П. П. СЕРЕБРЕНИЦКИЙ

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК СТАНОЧНИКА

М О Л О О Ы К

П. П. СЕРЕБРЕНИЦКИЙ

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК СТАНОЧНИКА

РАБОЧИЙ

ЛЕНИЗДАТ
1982

34 6
С32

Павел Павлович Серебреницкий

**КРАТКИЙ
СПРАВОЧНИК
СТАНОЧНИКА**

Рецензенты
Р. И. Гжиров а М. С. Сахаров

Заведующий редакцией Л. Н. Делюкин
Редактор М. С. Чернова
Художник В. И. Коломейцев
Художественный редактор Н. Н. Гульковский
Технический редактор А. И. Сергеева
Корректоры Л. В. Вешнякова и Е. Н. Внукова

ИБ № 2018

Сдано в набор 1.03 82. Подписано к печати 3.08.82. М-17639. Формат 84ХЮ87з2. Бумага тип. № 3. Гарн. литературная. Печать высокая. Усл. печ л. 18,9. Усл. кр.-отт. 19,22. Уч.-изд. л. 1G.17. Тираж 100 000 экз. Заказ № 472. Цена 95 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени Лениздат, 191023, Ленинград, Фон* танка, 59. Ордена Трудового Красного Знамени типография им. Володарского Лениздата, 191023, Ленинград, Фонтанка, 57

Серебреницкий **П. П.**

С32 Краткий справочник станочника. — Л.: Лениздат, 1982. — 360 с. с ил.— (Для молодых рабочих).

В справочнике приведены данные по единицам физических величин, математике, допускам и посадкам, машиностроительному черчению. В нем содержатся сведения о технологическом процессе и его элементах, режущем, вспомогательном и мерительном инструменте; приведены некоторые данные о металлорежущих станках.

Справочник предназначен для молодых рабочих-станочников. Он будет полезен учащимся профессионально-технических училищ, а также средних и высших технических учебных заведений.

2704040000—165 **34.6**
М171(03)-82 102-82
© Лениздат, 1982

Решениями XXVI съезда КПСС предусмотрено опережающее развитие машиностроения — основы технического перевооружения всех отраслей народного хозяйства. Первоочередными в настоящее время являются задачи внедрения в производство различных прогрессивных технологий, высокопроизводительного оборудования и технологической оснастки, а также современных форм организации и управления производством.

Высокая технико-экономическая эффективность мероприятий по повышению производительности труда, улучшению качества продукции обеспечиваются прежде всего внедрением новых видов оборудования и технологической оснастки. В промышленности резко возросло количество металлообрабатывающих станков, в том числе агрегатных, сложных многооперационных с разными видами программного управления, автоматических линий. Усложнилось оборудование общего назначения, повысились его точность, мощность, скоростные характеристики, функциональность. Внедряются средства адаптивного управления машинами и оборудованием.

Высокопроизводительные методы обработки обусловливают все большее усложнение технологической оснастки, внедрение конструкций со сменными элементами и узлами, позволяющими использовать ее в групповых технологических процессах, с устройствами регулирования и компенсации износа.

Более насыщенными и динамичными стали многие станочные операции, требующие соблюдения высокой технологической дисциплины, тщательного контроля не только размеров, формы и взаимного -расположения обрабатываемых поверхностей, но и их микро- и макрорельефов, физико-химических свойств поверхностного слоя и т. д.

Из сказанного ясно, что современный рабочий-станочник должен обладать высокой, в ряде случаев почти инженерной профессиональной подготовкой, иметь широкий технический кругозор, хорошо знать возможности используемого оборудования. Он должен разбираться в сложной технологической документации, чертежах и принятых системах условных обозначений, уметь производить различные расчеты, грамотно назначать режимы резания, находить рациональные методы обработки деталей.

В процессе профессиональной подготовки молодому рабочему-станочнику необходима различная литература, в том числе и справочная. Предлагаемый справочник содержит основные сведения для рабочих-станочников, занимающихся обработкой металлов резанием на токарных, фрезерных, сверлильных и других металлорежущих станках.

В нем приведены данные по единицам физических величин, математике, допускам и посадкам, машиностроительному черчению, основные сведения о технологическом процессе и его элементах, ре-

жущем, вспомогательном и мерительном инструменте, металлорежущих станках.

В некоторых его разделах даны тематические перечни стандартов, что позволяет быстро найти более полный материал по интересующему вопросу. Следует отметить, что сведения о государственных стандартах, действующих в СССР, приводятся в указателе «Государственные стандарты СССР», который издается ежегодно. Все стандарты размещены в нем по разделам, классам и группам. Наряду с государственными стандартами СССР (ГОСТ) в указателе приводятся данные о стандартах Совета Экономической Взаимопомощи (СТ СЭВ), которые в обязательном порядке применяются в народном хозяйстве СССР в качестве государственных стандартов. Стандарты СЭВ, не включенные в указатель, используются в основном в договорно-правовых отношениях между странами — членами СЭВ. Если действующий государственный стандарт или его отдельные разделы полностью соответствуют стандарту СЭВ, то последний вводится в ГОСТ. Такой ГОСТ в скобках имеет обозначение стандарта СЭВ, например, ГОСТ 20406—75 (СТ СЭВ 785—77).

В обозначении некоторых стандартов ставится звездочка (*). Это означает, что в данном стандарте имеются изменения. Двумя звездочками отмечены стандарты, замененные или отмененные в частях, а тремя звездочками — стандарты, которым присвоены обозначения ранее отмененных. Все данные об изменениях стандартов публикуются в ежемесячном Информационном указателе стандартов (ИУС). В нем приводятся также сведения о введении новых ГОСТов, о продлении срока действия тех или иных стандартов, об отмене устаревших и т. п.

Автор надеется, что в представленном виде справочник будет полезным дополнением к имеющимся специальным справочникам и пособиям для станочников.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ГЛАВА

1

1.1. АЛФАВИТЫ

Таблица 1.1. Латинский и греческий алфавиты

Начертание букв	Название букв	Начертание букв	Название букв	Начер1ание букв	Назв-ание б\ кв
		Латинский алфавит			
A a	а	*J J*	ЙОТ		ЭС
B ь	бе	*K k*	ка	*m t*	тэ
C c	це	*L I*	эль	*U u*	У
D d	де	*M m*	эм	*V v*	ве
E e	е	*N n*	эн	*W w*	дубль-ве
F f	эф	*O o*	О	*X x*	икс
O g	ге	*P p*	и э	*У У*	игрек
H h	аш	*Q я*	ку	*Z z*	зет
I i	и	*R r*	эр		
		Греческий алфавИ1			
А а	альфа	I i	йота	Р *Q*	ро
В р	бета	К х	каппа	*1* а	сигма
	гамма	А \	ламбда	Т т	тау
д ъ	дельта	М (х	ми	Г и	ипсилон
Е £	эпсилон	N v	ни	Ф ф	фи
ъ с	дзета	S 5	КС и	х х	хи
	эта	О о	омикрон	*W* ф	ПСИ
е ь	тэта	П *п*	пи	Q (о	омега

1.2. ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

С января 1980 г. в СССР обязательным является применение единиц Международной системы единиц[1], а также десятичных кратных и дольных от них. Наименование, обозначение и правила применения единиц СИ определены ГОСТ 8.417—81 (СТ СЭВ 1052—78). Основные и дополнительные единицы СИ приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Основные и дополнительные единицы СИ

Величина		Единица	
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение*
Основные			
Длина	*L*	метр	м
Масса	*M*	киллограмм	кг
Время	*m*	секунда	с
Сила электрического тока	*I*	ампер	А
Термодинамическая температура	е	Кельвин	К
Количество вещества	*N*	моль	моль
Сила света	У	кандела	кд
Дополнительные			
Плоский угол	–	радиан	рад
Телесный угол	–	стерадиан	ср

Производные единицы СИ образуются из основных и дополнительных единиц СИ (табл. 1.3). Ряд производных единиц имеют специальные наименования (табл. 1.4).

Производные единицы СИ со специальными наименованиями также используются для образования других произвольных единиц СИ (табл. 1.5). Допускаются к применению некоторые внесистемные единицы. Из единиц систем, ранее действовавших, временно допускаются к применению после января 1980 г. следующие единицы: морская миля, узел, карат, оборот в секунду, оборот в минуту, бар, текс, непер.

[1] Международная система единиц (международное сокращенное наименование *SI,* в русской транскрипции СИ) принята в 1960 г. XI Генеральной конференцией по мерам и весам (ГКМВ) и уточнена на последующих ГКМВ.

