	0	+1,00	0	-1,00
" 180,0 " 260,0	0	+0,60	0	-0,60	0	+1,15	0	-1,15
" 260,0 " 360,0	0	+0,68	0	-0,68	0	+1,35	0	-1,35
" 360,0 " 500,0	0	+0,76	0	-0,76	0	+1,55	0	-1,55
" 500,0 " 630,0	0	+0,90	0	-0,90	0	+1,80	0	-1,80
" 630,0 " 800,0	0	+1,00	0	-1,00	0	+2,00	0	-2,00

2.7.3. ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ, НЕ ОТНОСЯЩИХСЯ К РАЗМЕРАМ ОТВЕРСТИЙ И ВАЛОВ



Номинальные размеры, мм	Отклонения, мм				
	$l_1; r$	Глубина сверления $l_2$		Длина нарезной части $l_3$	
		нижн.	верхн.		
От 1,0 до 3,0	+0,20	- 0,25	+ 0,50	-	
Св. 3,0 " 10,0	$\pm 0,25$	- 0,25	+ 0,50	-	
" 10,0 " 30,0	+0,30	- 0,50	+ 1,00	+ 1,00	
" 30,0 " 80,0	$\pm 0,40$	- 0,50	+ 1,00	- 0,50	
" 80,0 " 180,0	$\pm 0,50$	- 0,50	+ 1,00	- 0,50	
" 180,0 " 360,0	$\pm 0,70$	- 0,50	+ 1,00	- 0,50	
" 360,0 " 630,0	+0,90	-	-	-	
" 630,0 " 1000,0	$\pm 1,10$	-	-	-	
" 1000,0 " 1600,0	$\pm 1,30$	-	-	-	
" 1600,0 " 2500,0	+1,80	-	-	-	
" 2500,0 " 4000,0	$\pm 2,30$	-	-	-	
" 4000,0 " 6300,0	$\pm 2,80$	-	-	-	
" 6300,0 " 10000,0	$\pm 3,50$	-	-	-	

2.7.4. ОТКЛОНЕНИЯ УГЛОВЫХ РАЗМЕРОВ



$\delta$  - допуск угла в угловых величинах  
 $a$  - допуск угла в линейных величинах

Длина меньшей стороны угла $L$ , мм	Отклонения		Длина меньшей стороны угла $L$ , мм	Отклонения	
	$\pm \delta/2$ , °	$\pm a/2$ , мкм		$\pm \delta/2$ , °	$\pm a/2$ , мкм
Св. 3,0 до 3,0	20	135	Св. 32,0 до 50,0	40	384 600
" 3,0 " 5,0	20	108 180	" 50,0 " 80,0	30	450 720
" 5,0 " 8,0	10	135 216	" 80,0 " 120,0	25	600 900
" 8,0 " 12,0	10	180 270	" 120,0 " 200,0	20	720 1200
" 12,0 " 20,0	10	216 360	" 200,0 " 320,0	15	900 1440
" 20,0 " 32,0	50	400 480	" 320,0 " 500,0	12	1152 1800



2.9. ВЫХОД РЕЗЬБ: СЕБИ, НЕДРЕЗЫ, НЕДОКАТЫ, ПРОТОЧКИ, ФАСКИ ПО ОСТИ 00010-81

Размеры соегов, недорезов, недокатов, проточек и фасок для метрической резьбы должны соответствовать указанным на рисунках и в таблицах.

НАРУЖНАЯ РЕЗЬБА										ВНУТРЕННЯЯ РЕЗЬБА									
I Свек					II Свек					I Недорез					II Проточка				
I Недорез					III Проточка					I Недорез					II Проточка				
<p>Размеры соегов, недорезов, недокатов, проточек и фасок для метрической резьбы должны соответствовать указанным на рисунках и в таблицах.</p>																			
НАРУЖНАЯ РЕЗЬБА										ВНУТРЕННЯЯ РЕЗЬБА									
I Свек					II Свек					I Недорез					II Проточка				
I Недорез					III Проточка					I Недорез					II Проточка				
<p>Размеры соегов, недорезов, недокатов, проточек и фасок для метрической резьбы должны соответствовать указанным на рисунках и в таблицах.</p>																			
НАРУЖНАЯ РЕЗЬБА										ВНУТРЕННЯЯ РЕЗЬБА									
I Свек					II Свек					I Недорез					II Проточка				
I Недорез					III Проточка					I Недорез					II Проточка				

Размеры, мм										Размеры, мм																			
Свек резьбы					Недорез					Проточка					Свек					Недорез					Проточка				
X		X <sub>2</sub>		X <sub>1</sub>		b <sub>1</sub>		Δd		R <sub>2</sub>		R <sub>3</sub>		b <sub>2</sub>		b <sub>3</sub>		R		R <sub>1</sub>		Δd							
МИН.	МАКС.	МИН.	МАКС.	МИН.	МАКС.	МИН.	МАКС.	МИН.	МАКС.	МИН.	МАКС.	МИН.	МАКС.	МИН.	МАКС.	МИН.	МАКС.	МИН.	МАКС.	МИН.	МАКС.	МИН.	МАКС.						
0,30	0,40	0,75	1,00	1,05	1,30	1,6	0,8	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	1,0	2,0	2,5	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2						
0,42	0,48	1,05	1,40	1,55	1,80	2,0	1,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,6	3,0	3,6	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2						
0,60	0,60	1,20	1,60	1,90	2,30	2,6	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0	4,0	4,4	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2						
1,00	1,00	1,50	2,00	2,20	2,70	3,0	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3,0	6,0	6,6	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2						
1,25	1,25	1,75	2,50	2,75	3,40	3,6	2,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	4,0	8,0	8,8	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2						
1,50	1,50	2,00	3,00	3,15	3,90	4,0	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5,0	10,0	11,0	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2						
1,75	1,75	2,50	4,00	3,15	4,00	4,0	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6,0	12,0	13,0	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2						
2,00	2,00	3,00	4,00	3,15	4,00	4,0	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	8,0	16,0	17,0	1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2						

Для деталей из материалов, имеющих повышенную чувствительность к концентраторам напряжений, и в случае применения резьбы с натягом выбирать максимальные размеры соегов резьбы. Размеры проточек, за исключением размера Δd, увеличивать в 1,5 раза

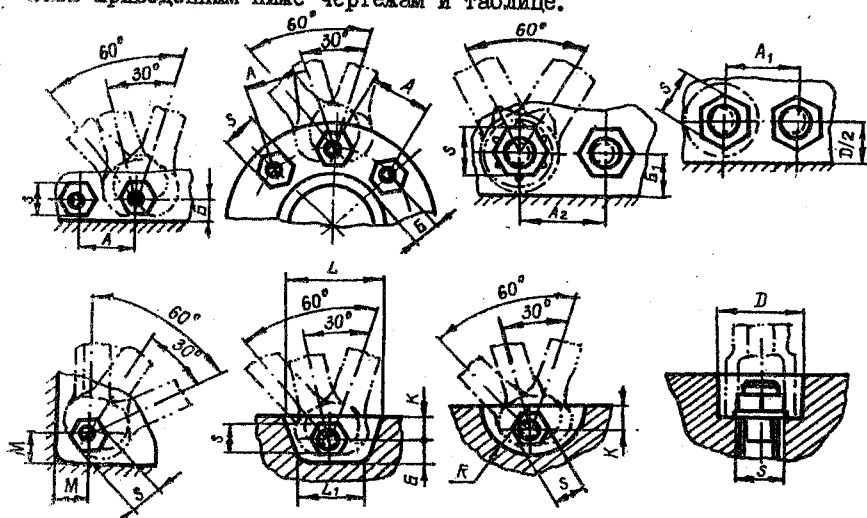
2.10. ГЛУБИНЫ ОТВЕРСТИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРОВ НОРМАЛЬНЫХ СВЕРЛ, ЗЕНКЕРОВ И РАЗВЕРТОК

Диаметр инструмента	Глубина, мм									
	сверления			зенкерования				развертывания		
	Рекомендуемое обычное	Предельное обычное	Предельное скоростное	Диаметр инструмента	Рекомендуемое обычное	Предельное обычное	Предельное скоростное	Диаметр инструмента	Рекомендуемое обычное	Предельное обычное
2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15
3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0
27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0
33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0
35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0
38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0
45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0	46,0
47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0
48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0



## 2.11. МЕСТА ПОД КЛЮЧИ ГАЕЧНЫЕ. РАЗМЕРЫ ПО ГОСТ 13682-68

Минимальные размеры мест под гаечные ключи должны соответствовать приведенным ниже чертежам и таблице.

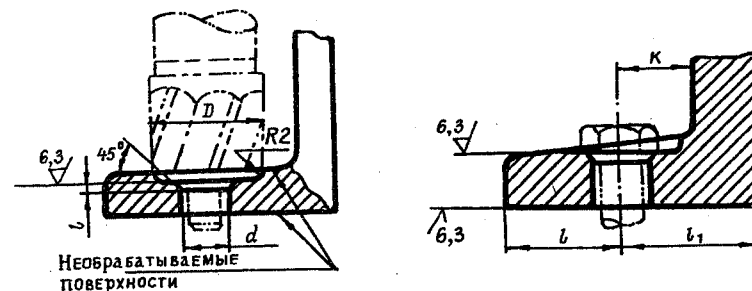


Минимально допустимые размеры, мм										
Зев ключа S	Расстояние между болтами			Расстояние от оси болта до ребра стенки			Размеры колодцев			Диаметр цековки под торцевой ключ D
	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B	B <sub>1</sub>	M	L	L <sub>1</sub>	R	
8	17	16	14	7	8	9	30	24	15	20
10	20	18	16	8	10	11	36	28	18	22
12	24	20	18	10	11	13	45	34	22	26
13	26	-	20	10	11	13	45	34	22	26
14	28	22	22	11	15	15	48	36	24	26
17	34	26	28	13	16	17	52	38	26	30
19	36	30	30	14	17	19	60	45	30	32
22	42	32	34	15	19	24	72	55	36	36
24	48	36	36	16	21	25	78	60	38	40
27	52	40	40	19	24	28	85	65	42	45
30	58	45	45	20	26	30	98	75	48	48
32	62	48	48	22	28	32	100	80	50	52
36	68	52	52	24	31	36	110	85	55	60
41	80	60	60	26	36	40	120	90	60	63
46	90	65	68	30	40	45	140	105	68	70

Размер K рекомендуется принимать равным размеру B.

## 2.12. ОБРАБОТКА МЕСТ ПОД ГОЛОВКИ БОЛТОВ И ГАЙКИ ЦЕКОВОЙ

При обработке поверхностей штампованных и литых деталей, а также прессованных профилей под головки болтов и гайки специальным зенкером (цековкой) все необходимые размеры предоставлять на чертеже, руководствуясь приведенной ниже таблицей.



Размеры, мм						
Диаметр болта d	Диаметр цековки D под ключ		Фаска под гайтель болта l	Минимальный размер K	Наименьший диаметр отверстия под зенковку	
	нормальный	торцевой			прямой	обратный
5	14	18	0,5	9	4,2	4,2
6(7)	16	20	0,5	11	4,2	4,2
8(9)	18	24	0,8	13	4,2	6,2
10	22	30	0,8	14	5,2	7,2
12	24	32	1,0	16	6,2	8,2
14	27	36	1,0	18	8,2	10,2
16	30	38	1,5	19	8,2	12,2
18	34	42	1,5	23	10,2	14,2
20	38	44	1,5	24	12,2	14,2
22	40	46	1,5	25	14,2	16,2
24	44	52	2,0	28	14,2	16,2
27	50	60	2,0	31	16,2	18,2
30	55	72	2,0	33	20,2	22,2

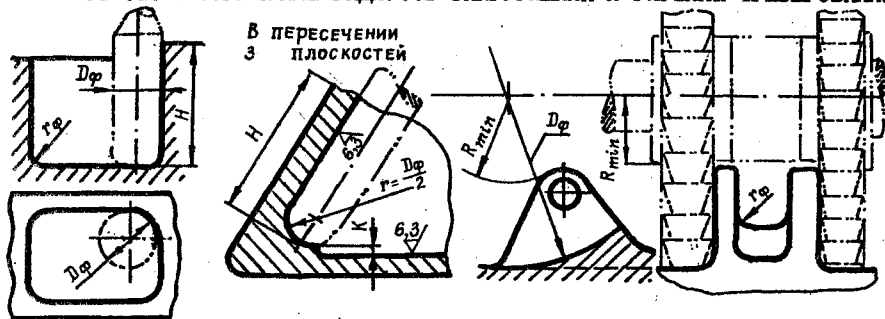
Для материала В95Т размер R=2, для остальных материалов R=1. Координирование положения отверстия производить размерами l или l<sub>1</sub>, соблюдая требование минимального расстояния отверстия от стенки, т.е. размера K.



## 2.13. УНИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Конструктивные элементы фрезеруемых деталей должны быть увязаны с размерами фрез в соответствии с рисунками и таблицами.

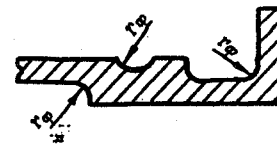
### 2.13.1. ОГРАНИЧЕНИЕ РАДИУСОВ ЗАКРУГЛЕНИЙ И ГЛУБИНЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ



Тип фрезы	Диаметр фрезы $D_\phi$ , мм	Материал детали		Радиус ограничения глубины фрезерования $R_{min}$ , мм	Радиус, образующийся на детали от заточки фрезы $r_\phi$ , мм					
		цветные сплавы	сталь, титан		Предельные отклонения радиуса					
					Глубина фрезерования $H$ , мм					
					$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	-
Концевая	4	15	10	-	•					
	5	20	12	-	•	•				
	6	30	14	-	•	•				
	8	35	16	-	•	•				
	10	35	18	-			•			•
	12	45	22	-			•			•
Дисковая, торцевая, цилиндрическая	16	55	52	-			•			•
	20	65	65	-			•			•
	30	75	75	-			•	•		•
	40	105	105	-			•	•	•	•
Дисковая, торцевая, цилиндрическая	50	120	115	-			•	•	•	•
	60	-	-	22		•				
	75	-	-	22		•				
	80	-	-	22		•				
	90	-	-	24			•			
	100	-	-	24			•			
	110	-	-	28			•			
	125	-	-	33			•			
	160	-	-	38			•	•		
	200	-	-	45			•	•	•	
250	-	-	50			•	•	•	•	
315	-	-	50			•	•	•	•	

• - рекомендуемые к применению радиусы

Для сопряжений полки и стенки, ребра и стенки, уступов и подсечек, а также в переходах проушины рекомендуется назначать радиус сопряжения  $r_\phi = 3+6$  мм, а для высокопрочных сплавов и крупногабаритных деталей  $r_\phi = 6$  мм.



### 2.13.2. ОГРАНИЧЕНИЕ ШИРИНЫ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ПАЗОВ РАЗМЕРАМИ НОРМАЛЬНЫХ И РАДИУСНЫХ ДИСКОВЫХ ФРЕЗ

Диаметр фрезы $D_\phi$ , мм	Ширина фрезерования паза $B$ , мм											
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30
60	•	•	•	•	•	•						
80		•	•	•	•	•	•					
90			•	•	•	•	•	•				
100		•	•		•	•	•	•	•			
125				•	•	•	•	•	•	•		
160					•	•	•	•	•	•	•	
200						•	•	•	•	•	•	•
250							•	•	•	•	•	•

• - ширина паза из условия применения нормальных фрез

При фрезеровании пазов для специальных подшипников применять фрезы в соответствии с таблицей.

Диаметр фрезы $D_\phi$ , мм	Ширина паза $B$ , мм
125	13
160	9, 15
200	17, 19, 21, 24, 26
250	23, 27

### 2.13.3. НЕДОВОД ФРЕЗЫ

При сопряжении ребра с ребром или с другими элементами детали, образующими угол, рекомендуется в месте сопряжения предусматривать площадку с уступом для подхода инструмента (недовод фрезы), что исключает слесарную доработку в месте сопряжения.

Высота, глубина $H$ , мм	Длина детали $L$ , мм				
	150	200	250	300	Свыше 300
	Недовод фрезы $K$ , мм				
До 20	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7
До 40	0,5	0,7	0,7	0,9	0,9
До 55	0,6	0,7	0,9	0,9	1,0
Свыше 55	0,7	0,7	0,9	1,0	1,0

### 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ХОЛОДНОЙ ГИБКИ И ШТАМПОВКИ

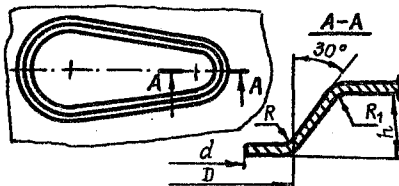
Холодной гибкой и штамповкой изготавливаются, в основном, элементы каркаса самолета из листового материала и прессованных профилей.

