



ИЗДАТЕЛЬСТВО

**МОСКОВСКИЙ  
АВИАЦИОННЫЙ  
ИНСТИТУТ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**А.В. ЛЕЦИН  
Ю.И. ПОПОВ**

**КОНСТРУИРОВАНИЕ  
УЗЛОВ  
ПЛАНЕРА САМОЛЕТА**

МОСКВА • 1992

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

Кол-во пред. выдач. \_\_\_\_\_

*Бр. 1111*

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

А.В. ЛЕЩИН Ю.И. ПОПОВ

КОНСТРУИРОВАНИЕ УЗЛОВ  
ПЛАНЕРА САМОЛЕТА

Учебное пособие  
по курсовому проектированию

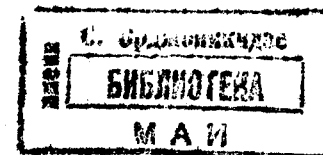
Под редакцией Ю.И. Попова

МАИ (ГТУ) НТБ



00216214

Утверждено  
на заседании редсовета  
23 октября 1991 г.



Москва  
Издательство МАИ  
1992

А 18 (075)  
Л-542

УДК: 629.735.33.02.01 (075.8)

Лещин А.В., Попов Ю.И. Конструирование узлов планера самолета:  
Учебное пособие по курсовому проектированию/Под ред. Ю.И. Попова.  
М.: Изд-во МАИ, 1992. - 104 с.: ил.

Приведены основные справочные, методические и руководящие технические материалы, применяемые при разработке конструкций агрегатов и узлов самолета. Даны рекомендации по применению фрагментов Государственных и Отраслевых стандартов, адаптированных к условиям учебного процесса.

Пособие предназначено для студентов самолетостроительной специальности, выполняющих лабораторные и практические работы, курсовой и дипломный проекты, а также для инженеров, занимающихся расчетом и проектированием авиационных конструкций.

Рецензенты: В.И. Абрамов, А.Г. Рахимбаев

Тем. план 1992, поз. 19

Лещин Александр Васильевич  
Попов Юрий Иванович

КОНСТРУИРОВАНИЕ УЗЛОВ ПЛАНЕРА САМОЛЕТА

Редактор Р.Н. Фурсова  
Техн. редактор Е.А. Смирнова

Подписано к печати 28.08.92  
Бум. офсетная. Формат 60x84 I/16. Печать офсетная  
Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 6,37. Тираж 1000.  
Зак. 2458/457. Цена 75 к.

Типография издательства МАИ  
125871, Москва, Волоколамское шоссе, 4

ISBN 5-7035-0479-1 © Московский авиационный институт, 1992

## 1. ЗАКЛЕПочНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

### 1.1. СОЕДИНЕНИЯ С ДВУСТОРОННИМ ПОДХОДОМ

Конструкция агрегатов и узлов, как правило, должна обеспечивать выполнение заклепочных соединений механизированным способом, т.е. с применением клепальных прессов и скоб. Ручная клепка клепальными молотками допускается только для заклепок диаметром  $d$  до 4 мм включительно.

Отраслевые стандарты заклепок, требующих двустороннего подхода для клепки, приведены в табл. 1.1. Обычные заклепки с потайной головкой (ЗУ) для ручной клепки рекомендуется применять в соединениях, которые проектируются по условиям статической прочности, не критичны по усталостной долговечности и не герметичны. Для клепки деталей внутреннего набора рекомендуется применять заклепки с плоской головкой, позволяющие производить групповую клепку.

Заклепки с потайной головкой и компенсатором (ЗУК) можно рекомендовать для склепывания обшивочных деталей толщиной  $(0,4...0,5)d$  в конструкциях герметичных воздушных отсеков из алюминиевых сплавов. Для клепки конструкций из алюминиевых сплавов с малыми толщинами обшивок до 1,8 мм включительно применяют заклепки с потайной уменьшенной головкой и компенсатором (ЗУКм) ОСТ 1 34046-80.

Универсальные заклепки (УЗ) и стержневые заклепки (ЗУС) можно рекомендовать для автоматической прессовой клепки потайных и непотайных соединений деталей и узлов топливных отсеков из алюминиевых сплавов. Причем в деталях с толщиной пакета  $(1,5...2)d$  необходимо ставить заклепки УЗ, а при толщине  $(2...3)d$  заклепки ЗУС.

Герметичность потайных и непотайных соединений рядовых (не стыковых) стрингеров с обшивкой по регулярным швам обеспечивается применением заклепок УЗ, ЗУК и ЗУС без дополнительных средств герметизации. Регулярным считается такой шов, в котором отсутствуют местные усиления, связанные со ступенчатым изменением толщины па-

Таблица I.I

Заклепки с двусторонним подходом для клепки

Наименование	№ п/п	Материал	Эскиз
С плоской головкой: для ручной клепки	ОСТ I 34076-85	B65	
	ОСТ I 34077-85	AMг5П	
	ОСТ I 34078-85	Д18	
	ОСТ I 34079-85	Д19П	
	ОСТ I 34073-85	Ю	
	ОСТ I 34075-85	I2X18H9T	
для автоматической клепки с компенсатором для ручной клепки	ОСТ I 34035-78	B65	
	ОСТ I 34040-79	B65	
с компенсатором для автоматической клепки	ОСТ I 34045-79	B65	
С потайной головкой $\angle 90^\circ$ : для ручной клепки	ОСТ I 34087-85	B65	
	ОСТ I 34088-85	AMг5П	
	ОСТ I 34089-85	Д18	
	ОСТ I 34090-85	Д19П	
	ОСТ I 34084-85	Ю	
	ОСТ I 34086-85	I2X18H9T	
для автоматической клепки с компенсатором для ручной клепки	ОСТ I 34037-78	B65	
	ОСТ I I2020-75	B65	
	ОСТ I 34039-79	B65	
С потайной головкой $\angle 120^\circ$ : для ручной клепки	ОСТ I 34098-85	B65	
	ОСТ I 34099-85	AMг5П	
	ОСТ I 34101-85	Д19П	
	ОСТ I 34097-85	I2X18H9T	
для автоматической клепки с компенсатором для ручной клепки	ОСТ I 34038-78	B65	
	ОСТ I 34047-80	B65	
Универсальные: для ручной клепки для автоматической клепки	ОСТ I 34043-80	B65	
	ОСТ I 34044-80	B65	
Стержневые	ОСТ I 34012-76	B65	
Под развальцовку: с плоской головкой с потайной головкой $\angle 90^\circ$	ОСТ I 34014-77	Д18	
	ОСТ I 34026-77	Д18	
Полупустотелые: с потайной головкой $\angle 120^\circ$	ОСТ I 34007-78	B65	

Примеры обозначения заклепок из B65 диаметром  $d = 4$  мм и длиной  $L = 12$  мм: 4-12-ОСТ I 34035-78; 4-12-ОСТ I 34012-76.

кета в зоне шва. Герметичность потайных и непотайных соединений по стыковым швам обеспечивается заклепками с внутришовной или шгуповой поверхностной герметизацией.

Заклепки полупустотелые предназначаются для клепки конструкций с применением композиционных материалов в тех случаях, когда исключена возможность сборки конструкций обычными заклепками.

Наиболее распространены заклепки из материала B65. Заклепки из Д18 в основном применяются диаметром 2,6 мм для клепки самоконтрящихся анкерных гаек. Заклепки из Д19П применяются в конструкциях, подвергающихся технологическому или эксплуатационному нагреву в пределах температур от 150 до 250°. Заклепки из пластичного алюминиевого сплава AMг5П применяются для клепки деталей из деформируемых сплавов AMц, AMг3 и отливок алюминиевых и магниевых сплавов. Заклепки из нержавеющей стали типа IХ18H9T применяются для обеспечения повышенной коррозионной стойкости, а также при рабочих температурах выше 250°С.

Рекомендуемые диаметры заклепок из материала B65, AMг5П, Д19П, ст. Ю: 3,0; 3,5; 4,0; 5,0; 6,0 мм; из материала IХ18H9T: 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 мм; стержневых заклепок - 4, 5, 6, 8 мм.

Определение диаметра заклепки в конструкциях производится по условию статической прочности на срез заклепки по одной плоскости с учетом расчетных разрушающих нагрузок соединения (табл. I.2). Проверка заклепок и соединяемых деталей на смятие проводится по расчетной разрушающей нагрузке смятия листа (табл. I.3).

Длина заклепки  $L$  для автоматической клепки в соответствии с ОСТ I 34041-79 определяется по табл. I.4. в зависимости от толщины пакета  $S$  и диаметра заклепки  $d$ . Длина обычных заклепок для ручной клепки и заклепок с компенсатором для ручной клепки определяется по соответствующей номограмме ГОСТ I4802-75, однако с достаточной степенью точности может быть определена по табл. I.4.

Подбор длин стержневых заклепок, их положение перед расклепыванием и радиальный натяг устанавливает ОСТ I 34042-79. При подборе длин заклепок толщина пакета не должна превышать  $3,5d$  при ударной клепке;  $4,5d$  при прессовой клепке.

Для определения типа клепальных прессов в табл. I.5 приведены данные по усилиям прессования заклепок с двусторонним подходом.

Шаги заклепочного шва по ОСТ I 00016-71: 12,5; 15; 17,5; 20; 25; 30; 35; 40; 50; 60 мм.

Таблица I.2

Расчетные разрушающие нагрузки соединения заклепками с двусторонним подходом для клепки

Разрушающие усилия среза заклепок по одной плоскости при T = 20°C, даН										
Диаметр заклепки d, мм	Площадь среза, мм <sup>2</sup>	Алюминиевые сплавы				Сталь				
		АМг5Ц	Д16Ц	В65	Д19Ц	10;15	ЛХ18Н9Т			
3,0	7,07	120	141	191	198	247	311			
3,5	9,63	164	192	260	269	337	423			
4,0	12,56	214	251	339	352	440	553			
5,0	19,64	334	393	530	550	687	865			
6,0	28,30	481	565	763	792	990	1244			
7,0	38,50	654	770	1039	1039	1347	1693			
8,0	50,30	855	1005	1357	1357	1723	2212			
Сопротивление срезу, даН/мм <sup>2</sup>		17	20	27	28	35	44			
Разрушающие нагрузки на отрыв головки заклепок, даН										
Тип заклепок	Диаметр заклепок, мм									
	3,5			4,0			5,0			
С потайной головкой < 90°	370	-	-	500	-	-	750	-	-	
С потайной головкой < 120°	-	275	-	-	350	-	-	530	-	
С плоской и полукруглой головками	-	-	394	-	-	502	-	-	786	
Материал листа	Толщина пакета, мм	Разрушающие нагрузки на прорыв листа, даН								
Д16АТ	1,0	125	150	180	160	175	210	196	200	252
	1,2	152	175	220	190	205	250	234	240	303
	1,5	190	225	275	240	260	310	293	300	378
	1,8	230	270	325	290	308	365	351	360	453
	2,0	256		360	320	340	405	390	400	503
	2,5	320			400		500	488	500	630
	3,0				480			585		756
		Разрушение головки								
В65АТ	1,0	156	172	221	193	205	253	238	234	304
	1,2	190	211	265	229	250	301	290	289	354
	1,5	240	267	342	295	313	379	360	378	462
	1,8	292			358		450	438	438	574
	2,0	312			394		509	492	481	624
	2,5							564		795
	3,0							700		
		Разрушение головки								

Таблица I.3

Расчетные разрушающие нагрузки смятия листа под заклепкой

Диаметр заклепки d, мм	Материал листа	Толщина листа, мм									
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5
3,0	Д16АТ	108	144	180	252	315	378	-	-	-	-
	В95АТ	126	168	210	324	405	486	-	-	-	-
	30Х1СА	270	350	450	540	675	810	-	-	-	-
3,5	Д16АТ	126	168	210	294	367	441	490	612	735	-
	В95АТ	147	196	245	378	472	567	630	787	945	-
	30Х1СА	315	420	525	630	797	945	1050	1312	1575	-
4,0	Д16АТ	144	192	240	396	420	504	560	700	840	980
	В95АТ	168	224	280	432	540	648	720	800	1080	1260
	30Х1СА	360	480	600	720	900	1080	1200	1500	1800	2100
5,0	Д16АТ	180	240	300	420	525	630	700	875	1050	1225
	В95АТ	210	280	350	540	675	810	900	1125	1350	1575
	30Х1СА	450	600	750	900	1125	1350	1500	1875	2250	2625
6,0	Д16АТ	-	288	360	504	630	756	840	1050	1260	1470
	В95АТ	-	335	420	648	810	972	1080	1350	1620	1890
	30Х1СА	-	720	900	1080	1350	1620	1800	2250	2700	3150

Таблица I.4

Подбор длины заклепок

L, мм	Диаметр заклепки d, мм				
	3	3,5	4	5	6
	Толщина пакета S, мм				
6,5	1,7...3,2	1,3...2,7	-	-	-
8,0	3,2...4,7	2,7...4,2	2,2...3,7	-	-
9,5	4,7...6,2	4,2...5,7	3,7...5,2	2,7...4,2	-
11,0	6,2...7,7	5,7...7,2	5,2...6,7	4,2...5,7	2,7...4,2
12,5	7,7...9,2	7,2...8,7	6,7...8,2	5,7...7,2	4,2...5,7
14,0	-	8,7...10,2	8,2...9,7	7,2...8,7	5,7...7,2
15,5	-	-	9,7...11,2	8,7...10,2	7,2...8,7
17,0	-	-	-	10,2...11,7	8,7...10,2
18,5	-	-	-	11,7...13,2	10,2...11,7
20,0	-	-	-	13,2...14,7	11,7...13,2
21,5	-	-	-	-	13,2...14,7

Таблица I.5

Усилия прессования для образования замыкающей головки

Марка материала	Диаметр заклепки $d$ , мм					
	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
	Усилие прессования, даН					
В65	800	1100	1500	2100	3400	3900
Ю;ЮБ	1100	1700	2000	2800	4200	5200

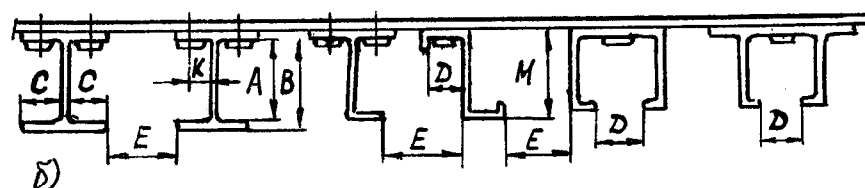
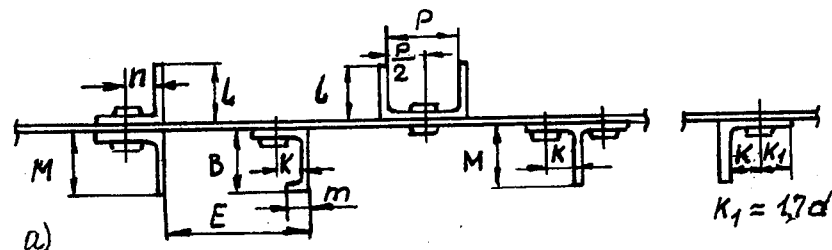
Для механизированной клепки желательно применять шаг 20 или 25 мм. Последняя заклепка в ряду ставится по условиям конструкции. Если расстояние от нее до ближайшей заклепки в шве не превышает 1,3 примененного шага, то дополнительная заклепка не ставится. Если это расстояние больше, то ставится дополнительная заклепка на половине этого расстояния.

Предельные размеры стрингеров и их расположение при автоматической клепке панелей приведены на рис. I.I.

### I.2. СОЕДИНЕНИЯ С ОДНОСТОРОННИМ ПОДХОДОМ

В местах конструкции, где затруднена или невозможна клепка с двусторонним подходом, применяются заклепки с односторонним подходом (табл. I.6): заклепки с сердечником для потайных соединений; с запирающимся сердечником для непотайных соединений с толщиной пакета более 2 мм; высокого сопротивления срезу для высоконагруженных соединений. Не рекомендуется применять заклепки с сердечником и высокого сопротивления срезу в местах конструкции, критических по усталости, а также в соединениях пограничных швов гермокабины фюзеляжа и топливных кессонов. В конструкции необходимо предусмотреть возможность подхода постановочного инструмента.

В зависимости от диаметра  $d$  заклепки для односторонней клепки и толщины пакета  $S$  определяется типоразмер заклепок для односторонней клепки (табл. I.7).



Параметры соединения	Размеры, мм										
	$d$	4	5	6	7	8	3	3,5	4	5	6
A		35	40	50				27		32	
B			60					40		46	
C		10	15	25				18			
D			26	30				16		23	
E			105					24		28	
K		9		10	12			8	9	11	
n								17		23	
L									30		
M			70						40		
m								3,0 -		6,5	
P								34		45	
Шаг стрингеров	типа а)		105							24 и 28	
	типа б)		135							60	

Рис. I.I. Предельные параметры заклепочного соединения под автоматическую клепку профилей стрингерного набора:  
а - открытого типа; б - закрытого типа

Таблица I.6

Заклепки для односторонней клепки

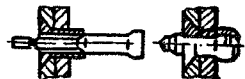

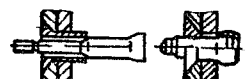
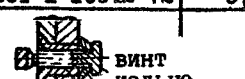

Тип заклепок	Стандарт	Диаметр заклепки $d$ , мм	Разрушающая нагрузка, даН	
			на срез	на разрыв
С сердечником из алюминий-эвиевого сплава: с плоскоскруглённой головкой с потайной головкой $\angle 90^\circ$ с потайной головкой $\angle 120^\circ$	 ОСТ I II296-74 ОСТ I II299-74 ОСТ I II30I-74	3,5 4,0 5,0	230 330 540	130 150 200
С заширившимся сердечником: с плоскоскруглённой головкой с потайной головкой $\angle 90^\circ$	 ОСТ I 30027-83 ОСТ I 3003I-83	3,5 4,0	350 500	155 180
Заклепки из коррозионно-стойкой стали с сердечником: с плоскоскруглённой головкой с потайной головкой $\angle 90^\circ$ с потайной головкой $\angle 120^\circ$	 ОСТ I I0637-72 ОСТ I I0640-72 ОСТ I I0642-72	3,5 4,0 5,0	480 700 1000	380 450 700
Заклепки высокого сопротивления срезу из конструкционной стали: с шестигранной головкой с потайной головкой $\angle 90^\circ$ с потайной головкой $\angle 120^\circ$	 ОСТ I II200-73 ОСТ I II204-73 ОСТ I II206-73	5,0 6,0	II00 I600	500 850
Заклепки высокого сопротивления срезу из титанового сплава: с шестигранной головкой с потайной головкой $\angle 90^\circ$ с потайной головкой $\angle 120^\circ$	 ОСТ I II446-74 ОСТ I II449-74 ОСТ I II45I-74	4,2 5,0 6,0	588 785 II8	383 490 834

Таблица I.7

Типоразмеры заклепок для односторонней клепки

Типоразмер	ОСТ I II296-74		ОСТ I II299-74 ОСТ I II30I-74		ОСТ I I0637-72	
	$d$	$s$	$d$	$s$	$d$	$s$
I	3,5	1,0...2,0	3,5	2,0...3,0	3,5	1,0...2,0
2		2,0...3,0		3,0...4,5		2,0...3,5
3		3,0...4,5		4,5...6,5		3,5...5,0
4	4,0	4,5...6,5	4,0	2,0...3,0	4,0	5,0...6,5
5		1,0...2,0		3,0...4,5		1,0...2,0
6		2,0...3,0		4,5...6,5		2,0...3,5
7	5,0	3,0...4,5	5,0	2,0...3,0	5,0	3,5...5,0
8		4,5...6,5		3,0...4,5		5,0...6,5
9		1,5...3,0		4,5...6,0		1,5...3,5
10	5,0	3,0...4,5	5,0	6,0...7,5	5,0	3,5...5,0
11		4,5...6,0		7,5...9,0		5,0...6,5
12		6,0...7,5		7,5...9,5		6,5...8,0
13						8,0...9,5
Типоразмер	ОСТ I I0640-72 ОСТ I I0642-72		Типоразмер	ОСТ I II446-74 ОСТ I II45I-74		ОСТ I II449-74
	$d$	$s$		$d$	$s$	$s$
I	3,5	2,0...3,5	I	1,6...2,6	4,2	2,8...3,6
2		3,5...5,0	2	2,6...3,6		3,6...4,6
3		5,0...6,5	...	...		...
4	4,0	2,0...3,5	II	II,6...I2,6	5,0	I2,6...I3,6
5		3,5...5,0	I5	3,6...4,5		3,6...4,5
6		5,0...6,5	I6	4,5...5,5		4,5...5,5
7	5,0	2,5...3,5	...	...	6,0	...
8		3,5...5,0	27	I5,5...I6,5		I5,5...I6,5
9		5,0...6,5	3I	3,8...4,7		3,8...4,7
10	5,0	6,5...8,0	32	4,7...5,7	6,0	4,7...5,7
11		8,0...9,5	...	...		...
12			46	I8,7...I9,7		I8,7...I9,7

Пример обозначения заклепки с плоскоскругленной головкой с сердечником типоразмера 7 с анодированным корпусом: 7-I - ОСТ I II296-74. То же с корпусом без покрытия: 7-2 - ОСТ I II296-74.

## 2. БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

### 2.1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

В конструкциях самолетов для соединения наиболее нагруженных деталей и узлов применяются, как правило, стандартизованные болты (табл. 2.1, 2.2), винты (табл. 2.3), болт-заклепки (табл. 2.4) и соответствующие другие крепежные детали. В исключительных случаях, для особо ответственных болтовых соединений, разрешается выпускать специальные чертежи.

В табл. 2.1, 2.2 приняты следующие обозначения: Д - болты с длинной резьбовой частью и высокой головкой; К - с короткой резьбовой частью и уменьшенной высотой головки; УК - с укороченной резьбовой частью и высокой головкой; Ш - болты для шарнирных соединений.

При выборе типа крепежа рекомендуется применять болты с потайной головкой, как правило, с крестообразным шлицем, с шестигранной головкой и с прямым шлицем - в разъемных, труднодоступных соединениях, с направляющим конусом - с плавающими самоконтрящимися гайками. Для неподвижных неразборных соединений предпочтение следует оказывать болт-заклепке, так как ее применение позволяет механизировать процесс постановки крепежа и обеспечивает стабильную стяжку пакета. При этом конструктор должен обеспечить подход для инструмента.

Стальные болты из 30ХГСА рекомендуется применять в различных ответственных соединениях при работе болта на растяжение или на срез, в соединениях с анкерными гайками или плавающими гайками на профиле.

Крепежные детали из стали 14Х17Н2 необходимо применять только для обеспечения повышенной коррозионной стойкости, например, при работе в среде топлива, а также при рабочих температурах выше 250°C.

Применение титановых болтов и болт-заклепок диаметром 5...10 мм допускается только в соединениях, работающих на срез. Титановые болты диаметром 12, 14 и 16 мм применяются только в исключительных случаях после проведения расчетной или экспериментальной оценки их долговечности в конструкциях.