Таблица 1.3. Некоторые производные единицы СИ, наименования которых образованы из наименований основных и дополнительных единиц

Наименование величины	Единица	
	Наименование	Обозначение
Площадь	**квадратный метр**	$м^2$
Объем, вместимость	**кубический метр**	$м^3$
Скорость	**метр в секунду**	**м/с**
Угловая скорость	**радиан в секунду**	**рад/с**
Ускорение	**метр на секунду в квадрате**	**$м/с^2$**
Угловое ускорение	**радиан на секунду в квадрате**	**$рад/с^2$**
Плотность	**килограмм на кубический метр**	**$кг/м^3$**
Удельный объем	**кубический метр на килограмм**	**$м^3/кг$**
Плотность электрического тока	**ампер на квадратный метр**	**$А/м^2$**
Напряженность магнитного поля	**ампер на метр**	**А/м**
Яркость	**кандела на квадратный метр**	**$кд/м^2$**

Таблица 1.4. Некоторые производные единицы СИ

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
Частота	**герц**	**Гц**	
Сила, вес	**ньютон**	**Н**	М'КГ'С-*^{2}
Давление, механическое напряжение, модуль упругости	**паскаль**	**Па**	М-ЬКГ'С^2
Энергия, работа, количество теплоты	**джоуль**	**Дж**	М^2*КГ'С~^{2}
Мощность, поток энергии	**ватт**	**Вт**	**м-.кг-с-з**
Количество электричества (электрический заряд)	**кулон**	**Кл**	**с-А**
Электрическое напряжение, Электрический потенциал, разность электрических потенциалов, электродвижущая сила	**вольт**	**В**	**М^2.КГ.С-З.А-1**
Электрическая емкость	**фарад**	**Ф**	М-2.КГ-1.(Ч.А2
Электрическое сопротивление	**ом**	**Ом**	**м^2-кг.с-з**.А-2
Электрическая проводимость	**Сименс**	**См**	**м**-2.кг-1.сз.А^2
Поток магнитной индукции, магнитный поток	**вебер**	**Вб**	**м^2.кг-с**-2.А-1
Плотность магнитного потока, магнитная индукция	**тесла**	**Тл**	**кг.с"^{2}-А**-1
Индуктивность, взаимная Индуктивность	**генри**	**Гн**	М^2.КГ-С-2.А-2
Световой поток	**люмен**	**лм**	**кд-ср**
Освещенность	**люкс**	**лк**	М~^{2}'КД«Ср

Таблица 1.5. Некоторые производные единицы СИ

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение.	Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
Момент силы	ньютон-метр	Н м	$м^2$-кг-с-^{2}
Поверхностное натяжение	ньютон на метр	Н/м	КГ-С-2
Динамическая вязкость	паскаль-секунда	Па-с	м-^кг-с-^{1}
Пространственная плотность электрического заряда	кулон на кубический метр	Кл/мз	м-з-с-А
Электрическое смещение	кулон на квадратный метр	КЛ/М2	М-2.С-А
Напряженность электрического поля	вольт на метр	В/м	М'КГ'С-з.$А^{-1}$
Абсолютная диэлектрическая проницаемость	фарад на метр	Ф/м	м-з-кг-^с^$А^2$
Удельная энергия	джоуль на килограмм	Дж/кг	$М^2$'С-2
Теплоемкость системы, энтропия системы	джоуль на кельвин	Дж/К	М2.КГ.С-2.К-1
Удельная теплоемкость, удельная энтропия	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг-К)	М2.С-2.К-1
Поверхностная плотность потока энергии	ватт на квадратный метр	Вт/м2	КГ'С-3
Теплопроводность	ватт на метр-кельвин	Вт/(м-К)	М'КГ-С-З'К"^{1}
Энергетическая сила света (сила излучения)	ватт на стерадиан	Вт/ср	мз-кг-с-з-ср-^{1}

Установлены правила образования десятичных кратных и дольных единиц, а также их наименований и обозначений с помощью множителей и приставок (табл. 1.6). Присоединение к наименова-

Таблица 1.6. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименование

Множитель	Приставка	Обозначение приставки	Множитель	Приставка	Обозначение приставки
1018	экса	э	10-1	деци	д
1015	пета	п	10-2	санти	С
1012	тера	т	Ю-з	МИЛЛИ	м
109	гига	г	10-е	микро	мк
106	мега	м	10-9	нано	н
103	кило	к	10-12	пико	п
102	гекто	г	Ю-15	фемто	ф
101	дека	да	10-18	атто	а

а

Таблица 1.7. Соотношении между единицами угловой скорости

Единицы измерения		рад/с	об/с	об/мин	°/с
Название	Обозначение				
Радиан в секунду	рад/с	1	0,159	9,55	57,3
Оборот в секунду	об/с	6,28	1	60	360
Оборот в минуту	об/мич	0,105	1,667-10-2	1	6
Градус в секунду	*	1,755.10-2	2,778-10-3	0,167	1

Таблица 1.8 Соотношения единиц силы

Единицы измерения			Н		
Название и определение	Обозначение	дина		сн	кгс
Дина — сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 1 см на секунду в квадрате	дина (кг» с м/с^2)	1	ю-»	10-8	1,0197-10-в
Ньютон — сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 1 м на секунду в квадрате	н (КГ-М/С2)	105	1		0,101 97
Стен — сила, сообщающая телу массой 1 т ускорение 1 м на секунду в квадрате	сн (Т-М/С2)	108	10^3	1	101,97
Килограмм-сила — сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 9,806 6 м на секунду в квадрате	кгс /кг-9,8066-м\ V С2 J	9,8066.10ь	9,806 6	9,8066-Ю-з	1

jg Таблица 1.9. Соотношения единиц давления (напряжения)

Единицы измерения		Па (Н/м^2)	кгс/м^2 (мм вод. ст«)	атм	ат (кгс/см^2)	торр (мм рт. ст.)	кгс/мм^2
Название и определение	Обозначение						
Паскаль (ньютон на квадратный метр)	Па (Н/м2)	1	0,101 97	9,869 2- 10-е	1,019 7-10-5	7,50-Ю-з	1,019 7-10-7
Килограмм-сила на квадратный метр (миллиметр водяного столба)	кгс/м^2 (мм вод. ст.)	9,806 6	1	9,6784-10-5	10-4	7,356-10-2	10-6
Атмосфера физическая	атм	1,0133-105	1,013 3-10*	1	1,0133	7,6-10^2	1,013 3-10-2
Атмосфера техническая (килограмм-сила на квадратный сантиметр)	ат (кгс/см^2)	9,806 6-10*	10*	0,967 84	1	7,356-Ю^2	10-2
Торр (миллиметр ртутного столба)	торр (мм рт. ст.)	1,333 2-102	13,595	1,315 7-10-3	1,359-Ю-з	1	1,359-10-5
Килограмм-сила на квадратный миллиметр	кгс/мм^2	9,806 6-106	106	101,33	100	7,356-103	1

нию единиц двух или более приставок подряд не допускается. Например, вместо наименования единицы микромикрофарад следует писать — пикофарад. В связи с тем, что наименование основной единицы массы — килограмм содержит приставку «кило», для образования кратных и дольных единиц массы используется дольная единица грамм (0,001 кг), и приставки надо присоединять к слову «грамм», например, миллиграмм (мг) вместо микрокилограмм (мккг). Дольную единицу массы — грамм допускается применять н без присоединения приставки.

В научно-технической литературе использовались различные системы единиц физических величии: СГС, МТС, МКJСС, МКС и др. Соотношение некоторых единиц этих систем с единицами СИ приведены в табл. 1.7... 1.14. Единицы СИ в таблицах выделены.

Таблица **1.10.** Перевод значений силы (веса), давления, напряжения в единицы СИ: ньютон (Н), паскаль (Па)

п	*N*	*п*	*N*	*п*	*N*	*п*	*N*
кгс кгс/мм^2 кгс/см'	*И* • 10'$_4$ Па- • 10' Па	кгс кгс/мм^2 кгс/см^2	*И* .10" Па- • 10* Па	кгс кгс/мм^2 кгс/см^2	н •10' Па- • 10* Па	кгс кгс/мм^2 кгс см^2	Н • 10' Па. ;:.Ю* Па
1	9,8	31	304	61	598	91	892
2	19,6	32	314	62	608	92	902
3	29,4	33	324	63	618	93	912
4	39,2	34	333	64	628	94	922
5	49,0	35	343	65	637	95	932
6	58,8	36	353	66	647	96	941
7	68,6	37	363	67	657	97	951
8	78,4	38	373	68	667	98	961
9	88,2	39	382	69	677	99	971
10	98,0	40	392	70	687	100	980
И	108	41	402	71	696	101	990
12	118	42	412	72	706	102	1000
13	127	43	422	73	716	103	1010
14	137	44	432	74	726	104	1019
15	147	45	441	75	736	105	1030
16	157	46	451	76	745	106	1039
17	167	47	461	77	755	107	1049
18	176	48	471	78	765	108	1059
19	186	49	481	79	775	109	1069
20	196	50	490	80	785	ПО	1079
21	206	51	500	81	794	111	1088
22	216	52	510	82	804	112	1093
23	225	53	520	83	814	113	1108
24	235	54	530	84	824	114	1118
25	245	55	539	85	834	115	1128
26	255	56	549	86	844	116	1137
27	265	57	559	87	853	117	1147
28	274	58	569	88	863	118	1157
29	284	59	579	89	873	119	1167
30	294	60	588	90	883	120	1177

u

Продолжение табл. iАО

п	*N*	*п*	Л'	*п*	*N*	*п*	*N*
кгс кгс/мм^2 кгс/см^2	Н •10« Па- • 10* Па	кгс кгс/мм^{3}а кгс/см^{3}а	н •10^е Па- •10* П*	кгс кгс/мм^{2}а кгс/см^{2}а	Н .10" Па. • 10* Па	кгс кгс/мм^{2}а кгс/см^{2}а	Н • 10« Па- • 10* Па
121	1187	131	1285	141	1382	151	1481
122	1196	132	1294	142	1393	152	1491
123	1206	133	1304	143	1402	153	1500
124	1216	134	1314	144	1412	154	1510
125	1226	135	1324	145	1422	155	1520
126	1236	136	1334	146	1432	156	1530
127	1245	137	1343	147	1441	157	1540
128	1255	138	1353	148	1451	158	1549
129	1265	139	1363	149	1461	159	1559
130	1275	140	1372	150	1471	160	1569

Примечание. Значения соответствуют: *п* кгс=ЛГН; *п* кгс/мм^2=ЛМ0^6 Па; *п* кгс/см2=ЛГ$_3$Ю^4 Па. Например: И кгс=108 Н, 21 кгс/мм2=2О6.10<5 Па, 21 кгс/см^2=206-10* Па.