Плоские детали, изготавливаемые из листа алюминиевых, магниевых сплавов, а также сплавов с пределом прочности  $\sigma_s \leq 60$  даН/мм<sup>2</sup>, имеющие борты, рифты, отверстия облегчения с отбортовками, должны проектироваться под штамповку резиной на гидравлических прессах.

Детали из материала с пределом прочности  $\sigma_s > 60$  даН/мм<sup>2</sup> должны проектироваться под штамповку в инструментальных штампах на прессах или листоштамповочных молотах.

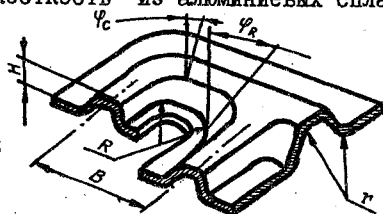
При изготовлении деталей из листа (вытяжка, формование, выдавливание, гибка с вытяжкой и т.д.) происходит утонение материала обычно до 20% номинальной толщины. При необходимости ограничения утонения или его увеличения это оговаривается в чертеже. Для обшивок, имеющих двойную кривизну, допускается утонение не более 10% номинальной толщины материала.

Отбортовки продолговатых отверстий выполнять согласно чертежу. Размеры  $D, d, h, R, R_1$  брать в соответствии с разделом "Отбортовки в деталях из листового материала по ГОСТ 17040-71". Величины этих размеров назначать по меньшему  $d$ .

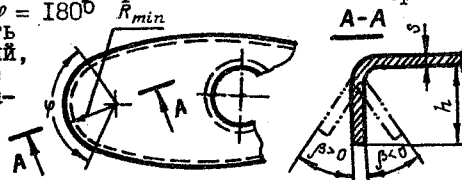


При проектировании деталей типа "жесткость" из алюминиевых сплавов рекомендуется:

- прямолинейные боковые стенки выполнять с минимальным углом  $\varphi_c = 15^\circ$ ;
- в местах сопряжения прямолинейных боковых стенок при  $R \leq 1,5H$  угол наклона  $\varphi_c = 22^\circ$ ;
- радиус сопряжения  $R$  боковых стенок должен быть не менее глубины жесткости ( $R \geq H$ );
- наибольшая глубина жесткости  $H$  из условий удлинения материала в зоне штамповки при толщине материала 0,6...1,0 мм должна быть не более (0,12...0,14) В, а при толщине материала детали 1,2...2,0 мм - не более (0,15...0,17) В. Здесь В - минимальное расстояние между боковыми стенками жесткости;
- наименьшее значение  $r$  должно быть не менее 0,3H.



При проектировании деталей типа нервюр отношение высоты борта  $h$  к его радиусу  $R_{min}$  при  $\varphi = 180^\circ$  и  $s/R = 0,025$  не должно превышать для алюминиевых сплавов значений, указанных в разделе "Предельные отношения высоты борта к его радиусу по ОСТ 51813-75".



Здесь  $\beta$  - угол малки борта.

Детали продольного и поперечного набора каркаса, имеющие крутку или изогнутые в нескольких плоскостях, изготавливать из листового материала.

Везде, где позволяет конструкция, радиусы гибки листового материала выбирать большими, чем рекомендуемые минимальные радиусы.

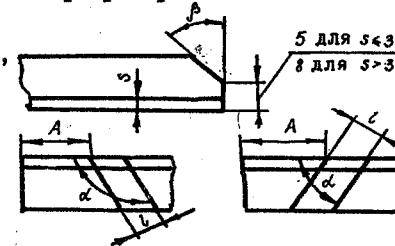
Из условий штамповки все элементы плоских листовых деталей (борта, рифты, отверстия с отбортовками) следует по возможности располагать с одной стороны.

Все выступающие углы деталей из листового материала необходимо срезать под углом или скруглять.

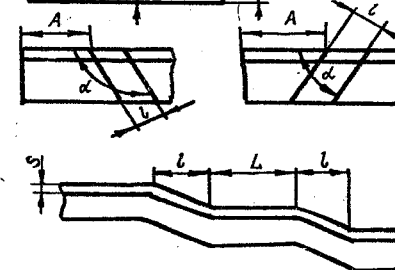
Детали с переменным радиусом кривизны, изготавливаемые из листовых и прессованных профилей и имеющие постоянное сечение, целесообразно изготавливать методом изгиба с растяжением. В этом случае минимальный радиус изгиба  $R \geq 10H$  (см. разд. 3.14). Угол изгиба при этом не должен превышать  $180^\circ$ .

Специальные прессованные профили, идущие на изготовление деталей с переменной малкой, заказывать по наибольшему углу малки, так как закрытие малки требует меньшей доработки, чем снятие выступающей части профиля, образующейся при раскрытии малки.

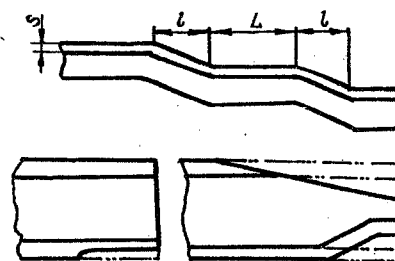
Скосы свободных полок профилей выполнять по прямой, угол  $\beta$  там, где допускает конструкция, брать равным  $60^\circ$ .



Углы подсежек прессованных профилей брать кратными  $15^\circ$  в пределах  $45^\circ + 135^\circ$ . Угол  $\alpha$  проставляется на чертеже. Размер А не нормализуется.



Двухстороннюю подсечку производить со смещением подсечки. Минимальное расстояние между зонами подсечки  $L = 50$  мм при  $s < 4$  мм; при  $s \geq 4$  мм расстояние  $L = 60$  мм.



Профили типа швеллер, двутавр, зет на ребро не подсекаются. При необходимости подсечка выполняется механической обработкой полки или подсечка на ребро с обрезкой одной полки.

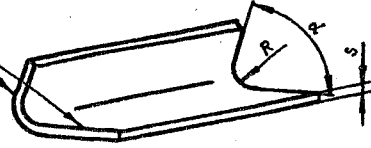
Маркирование и клеймение ударным способом допускается не ближе 30 мм от зоны подсечки.

При вычерчивании детали из листового материала необходимо дать развертку. На детали, гнутые из стандартных профилей, развертка не вычерчивается.

На проекциях детали толщина материала обязательно изображается линиями видимого и невидимого контура.

### 3.1. МИНИМАЛЬНЫЕ РАДИУСЫ ГИБКИ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Зачищаемые кромки  
Шероховатость  
не более 6,3



Минимально допустимый радиус  $R$  при гибке листового материала подсчитывается по формуле

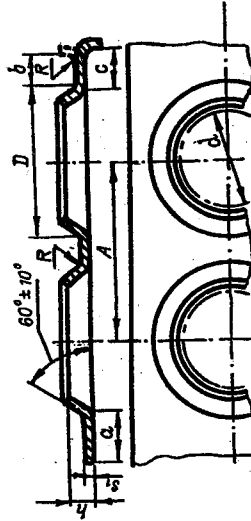
$$R = k \cdot i \cdot s,$$

где  $R$  — радиус сгиба, мм;  $k$  — коэффициент, учитывающий направление проката (при положении линии сгиба вдоль волокон проката коэффициент определяется по таблице; при положении линии сгиба поперек волокон проката  $k=1$ );  $i$  — коэффициент сгиба, зависящий от свойств материала и угла сгиба  $\alpha$ ;  $s$  — толщина материала, мм.

Марка и состояние материала	$k$	Коэффициент сгиба $i$ для угла $\alpha, \dots^\circ$								
		I50	I35	I20	I05	90	75	60	45	30
АМц (отожженный; горячекатаный; полунатянутый)	1,66	0,30			0,33	0,39	0,45	0,48	0,54	
АМц (нагартованный)	2,00	2,00			2,20	2,60	3,00	3,20	3,60	
АМг (отожженный; горячекатаный; полунатянутый)	2,00	1,50			1,65	1,95	2,25	2,40	2,70	
Д16 (отожженный)	1,62	I,20	I,30	I,40	I,50	I,60	I,70	I,80	I,90	
Д16 (закаленный и естественно состаренный)	2,00	I,80	I,90	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50		
В95 (отожженный)	1,80	I,20	I,30	I,40	I,50	I,60	I,70	I,80	I,90	
В95 (закаленный и искусственно состаренный)	1,53	2,80	3,00	3,20	3,30	3,50	3,70	3,80	3,90	4,00
ВТ1-1 (отожженный)	1,5	3,40			4,00	4,60	5,00	5,30	5,60	
ВТ1-5 (отожженный)	1,3	5,00			5,30	6,00	6,70	8,00	8,40	

### 3.2. ОТБОРТОЧКИ В ДЕТАЛЯХ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА ПО ГОСТ 17040-71

ОТБОРТОЧКА ПОД УГЛОМ 60° (тип 2)

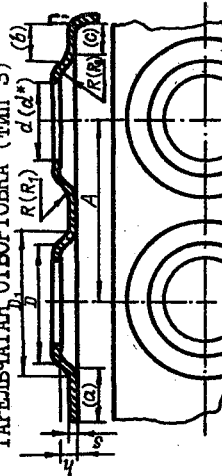


Размер отбортовки, мм		s				
d	D	h	A		C	
			не менее	0,8 I,0 I,2 I,5 2,0		
20	28	3,5	43	53	10 15	
30	38	5,0	63	76	10 15	
40	48	6,0	94	117	15 25	
50	61	7,0	142	167	20 35	
60	74	9,0	187	207	25 40	
80	97	10,0	247	254		
100	122					
140	162					
160	182					
200	222					

Область применения отбортовок

Пример обозначения отбортовки под углом 60° с диаметром отбортовки  $d = 20$  мм: 2-20 1001 17040-71.

ТАРЕЛЬЧАТАЯ ОТБОРТОЧКА (тип 3)

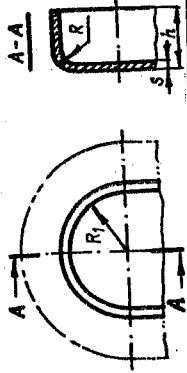


Размер отбортовки, мм		s				
d	D	h	A		C	
			не менее	0,8 I,0 I,2 I,5 2,0		
20	24	2,2	33	48	10 15	
30	36	3,0	48	63	10 15	
40	48	4,0	63	80	15 25	
50	60	5,0	80	96		
60	72	6,0	96	120		
80	96	8,0	120	150		
100	120	10,0	150	180		
120	144	11,0	180	210		
140	168	12,0	210	234		
160	184	14,0	234	266		
200	230	15,0	266			

Пример обозначения тарельчатой отбортовки с диаметром  $d = 20$  мм: 3-20 1001 17040-71.

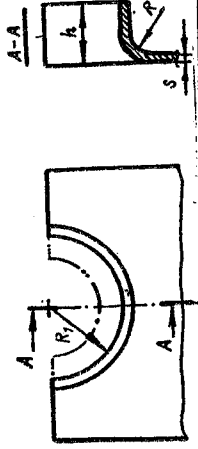
● — при штамповке в инструментальных штампах; ○ — при штамповке в инструментальных штампах и резной. Раз-  
мер в скобках — для штамповки резной;  $d^*$  — размер  
до отбортовки,  $d^*$  — размер после отбортовки.  
Пример обозначения тарельчатой отбортовки с диа-  
метром  $d = 20$  мм: 3-20 1001 17040-71.

3.3. ВЫПУЛЫЙ И ВОГНУТЫЙ БОРТ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА ПО ГОСТ 17040-71  
 ВЫПУЛЫЙ БОРТ (тип 5)



Марка материала		Размеры борта, мм								
Д16АМ, В95А, М8АМ		АМГММ, АМГММ								
s	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
R	2,5	3,0	3,5	4,5	6,0	2,0	3,0	3,5	4,5	6,0
h	Для деталей с зачищенными кромками без ручной доводки R, не менее									
3	50	100	150	210	200	20	40	70	80	80
4	110	160	220	280	260	70	100	110	110	100
5	170	230	300	360	340	150	170	170	160	160
6	250	320	390	440	420	200	240	240	220	220
8	360	420	480	550	560	260	300	300	280	270
10	420	480	550	600	600	320	360	360	350	350
15	600	700	800	1000	1000	400	480	480	440	420
20	1000	1000	1000	1000	1000	480	500	500	500	500
25	1000	1000	1000	1000	1000	480	500	500	500	500
30	1000	1000	1000	1000	1000	480	500	500	500	500
40	1000	1000	1000	1000	1000	480	500	500	500	500

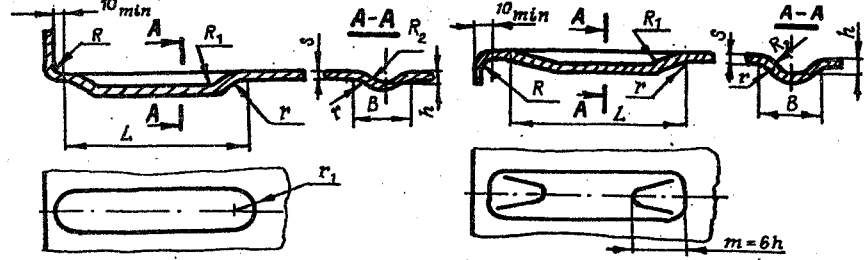
Пример обозначения выпуклого борта высотой h = 10 мм: 5-10 ГОСТ 17040-71



Марка материала		Размеры борта, мм								
Д16АМ, В95АМ, М8АМ		АМГММ, АМГММ								
s	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
R	2,5	3,0	3,5	4,5	6,0	1,0	1,0	1,2	1,5	2,0
h	Для деталей с зачищенными кромками без ручной доводки R, не менее									
3	30	40	45	55	70	15	20	25	30	35
4	45	55	60	70	85	20	30	35	40	45
5	55	65	70	80	95	35	40	45	50	55
6	65	75	80	90	110	50	50	55	60	65
8	75	85	90	100	120	60	60	65	70	75
10	90	100	110	120	140	80	80	85	90	95
15	120	130	140	150	170	110	110	115	120	125
20	160	170	180	190	210	120	120	125	130	135
25	220	230	240	250	270	150	150	155	160	165
30	220	230	240	250	270	180	180	185	190	195
40	380	360	340	320	300	280	260	240	220	210

Пример обозначения вогнутого борта высотой h = 10 мм: 6-10 ГОСТ 17040-71

3.4. РИФТЫ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА ПО ГОСТ 17040-71  
 РИФТЫ С ПОЛУКРУГЛЫМ ПРОФИЛЕМ И СКРУТЛЕННОЙ ЗАКОНЦОВКОЙ (тип I)      РИФТЫ С ПОЛУКРУГЛЫМ ПРОФИЛЕМ И ПРЯМОЙ ЗАКОНЦОВКОЙ (тип II)



Номер рифта	Размеры рифта, мм						Размер R - в соответствии с минимальными радиусами гибки листового материала. Размеры L и r, не нормализуются и проставляются в чертеже. Рифты могут быть криволинейными в плане. Наименьшее расстояние между осями рифтов равно ширине рифта B
	s	B	h	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	r	
1	от 0,5 до 0,6	10,0	2	25	4,0	3	
2	св.0,6 до 0,8	14,5	3	35	6,5	4	
3	св.0,8 до 1,0	19,5	4	45	9,0	5	
4	св.1,0 до 1,2	24,5	5	55	11,5	6	
5	св.1,2 до 1,5	35,5	7	70	15,5	8	
6	св.1,5 до 1,8	42,5	9	85	19,0	10	
7	св.1,8 до 2,0	51,0	11	100	23,0	12	
8	св.2,0 до 2,5	60,0	13	115	27,0	14	

Пример обозначения рифта типа I номер 2: 7-1(2) ГОСТ 17040-71.      Пример обозначения рифта типа II номер 3: 7-II(3) ГОСТ 17040-71

3.5. ДЛИНА РАЗВЕРТКИ ДЕТАЛИ ПРИ ГИБКЕ ИЗ ЛИСТА

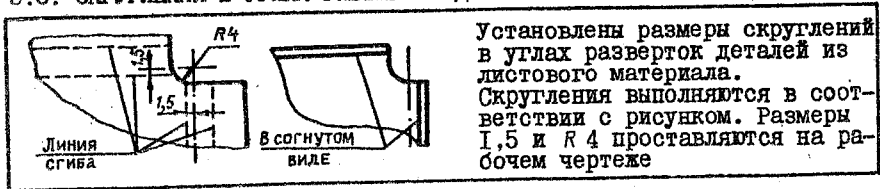
Радиус сгиба, мм	Толщина листа s, мм						Длина развертки детали равна L <sub>1</sub> + L <sub>2</sub> + A. Определение длины развертки сгиба A для любого угла, отличного от 90°, производится следующим образом: - определяется длина развертки для заданных толщины и радиуса сгиба для α = 90°; - полученную длину развертки умножают на угол сгиба, а затем делят на 90°
	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	
	Длина A при α = 90°, мм						
1	2,2	2,4	2,6				
2	3,8	3,9	4,1	4,3	4,6	4,7	
3	5,4	5,5	5,7	5,9	6,2	6,3	6,7
4	7,1	7,1	7,3	7,5	7,7	7,9	8,3
5				8,8	9,0	9,3	9,9
6					10,6	10,9	11,4
8						14,0	14,6
10							17,5
12							20,8

Длина A дана по средней линии

Например, α = 130°, R = 4 мм, s = 2 мм. По таблице находим A = 7,9 мм для α = 90°; длина развертки для α = 130° A<sub>α</sub> = 7,9 · 130/90 = 11,3 мм.