Диаметр болтов, винтов и болт-заклепок определяется из условия прочности соединения при передаче действующих расчетных нагруз-

Таблица 2.1

Отраслевые стандарты болтов

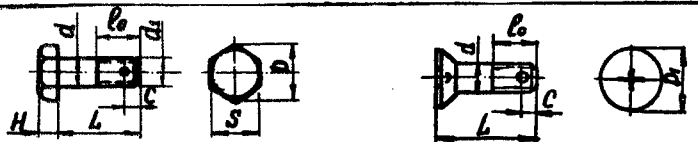
Тип болта	Эскиз	Материал	Поле допуска	d, мм	Стандарт	Взамен нормы
<b>Болты, работающие на растяжение</b>						
Д		30ХГСА	h12	3...24	ОСТ I ЗИ103-80	3003А
		14Х17Н2	h12	3...18	ОСТ I ЗИ104-80	3007А
		30ХГСА	h12	3...14	ОСТ I ЗИ109-80	4929А
		14Х17Н2	h12	4...10	ОСТ I ЗИ167-80	3072А
		30ХГСА	h11	4...10	ОСТ I ЗИ178-80	4996А
		30ХГСА	h11	4...10	ОСТ I ЗИ195-80	3088А
	30ХГСА	h11	4...10	ОСТ I ЗИ158-80	4991А	
<b>Болты, работающие на срез</b>						
Д		30ХГСА	p6	5...22	ОСТ I ЗИ137-80	5004А
К		30ХГСА	h8	5...24	ОСТ I ЗИ132-80	3024А
		30ХГСА	p6	5...22	ОСТ I ЗИ138-80	5009А
		ВГ16	p6	5...16	ОСТ I I0830-72	5916А
Д	30ХГСА	p6	5...20	ОСТ I ЗИ190-80	5014А	
К		30ХГСА	h8	5...20	ОСТ I ЗИ180-80	3083А
		30ХГСА	p6	5...10	ОСТ I ЗИ193-80	5020А
		ВГ16	p6	5...16	ОСТ I I0834-80	5928А
<b>Болты, работающие на растяжение и срез</b>						
Д		30ХГСА	f9	5...24	ОСТ I ЗИ124-80	3021А
К		ВГ16	f9	5...16	ОСТ I I0829-72	5910А
		30ХГСА	f9	5...24	ОСТ I ЗИ125-80	4916А
		14Х17Н2	f9	5...18	ОСТ I ЗИ126-80	4918А
УК		ВГ16	f9	5...16	ОСТ I I0831-72	5919А
		30ХГСА	f9	5...12	ОСТ I ЗИ129-80	4923А
Д		30ХГСА	f9	5...20	ОСТ I ЗИ184-80	3080А
К		ВГ16	f9	5...16	ОСТ I I0832-72	5934А
		30ХГСА	f9	5...16	ОСТ I I0833-72	5926А
УК		30ХГСА	f9	5...12	ОСТ I ЗИ188-80	4968А
<b>Болты для шарнирных соединений</b>						
Ш		30ХГСА	f7	4...22	ОСТ I ЗИ133-80	3027А
		14Х17Н2	f7	4...22	ОСТ I ЗИ134-80	3029А

Пример обозначения болта с шестигранной головкой с резьбой М6 и длиной  $L = 24$  мм из стали 30ХГСА, кадмированного, без отверстия под шплинт: 6-24-Кд-ОСТ I ЗИ132-80. То же с отверстием под шплинт: (2)-6-24-Кд-ОСТ I ЗИ132-80.



Таблица 2.2

## Размеры болтов

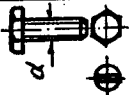

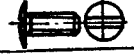



Тип болта	Размеры, мм										
	$d$	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
Д	H	2,8	3	4	5	6	7	9	10	11	12
	S	7	8	10	14	17	19	22	24	27	30
	D	8,1	9,2	11,5	16,2	19,6	21,9	25,4	27,7	31,2	34,6
	$D_1$	8	10	12	16	20	22	25	27	30	32
	$l_0$	9	10	12	14	18	20	22	24	26	28
	$L_{min}$	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
	c	2,5	3	3	4	4	4,5	4,5	5	5	5,5
К	H	-	2,5	2,5	3	4	4	4	4	5	5
	S	-	8	10	12	14	17	19	22	24	27
	D	-	9,2	11,5	13,8	16,2	19,6	21,9	25,4	27,7	31,2
	$D_1$	-	10	12	16	20	22	25	27	30	32
	$l_0$	-	8	9	11	13	15	16	18	19	21
	$L_{min}$	-	12	14	16	20	22	24	26	28	30
	c	-	3	3	4	4	4,5	4,5	5	5	5,5
УК	H	-	3	4	5	6	7	-	-	-	-
	S	-	8	10	12	14	17	-	-	-	-
	D	-	9,2	11,5	13,8	16,2	19,6	-	-	-	-
	$D_1$	-	10	12	16	20	22	-	-	-	-
	$l_0$	-	6	7	8	10	11	-	-	-	-
$L_{min}$	-	10	10	12	14	16	-	-	-	-	
Ш	$d$	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16
	H	2	2,5		3		4				
	S	7	8	10		12		14	17	19	22
	D	8,1	9,2	11,5		13,8		16,2	19,6	21,6	25,4
	$l_0$	7	8		9		11	12	13	14	
	$L_{min}$	14	16	20		22		26	32	38	46
	c	2,5	3		3,5		4		4,5		
Резьба	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16			

Пример обозначения болта с шестигранной головкой с резьбой М6 и длиной  $L = 24$  мм из стали 30Х1С2, кадмированного, без отверстия под шпильку: 6-24-Кд-ОСТ I 31132-80.  
То же с отверстием под шпильку: (2)-6-24-Кд-ОСТ I 31132-80.

Таблица 2.3

## Винты


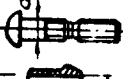

Эскиз	Шифр	Материал	$d$ , мм	Взамен			
	ОСТ I 31502-80	30Х1С2	3...10	3155А			
	ОСТ I 10838-72	ВТ16	4...6	ОСТ I 10576-72			
	ОСТ I 31508-80	30Х1С2	3...10	3241А			
	ОСТ I 31529-80	30Х1С2	3...10	3170А			
	ОСТ I 31534-80	Д1	3...10	3168А			
	ОСТ I 10840-72	ВТ16	4...6	ОСТ I 10579-72			
	ОСТ I 31552-80	30Х1С2	4...10	3166А			
	ОСТ I 10839-72	ВТ16	4...6	ОСТ I 10577-72			
Размеры винтов, мм							
Стандарт	$d$	M3	M4	M5	M6	M8	M10
ОСТ I 31502-80 ОСТ I 31508-80 ОСТ I 10838-72	H	2,0	2,8	3,0	4,0	5,0	6,0
	D	6,3	8,1	9,2	11,5	16,2	19,6
	S	5,5	7,0	8,0	10,0	14,0	17,0
	c	-	2,5	3,0	3,0	4,0	4,0
	$L_{min}$	4	5	7	8	10	16
$L_{max}$	10	11	12	14	16	20	
ОСТ I 31529-80 ОСТ I 31534-80	H	1,8	2,4	3,0	3,5	5,0	6,0
	D	5	7	9	10	14	17
	$L_{min}$	4	5	7	8	10	16
ОСТ I 10840-72	H	-	1,6	2,0	2,4	-	-
	D	-	8	10	12	-	-
	$L_{min}$	-	5	7	8	-	-
	$L_{max}$	-	36	44	50	-	-
ОСТ I 31552-80 ОСТ I 10839-72	H	-	2,2	2,5	3,0	4,0	5,0
	D	-	8,0	9,5	11,5	15,5	19,5
	$L_{min}$	-	7	9	10	12	18
	$L_{max}$	-	36	44	50	56	62

Пример обозначения винта с шестигранной головкой с резьбой М6 и длиной  $L = 24$  мм из стали 30Х1С2, кадмированного: 6-24-Кд-ОСТ I 31502-80. То же из титанового сплава ВТ16, анодированного: 6-24-Ан.Окс.-ОСТ I 10838-72.

Примечание: Обозначения размеров винтов аналогичны обозначениям размеров болтов в табл. 2.2.

Таблица 2.4

## Болты-заклепки

Наименование	Шлиф	Посадка	Материал	Эскиз
Стержень с потайной головкой $\angle 90^\circ$	ОСТ I I2338-78	Спец. перех. Спец. пос.	BT16	
	ОСТ I I1854-76			
Стержень с плоско-скругленной головкой	ОСТ I I2337-78	Спец. перех. Спец. пос.	BT16	
	ОСТ I I1853-78			
Кольцо	ОСТ I 30005-76		B65	

Область применения болтов-заклепок из титанового сплава

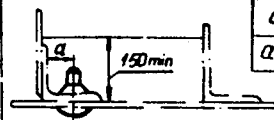
Тип соединения, работающего на срез	Посадка	Поле допуска отверстия	Шероховатость поверхности $R_a$ , мкм	Дополнительные указания
Повышенного ресурса (стык крыла), герметичное для топлива	Спец.	H7	0,8...0,4	Для однородного пакета из сплавов ЦТ6Т, АК6Т1, В35АТ
Ресурсное, герметичное для воздуха	Спец.	H9	I,6	
Обычного ресурса, не герметичное	Спец. перех.	H9	I,6	Для смешанных пакетов

Общая длина стержня  $L$ , мм

Толщина пакета, мм	$\alpha$ , мм	
	5;6	8
1,5...3,0	33	43
3,0...4,5	34	45
4,5...6,0	36	46
6,0...7,5	37	48
7,5...9,0	39	49
9,0...10,5	40	51
10,5...12,0	42	52
12,0...13,5	43	54
13,5...15,0	45	55
15,0...16,5	46	57
16,5...18,0	48	58
18,0...19,5	49	60
19,5...21,0	51	61
21,0...22,5	52	63
22,5...24,0	54	64

Разрушающие нагрузки по ОСТ I 00716-78 и ОСТ I 00671-78,  $T = 20^\circ\text{C}$ , даН

Диаметр стержня $d$ , мм	На срез	На разрыв соединения
5	1170	1130
6	1700	1570
8	3060	3090



$d$	5	6	8
$a_{min}$	9	11	15

Приме обозначения болта-заклепки со стержнем из титанового сплава с специальной посадкой  $d = 6$  мм,  $L = 45$  мм:

Стержень 6-45-ОСТ I I1854-76; кольцо 6-ОСТ I 30005-76.

зок с учетом разрушающих нагрузок болтов и винтов (табл. 2.5) и болтов-заклепок, приведенных в соответствующих стандартах (табл. 2.4).

Диаметры болтов нормализованы. Рекомендуется применять болты диаметром 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16 мм. Для соединений с подшипниками применяются также диаметры 7, 9, 15 мм. При выборе диаметра болтов надо учитывать, что в силовых конструкциях при групповой постановке рекомендуется применять болты диаметром не менее 5 мм, при соединении деталей в узлах - не менее 6 мм, при установке единичных болтов их диаметр должен быть не менее 8 мм.

Выбор класса точности и посадки болта и болта-заклепки в неподвижных соединениях производится из условий работы: а) на растяжение; б) на срез; в) на растяжение и срез. Болтовые соединения (БС), работающие на растяжение, выполняются по посадке H12/h12 или H11/h11, шероховатость поверхности отверстия  $R_a = 3,2$ . При работе на срез соединение выполняется по посадке H9/h8. Для увеличения выносливости БС, работающих на срез, а также в герметических соединениях применяется посадка H8/p6, при этом увеличивают длину резьбовой части болта и высоту гайки. Для этих же целей применяются соединения с повышенным натягом, например, продольного стыка панелей крыла, болтами из BT16 диаметром 5...8 мм, выполненных по специальной посадке (ОСТ I I1856-76). Для БС, работающих на растяжение и срез, применяется посадка H9/f9. Шарнирные соединения с подшипниками выполняются по посадке H7/f9. Отверстия с допусками H9, H8, H7 выполняются с шероховатостью поверхности  $R_a = 1,6$ .

Длины болтов определяются по толщине пакета: от 12 до 100 мм берутся с интервалом 2 мм, свыше 100 мм - с интервалом 4 мм.

Шаг болтов определяется из условия прочности соединяемых деталей при передаче действующих расчетных нагрузок. Минимальный шаг болтов лимитируется возможностью подхода гаечного ключа при завертывании гаек. Должен выдерживаться минимальный размер при постановке болта вблизи стенки или другой детали, мешающей подходу ключа (рис. 2.1).

Покрытия крепежных деталей выбираются в зависимости от материала и условий работы: для деталей из стали 30Х13А, работающих при температуре до  $250^\circ\text{C}$ , применяется кадмиевое покрытие (Кд); для деталей, работающих в среде топлива или при температурах до  $300^\circ\text{C}$ , - цинковое покрытие с последующим оксидным фосфатированием (Ц); для деталей из нержавеющей стали (кроме гаек) - пассивирование (Хим. Пас.); для деталей из алюминиевых и титановых спла-

Таблица 2.5

Расчетные разрушающие нагрузки болтов и винтов

$d$ , мм	Болтов и винтов на разрыв				Болтов на срез по одной плоскости		
	Площадь сечения по нарезке, мм <sup>2</sup>	Материал			Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Материал	
		30ХГСА	14Х17Н2	BT16		30ХГСА 16ХСН	BT16
		Разрушающие нагрузки, T=20°C, даН			Разрушающие на- грузки, T=20°C, даН		
4	7,2	834	638	850	12,6	834	780
5	11,9	1450, 1320*	1079	1360	19,6	1340	1230
6	16,7	2070, 1860*	1520	1940	28,3	1930	1760
7	24,7	-	-	-	38,5	2640	-
8	30,8	3730, 3430*	2800	3502	50,3	3430	3190
10	49,2	5890, 5440*	4410	5530	78,5	5390	5000
12	77,2	8770	6770	8240	113,1	7750	7210
14	111,5	12260	9560	11520	153,9	10500	9810
16	152,1	16680	12850	15690	201,1	13730	12750
18	199,0	21780	16780	-	254,5	17460	-
20	252,0	27570	21190	-	314,2	21480	-
22	311,5	34040	26190	-	380,1	26000	-
24	377,2	41100	31690	-	452,4	31000	-
$\sigma_B$ даН/мм <sup>2</sup>		108... ...128	85... ...106	105... ...120			

\* Для болтов и винтов с полупотайной головкой  $\leq 120^\circ$ .

Размер  $d$  болтов и винтов, работающих на разрыв, соответствует диаметру резьбы; болтов, работающих на срез, соответствует диаметру гладкой части стержня болта.

Разрушающие усилия взяты для стальных болтов из ОСТ I 31100-80 (нормаль 2АР), для титановых болтов - из ОСТ I 00597-72.

Для болтов из титанового сплава BT16 с короткой резьбовой частью расчетные разрушающие нагрузки на разрыв составляют: при диаметре 5...10 мм включительно - 90%, при диаметре 12 и 14 мм - 60%, для болтов диаметром 16 мм - 50% от указанных в стандарте.

Таблица 2.6

Подбор гаек к болтам

Тип болта	Материал болта и гайки	Гайки			
		обычные	под шплинт	самоконтрящиеся	
Д	30ХГСА	ОСТ I 33018-80	ОСТ I 33042-80	ОСТ I 33055-80	ОСТ I 33063-80
	14Х17Н2	ОСТ I 33019-80	ОСТ I 33043-80	ОСТ I 33056-80*	-
	BT16	ОСТ I 10635-72	ОСТ I 10636-72	ОСТ I 11530-74	-
К	30ХГСА	-	ОСТ I 33042-80	ОСТ I 33059-80	ОСТ I 33067-80
	14Х17Н2	-	ОСТ I 33043-80	ОСТ I 33060-80*	-
	BT16	-	ОСТ I 10636-80	ОСТ I 11531-74	-
УК	30ХГСА	ОСТ I 33026-80	-	-	-
	14Х17Н2	ОСТ I 33027-80	-	-	-
	BT16	ОСТ I 12140-78	-	-	-
Ш	30ХГСА	-	ОСТ I 33048-80	-	-
	14Х17Н2	-	ОСТ I 33049-80	-	-

\* Материал гайки 07Х16Н6.

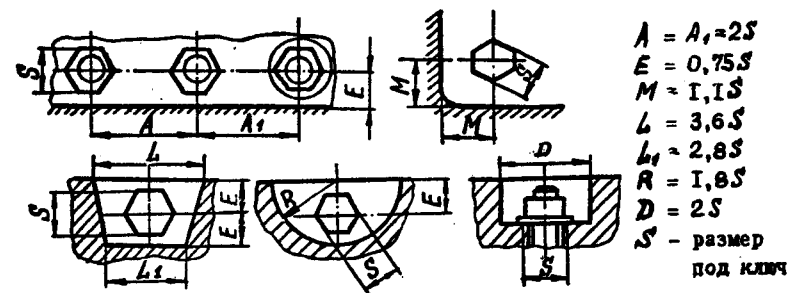


Рис. 2.1. Размеры мест под гаечные ключи по ГОСТ 13682-68

S - размер под ключ, мм D - диаметр головки, мм	ОСТ I 33018-80		ОСТ I 33026-80		ОСТ I 33042-80		ОСТ I 33048-80		ОСТ I 33055-80		ОСТ I 33059-80		ОСТ I 33063-80		ОСТ I 33067-80	
	обычные		корончат, прорезные		корончат, прорезные		корончат, прорезные		корончат, прорезные		корончат, прорезные		корончат, прорезные		корончат, прорезные	
	высокие	низкие	высокие	низкие	высокие	низкие	высокие	низкие	высокие	низкие	высокие	низкие	высокие	низкие	высокие	низкие
Диаметр резьбы	Допускаемые диаметры резьбы, мм															
M4	4...24 5...24 5...24 5...24 5...24 5...24 5...24 5...24 5...24 5...24 5...24 5...24 5...24 5...24 5...24 5...24															
M5	Высота гайки H, мм															
M6	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
M8	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
M10	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
M12x1,5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
M14x1,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
M16x1,5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
M18x1,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	20,5
M20x1,5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
M22x1,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	20,5	21,5
M24x1,5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Пример обозначения гайки из 30Х1СА кадмированной с резьбой М6: Гайка 6-Кд-ОСТ I 33018-80. То же из титанового сплава BT16 анодированной: Гайка 6-Ан.Окс.-ОСТ I 10635-72.

Эскиз	Материал	Стандарт	Размеры, мм							
			d <sub>1</sub>	M3	M4	M5	M6	M8		
	25Х1СА Д19И	ОСТ I И1378-73 ОСТ I 33076-80	D	5,7	7	9	10	13		
			H	4	5	6	7	9,5		
			L <sub>1</sub>	18,4	21,5	22,5	24,0	30		
	25Х1СА Д19И	ОСТ I И1379-73 ОСТ I 33073-80	L <sub>2</sub>	18	23	23	25	30		
			L <sub>3</sub>	12	16,5	16,5	17	21		
			B	10	13	14	16	20		
	25Х1СА Д19И	ОСТ I И1380-73 ОСТ I 33078-80	A <sub>1</sub>	6,5				8,5		
			A <sub>2</sub>	12	16	16	18	22		
			A <sub>3</sub>	6	8	8	9	11		
d <sub>0</sub>									2,8	3,2
Профили с плавающими самоконтращимися гайками										
	Групповая постановака Д16чТ, гайка 25Х1СА	ОСТ I 37008-80	Размеры, мм							
			d <sub>1</sub>	M4	M5	M6	M8			
	Одиночная постановака гайка 08Х17Н5М3	ОСТ I 37001-80	H	2,7			3	4		
			H <sub>1</sub>	5,3	6,1	7,3	9,7			
			B	11,5	12,7	13,9	16,8			
			B	6,3	7,5	8,7	11,2			
			L	13	14	15	16			
			L <sub>1</sub>	6	6,5	7	9			
L	26		28	30						
t	22,25,30,35,40,45,50,60									








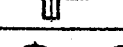

Пример обозначения одношумковой гайки с резьбой М6 кадмированной: Гайка 8-Кд. окс. фос. - ОСТ I И1378-73.

Пример обозначения профиля из алюминиевого сплава Д16чТ длиной L = 800 мм с плавающими самоконтращимися гайками (групповая постановака) с резьбой М6, кадмированными, установленными с шагом t = 30 мм: Профиль 8-Кд-30-800-ОСТ I 37008-80. То же для одиночной постановаки: Профиль 8-Кд-ОСТ I 37001-80.

Шаг отверстий под заклепки для крепления профиля на объекте должен быть не более: 90 мм для профиля с гайками М4, 100 мм - для М5, 120 мм - для М6, 150 мм - для М8.

Таблица 2.9

## Шайбы, шплинты

Наименование	Эскиз	Материал	Стандарт
Шайбы $d$ - диаметр резьбы крепежной детали		ВТ16 ст.20 30Х1СА (без термообр.) 30Х1СА (с термообр.) Д16АТ АМЦМ	ОСТ I 34500-77 ОСТ I 34505-80 ОСТ I 34506-80 ОСТ I 34507-80 ОСТ I 34509-80 ОСТ I 35510-80
$d$	3 4 5 6	8 10	
$D$	6 8 10 12	14 16 18	
$S$	0,8 1,0 1,5 2	1,5 2 2,5 1,5 2 3	
Шайбы под самоконтрящиеся гайки  Толщина шайб 0,5; 1,0; 1,5 мм		I2X18H10T-M Д16АТ	ОСТ I 34514-80 ОСТ I 34515-80
		I2X18H10T-M Д16АТ	ОСТ I 34516-80 ОСТ I 34517-80
		I2X18H10T-M Д16АТ	ОСТ I 34518-80 ОСТ I 34519-80
Шайбы стопорные		ст.20 I2X18H10T-M	ОСТ I 34522-80 ОСТ I 34523-80
		ст.20 I2X18H10T-M	ОСТ I 34524-80 ОСТ I 34525-80
		ст.20 I2X18H10T-M	ОСТ I 34526-80 ОСТ I 34527-80
		ст.20 I2X18H10T-M	ОСТ I 34528-80 ОСТ I 34528-80
Шплинты		ст.10 I2X18H10T	ГОСТ 397-79 ГОСТ 397-79

Пример обозначения шайбы с размерами  $S = 2$  мм,  $d = 6$  мм,  $D = 12$  мм, из Д16АТ анодированной: Шайба 2-6-12-Ан. Окс.-ОСТ I 34509-77.

Пример обозначения шайбы толщиной 1 мм под анкерную гайку с резьбой М6 анодированной: 1-6-Ан. Окс.-ОСТ I 34515-30.

Пример обозначения стопорной шайбы под болт с резьбой М6, кадмированной: 6-Кд-ОСТ I 34523-80.

Пример обозначения шплинта с размерами  $d_0 = 2$  мм,  $l = 20$  мм из коррозионно-стойкой стали с кадмиевым покрытием толщиной 9 мкм: 2x20.2.029 ГОСТ 397-79. То же из низколегированной стали без покрытия: 2x20 ГОСТ 397-79.

вов - анодное оксидирование (Ан. Окс.). Все титановые болты, болт-заклепки и гайки должны быть анодированными для облегчения постановки, предотвращения контактной коррозии и улучшения свинчиваемости.

Выбор гаек к болтам осуществляется в зависимости от условий нагружения, типа и материала болта (табл. 2.6, 2.7). Для постановки болтов и винтов с односторонним подходом применяются самоконтрящиеся гайки (табл. 2.8). Под гайки подкладываются соответствующие шайбы (табл. 2.9). Шайбы из Д16АТ допускается применять только с низкими гайками. Рекомендуемые толщины обычных шайб выбраны с учетом выполнения требования о недопустимости утопания сбега резьбы в пакет и обеспечения стяжки пакета. Для болтов со специальным натягом толщина шайбы должна быть больше чем указанная в табл. 2.9. Шайбы под самоконтрящиеся гайки применяются при малых толщинах пакета.

Титановые болты применяются в сочетании со стальными нержавеющими или алюминиевыми анодированными шайбами с установкой в разъемных соединениях стальных гаек, а в неразъемных - титановых гаек. Затяжку титановых болтов производить тарированными ключами.