Таблица 1.11. Соотношение единиц скорости

Единицы измерения		мм/мин	см/с	м/с	м/мин	км'ч
Определение	Обозначение					
Миллиметр в минуту	ММ/МИН	1	0,001 66...	0,000 016 6...	0,001	6-10-5
Сантиметр в секунду	см/с	600	1	0,01	0,6	0,036
Метр в секунду	м/с	60-103	100	1	60	3,6
Метр в минуту	м/мин	1000	1,66...	0,016 6...	1	0,06
Километр в час	км/ч	16 666,66	27,778	0,277 8	16,666	1

Таблица 1.12. Соотношение единиц работы и энергии

Единицы измерения		эрг	Дж	кгсм	Вт-ч	кал	кВт»ч	ккал
Название	Обозна-чение							
Эрг	эрг	1	Ю-^{7}	1,019 7-10-8	2,777 8-10-»	2,388 4-10-8	2,78-Ю-^{1}*	2,388 4-10-и
Джоуль (ватт-се-кунда)	Дж (Вт-с)	107	1	0,101 97	2,777 8-10-*	0,238 89	2,78-10-7	0,239-Ю-з
Килограмм-сила на метр	кгс-м	9,806 6-107	9,806 6	1	2,724-Ю-з	2,342 7	2,724-10-е	2,343-Ю-з
Ватт-час	Вт-ч	3,6.10ю	3,6.103	3,6709-102	1	8,600 1-102	0,001	0,860 01
Калория	кал	4,186 8-107	4,186 8	0,426 85	1Д62 8-10-3	1	1,162 8-10-6	0,001
Киловатт-час	кВт-ч	3,6-1013	3,6-Юб	3,6709.105	1000	8,6-105	1	8,6-102
Килокалория	ккал	4.186 8-Юю	4186,8	426,85	1,162 8	1000	1,628-10**	1

^ **Таблица 1.13. Соотношение единиц мощности**

Единицы измерения		эрг/с	Вт (Дж/с)	кгс-м/с	л.с	кал/с
Название	Обозначение					
Эрг в секунду	эрг/с	1	Ю$^{-7}$	1,019 7-10-8	1,359 6-10-ю	2,388 4-10-8
Ватт (джоуль в секунду)	Вт (Дж/с)	107	1	0,101 97	1,359 6-Ю-^{3}	2,388 4-10-*
Килограмм-сила на метр в секунду	кгс. м/с	9,806 б-10^{7}	9,8066	1	1,333 3-10-2	2,342 7
Лошадиная сила	л.с.	7,355-109	7,355-102	75	1	175,67
Калория в секунду	кал/с	4,186 8-10?	4,186 8	0,426 93	5,692 4-Ю-з	1

Т аЧ> л и ц а 1.14. Соотношение единиц длины

Единицы измерения Название	Обозначе-ние	о А	вм	мкм	мм	см	м	дм (in)
Ангстрем	о А	1	о д	ю - *	10-7	10-8	10-ю	0,39-Ю-з
Нанометр (миллимикрон)	нм	10	1	Ю-3	ю - 6	10-7	ю - 9	0,39-10-7
Микрометр (микрон)	мкм	10 000	1000	1	Ю-з	ю - *	10-е	0,393 7-10-*
Миллиметр	мм	107	106	1000	1	0,1	0,001	0,039 37
Сантиметр	см	Юз	107	10*	10	1	0,01	0,393 7
Метр	м	10^10	109	10^6	1000	100	1	39,37
Дюйм	дм (in)	2,54Л08	2,54-107	2,54.10*	25,4	2,54	2,54-10-2	1

k 1 1 \ 1!

1.3. СВЕДЕНИЯ ИЗ МАТЕМАТИКИ

Тригонометрические функции. Основные тригонометрические функции углов прямоугольного треугольника выражаются соответствующими соотношениями его сторон (рис. 1.1,а):

$$\sin\alpha = \frac{a}{c}; \quad \cos\alpha = \frac{b}{c}; \quad tg\alpha = \frac{a}{b}; \quad ctg\alpha = \frac{b}{a},$$

где a, b — катеты, c — гипотенуза.

Графически тригонометрические функции можно представить в виде отрезков, построенных на окружности, радиус которой равен единице (рис. 1.1, б). Знак функции зависит от величины угла.

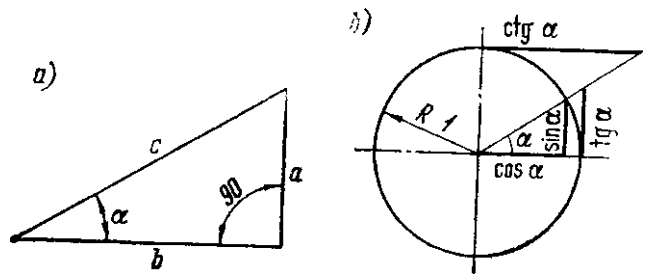


Рис. 1.1. Тригонометрические функции углов прямоугольного треугольника

Функции дополнительных углов (больших 90°) могут быть приведены к функции углов прямоугольного треугольника (меньших 90°). Формулы приведения функций и их знаки даны в табл. 1.15, значения тригонометрических функций часто встречающихся углов — в табл. 1.18, а основные зависимости между функциями — в табл. 1.19. Для определения функций углов, заданных с точностью до 1°, необходимо заданный угол представить как сумму, состоящую из целого числа градусов и доли градуса, и, пользуясь основными формулами тригонометрии и табл. 1.16, вычислить значение функции. Для определения функций углов можно пользоваться микрокалькулятором или более подробными таблицами.

Таблица 1.15. Знаки функций и формулы приведения

Функция	Угол с?							
	0...90°	90...180°	180...270°	270...360°	360°±a	90°±a	180°±a	270°±a
Sin<?	+	+	–	–	±slna	-f COSa	Tsina	—COSa
COS<p	+	–	–	+	+COSa	Tsina	—cosa	±sina
tg?	+	–	+	–	±tg«	=Fctga	±tg«	Tctga
erg?	+	–	+	–	±Cfga	Ttga	±Ctga	Ttgac

Примеры: sin 120° = sin (90 + 30) = cos 30°;
cos 150° = cos (180° — 30°) = — cos 30°;
tg 300° = tg (270° + 30°) = — ctg 30°;
ctg 140° = ctg (180° — 46°) = — ctg 40°.

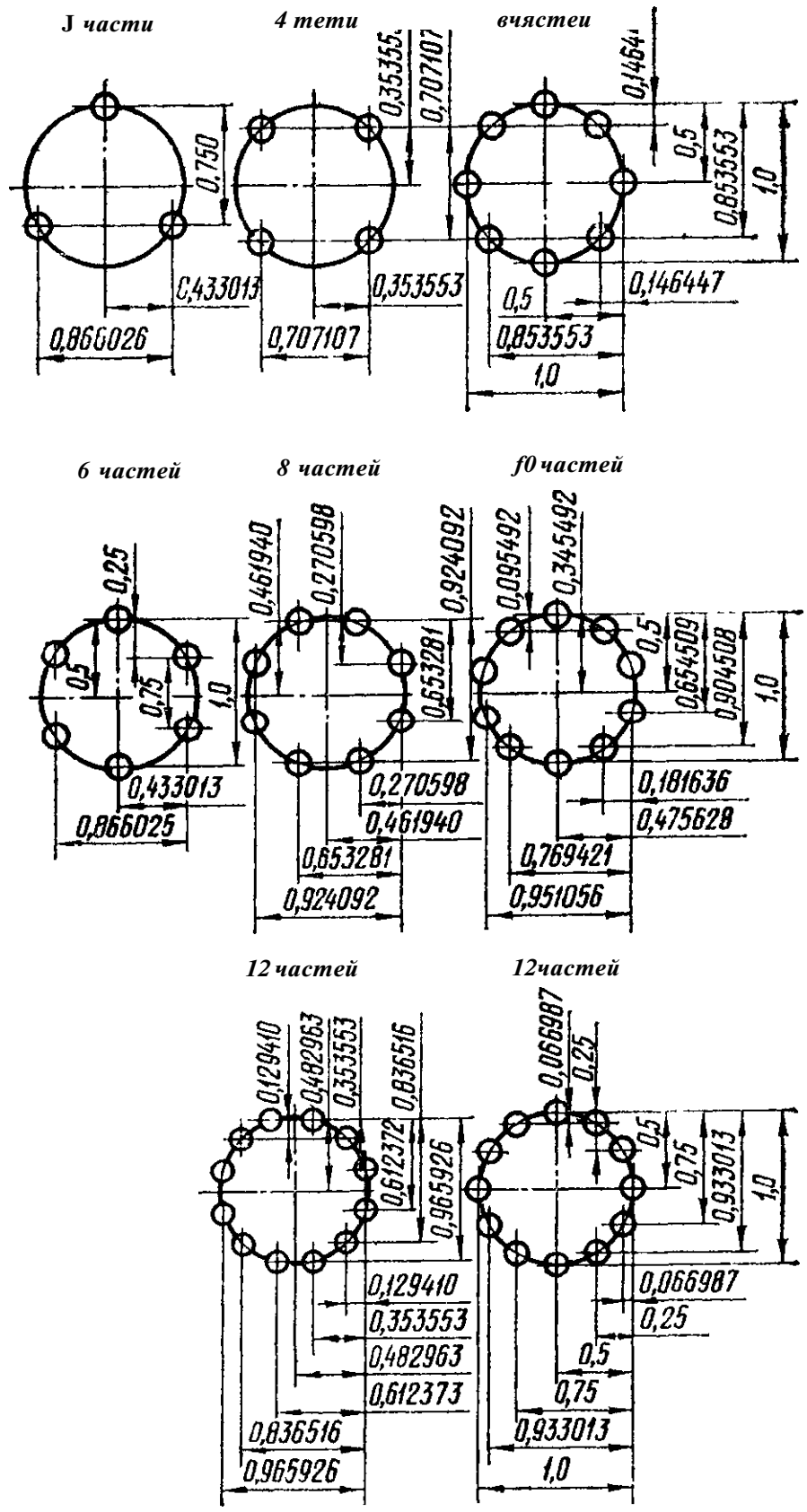


Рис. 1.2. Расчет координат центров отверстии, рас **положенных по окружности**

Пример. Определить значение sin 23°42'. Представим sin 23°42'= = sin (23°+0°42') = sin 23°.cos 0°42'+cos 23°.sin ***042'.*** Из табл. 1.17 sin 23°=0,3907; cos 23°=0,920 5; cos 0°42'«1; sin 0°42'=0,012 2; sin 23°42'=0,390 7+0,920 5-0,012 2=0,401 9.