При α = 85° ... 95° практически можно пользоваться данными для α = 90°. Длину A следует округлять до целого числа

### 3.6. СКРУГЛЕНИЯ В УГЛАХ РАЗВЕРТОК ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА



### 3.7. ПОДСЕЧКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА ПО ОСТИ 52468-80

Стандарт устанавливает минимальные длины подсежек для деталей из алюминиевых сплавов марок Д16, Д19, В95, АМг, АМг2, АМг3, АМг6. Подсежки производят с одного хода пресса. Повторные подсежки одного и того же места не допускаются. Боковые подсежки с высотой подсекаемого борта не более 30 мм.

ПЛОСКИЕ ПОДСЕЧКИ					БОКОВЫЕ ПОДСЕЧКИ						
Толщина листа s, мм					Толщина листа s, мм						
Высота подсежки h, мм	до 1	св. 1 до 2	св. 2 до 3	св. 3 до 4	св. 4 до 5	Высота подсежки h, мм	до 1	св. 1 до 2	св. 2 до 3	св. 3 до 4	св. 4 до 5
	Минимальная длина подсежки l, мм						Минимальная длина подсежки l, мм				
0,6+1,0	6	6	8	-	-	0,6+1,2	5	6	7	8	9
1,1+1,5	6	8	10	12	14	1,3+1,5	6	8	8	9	10
1,6+2,0	8	10	12	14	18	1,6+2,0	8	9	10	11	12
2,1+3,0	10	12	14	18	22	2,1+2,5	9	11	12	13	14
3,1+4,0	12	14	18	22	26	2,6+3,0	9	12	14	14	16
4,1+6,0	14	16	20	24	28	3,1+3,5	10	14	16	16	18
6,1+8,0	16	18	22	26	30	3,6+4,0	11	15	17	18	19
8,1+10,0	18	20	24	28	32	4,1+4,5	13	18	19	20	21
10,1+12,0	20	22	26	32	36	4,6+5,0	13	18	20	22	22

Пример обозначения плоской подсежки при h = 5; l = 14; s = 1:  
 ОСТІ 524 68-80-I-5-14-I;  
 боковой средней подсежки: ОСТІ 524 68-80-II-5-14-I;  
 боковой концевой подсежки: ОСТІ 524 68-80-III-5-14-I

### 3.8. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ВЫСОТЫ БОРТА К ЕГО РАДИУСУ ПО ОСТІ 51813-75

Относительная толщина заготовки $\frac{s}{2(R_{min}+h)} \cdot 100$	Угол малки борта, ... °								
	60	45	30	15	0	-15	-20	-25	-30
	Отношение высоты борта к его радиусу ( $h/R_{min}$ )								
0,4...0,5	2,0	1,4	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4
0,6...0,7	2,5	1,5	1,2	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6	0,55
0,8...0,9	3,0	1,8	1,3	1,0	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65
1,0...1,1	3,5	2,0	1,4	1,1	1,0	0,9	0,85	0,8	0,75
1,2...1,3	4,0	2,2	1,6	1,2	1,1	1,0	0,95	0,9	0,85
1,4...1,5	5,0	2,5	1,9	1,5	1,3	1,2	1,05	1,0	0,95
1,6...1,7		2,8	2,2	1,7	1,5	1,3	1,1	1,05	1,0
1,8...1,9		3,2	2,5	2,0	1,7	1,4	1,15	1,1	1,05
2,0...2,1		3,5	2,8	2,2	1,8	1,4	1,2	1,1	1,1
2,2...2,4		4,0	3,2	2,5	2,0	1,5	1,3	1,2	1,1

### 3.9. ФЕТОНЫ ГЛУХИЕ И ВЫРЕЗАННЫЕ. ФОРМА И РАЗМЕРЫ ПО ОСТІ 00126-74

**ФЕТОНЫ ГЛУХИЕ**

**Рис. 1**

Размеры фетона, мм			
s	r	r1	l
0,5	1,5	1,5	2,0
0,6	2,0	1,8	2,6
0,8	2,5	2,4	3,3
1,0	3,0	3,0	4,0
1,2	3,5	3,6	4,7
1,5	4,5	4,5	6,0
2,0	6,0	6,0	8,0

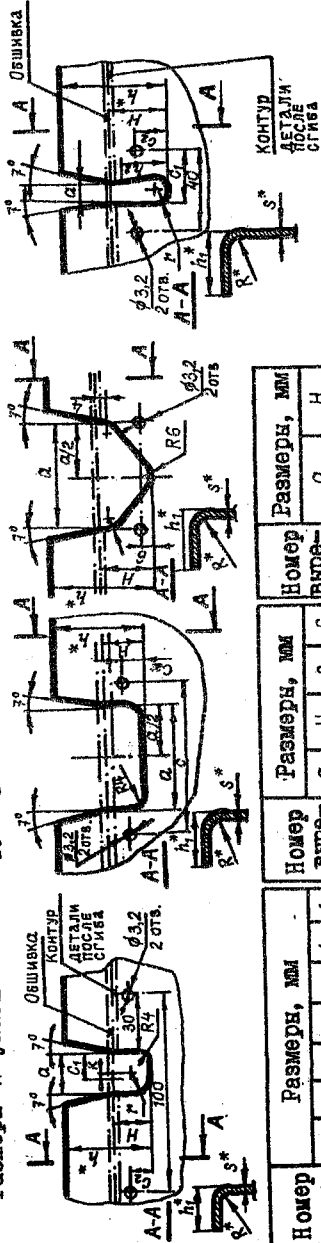
**ФЕТОНЫ ВЫРЕЗАННЫЕ**

**Рис. 2**

Форма и размеры глухих фетонов должны соответствовать указанным на рис. 1 и в таблице, вырезанных фетонов - указанным на рис. 2. Количество глухих фетонов  $n = 0,04\alpha$ , вырезанных  $n = 0,03\alpha$ , где  $\alpha$  - угол охвата, в пределах которого выполняются фетоны. Полученные результаты округляются до большего целого числа. Размер h назначается конструктором;  $r_2 = 0,35h$

3.10. ВРЕЗЫ ПОД СТРИНГЕРЫ

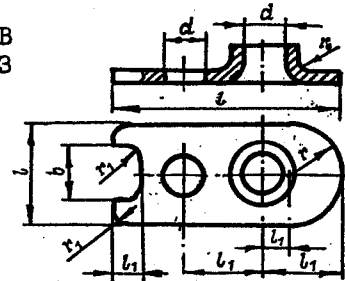
Полный сортамент приведен в ОСТ 1 0343-79 "Сортамент профилей и рекомендаций под них вырез". На рисунках и в таблицах приведены некоторые типы вырезов и их наиболее употребительные типоразмеры. Вырез применяют для материалов толщиной до 2 мм включительно. Предельные отклонения свободных размеров по ОСТ 1 00022-80. На учебных чертежах указывать все размеры в соответствии с рисунками. Размеры \* указывает конструктор.



Номер выреза	Размеры, мм					Номер выреза	Размеры, мм				
	a	H	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	r		a	H	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	r
5	24	19	11	13	18	1	20	45	35	20	18
7	24	28	11	13	18	3	5	15	50	15	28
10	28	41	13	14	22	5	15	24	60	30	38
12	28	41	13	14	22	7	35	30	60	30	29
14	30	43	14	14	25	10	30	38	60	30	35
15	30	53	14	14	25	12	65	65	60	15	28
16	30	53	14	14	25	15	70	70	60	30	44
18	32	58	16	16	28	17	70	70	60	30	43
19	34	58	16	16	28	18	70	70	60	30	53
21	34	58	16	16	28	20	85	85	60	15	32
23	38	63	17	17	31	21	80	80	60	20	39
26	38	63	17	17	31	22	80	80	60	15	45
27	38	63	17	17	31	23	80	80	60	15	55
28	38	63	17	17	31	25	80	80	60	15	64
33	40	63	18	18	34	25	90	90	60	15	56

Номер выреза	Размеры, мм				
	a	c <sub>1</sub>	H	h	r
1	8	24,5	28	23,5	5,5
2	9	25	28	23	6
3	9	25	38	23	6
4	9	25	35	23,5	6
5	10	25	43	38	6
6	12	27	50	44	6
7	14	28	54	47	8
8	15	28	54	45	8
9	16	29	64	56	10

3.11. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ХОЛОДНОШТАМПОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТА ПО ОСТ 1 00022-80



Номинальные размеры, мм	Отклонения размеров, мм				
	отверстий b; d		валов b		не относящихся к размерам отверстий и валов l, r
	нижн.	верхн.	верхн.	нижн.	
От 0 до 3	0	+0,25	0	-0,25	± 0,20
Св. 3 до 6	0	+0,30	0	-0,30	± 0,30
10	0	+0,36	0	-0,36	± 0,30
18	0	+0,43	0	-0,43	± 0,40
30	0	+0,52	0	-0,52	± 0,50
50	0	+0,62	0	-0,62	± 0,70
80	0	+0,74	0	-0,74	± 0,90
120	0	+0,87	0	-0,87	± 1,10
180	0	+1,00	0	-1,00	± 1,30
260	0	+1,15	0	-1,15	± 1,50
360	0	+1,35	0	-1,35	± 1,80
500	0	+1,55	0	-1,55	± 2,00
630	0	+1,80	0	-1,80	± 2,40
800	0	+2,00	0	-2,00	± 2,60
1000	0	+2,20	0	-2,20	± 3,00
1250	0	+2,40	0	-2,40	± 3,50
1600	0	+2,60	0	-2,60	
2000	0	+3,00	0	-3,00	
2500	0	+3,50	0	-3,50	

Отклонения размеров радиусов с незакоординированным центром

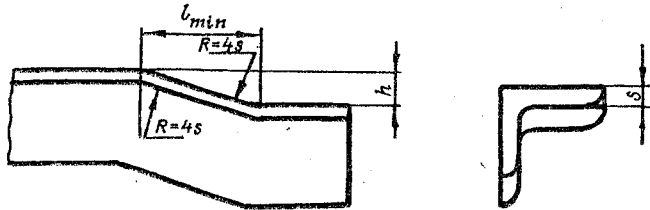
Номинальный размер радиуса r <sub>1</sub>	От 1 до 3	Св. 3 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 20	Св. 20 до 32
Отклонения	± 0,5	± 1,0	± 1,5	± 2,0	± 2,5

Отклонения размеров высоты зига (рифта), отбортовки l<sub>4</sub>, диаметра d и глубины вытяжки l<sub>5</sub>

Номинальный размер l <sub>4</sub> , d <sub>1</sub> , l <sub>5</sub>	Отклонения	
	нижн.	верхн.
Св. 5 до 10	-0,5	+1,0
10 до 20	-1,0	+1,5
20	-1,0	+2,0
20	-1,0	+3,0

### 3.12. ПОДСЕЧКИ ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ ПО ОСТІ 03668-74

Стандарт распространяется на подсежки прессованных профилей из алюминиевых сплавов, у которых отношение толщины вертикальной полки к ее ширине больше 0,05. Размеры подсежек должны соответствовать указанным на рисунках и в таблице.



Высота подсежки, h, мм	Предельное отклонение	s, мм							Область
		до 1,5	св.1,5 до 2,0	св.2 до 3	св.3 до 4	св.4 до 6	св.6 до 8	св.8 до 10	
<i>l<sub>min</sub></i>									
Св.0,6 до 1,5	±0,15	6	8	10	13	16	-	-	I
св.1,5 до 2,0	±0,15	8	10	13	16	19	22	25	II
св.2,0 до 3,0	±0,20	10	13	16	19	22	25	28	
св.3,0 до 4,0	±0,20	13	16	19	22	25	28	32	III
св.4,0 до 6,0	±0,20	16	19	22	26	28	32	36	
св.6,0 до 8,0	±0,20	19	22	25	28	32	36	40	
св.8 до 10	±0,20	22	25	28	32	36	40	45	III
св.10 до 12	±0,20	25	28	32	36	40	45	52	
св.12 до 14	±0,20	28	32	36	40	45	52	60	III
св.14 до 16	±0,20	32	36	40	45	52	60	70	

Материал: профили прессованные из алюминиевых сплавов Д16, Д19, В95, АК4-І.

В пределах области I подсежки профилей из сплавов марок В95, Д16, Д19, АК4-І и области II подсежки профилей из сплавов марок Д16, Д19 производить без подогрева.

Подсежки профилей из сплавов марок В95 в области II производить с подогревом в зоне подсежки до температуры 140°C; подсежки профилей из сплавов АК4-І в областях II и III производить инструментом с радиусом R = 6s без подогрева.

Пример обозначения подсежки прессованного профиля, h = 3 мм и s = 2 мм: подсежка 3-2-ОСТІ 03668-74

### 3.13. МАКСИМАЛЬНЫЕ УГЛЫ ГИБКИ (МАЛКОВКИ) ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ ПО ОСТІ 00129-74

Углы гибки (малковки) прессованных профилей, выполненные за один переход, должны соответствовать указанным на рисунках и в таблице.

Марка материала профиля и его состояние	s, мм	α <sub>1</sub> , °	α <sub>2</sub> , °	l
		не более		
Д16 и В95 в свежем закаленном состоянии, Д19, В95пч, Д16ч, Д19ч	до 2	8°	10°	I,0
	св.2 до 3	7°	9°	
	св.3 до 4	6°30'	8°30'	
Д16Т, Д16ТТ, В95ТТ, нагретые до 140°C	до 2	6°	6°30'	0,8
	св.2 до 3	5°	6°	
	св.3 до 4	4°	5°30'	
В95, В95пч	до 2	10°30'	10°30'	0,3
	св.2 до 3	10°	10°30'	
	св.3 до 4	10°	10°	

При открытой малковке (наружу) разрешается снимать выступающую часть профиля на величину l, после чего производят антикоррозионную защиту. Это следует оговорить в чертеже. Указанные в таблице предельные малковки распространяются на все типы прессованных профилей

### 3.14. МИНИМАЛЬНЫЕ РАДИУСЫ ИЗГИБА ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ

С ПОЛКОЙ, ИЗГИБАЕМОЙ ВНУТРИ (с посадкой полки)		С ПОЛКОЙ, ИЗГИБАЕМОЙ НАРУЖУ (с растяжением полки)	
Направление изгиба профиля	Сплав	Минимальные радиусы изгиба R	
		В холодном состоянии	В горячем состоянии
С посадкой полки	Алюминиевые сплавы, стали Титановые сплавы	≥ 6H	—
		≥ 6H	≥ 2,5 H
С растяжением полки	Алюминиевые сплавы, стали Титановые сплавы	≥ 5H	—
		≥ 6H	≥ 2,5 H

#### 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ГОРЯЧЕШТАМПОВАННЫХ ЗАГОТОВОК

Объемная горячая штамповка широко применяется для получения заготовок силовых деталей конструкции.

Хорошие механические свойства штамповок, получаемые за счет лучшей структуры материала при горячем объемном деформировании, повышают надежность и увеличивают ресурс детали при повторных нагрузках.

Точная штамповка позволяет добиться высокой степени идентичности размеров и не подвергать механической обработке значительную часть поверхности детали.

Деталь из горячештампованной заготовки необходимо проектировать так, чтобы получить коэффициент использования материала (КИМ) более 0,5 и коэффициент необрабатываемых поверхностей (КНП) более 0,3.