Для снижения усилий при запрессовке болтов и постановке болтов-заклепок должна применяться смазка. Тип смазки указывается в сборочном чертеже. Некоторые типы смазок приведены в табл. 2.10. Постановка крепежа без покрытия и смазки не допускается.

## 2.2. ЗАТЯЖКА БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ

Величину максимально допустимой затяжки болтов устанавливает ОСТ I 00017-89. Стандарт определяет зависимость между крутящими моментами и осевыми усилиями затяжки болтов, винтов и гаек и ограничивает их максимальные значения при сборке с контролем затяжки по крутящему моменту на ключе.

Крутящий момент затяжки и соответствующее осевое усилие в болте определяется в зависимости от группы сочетания материалов, покрытий и смазки болта, гайки и шайбы (табл. 2.10), диаметра резьбы и конкретного материала болта (табл. 2.11).

Значение крутящего момента должно быть указано в чертеже с округлением до ближайшего предпочтительного числа. Допускаемое отклонение крутящего момента при сборке  $\pm 10\%$ .

Таблица 2.10  
Группы сочетаний материалов, покрытий и смазки

Номер группы сочетания	Марка материала, покрытие			Наименование смазки
	Болт	Гайка	Шайба	
1	ЗОХГСА-Кд	ЗОХГСА-Кд	ЗОХГСА-Кд	Специальная № 1
2	ЗОХГСА-Кд	ЗОХГСА-Кд	ЗОХГСА-Кд	ВАП-2
	ВТ16-Ан.Окс.	ВТ16-Ан.Окс.	12Х18Н10Т-М ЗОХГСА ОТ-4 Д16Т	Специальная № 1
3	ЗОХГСА-Кд ВТ16	ЗОХГСА-Кд ВТ16	ЗОХГСА-Кд ЗОХГСА Д16Т	ФЛ-086
	ВТ16 14Х17Н2	14Х17Н2 14Х17Н2	12Х18Н10Т-М 12Х18Н10Т-М	ВАП-2
4	ВТ16	ВТ16	12Х18Н10Т-М ЗОХГСА ОТ-4 Д16Т	ВАП-2
5	ВТ16	ВТ16	ОТ-4 ЗОХГСА	УЗОМЭС-5М
	ЗОХГСА	ЗОХГСА	ЗОХГСА	У-2-28

Примечание. Неуказанные покрытия крепежных деталей принимать следующими: для ЗОХГСА - Кд.; ВТ16, Д16Т - Ан. Окс.; 14Х17Н2, 12Х18Н10Т-М - Хим. Пас.

Таблица 2.11

Максимально допустимые крутящий момент на ключе и усилии затяжки болтов, винтов и шпилек

Резьба	Группа сочетания 2			Группа сочетания 3			Гр.соч. 4		Гр.соч. 5			
	ЗОХГСА		ВТ16	ЗОХГСА		ВТ16	ВТ16		ВТ16			
	M	P <sub>max</sub>	M	P <sub>max</sub>	M	P <sub>max</sub>	M	P <sub>max</sub>	M	P <sub>max</sub>		
M4	2,5	6	2,5	6	2,8	5,5	2,2	4,4	3,5	5,6	4	5,3
M5	5	10	4,5	9	5,6	9,2	4,5	7,4	6,3	8,5	7,1	7,8
M6	8	13,3	8	13,3	10	13,7	7,1	9,7	11,2	12,6	12,5	11,5
M8	20	25,6	18	23,1	22,4	23,6	18	18,9	25	21,6	28	19,7
M10	35,5	37,8	35,5	37,8	45	39,1	31,5	27,4	50	35,7	56	32,7
M12x1,5	63	58,3	63	58,3	80	60,6	56	42,4	80	49,7	100	51
M14x1,5	100	82	100	82	125	83,9	90	60,4	125	68,7	160	72,1
M16x1,5	160	116,8	140	102,2	180	107,8	140	83,4	200	98	224	90
M18x1,5	224	148,3	-	-	250	135,9	200	108,7	-	-	-	-
M20x1,5	315	188,6	-	-	355	174	280	137,3	-	-	-	-
M22x1,5	400	222,2	-	-	500	227,3	400	181,8	-	-	-	-
M24x1,5	560	284,3	-	-	630	262,5	500	208,3	-	-	-	-

Примечания: 1. Значения крутящего момента M даны в Н·м и максимального усилия затяжки P<sub>max</sub> - в кН.  
2. Значения M и P<sub>max</sub> даны для высоких гаек. При использовании низких гаек значения M и P<sub>max</sub> умножить на коэффициент 0,65.  
3. Значения M и P<sub>max</sub> даны для сборки посредством вращения гайки. При затяжке соединения посредством вращения болта крутящий момент M умножить на коэффициент 1,15 для потайных и полупотайных головок болта с углом 120° и на коэффициент 1,3 для головок с углом 90°.  
4. Перевод единиц физических величин из системы СИ в систему СГС: 1 кН = 100 кгс; 1 Н·м = 10,1 кгс·м.

### 2.3. СТОПОРЕНИЕ БОЛТОВ, ВИНТОВ И ГАЕК

Тип стопорения определяется ОСТ 1 39502-77 (табл. 2.12). Конструкции и стандарты стопорных шайб даны в табл. 2.9, там же даны стандарты на шплинты. Стопорить кернением болты и винты из титанового сплава не разрешается.

Таблица 2.12

Типы и способы стопорения болтов и гаек

Тип 1. Стопорение стопорными шайбами					
Исполнение 1.1		Исполнение 1.2		Исполнение 1.3	
Тип 2. Стопорение шплинтами					
Исполнение 2.1	Диаметр резьбы, мм	Исполнение 2.1		Исполнение 2.2	
		Типы гаек под шплинт			
		высокие	низкие	высокие	низкие
Размеры шплинта $d_0 \times l$ , мм					
	M4	1x12	1x12	1x12	1x12
	M5	1,6x14	1,6x14	1,6x14	1,6x14
	M6	1,6x20	1,6x20	1,6x14	1,6x14
	M8	2x20	2x20	2x16	2x16
	M10	2,5x25	2,5x25	2,5x20	2,5x20
	M12x1,5	2,5x32	2,5x32	2,5x25	2,5x25
	M14x1,5	2,5x32	2,5x32	2,5x25	2,5x25
	M16x1,5	3,2x40	3,2x36	3,2x28	3,2x28
	M18x1,5	3,2x45	3,2x40	3,2x36	3,2x28
<p><math>d_0</math> - условный диаметр шплинта, равный диаметру отверстия</p> <p>Основной тип стопорения - исполнение 2.2.                      В кабинах и особо ответственных соединениях применять стопорение исполнения 2.1.                      Пример записи стопорения исполнения 2.2:                      Стопорение 2.2 - ОСТ 1 39502-77</p>					
Тип 3. Стопорение деформацией металла (кернением)					
Исполнения 3.1 - 3.7 (см. ОСТ 1 39502-77)					
Тип 4. Стопорение проволокой					
Исполнения 4.1 - 4.6 (см. ОСТ 1 39502-77)					
Отверстия для контровки по ОСТ 1 03815-76					

### 2.4. ОБОЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ БОЛТОВОГО КРЕПЛЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖЕ

Элементы крепления на сборочном чертеже нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, проводится общая линия-выноска, при этом полки для номеров позиций располагаются колонкой и соединяются тонкой линией (рис. 2.2, а). Стопорение болтового соединения указывается в технических требованиях чертежа. При оформлении учебного чертежа допускается проставлять вместо номеров позиций непосредственно шифры крепежных деталей (рис. 2.2, б). Для болтового соединения указываются шифры болта, гайки, шайбы, шплинта и стопорения.

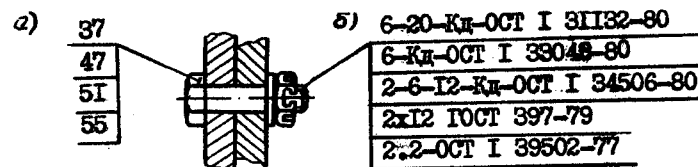


Рис. 2.2. Обозначение болтового крепления на чертеже: а - по ЕСКД; б - допускается в учебном чертеже

#### Технические требования на чертежах сборочно-клепанных конструкций по ОСТ 1 02504-84

1. Теоретический чертёж \_\_\_\_\_.
2. Требования к обводам и поверхностям \_\_\_\_\_.
3. Изготовление и контроль по \_\_\_\_\_.
4. Для БЧ деталей:
  - 4.1. Поз. \_\_\_\_\_ масса \_\_\_\_\_ КИМ \_\_\_\_\_.
  - 4.2. Дет. поз. \_\_\_\_\_ МПа (кгс/мм<sup>2</sup>). Группа контроля Дет. поз. \_\_\_\_\_ (указать термообработку). Группа контроля \_\_\_\_\_ ОСТ 1 00021-78.
  - 4.3. Подсечки дет. \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_.
  - 4.4. Шероховатость обработанных поверхностей дет. \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_.
  - 4.5. Неуказанные предельные отклонения размеров дет. \_\_\_\_\_ по ОСТ 1 00022-80.
  - 4.6. Покрытие дет. \_\_\_\_\_.
5. Сборку шарнирных и болтовых соединений (при необходимости разделить) производить на смазке \_\_\_\_\_ (грунте \_\_\_\_\_ и т.п.),
  - 5.1. Отверстия под болты поз. \_\_\_\_\_ обработать \_\_\_\_\_ (например, Н9,  $R_{\alpha} = 1,6$ ).

- 5.2. Затяжка болтов поз. \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ Н·м (кгс·м)  
(по ОСТ I 00017-89).
- 5.3. Болты поз. \_\_\_\_\_ - стопорение \_\_\_\_\_ ОСТ I 39502-77.
6. Клепка \_\_\_\_\_ прессовая, автоматическая, ручная.
- 6.1. Установку заклепок поз. \_\_\_\_\_ производить по \_\_\_\_\_.
7. Склеивание поз. \_\_\_\_\_ - по \_\_\_\_\_.
8. Герметизацию (внутришовную, поверхностную, в месте расположения люков) производить герметиком \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_.
- 8.1. Контроль герметичности - по \_\_\_\_\_.
9. Зазор(ы) \_\_\_\_\_ (по указанию конструктора) заполнить герметиком (грунтом, шнуром).
10. На внешние поверхности шарнирных соединений, включая гайки и головки болтов, нанести смазку \_\_\_\_\_.
- \*Размер для справок.

### 3. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

#### 3.1. ОСОБЕННОСТИ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СВАРКИ

Сварка (табл. 3.1), как один из основных методов получения неразъемных соединений деталей и узлов планера самолета, дает возможность: 1) получения прочноплотных монолитных соединений с высокими механическими характеристиками и герметичных; 2) уменьшения массы изделий за счет полного использования рабочих сечений деталей сварных узлов; 3) снижения стоимости и трудоемкости изготовления конструкций за счет высокой механизации и автоматизации сварочных работ. Большое распространение получают цельносварные конструкции.

В сварных конструкциях наиболее сильно проявляется взаимное влияние конструктивных решений и технологии изготовления. Конструкция может быть выполнена из наиболее рациональных по форме, размерам, материалам и технологическим процессам (катаные, штампованные, получаемые обработкой резанием и т.п.) заготовок и деталей.

Однако при сварке изменяются исходные свойства основных материалов, причем во всех случаях механические свойства снижаются. В сварных конструкциях возникают остаточные напряжения и деформации, которые могут значительно снижать точность заданных размеров и исказить первоначальную форму. Сварные соединения создают концентрацию напряжений за счет неоднородных свойств металла шва и

основного металла, а также за счет геометрических факторов (формы шва, типа соединения).

Т а б л и ц а 3.1

Виды и методы сварки и их обозначения

Виды и методы сварки	Обозначения	
	Буквенное	Кодовое
Сварка плавлением		
Дуговая электрическая ручная	ДЭС	I100
Автоматическая дуговая неплавящимся электродом	АДЭС	I500
Автоматическая дуговая под слоем флюса	АДЭСФ	I050
Автоматическая дуговая под слоем флюса с подкладкой плавящимся электродом	АДЭСФ АрДЭС	I252 I020
Аргонно-дуговая	АрДЭС	I220
Аргонно-дуговая плавящимся электродом	АрДЭС	I220
Автоматическая аргонно-дуговая неплавящимся электродом	ААрДЭС	I520
Аргонно-дуговая неплавящимся электродом с присадочным материалом	АрДЭС	I620
Аргонно-дуговая точечная (односторонняя)	АрДТС	I020
Автоматическая дуговая в среде углекислого газа плавящимся электродом	АУДЭС	I230 620I
Дуговая с прессованием	ЭЛС	5200
Электронно-лучевая	АВС	
Атомно-водородная	КАС	3110
Кислородно-ацетиленовая газовая		



Виды и методы сварки	Обозначения	
	Буквенное	Кодовое
Контактная сварка (сварка давлением)		
Точечная двухсторонняя	ТЭС	2100
Точечная односторонняя с медной подкладкой	ТЭС0	2100
Точечная с применением клея	ТЭС	2101
Точечная с применением грунта	ТЭС	2102
Роликовая двухсторонняя	РЭС	2200
Контактная стыковая	КСС	2562

Вид и метод сварки и ее кодовое обозначение, приведенное в табл. 3.1, формируется в зависимости от способа сварки (табл. 3.2) и типа сварного соединения (табл. 3.3).

Дуговая электрическая сварка (ДЭС) - наиболее распространенный вид сварки плавлением, особенно при толщинах свыше 1,2 мм. Ручная сварка применяется для деталей, имеющих короткие швы, или для узлов сложной формы, неудобной для автоматической сварки. Сварной шов прочноплотный. Сварка применяется для узлов, работающих при статических и вибрационных нагрузках.

Автоматическая дуговая сварка под слоем флюса (АДЭСФ) применяется для соединений прямолинейной и кольцевой формы с длиной шва более 100 мм и диаметром более 70 мм. Получается прочноплотный сварной шов с плавными переходами к основному металлу.

Аргонно-дуговая сварка (АрДЭС) ручная и автоматическая применяется для конструкционных, низколегированных и нержавеющей сталей, сплавов титана, алюминиевых и магниевых сплавов, для продольных и кольцевых соединений, узлов крупногабаритных изделий с подгонкой стыкуемых кромок с точностью 0-0,5 мм.

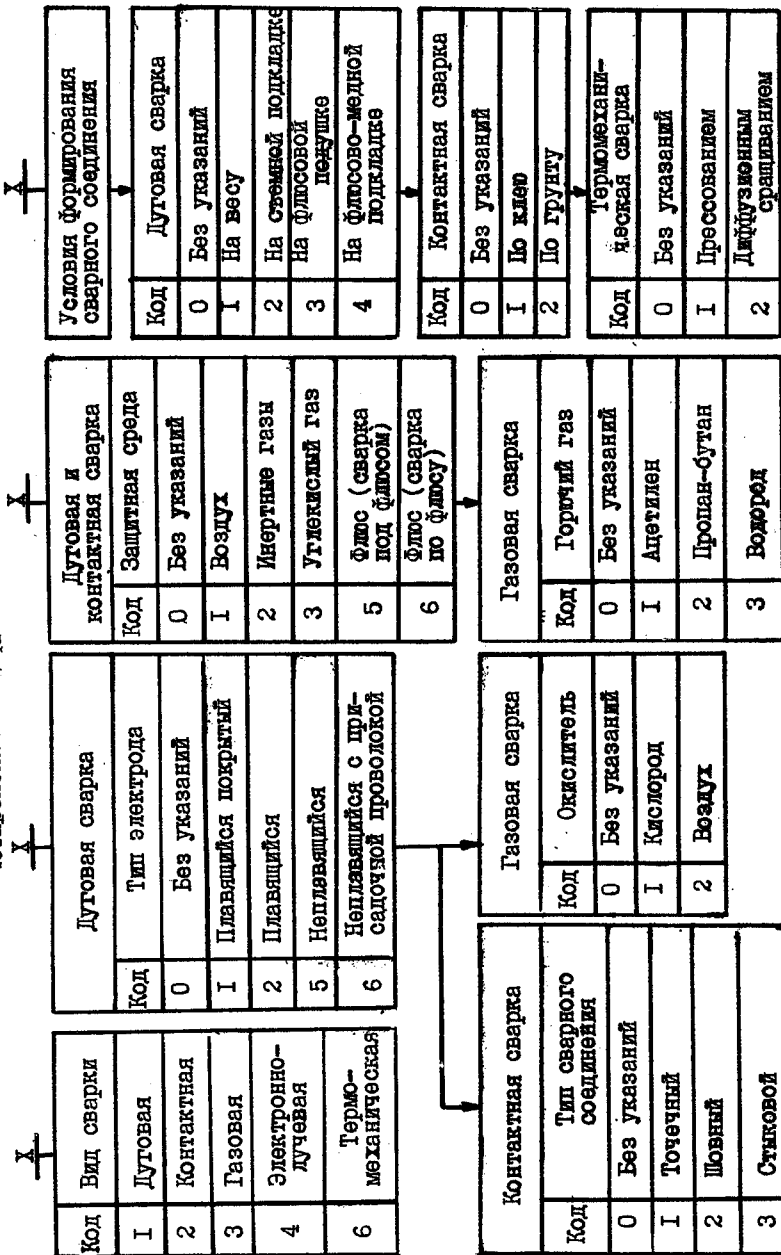
Автоматическая дуговая в среде углекислого газа (АУДЭС) применяется взамен АДЭС, ААрДС, так как дешевле их.

Электронно-лучевая сварка (ЭЛС) является новым современным видом сварки и осуществляется электронным лучом в вакууме. Основным достоинством сварки является возможность локального теплового воздействия на обрабатываемый материал. При этом существенно уменьшается количество расплавленного и нагретого металла, что сводит к минимуму зону термического влияния, уменьшает сварочные деформации

Таблица 3.2

Способы сварки и их кодовые обозначения по ОСТ 1 02617-87

Четырехзначный цифровой код:



Основные типы сварных соединений и их кодовые обозначения по ГОСТ 1 02617-87  
Шестизначный буквенно-цифровой код:

X		XX		XX		X	
		одна кромка	другая кромка				
Код	Вид соединения	Код	форма поперечного сечения кромок и их конструктивные элементы	Код	Характер сварного шва	Код	форма поперечного сечения шва
C	Стыковое	00	Без разделки кромок	0	Без указаний	0	—
У	Угловое	01	С одной стороны разделкой кромок	1	Односторонний	1	
Т	Тавровое	05		6	Односторонний с неполным проваром	6	
Н	Нахлесточное	06	С двух сторон разделкой кромок	2	Двусторонний	2	
Ц	Торцевое	60		7	Двусторонний с неполным проваром	7	

ции и остаточные напряжения. Электронный луч позволяет соединять узким швом детали толщиной до 100 мм и более при отношении глубины проплавления к ширине шва до 20:1. Процесс ЭЛС осуществляется в вакуумных камерах, что обеспечивает надежную защиту расплавленного и нагретого металла от вредного воздействия атмосферных газов. Процесс сварки может быть полностью автоматизирован.

ЭЛС рекомендуется для соединений деталей из тонколистовых материалов; деталей, отличающихся сечением; малогабаритных и точных деталей; материалов, склонных к трещинообразованию при сварке разнородных металлов. Сварка возможна в тех местах конструкции, которые недоступны для других сварочных процессов, между высокими и тонкими ребрами, внутри изделия - через узкую щель. Однако сварка требует точной подгонки кромок свариваемых заготовок, а также точного ведения луча по стыку в процессе сварки.

Атомно-водородная сварка (АВС) применяется при заварке трещин, возможен любой тип соединения, шов прочноплотный.

Кислородно-ацетиленовая сварка (КАС) применяется для узлов с толщиной материала от 0,5 до 3 мм, мелких деталей или деталей из тонких материалов при ремонтных работах. При сварке нагревается большая зона, поэтому могут возникнуть большие деформации и трещины в материале типа ЗОХСА.

Точечной и роликовой сваркой (ТЭС и РЭС) можно соединять детали и узлы, изготовленные из листового и профильного проката, а также детали, изготовленные резанием и химическим фрезерованием. Наряду с точечной и роликовой сваркой допускается применение в одном узле любых других видов сварки, а также клепки.

Вид соединения и форма поперечного сечения кромок зависит от конструкции и толщины соединяемых деталей (табл. 3.4).

Качественная оценка видов и методов сварки в зависимости от материала соединяемых деталей и узлов дана в табл. 3.5.

Т а б л и ц а 3.4

Выбор типа сварного соединения

Толщина, мм	Вид соединения Подготовка кромок	Код сварного соединения
до 2		C00001 C06000
1...2		C01011
3...26		C05051








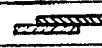
Толщина, мм	Вид соединения Подготовка кромок	Код сварного соединения
3...26		С05053
Свыше 10		С06061
Свыше 10		С60602
Свыше 12		С61612
1,5...30		Т00006 Т00007
4...26		Т05056 Т05057
12		Т60607
1,5		Н00000

Таблица 3.5

Технологическая свариваемость металлов и сплавов

Материал	Полу-фабрикат	Сварка плавлением						Контактная сварка	
		ДЭС АДЭС	АрДЭС	ААрДС	АрДТС	ЭЛС	КАС	ТЭС	РЭС
Одноименные материалы									
Ст. 20	Л, Пр, Пк	Х	У	У	У	-	Х	Х	Х
30ХГСА	Л, Пр, Пк	Х	Х	У	У	Х	Х	У	У
30ХГСН2А	Л, Пк	У	-	-	-	Х	НУ	-	-
12Х18Н10Т	Л	Х	Х	Х	Х	Х	У	Х	Х
12Х18Н9Т	Пр, Пк	Х	Х	Х	Х	Х	У	Х	Х
ВЛ-1	Л, Пк	Х	Х	-	-	-	-	-	-
ВНС-2, ВНС-5 СН-3, СН-4	Л, Пр	-	Х	Х	Х	Х	-	Х	Х
ВНЛ-3	литые	-	Х	У	-	-	У	У	У
ОТ4-1, ОТ4 ВТ6, ВТ22	Л, Пк	Х	Х	Х	У	Х	НУ	Х	Х

Материал	Полу-фабрикат	Сварка плавлением						Контактная сварка	
		ДЭС АДЭС	АрДЭС	ААрДС	АрДТС	ЭЛС	КАС	ТЭС	РЭС
АМц, АМг3 АМг6	Л, Пр	У	Х	Х	-	Х	НУ	Х	Х
Л19 ОТ420	Л, Пр Л	-	У Х	У Х	-	- Х	-	Х Х	Х -
Разноименные материалы									
30ХГСА+30ХГСН2А		У	У	У	-	-	-	-	-
30ХГСА+12Х18Н10Т		У	-	-	-	Х	-	У	У
30ХГСН2А+12Х18Н10Т		У	-	-	-	-	-	-	-
ВНС-2+ВНС-5		-	Х	-	-	Х	-	Х	Х
СН-3+ВНС-2(ВНС-5)		-	Х	-	-	Х	-	Х	Х
ВНЛ-3+ВНС-5		-	Х	-	-	Х	-	Х	Х
12Х18Н10Т+ВНС-5(СН-3)		-	Х	-	-	Х	-	Х	Х
Сочетание титана любых марок между собой		-	Х	Х	Х	Х	-		
Л19+АМг6 Л19+ОТ420 АМц+АМг6		-	-	-	-	-	-	У У	У -
не рекомендуется									
Магниевые сплавы с алюминиевыми не свариваются									

Условные обозначения: Х - хорошая; У - удовлетворительная; НУ - неудовлетворительная; (-) - данные отсутствуют; Л - лист; Пр - профиль, пруток; Пк - поковка; Ш - штамповка.