Расчет координат центров отверстий, расположенных по окружности. На рис. 1.2 приведены координаты центров отверстий, расположенных на окружности диаметром, равном единице. Для определения координат центров отверстий, расположенных на диаметре, не равном единице, необходимо соответствующие координаты, взятые по рис 1.2, умножить на величину диаметра. Например, расстояние *Л* между двумя отверстиями по вертикали (три отверстия по окружности) для диаметра, равного единице, составляет 0,750; при диаметре 80 мм оно будет равно 0,750 - 80=60 мм.

Зависимости для расчета элементов плоских фигур, различных тел, профилей приведены в табл. 1 20.. 1 27.

Таблица 116 Значения тригонометрических функций (через 1 градус)

a°	since	Iga	\		Sina	tga	\	a°	sina	Iga	\
w 0	0,0000	0,0000	90	1				1 I			
1	0,0175	0,0175	89	31	0,5150	0,6009	59	61	0,8746	1,804	29
2	0,0349	0,0349	88	32	0,5299	0,6249	58	62	0,8829	1,881	28
3	0,0523	0,0524	87	33	0,5446	0,6494	57	63	0,8910	1,963	27
4	0,0698	0,0699	86	34	0,5592	0,6745	56	64	0,8988	2,050	26
5	0,0872	0,0875	85	35	0,5736	0,7002	55	65	0,9063	2,145	25
6	0,1045	0,1051	84	36	0,5878	0,7265	54	66	0,9135	2,246	24
7	0,1219	0,1228	83	37	0,6018	0,7536	53	67	0,9205	2,356	23
8	0,1392	0,1405	82	38	0,6157	0,7813	52	68	0,9272	2,475	22
9	0,1564	0,1584	81	39	0,6293	0,8098	51	69	0,9336	2,605	21
10	0,1736	0,1763	80	40	0,6428	0,8391	50	70	0,9397	2,747	20
11	0,1908	0,1944	79	41	0,6561	0,8693	49	71	0,9455	2,904	19
12	0,2079	0,2126	78	42	0,6691	0,9004	48	72	0,9511	3,078	18
13	0,2250	0,2309	77	43	0,6820	0.9325	47	73	0,9563	3,271	17
14	0,2419	0,2493	76	44	0,6947	0,9657	46	74	0,9613	3,487	16
15	0,2588	0,2679	75	45	0,7071	1,0000	45	75	0,9659	3,732	15
16	0,2756	0,2867	74	46	0,7193	1,036	44	76	0,9703	4,011	14
17	0,2924	0,3057	73	47	0,7314	1,072	43	77	0,9744	4,331	13
18	0,3090	0,3249	72	48	0,7431	1,111	4?	78	0,9781	4,705	12
19	0,3256	0,3443	71	49	0,7547	1,1500	41	79	0,9816	5,145	11
20	0,3420	0,3640	70	50	0,7660	1.192	40	80	0,9848	5,671	10
21	0,3584	0,3839	69	51	0J771	1,235	39	81	0,9877	6,314	9
22	0,3746	0,4040	68	52	0,7880	1,280	38	82	0,9903	7,115	8
23	0,3907	0,4245	67	53	0,7986	1,327	37	83	0,9925	8,144	7
24	0,4067	0,4452	66	54	0,8090	1,376	36	84	0,9945	9,514	6
25	0,4226	0,4663	65	55	0.8192	1,428	35	85	0,9962	11,430	5
26	0,4384	0,4877	64	56	0,8290	1,483	34	86	0,9976	14,301	4
27	0,4540	0,5095	63	57	0,8387	1,540	33	87	0,9986	19,081	3
28	0,4695	0,5317	62	58	0,8480	1,6000	32	88	0,9994	28,636	2
29	0,4848	0,5543	61	59	0,8572	1,664	31	89	0,9998	57,290	1
30	0,5000	0,5774	60t	60	0,8660	1,732	30f	90	1,0000	∞	0^
\	COSa	ctga	J	\	cosa	ctga	J	\	cosa	ctga	a°

Таблица 1.17, Значения тригонометрических функций (через 1 минуту) (sin и tg от 0 до 1°, cos и ctg от 89 до 90°)

	sin	tg	–	1	sin	tg	–
O'J	0,000 00	0,000 00	90°00'	30'1	0.008 73	0,008 73	89°30'
1	0,000 29	0,000 29	59	31	0,009 02	0,009 02	29
2	0,000 58	0,000 58	58	32	0,009 31	0,009 31	28
3	0,000 87	0,000 87	57	33	0,009 60	0,009 60	27
4	0,001 16	0,001 16	56	34	0,009 89	0,009 89	26
5	0,001 45	0,001 45	55	35	0,010 18	0,010 18	25
6	0,001 75	0,001 75	54	36	0,010 47	0,010 47	24
7	0,002 04	0,002 04	53	37	0,010 76	0,010 76	23
8	0,002 33	0,002 33	52	38	0,011 05	0,01105	22
9	0,002 62	0,002 62	51	39	0,01134	0,011 34	21
10	0,002 91	0,002 91	50	40	0,01164	0,011 64	20
11	0,003 20	0,003 20	49	41	0,01193	0,01193	19
12	0,003 49	0,003 49	48	42	0,012 22	0,012 22	18
13	0,003 78	0,003 78	47	43	0,012 51	0,012 51	17
14	0,004 07	0,004 07	46	44	0,012 80	0,012 80	16
15	0,004 36	0,004 36	45	45	0,013 09	0,013 09	15
16	0,004 65	0,004 65	44	46	0,013 38	0,013 38	14
17	0,004 95	0,004 95	43	47	0,013 67	0,013 67	13
18	0,005 24	0,005 24	42	48	0,013 96	0,013 96	12
19	0,005 53	0,005 53	41	49	0,014 25	0,014 25	11
20	0,005 82	0,005 82	40	50	0,014 54	0,014 54	10
21	0,006 11	0,006 11	39	51	0,014 83	0,014 83	9
22	0,006 40	0,006 40	38	52	0,015 13	0,015 13	8
23	0,006 69	0,006 69	37	53	0,015 42	0,015 42	7
24	0,006 98	0,006 98	36	54	0,015 71	0,015 71	6
25	0,007 27	0,007 27	35	55	0,016 00	0,016 00	'5
26	0,007 56	0,007 56	34	56	0,016 29	0,016 29	4
27	0,007 85	0,007 85	33	57	0,016 58	0,016 58	3
28	0,008 15	0,008 15	32	58	0,016 87	0,016 87	2
29	0,008 44	0,008 44	f 31	59	0,01716	0,017 16	t 1
30'	0,008 73	0,008 73	| 89°30'	60'	0,017 45	0,017 46	1 89°00'
–	cos	ctg	0/	–	cos	ctg	91

Таблица 1.18. Значения тригонометрических функций часто встречающихся углов

Углы а		Значения функций		
рад	sina	cosa	tga	ctga
О	0	1	0	± сю
б	+0,5= + if	+0,866= + - y У Т	+0,577=+ - 3 - / 3	+1,732= + / 3
4	+0,707= + 4" /2	+0,707= + 4 - ^ 2 "	+1	+1
J_ 3	+0,866=+-2-/3"	+ 0 , 5 = + - ^	+1,732= + К 3 *	+0,577= + - 3- VT
J_ 2		0	i 00	0
2_ 3 ю	+0,866= + ~Y VT	—0,5-— "—* 2	—1,732= — / 3 "	—0,577= — 4~>/3~
_5 6 ю	+0,5= + 4 ~	—0,866= — - s - y T	-0,577= — 4 - / 3 "	—1.732= — / 3 "
ю	0	—1	0	± со
1 6 ю	-0,5= - 1 T	—0,866= 1 / 3	+0,577=+ 4 ~ / 3 "	+1,732= + VT
1 3 %	—0,866= — 1 1^3 A—	-0,5= - 4*	+1,732= + J/T	+0,577= + 4 - / 3 "
1 2"*	—1	0	± 00	0
2 TN	—0,866= — - i - /3"	+0,5— + 4*	—1,732=— VT	—0,577= — 4" VZ~
5 6 ю	—0,5=	+0,866= + 4 - / 3 "	—0,577= — 4" / 3 "	—1,732=— yS0.
2ic	0	+1	0 At	±00

* ж s 3,141 6.