Для этого необходимо на чертеже детали указывать линию разреза штампа, штамповочные уклоны на необрабатываемых поверхностях, выдерживать необходимые радиусы переходов и закруглений, определенные соотношения между высотами и толщинами ребер и другими конструктивными элементами штампованной заготовки.

Рекомендации по выбору форм штампованных заготовок приведены в разделе "Конструктивные элементы штампованных заготовок".

Для штамповок, у которых все или большинство поверхностей не подвергается механической обработке, следует устанавливать 4-й или 5-й классы точности.

6-й класс точности устанавливается для заготовок, все поверхности которых подвергаются механической обработке.

Для получения прочной и жесткой детали при наименьшем весе целесообразно выполнять конструкцию с большим числом ребер.

Детали должны иметь по возможности простую геометрическую форму и плавные переходы от одного сечения к другому.

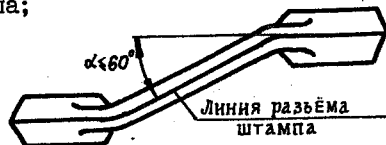
Правые и левые детали одного типоразмера должны проектироваться так, чтобы их можно было изготавливать из одной и той же заготовки.

Цельноштампованные детали иногда целесообразно заменять деталями, состоящими из отдельных штампованных и сваренных между собой частей.

Положение линии разреза определяется следующими правилами:

- расположение линии разреза не должно препятствовать извлечению заготовки из полости штампа;

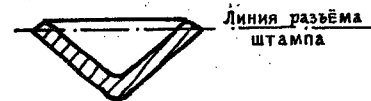
- если линия разреза имеет вид ломаной линии, то ее участки должны быть наклонены к горизонтальной плоскости под углом меньше  $60^\circ$ ;



- в деталях типа фитингов и других деталях коробчатой формы линия разреза должна проходить через вершины стенок;



- желательно, чтобы линия разреза проходила по наибольшему периметру детали, тогда глубина штамповки минимальна.



При проектировании крупногабаритных деталей следует стремиться к одностороннему расположению ребер.

Детали с закрытыми сечениями (двутавровыми или швеллерными) по возможности заменять деталями с открытыми сечениями (крестообразными или тавровыми).

При проектировании деталей с закрытыми сечениями предусматривать на полотно отверстия облегчения, в которые при штамповке собирается избыточный материал. Площадь отверстия облегчения желательно делать не менее 50% площади полотна.

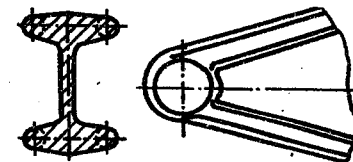
Жесткость деталей с открытыми сечениями можно повысить усилением кромок сечений, как показано на рисунке.



Детали с двутавровыми и швеллерными сечениями следует выполнять с одинаковыми штамповочными уклонами по наружным и внутренним поверхностям ребер, что значительно удешевит изготовление штампов.

В деталях с переменным расстоянием между ребрами толщину ребер рекомендуется выбирать постоянной, как и в деталях с переменной высотой ребра.

Для деталей, получаемых из штампованных заготовок, необрабатываемые поверхности, расположенные перпендикулярно плоскости разреза, изображаются на чертеже со штамповочными уклонами. Штамповочные уклоны в плане изображаются двумя линиями.



Обозначение штамповок в основной надписи чертежа:

- штамповки из конструкционных сталей
- штамповки из коррозионных и жаропрочных сталей
- штамповки из алюминиевых деформируемых сплавов
- штамповки из магниевых сплавов
- штамповки из титановых сплавов

Сталь 30ХГСА гр.контр.2  
ОСТ1 90085-73

Сталь 12Х18Н9Т гр.контр.2  
ОСТ1 90176-75

Алюм. сплав АК6Т1 гр.контр.3  
ОСТ1 90073-72

Магн. сплав МА14Т1 гр.контр.3  
ОСТ1 90010-70

Титан. сплав ВТ1-0 гр.контр.2  
ОСТ1 90000-70



#### 4.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГОРЯЧЕШТАМПОВАННЫХ ЗАГОТОВОК

##### 4.1.1. ШТАМПОВОЧНЫЕ УКЛОНЫ

	Высота элемента H, мм	Алюминиевые, магниевые, медные сплавы		Сталь, титановые сплавы	
		Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5
		Штамповочный уклон, ... °			
До 25 Св. 25 до 40 Св. 40 до 63 Св. 63		1,5 2,0 3,0 3,0	3 5 5 7	3 3 5 5	5 5 7 10

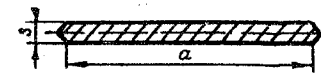
##### 4.1.2. ТОЛЩИНА ПОЛОТНА ДЛЯ СЕЧЕНИЙ ОТКРЫТЫХ, ЗАКРЫТЫХ С ОТВЕРСТИЯМИ ОБЛЕГЧЕНИЯ И ПЛОСКИХ УТОЛЩАЮЩИХСЯ СЕЧЕНИЙ

	Площадь проекции штампованной заготовки на плоскость разреза штампа, см <sup>2</sup>	Алюминиевые, магниевые, медные сплавы					
		Класс 4			Класс 5		
		Отношение длины l штампованной заготовки к ее ширине a (l/a)					
		до 3	св. 3 до 6	св. 6	до 3	св. 3 до 6	св. 6
		Толщина полотна s, мм					
До 25 Св. 25 до 80 Св. 80 до 160 Св. 160 до 320 Св. 320		1,5 1,5 7,8 2,0 2,5	1,5 1,5 1,5 1,8 2,2	1,5 1,5 1,5 2,0 3,0	1,5 1,5 2,0 2,5 3,0	1,5 1,8 2,2 2,8 3,2	1,5 1,5 2,0 2,5 2,8
	Площадь проекции штампованной заготовки на плоскость разреза штампа, см <sup>2</sup>	Сталь, титановые сплавы					
		Класс 4			Класс 5		
		(l/a)					
		до 3	св. 3 до 6	св. 6	до 3	св. 3 до 6	св. 6
		Толщина полотна s, мм					
До 25 Св. 25 до 80 Св. 80 до 160 Св. 160 до 320 Св. 320		1,5 2,0 2,5 3,0 4,0	1,5 1,8 2,2 2,5 3,6	1,5 1,5 2,0 2,5 3,2	1,8 2,0 2,5 3,0 4,0	1,5 2,0 2,5 3,0 5,0	1,5 2,0 2,5 3,5 4,5

##### 4.1.3. ТОЛЩИНА ПОЛОТНА ДЛЯ ЗАКРЫТЫХ И ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ ШТАМПОВАННЫХ ЗАГОТОВОК

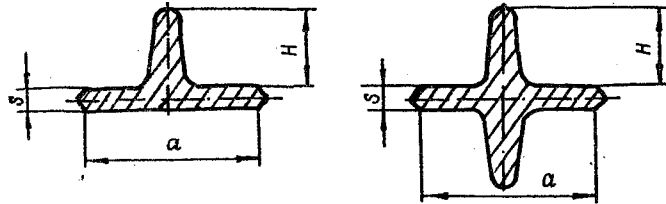
	Площадь проекции штампованной заготовки на плоскости разреза штампа, см <sup>2</sup>	Алюминиевые, магниевые, медные сплавы					
		Класс 4			Класс 5		
		Отношение длины l штампованной заготовки к ее ширине a (l/a)					
		до 3	св. 3 до 6	св. 6	до 3	св. 3 до 6	св. 6
		Толщина полотна s, мм					
До 25 Св. 25 до 80 Св. 80 до 160 Св. 160 до 320 Св. 320		1,5 1,8 2,0 2,5 3,0	1,5 1,5 1,8 2,2 2,8	1,5 1,5 1,5 2,0 2,5	2,0 2,0 3,0 3,5 4,0	1,5 1,8 2,8 3,2 3,6	1,5 1,5 2,5 2,8 3,2
	Площадь проекции штампованной заготовки на плоскости разреза штампа, см <sup>2</sup>	Сталь, титановые сплавы					
		Класс 4			Класс 5		
		(l/a)					
		до 3	св. 3 до 6	св. 6	до 3	св. 3 до 6	св. 6
		Толщина полотна s, мм					
До 25 Св. 25 до 80 Св. 80 до 160 Св. 160 до 320 Св. 320		1,8 2,5 3,0 4,0 5,0	1,5 2,2 2,8 3,5 4,5	1,5 2,0 2,5 3,0 4,0	2,0 3,0 4,0 5,0 6,0	1,8 2,8 3,5 4,5 5,5	1,5 2,5 3,2 4,0 5,0

##### 4.1.4. НАИБОЛЬШАЯ ШИРИНА ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ



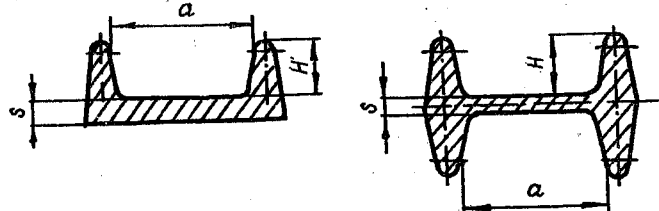
Материал штампованной заготовки	Наибольшая ширина сечения a, мм
Алюминиевые, магниевые, медные сплавы	28 s
Стали конструкционные	20 s
Сталь нержавеющая и титановые сплавы	16 s

#### 4.1.5. НАИБОЛЬШАЯ И НАМЕНЬШАЯ ШИРИНА ОТКРЫТЫХ СЕЧЕНИЙ



Высота ребра $H$ , мм	Размер $a$ , мм					
	Алюминиевые, магниевые, медные сплавы		Сталь конструкционная		Сталь нержавеющая, титановые сплавы	
	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.
Св. 10 до 10	33,5 $s$	12	24 $s$	12	19 $s$	12
Св. 10 до 16	35 $s$	15	25 $s$	15	20 $s$	15
Св. 16 до 25	36,5 $s$	25	26 $s$	25	21 $s$	25
Св. 25 до 35,5	36,5 $s$	30	26 $s$	30	21 $s$	30
Св. 35,5 до 50	38 $s$	35	27 $s$	35	21,5 $s$	35
Св. 50 до 71	38 $s$	40	27 $s$	40	21,5 $s$	40
Св. 71 до 100	39 $s$	50	28 $s$	50	22,5 $s$	50
Св. 100 до 140	39 $s$	60	30 $s$	60	24 $s$	60

#### 4.1.6. НАИБОЛЬШЕЕ И НАМЕНЬШЕЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ РЕБРАМИ

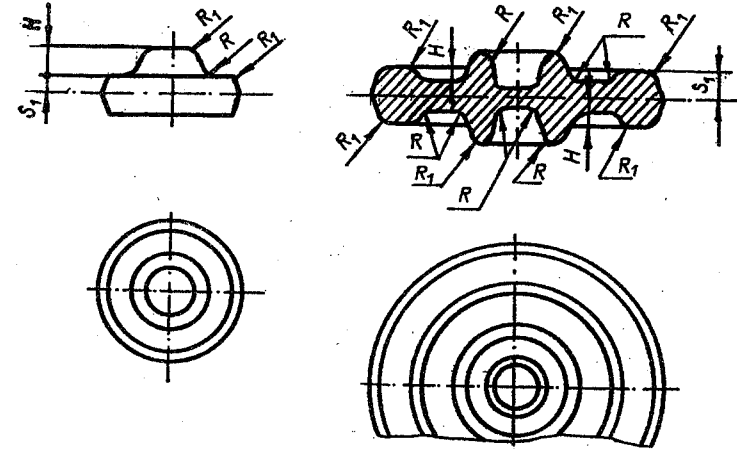


Высота ребра $H$ , мм	Размер $a$ , мм					
	Алюминиевые, магниевые, медные сплавы		Сталь конструкционная		Сталь нержавеющая, титановые сплавы	
	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.
Св. 10 до 10	39 $s$	12	28 $s$	12	22,5 $s$	12
Св. 10 до 16	39 $s$	15	28 $s$	20	22,5 $s$	20
Св. 16 до 25	33,5 $s$	25	24 $s$	30	19 $s$	30
Св. 25 до 35,5	33,5 $s$	35	24 $s$	45	19 $s$	45
Св. 35,5 до 50	28 $s$	50	20 $s$	60	16 $s$	60
Св. 50 до 71	28 $s$	65	20 $s$	80	16 $s$	80
Св. 71 до 100	28 $s$	80	20 $s$	100	16 $s$	100
Св. 100 до 140	28 $s$	100	18 $s$	100	14 $s$	100

#### 4.1.7. УСИЛЕНИЕ КРОМКИ ОТВЕРСТИЯ ОБЛЕГЧЕНИЯ

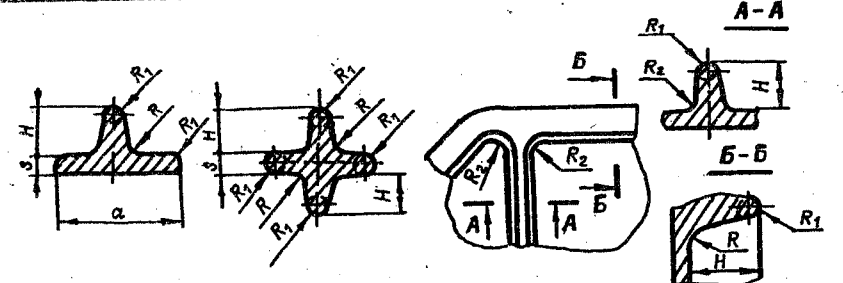
Высота усиления $H$	Размеры, мм		
	$R$	$R_1$	
Св. 4,0 до 4,0	6,0	6,0	6,0
Св. 4,0 до 8,0	10,0	8,0	8,0
Св. 8,0 до 12,0	16,0	10,0	12,0
Св. 12,0 до 16,0	20,0	16,0	16,0
Св. 16,0 до 20,0	20,0	16,0	16,0
Св. 20,0 до 25,0	25,0	20,0	20,0

#### 4.1.8. РАДИУСЫ СОПРЯЖЕНИЙ $R$ И ЗАКРУГЛЕНИЙ $R_1$ ШТАМПОВАННЫХ ЗАГОТОВОК ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ



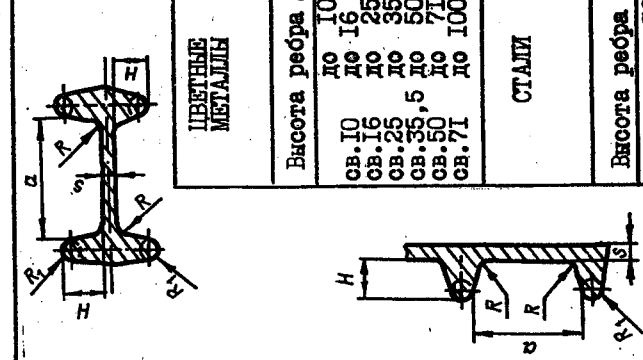
Высота $H$ выступа, глубина $H_1$ выемки, глубина $S_1$ полости в штампе	Размеры, мм							
	Алюминиевые, магниевые, медные, титановые сплавы				Сталь			
	Класс 4		Класс 5		Класс 4		Класс 5	
	$R$	$R_1$	$R$	$R_1$	$R$	$R_1$	$R$	$R_1$
Св. 10 до 10	2,5	1,2	3,0	1,6	2,0	1,0	2,5	1,2
Св. 10 до 16	3,0	1,6	4,0	2,0	2,5	1,2	3,0	1,6
Св. 16 до 25	4,0	2,0	5,0	2,0	3,0	1,6	4,0	2,0
Св. 25 до 35,5	5,0	2,0	6,0	2,5	4,0	2,0	5,0	2,0
Св. 35,5 до 50	6,0	2,5	8,0	3,0	5,0	2,0	6,0	2,5
Св. 50 до 71	8,0	2,0	10,0	4,0	6,0	2,5	8,0	3,0
Св. 71 до 100	10,0	4,0	12,0	5,0	8,0	3,0	10,0	4,0

4.1.9. РАДИУСЫ СОПРЯЖЕНИЙ R, ЗАКРУТЛЕНИЙ R<sub>1</sub>, ПЕРЕХОДОВ R<sub>2</sub> И ТОЛЩИНЫ РЕБЕР 2R<sub>1</sub> ОТКРЫТЫХ СЕЧЕНИЙ ШТАМПОВОК