Хорошая свариваемость: прочность сварного соединения составляет не менее 0,9 от прочности основного металла. Сварные швы не имеют внутренних дефектов.

Удовлетворительная свариваемость: прочность сварного шва составляет не менее 0,75 от прочности основного металла. В сварном шве возникают незначительные дефекты.

Категории сварных соединений. Сварные соединения в зависимости от назначения, условий эксплуатации узла и методов контроля подразделяются на три категории.

I категория - особо ответственные сварные соединения, прочность и герметичность которых обеспечивает общую эксплуатационную надежность изделия. Эти соединения подлежат обязательному рентгеновскому контролю.

II категория – сварные соединения, несущие статические и динамические нагрузки, а также герметичные соединения, обеспечивающие эксплуатационную надежность узла. Эти соединения подвергаются рентгеновскому контролю в зависимости от условий работы и их конструкции с указанием рентгеновского контроля в чертеже.

III категория – сварные соединения второстепенного значения, несущие только статические нагрузки, не требующие герметичности и не оказывающие влияния на эксплуатационную надежность узла.

Рентгеновский контроль проводится для выявления внутренних дефектов в сварных соединениях стальных конструкций при толщинах до 80 мм, алюминиевых – до 300 мм.

При сварке плавлением нахлесточные, тавровые и угловые соединения в большинстве случаев невозможно подвергнуть всестороннему рентгеновскому контролю. Поэтому рекомендуется эти соединения, если они ответственные, заменить на стыковые.

Сварные соединения из высокопрочной стали 30ХГСА имеют повышенную чувствительность к концентраторам, для них устанавливаются более высокие требования, одинаковые для I и II категорий (III категория не допускается).

При контактной сварке отношение толщин свариваемых деталей и количество деталей в зависимости от категории соединения должно соответствовать значениям, приведенным в табл. 3.6.

Таблица 3.6  
Требования при контактной сварке

Материал	Категория соединения	Предельно допустимые отношения толщин в соединении из двух деталей из одноименных материалов	Число деталей в соединении
Конструкционные, нержавеющие, жаропрочные стали и титановые сплавы	I	3:1	2
	II	4:1	3
	III	более 4:1	4
Алюминиевые и магниевые сплавы	I	2:1	2
	II	3:1	3
	III	более 3:1	3

### 3.2. РАСЧЕТНЫЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

При проектировании сварных конструкций и расчете на прочность сварных соединений используются расчетные данные, приведенные в табл. 3.7...3.10. На рис. 3.1 даны эскизы конструкций и размеры точечных и роликовых сварных соединений в зависимости от материала и толщины соединяемых деталей.

Таблица 3.7

Прочность соединений, выполненных сваркой плавлением

Материал	Толщина, мм	Метод сварки	Прочность основного материала $\sigma_{в осн. мат.}$ , даН/мм	Прочность сварного соединения $\sigma_{св}$ , даН/мм <sup>2</sup>
Ст. 20	до 2,0	ДЭС	36...50	$K=0,9$
30ХГСА	до 4,0 до 10,0 св 10,0	ДЭС АрДЭС ЭЛС	90 120 120	$K=0,9$ 100 90
30ХГСА2А	4...10 10...15 св 15	ДЭС ЭЛС	160...190	120 100 90
12Х18Н10Т	0,8...3	ДЭС, ЭЛС	56	50
ВНС-2 ВНЛ-3 ВНС-5 СН-3	3,0 3,0 3,0 3,0	АрДЭС АрЛТС ЭЛС	140...160	115 100...120 120 115...120 120
ОТ4-1 ОТ4 ВТ6С ВТ-22	2,0 2,5 3,0 10...30	ДЭС АрДЭС ЭЛС	60...75 70...90 85...100 100...125	74 82 85...92 95...105
АМц	0,5...6	АрДЭС КАС	9	$K=0,9$ $K=0,8$
АМг3 АМг6	0,5...10 0,8...3 св 3,0	АрДЭС АрДЭС	20 32	$K=0,9$ $K=0,9$ $K=0,8$
120Г О1420	2,0 5,0 10,0 15,0	ААрДЭС АрДЭС ЭЛС	42	32 40 36 30 36

Примечание. Прочность сварного соединения  $\sigma_{св} = K \sigma_{в осн. мат.}$

Таблица 3.8

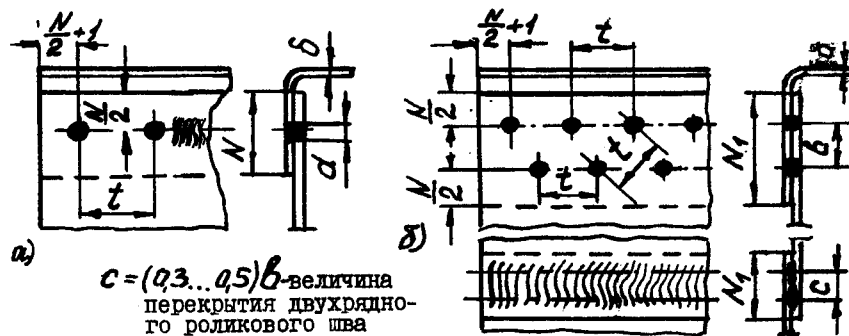
Разрушающие усилия сварных точек при АДТС

Толщина тонкой детали соединения, мм	Диаметр литого ядра точки, мм	Минимальные разрушающие усилия, даН			
		на срез		на отрыв	
		Г2Х18Н10Т	ВНС-2, СН-3 ВНС-5	Г2Х18Н10Т	ВНС-2, СН-3 ВНС-5
0,5	3,0	100	180	70	150
0,8	3,5	150	400	130	300
1,0	4,0	180	500	150	380
1,5	6,0	400	1000	280	750
2,0	7,0	600	1500	400	1200

Таблица 3.9

Разрушающие усилия сварных точек на срез при ТЭС

Толщина тонкой детали, мм	Минимальный диаметр точки, мм	АМг6	Прочность основного материала $\sigma_B$ , даН/мм <sup>2</sup>		
			ОГ420	50...60	70...80
		Разрушающие усилия на срез, даН			
0,3	2,5	35	100	130	160
0,5	3,0	55	175	230	285
0,8	3,5	125	345	450	560
1,0	4,0	160	480	625	775
1,2	5,0	220	655	855	1060
1,65	6,0	330	950	1235	1535
2,0	7,0	480	1375	1785	2220
2,5	8,0	670	1750	2275	2825
3,0	9,0	890	2125	2760	3430
4,0	12,0	1500	3300	4350	5180
5,0	14,0	2600	-	-	-



b	Точечная сварка							Роликовая сварка				
	d	N		z		N <sub>1</sub>		b	d	N		N <sub>0</sub>
		A	С, СТ	A	С	СТ	A			A	С, СТ	
0,3	2,5	10	6	8	8	7	17	7	2,5	10	6	13
0,5	3	10	8	10	10	9	19	9	3	10	8	13
0,6	3,2	10	8	10	10	9	19	9	3,2	10	8	13
0,8	3,5	12	10	13	13	11	23	11	3,5	12	10	16
1,0	4	14	11	15	14	12	27	13	4	14	11	18
1,2	5	16	13	15	15	13	29	13	5	16	13	20
1,5	6	18	14	20	17	15	35	17	6	18	14	23
1,8	6,5	19	15	22	19	17	37	19	6,5	19	15	24
2,0	7	20	17	25	21	18	42	22	7	20	17	26
2,5	8	22	19	30	23	20	48	26	7,5	22	19	28
3,0	9	26	21	35	28	24	56	30	8	26	21	33
3,5	10,5	28	24	40	32	28	62	35	9	28	24	36
4,0	12	30	28	45	37	32	69	39	10	30	28	38
5,0	14	36	-	55	-	-	83	47	12	36	-	46
6,0	16	42	-	65	-	-	98	56	-	-	-	-
7,0	18	48	-	75	-	-	112	64	-	-	-	-

Обозначения:  $b$  - толщина тонкой детали, входящей в соединение;  
 $d$  - диаметр литого ядра точки или ширина роликового шва;  
 $A$  - алюминиевые и магниевые сплавы;  $C$  - низкоуглеродистые, низко- и среднелегированные стали;  $СТ$  - нержавеющие, жаропрочные стали и титановые сплавы.

Рис. 3.1. Минимальные размеры точечных и роликовых сварных соединений, мм:  
 $a$  - однорядный шов;  $b$  - двухрядный шов

Т а б л и ц а 3.10

Прочность швов роликовой сварки  
(в % от прочности основного материала)

Толщина тонкой детали, мм	Прочность основного материала $\sigma_s$ , даН/мм <sup>2</sup>			
	Алюминиевые сплавы			Стали, титан
	< I5	24...32	> 32	
0,3	I00	90	70	не менее 90
0,5	I00	85	65	90
0,8	I00	80	60	90
I,0	I00	80	60	90
I,5	I00	75	55	90
2,0	I00	70	45	не менее 80
3,0	I00	60	40	80
4,0	I00	50	35	не менее 70
5,0	I00	45	30	-

Примечание. Величина разрушающего усилия отрыва должна быть не менее 25% величины прочности на срез для алюминиевых сплавов и закаляющихся сталей.

### 3.3. ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ СВАРКИ В ЧЕРТЕЖАХ

Сварные соединения на чертежах указываются при помощи условного изображения шва и условного кодового обозначения, располагаемого на полке или под полкой линии-выноски, а также сведений, записываемых в технических требованиях чертежа.

Шов сварного соединения, независимо от способа сварки, условно изображают по ГОСТ 2.312-72: видимый - сплошной основной линией, невидимый - штриховой линией, видимую сварную точку - знаком (+), невидимую сварную точку не изображают.

От изображения сварного шва или одиночной сварной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой.

Структура условных обозначений швов сварных соединений установлена ОСТ I 02617-87 (см. табл. 3.2 и 3.3). Обозначение содержит шестизначный буквенно-цифровой код, обозначающий тип сварного соединения, и четырехзначный цифровой код, обозначающий способ сварки. Допускается после условного обозначения шва указывать в скобках обозначение, применявшееся ранее (например, (ДЭС)). Форму поперечного сечения кромок свариваемых деталей и размеры их







конструктивных элементов необходимо предусматривать при проектировании деталей и проставлять в чертеже.

Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски для лицевой стороны шва и под полкой - для обратной стороны шва. За лицевую сторону шва принимают: сторону одностороннего шва, с которой производят сварку; сторону двустороннего шва с несимметрично подготовленными кромками, с которой производят сварку основного шва; для двустороннего шва с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

Расположение вспомогательного знака (табл. 3.11) относительно полки-выноски показано на примерах табл. 3.12.

Т а б л и ц а 3.11

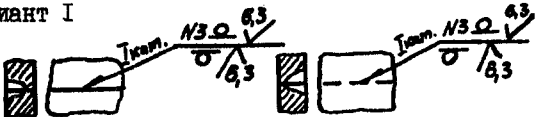
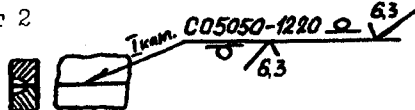
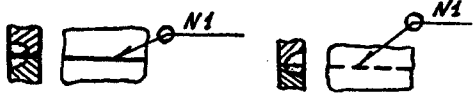
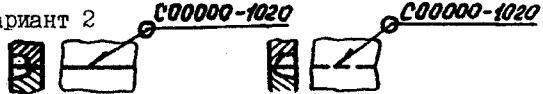
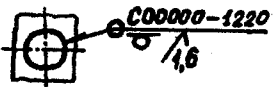
Изображение вспомогательных знаков в обозначении шва


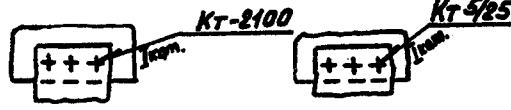
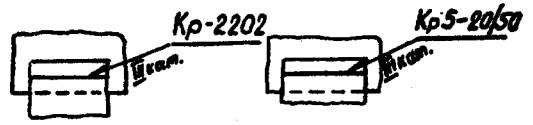
Знак	Значение знака	Знак	Значение знака
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением
	Усиление шва снять		Шов по замкнутой линии
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением		Шов по незамкнутой линии

Т а б л и ц а 3.12

Примеры изображений и обозначений сварных соединений

Характеристика шва. Условное изображение шва на чертеже	Технические требования на чертеже
Односторонний шов стыковых соединений с односторонней прямолинейной разделкой кромок, выполняемый ручной аргонно-дуговой сваркой плавящимся электродом на узле из титанового сплава. Усиление и проплав снять с лицевой и обратной стороны с шероховатостью $R_a = 6,3$ , категория шва I	

Характеристика шва. Условное изображение шва на чертеже	Технические требования на чертеже
<p>Вариант 1</p>  <p>Вариант 2</p> 	<p>Шов № 3 по ПИ-... C 05050-1220</p> <p>Сварка по ПИ-...</p>
<p>Шов стыкового соединения I категории без разделки кромок, сварка автоматическая аргоно-дуговая по замкнутой линии на узле из титана.</p> <p>Вариант 1</p>  <p>Вариант 2</p> 	<p>Шов № I по ПИ-... C 00000-1020 I категории Сварка автоматическая Сварка по ПИ-... автоматическая, шов I категории</p>
<p>Автоматическая аргоно-дуговая сварка нержавеющей сталей встык по замкнутой линии, усиление шва с оборотной стороны снять с шероховатостью <math>R_a = 1,6</math>, категория шва I</p> 	<p>Сварка автоматическая аргоно-дуговая по ПИ-... Шов I категории</p>

Характеристика шва. Условное изображение шва на чертеже	Технические требования на чертеже
<p>Кислородно-ацетиленовая сварка малоуглеродистых сталей</p> 	<p>Сварка по ПИ-... Шов III категории</p>
<p>Сварка контактная точечная из нержавеющей сталей. Диаметр сварной точки 5 мм, шаг 25 мм, категория шва I</p> 	<p>Сварка по ПИ-...</p>
<p>Сварка контактная роликовая из алюминиевых сплавов с грунтом, ширина шва 5 мм, длина провариваемого участка 20 мм и шаг 50 мм, категория шва III</p> 	<p>Сварка по ПИ-...</p>

Всем одинаковым швам присваивается один порядковый номер. Обозначение одинаковых швов наносят у одного из изображений, а у остальных на полке линии-выноски ставят порядковый номер шва.

Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва наносят на полке или под полкой линии-выноски или приводят в технических требованиях чертежа.

В технических требованиях чертежа указывается номер инструкции для проведения сварки, категория сварного соединения.

Технические требования на чертежах сварных конструкций  
 По ОСТ I 02504-88 рекомендуются следующие формулировки изложения технических требований на чертежах сварных конструкций.

I. Общие технические требования

- I.1. Сварка ... по инструкции ПИ-..., категория ...  
 I.2. Дет. поз. ... МПа (кгс/мм<sup>2</sup>)  
 Дет. поз. ... МПа (кгс/мм<sup>2</sup>)  
 Группа контроля ... ОСТ I 00021-78  
 Шероховатость обработанных поверхностей БЧ дет. - ...  
 Маркировать БЧ дет. и клеймить ...  
 I.3. = ... МПа (кгс/мм<sup>2</sup>). Группа контроля основного материала ... ПИ-I.4.732-80  
 I.4. Контроль рентгеновский сварных швов - по инструкции ...  
 I.5. Покрытие ...  
 I.6. + Размер для справки  
 Неуказанные предельные отклонения размеров - по ОСТ I 00022-80  
 Маркировать и клеймить по ...

2. Дополнительные технические требования

- 2.1. (I.1) Сварка шва (швов № ...), остальное см. п. I.1  
 2.2. Испытать на прочность водой (жидкостью) давлением ... в течение ...  
 Испытать на герметичность воздухом (газом) давлением ... в течение ... Герметичность - группа ... ОСТ I 00128-74

3. Пояснения к пунктам технических требований

- 3.1. (I.1) Указывается способ сварки, номер инструкции, номер категории шва. Например, ДЭС по ПИ-77-77 НИАТ, ТЭС по I.4.853-81  
 3.2. (I.2) Заполняется для безчертежных (БЧ) деталей  
 3.3. (2.2) Заполняется для узлов типа цилиндров, штоков и т.д.

3.4. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В табл. 3.13...3.24 приведены рекомендации и примеры по конструированию отдельных сварных соединений и узлов.

Таблица 3.13  
 Основные правила по конструированию сварных соединений

Правильно	Неправильно	Рекомендации
		Сварному шву нужно придавать форму, обеспечивающую наиболее высокую статическую и устойчивую прочность
		Необходимо обеспечивать открытый доступ к месту сварки
		Следует избегать соединения трех и более деталей одним швом
		Следует избегать соединения деталей, значительно отличающихся по толщине
		Следует избегать сварных соединений большой длины
		-



Рекомендации по конструированию сварных соединений

ТЭС и РЭС

При проектировании узлов с использованием точечной и роликовой сварки необходимо предусматривать удобные подходы электродов и роликов к месту соединений (табл. 3.14...3.16).

Таблица 3.14  
Выбор сечений деталей для ТЭС и РЭС

Удобные формы сечений	

Таблица 3.16  
Примеры соединений РЭС и ТЭС

Соединение штампованных жесткостей с листовой деталью		
Рекомендуется	Не рекомендуется	
Соединение шельфа с фланцем РЭС		
Рекомендуется	Нежелательно	Не рекомендуется
Расположение профилей под точечную сварку		
Рекомендуется	Не рекомендуется	
Соединение патрубка с обечайкой РЭС		
Прямоугольный фланец	Круглый фланец	
Рекомендуется	Рекомендуется	Не рекомендуется

Соединения в узлах  
Таблица 3.17  
Соединения тонкостенных элементов

Рекомендуется		Не рекомендуется

Таблица 3.18  
Сварные соединения, применяемые в узлах шасси

Рекомендуется	Не рекомендуется

Таблица 3.19  
Соединения в конструкциях ферм и рам

Рекомендуется	Не рекомендуется

Таблица 3.20  
Соединения в обечайках и отсеках с ребрами жесткости и перегородками

Рекомендуется	Не рекомендуется

Таблица 3.21  
Соединения в обечайках и баках

Рекомендуется	Не рекомендуется

Таблица 3.22  
Соединения в обечайках с фланцами

Рекомендуется	Не рекомендуется

Допускается в исключительных случаях

Таблица 3.23  
Соединения в баках и баллонах с фланцами, штуцерами,  
трубками и кронштейнами

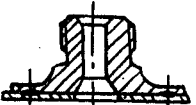

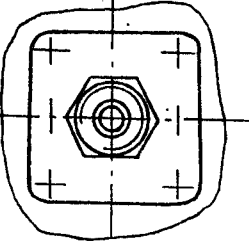
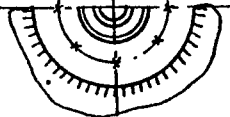
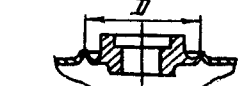




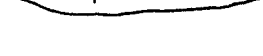

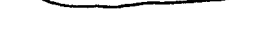

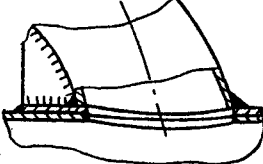



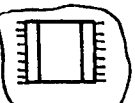
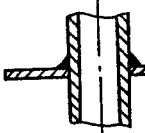
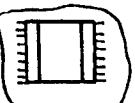
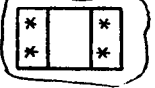
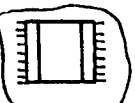
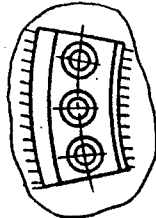
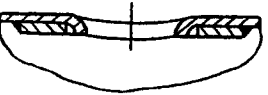
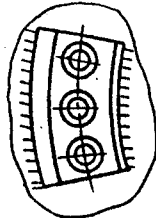
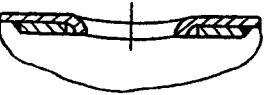

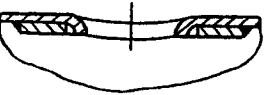
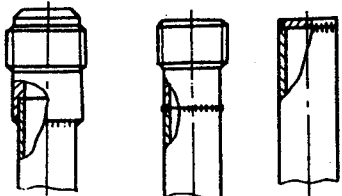
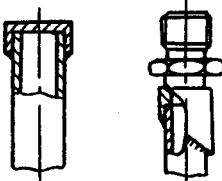
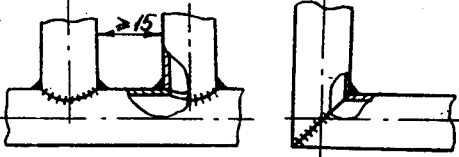
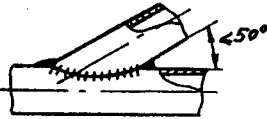
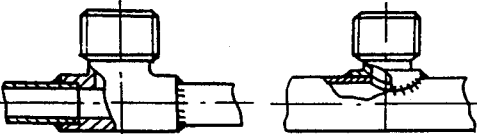
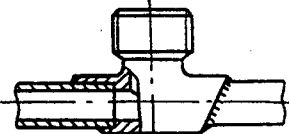
Рекомендуется	Не рекомендуется
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	

Таблица 3.24  
Сварные соединения в трубопроводах

Рекомендуется	Не рекомендуется
	
	
	

4. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЯГ ЖЕСТКОЙ ПРОВОДКИ УПРАВЛЕНИЯ

Тяга проводки управления состоит из трубы, наконечников и контрольных элементов (рис. 4.1).

Выбор диаметра и толщины трубы для тяги производится по графику критических нагрузок (рис. 4.2), используя в качестве исходных данных длину тяги между точками ее крепления в проводке (размер  $L$ ) и усилие на тягу, полученное из расчета на прочность проводки управления в соответствии с ее кинематической схемой. Конструктивное оформление концов трубы осуществляется по ОСТ I 12791-77 по выбранным размерам трубы (рис. 4.3). Трубы для тяг управления изготавливаются из материала Д16ЧТ с характеристиками:  $E = 7100 \text{ даН/мм}^2$ ,  $\sigma_{q2} = 27 \text{ даН/мм}^2$ ,  $\sigma_{nc} = 23 \text{ даН/мм}^2$  для труб с наруж-

ным диаметром до 22 мм;  $\sigma_{q2} = 29$  даН/мм<sup>2</sup>,  $\sigma_{ac} = 26$  даН/мм<sup>2</sup> для труб с наружным диаметром более 22 мм.

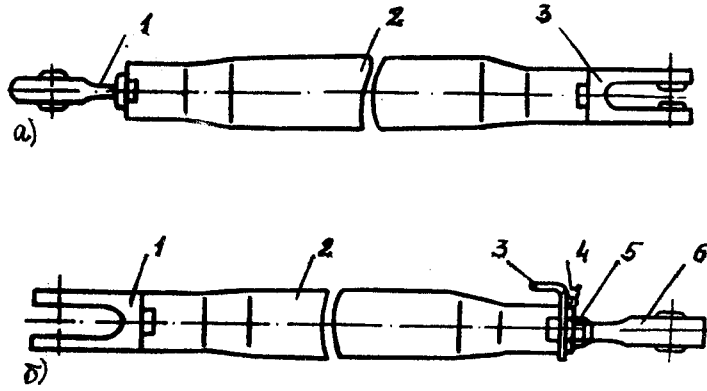


Рис. 4.1. Типы тяг проводки управления:  
 а - тяга с нерегулируемыми наконечниками:  
 1 - наконечник ушковый нерегулируемый; 2 - труба; 3 - наконечник вильчатый нерегулируемый;  
 б - тяга с регулируемым наконечником:  
 1 - наконечник вильчатый нерегулируемый по ОСТ I 12795-77; 2 - труба по ОСТ I 12791-77; 3 - шайба по ОСТ I 12804-77; 4 - проволока контрольная КОК-0,8; 5 - гайка по ОСТ I 33035-80; 6 - наконечник по ОСТ I 12794-77

Выбор типа наконечника в сборе (табл. 4.1) осуществляется в зависимости от его функционального назначения в проводке управления. Наконечники ОСТ I 12795-77 рекомендуется применять на участке проводки управления от бустера к рулевой поверхности. Комплектация наконечника в сборе и его основные размеры (табл. 4.1) определяются его типоразмером (табл. 4.2...4.5).