Таблица 1.19. Основные зависимости между тригонометрическими функциями

Функции одного угла[1]

$\sin^2 a + \cos^2 a = 1$; $\operatorname{tg} a \operatorname{ctg} a = 1$;

$\operatorname{tg} a = \frac{1}{\operatorname{Ctg} a} = \frac{\sin a}{\operatorname{COS} a}$;

$\sin a = \sqrt{1 - \cos^2 a} = \operatorname{tg} a$

$\cos = \frac{1}{\sin a}$

$\operatorname{tg} a = \frac{\sin a}{\sqrt{1 - \operatorname{Sin}^2 a}}$;

$\operatorname{Ctg} a = \frac{\operatorname{COS} a}{\sqrt{1 - \operatorname{COS}^2 a}}$;

Функции двух углов

$\sin(a \pm p) = \sin a \cos p \pm \cos a \sin p$;

$\cos(a \pm p) = \cos a \cos P \mp \sin a \sin P$;

$\operatorname{tg} a \pm \operatorname{tg} P$

$\sin a \pm \sin p = 2 \sin \frac{a + p}{2} \cos \frac{a - P}{2}$

$\cos a + \cos p = 2 \cos \frac{a + p}{2} \cos \frac{a - p}{2}$

$\cos a - \cos p = -2 \sin \frac{a + p}{2} \sin \frac{a - p}{2}$

$\operatorname{tg} a \pm \operatorname{tg} p = \frac{\sin(a \pm P)}{\cos a \cos P}$

Функции двойных и половинных углов

$\sin 2a = 2 \sin a \cos a$; $\cos 2a = \cos^2 a - \sin^2 a$; $\operatorname{tg} 2a = \frac{2 \operatorname{tg} a}{1 - \operatorname{tg}^2 a}$;

$\sin \frac{a}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos a}{2}}$; $\cos \frac{a}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 + \cos a}{2}}$;

$\operatorname{tg} \frac{a}{2} = \frac{\sin a}{1 + \cos a} = \frac{1 - \cos a}{\sin a}$;

$\sin^2 \frac{a}{2} = \frac{1 - \cos a}{2}$; $\cos^2 \frac{a}{2} = \frac{1 + \cos a}{2}$; $\operatorname{ctg} \frac{a}{2} = \frac{\sin a}{1 - \cos a}$

Степени функций одного угла

$\sin^2 a = \frac{1 - \operatorname{COS} 2a}{2}$; $\cos^2 a = \frac{1 + \cos 2a}{2}$; $\operatorname{tg}^2 a = \frac{1 - \cos 2a}{1 + \cos 2a}$

Произведение функций двух углов

$\operatorname{Sin} a \cdot \sin p = \frac{1}{2} [\cos(a - P) - \cos(a + P)]$;

$\operatorname{COS} a \cdot \operatorname{COS} P = \frac{1}{2} [\operatorname{COS}(a - p) + \operatorname{COS}(a + p)]$;

$\operatorname{Sin} a \cdot \operatorname{COS} p = \frac{1}{2} [\sin(a + P) + \sin(a - p)]$;

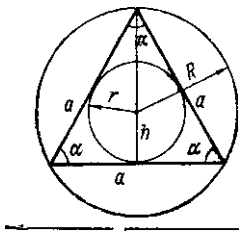
$\operatorname{tg} a \cdot \operatorname{tg} P = \frac{\operatorname{tg} a + \operatorname{tg} P}{\operatorname{ctg} a + \operatorname{ctg} P}$

[1] Перед знаком радикала должен быть поставлен знак плюс или минус в зависимости от того, в какой четверти находится угол (см. табл. 1.18).

Таблица **1.20.** Расчет плоских фигур

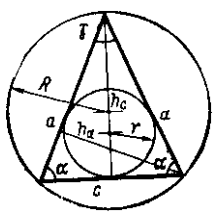
Формулы для нахождения элементов

Равносторонний треугольник



а = 60°; ***а*** = 1Д55Л = 1,732/? = 3,464г;
h = 0,866я = 3г; ***R*** = 0,577я = 2г; г = 0,289я =
= ОД/? = 0,333Л; Р = 3д = 2Л /3 = ***3R*** /3 =
= 6>]/Т; 5 = 0,433д2 - 0,577Д2 = 1,299/?2 -
=5Л9б/-2

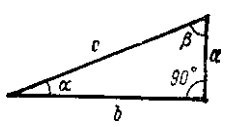
Равнобедренный треугольник



а = 90°—^- ; sina ***h,*** ***a*** » COS а ***C*** ~***2a*** ***kg*** 2А, •
2h tg« =

sin Y ***a*** ' 2Л/. ; — К « + (Т) ' I
2а — с
2 ^ f ^ ; Р = 2а + с = 2а(1+cosa);
a^2 c^2
S = — Sin л 2а = - ^ - tga = — 2 —

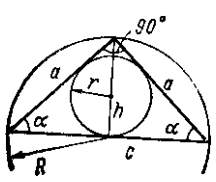
Прямоугольный треугольник



= 90° — 3; ***с = Уа'^+¥; Р = а + Ь + с;***

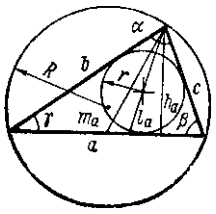
5 =

Прямоугольный равнобедренный треугольник



= 0,25С2 = $\#^2$ = A^2

Косоугольный треугольник



Ь ***с***
sin а sin р sin Y 2/?; $a^2 = 6^2 + c^2 - 2£c\cos\alpha$
а + р - f 7 = 180°;

а — 6 а — р « я = л + 6 + с ;
р = 0,5(а + 6 + с);

Продолоюение табл. 1.2д

Формулы для нахождения элементов

tg a/2 ~~~f^a> tg g/2 ~= p—b> tg 2_/? — c'

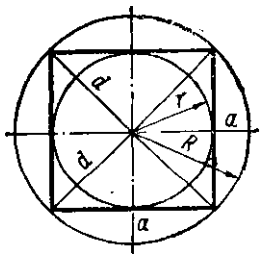
/rЛ = ^ sin 7 = c sin p;

/иЛ = 0,5 /2^2 – a2 + 2^2; / ft£ cos — b+c

7

2 4/?

Квадрат



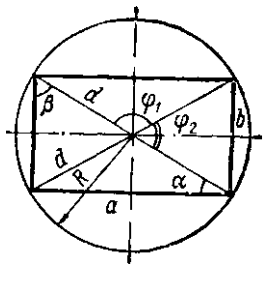
a = Л У Т = 2r = 0,707<Z;

d= a |/"2 = 2/? = 2r]/"_";

P — 4a ~ 2d У 2 = 8r = 4iR / fj

S = a3 = 2/?^ = 4r2 = 0,5rf2

Прямоугольник



a = 90° — 3 = - y = 90° 1-;

«p, = 2? a 180° — 2a = 180° – cp2;

sina = cos-y--"-^; tga = ctg— - = ft/— ;

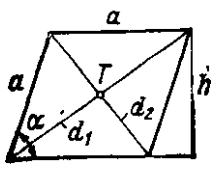
COS a» 4 0,5- cos a 2sin p

P = 2 (д + ft) = 2_ V\ +sin(p1: S = a&

Обозначения: P — периметр; p — полупериметр; S — площадь; *R* — радиус описанной окружности; r* — радиус вписанной окружности; /i — высота; *d* — диагональ; т — медиана; / — биссектриса.

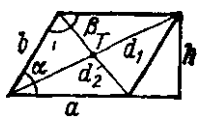
Таблица 1*21. Площади и центры тяжести плоских фигур

Ромб



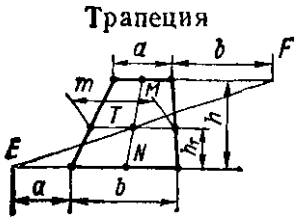
5 = *ah* = a2 sin a

Параллелограмм



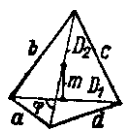
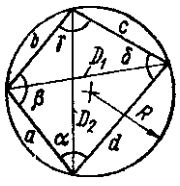
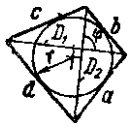
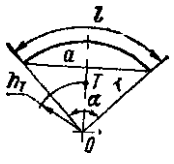
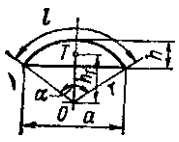
S — *ah* = *ab* sin a = a£ sin p

Трапеция

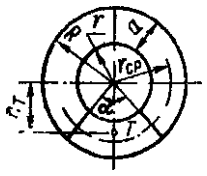


S =s т/г - y {a - f ft) Л;

h_ a + 2b

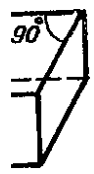
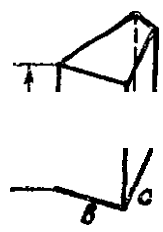
Четырехугольник выпуклый 	Основное свойство: $a^2 + \& + c^2 + d^* - D? + Dl + 4т^2$; $S = 4$ " № + Лз) А ^ у # i А> sin ⊲р : $B == x^2 + rf2" - a2 - c2)t$ ^ ^
Четырехугольник, вписанный 4В окружность 	Основное свойство: $a + T = 3 + 5 = 180°$; S = *V{p-a)(p-Ь) (p -c)(p- J)* = 8555 — *{ad* + 6c) sin a = -y (я£ + *cd)* sin p = = 2/?2 sin a sin p sin φ «= - j " ^ 1 ^ 2 sin ⊲р •»
Четырехугольник с вписанной окружностью 	Основное свойство: 5 =s *гр* = (a + c) *г* = (6 -f- tf) *г* = £>iD.j sin <f y где и D_2 — диагонали
Сектор круговой 	1 тсг²<х а — = -ggg- = 0,008 73 /*а, а = 2r sin —; 7саг 2га г²а 0,017/1»; Ат — зр — 3 5 - ; при ос = 180° $A_т$ = 0,424 4г; при а = 90° $A_г$ = 0,600 2г; при а = 60°$A_т$ = 0,6366г
Сегмент круговой 	*S=-Y[rl — a(r-~h)], a = 2Vh(2r-h);* *h^r* — 4"У4га — я²; / - 0,017 45га; 2 г² sin г² / тиа sin

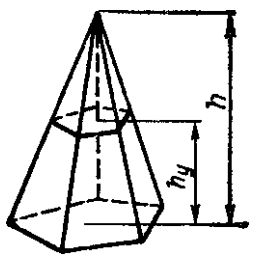
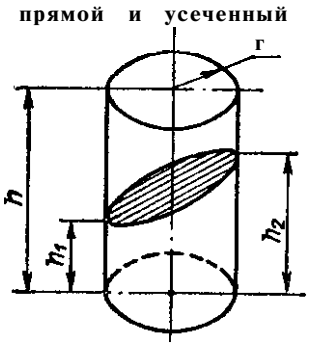
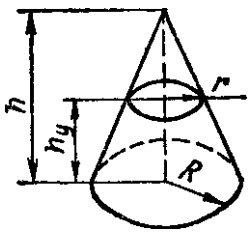
Продолжение табл. 1,21

Кольцо круговое	Часть кольца
 — 2~rCP_ = = *na(R + r);*	5 ^ 360 (/?2-''2) = 0,008 73a (# 2 - cp~ , A_T=- 4 3 # 3 _ r 3 sin 2 3 /?2 — r2

Обозначения: S — площадь; 7 — центр тяжести; /iT — высота центра тяжести; *р*—полупериметр; *m* — линия, соединяющая середины диагоналей.