Алюминиевые, магниевые, медные и титановые сплавы												
Высота H ребра или выступа, толщина s полотна		Класс 4				R <sub>2</sub>	Класс 5				R <sub>2</sub>	
		R		R <sub>1</sub>			R		R <sub>1</sub>			
		Отношение ширины a полотна к толщине s (a/s)					Отношение ширины a полотна к толщине s (a/s)					
		до 20	св. 20	до 20	св. 20			до 20	св. 20	до 20	св. 20	
св. 10	до 16	2,0	2,5	1,0	1,2	4,0	2,0	3,0	1,2	1,6	5,0	
св. 16	до 25	4,0	5,0	1,6	2,0	6,0	5,0	6,0	2,0	2,5	8,0	
св. 25	до 35,5	5,0	6,0	2,0	2,5	8,0	6,0	8,0	2,5	3,0	10,0	
св. 35,5	до 50	6,0	8,0	2,5	3,0	10,0	8,0	10,0	3,0	4,0	12,0	
св. 50	до 71	8,0	10,0	3,0	4,0	12,0	10,0	12,0	4,0	5,0	16,0	
св. 71	до 100	10,0	12,0	4,0	5,0	16,0	12,0	16,0	5,0	6,0	20,0	
Стали												
Высота H ребра или выступа, толщина s полотна		Класс 4				R <sub>2</sub>	Класс 5				R <sub>2</sub>	
		R		R <sub>1</sub>			R		R <sub>1</sub>			
		(a/s)					(a/s)					
		до 20	св. 20	до 20	св. 20			до 20	св. 20	до 20	св. 20	
св. 10	до 16	2,0	2,5	1,0	1,0	4,0	2,0	3,0	1,2	1,5	4,0	
св. 16	до 25	3,0	4,0	1,2	1,6	5,0	3,0	4,0	1,6	2,0	6,0	
св. 25	до 35,5	4,0	5,0	1,6	2,0	6,0	4,0	5,0	2,0	2,5	8,0	
св. 35,5	до 50	5,0	6,0	2,0	2,5	8,0	5,0	6,0	2,5	3,0	10,0	
св. 50	до 71	6,0	8,0	2,5	3,0	10,0	6,0	8,0	3,0	4,0	12,0	
св. 71	до 100	8,0	10,0	3,0	4,0	12,0	8,0	10,0	4,0	5,0	16,0	

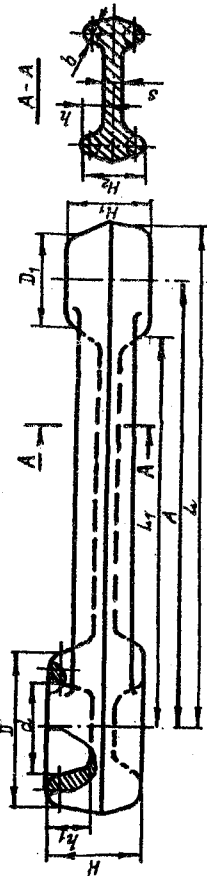
4.1.10. РАДИУСЫ СОПРЯЖЕНИЙ R, ЗАКРУТЛЕНИЙ R<sub>1</sub> И ТОЛЩИНЫ РЕБЕР 2R<sub>1</sub> ЗАКРЫТЫХ СЕЧЕНИЙ ШТАМПОВОК



Класс 4													
Размеры, мм													
Расстояния между ребрами													
		до 40		св. 40 до 125		св. 125 до 250		св. 250					
		R	R <sub>1</sub>	R	R <sub>1</sub>	R	R <sub>1</sub>	R	R <sub>1</sub>	R	R <sub>1</sub>	R	R <sub>1</sub>
Отношение расстояния между ребрами a к толщине полотна s (a/s)													
		до 20	св. 20	до 20	св. 20	до 20	св. 20	до 20	св. 20	до 20	св. 20	до 20	св. 20
Цветные металлы		Алюминиевые, магниевые, медные и титановые сплавы											
		2,5	3,0	1,0	1,2	4,0	5,0	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Высота ребра H		до 10	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
		до 16	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
		до 25	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0
		до 35,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
		до 50	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0	25,0
Стали		Отношение расстояния между ребрами a к толщине полотна s (a/s)											
		до 16	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
		до 25	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
		до 35,5	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0
		до 50	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
Высота ребра H		Стали											
		до 10	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
		до 16	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
		до 25	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0
		до 35,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0

4.2. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ГОРЯЧЕШТАМПОВАННЫХ ЗАГОТОВОК

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ШТАМПОВАННЫХ УГЛОНОВ	
Номинал, ...	Отклонения, Класс 4, Класс 5
до 5	$\pm 0^{\circ}20'$ $\pm 0^{\circ}30'$
св.5 до 7	$\pm 0^{\circ}30'$ $\pm 0^{\circ}45'$
св.7	$\pm 0^{\circ}45'$ $\pm 1^{\circ}00'$



ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ

Допуск на вертикальные (перпендикулярные плоскости разреза штампа) размеры  $H$ ,  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $s$  и горизонтальные (параллельные плоскости разреза штампа) размеры  $D$ ,  $D_1$ ,  $d$ ,  $b$  определяется декуст-ронным износом штампа. Допуск на вертикальные размеры  $h$ ,  $h_1$ , и горизонтальные размеры  $L$ ,  $L_1$  определяется односторонним износом штампа. Допуск на размер  $A$  не зависит от износа штампа.

Площадь проекции штампованной заготовки на плоскость разреза штампа, см <sup>2</sup>	Пределы отклонения линейных размеров, мм											
	$H, H_1, H_2, s$		$D, D_1, d, b, L, L_1$		Цветные сплавы		Титан, сталь		Цветные сплавы		Титан, сталь	
	Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5	Класс 4	Класс 5
До 16	+0,20	+0,30	+0,20	+0,30	+0,20	+0,30	+0,20	+0,30	+0,20	+0,30	+0,20	+0,30
св. 16 до 25	+0,10	+0,15	+0,10	+0,15	+0,10	+0,15	+0,10	+0,15	+0,10	+0,15	+0,10	+0,15
св. 25 до 40	+0,05	+0,07	+0,05	+0,07	+0,05	+0,07	+0,05	+0,07	+0,05	+0,07	+0,05	+0,07
св. 40 до 80	+0,03	+0,04	+0,03	+0,04	+0,03	+0,04	+0,03	+0,04	+0,03	+0,04	+0,03	+0,04
св. 80 до 160	+0,02	+0,03	+0,02	+0,03	+0,02	+0,03	+0,02	+0,03	+0,02	+0,03	+0,02	+0,03
св. 160 до 320	+0,01	+0,02	+0,01	+0,02	+0,01	+0,02	+0,01	+0,02	+0,01	+0,02	+0,01	+0,02
св. 320	+0,005	+0,01	+0,005	+0,01	+0,005	+0,01	+0,005	+0,01	+0,005	+0,01	+0,005	+0,01

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

Изготовление деталей из отливок дает значительный экономический эффект; литье позволяет получать детали сложной конфигурации, которые невозможно выполнить другими способами формообразования.

Следует помнить, что механические свойства деталей из литейных сплавов несколько хуже, чем у деталей, получаемых из деформируемых сплавов.

Если механические свойства литых деталей удовлетворяют требованиям конструкции, если деталь имеет сложные криволинейные поверхности, полости и выступы, расположенные в различных направлениях, или должна быть изготовлена из сверхпрочных сплавов, с трудом поддающихся механической обработке, то рекомендуется применять литье.

Конструктивное оформление литой детали позволяет получить оптимальное распределение материала по сечениям детали, что частично может компенсировать ее пониженные механические свойства.

Формы детали должны выбираться с учетом способа литья и технологических свойств литейного сплава.

Количество обрабатываемых поверхностей следует по возможности уменьшать. Точность размеров литых заготовок и, следовательно, коэффициент использования материала (КИМ) зависит от способа литья. Литье в песчаные формы позволяет получить КИМ порядка 0,6, литье в кокиль - 0,65, в оболочковые формы - 0,85, по выплавляемым моделям - 0,9, литье под давлением - 0,95.

Класс точности и шероховатость поверхности литых заготовок при различных способах литья приведены в разделе "Рекомендации по выбору способов литья".

В разделе "Выбор формы литых деталей" приведены основные рекомендации, которыми следует руководствоваться при проектировании литых деталей и заготовок.

Для получения прочной и жесткой детали при наименьшей массе целесообразно выполнять тонкостенную ребренную конструкцию.

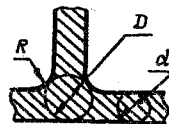
Следует выбирать минимальную толщину стенок, обеспечивающую прочность конструкции. Необходимо стремиться к равномерной толщине стенок по сечению. Тонкие, равномерной по сечению толщине стенок обладают наилучшими механическими свойствами, обеспечивают оптимальные механические свойства в местах переходов и сопряжений стенок и ребер, а также снижают трудоемкость изготовления отливок и массу детали.

При проектировании литых деталей необходимо предусматривать литейные уклоны для извлечения модели из формы и стержня из стержневого ящика.

Для стенок большой протяженности (A) целесообразно применение конструктивных уклонов в направлении извлечения модели из формы. Это способствует снижению массы детали и повышению качества детали за счет выравнивания толщины стенок.

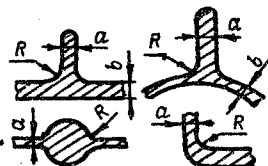


При выборе сопряжений стенок или ребер рекомендуется пользоваться правилом вписанных окружностей, т.е. соотношение  $D/d$  должно стремиться к единице при заданной толщине сопрягаемых стенок, чего можно достигнуть выбором радиусов сопряжений  $R$ .  
Отношение  $D/d$  не должно быть более 1,3.



Для получения оптимальных механических свойств в местах сопряжения стенок или ребер рекомендуется при выборе радиусов сопряжений руководствоваться следующими данными:

- для стенок толщиной до 10 мм во взаимно перпендикулярном сопряжении  $R = (a+b)/2$  (для сплавов АЛ9 и ВАЛ10),  $R = (a+b)/3$  (для остальных сплавов);
- при сопряжении стенок или ребер толщиной до 6 мм с массивными частями отливки  $R = a$ .



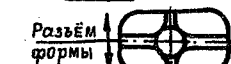
Во избежание сосредоточения массы материала, приводящего к появлению рыхлот и раковин, необходимо применять разрежение массивных мест, что достигается выбором правильного вида сопряжений, применением ребер жесткости и конструктивных отверстий.

Применение ребер жесткости позволяет снизить внутренние напряжения в местах сопряжения стенок различного сечения, предотвратить коробление, образование трещин и дефектов усадочного происхождения.

Ребра жесткости следует придавать криволинейную форму во избежание трещин в местах стыка их с основными стенками детали.

Ребра жесткости рекомендуется располагать на прямых участках детали и перпендикулярно плоскости разреза.

В местах перехода толстостенных участков отливки в тонкостенные рекомендуется предусматривать внутренние ребра жесткости.



Отверстия в литых заготовках выполняются в тех случаях, когда они имеют сложную форму, переменное сечение и в случаях, когда целесообразно избежать механической обработки или уменьшить ее объем. Отверстия в стенках рекомендуется усиливать бортиками.

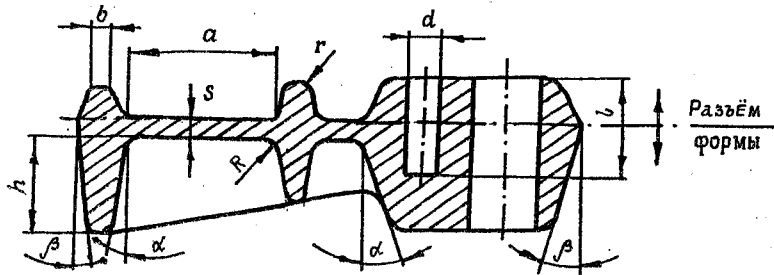
Обозначение отливок в основной надписи чертежа:

- отливки из сталей Сталь ВМД-3 гр.контр.2  
ОСТ 90090-73
- отливки из алюминиевых сплавов Алом.сплав АЛ9-1-Т5 гр.контр.2  
ОСТ 90021-79
- отливки из магниевых сплавов Магн.сплав МЛ8-Т6 гр.контр.2  
ОСТ 90248-77
- отливки из титановых сплавов Титан.сплав ВТ20Л гр.контр.2  
ОСТ 90060-79
- отливки из бронзы Бронза ВБр 3 гр.контр.2  
ОСТ 90072-72

## 5.1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СПОСОБА ЛИТЬЯ

Назначение и серийность детали	Максимальный размер, мм	Способ литья	Класс точности шерохов. поверхн.
<b>ДЕТАЛИ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ</b>			
Крупногабаритные детали высокой точности и чистоты для мелко-серийного производства	2500	В песчаные формы	Лт5 $R_a20$
Детали любой конфигурации для серийного производства	1000	В кокиль	Лт4 $R_a10$
Крупногабаритные детали каркаса с тонкими стенками	2000	В оболочковые формы	Лт4 $R_a5$
Детали сложной формы, трудоемкие для механической обработки	500	По выплавляемым моделям	Лт4 $R_a5$
Тонкостенные детали ( $\delta = 2,5+3,0$ мм) сложной конфигурации	1200	Под давлением	Лт4 $R_a2,5$
Тонкостенные детали типа панелей	1200x3500	Выжиманием	Лт4 10
Малогобаритные тонкостенные ( $\delta = 2$ мм и более) замкнутые отсеки	500	Под низким давлением	Лт4 $R_a10$
<b>ДЕТАЛИ ИЗ СТАЛИ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ</b>			
Крупногабаритные детали невысокой точности и чистоты для мелко-серийного производства	2500	В песчаные формы	Лт4 (Шкл) $R_a20$
Детали любой конфигурации для серийного производства	1000	В кокиль	Лт4 (Шкл) $R_a10$
Крупногабаритные плоскостные детали с тонкими стенками	1000	В оболочковые формы	Лт5 (Шкл) $R_a5$
Детали сложной формы, трудоемкие для механической обработки	500	По выплавляемым моделям	Лт4 (Шкл) $R_a5$
Класс точности отливок из алюминиевых, магниевых и титановых сплавов назначают в соответствии с ОСТ 141154-72.			
Класс точности отливок из стали назначают в соответствии с ГОСТ 2009-55. На крупногабаритное стальное литье размером более 500 мм назначают III класс точности по ГОСТ 2009-55.			

5.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК



s - толщина стенки, мм; h - высота ребра, мм;  
 a - расстояние между ребрами (стенками), мм;  
 b - толщина ребра (стенки), мм;  
 d - диаметр отверстия, мм; l - глубина отверстия, мм;  
 r - радиус галтели на вершине стенки (ребра), мм;  
 R - радиус сопряжения стенки и ребра (боошки), мм;  
 $\alpha$  - литейный уклон внутренней поверхности, °;  
 $\beta$  - литейный уклон внешней поверхности, °.

5.2.1. МИНИМАЛЬНАЯ ТОЛЩИНА СТЕНКИ

Максимальная величина заливаемой горизонтальной площади, см <sup>2</sup>	Минимальная толщина стенки s, мм							
	Алюминиевые и магниевые сплавы				Стали	Титановые сплавы		
	В песчаных формах	В кокиль	По выплавляемым моделям	Под давлением	По выплавляемым моделям	В керамических формах	По выплавляемым моделям и лезьям	Наибольшие
Св. 25	3,0	3,0	2,0	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0
25 - 100	3,5	3,5	2,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0
100 - 225	4,0	4,0	3,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
225 - 400	4,5	5,0	3,5	2,5	3,0	3,5	4,0	4,0
400 - 1000	5,0	-	-	-	4,0	5,0	6,0	6,0
1000 - 1600	6,0	-	-	-	-	6,0	-	6,0

5.2.2. МИНИМАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ СТЕНКАМИ

Способ литья	В песчаные формы		В кокиль	По выпл. моделям
	без стержней	со стержнями		
Расстояние между стенками (или ребрами), мм, не менее	10	8+10	4	4
Соотношение между высотой h ребер и расстоянием a между ними, (h/a), не менее	1	10	6	4

5.2.3. ВЕЛИЧИНЫ ЛИТЕЙНЫХ (ФОРМОВОЧНЫХ) УКЛОНОВ ПО ГОСТ 3212-57

Способ литья		В песчаные формы	В оболочковые формы	В кокиль	По выплавляемым моделям
Миним. уклон	$\alpha$	1°	- (2°)	1° (2°)	- (0°30')
	$\beta$	0°30'	- (2°)	0°30' (2°)	- (0°30')
Оптим. уклон	$\alpha$	1°30' (2°)	2° (3°)	1°30' (3°)	0°30' (1°)
	$\beta$	1° (2°)	2° (3°)	1° (3°)	0°20' (1°)

В таблице приведены величины уклонов для литья из стали и цветных металлов; в скобках приведены значения уклонов для литья из титановых сплавов.