В табл. 4.2...4.4 типоразмеры представлены группами из двух типоразмеров, отличающихся в группе только обозначениями подшипников: первому типоразмеру группы соответствует подшипник серии 981000КУ (приведен в табл. 4.2...4.4), второму - 981000КУС2. Например, в ОСТ I 12792-77 типоразмеру 23 соответствует подшипник 981067КУ, типоразмеру 24 - 981067КУС2.

Геометрические размеры самих наконечников ОСТ I 12796-77... ОСТ I 12803-77 даны в табл. 4.6...4.10. Наконечники из стали 30ХГСА применять в случае высоконагруженных тяг управления.

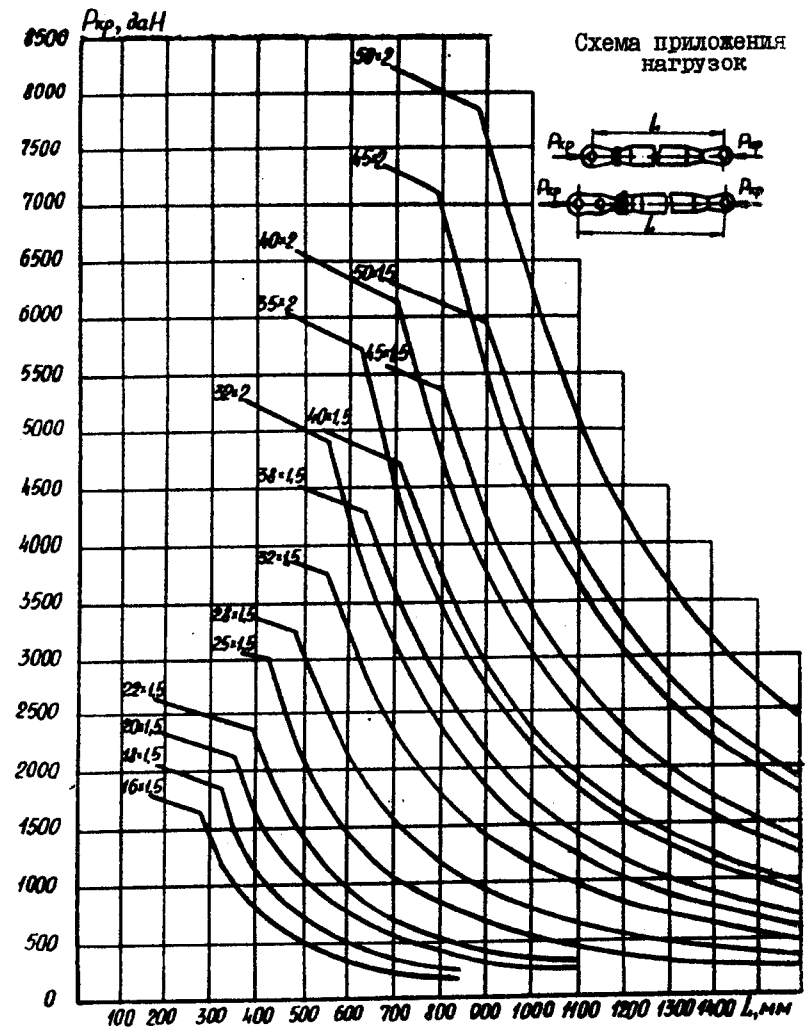
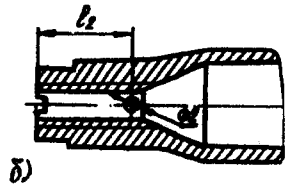
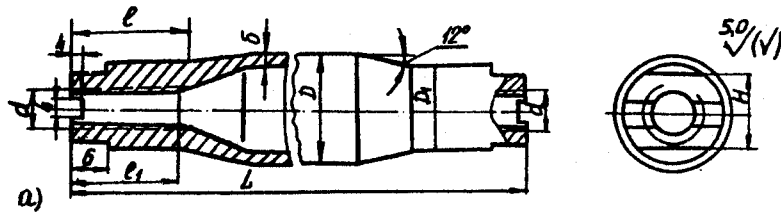


Рис. 4.2. График критических нагрузок для труб тяг проводки управления



Размер, мм									Площадь сечения, мм <sup>2</sup>				
D	D <sub>1</sub>	d	δ	L	l	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	H					
16	14	M8-5H6H	1,5	200...1000, кратное 5	15	15	13	12	68,33				
18		M10-5H6H							77,75				
20		M12x1,5 5H6H							87,20				
22	96,60												
25	200...1300, кратное 5								110,74				
28									124,88				
32	22	19	143,73										
		2,0	188,49										
36	26	M16x1,5 5H6H	1,5	400...1800, кратное 5	30	30	28	22	162,50				
		2,0	213,52										
		1,5	181,43										
40	2,0	238,76											
45	28	M18x1,5 5H6H	1,5						35	34	32	24	205,00
			2,0										270,18
			1,5	228,56									
50			2,0	301,60									

Пример наименования и обозначения трубы тяг управления исполнения I с  $D = 32$  мм,  $\delta = 2,0$  мм,  $L = 455$  мм:  
Труба I-32-2,0-455-ОСТ I 12791-77.

Рис. 4.3. Трубы тяг управления по ОСТ I 12791-77  
а - исполнение 1 (оба наконечника нерегулируемые), б - исполнение 2 (один наконечник регулируемый)

Таблица 4.1

Наконечники в сборе тяг управления

Тип наконечника в сборе	Стандарт наконечника в сборе	Эскиз	Стандарт наконечника поз. I
Упругий нерегулируемый с шарико-подшипником	ОСТ I 12792-77		из стали 30ХГСА ОСТ I 12796-77 из сплава АК4-I ОСТ I 12797-77
Упругий срезанный нерегулируемый с шарико-подшипниками	ОСТ I 12793-77		из стали 30ХГСА ОСТ I 12798-77 из сплава АК4-I ОСТ I 12799-77
Упругий регулируемый с шарико-подшипником	ОСТ I 12794-77		из стали 30ХГСА ОСТ I 12800-77
Вильчатый нерегулируемый со втулками	ОСТ I 12795-77		из сплава АК4-I ОСТ I 12801-77
Регулируемый без втулок			из стали 30ХГСА ОСТ I 12803-77

Примечание. Заделка подшипников - по 3-1-ОСТ I 03841-76

Таблица 4.2

Типоразмеры ушковых нерегулируемых наконечников  
в сборе по ОСТ I 12792-77

Типоразмер	Размеры, мм				Разрушающее усилие, дан	Поз. I Наконечник ушковый. Типоразмер	Поз. 2 Шарико- подшипник	Масса, кг					
	d	D	H	l									
Поз. I - ОСТ I 12796-77, материал - 30ХГСА													
3,4	5	M8	8	20	I200	I	98I065KY	0,039					
7,8				30				0,051					
11,12				40				0,063					
15,16				30				0,075					
19,20	7	M12xI,5	I2	40	I1800	I	98I067KY	0,054					
23,24				30				0,081					
27,28				40				0,094					
31,32				30				0,106					
35,36	8	M16xI,5	I4	35	I2900	I	98I068KYC2	0,121					
40				40				0,147					
43,44				40				0,238					
47,48				40				0,252					
51,52	12	M18xI,5	I7	45	I4200	I	98I70IKY	0,334					
Поз. I - ОСТ I 12737-77, материал - АК4-1													
53,54	5			M8				8	20	I1000	I	98I065KY	0,024
55,56									30				0,029
57,58		40	0,033										
59,60		30	0,034										
61,62	7	M12xI,5	I2	40	I1800	I	98I067KY	0,039					
63,64				30				0,048					
65,66				40				0,053					
67,68				30				0,058					
69,70	8	M16xI,5	I4	35	I2900	I	98I068KY	0,064					
71,72				40				0,090					
73,74				40				0,150					
75,76				40				0,157					
77,78	12	M18xI,5	I7	45	I3800	I	98I70IKY	0,215					

Пример наименования и обозначения наконечника типоразмера 3:  
наконечник 3-ОСТ I 12792-77

Таблица 4.3  
Типоразмеры ушковых сдвоенных наконечников в сборе по ОСТ I 12793-77

Типоразмер	Размеры, мм					Разрушающее усилие, дан	Поз. I Наконечник ушковый сдвоенный. Типоразмер	Шарико-подшипники	Масса, кг
	d	d <sub>1</sub>	D	H	l				
Поз. I - ОСТ I 12796-77, материал 30ХГСА									
3,4	5		M8	8	20	30	I	98I065KY	0,072
7,8	5		M12xI,5	8	30	30			
11,12	7								
15,16	7		M18xI,5	I2	40	35			
19,20	8						M16xI,5	I4	40
23,24	8		M18xI,5	I6	40	50			
27,28	10						M18xI,5	I7	40
31,32	10		M18xI,5	I7	40	35			
35,36	12						M18xI,5	I7	40
39,40	12		M18xI,5	I7	40	35			
43,44	12						M18xI,5	I7	40
Поз. I - ОСТ I 12799-77, материал АК4-1									
45,46	5		M8	8	20	30	I	98I065KY	0,047
47,48	5		M12xI,5	8	30	30			
49,50	7								
51,52	7		M18xI,5	I2	40	35			
53,54	8						M16xI,5	I4	40
55,56	8		M18xI,5	I6	40	45			
57,58	10						M18xI,5	I6	40
59,60	10		M18xI,5	I6	40	45			
61,62	12						M18xI,5	I7	40
63,64	12		M18xI,5	I7	40	45			
65,66	12						M18xI,5	I7	40

Пример наименования и обозначения наконечника типоразмера 3: Наконечник 3-ОСТ I 12793-77



Таблица 4.4

Типоразмеры ушковых регулируемых наконечников  
в сборе по ОСТ I 12794-77

Типо-размер	Размеры, мм				Разрушающее усилие, даН	Поз.1 Наконечник ушковый. Типоразмер	Поз.2 Шарико-подшипник	Масса, кг
	d	D	H	l				
Поз.1 - ОСТ I 12800-77, материал - 30ХГСА								
3:4	5	M8	8	20	1200	I	98I065KV	0,043
7:8								0,060
11:12								0,094
15:16	7	M12xI,5	12	30	1800	II	98I067KV	0,105
19:20								0,135
23:24								0,185
27:28	8	M16xI,5	14	35	2900	III	98I068KV	0,246
31:32								0,287
35:36								0,364
31:32	10	M18xI,5	16	40	3200	IV	98I700KV	0,287
35:36								0,364
35:36	12		17	40	4200	V	98I701KV	0,364

Таблица 4.5

Типоразмеры вильчатых нерегулируемых наконечников  
в сборе по ОСТ I 12795-77

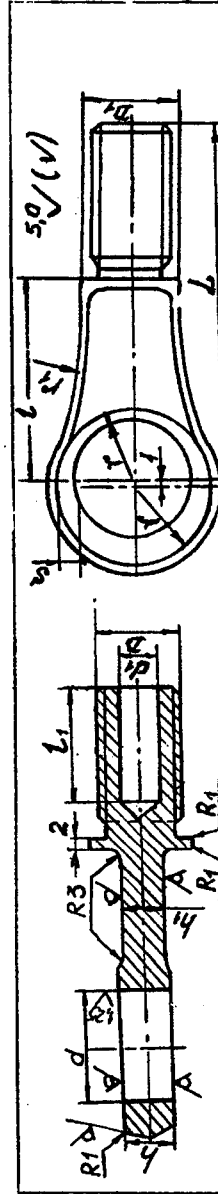
Типо-размер	Размеры, мм					Разрушающее усилие, даН	Поз.1 Наконечник вильчатый. Типоразмер	Поз.2 Втулка	Масса, кг
	d*	D	H	H <sub>1</sub> **	l				
Поз.1 - ОСТ I 12801-77, материал - АК4-1; Поз.2 - ОСТ I 12805-77									
I	5	M8	18	8	30	1000	I	I	0,020
2					50				0,027
3					30				0,023
4					50				0,030
5	7	M12xI,5	22	12	35	1800	II	2	0,030
6					50				0,036
7					35				0,037
8					50				0,043
9	8	M16xI,5	24	14	2900	III	3	0,048	
10					3200			0,062	
11	10	M18xI,5	28	16	3800	IV	4	0,065	
12					40			0,090	
12	12		32	17	45	V	5	0,090	

\*Поле допуска M7

\*\*Поле допуска H11

Таблица 4.6

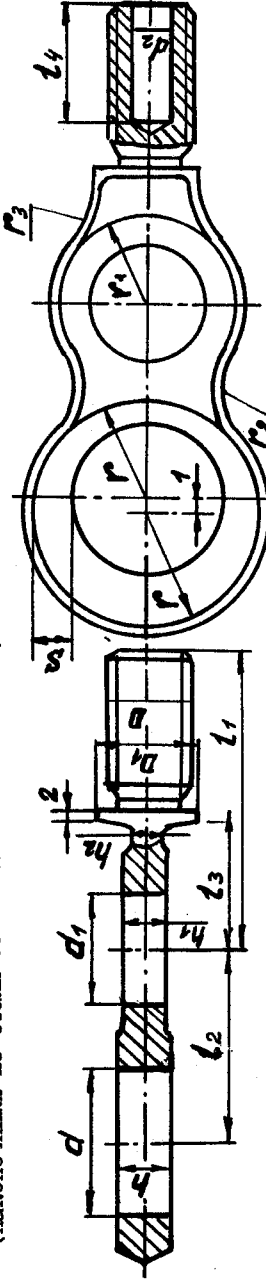
Типоразмеры ушковых нерегулируемых наконечников  
(наконечники из стали 30ХГСА по ОСТ I 12796-77; наконечники из сплава АК4-1 по ОСТ I 12797-77)



Типо-размер	d		D	H	H <sub>1</sub>	l	L	L <sub>1</sub>	R	r	h	h <sub>1</sub>	S <sub>min</sub>	L	L <sub>1</sub>
	30ХГСА	АК4-1													
1	20		M8	18	8	30	35	20	13,5	15,0	7,3	8,0	4	35	20
2	20		M8	18	8	50	45	30	13,5	15,0	7,3	8,0	4	45	30
3	20		M12xI,5	22	12	30	55	40	16,0	18,0	9,5	8,0	5	55	40
4	20		M12xI,5	22	12	35	65	40	16,0	18,0	9,5	8,0	5	65	40
5	20		M12xI,5	22	12	35	55	30	16,0	18,0	9,5	8,0	5	55	30
6	24		M16xI,5	24	14	35	65	40	16,0	18,0	9,5	8,0	5	65	40
7	24		M16xI,5	24	14	35	62	30	16,0	18,0	9,5	8,0	5	62	30
8	24		M16xI,5	24	14	35	72	40	16,0	18,0	9,5	8,0	5	72	40
9	30		M18xI,5	28	16	40	67	35	20,0	23,0	10,5	10,0	7	67	35
10	30		M18xI,5	28	16	40	72	40	25,0	28,5	12,6	10,0	9	72	40
11	37		M18xI,5	28	16	45	75	40	28,5	33,0	13,8	10,0	11	75	40
12	42		M18xI,5	32	17	45	80	45	28,5	33,0	13,8	10,0	11	80	45
13	42		M18xI,5	32	17	45	80	45	28,5	33,0	13,8	10,0	11	80	45

Пример наименования и обозначения наконечника типоразмера 5 из стали 30ХГСА: Наконечник 5 - ОСТ I 12796-77, то же из сплава АК4-1: Наконечник 5 - ОСТ I 12797-77

Типоразмеры ушковых слвоенных наконечников (наконечники из стали ЗОХІСА по ОСТ І І2798-77; наконечники из сплава АК4-І по ОСТ І І2799-77)

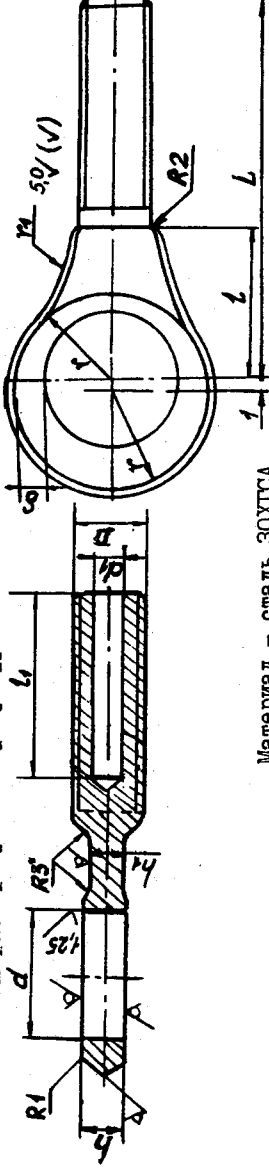


Типо-размер	$\alpha$		$d_1$		$D$	$D_1$		$Z$		$Z_1$		$Z_2$		$Z_3$		$h$	$h_1$	$h_2$	$S_{min}$		$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	
	Ст К7	Ал N7	Ст К7	Ал N7		Ст	Ал	Ст	Ал	Ст	Ал	Ст	Ал	Ст	Ал				Ст	Ал					
1	20		20		M8	12	13,5	15,0	13,5	15,0		25	7,3	7,3	7,3	4			35	20					
2																			45	30					
3																			55						
4												10													
5	24						16,0	18,0					9,5							65	40				
6																				62	30				
7																									
8			24		8	M16x1,5	22		20,0	23,0	16,0	18,0	30	9,5	8,0	4					72	40			25
9													16	10,5							67				40
10									25,0	28,5				12,6								35			45
11									28,5	33,0				13,8							80				50

Обозначение: Ст - сталь ЗОХІСА; Ал - сплав АК4-І

Пример наименования и обозначения наконечника типоразмера 7 из стали ЗОХІСА: Наконечник 7 - ОСТ І І2798-77, то же из сплава АК4-І: Наконечник 7 - ОСТ І І2799-77

Типоразмеры ушковых регулируемых наконечников по ОСТ І І2800-77

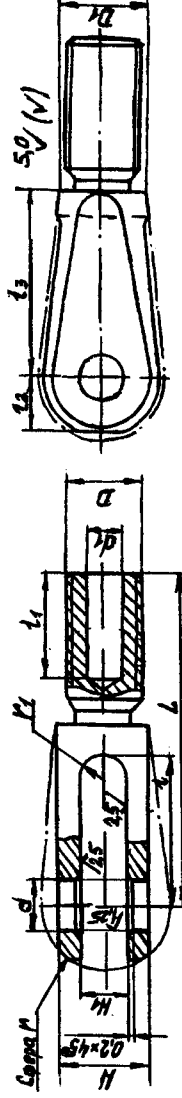


Материал - сталь ЗОХІСА

Типо-размер	$d$		$d_1$	$D$	$r$	$r_1$	$h$	$h_1$	$h_2$	$\delta_{min}$	$L$	$l$	$l_1$
	Ст К7	Ал N7											
1	20			M8-6e-R	13,5	25	7,3	7,3		3	55	20	
2											70		
3				M12x1,5-6e-R			9,5				80	30	
4											85		
5								8,0					
6	30			M16x1,5-6e-R	20,0	30	10,5			4	90	35	42
7			8		25,0		12,6			5	95		
8			10	M18x1,5-6e-R			13,8	10,0		6	100	40	46
9	42				28,5								

Пример наименования и обозначения наконечника типоразмера 2: Наконечник 2 - ОСТ І І2800-77

Таблица 4.9  
Типоразмеры вильчатых нерегулируемых наконечников по ОСТ 1 12801-77

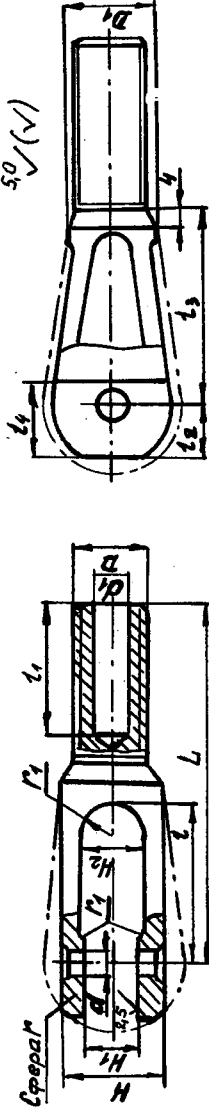


Материал - сплав АК4-1

Типо-размер	d (пред. откл. H7)	d1	D	D, H, H1		L	L1	L2	L3	r	r1
				Пред. откл. +0,2	H11						
1				19	10	45	25		30		
2	7		М8-6h -P	19	10	65	45	10	50	12	5
3						55	25		30		
4			М12х1,5-6h -P			75	45		50		
5						60	30		35		
6				22	14	75	45	12	50	15	7
7	9					67	30		35		
8			М16х1,5-6h -P	24	16	82	45	15	50	18	8
9	10	8		28	18	72	35	16	40	20	9
10						75					
11	12	10	М18х1,5-6h -P	32	20	80	40	18	45	22	10
12	15										

Пример наименования и обозначения наконечника типоразмера II: Наконечник II - ОСТ 1 12801-77

Таблица 4.10  
Типоразмеры вильчатых регулируемых наконечников по ОСТ 1 12803-77

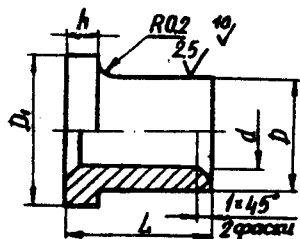


Материал - сталь 30Х13А

Типо-размер	d (пред. откл. m6)	d1	D	D, H, H1		L	L1	L2	L3	L4	r	r1	Разрушающ. усилие, дН
				Пред. откл. +0,2	H11								
1				19	8	67	25		32				2900
2	5		М8-6e-R	19	8	87	45	10	52	15	12	5	4300
3						82	25		32				
4			М12-1,5-6e-R			102	45		52				
5				22	12	87	30		37				5400
6						102	45	12	52	18	15	7	7700
7	7			24	14	92	30		37				
8			М16х1,5-6e-R	24	16	107	45	13	52				8800
9	8	8		28	18	97		14	42	20	20	9	9400
10	10	10		32	20	102	35		46	25	22	10	11000
11			М18х1,5-6e-R	32	17	107	40	16	47	25	22	10	
12	12												

Пример наименования и обозначения наконечника типоразмера 9: Наконечник 9 - ОСТ 1 12803-77

Т а б л и ц а 4.II  
Втулки по ОСТ I I2805-77



Типоразмер	D (пред.откл. U8)	D <sub>1</sub>	d	h	L
1	7	10	4,5	1,2	5,2
2	9	12	6,5		
3	10	14	7,5		
4	12	16	9,5		6,2
5	15	19	11,5	1,7	7,7

Материал: пруток-07Х16Н6-Ш ТУ I4-I-22-71.