Таблица 1.22. Поверхности и объемы тел

Куб	Параллелепипед	Призма
где *а*— ребро куба	в — 	
	I/ = *abc*	
	5 = 2 + 6c + ca)	+ c+rf)A;S = S.-f-2£l

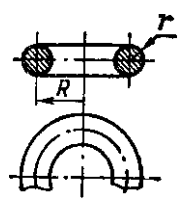
Пирамида полная и усеченная	Цилиндр круглый, прямой и усеченный	Конус круглый, прямой
		
V = -3- *Bh*\	K = %гIII\ 5б = 2тсг/г; *h*	1
Ку==4"Л У <# + + *b* + /		S 6 = /_ *VR** + *h**\ *S=znR(R + l)*

Продолжение табл. 1.22

Конус круглый усеченный

V — -у- * ^{h} № + + г2 + /?г);
$S_б$ = тс/ (Л + г);
S = тс [R2 + $г^2$ + + /(Л + г>]

Тор круговой



У=2я^2/?/-^{2};

Труба цилиндрическая

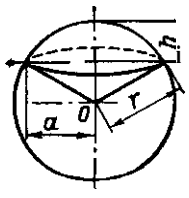
I

YS//J7/J7JW////A

V = *тЛ* ($Л^2$ — $г^2$);

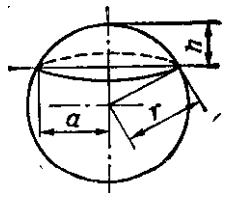
$Л_т$ = —; $5_б$ = 2тс/?/

Шаровой сектор



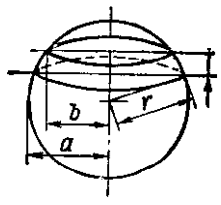
V = -3 w^2A; $5_б$=2тсгА;
S = тел (а + 2/г);

Шаровой сегмент



v ^ 4~%h (3а2 + Л2);
5б = 2тсгА,
S = тс (2гЛ + $а^2$)

Шаровой слой



V = = 4" тсЛ($3а^2$ + + 362 +/$г^2$); £$_б$ = 2тсгА
5 = тс (2гЛ + $а^2$ + 62)

Обозначения: V — объем; S& — боковая поверхность; S — полная поверхность; B — площадь основания; T — центр тяжести; $А_т$ — высота центра тяжести; V_{YT} SQ_V — объем и боковая поверхность усеченного тела.

Таблица 1.23. Определение элементов круга

Определяемая величина	Формулы
Радиус круга ***R***	6 Ж 2 ; 0,564 2
Диаметр круга ***D***	1,128 ***AYS***
Длина окружности ***L***	2*nR;* 6,283 2 У?; 3,141 6 D;
Площадь круга **5**	**тг/?2; ЗД41 6 *Ri;* 0,785 *D*;*** 0,079 578 *D*
Длина дуги для центрального угла в Г	0,008 726 5 ***D***
Длина дуги для центрального угла в ***n*** °	0,008 726 5 ***nD***
Центральный угол для дуги длиной ***R***	57°17'44"=57°,295 6= =3437',74=206 264"

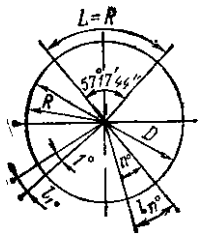


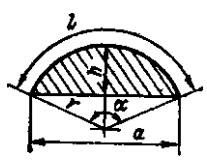
Таблица 1.24. Деление окружности на n равных частей

n	$\sin\frac{180^\circ}{n}$		$\sin\frac{180^\circ}{n}$		$\sin\frac{180^\circ}{n}$		$\sin\frac{180^\circ}{n}$
1	0,0000	26	0,1205	51	0,0616	76	0,0413
2	1,0000	27	0,1161	52	0,0604	77	0,0408
3	0,8660	28	0,1120	53	0,0592	78	0,0403
4	0,7071	29	0,1081	54	0,0581	79	0,0398
5	0,5878	30	0,1045	55	0,0571	80	0,0393
6	0,5000			56	0,0561		
7	0,4339	31	0,1012	57	0,0551	81	0,0388
8	0,3827	32	0,0980	58	0,0541	82	0,0383
9	0,3420	33	0,0951	59	0,0532	83	0,0378
10	0,3090	34	0,0923	60	0,0523	84	0,0374
		35	0,0896			85	0,0369
11	0,2817	36	0,0872	61	0,0515	86	0,0365
12	0,2588	37	0,0848	62	0,0506	87	0,0361
13	0,2393	38	0,0826	63	0,0498	88	0,0357
14	0,2225	39	0,0805	64	0,0491	89	0,0353
15	0,2079	40	0,0785	65	0,0483	90	0,0349
16	0,1951			66	0,0476		
17	0,1838	41	0,0765	67	0,0469	91	0,0345
18	0,1737	42	0,0747	68	0,0462	92	0,0341
19	0,1646	43	0,0730	69	0,0455	93	0,0338
20	0,1564	44	0,0713	70	0,0449	94	0,0334
		45	0,0698			95	0,0331
21	0,1490	46	0,0682	71	0,0442	96	0,0327
22	0,1423	47	0,0668	72	0,0436	97	0,0324
23	0,1362	48	0,0654	73	0,0430	98	0,0321
24	0,1305	49	0,0641	74	0,0424	99	0,0317
25	0,1253	50	0,0628	75	0,0419	100	0,0314

[1] Для деления окружности на n равных частей необходимо определить хорду a по формуле $a \sim D\sin\frac{180^\circ}{n}$ (D — диаметр окружности); величина $\sin\frac{180^\circ}{n}$ берется из таблицы.

Пример. Разделить окружность диаметром 100 мм на 13 частей. Для этого нужно откладывать по окружности циркулем отрезки $a = 100 \cdot 0{,}2393 = 23{,}93$ мм.

Таблица 1.26. Длины дуг, хорд, стрелок сегментов круга радиусом г»1[1] (а — центральный угол (град.); ***h***—стрелка; 1 —длина дуги; 5 — площадь сегмента; а —длина хорды)



0,0175	0,0000	0,0175	0,000 00	0,5934	0,0437	0,5847
0,0349	0,0002	0,0349	0,000 00	0,6109	0,0463	0,6014
0,0524	0,0003	0,0524	0,00001	0,6283	0,0489	0,6180
0,0698	0,0006	0,0698	0,00003	0,6458	0,0517	0,6346
0,0873	0,0010	0,0872	0,00006	0,6632	0,0545	0,6511
0,1047	0,0014	0,1047	0,000 10	0,6807	0,0574	0,6676
0,1222	0,0019	0,1221	0,000 15	0,6981	0,0603	0,6840
0,1396	0,0024	0,1395	0,00023	0,7156	0,0633	0,7004
0Д571	0,0031	0,1569	0,000 32	0,7330	0,0664	0,7167
0,1745	0,0038	0,1743	0,000 44	0,7505	0,0696	0,7330
0,1920	0,0046	0,1917	0,000 59	0,7679	0,0728	0,7492
0,2094	0,0055	0,2091	0,000 76	0,7854	0,0761	0,7654
0,2269	0,0064	0,2264	0,00097	0,8029	0,0795	0,7815
0,2443	0,0075	0,2437	0,001 21	0,8203	0,0829	0,7975
0,2618	0,0086	0,2611	0,001 49	0,8378	0,0865	0,8135
0,2793	0,0097	0,2783	0,001 81	0,8552	0,0900	0,8294
0,2967	0,0110	0,2956	0,002 17	0,8727	0,0937	0,8452
0,3142	0,0123	0,3129	0,002 57	0,8901	0,0974	0,8610
0,3316	0,0137	0,3301	0,003 02	0,9076	0,1012	0,8767
0,3491	0,0152	0,3473	0,003 52	0,9250	0,1051	0,8924
0,3665	0,0167	0,3645	0,004 08	0,9425	0,1090	0,9080
0,3840	0,0184	0,3816	0,004 68	0,9599	0,1130	0,9235
0,4014	0,0201	0,3987	0,005 35	0,9774	0,1171	0,9389
0,4189	0,0219	0,4158	0,00607	0,9948	0,1212	0,9543
0,4363	0,0237	0,4329	0,006 86	1,0123	0,1254	0,9696
0,4538	0,0256	0,4499	0,007 71	1,0297	0,1296	0,9848
0,4712	0,0276	0,4669	0,008 62	1,0472	0,1340	1,0000
0,4887	0,0297	0,4838	0,009 61	1,0547	0,1384	1,0151
0,5061	0,0319	0,5008	0,010 67	1,0821	0,1428	1,0301
0,5236	0,0341	0,5176	0,01180	1,0996	0,1474	1,0450
0,5411	0,0364	0,5345	0,013 01	1,1170	0,1520	1,0598
0,5585	0,0387	0,5513	0,014 29	1,1345	0,1566	1,0746
0.5760	0,0412	0,5680	0,015 66	1,1519	0,1613	1,0893

[1] Для определения /, ***а, К*** 5 сегментов круга при ***гф*** следует по углу о найти в таблице значение искомой величины и умножить его на величину г для определения /, а, Л и на $г^2$ для 5.