5.2.4. МИНИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ НЕОБРАБАТЫВАЕМЫХ ОТВЕРСТИЙ

Сплав	Алюминиевые и магниевые		Титановые		Стали		
	В песчаных формах	В кокиль	По выплавляемым моделям	По выплавляемым моделям	В оболочковых формах	По выплавляемым моделям	
Способ литья							
Минимальный диаметр отверстия d, мм	8+10	5	2	5	15	10	
Максимальная глубина отверстия t, мм	сквозного	10d	10d	2d	10d	10d	2d
	глухого	5d	5d	1d	5d	5d	1d

5.2.5. МИНИМАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАДИУСЫ, мм

Радиусы галтелей на вершинах стенок и ребер r	Мелкие отливки по выплавляемым моделям, r = 0,5 Отливки в землю и кокиль, r = 2,0 Отливки по выплавляемым моделям, r = 1,0
Радиусы сопряжений R	Отливки по выплавляемым моделям, R = 0,25 Остальные виды отливок, R = 3,0

ВЕЛИЧИНА ВНЕШНИХ КОНСТРУКТИВНЫХ РАДИУСОВ берется по нормальному ряду:

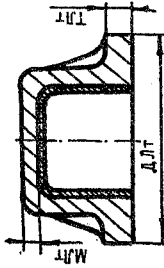
ряд: 1 2 3 5 8 10 15 20 25 30 40 мм

5.3. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ ПО ГОСТ 2009-55

Номинальный размер, мм		Толщина необраб. стенки, мм						
До 50	50+120	120+260	260+500	До 6	6+10	10+18	18+30	30+50
Отклонения по размерам II класс точности								
+0,8	+1,0	+1,2	+1,5	+0,8	+0,8	+1,0	+1,0	+1,5

5.4. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ, МАГНИЕВЫХ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ПО ОСТИ 41154-72

Вид размера	Обозначение	Определение вида размера	ОТКЛОНЕНИЯ, мм																																																																																																																																																																																																											
			верх	ниж	верх	ниж																																																																																																																																																																																																								
Размеры необрабатываемых длин	Д	Все линейные размеры (длин, диаметров и т.п.) за исключением толщин тел и размеров между необрабатываемыми поверхностями и обработываемыми	ДлТ4	ДлТ5	ДлТ4	ДлТ5																																																																																																																																																																																																								
			+0,4	+0,5	+0,4	+0,5																																																																																																																																																																																																								
			+0,5	+0,6	+0,5	+0,6																																																																																																																																																																																																								
			+0,6	+0,7	+0,6	+0,7																																																																																																																																																																																																								
			+0,8	+0,9	+0,8	+0,9																																																																																																																																																																																																								
Размеры необрабатываемых толщин	Т	Все толщины стенок, ребер, фланцев и т.п. (входящие в понятие толщин тела), когда они не подвергаются механической обработке	ДлТ4	ДлТ5	ДлТ4	ДлТ5																																																																																																																																																																																																								
			+0,4	+0,5	+0,4	+0,5																																																																																																																																																																																																								
			+0,5	+0,6	+0,5	+0,6																																																																																																																																																																																																								
			+0,6	+0,7	+0,6	+0,7																																																																																																																																																																																																								
			+0,8	+0,9	+0,8	+0,9																																																																																																																																																																																																								
Размеры между необрабатываемыми и обработываемыми поверхностями	М	Все линейные размеры между необрабатываемыми поверхностями и обработываемыми (включая толщину тел), а также радиусы ушек и обшлак с просверленными отверстиями	ДлТ4	ДлТ5	ДлТ4	ДлТ5																																																																																																																																																																																																								
			+0,4	+0,5	+0,4	+0,5																																																																																																																																																																																																								
			+0,5	+0,6	+0,5	+0,6																																																																																																																																																																																																								
			+0,6	+0,7	+0,6	+0,7																																																																																																																																																																																																								
			+0,8	+0,9	+0,8	+0,9																																																																																																																																																																																																								
Обозначение вида предельного отклонения			ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ОТЛИВОК ПО ОСТИ 41154-72																																																																																																																																																																																																											
Предельные отклонения на любой размер одного вида (Д, Т или М) одинаковы и устанавливаются по наибольшему габаритному размеру детали			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Необходимый габаритный размер той детали</th> <th colspan="2">4 класс</th> <th colspan="2">5 класс</th> <th colspan="2">6 класс</th> </tr> <tr> <th>верх</th> <th>ниж</th> <th>ДлТ4</th> <th>ДлТ5</th> <th>ДлТ5</th> <th>ДлТ6</th> <th>ДлТ6</th> <th>ДлТ6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>До</td> <td>Св.</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>160</td> <td>+0,5</td> <td>+0,6</td> <td>+0,6</td> <td>+0,7</td> <td>+0,7</td> <td>+0,8</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>400</td> <td>+0,6</td> <td>+0,7</td> <td>+0,7</td> <td>+0,8</td> <td>+0,8</td> <td>+0,9</td> </tr> <tr> <td>630</td> <td>1000</td> <td>+0,8</td> <td>+0,9</td> <td>+0,9</td> <td>+1,0</td> <td>+1,0</td> <td>+1,1</td> </tr> <tr> <td>1250</td> <td>2000</td> <td>+1,0</td> <td>+1,2</td> <td>+1,2</td> <td>+1,5</td> <td>+1,5</td> <td>+1,7</td> </tr> <tr> <td>1600</td> <td></td> <td>+1,2</td> <td>+1,5</td> <td>+1,5</td> <td>+1,7</td> <td>+1,7</td> <td>+2,0</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td></td> <td>+1,5</td> <td>+1,8</td> <td>+1,8</td> <td>+2,0</td> <td>+2,0</td> <td>+2,5</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">5 класс</td> <td colspan="2">6 класс</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>До</td> <td>Св.</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>160</td> <td>+0,6</td> <td>+0,7</td> <td>+0,7</td> <td>+0,8</td> <td>+0,8</td> <td>+0,9</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>400</td> <td>+0,7</td> <td>+0,8</td> <td>+0,8</td> <td>+0,9</td> <td>+0,9</td> <td>+1,0</td> </tr> <tr> <td>630</td> <td>1000</td> <td>+0,9</td> <td>+1,0</td> <td>+1,0</td> <td>+1,2</td> <td>+1,2</td> <td>+1,4</td> </tr> <tr> <td>1250</td> <td>2000</td> <td>+1,1</td> <td>+1,4</td> <td>+1,4</td> <td>+1,7</td> <td>+1,7</td> <td>+2,0</td> </tr> <tr> <td>1600</td> <td></td> <td>+1,4</td> <td>+1,8</td> <td>+1,8</td> <td>+2,2</td> <td>+2,2</td> <td>+2,6</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td></td> <td>+1,8</td> <td>+2,2</td> <td>+2,2</td> <td>+2,6</td> <td>+2,6</td> <td>+3,0</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">6 класс</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>До</td> <td>Св.</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>160</td> <td>+0,8</td> <td>+0,9</td> <td>+0,9</td> <td>+1,0</td> <td>+1,0</td> <td>+1,1</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>400</td> <td>+0,9</td> <td>+1,0</td> <td>+1,0</td> <td>+1,2</td> <td>+1,2</td> <td>+1,4</td> </tr> <tr> <td>630</td> <td>1000</td> <td>+1,1</td> <td>+1,4</td> <td>+1,4</td> <td>+1,7</td> <td>+1,7</td> <td>+2,0</td> </tr> <tr> <td>1250</td> <td>2000</td> <td>+1,4</td> <td>+1,8</td> <td>+1,8</td> <td>+2,2</td> <td>+2,2</td> <td>+2,6</td> </tr> <tr> <td>1600</td> <td></td> <td>+1,8</td> <td>+2,2</td> <td>+2,2</td> <td>+2,6</td> <td>+2,6</td> <td>+3,0</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td></td> <td>+2,2</td> <td>+2,6</td> <td>+2,6</td> <td>+3,0</td> <td>+3,0</td> <td>+3,4</td> </tr> </tbody> </table>				Необходимый габаритный размер той детали		4 класс		5 класс		6 класс		верх	ниж	ДлТ4	ДлТ5	ДлТ5	ДлТ6	ДлТ6	ДлТ6	До	Св.	60	100	60	100	60	100	100	160	+0,5	+0,6	+0,6	+0,7	+0,7	+0,8	250	400	+0,6	+0,7	+0,7	+0,8	+0,8	+0,9	630	1000	+0,8	+0,9	+0,9	+1,0	+1,0	+1,1	1250	2000	+1,0	+1,2	+1,2	+1,5	+1,5	+1,7	1600		+1,2	+1,5	+1,5	+1,7	+1,7	+2,0	2000		+1,5	+1,8	+1,8	+2,0	+2,0	+2,5			5 класс		6 класс				До	Св.	60	100	60	100	60	100	100	160	+0,6	+0,7	+0,7	+0,8	+0,8	+0,9	250	400	+0,7	+0,8	+0,8	+0,9	+0,9	+1,0	630	1000	+0,9	+1,0	+1,0	+1,2	+1,2	+1,4	1250	2000	+1,1	+1,4	+1,4	+1,7	+1,7	+2,0	1600		+1,4	+1,8	+1,8	+2,2	+2,2	+2,6	2000		+1,8	+2,2	+2,2	+2,6	+2,6	+3,0			6 класс						До	Св.	60	100	60	100	60	100	100	160	+0,8	+0,9	+0,9	+1,0	+1,0	+1,1	250	400	+0,9	+1,0	+1,0	+1,2	+1,2	+1,4	630	1000	+1,1	+1,4	+1,4	+1,7	+1,7	+2,0	1250	2000	+1,4	+1,8	+1,8	+2,2	+2,2	+2,6	1600		+1,8	+2,2	+2,2	+2,6	+2,6	+3,0	2000		+2,2	+2,6	+2,6	+3,0	+3,0	+3,4
Необходимый габаритный размер той детали		4 класс		5 класс		6 класс																																																																																																																																																																																																								
верх	ниж	ДлТ4	ДлТ5	ДлТ5	ДлТ6	ДлТ6	ДлТ6																																																																																																																																																																																																							
До	Св.	60	100	60	100	60	100																																																																																																																																																																																																							
100	160	+0,5	+0,6	+0,6	+0,7	+0,7	+0,8																																																																																																																																																																																																							
250	400	+0,6	+0,7	+0,7	+0,8	+0,8	+0,9																																																																																																																																																																																																							
630	1000	+0,8	+0,9	+0,9	+1,0	+1,0	+1,1																																																																																																																																																																																																							
1250	2000	+1,0	+1,2	+1,2	+1,5	+1,5	+1,7																																																																																																																																																																																																							
1600		+1,2	+1,5	+1,5	+1,7	+1,7	+2,0																																																																																																																																																																																																							
2000		+1,5	+1,8	+1,8	+2,0	+2,0	+2,5																																																																																																																																																																																																							
		5 класс		6 класс																																																																																																																																																																																																										
До	Св.	60	100	60	100	60	100																																																																																																																																																																																																							
100	160	+0,6	+0,7	+0,7	+0,8	+0,8	+0,9																																																																																																																																																																																																							
250	400	+0,7	+0,8	+0,8	+0,9	+0,9	+1,0																																																																																																																																																																																																							
630	1000	+0,9	+1,0	+1,0	+1,2	+1,2	+1,4																																																																																																																																																																																																							
1250	2000	+1,1	+1,4	+1,4	+1,7	+1,7	+2,0																																																																																																																																																																																																							
1600		+1,4	+1,8	+1,8	+2,2	+2,2	+2,6																																																																																																																																																																																																							
2000		+1,8	+2,2	+2,2	+2,6	+2,6	+3,0																																																																																																																																																																																																							
		6 класс																																																																																																																																																																																																												
До	Св.	60	100	60	100	60	100																																																																																																																																																																																																							
100	160	+0,8	+0,9	+0,9	+1,0	+1,0	+1,1																																																																																																																																																																																																							
250	400	+0,9	+1,0	+1,0	+1,2	+1,2	+1,4																																																																																																																																																																																																							
630	1000	+1,1	+1,4	+1,4	+1,7	+1,7	+2,0																																																																																																																																																																																																							
1250	2000	+1,4	+1,8	+1,8	+2,2	+2,2	+2,6																																																																																																																																																																																																							
1600		+1,8	+2,2	+2,2	+2,6	+2,6	+3,0																																																																																																																																																																																																							
2000		+2,2	+2,6	+2,6	+3,0	+3,0	+3,4																																																																																																																																																																																																							



Обозначение вида предельного отклонения на любой размер одного вида (Д, Т или М) одинаковы и устанавливаются по наибольшему габаритному размеру детали

6. ЗАЩИТА ДЕТАЛЕЙ ОТ КОРРОЗИИ

По условиям протекания коррозии (самопроизвольного разрушения металлических материалов вследствие физико-химического взаимодействия их с окружающей средой) можно выделить основные виды коррозии, встречающиеся в конструкции самолета:

**атмосферная коррозия**, поражающая наружные и внутренние поверхности обшивок, другие элементы конструкции;

**щелевая коррозия**, обусловленная сохранением влаги в узких щелях и зазорах под прокладками, во фланцевых соединениях, в клепаных швах, в стыках листов обшивки;

**коррозия под напряжением**, начинающаяся с поверхностного разрушения в результате одновременного воздействия коррозионной среды и механических напряжений;

**фреттинг-коррозия**, возникающая в местах контакта плотно сочлененных номинально неподвижных пар деталей. В зоне контакта в результате относительных микроперемещений деталей под воздействием повторно-переменных нагрузок происходит повреждение, схватывание, окисление и абразивное разрушение поверхностей (болтовые соединения: шасси, крепления рельсов закрылков, съемных панелей крыла и т.д.);

**контактная коррозия**, возникающая в местах соприкосновения деталей, выполненных из разнородных в электрохимическом отношении металлов. В зоне контакта возникает гальванический элемент.

Основные пути предупреждения возникновения и развития коррозии:

1. Применение рациональных конструкторских решений, обеспечивающих исключение скопления влаги в различных зонах конструкции.

2. Применение преимущественно допустимых и ограниченно допустимых контактов металлов с эффективными защитными покрытиями.

В приведенной ниже "Таблице допустимости контактов металлов" впереди стоящий металл является анодом (растворимым электродом), который начинает корродировать при контакте с металлом, стоящим за ним (катодом).

Допустимые контакты между металлами отмечены знаком (+); ограниченно допустимые - знаком (0), недопустимые - знаком (-).

Ограниченно допустимые контакты между металлами применяются только при условии периодического возобновления защиты контактных поверхностей нанесением рабочих и консервационных смазок, лакокрасочных покрытий.

Лакокрасочные материалы для исключения контактной коррозии следует наносить на оба контактируемых материала (допускается нанесение лакокрасочного покрытия только на катодный металл).

Защита деталей и агрегатов от коррозии осуществляется следующими видами покрытий: гальваническими (кадмирование, цинкование, хромирование), химическими (оксидирование, фосфатирование, пассивация), анодизационными (анодирование) и органическими (лакокрасочными).







Продолжение

Номенклатура и условия эксплуатации детали	Схема защитного покрытия Обозначение покрытия на чертеже
Детали из алюминиевых сплавов	
Обшивки	Серноокислотное анодирование с толщиной пленки 6 + 9 мкм. Наполнение в воде. Снаружи лак или эмаль, внутри грунт. Покрытие Ан.Окс. 6-9 усл. (снаружи лак АК-внутри Гр.ФЛ-086
Детали внутреннего набора, работающие в воздухе	Серноокислотное анодирование с наполнением в хромпике с последующей грунтовкой. Покрытие Ан.Окс.6-9.хр/Гр.ФЛ-086
То же в топливе и масле	Покрытие Ан.Окс. 6-9.хр.
Точные детали (с полями допусков по качеству там 6+9)	Химически оксидировать или анодировать в хромовой кислоте. Посадочные поверхности не грунтовать, непосадочные - грунтовать с алюминиевой пудрой. Покрытие Хим.Окс. или Ан.Окс в хромовой к-те/Гр.АК-069 с 1,5% пудры ПАК-4
Детали, сваренные встык	Покрытия Ан.Окс. 6-9. хр/Гр.ФЛ-086
Детали из труб	Покрытие Ан.Окс. 6-9.хр/Гр.ФЛ-086, снаружи эм.ПФ-223 (цвет)
Детали, работающие при нагреве до 200°С	Покрытие Ан.Окс. 6-9.хр/Гр.ФЛ-086, с 2% пудры ПАК-4
То же при нагреве до 300°С	Покрытие Ан.Окс. 6-9.хр./эм.ИФ-820
Литые детали	Покрытие Хим.Окс./Гр.АК-70 2 слоя, эм.ХВ-16 (цвет)
Трущиеся поверхности штоков	Твердое анодирование на толщину 24+60мкм. Покрытие Ан.Окс.тв.24-60
Детали из магниевых сплавов	
Силовые детали, работающие в жестких условиях	Покрытие Хим.Окс./Гр.ЭП-076, 2сл. эм.ЭП-140
Детали внутреннего набора	Покрытие Хим.Окс/ 2сл. Гр.АК-070, 3 сл. эм. ХВ-16 (цвет)

7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ

Основной задачей технического контроля является недопущение выпуска продукции, не соответствующей требованиям чертежа, техническим требованиям и Государственным стандартам.