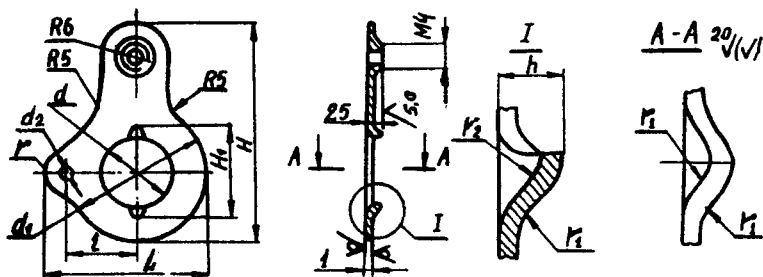
Термическая обработка: HRC<sub>2</sub>, 35,5...42,6. Группа контроля - 4. ОСТ I 00021-78.

Покрытие: Хим. Пас.

Пример обозначения и наименования втулки типоразмера 4:  
Втулка 4-ОСТ I I2805-77.

Т а б л и ц а 4.I2

Шайбы для контровки наконечников тят по ОСТ I I2804-77



Материал: лист I,0 - 20 ГОСТ I6523-70. Покрытие: Кд.9хр.

Типоразмер	d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	L	l	H	H <sub>1</sub>	h	r	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>
1	8,2	16	1,2	19,0	9	33	13	2,0	2,0	0,6	1,0
2	12,5	22		25,5	12	39	18				
3	16,5	28	1,5	31,5	15	45	24	2,5	2,5	0,8	1,2
4	18,5	32		34,5	17	47	26				

Пример наименования и обозначения шайбы типоразмера 2:  
Шайба 2 - ОСТ I I2804-77

Наконечник ОСТ I I2802-77 не рекомендуется применять. Геометрические размеры втулки для запрессовки в наконечник ОСТ I I2801-77 приведены в табл. 4.II.

Контровка регулируемого наконечника с тягой в месте их соединения осуществляется с помощью гайки ОСТ I 33036-80, контровочной проволоки КОК-0,8 и шайбы ОСТ I I2804-77 (табл. 4.I2). К этой же шайбе крепится и наконечник металлизации (к отверстию М4).

## 5. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГИБКОЙ ПРОВОДКИ УПРАВЛЕНИЯ

В качестве основного элемента гибкой проводки управления используются авиационные канаты из нержавеющей стали, концы которых заделываются в наконечники. Способ заделки канатов в наконечники зависит от его типа. Диаметр каната выбирается по разрушающему усилию каната в зависимости от типа заделки. Типы заделки и разрушающие усилия канатов приведены в табл. 5.1. Параметры элементов заделки приведены в табл. 5.2.

В зависимости от конструктивных элементов, с которыми соединяется канат (с тягами, секторами, тандерами и т.п.), используются наконечники ушковные, вильчатые, резьбовые, трубчатые или коуши. Геометрические размеры наконечников приведены в табл. 5.3...5.6.

Для изменения направления тросов применяются ролики. Рекомендуемый к применению ОСТ I I1543-74 роликов в сборе (табл. 5.7) содержит типоразмеры металлических из сплава Д16Т одноканавочных роликов на шарикоподшипниках. Шифр подшипника в ролике определяется наружным диаметром шарикоподшипника, в частности для:  $d = 16$  мм используется подшипник 980065Ю;  $d = 19$  мм - 980077ЮУС2;  $d = 24$  мм - 980067Ю;  $d = 30$  мм - 980800Ю;  $d = 37$  мм - 980700Ю;  $d = 52$  мм - 980705Ю. Заделка подшипников осуществляется по ОСТ I 0384I-76, тип I.

Регулировка длины гибкой проводки производится с помощью тандеров, виды которых представлены в табл. 5.8. Тандеры необходимо контролировать, как это показано на рис. 5.1.

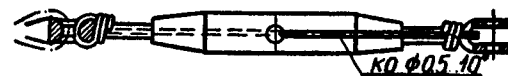


Рис. 5.1. Пример контровки тандеров

Типы заделок и разрушающие усилия авиационных канатов

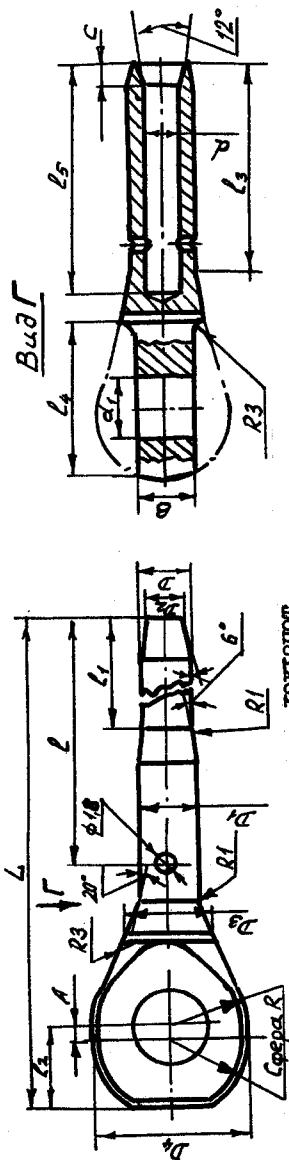
Тип заделки	Эскиз	Поз.1 - канат Поз.2 - наконечник	Поз.2 Наконечник
Обжатие в наконечниках ОСТ I 03796-75			Ушковый ОСТ I 12133-75 Вальчатый ОСТ I 12134-75 Разъёмный ОСТ I 12135-75
Обжатие в шариковых наконечниках ОСТ I 03797-75		Исполнение 2 Исполнение 3	Шариковый ОСТ I 12136-75 Шариковый с одним хвостовиком ОСТ I 12137-75 Шариковый с двумя хвостовиками ОСТ I 12138-75
Обжатие в трубочатом наконечнике ОСТ I 03798-75			Трубочатый

Тип заделки каната	Диаметр каната, мм									
	1,8	2,2	2,5	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0
ОСТ I 03796-75	Разрушающее усилие каната, даН								2130	4075
	200	300	420	590	830	1100	1370	1640	2130	4075
ОСТ I 03797-75	Разрушающее усилие заделки каната, даН								1640	4075
	200	300	420	590	830	1100	1370	1640	2130	4075
	160	240	340	470	660	880	1100	1300	1700	-
ОСТ I 03798-75	Разрушающее усилие заделки каната, даН								1550	4075
	200	300	420	590	830	1100	1370	1640	2130	4075
	160	240	340	470	660	880	1100	1300	1700	3260

Параметры заделки авиационных канатов

d	ОСТ I 03796-75		ОСТ I 03798-75		ОСТ I 03797-75						
	D	l	l <sub>1</sub>	D	L	Исполнение	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D	L	r
1,8	3,35	25,5	20	4,35	7,5	I	2,2	-	5,75	-	-
2,2	3,8	28,5	20	5,5	8,5	I	2,6	-	6,55	11,5	0,8
						2	-	4,35			
						3	-	14,0			
2,5	4,35	32,5	25	10,5	10,5	I	3,1	-	6,9	13,0	1,0
						2	-	4,95			
						3	-	17,0			
3,2	5,3	34,0	25	7,3	14,0	I	3,7	-	10,5	16,5	I,2
						2	-	5,65			
						3	-	19,5			
3,6	5,5	42,5	30	7,5	18,0	I	4,3	-	11,75	19,0	I,2
						2	-	5,95			
						3	-	25,0			
4,0	6,3	49,0	35	7,5	19,0	I	4,7	-	12,7	19,5	I,2
						2	-	6,75			
						3	-	27,0			
4,5	7,3	55,0	43	8,7	21,0	I	5,2	-	13,25	19,5	I,8
						2	-	7,25			
						3	-	28,0			
5,0	7,5	60,5	43	8,7	23,0	I	5,9	-	13,25	22,0	I,8
						2	-	7,95			
						3	-	33,0			
6,0	8,7	65,0	45	11,5	29,0	I	6,9	-	18,4	29,0	2,0
						2	-	8,95			
						3	-	40,0			
8,0	11,5	85,0	60	13,5	39,0	I	6,9	-	18,4	29,0	2,0

Наконечник ушковый для заделки каната ОСТ I I2I33-75

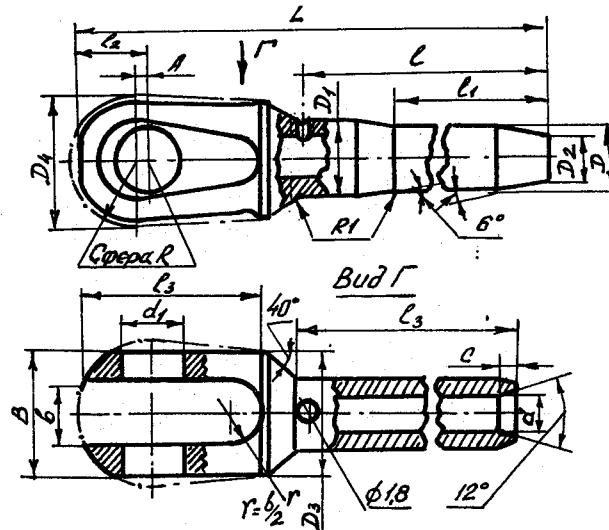


Материал - сталь I2X18H9T

Тип-размер	Диаметр каната	D		D1		D2		D3		D4		d	d1	L	l	l1	l2	l3	l4	l5	A	B	C
		D	D1	D2	D3	D4	d	d1															
I	1,8	3,6	4,0	3,3	7,0	10	1,9	4	44	23	15	5,5	25	14	27	0,8	2,5	0,8					
3	2,2	4,3	4,6	3,7	7,6	10	2,3	4	46	25	15	5,5	27	14	29	0,8	2,5	1,0					
5	2,5	4,9	5,2	4,3	8,2	10	2,7	4	52	29	18	5,5	32	15	34	0,8	3	1,2					
7	3,2	6,0	6,3	5,2	9,3	12	3,3	5	55	30	18	6,5	34	16	36	1	4	1,4					
9	3,6	6,3	6,7	5,4	10,2	14	3,8	6	64	37	23	7,5	40,5	18	43	1,2	5	1,6					
II	4,0	7,1	7,8	6,2	11,3	16	4,5	7	74	44	27	8,5	48	20,5	50	1,2	6	1,8					
13	4,5	8,4	9,0	7,2	13	20	4,8	8	86	50	34	11	55,5	25	58	1,5	7	2,4					
15	5,0	8,7	9,3	7,4	13,3	20	5,4	9	89	53	34	11	57,5	26	59	1,5	7	2,4					
17	6,0	10,0	10,8	8,6	14,8	22	6,3	10	95	57	42	12	62,5	27	64	2	8	2,6					
19	7,5	12,2	13,8	10,4	17,8	26	7,7	10	112	67	46	14	73,5	32	76	2,5	10	3,2					
21	8,0	13,5	14,4	11,4	18,4	30	8,6	12	124	73	46	15	83,5	34	85	2,5	12	3,4					
23	9,5	15,9	17,2	13,4	21,2	34	10,2	14	136	78	50	17	90,5	38	92	2,5	14	4,0					

Пример обозначения ушкового наконечника типоразмера 21: Наконечник 21-ОСТ I I2I33-75

Наконечник вильчатый для заделки каната ОСТ I I2I34-75



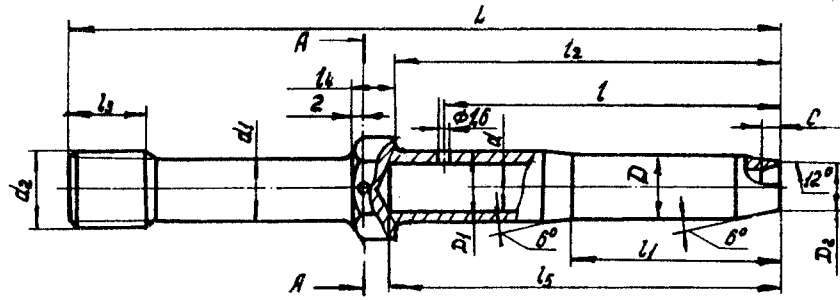
Материал - сталь I2X18H9T

Типо-размер	Диаметр каната	L	l2	d1	D4	B	b	l4	l3	D3
I	1,8	42				6	2,5		25	6
2	2,2	44	5,5	4	10	7	3,0	14	27	7
3	2,5	48				7	3,0		31	7
4	3,2	52,5	6,5	5	12	9	4,0	17	32	9
5	3,6	62	7,5	6	14	11	5,0	19	39	11
6	4,0	72,5	8,5	7	16	13	6,0	21,5	46	13
7	4,5	84	11	8	20	14	7,0	27	52	14
8	5,0	88,5	11	9	20	15	7,0	27,5	55	15
9	6,0	95,5	12	10	22	17	8,0	30	59	17
10	7,5	111	14	10	26	21	10,0	35	69	21
11	8,0	121	15	12	30	25	12,0	38	75	25
12	9,5	132	17	14	34	29	14,0	43	80	29

Пример обозначения вильчатого наконечника типоразмера 11: Наконечник 11-ОСТ I I2I34-75.

Примечание. Остальные размеры даны в табл. 5.3.

Таблица 5.5  
Наконечник резьбовой для заделки каната ОСТ I I2I35-75



Материал - прутки шестигранные из  
стали I2XI8H9T  
Резьба по ОСТ I 00I06-73

Типо-размер	Диаметр каната	L	d <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	S
I /2/	1,8	50	3	6	M4-6e	26	6	5,8	5
5 /6/	2,2	55	3,5	8	M5-6e	28	6	7,0	5,5
9 /10/	2,5	65	4	10	M6-6e	33	6,5	8,1	7
I3 /I4/	3,2	66	4,5	10	M6-6e	35	7	8,1	7
I7 /I8/	3,6	80	5	12	M8-6e	42	7	10,5	10
2I /22/	4,0	86	6	12	M8-6e	49	7	10,5	10
25 /26/	4,6	102	7	16	M10-6e	56	7	13,8	12
29 /30/	5,0	103	7	16	M10-6e	58	7	13,8	12
33 /34/	6,0	107	8	16	M10-6e	63	7,5	13,8	12
37 /38/	7,5	123	10	18	M12x1,5	75	7,5	16,2	14
4I /42/	8,0	134	11	18	M14x1,5	84	8,0	19,6	17
45 /46/	9,5	146	13	20	M16x1,5	91	8,0	21,9	19

Примечание. Типоразмерам, указанным в скобках, соответствует левая резьба. Например, типоразмер 5 имеет резьбу M5-6e, типоразмер 6 - M5-6e лев. Остальные размеры даны в табл. 5.3. Пример обозначения наконечника типоразмера 5: 5-ОСТ I I2I35-75.

Таблица 5.6

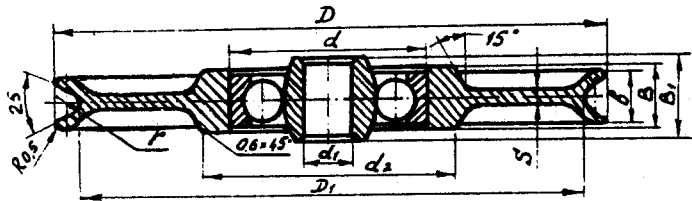
Наконечники шариковые

Без хвостовика - ОСТ I I2I36-75		С одним хвостовиком - ОСТ I I2I37-75					
Типо-размер	Диаметр каната	Пред. откл.		L	L <sub>1</sub>	r	c
		II	II				
I	1,8	6,1	1,9	0,5	0,5	II	0,5
2 /1/	2,2	6,9	2,3	5,4	-	2,9	-
3 /2/	2,5	7,3	2,7	6,0	10	3,3	2
4 /3/	3,2	11,0	3,3	6,2	II	3,45	3
5 /4/	3,6	12,3	3,8	9,6	I5	5,10	I,4
6 /5/	4,0	13,3	4,5	11,0	I7	5,90	I,6
7 /6/	4,5	14,0	4,8	11,5	I8	6,20	I,8
8 /7/	5,0	14,0	5,4	12,0	I8	6,65	2,4
9 /8/	6,0	19,3	6,3	12,0	20	6,65	2,4
10 /9/	7,5	20,6	7,7	17,0	27	9,23	2,6
				17,8	28	9,75	3,2

Примечание. Типоразмер в скобках относится к наконечникам ОСТ I I2I37-75. Пример наименования и обозначения шарикового наконечника типоразмера 4: 4-ОСТ I I2I36-75.

Таблица 5.7

Ролик в сборе



Типо-размер	Диаметр каната	d	d <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	D	D <sub>1</sub>	B	b	d <sub>2</sub>	r	S'
2	1,8	16	5	8	32	25	5,7	5,0	23	1,0	5,0
4					47	40					1,5
6	2,5	19	7	12	34	25	6,2	6,2	27	1,5	6,2
8					49	40					1,5
10					69	60					1,5
12		24	10	16	89	80	9,4	6,8	32	2,1	2,2
14					109	100					2,2
16					129	120					2,2
18	3,6	30	13	13	52	40	8,2	38	2,1	8,2	
20					72	60				1,5	
22	4,5	37	10	16	92	80	12,5	9,2	45	2,7	2,0
24					73	60					2,5
26					93	80					2,5
28					113	100					2,5
30					133	120					2,5
32					6,0	52					25
34	156	140	3,0								

Пример наименования и обозначения ролика в сборе на шарико-подшипнике типоразмера 6: Ролик 6 - ОСТ I II543-74.

Таблица 5.8

Типы тандеров

Виды наконечников	Эскиз	Стандарт
С ушками под коуши		ОСТ I II348-73
С ушками под валики		ОСТ I II349-73
С вилками		ОСТ I II350-73
С ушками под коуш и валик		ОСТ I II351-73
С ушком под коуш и вилкой		ОСТ I II352-73
С ушком под валик и вилкой		ОСТ I II353-73

## 6. ПОДШИПНИКИ

## 6.1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Подшипники, применяемые в конструкциях планера самолета, например, в кронштейнах навески рулей и рулевых приводах, в тросах и качалках проводки управления, работают с небольшими скоростями вращения. Поэтому такие подшипники подбирают обычно не по допускаемым нагрузкам и по сроку службы (долговечности), а по разрушающим нагрузкам (табл. 6.1). В случаях, когда подшипник работает с большим количеством качаний или оборотов, подбор осуществляется по числу оборотов и необходимому сроку службы.

Выбор типа подшипника (табл. 6.1) определяется его функциональным назначением.

Для крепления качалок по оси и других деталей, где исключается перекося, применяются неориентирующиеся радиальные подшипники. В этих подшипниках допускаются осевые нагрузки не более 70% неиспользованной радиальной. Для соединений, где возможен перекося (на-



пример, в концевых тросах управления, в кронштейнах навески рулей), необходимо применять ориентирующиеся сферические радиальные подшипники. В этих подшипниках допускаются осевые нагрузки не более 20% неиспользованной радиальной. Для высоконагруженных узлов применяются радиально-упорные шариковые и роликовые подшипники.

Для подвижных соединений с большими перекосами, для узлов управления, усилие трения в которых не передается на рычаги управления, в узлах шасси применяются шарнирные подшипники.

#### Условные обозначения подшипников

По ГОСТ 3189-75 основное обозначение подшипника содержит семь цифр, которые считаются справа налево. Первые три цифры справа определяют внутренний диаметр подшипника и серию диаметров. Диаметр от 1 до 9 мм обозначается первой цифрой справа, при этом третьей цифрой является цифра 0, а вторая обозначает серию диаметров. Внутренний диаметр от 10 мм и более обозначается двумя первыми цифрами справа по специальному шифру: 10 мм обозначается 00, 12 мм - 01, 15 мм - 02, 17 мм - 03, 20 мм - 04, 25 мм - 05, 30 мм - 06, 35 мм - 07 и т.д. Следовательно, чтобы получить фактический диаметр в мм, следует две цифры обозначения умножить на 5, при этом третья цифра справа обозначает серию диаметров.

Четвертая цифра справа обозначает тип подшипника: 0 - шариковый радиальный, 1 - шариковый радиальный сферический, 2 - радиальный с короткими цилиндрическими роликами, 3 - радиальный со сферическими роликами, 4 - радиальный с длинными цилиндрическими или игольчатыми роликами, 5 - радиальный с витыми роликами, 6 - шариковый радиально-упорный, 7 - роликовый радиально-упорный конический, 8 - шариковый упорный, радиально-упорный, 9 - роликовый упорный, радиально-упорный.

Пятая и шестая цифры обозначают конструктивную разновидность подшипника. Седьмая цифра определяет серию подшипника по ширине (узкая, нормальная, широкая, особо широкая). Эта цифра вместе с цифрой серии диаметров определяют размерную серию подшипника, например, седьмая цифра 9 обозначает тонкостенный подшипник.

Дополнительные знаки, проставляемые справа от основных знаков, характеризуют материал колец, конструкцию и материал сепаратора, термобработку деталей, марку смазки, специальные требования к конструкции подшипника и т.д. Часто встречающимися обозначениями являются: Ю - все детали подшипника или часть деталей из нержавеющей

стали; Б, Д, Л, Е - сепаратор из бронзы, алюминиевого сплава, латуни, пластических материалов; К - конструктивные изменения деталей; У - дополнительные технические требования к шероховатости поверхностей деталей, к радиальному зазору и т.д.; С2 - смазка ЦИАТИМ-221; Т - специальные требования к температуре отпуска деталей, твердости; Р - специальный материал наружного кольца.

Дополнительные знаки, проставляемые слева от основных знаков, характеризуют класс точности, радиальный или осевой зазоры, например, 5 - особо высокий класс точности.

Шарнирные подшипники используются в подвижных и неподвижных соединениях. Для подвижных соединений типы подшипников обозначаются:

Ш - без отверстий и канавок для смазки;

ШС - с отверстиями и канавками для смазки во внутреннем кольце (кроме ШС6);

ШС...К - с отверстиями и канавками для смазки во внутреннем и наружном кольцах.

Для неподвижных соединений:

ШМ - без отверстий и канавок для смазки.

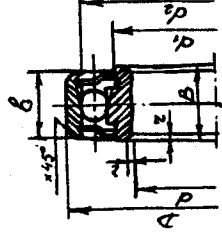
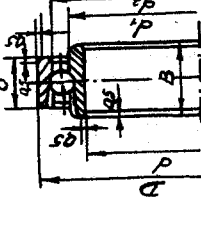
Шарнирные подшипники имеют две серии: ШС..., которая не имеет обозначения, и серия "2" для восприятия больших нагрузок (2ШС...).

Цифры, стоящие после буквенного обозначения, соответствуют фактическому размеру внутреннего диаметра подшипника. Например: 2ШС20 - внутренний диаметр 20 мм.

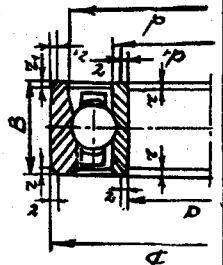
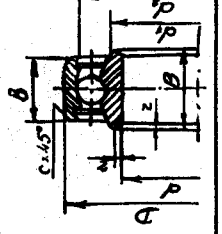
Подшипники типа ШН...Ю представляют собой неразъемные (кроме ШНР6Ю) самосмазывающиеся шарнирные подшипники, у которых наружные кольца изготовлены из стали 12Х18Н9Т с вкладышами из металлофтормо-пластовой ленты (кроме подшипников ШНР6Ю, ШНР10Ю, ШН12Ю, у которых наружные кольца изготовлены из металлофтормо-пластовой ленты). Внутренние кольца этих подшипников изготовлены из стали 95Х18Ш. Шарнирные подшипники типа ШН рекомендованы для работы в узлах с большим календарным сроком службы, где обычные шарнирные подшипники требуют регламентной смазки.