Пример. Определить / и 5 сегмента круга радиусом г» 10 мм с центральным углом а«23°. По таблице находим /г-i «0,4014 и Sr=i«-0,00535. Элементы сегмента при г«=10мм будут равны: /=» -0,401 4 - 10-4,014 мм; $5=0,00535 \cdot 10^2=0,535$ $мм^2$.

Продолжение табл. t.25

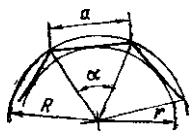
h'							
1,1694	0,1661	1,1039	0,124 43	117	2,0420	0,4775	1,7053
1,1868	0,1710	1,1184	0,129 82	118	2,0595	0,4850	1,7143
1,2043	0,1759	1,1328	0,135 35	119	2,0769	0,4925	1,7233
1,2217	0,1808	1,1472	0,141 02	120	2,0944	0,5000	1,7321
1,2392	0,1859	1,1614	0,146 83	121	2,1118	0,5076	1,7407
1,2566	0,1910	1,1756	0,152 79	122	2,1283	0,5152	1,7492
1,2741	0,1961	1,1896	0,158 89	123	2,1468	0,5228	1,7576
1,2915	0,2014	1,2036	0,165 14	124	2,1642	0,5305	1,7659
1,3090	0,2066	1,2175	0,171 54	125	2,1817	0,5383	1,7740
1,3265	0,2120	1,2312	0,178 08	126	2,1991	0,5460	1,7820
1,3439	0,2174	1,2450	0,184 77	127	2,2166	0,5538	1,7899
1,3614	0,2229	1,2586	0,191 60	128	2,2340	0,5616	1,7976
1,3788	0,2284	1,2722	0,198 59	129	2,2515	0,5695	1,8052
1,3963	0,2340	1,2856	0,205 73	130	2,2689	0,5774	1,8126
1,4137	0,2396	1,2989	0,21301	131	2,2864	0,5853	1,8199
1,4312	0,2453	1,3121	0,220 45	132	2,3038	0,5933	1,8271
1,4486	0,2510	1,3252	0,228 04	133	2,3213	0,6013	1,8341
1,4661	0,2569	1,3383	0,235 78	134	2,3387	0,6093	1,8410
1,4835	0,2627	1,3512	0,243 67	135	2,3562	0,6173	1,8478
1,5010	0,2686	1,3640	0,251 71	136	2,3736	0,6254	1,8544
1,5184	0,2746	1,3767	0,259 90	137	2,3911	0,6335	1,8608
1,5359	0,2807	1,3893	0,268 25	138	2,4086	0,6416	1,8672
1,5533	0,2867	1,4018	0,276 75	139	2,4260	0,6498	1,8733
1,5708	0,2929	1,4142	0,285 40	140	2,4435	0,6580	1,8794
1,5882	0,2991	1,4265	0,294 20	141	2,4609	0,6662	1,8853
1,6057	0,3053	1,4387	0,303 16	142	2,4784	0,6744	1,8910
1,6232	0,3116	1,4507	0,312 26	143	2,4958	0,6827	1,8966
1,6406	0,3180	1,4627	0,321 52	144	2,5133	0,6910	1,9021
1,6580	0,3244	1,4746	0,330 93	145	2,5307	0,6993	1,9074
1,6755	0,3309	1,4863	0,340 50	146	2,5482	0,7076	1,9126
1,6930	0,3374	1,4979	0,350 21	147	2,5656	0,7160	1,9176
1,7104	0,3439	1,5094	0,360 08	148	2,5831	0,7244	1,9225
1,7279	0,3506	1,5208	0,370 09	149	2,6005	0,7328	1,9273
1,7453	0,3572	1,5321	0,380 26	150	2,6180	0,7412	1,9319
1,7628	0,3639	1,5432	0,390 58	151	2,6345	0,7496	1,9363
1,7802	0,3707	1,5543	0,401 04	152	2,6529	0,7581	1,9406
1,7977	0,3775	1,5652	1,41166	153	2,6704	0,7666	1,9447
1,8151	0,3843	1,5760	0,422 42	154	2,6878	0,7750	1,9487
1,8326	0,3912	1,5867	0,433 33	155	2,7053	0,7836	1,9526
1,8500	0,3982	1,5973	0,444 39	156	2,7227	0,7921	1,9563
1,8675	0,4052	1,6077	0,455 60	157	2,7402	0,8006	1,9598
1,8850	0,4122	1,6180	0,466 95	158	2,7576	0,8092	1,9633
1,9024	0,4193	1,6282	0,478 45	159	2,7751	0,8178	1,9665
1,9199	0,4264	1,6383	0,490 08	160	2,7925	0,8264	1,9696
1,9373	0,4336	1,6483	0,501 87	161	2,8100	0,8350	1,9726
1,9548	0,4408	1,6581	0,513 79	162	2,8274	0,8436	1,9754
1,9722	0,4481	1,6678	0,525 86	163	2,8449	0,8522	1,9780
1,9897	0,4554	1,6773	0,538 07	164	2,8623	0,8608	1,9805
2,0071	0,4627	1,6868	0,550 41	165	2,8798	0,8695	1,9829
2,0246	0,4701	1,6961	0,562 89	166	2,8972	0,8781	1,9851

Продолжение табл. 1.25

2,9147	0,8868	1,9871	1,344 87	174	3,0369	0,9477	1,9973
2,9322	0,8955	1,9890	1,362 12	175	3,0543	0,9564	1,9981
2,9496	0,9042	1,9908	1,379 40	176	3,0718	0,9651	1,9988
2,9671	0,9128	1,9924	1,395 71	177	3,0892	0,9738	1,9993
2,9845	0,9215	1,9938	1,414 04	178	3,1067	0,9825	1,9997
3,0020	0,9302	1,9951	1,431 40	179	3,1241	0,9913	1,9999
3,0194	0,9390	1,9963	1,448 78	180	3,1416	1,0000	2,0000

Таблица 1.26. Соотношения элементов правильных многоугольников

Основные соотношения



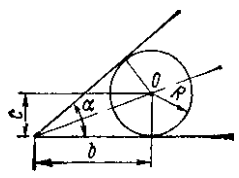
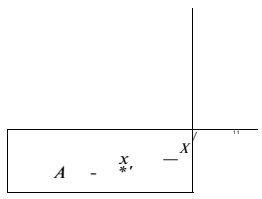
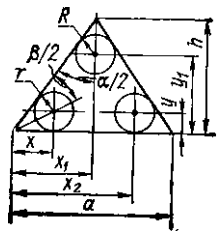
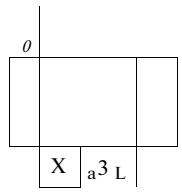
$a = \frac{360°}{}$; $a = 2R \sin\frac{a}{2} = 2r \operatorname{tg}\frac{a}{2}$; $r = R\cos\frac{a}{2}$;

$S = nr^2 \operatorname{tg}\frac{a}{2} = \frac{n}{2} R^2 \sin a = nr^2 \operatorname{ctg}\frac{a}{2}$

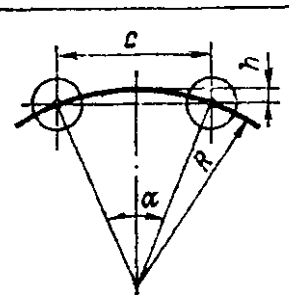
л	5/a²	5/Л²	5/г²	a	R/F	a/R	a/г	г/Я	г/a	a°
3	0,433	1,299	5,196	0,577	2,000	1,732	3,464	0,500	0,289	120
4	1,000	2,000	4,000	0,707	1,414	1,414	2,000	0,707	0,500	90
5	1,721	2,378	3,633	0,851	1,236	1,176	1,453	0,809	0,688	72
6	2,598	2,598	3,464	1,000	1,155	1,000	1,155	0,866	0,866	60
7	3,634	2,736	3,371	1,152	1,110	0,868	0,963	0,901	1,038	51 y°
8	4,828	2,828	3,314	1,307	1,082	0,765	0,828	0,924	1,207	45
9	6Д82	2,893	3,276	1,462	1,064	0,684	0,728	0,940	1,374	40
10	7,694	2,939	3,249	1,618	1,052	0,618	0,650	0,951	1,53<J	36
12	11,196	3,000	3 3 5	1,932	1,035	0,518	0,536	0,966	1,866	30
15	17,642	3,051	3,188	2,405	1,022	0,416	0,425	0,978	2,352	24
16	20,109	3,062	3,183	2,563	1,020	0,390	0,398	0,981	2,514	1
20	31,569	3,090	3,168	3,196	1,013	0,313	0,317	0,988	3,157	18
24	45,575	3,106	3,160	3,830	1,009	0,261	**ода**	0,991	3,798	15
32	81,225	3,121	3,152	5,101	1,005	0,196	0,197	0,995	5,077	11 1/4
48	183,08	3,133	3,146	7,645	1,002	0,131	0,131	0,998	7,629	4
64	325,69	3,137	3,144	10,190	1,001	0,098	0,098	0,999	10,178	5 3/4

Обозначения: « — число сторон; а — центральный угол; ***R*** — радиус описанной окружности; г — радиус, вписанной окружности; **5** — площадь; ***a*** — сторона,