Контроль геометрических параметров детали проводится независимо от указаний в технических требованиях для всех деталей.

Контроль физических параметров детали (электрических, механических, химических величин, определяющих характер протекания технологического процесса или свойства детали, заготовки) должен быть оговорен в технических требованиях на чертеже.

7.1. КОНТРОЛЬ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Отраслевой стандарт ОСТ I 00021-72 устанавливает группы контроля термической и химико-термической обработки деталей и распространяется на детали из черных и цветных металлов и сплавов, изготавливаемые из штамповок, поковок, отливок, сортового проката, листа, ленты, проволоки, труб, профиля.

Группы контроля для деталей, подвергаемых термической обработке (закалке, закалке и отпуску, закалке и старению, отжигу, нормализации)

Группа контроля	Объем контроля по видам испытаний		
	Твердость	Механические свойства	
1	Не проверяют	100% деталей	
2	100% деталей	Выборочно (одна и несколько деталей)	
2а	Не проверяют	Выборочно (одна или несколько деталей или на образцах-свидетелях)	
3	100% деталей	Не проверяют	
4	10% деталей	Не проверяют	
5	Детали, твердость и механические свойства которых не подлежат контролю		
Группы контроля для деталей, подвергаемых химико-термической обработке (цементации, цианирования - ц, нитроцементации - нц, азотированию - а)			
Группа контроля	Объем контроля качества поверхностного слоя		
	твердости	микроструктуры	глубины
1п 1а	100% деталей	Одна деталь (часть ее) от садки или на образцах-свидетелях	5%, но не менее одной детали (части ее) от садки или на образцах-свидетелях
2п 2а	10% деталей	Периодически на образцах-свидетелях	2%, но не менее одной детали

### 7.2. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ШТАМПОВАННЫХ ЗАГОТОВОК

Штамповки и поковки из цветных сплавов и сталей в зависимости от назначения и условий работы разделяются на 3 группы контроля	
I группа	Штамповки и поковки, подлежащие поштучному контролю механических свойств и твердости
II группа	Штамповки и поковки, подлежащие выборочному контролю механических свойств и твердости
III группа	Штамповки и поковки, подлежащие контролю только на твердость
Штамповки, из которых невозможно вырезать стандартный образец для испытаний механических свойств ( $\phi = 8$ мм, $l = 60$ мм) нельзя относить к I и II группам	

### 7.3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

Отливки из алюминиевых, магниевых, титановых сплавов и сталей согласно ОСТ I 90074-72 разделяются на 4 группы контроля, из которых нашли применение только группы 2 (основное применение) и 2а (ограниченное применение)	
Группа 2	Предусматривает контроль механических свойств отдельно отлитых образцов данной плавки, а также контроль деталей на внутренние (рентгеноконтроль) и внешние (люминесцентный контроль) дефекты
Группа 2а	Предусматривает для неотчетливых деталей только контроль механических свойств по результатам отдельно отлитых образцов плавки и контроль на внешние дефекты

Рентгеновский контроль является основным показателем качества отливки, поэтому все ответственные расчетные детали, разрушение которых связано с аварией, следует относить к группе 2 контроля с объемом испытаний 100% отдельных нагруженных мест деталей, которые указываются на поле чертежа. При этом допускается применять графическое обозначение методов контроля.

Вид контроля	Метод контроля	Условное графическое обозначение	
Магнитный	Магнитопорошковый		
Капиллярный	Цветной краской		
	Люминесцентный		
Акустический	Ультразвуковой		
Радиационный	Рентгеновский		

### 8. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

Технические требования (текстовая часть чертежа) в соответствии с ГОСТ 2.316-68 излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования по возможности в следующей последовательности:

- требования теоретического чертежа и принципиальной схемы;
- требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке;
- размеры, предельные отклонения размеров, формы, взаимного расположения поверхностей;
- требования к качеству поверхностей, указания о покрытии;
- условия и методы испытаний;
- указания о металлизации;
- указания о маркировании и клеймении;
- правила хранения, консервации, упаковки и транспортировки;
- коэффициент использования материала (КИМ);
- коэффициент необработанных поверхностей (КНО);
- сведения о паспортизации.

Ниже приведены примерные общие технические требования на чертежах для различных категорий деталей.

#### 8.1. МЕХАНООБРАБАТЫВАЕМЫЕ ДЕТАЛИ

1. Термообработка:  $\sigma_B = \dots$  даН/мм<sup>2</sup>, группа контроля ... по ОСТ I 00021-78.
2. Поверхность детали упрочнить по инструкции ПИ № ... .
3. Неуказанные предельные отклонения размеров по ОСТ I 00022-80.
4. Резьба по ОСТ ...
5. Сбеги, недорезы, проточки и фаски резьбы по ОСТ I 00010-81.
6. Острые кромки скруглить радиусом ... мм.
7. На главном виде малки условно не показаны.
8. Контур и малки детали выполнять по шаблонам, снятым с плаза.
9. При обработке закрытой малки, мест пересечения ребер с полками допускается уступ не более ... мм. Врезание не допускается.
10. Покрытие ...
11. Проверить отсутствие дефектов после покрытия.
12. Контроль ...
13. Клеймить и маркировать ...

### 8.2. ДЕТАЛИ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА И ПРОФИЛЕЙ

1. Деталь изготавливать по шаблонам, снятым с плаза, теоретический чертеж № ...
2. Термообработка:  $\sigma_s = \dots$  даН/мм<sup>2</sup>, группа контроля ... по ОСТ I 00021-78.
3. Размер заготовки ...
4. Неуказанные предельные отклонения размеров, форм и расположения поверхностей по ОСТ I 00022-80.
5. Допускается утонение не более ...% от исходной толщины.
6. Острые кромки скруглить радиусом ...мм
7. Покрытие ...
8. Проверить отсутствие дефектов после покрытия.
9. Размеры для справок.
10. Клеймить и маркировать ...
11. КИМ

### 8.3. ГОРЯЧЕШТАМПОВАННЫЕ ДЕТАЛИ

1. Штамповка из сплава ... по ОСТ ..., группа контроля ...
2. Штамповочные уклоны ...°.
3. Неуказанные штамповочные радиусы ... мм.
4. Площадь проекции ... см<sup>2</sup>.
5. Предельные отклонения размеров штамповки по ОСТ I 41187-78, класс ...
6. Термообработка:  $\sigma_s = \dots$  даН/мм<sup>2</sup>, группа контроля ... по ОСТ I 00021-78.
7. Поверхность детали упрочнить по инструкции ПИ № ...
8. Неуказанные предельные отклонения размеров, форм и расположения обрабатываемых поверхностей по ОСТ I 00022-80.
9. Острые кромки скруглить радиусом ...мм.
10. Контроль ... (указать метод и места контроля).
11. Покрытие ...
12. Проверить отсутствие дефектов после покрытия.
13. Клеймить и маркировать ...
14. КИМ, КНП.

### 8.4. ЛИТЫЕ ДЕТАЛИ

1. Отливка из сплава ... по ОСТ ..., группа контроля ...
2. Литейные уклоны ...°.
3. Неуказанные наружные литейные радиусы ...мм.
4. Неуказанные внутренние литейные радиусы ...мм.
5. Предельные отклонения размеров отливки по ..., класс ...
6. Исправление дефектов отливки в зоне (указать зону) допускается (не допускается).
7. Раковины и включения в зоне (указать зону) допускаются (не допускаются).
8. Термообработка:  $\sigma_s = \dots$  даН/мм<sup>2</sup>, группа контроля ... по ОСТ I 00021-78.
9. Поверхность детали упрочнить по инструкции ПИ № ....
10. Неуказанные предельные отклонения размеров, форм и расположения обрабатываемых поверхностей по ОСТ I 00022-80.
11. Острые кромки скруглить радиусом ...мм.
12. Контроль ... (указать метод и места контроля).
13. Покрытие ...
14. Проверить отсутствие дефектов после покрытия
15. Клеймить и маркировать ...
16. КИМ, КНП.

### 8.5. УКАЗАНИЯ О МАРКИРОВАНИИ И КЛЕЙМЕНИИ ДЕТАЛЕЙ

Содержание маркирования: обозначение изделия по основному конструкторскому документу. Обозначение маркировки - Ч.  
Содержание клеймения: окончательная приемка изделия. Обозначение клейма - К.

Способы нанесения маркировки или клейма и их обозначения:

Ударный - у; гравированием - г; травлением - т; краской - к; литьем или штамповкой - л; электрохимическим способом - эх.

Типовые формулировки маркирования и клеймения:

1. Маркировать Чу (Чг, Чк и т.д.) шрифтом ПО-3 ГОСТ 2930-62 и клеймить Ку (Кг, Кк и т.д.), когда можно маркировать и клеймить в любом месте детали.
2. Маркировать шрифтом ПО-3 ГОСТ 2930-62, когда на чертеже определено место маркировки и клеймения.

## 9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Применение армированных композиционных материалов (КМ) на основе стеклянных, углеродных, органических, борных волокон, металлических наполнителей, полимерных термопластичных и термореактивных матриц (связующих), металлических матриц в сочетании с эффективными технологическими процессами, за счет целенаправленной ориентации свойств материала в соответствии с назначением конструкции, действующими на нее нагрузками и условиями эксплуатации позволяют создавать конструкции, обладающие меньшей массой и свойствами, которые невозможно получить при использовании традиционных материалов.

В процессе создания конструкции с заданным спектром нагрузок конструктор выбирает исходные компоненты (наполнитель и матрицу), определяет рациональную структуру материала (ориентацию волокон) в соответствии с действующими нагрузками и особенностями технологического процесса.

Свойства КМ зависят не только от свойств наполнителя и матрицы, но и от способа армирования (намотка, выкладка). При этом свойства КМ определяются, в основном, свойствами однонаправленного слоя КМ, ориентированного по направлению действующих главных напряжений.

Основные свойства КМ с однонаправленным расположением волокон, которые достаточно полно характеризуют свойства КМ с набором любой ориентации наполнителя, приведены в таблице.

Материал	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Предел прочности, даН/мм <sup>2</sup>			Модуль упругости, даН/мм <sup>2</sup>		
	$\rho$	$\sigma_p$	$\sigma_{ск}$	$\tau$	$E_p$	$E_c$	$G$	
								$\rho$
Стеклопластик	2,10	175	65	4,8	5700	900	520	
Органоластик	1,38	180	28	4,2	7200	490	200	
Углепластик	1,50	110	45	2,7	18000	620	50	
Боропластик	2,00	160	240	10,2	21000	1900	620	
Углеалюминий	1,25	110	60	4,5	20000	-	-	
Бороалюминий	2,64	140	200	8,4	23000	14000	6300	

Физические величины, характеризующие свойства КМ и исходных компонентов (наполнителя и матрица), приведены в таблицах в следующих единицах:

$\sigma_p$	- предел прочности при растяжении вдоль волокон	даН/мм <sup>2</sup>
$\sigma_{ск}$	- предел прочности при сжатии вдоль волокон	даН/мм <sup>2</sup>
$\delta$	- относительное удлинение при разрыве	%
$E_p$	- модуль упругости вдоль волокон	даН/мм <sup>2</sup>
$E_c$	- модуль упругости поперек волокон	даН/мм <sup>2</sup>
$G$	- модуль упругости при сдвиге	даН/мм <sup>2</sup>
$\rho$	- плотность материала	г/см <sup>3</sup>
$T$	- теплостойкость по Мартенсу	К
$a$	- ударная вязкость	кДж/см <sup>2</sup>
$\tau$	- предел прочности при межслоевом сдвиге	даН/мм <sup>2</sup>

Ниже приведены основные справочные и руководящие технические материалы по элементам конструкций из КМ; методы их проектного и поверочного расчетов на прочность представлены в работах [2,7,12].

### 9.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПОЛНИТЕЛЕЙ КМ

В волокнистых КМ высокопрочные волокна, ориентированные в направлении действия основных напряжений, обеспечивают требуемую прочность и жесткость конструкции.

Элементарные волокна наполнителя при изготовлении конструкций из КМ используются в виде первичных нитей, прядей некрученных нитей - жгутов (ровницы, ровинга), крученных нитей, лент и тканей.

#### 9.1.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛОКНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ КМ

Марка наполнителя	Диаметр волокна,	Плотность $\rho$ ,	Модуль упругости $E$ ,	Предел прочности при растяжении $\sigma$ ,	Удлинение при разрыве $\delta$ ,
	мкм				
Стеклянные волокна					
ВМ-1	7 - 12	2,58	9500	350	4,8
УП	7 - 12	2,47	8500	500	5,0
ВМП	7 - 12	2,56	9500	450	5,0
Органические волокна					
СВМ	7 - 15	1,3-1,45	13500	380 - 420	3,4
АРМОС	7 - 10	1,43	16000	450 - 550	3,0 - 3,5
Терлон-СД	7 - 10	1,44	7000	350 - 380	2,6 - 2,8
Кевлар-49	7 - 10	1,45	14000	360 - 380	2,7 - 3,5
Углеродные волокна					
УКН-П/5000	7 - 9	1,73	23000	280	1,0
Торнел-300	7 - 9	1,70	24500	378	1,5
Борное волокно					
БВ	100 - 200	2,6	42000	345	0,8
Наполнители для металлических КМ					
Волокна С	7	1,75-1,95	38000	140 - 240	4,5
Волокна В	100 - 180	2,6	42000	350	0,9
Карбид кремния в кристаллах					
Проволока:			49000	990	0,3
-титан	100 - 250	4,5	11000	110 - 140	20,0
-бериллий	100 - 500	1,86	32000	130 - 140	
-сталь	150	7,8	20600	360 - 370	30,0
-нерж. сталь	150	7,8	21000	420 - 460	40,0
-сплав АМГ-6	100 - 150	2,64	32000	710	15,0

#### 9.1.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ КМ

Марка наполнителя	Толщина ткани, мм	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Разрывная нагрузка		Примечание
			по основе, даН/мм <sup>2</sup>	по утку, даН/мм <sup>2</sup>	
Ткани на основе стеклянных волокон					
Т-10	0,23	290	470	260	Ткань, сатин
Т-10-80	0,25	290	510	260	
Т-12	0,30	370	390	230	
Т-13	0,27	285	300	190	
Ткани и ленты на основе углеволокна					
УТ-900	0,22	240	590	590	Ткань лента лента
ЛУ-П-0,1	0,09	1,7	260		
ЭЛМР-П-0,1	0,09	1,7	230		

## 9.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТРИЦ ДЛЯ КМ

В волокнистых КМ податливая матрица, заполненная межволоконное пространство, придает монолитность КМ, фиксируя форму изделия и взаимное расположение отдельных волокон наполнителя, распределяет действующие напряжения по объему КМ, обеспечивая совместную работу отдельных волокон наполнителя, равномерную нагрузку на волокно и ее перераспределение при разрушении отдельных волокон наполнителя за счет собственной жесткости и силового взаимодействия на границе раздела матрица - наполнитель.