Внутренние кольца шарнирных подшипников могут применяться как самостоятельные детали. В этом случае к обозначению подшипника добавляются буквы "БК".

Типы, размеры и нагрузки подшипников

Эскиз	Словное обозначение подшипника	Размеры, мм					Нагрузка, даН			
		d	D	b	B	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	разру- шная	допустимая при 25000 качаниях	
										3
	I. Шарикоподшипники радиальные однорядные с двумя защитными шайбами и выступами внутренним кольцом (для ступиц рычагов и каталож)									
	980065Ю	5	16	5,5	8	7	13,8	1200	500	
	980085Ю	5	20	7	8	8	16,9	1995	790	
	980077KVC2	7	19	6	8	10		2160	650	
	980067Ю	7	24	9	12	12	21,3	2700	1130	
	980079KVC2	9	24	7	9	14	26,5	3240	1000	
	980800Ю	10	30	9	13	16		5300	1360	
	980700Ю	10	37	12	16	24,4	38,1	5700	2200	
	980704KVC2	20	42	11	10	31,1	46,5	7200	2420	
	980705Ю	25	52	12	15			2200	900	
	80701Ю	12	30	8	10			2900	1260	
	80702Ю	15	35	11	14					
		2. Шарикоподшипники радиальные однорядные с выступами внутренним кольцом (тонкостенные, рекомендуются для применения с деталями, работающими на изгиб и кручение)								
		900803	17	26	6	7	20,3	22,7	1400	615
		900904Ю	22	35	6	7	27,2	30,6	2670	1100
900805Ю		25	37	6	7	28,6	33,1	4860	1200	
900706Ю		30	42	6	7	34,5	37,5	6300	1400	

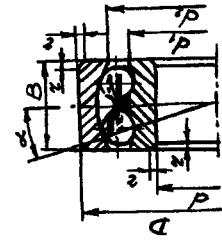
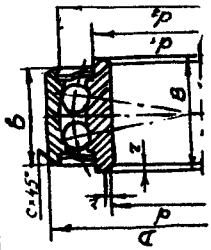
Продолжение табл. 6.1

I	2	α	D	b	B	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	4	5
900809Ю	45	57	6	7	56,0	60,3	4800	2030	
900810Ю	50	65	6	7	67,1	70,9	5400	2300	
7900812Ю	60	78	6	7			6300	2700	
Примечание. Вследствие наличия лунок на внутреннем и внешнем кольцах для закладки шариков нагрузки эти подшипники осевыми усилиями не рекомендуются.									
3. Шарикоподшипники радиально-упорные однорядные									
	5-46207	7	22	7	7	21,2	29,2	3900	360
	5-46202K	15	35	11	11	28,3	39,5	7200	
	46204E	20	47	14	14	33,3	43,6	16000	
	46205L	25	52	15	15	40,3	51,7		1390
	5-46305B	25	62	17	17				1660
46206E	30	62	16	16					
46207	35	72	17	17					
4. Шарикоподшипники радиальные сферические однорядные с двумя защитными шайбами и выступами внутренним кольцом									
	981065MVC2	5	20	7	8	7,1	17,3	1089	300
	981067KVC2	7	24	9	12	9,3	20,7	1700	470
	981068Ю	8	30	10	14	11,6	26,5	2950	740
	981700Ю	10	37	12	16	13,6	32,5	3200	800
	981701Ю	12	42	13	17			4200	970
	981702Ю	15	52	15	20	28,2	45,2	7300	1830

Примечание. Допустимый угол перекоса 15°.

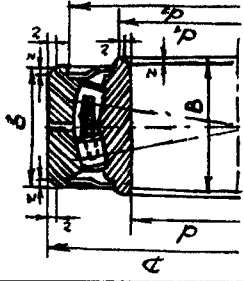
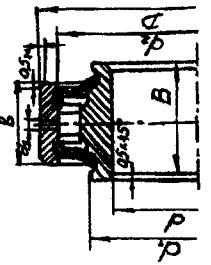
Продолжение табл. 6.1

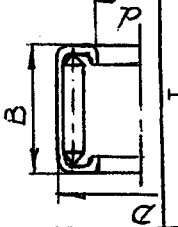
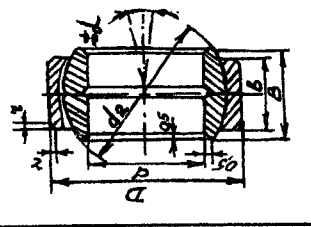
I		d	D	b	B	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	4	5
5. Шарикоподшипники радиальные сферические двухрядные с двумя защитными шайбами и выступами внутренним кольцом									
9710670		7	24	12	18	10,5	20,5	2400	700
Примечание. Допустимый угол перекоса ±5°.									
6. Шарикоподшипники радиальные сферические двухрядные (без защитных шайб, рекомендуются для применения только на легких самолетах с небольшим сроком службы)									
I006KV	6	19	6	6	6	10,3	14,6	1690	320
I008KV	8	22	7	7	7	12,6	16,8	2000	4000
I200KV	10	30	9	9	9	16,8	23,1	2670	810
I2010	12	32	10	10	10			3800	900
I3010	12	37	12	12	12			4000	1700
I202KV	15	35	11	11	11	21,2	28,6	4900	1230
I203KV	17	40	12	12	12	24,5	31,9	4000	1480
I303V	17	47	14	14	14	26,6	36,6	7800	2640
I204	20	47	14	14	14			6300	1930
I205	25	52	15	15	15			7300	2450
I305	25	62	17	17	17			12800	4900
I206	30	62	16	16	16			9700	3630
I208	40	80	18	18	18			11600	5180
I210	50	90	20	20	20			11400	6530
I212	60	110	22	22	22			18000	9300
Примечание. Допустимый угол перекоса ±3°.									

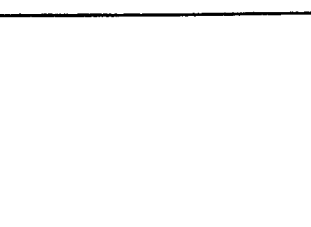


Продолжение табл. 6.1

I		d	D	b	B	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	4	5
7. Роликоподшипники радиальные сферические однорядные с двумя защитными шайбами и выступами внутренним кольцом									
3030360		6	22	7	12	11,3	17,5	1000	500
3030370		7	26	9	14	12,0	20,5	1500	750
3030430		8	30	10	15	13,0	28,6	2200	1000
3034000		10	42	13	19	19,6	38,5	3000	2000
3034010		12	52	15	23	28,2	40,8	3800	3600
3034020		15	52	15	23	28,2	40,8	5600	3600
8. Роликоподшипники радиальные сферические двухрядные с двумя защитными шайбами и выступами внутренним кольцом (для высоконагруженных узлов)									
83708K		8	28	13	17	12,6	24,7	3000	2058
83700B3C2I		10	35	17	21	15,0	27,1	12675	2947
837010C2I		12	37	17	21	15,0	27,1	14000	3260
837020C2I		15	42	17	21	19,2	33,4	22400	3885
С невыступающим внутренним кольцом									
837040C2I		20	52	26	26	30,0	44,7	55000	9625
837050C2I		25	62	29	29	30,0	44,7	65800	3290
837060C2I		30	72	32	32	55,0	74,0		4168
3608MT		40	90	33	33				
3609KI		45	100	36	36			164000	8200
Примечание. Допустимый угол перекоса ±5°.									



I	2		α	D		B		4		Статическая нагрузка
	9. Родикоподшипники игольчатые			D		B		4		
	9A/I2	I2	I7	I2	I2	I2	5000	250		
	942/20	20	26	20	20	20	17800	990		
	324826HC2I	I30	I60	32/48	32/48	32/48	154000	7700		
10. Подшипники шариковые										
 <p>±α - угол разворота</p>	2	d	D	δ	B	d <sub>2</sub>	±α	4	5	Масса, кг
	ШС6002УТ	6	14	4	6	10	I3	2000	900	0,005
	ШС8002УТ	8	17	5	8	13	I5	3200	1440	0,008
	ШС1002УТ	10	20	6	9	16	I2	4800	2160	0,012
	2ШС10	10	30	10	14	18	II	11000	5500	0,016
	ШС1202УТ	12	22	7	10	24	II	6300	2735	0,064
	2ШС1202УТ	12	32	12	16	24	II	14400	6480	0,035
	ШС1502УТ	15	28	8	12	22	8	9200	4140	0,082
	2ШС1502УТ	15	35	14	18	27	II	18800	9400	0,047
	ШС1702УТ	17	32	10	14	25	10	13000	5850	0,148
	2ШС1702УТ	17	40	14	21	31	15	21600	9720	0,065
	ШС2002УТ	20	35	12	16	29	9	17400	7800	0,114
	2ШС2002УТ	20	47	15	26	35	22	28000	12600	0,158
	ШС2502УТ	25	42	16	20	40	6	36000	16200	0,236
	ШС3002УТ	30	47	18	22	47	8	49200	21140	
ШС3502УТ	35	55	21	26	47	8	49200	21140		
ШС4002УТ	40	62	22	28	55	8	49200	21140		
ШС5002УТ	50	75	28	35	62	8	49200	21140		

I	2		α	D	δ	B	d <sub>2</sub>	±α	4		Масса, кг
	9. Родикоподшипники игольчатые								4		
	ШС5502УТ	55	85	32	40	10	8	59000	59000	0,004	
	ШС6002УТ	60	90	34	44	16	8	68000	68000	0,008	
	ШС11002УТ	110	150	35	40	40	8	115500	115500	0,012	
	ШМ60	6	14	4	6	10	8	1800	1800	0,016	
	ШМ100I	10	20	6	9	16	8	3920	3920	0,035	
	ШМ120I	12	22	7	10	18	8	5670	5670	0,047	
	ШНР60	6	14	4	6	10	13	2000	2000	0,004	
	ШН80	8	17	5	8	13	15	3200	3200	0,008	
	ШН100	10	20	6	9	16	12	4800	4800	0,012	
	ШН120	12	22	7	10	18	11	6300	6300	0,016	
	ШН150	15	28	8	12	22	8	9200	9200	0,035	
	ШН170	17	32	10	14	25	10	13000	13000	0,047	
	ШН250	25	42	16	20	35	8	28000	28000	0,114	

Пример условного обозначения: ШСЮКУЗУТ - шарнирный подшипник для подвижных соединений; Ю - марка материала 95Х18; 2-смазка-серебро; У - осевой зазор; Т - температурный отпуск деталей.

### Технические требования по установке и заделке подшипников

#### 1. Общие технические требования

- 1.1. Подшипники устанавливать на грунте ФЛ-086.  
 1.1. Подшипники устанавливать на грунте ЭП-076.  
 1.2. Подшипники устанавливать на смазке ПКВ.  
 1.3. Заделка подшипника ... (тип, исполнение) по ОСТ 0384I-76.  
 1.4. Приемка, хранение подшипников и сборка подшипниковых узлов по ... .

#### 2. Пояснение к пунктам технических требований

2.1. (1.1) Установку подшипников выполнять на грунте ФЛ-086, когда наружное кольцо подшипника в гнезде должно быть неподвижно, а в зонах возможного облива гидрожидкостью - на грунте ЭП-076.

2.2. (1.2) Подшипники устанавливаются на смазке ПКВ, когда должно быть обеспечено движение подшипника по оси отверстия от температуры или других сил.

2.3. (1.3) По ОСТ I 0384I-76 устанавливается заделка механическая запрессованных в деталь подшипников. Клеевая заделка подшипников устанавливается ОСТ I 00773-75.

Допускается заделку указывать на поле чертежа. Например: 3-2 - ОСТ I 0384I-76.

### 6.2. ЗАДЕЛКА ПОДШИПНИКОВ В ДЕТАЛИ

Заделка механическая (табл. 6.2) запрессованных в деталь шариковых, роликовых и шарнирных подшипников регламентируется ОСТ I 0384I-76, клеевая заделка - ОСТ I 00773-75. Посадка подшипников в отверстие детали устанавливается в системе вала (табл. 6.2 и 6.3). Изображение заделок подшипников в чертежах показано на примерах, данных в табл. 6.4.

Пример записи в технической документации механической заделки подшипников типа I: Заделка I-ОСТ I 0384I-76; клеевой заделки: Заделка ОСТ I 00773-75.

Шероховатость поверхности посадочного отверстия в детали:

при механической заделке диаметром до 80 мм -  $R_a = 0,80$ , диаметром свыше 80 мм -  $R_a = 1,6$ ;

при клеевой заделке -  $R_a = 3,2$ .

Предел прочности материала детали $\sigma_B$ , МПа ( $\text{кгс/мм}^2$ )	Обозначение заделки	Типы подшипников	Поле допуска посадочного отверстия в детали
Механическая заделка			
от 160 (16) до 590 (60)	I-ОСТ I 0384I-76	Шариковые, роликовые	M7
		шарнирные (кроме ШН...)	K7
св. 590 (60)	2-ОСТ I 0384I-76	Шариковые, роликовые	K7
		шарнирные типа 900000	$J_s 6$
		шарнирные (кроме ШН...)	K7 или $J_s 6$
от 160 (16) до 1275 (130)	3-2-ОСТ I 0384I-76	Шарнирные типа ШН...Ю ШНР...Ю	K7
от 160 (16) и более	5-ОСТ I 0384I-76	Все подшипники с наружным диаметром от 14 мм и более	K7
Клеевая заделка			
ВСЕ	ОСТ I 00773-75	Все малонагруженные, защищенные от влаги подшипники -60...+125°C	F7

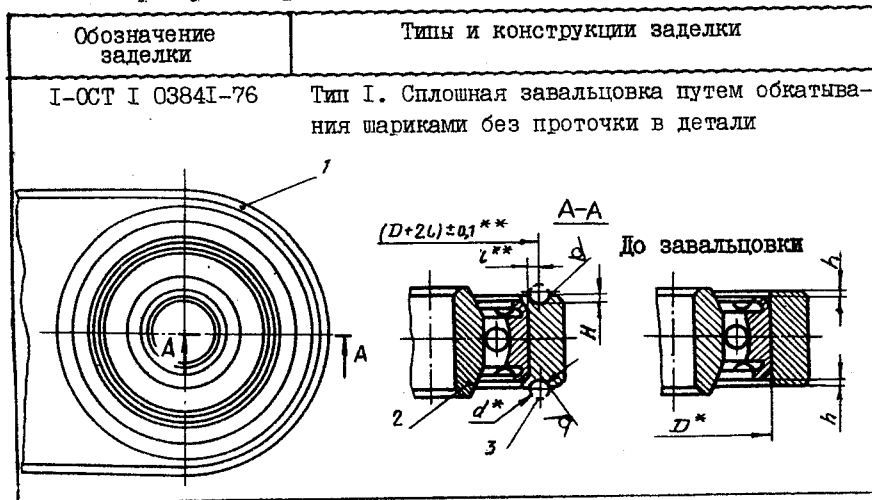
Таблица 6.3

Подшипниковые посадки

Размеры, мм	Обозначения полей допусков отверстия в системе вала по ГОСТ 25347-82							
	M7		K7		Js 6		F 7	
	Предельные отклонения, мкм							
Св 3 до 6	0	-I2	+3	-9	+4	-4	+22	+I0
" 6 " 10	0	-I5	+5	-I0	+4,5	-4,5	+28	+I3
" 10 " 18	0	-I8	+6	-I2	+5,5	-5,5	+34	+I6
" 18 " 30	0	-2I	+6	-I5	+6,5	-6,5	+4I	+20
" 30 " 50	0	-25	+7	-I8	+8,0	-8,0	+50	+25
" 60 " 80	0	-30	+9	-2I	+9,5	-9,5	+60	+30
" 80 " 120	0	-35	+I0	-25	+II	-II	+7I	+36
" 120 " 180	0	-40	+I2	-28	+I2,5	-I2,5	+83	+43
" 180 " 250	0	-46	+I3	33	+I4,5	-I4,5	+96	+50
	T		H		II		X	
	Ближайшее поле допусков отверстия в системе вала по ранее действовавшей документации							

Таблица 6.4

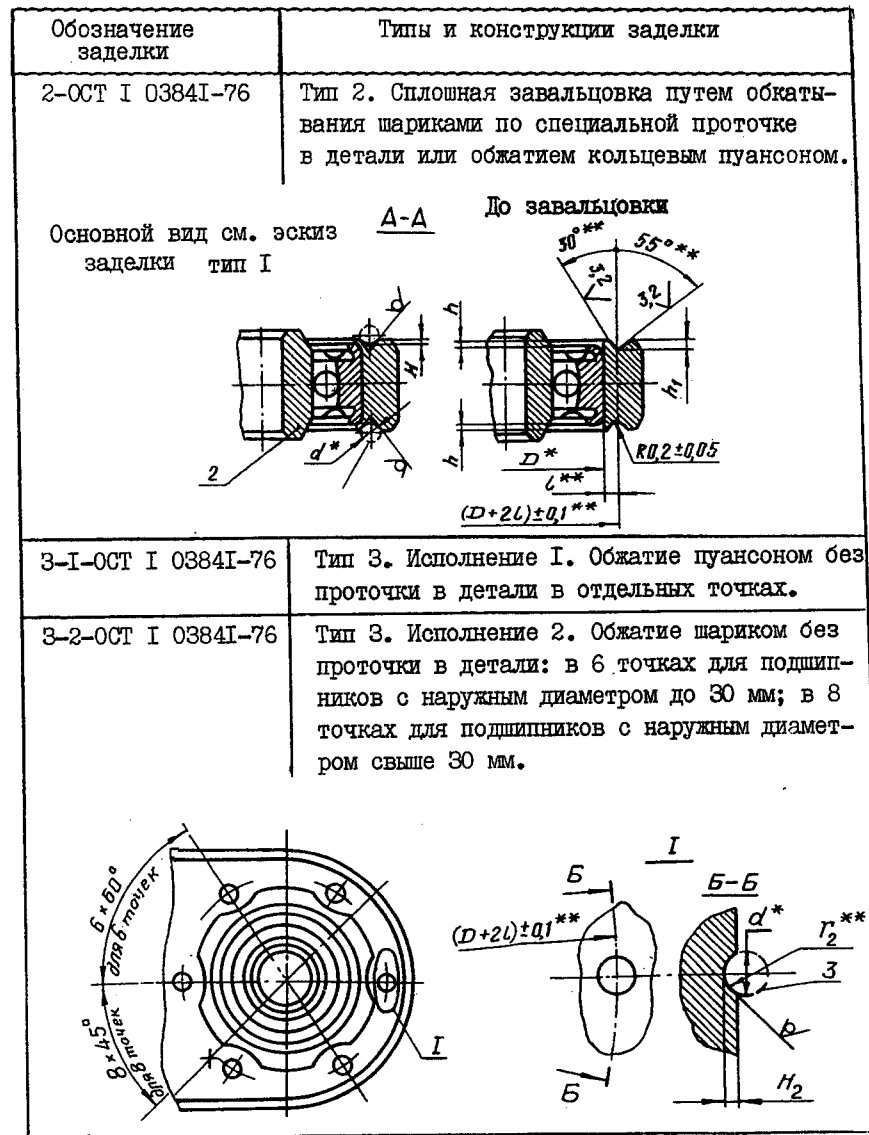
Примеры изображения заделок подшипников в чертежах



<sup>x</sup>Размер для справки

<sup>xx</sup>Размер обеспечивается инструментом

Продолжение табл. 6.4



Обозначение заделки	Типы и конструкция заделки
4-1-ОСТ I 0384I-76	Тип 4. Исполнение I. Обжатие пуансоном по специальной проточке в детали в отдельных точках.
4-2-ОСТ I 0384I-76	Тип 4. Исполнение 2. Обжатие шариками по специальной проточке в детали. Количество точек определяется так же, как в типе 3-2.
5-ОСТ I 0384I-76	Тип 5. Установка пружинных упорных плоских внутренних колец в специальную канавку в детали для подшипников с наружным диаметром от I4 мм и более.

В табл. 6.4: I - деталь под заделку подшипника; 2 - подшипник, 3 - шарик по ГОСТ 3722-8I; 4 - пружинное упорное плоское внутреннее эксцентрическое кольцо и канавка) по ОСТ I IO79I-72; ОСТ I IO790-72.

Основные размеры заделок подшипников даны в табл.6.5.

Таблица 6.5

Основные размеры заделок подшипников, мм

D	h	Диаметр (d) для типа заделки	H <sub>1</sub>		H <sub>2</sub>		H <sub>3</sub>		H <sub>4</sub>		H <sub>5</sub>		H <sub>6</sub>		H <sub>7</sub>		H <sub>8</sub>		H <sub>9</sub>				
			А	С,Т	ТК	А	С	Т	ТК	А	С	Т	ТК	А	С	Т	ТК	А	С	Т	ТК	А	С,Т
			Предельное отклонение		Предельное отклонение		Предельное отклонение		Предельное отклонение		Предельное отклонение		Предельное отклонение		Предельное отклонение		Предельное отклонение		Предельное отклонение		Предельное отклонение		Предельное отклонение
14...20	0,10	4	0,5	0,8	0,3	0,6	0,4	0,20	0,30	0,3	0,4	0,20	0,30	0,2	0,25	0,15	0,20	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	
20...30	±0,05	4	0,6	1,0	0,3	0,6	0,4	0,30	0,40	0,4	0,4	0,30	0,40	0,25	0,35	0,15	0,20	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	
30...40	0,25	4	0,8	1,2	0,4	0,8	0,6	0,40	0,50	0,6	0,6	0,40	0,50	0,3	0,45	0,15	0,20	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	
40...50	0,30	5	1,0	1,4	0,5	1,0	0,8	0,55	0,65	0,8	0,8	0,55	0,65	0,4	0,55	0,15	0,20	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	
50...60	0,40	6	1,2	1,7	0,6	1,2	1,0	0,70	0,80	1,0	1,0	0,70	0,80	0,4	0,55	0,15	0,20	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	
60...70	±0,1	7	1,5	2,0	0,7	1,5	1,2	0,80	0,90	1,2	1,2	0,80	0,90	0,4	0,55	0,15	0,20	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	
70...80		8	1,5	2,0	0,7	1,5	1,2	0,80	0,90	1,2	1,2	0,80	0,90	0,4	0,55	0,15	0,20	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	
80...90	0,60	9	1,5	2,0	0,7	1,5	1,2	0,80	0,90	1,2	1,2	0,80	0,90	0,4	0,55	0,15	0,20	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	
90...100		9	1,5	2,0	0,7	1,5	1,2	0,80	0,90	1,2	1,2	0,80	0,90	0,4	0,55	0,15	0,20	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	

Условные обозначения: А - алюминиевые сплавы, С - стали, Т - титановые сплавы, ТК - для подшипников тонкостенных типа 90000.

7.1. ВТУЛКИ

В конструкциях узлов планера самолетов применяются втулки для запрессовки гладкие и с буртиком, втулки распорные, специальные втулки и болты.

Конструктивные варианты втулок для запрессовки показаны на рис. 7.1, а их размеры даны в табл. 7.1. Устанавливается четыре исполнения этих втулок в зависимости от предельных отклонений на внутренний диаметр: исполнение 1 по Н7, исполнение 2 по Н9, исполнение 3 по Н12, исполнение 4 по М7. Предельное отклонение диаметра отверстия в детали под запрессовку втулки длиной 10 мм и более по Н8, для втулок длиной менее 10 мм по Н7.

Не рекомендуется применять в шарнирных соединениях с болтами по ОСТ 1 ЗИ133-80 втулки следующих сочетаний  $d-D$ : 5-8, 7-9, 9-12, 15-19.

Втулки запрессовываются в тонкостенные корпуса на сыром грунте ФЛ-086. При выступании торца запрессованной втулки допускается приторцовка заподлицо с восстановлением фасок.

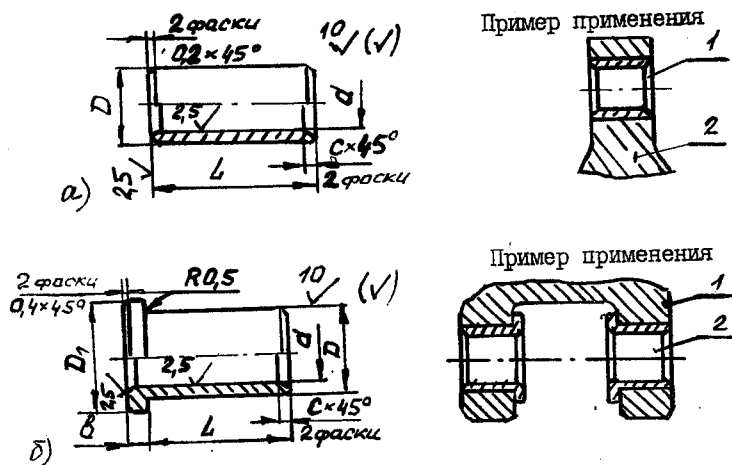


Рис. 7.1. Втулки для запрессовки:

- а - гладкие (с ОСТ 1 ЗИ118-73 по ОСТ 1 ЗИ122-73):  
1 - втулка; 2 - кронштейн;
- б - с буртиком (с ОСТ 1 ЗИ123-73 по ОСТ 1 ЗИ127-73):  
1 - корпус; 2 - втулка

Гладкие втулки					Втулки с буртиком				
d	D (пред. откл. U 8)	C	L		d (пред. откл. U 8)	D <sub>1</sub>	b (пред. откл. h 12)	L	
			L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>				L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>
3	5	0,2	3	16	3	5	8	1,0	9
4	6				12				
5	7				10				
6	8	0,4	3	25	6	8	11	1,5	14
7	9				12				
8	10				13				
9	11	0,6	4	28	9	11	14	1,5	22
10	12				15				
11	13				16				
12	15	0,6	5	36	12	15	19	1,5	4
13	17				21				
14	18				24				
15	19	0,6	7	36	15	19	24	2,0	5
16	20				25				
17	21				26				
18	22	0,6	7	36	18	22	27	2,0	10
19	23				28				
20	24				29				
21	25	0,6	7	36	21	25	30	2,0	36
22	26				31				
23	27				32				
24	29	1,0	10	50	24	29	37	2,5	14
25	30				40				
26	31				41				
27	32	1,0	10	50	27	32	40	3,0	40
28	33				41				
29	34				42				
30	36	1,0	10	50	30	36	44	3,0	28
31	37				45				
32	38				46				

Длины втулок L: 3...10 мм (с интервалом 1 мм), 12...22 мм (с интервалом 2 мм), 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50 мм.

Примеры обозначения гладких втулок для запрессовки исполнения 1 с размерами  $d=8$  мм,  $D=10$  мм,  $L=25$  мм:

из стали 30ХГСА, кадмированной: Втулка 1-8-10-25-Кд. - ОСТ 1 ЗИ118-73. То же из стали 14Х17Н2, пассивированной: Втулка 1-8-10-25-Хим.Пас. - ОСТ 1 ЗИ120-73. То же из: бронзы БрАЖМЦО-3,1,5, кадмированной: Втулка 1-8-10-25-Кд.-ОСТ 1 ЗИ122-73.

Примеры обозначения втулок с буртиками для запрессовки исполнения 1 с размерами  $d=8$  мм,  $D=10$  мм,  $L=20$  мм,  $b=1$  мм, из стали 30ХГСА, кадмированной: Втулка 1-8-10-20-1 Кд. окс. фас. - ОСТ 1 ЗИ124-73. То же из стали 14Х17Н2, пассивированной: Втулка 1-8-10-20-1 Хим. пас. - ОСТ 1 ЗИ125-73.



На рис. 7.2 показана конструкция, а в табл. 7.2 даны размеры распорных втулок.

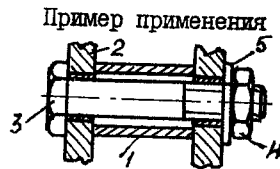
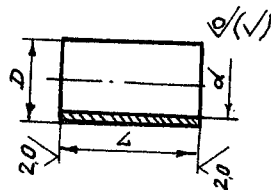


Рис. 7.2. Распорная втулка:  
1 - втулка; 2 - деталь объекта; 3 - болт; 4 - гайка;  
5 - шайба

Таблица 7.2

Размеры распорной втулки

Втулки из 30ХГСА				Втулки из сплава Д1Т							
d	D	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	d	D	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>				
		Пред.откл.	h I2			Пред.откл.	h I4				
3,0	5	3	I4	4	7	3	I4				
4,0	6		20	5	8		22				
5,0	7		25	6	10		40				
6,0	8		36	7	11						
7,0	9	40	40	8	12	6					
8,0	10			6	9			14			
9,2	11			7	10		16	10			
10,0	12			10	13		18				
11,2	14	12	40	15	20	12	50				
13,2	16			16				14			
15,2	18			16				50	12	20	14
16,0	20										
21,0	25	16	50								

Длины втулок L: 3...10 мм (с интервалом 1 мм), 12...22 мм (с интервалом 2 мм), 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50 мм.

Примеры обозначения распорной втулки с размерами d = 10 мм, D = 14 мм, L = 25 мм из стали 30ХГСА, кадмированной: Втулка 10-14-25-Кд. окс. фос. - ОСТ I 11112-73. То же из Д1Т, анодированной: Втулка 10-14,25-Ан. окс. - ОСТ I 11113-73.

Таблица 7.3

Втулки и болты специальные

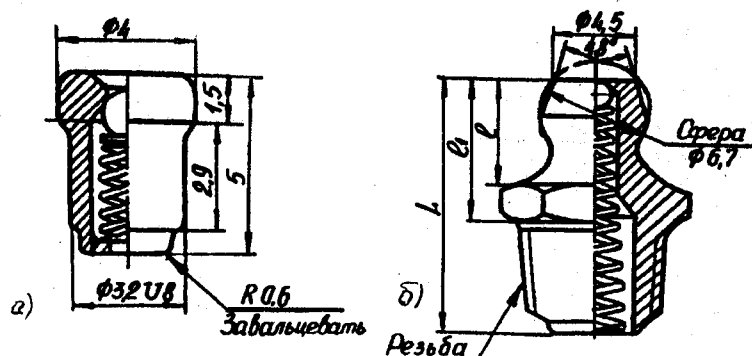
Эскиз	Стандарт	Наименование	Эскиз	
			Стандарт	Втулки
	ОСТ I 10216-78	Втулка	ОСТ I 10211-78	
	с ОСТ I 10181-78 по ОСТ I 10186-78	Болты сплошные	ОСТ I 10212-78	
	с ОСТ I 10187-78 по ОСТ I 10192-78	Болты полые	ОСТ I 10210-78	
	с ОСТ I 10175-78 по ОСТ I 10180-78	Болты с отверстием для сварки	ОСТ I 10213-78	
	ОСТ I 10174-78	Головки болтов, упоры	ОСТ I 10214-78	
			ОСТ I 10215-78	

В табл. 7.3 приведены эскизы конструкций и стандарты специальных втулок и болтов. Втулка ОСТ I 10216-78 применяется для установки в полые детали, чтобы защитить от попадания во внутренние полости пыли и грязи.

## 7.2. ПРЕССМАСЛЕНКИ

По ОСТ I 10969-73 прессмасленки выполняются двух типов: для запрессовки и для ввинчивания (рис. 7.3). Пример обозначения и наименования прессмасленки для запрессовки: Прессмасленка I-ОСТ I 10969-73; прессмасленки для ввинчивания типоразмера I: Прессмасленка 2-I-ОСТ I 10969-73.

Если необходимо установить прессмасленку под углом к рабочей поверхности (для удобства шприцевания), используется переходной штуцер (рис. 7.4), изготовляемый из стали 45 с кадмированием. Обозначение штуцера: Штуцер ОСТ I 10973-73.



Типоразмеры прессмасленок для ввинчивания

Типоразмер	Резьба	L	l <sub>1</sub>	l	Размер под ключ
I	КМ6 I	13,0	8,0	5,8	7
2	К I/8	18,0	10,0	7,0	12

Рис. 7.3. Прессмасленки:  
а - для запрессовки; б - для ввинчивания

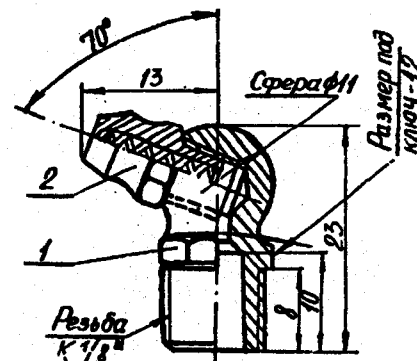


Рис. 7.4. Переходной штуцер:  
1 - штуцер; 2 - масленка

## 8. УПЛОТНЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Уплотнения авиационных гидравлических, топливных, масляных и пневматических систем (включая элементы амортизаторов, механизмов уборки и выпуска шасси, гидроусилителей и т.п.) осуществляются кольцами круглого сечения из резины. Нормали колец приведены в табл. 8.1. Работоспособность уплотнения обеспечивается постановкой одного кольца, но допускается применение двух или трех колец из одной или разных резин.

Таблица 8.1

Выбор нормалей резиновых колец

Рабочая среда	Рабочее давление, МПа	Температурный интервал, С°	Соединение	Нормаль кольца
АМГ РМ	28	-60...+100 -60...+150	Подвижное, неподвижное	2258А 5127А
Т-I, ТС-I, Т-6 МК-8П, МС-I4	15	-40...+130		5125А
Воздух	25	-45...+100	Подвижное	2258А
		-60...+250	Неподвижное	2266А

Диаметры штоков и цилиндров нормализованы. Нормальными диаметрами являются: ряд 3...17 мм с интервалом 0,5 мм; ряд 135...300 мм с интервалом 5,0 мм; ряд 300...400 мм с интервалом 10,0 мм. Ряд диаметров 17 мм...135 мм образован интервалами в 1 мм, но в этом ряду не рекомендуются следующие значения диаметров: 31, 53, 63, 71, 73, 81, 83, 87, 91, 93, 97, 101, 103, 107, 111, 113, 116, 117, 119, 121...124, 126, 127, 129, 131, 133, 134 мм.

Для выполнения учебных заданий рекомендуется использовать сочетания диаметров штоков и уплотняющих колец, приведенных в табл. 8.2.

Таблица 8.2

Соотношения диаметров штоков и колец, мм

$D_{ш}$	$d_{к}$	$D_{ш}$	$d_{к}$	$D_{ш}$	$d_{к}$	$D_{ш}$	$d_{к}$
3...35	1,9	36...70	2,5	71...100	3,0	101...132	3,6
$D_{ш}$	$d_{к}$	$D_{ш}$	$d_{к}$	$D_{ш}$	$d_{к}$	$D_{ш}$	$d_{к}$
135...170	4,6	171...200	7,4	201...250	8,5	250...400	5,7

Во избежание попадания механических частиц в рабочую зону на штоках со стороны, где отсутствует избыточное давление среды (с внешней стороны), устанавливаются обтураторы по нормали 6674А и (или) сальниковые войлочные кольца по нормали 5121А.

На рис. 8.1 приведены примеры конструктивного решения радиальных уплотнений. Варианты рис. 8.1, а...е используются для соединений с возвратно-поступательным движением, а рис. 8.1, ж...м - для неподвижных соединений. На рис. 8.2 показаны варианты уплотнения конструкций с резьбой.

При давлениях свыше 100 даН/см<sup>2</sup> в уплотнениях подвижных соединений (и в соединениях неподвижных с пульсирующим давлением) устанавливаются защитные шайбы со стороны, противоположной направлению давления среды (рис. 8.1, д, е, к, л, м). При двустороннем действии давления защитные шайбы устанавливаются с обеих сторон кольца (рис. 8.1, г). Для колец нормали 2266А защитные шайбы устанавливаются в неподвижных соединениях при давлении свыше 10 даН/см<sup>2</sup>.

Защитные шайбы по нормальям 2187А, 2300А, 6907А, 6913А предназначены для предохранения резиновых колец от вдавливания в зазор между уплотняемыми поверхностями и изготавливаются из фтороплас-

та толщиной 1 мм. Шайбы по нормали 2198А предназначены для предохранения резиновых колец от вдавливания в резьбу, изготавливаются также из фторопласта толщиной 1,2 мм.

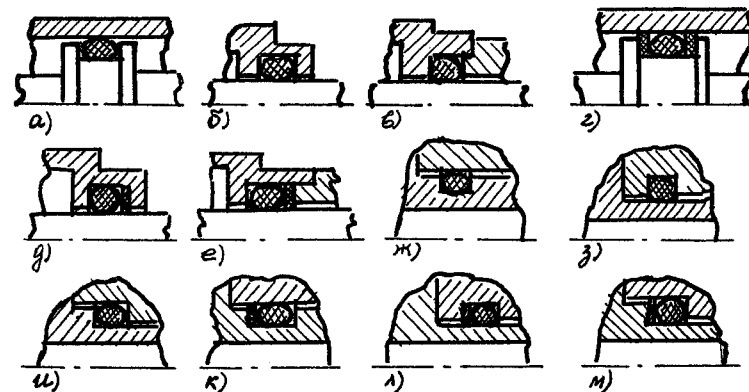


Рис. 8.1. Радиальные уплотнения



Рис. 8.2. Радиальные уплотнения в конструкциях с резьбой

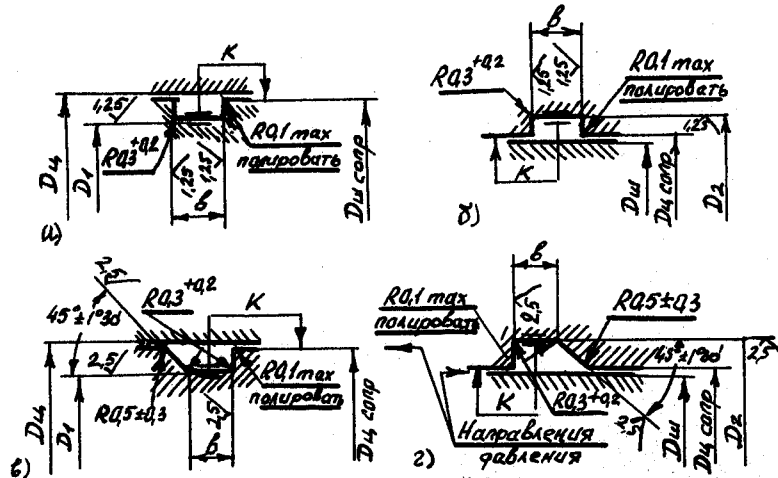
Для конструкций, представленных на рис. 8.1, размеры канавок под уплотнительные кольца даны на рис. 8.3. Для подвижных и неподвижных соединений применяются канавки прямоугольного сечения (рис. 8.3, а, б), для неподвижных соединений в случаях, когда защитные шайбы не ставятся, применяются комбинированные канавки (рис. 8.3, в, г). Предельные отклонения сопрягаемых диаметров определяются по посадкам: для  $D_{ш\text{comp}}$  по f7; для  $D_{ц\text{comp}}$  диаметром менее 18 мм по H9, для 18 мм и более по H7. Предельное отклонение ширины канавки определяется по H12.

Биеение поверхностей канавок (размер К) относительно поверхностей цилиндра (или штока): 0,05 мм - для диаметров до 260 мм, 0,06 мм - для диаметров 265...360 мм, 0,07 мм - для диаметров 370...400 мм.

Шероховатость поверхности уплотняемых цилиндров и штоков должна быть:

а) в уплотнениях подвижных соединений  $R_a = 0,16$  для поверхности, по которой скользит кольцо, и  $R_a = 0,32$  для сопрягаемой поверхности;

б) в уплотнениях неподвижных соединений  $R_a = 1,25$  для уплотняемой поверхности и  $R_a = 2,5$  для сопрягаемой поверхности.



Диаметр кольца, мм	1,4	1,9	2,5	3,6	4,1	4,6	5,7	7,4	8,5
Глубина канавки, мм	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5	4,0	5,0	6,5	7,5
Ширина канавки без защитных шайб $\delta$ , мм	2,0	2,4	3,3	4,4	4,8	5,2	6,5	9,0	10,3

Примечание. В случае установки одной защитной шайбы ширина канавки  $\delta$  увеличивается на 1 мм, при установке двух защитных шайб - на 2 мм.

Рис. 8.3. Типы канавок под уплотнительные кольца: а, в - уплотнение цилиндра; б, г - уплотнение штока

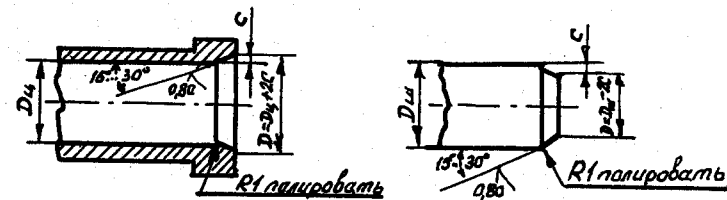
Рабочие поверхности цилиндров и штоков после обработки необходимо полировать.

Для повышения долговечности работы резиновых колец рекомендуется применять покрытие рабочих поверхностей цилиндров и штоков:

а) для деталей из сталей - твердое хромирование;

б) для деталей из алюминиевых сплавов - хромово-окисное анодирование.

Для облегчения сборки детали уплотняемого соединения должны иметь монтажную фаску (рис. 8.4).



$d_k$ , мм	1,4	1,9	2,5	3,0	3,6	4,1	4,6	5,7	7,4	8,5
$c$ , мм	0,6	0,9				1,1		1,4	1,7	2,0

Рис. 8.4. Фаски деталей уплотняемых соединений

На рис. 8.5 и 8.6 показаны другие случаи применения уплотнительных колец в конструкциях узлов.



Рис. 8.5. Торцевые уплотнения

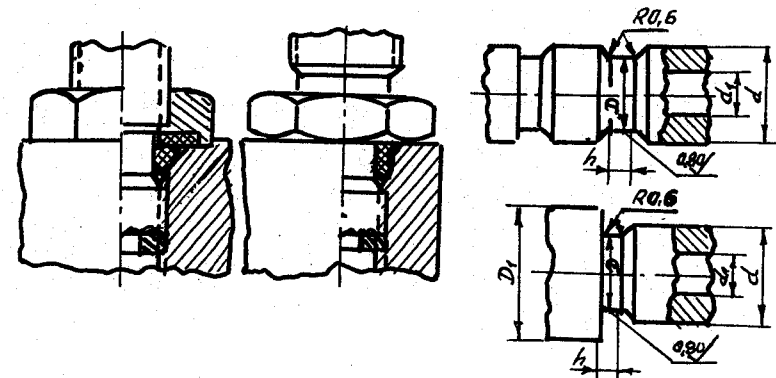


Рис. 8.6. Способы уплотнения и обработки ввертных деталей

Типовые формулировки изложения технических требований на чертежах изделий, содержащих механосборочные работы

1. Изготовление и контроль - по \_\_\_\_\_ (указывается инструкция).

2. Монтаж уплотнительных колец - по ГОСТ 9833-73. При сборке на внутренние поверхности \_\_\_\_\_, уплотнительные кольца поз. \_\_\_\_\_, защитные шайбы поз. \_\_\_\_\_ нанести смазку \_\_\_\_\_.

3. Люфт при приложении нагрузки (силы) \_\_\_\_\_ Н (кгс) - не более \_\_\_\_\_ мм. Размер люфта обеспечить доработкой поверхности \_\_\_\_\_.
4. Разворот штуцеров обеспечить подбором шайб поз. \_\_\_\_\_.
5. Втулки поз. \_\_\_\_\_ ставить на грунтовке \_\_\_\_\_ . Покрытие торцев втулок \_\_\_\_\_.
6. Масленку поз. \_\_\_\_\_ ставить на грунтовке \_\_\_\_\_.
7. Подшипник поз. \_\_\_\_\_ ставить на грунтовке \_\_\_\_\_.
8. Подшипник поз. \_\_\_\_\_ - заделка \_\_\_\_\_ ОСТ I 03841-76. Покрытие мест заделки \_\_\_\_\_.
9. Затяжка болтов поз. \_\_\_\_\_ :  $M =$  \_\_\_\_\_ Н·м (кгс·м).
10. Болты поз. \_\_\_\_\_ - стопорение \_\_\_\_\_ ОСТ 39502-77. Размер для справок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование конструкций самолетов: Учебник/Е.С. Войт, А.И. Ендогур, З.А. Мелик-Саркисян, И.М. Алявдин. - М.: Машиностроение, 1987.
2. В о й т Е.С. Конструирование узлов и деталей самолета: Учеб. пособие. - М.: МАИ, 1980.
3. Конструирование узлов: Учеб. пособие к курсовому проектированию/Под ред. Ю.И. Попова. - М.: МАИ, 1985.
4. Конструирование узлов и деталей самолета: Учебное пособие к лабораторно-практическим занятиям/Е.С. Войт, А.И. Ендогур, А.А. Красоткин, Ю.И. Попов, И.А. Шаталов. - М.: МАИ, 1989.
5. Конструирование шасси и управления самолетом: Учебное пособие к лабораторно-практическим работам/Н.А. Кондрашов, А.В. Лещин, Ю.З. Ратмиров, Ф.И. Склянский. - М.: МАИ, 1987.
6. Методические указания по курсовому проектированию "Конструирование узлов и деталей самолетов"/Под ред. Ю.И. Попова. - М.: Изд-во МАИ, 1990.
7. Конструирование деталей: Учеб. пособие к курсовому проектированию/Под ред. И.А. Шаталова. - М.: МАИ, 1985.
8. В о л о ш и н Ф.А., П о п о в Ю.И. Конструирование заклепочных и болтовых соединений: Учеб. пособие. - М.: МАИ, 1983.
9. Л е щ и н А.В., С к л я н с к и й Ф.И. Конструирование управления и механизмов. - М.: МАИ, 1980.
10. Технологические основы проектирования самолетов: Учеб. пособие/Ю.Н. Арцыбасов, В.Ф. Воронов, В.Ф. Громов, В.В. Садков. - М.: Изд-во МАИ, 1991.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Заклепочные соединения .....	3
1.1. Соединения с двусторонним подходом .....	3
1.2. Соединения с односторонним подходом .....	8
2. Болтовые соединения .....	12
2.1. Рекомендации по применению .....	12
2.2. Затяжка болтового соединения .....	23
2.3. Стопорение болтов, винтов и гаек .....	26
2.4. Обозначение элементов болтового крепления на чертеже .....	27
3. Сварные соединения .....	28
3.1. Особенности сварных конструкций и рекомендации по применению сварки .....	28
3.2. Расчетные и геометрические параметры сварных соединений .....	37
3.3. Изображение и обозначение сварки в чертежах .....	40
3.4. Общие рекомендации по конструированию сварных соединений .....	45
4. Конструктивные элементы тяг жесткой проводки управления .....	55
5. Конструктивные элементы гибкой проводки управления ...	69
6. Подшипники .....	77
6.1. Рекомендации по применению .....	77
6.2. Заделка подшипников в детали .....	86
7. Рекомендации по применению некоторых готовых изделий..	92
7.1. Втулки .....	92
7.2. Прессмасленки .....	96
8. Уплотнения авиационных систем .....	97
Литература .....	103