## 9.2.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТВЕРЖЕННЫХ МАТРИЦ КМ

Марка матрицы	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Предел прочности, даН/мм <sup>2</sup>		Модуль упругости, даН/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение, %	Темпостойкость по Маргенсу, К	Примечание
	$\rho$	$\sigma_p$	$\sigma_{сж}$	$E_p$				
ЭД-20 ЭД-10. (эпоксидная)	1,20 - 1,40	5,9 - 8,8	14,7 - 16,7	590 - 880	Термоактивные матрицы	1,0 - 2,5	200 - 220	Для конструктивных КМ, работающих при температуре от 100 до 150°C
	1,25 - 1,50	8,9 - 9,3	12,7 - 16,7	890 - 930				
Полиэфирные смолы: ПЭ-63 Полиимидная Слокрил-1 Фенолформальдегидные Кремнийорганические	1,29 - 1,31	2,5 - 3,4	13,7	250 - 340	1,0 - 2,0	353	Для конструктивных КМ, работающих при температуре от 150 до 250°C	
	1,25 - 1,50	2,0 - 3,5	20,0 - 28,0	320 - 500	1,0 - 1,2	350 - 450		
	1,03 - 1,20	4,3 - 4,7		430 - 470	1,25 - 1,34	353 - 378		
	1,20 - 1,30	4,0 - 4,7	10,0 - 12,5	700 - 1100	0,40 - 0,50	475 - 523		
	1,35 - 1,40	2,5 - 5,0	6,0 - 10,0	680 - 1000	0,3			

## Продолжение

Марка матрицы	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Предел прочности, даН/мм <sup>2</sup>		Модуль упругости, даН/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение, %	Темпостойкость по Маргенсу, К	Примечание
	$\rho$	$\sigma_p$	$\sigma_{сж}$	$E_p$				
Термопластичные матрицы								
Полиэтилен низкого давления Полиамид ПМ-67 Фторопласт-4А	1,25 - 1,29	2,0 - 4,5	2,0 - 4,6	600 - 850	3,0 - 6,0	Для несложных элементов конструкций из КМ, работающих при температуре от -50 до +50°C	660 660 851 1730 1453	Для конструктивных КМ, работающих при температуре от 250 до 1000°C
	1,30 - 1,40	13,0	20,0 - 30,0	320	9,0 - 20,0			
	1,70 - 1,90	1,6 - 3,1	2,0	350	16 - 31			
Металлические матрицы								
Алюминиевые сплавы: - АЛ-1 - АМГ-6 Магнийевый сплав МА2-1 Титановый сплав ОТ-4-1 Никель	2,71	15,0	15,0	7100	20	660	Для несложных элементов конструкций из КМ, работающих при температуре от 250 до 1000°C	
	2,64	32,0	32,0	7100	25	660		
	1,8	26,0	26,0	4000	10	851		
	4,45 2,9	60 - 75 40 - 50	60 - 70 40 - 50	11000 20500	20 40	1730 1453		

## 9.3. СОСТАВ И СВОЙСТВА КМ

Марка материала (наполнитель матрица)	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности, даН/мм <sup>2</sup>			Модуль упругости, даН/мм <sup>2</sup>	Технологические свойства и применение
		$\sigma_p$	$\sigma_{сж}$	$\tau_{сд}$		
ВПС-20 (ЭДП-ГОП) СТП-97С (полиамидная)	2,2	93-115	46-69	5-7	4,6-5,6	Обтекатели, капоты, за- рылки, панели фюзеляжа Несилловые детали
	1,95	48-55	35-64	5-7	2,6-3,2	
Стеклотекстолит КАСТ-В Текстолит ПТК	1,85 1,40	30 10	30 10	5-7 3-5	3,5-4,5 1,5-2,0	Механообрабатываемые антифрикционные детали Ударопрочные конструк- ции: обшивки, панели, обтекатели
	1,30-1,38	140-220	28-31	4,0-6,4	7,2-9,5	
Органоэпоксидный КМ (однонаправл.) (эпоксидная)	1,28-1,31	374-561	32-35	4,9-5,6	2,4-4,0	Панели и подкрепляющие элементы силового набо- ра планера. Допускает прямой контакт с титано- выми сплавами типа ОТ-4, сталью ЗОХГСА через под- слой клея ВК-9
	1,5	105-110	40	5,0-7,0	12-15	
КМВ-3 (эпоксифенольная)	1,5	65 - 80	40	3,0-4,8	12-18	Силовые панели, работаю- щие при повышенных тем- пературах
	1,7	110-120	80	5,0-7,0	12-15	
КМВ-43 (ЭЛР-0,08П) ЭФЭФ	1,7	110	45	7,0-8,0	12,5	

## Продолжение

Марка материала (наполнитель матрица)	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности, даН/мм <sup>2</sup>			Модуль упругости, даН/мм <sup>2</sup>	Технологические свойства и применение
		$\sigma_p$	$\sigma_{сж}$	$\tau_{сд}$		
КМВ-1М (эпоксидная) КМВ-3 (эпоксидная мод.)	2,0	120	116	6,0	27	Силовые конструкции, ра- ботающие на сжатие в ус- ловиях повышенных темпе- ратур
	1,90-2,00	120	150	8,0	25,0	
Борокарболок- нит (борокарбо- стеклонит/эпок- сидная смола) Органоглеволок- нит (Торнал-300+ Кевлар-49/эпок- сидная смола)	1,84	164	84	6,31	21,5	Ударопрочные конструк- ции: обшивки, лонжероны, нервыры, обтекатели.
	1,51	121	69	5,5-8,5	10,825	
Бороалюминий (волокна бора/ АМГ-6) Углеалюминий (ЭЛР-П-0,1/ АМГ-6) Углеалюминий (ЛВ-2/АМГ-6)	2,49	120-140	65		25	Высокочечные, высоко- модульные конструкции, работающие в условиях повышенных температур. Технологичны при различ- ных видах обработки, хо- рошая свариваемость и коррозионная стойкость.
	2,1	110-120	55		15	
КММ-2 ПАП-С	2,25	100	45	Термопластичные КМ	13	Легкие, высокопрочные, ударостойкие конструкции, обшивки, панели, детали интерьера, крепежа.
	1,29 1,25	26,0 22,0	23,5 23,0		11,8 9,73	

#### 9.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ КМ

Окончательная форма и структура изделия из композиционного материала образуется намоткой на оправку или выкладкой в форму пропитанных связующим нитей, ровницы, жгутов, однонаправленной или тканой ленты под различными углами к продольной оси изделия с последующим отверждением под давлением в специальных термопечах или автоклавах.

Из композиционных материалов изготавливают тонкостенные стержни, используемые в качестве элементов ферменных конструкций, стрингеров, поясов балок и слабоизогнутых рам; балочные элементы однородной или слоистой конструкции, работающие на поперечный изгиб, например, лонжероны; крупноразмерные элементы конструкции, имеющие форму оболочек вращения, а также элементы конструкции корабчатого или более сложного поперечного сечения.

В качестве элементов обшивок, обладающих высокой удельной прочностью и жесткостью, используются плоские или подкрепленные панели, образованные совокупностью ориентированных различных образом композиционных слоев.

Изготавливаются также металлические балки, пояса которых усилены накладками из КМ.

КМ используются в виде однонаправленных жгутов, например, из оропластика, обладающего высоким модулем упругости, для усиления профилей из алюминиевых сплавов.

В процессе формообразования конструктивных элементов из КМ возможно получение листовых композиций с постоянной или переменной толщиной от 0,50 до 25,0 мм при любом сочетании сопрягаемых толщин.

Пределные отклонения по толщине  $\pm 0,10$  мм.

При формировании тонкостенных пространственных элементов конструкции (типа стенок, нервюр, коробок) минимальные внутренние радиусыгиба со стенки на борт 1,0...1,5 мм для оропластиков и стеклопластиков; 1,5...2,0 мм для углепластиков; 50...150 мм для боропластиков.

После формирования элементы конструкции из КМ могут дорабатываться всеми видами механической обработки с применением твердосплавного или алмазного инструмента.

Для механического соединения деталей из КМ применяются специальные виды крепежа: полупустотелые заклепки, игольчатые и штифто-болтовые крепежные элементы.

В местах соединения элементов конструкции из КМ с металлическими деталями рекомендуется вводить между слоями КМ тонкую фольгу из титановых сплавов или нержавеющей стали толщиной 0,03...0,1 мм.

#### 9.5. КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ КМ

Особенности конструкции из КМ	Свойства композитов	Рекомендации конструктору
Взаимосвязанность выбора материала, технологии и конструкции изделия	Анизотропия свойств КМ, зависимость конечных характеристик изделия от свойств исходных компонентов	Расположение армирующих волокон вдоль линий главных напряжений
Стабильность форм и размеров	Изделия из КМ устойчиво сохраняют форму и размеры в широком диапазоне температур, механических нагрузок и других внешних воздействий	Температурный коэффициент линейного расширения КМ можно регулировать подбором компонентов
Возможность объединения деталей в единый узел, изготавливаемый заодно	Необходимость строгого учета особенностей технологии, сборки и обработки узлов	Учет возможностей КМ по уменьшению числа разделных деталей
Высокая прочность и твердость	КМ превосходят по прочности большинство конструктивных материалов	Необходимо учитывать сложность механической обработки
Малая масса, возможность уменьшения размеров	КМ при равном объеме имеют значительно (на 25...40%) меньшую массу, чем металлы	Учет возможностей КМ по повышению конкурентноспособности изделия
Высокая стоимость технологической оснастки	Композиты хорошо формируются в пресс-формах	Необходимо проектировать конструкцию из КМ с учетом количества операций и пресс-форм
Устойчивость конструкции к неблагоприятным воздействиям внешней среды	Высокая коррозионная стойкость КМ, способность работать в агрессивных средах	применение конструкций КМ для снижения затрат на борьбу с коррозией
Высокие потребительские свойства изделия	Возможность получения сложных пространственных форм, фактура и окраски изделий без дополнительных технологических операций	Рациональный выбор технологических процессов и методов контроля качества, учет высокой чувствительности КМ к отступлениям от директивной технологии

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В.Г., Базанов Б.И. Справочник по авиационным материалам и технологии их применения.- М.: Транспорт, 1979.
2. Воробей В.В., Сироткин О.С. Соединения конструкций из композиционных материалов.- Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1985.
3. Гиммельфарб А.Л. Основы конструирования в самолетостроении.- М.: Машиностроение, 1980.
4. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч./ В.Д.Мягков и др. - 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1983.
5. Ендогоур А.И., Вайнберг М.В., Иерусалимский К.Н. Сотовые конструкции: выбор параметров и проектирование.- М.: Машиностроение, 1986.
6. Житомирский Г.И. Конструкция самолетов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов.- М.: Машиностроение, 1991.
7. Композиционные материалы. Справочник/ В.В. Васильев и др. Под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского.- М.: Машиностроение, 1990.
8. Лизин В.Г., Пяткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций. 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1985.
9. Мельников П.С. Справочник по гальванопокрытиям в машиностроении.- М.: Машиностроение, 1979.
10. Молодцов Г.А. Применение современных композиционных материалов в самолетостроении: Учебное пособие.- М.: Изд-во МАИ, 1984.
11. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие в 3-х книгах.- М.: Машиностроение, 1977.
12. Основы проектирования и изготовления летательных аппаратов из композиционных материалов: Учебное пособие/ В.В. Васильев и др.- М.: Изд-во МАИ, 1985.
13. Полуфабрикаты из титановых сплавов/ В.К. Александров и др. - М.: Металлургия, 1979.
14. Проектирование конструкций самолетов: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Самолетостроение"/ Е.С. Войт и др.- М.: Машиностроение, 1987.
15. Конструирование деталей: Учеб. пособие к курсовому проектированию. - М.: Изд-во МАИ, 1985.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие .....	3
I. Материалы и полуфабрикаты .....	4
1.1. Черные и цветные металлы и полуфабрикаты ...	6
1.2. Ограничитель сортамента металлических полуфабрикатов .....	13
1.3. Неметаллические материалы и полуфабрикаты ....	24
1.4. Заполнители сотовые .....	29
2. Проектирование деталей, получаемых механической обработкой .....	32
2.1. Шероховатость поверхности при различных методах обработки .....	33
2.2. Рекомендации по назначению шероховатости поверхности деталей .....	34
2.3. Сравнение качеств по СТ СЭВ 144-75 с классами точности по системе ОСТ .....	35
2.4. Рекомендательные по СТ СЭВ 144-75 посадки для размеров от 1 до 500 мм .....	35
2.5. Рекомендации по назначению посадок .....	36
2.6. Методы обработки, обеспечивающие получение различных качеств .....	37
2.7. Свободные предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей деталей по ОСТ 1 00022-80 .....	38
2.8. Резьба .....	41
2.9. Выход резьбы: сбеги, недорезы, недокаты, проточки, фаски по ОСТ 00010-81 .....	42
2.10. Глубины отверстий в зависимости от размеров нормальных сверл, зенкеров и разверток .....	43
2.11. Места под ключи гаечные. Размеры по ГОСТ 13682-68 .....	44
2.12. Обработка мест под головки болтов и гайки цековкой .....	45
2.13. Унификация элементов фрезерования .....	46
3. Проектирование деталей, получаемых методом холодной гибки и штамповки .....	48
3.1. Минимальные радиусы гибки листового материала .....	50
3.2. Отбортовки в деталях из листового материала по ГОСТ 17040-71 .....	51
3.3. Выпуклый и вогнутый борт деталей из листового материала по ГОСТ 17040-71 .....	52
3.4. Рифты деталей из листового материала по ГОСТ 17040-71 .....	53
3.5. Длина развертки детали при гибке из листа .....	53
3.6. Скругления в углах разверток деталей из листового материала .....	54
3.7. Подсечки деталей из листового материала по ОСТ 52468-80 .....	54
3.8. Предельные отношения высоты борта к его радиусу по ОСТ 51813-75 .....	55
3.9. Фестоны глухие и вырезанные. Форма и размеры по ОСТ 00126-74 .....	55
3.10. Вырезы под стрингеры .....	56
3.11. Предельные отклонения размеров холодноштампованных деталей из листа по ОСТ 00022-80 .....	57
3.12. Подсечки прессованных профилей по ОСТ 03668-74 .....	58
	93



3.13. Максимальные углы гибки (малковки) прессованных профилей по ОСТ 00129-74 .....	59
3.14. Минимальные радиусы изгиба прессованных профилей .....	59
4. Проектирование деталей из горячештампованных заготовок .....	60
4.1. Конструктивные элементы горячештампованных заготовок .....	62
4.2. Предельные отклонения размеров горячештампованных заготовок .....	68
5. Проектирование деталей из литых заготовок .....	69
5.1. Рекомендации по выбору способа литья .....	71
5.2. Конструктивные элементы литых заготовок .....	72
5.3. Предельные отклонения размеров отливок из стали по ГОСТ 2009-55 .....	73
5.4. Предельные отклонения размеров отливок из алюминиевых, магниевых и титановых сплавов по ОСТ 41154-72 ..	74
6. Защита деталей от коррозии .....	75
6.1. Таблица допустимости контактов металлов .....	76
6.2. Выбор защитных покрытий .....	77
7. Контроль качества деталей .....	79
7.1. Контроль термической и химико-термической обработки .....	80
7.2. Контроль качества штампованных заготовок .....	80
7.3. Контроль качества литых заготовок .....	81
8. Основные технические требования на чертежах .....	81
8.1. Механобработываемые детали .....	82
8.2. Детали из листового материала и профилей .....	82
8.3. Горячештампованные детали .....	83
8.4. Литые детали .....	83
8.5. Указания о маркировании и клеймении деталей ..	83
9. Проектирование элементов конструкций из композиционных материалов .....	84
9.1. Характеристики наполнителей КМ .....	85
9.2. Характеристики матриц для КМ .....	86
9.3. Состав и свойства КМ .....	88
Литература .....	92
9.4. Технологические возможности получения конструктивных элементов из КМ .....	90
9.5. Конструирование и технологические особенности производства изделий из КМ .....	91
Литература .....	92

Тем. план 1993, поз. I

Авдюхина Татьяна Михайловна  
 Алявдин Игорь Михайлович  
 Васильев Валентин Владимирович  
 Колганов Андрей Федорович  
 Красоткин Анатолий Александрович  
 Мальчевский Виктор Владимирович  
 Резниченко Вячеслав Иванович  
 Степанов Александр Николаевич  
 Шаталов Игорь Алексеевич

КОНСТРУИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ САМОЛЕТА

Редактор Е.Г. Ремнёва

Техн. редактор Е.А. Смирнова

Подписано в печать 18.05.93

Бум. офсетная. Формат 60x84 I/16. Печать офсетная

Усл. печ. л. 5,58. Уч.-изд. л. 6,00. Тираж 1000

Зак 2248/634. С60. Отпускная цена для реализации в МАИ 46 руб.

Типография издательства МАИ

125871, Москва, Волоколамское шоссе, 4

ДЛЯ ЗАМЕТОК