Таблица 1.27. Некоторые расчеты для построения и контроля элементов профиля

Эскиз. Определяемая величина. Формулы	Эскиз. Определяемая величина. Формулы
 Координаты центра окружности, сопрягающей стороны угла Дано: а; ***R*** Найти: ***Ь\ с*** $b = R \operatorname{ctg} \sim Y \backslash \ c = R$	 Координаты центров окружностей, сопрягающих стороны прямоугольного треугольника. Дано: а; ***А\ R*** **р** Найти: ***х\ х\\ у\ у*** $x = R;\ y = R,\ x, = A - R \operatorname{ctg}$; **Р** **У1 = Л tga — ^ Ctg-g-**
 Координаты центров окружностей, сопрягающих стороны равнобедренного треугольника. Дано: а; ***R; г; а*** Найти: ***х; x_x; x_2; у; у*** $x_1 = T1^{a}$ = Л———, ———R———J : 9 0 ^e — J | **2 l g T** **J 5** *у-г;x_2* = *а-*	 Координаты центра окружности, проходящей через две точки. Дано: ***А\ В; R*** Найти: ***х; у*** ***X = R*** Sin (а – р); ***у ~ R*** cos (а —**Р);** **tga =** sin [***2R***

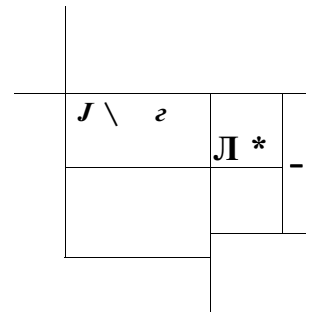
Эскиз.
Определяемая величина.
Формулы



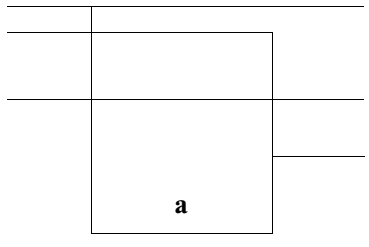
Координаты центров двух окружностей, заданных величиной радиуса и центральным углом.
Дано: а; *R*
Найти: *c; h*

$c = 2R \sin \frac{a}{g}$; $h = y \quad tg \frac{a}{j} =$

Эскиз.
Определяемая величина.
Формулы

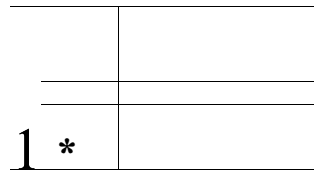


Расстояние между центрами окружностей, касательных к общей наклонной прямой.
Дано: а; г; *a*
Найти: *x*



Положение касательной к двум окружностям.
Дано: а; /?; г
Найти: а

t£ з = — • sin т — ...



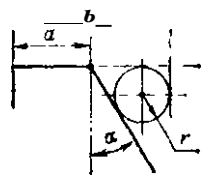
Координаты центров окружностей, сопрягающих дугу и прямую.
Дано: *R; г; a*
Найти: *x; y*

x = К<Л – г – (а + ?Я.

ос

Глубина угловой впадины по мерному валику.
Дано: а; г; а
Найти: *h; b; c*

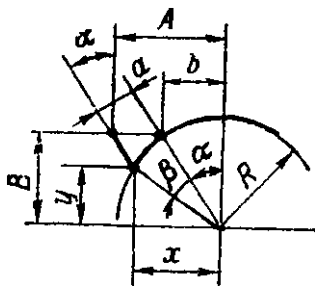
h = г — ~ - ; *c* — *h* -\- *г*, *b* ~ *c* _ *a*
sin —



Координаты пересечения прямых по ролику, касательному к ним.
Дано: а; а; г
Найти: *b*

/90° — .*\
b=za+r ctg ^ — 2 — y + г

Эскиз.
Определяемая величина.
Формулы

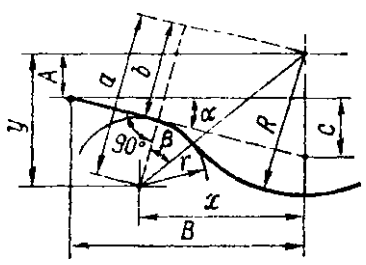


Координаты пересечения окружности с наклонной прямой.
Дано: а; Л; *В; R*
Найти: *х; у*

X = *R* sin (а + J); *у* = cos (а + 3);

sin-i = - ^ - ; д = (Л — 6) cos а;

b = В tga



Координаты центра дуги, сопрягающей окружность с наклонной прямой:
Дано: а, Л; В; /?; г
Найти: х; I/

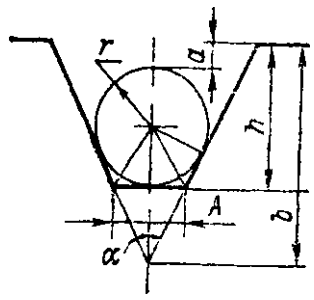
a

* = (Л + г) з!п{* + ?). cos;> = ^rp^;

у = (Я + /-) cos (а + р);

& = (<?-(- Л) С0в а; *а* = Г - | - ^ 1 £ = б tga

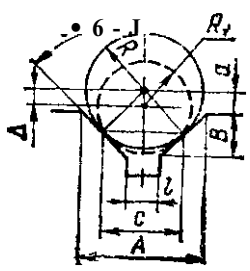
Эскиз.
Определяемая величина.
Формулы



Радеус окружности, вписанной в угловую впадину.
Дано: а; *h\ b*
Найти: *г; А, а*

A = 2(6—-*h*) tg тг; *a* = *h* — *2r;*

r = "J" ^ct 2 И 5 ' — "4

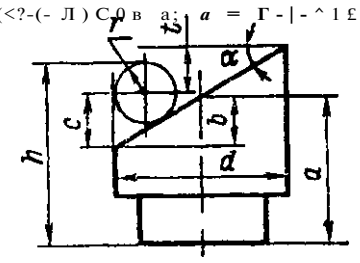


Элементы призмы.
Дано: т;я; /?; R_X,*L*
Найти: Л; в; Д

* о Л — / Y

sin^-

с = 2 / ? cos | ^ = 2 (tfsin | - а) tg | - f *

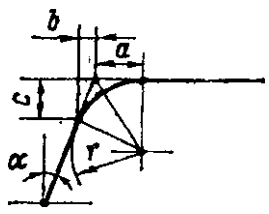


Высота углового среза по ролику, касательному к плоскости среза и образующей цилиндра.
Дано: а; *d; а; г*
Найти: *Ь; с; h; t*

d 90° — *a*

b = ~<*f* tga; *c* = *rctg* — 2 — ;

h — *a* — *b* -f- c + r; *t* = *d* tg a - c



Координаты сопряжения дуги и наклонной прямой.
Дано: а; *г*
Найти: *а; Ь; с*

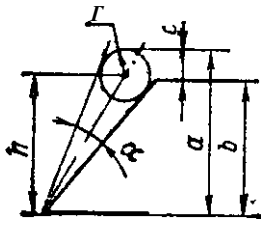
a = *rtg* (45-— ;

b = *a* sin a; *c* — *a* cos a

за

Продолжение табл. 1J7

Эскиз.
Определяемая величина.
Формулы



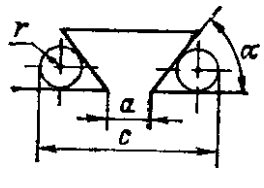
Высота углового профиля по мерному валику.
Дано: а; г; *Ь;* угол профиля р
Найти: *h; а; с*

sin (р + **4-)**

а

sin

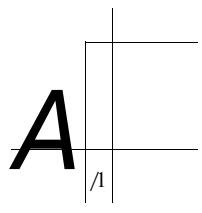
л = /г-{-г; с = а — *Ь*



Ширина углового выступа по мерным валикам.
Дано: а; г; а
Найти: *с*

***c* = *a* + 2r + 2r ctg**

Эскиз.
Определяемая величина*
Формулы



Угол точки сопряжения развои именных дуг.
Дано: Л; I?; *г*
Найти: а

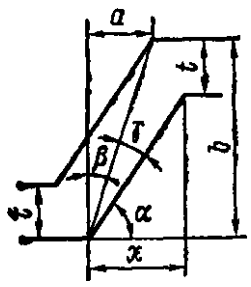
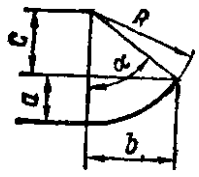
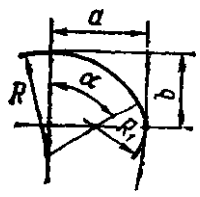
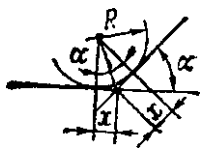
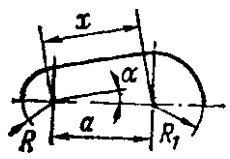
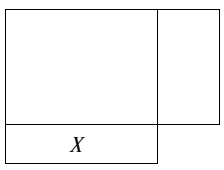
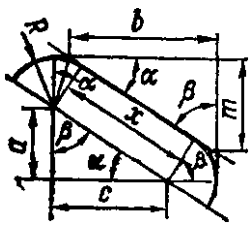
$\sin\alpha = \frac{}{R+r}$

Угол точки сопряжения одно* именных дуг.
Дано: *А; R; г*
Найти: а

Sin a = = - 75———:

Таблица 1.28. Расчеты типовых сопряжений прямых и дуг

Эскиз сопряжения		Заданные и определяемые величины	Формулы
aX		**Дано:** а; ***t*** **Найти:** ***x***	***x* =** **tg** *я* - 5 -

Эскиз сопряжения	Заданные и определяемые величины	Формулы
	Дано: *a; Ь\ t* Найти: а; *x*	лг = (6—*f)ctga* sin ^:
	Дано: *R; a* Найти: *c; Ь\ a*	*Ь* = — *c\ c* = *R—a;* *Ь* sina = -^-
	Дано: *a\ Ь\ R* Найти. *Ry, a*	*Ri* $\frac{tf + tf - MR}{2(a - Я)}$, Stria $\frac{a - R}{R - Ri}$
	Дано: *R;* а Найти: *x*	*x*= *R-tg-ry*
	Дано: *a; R; R_x* Найти: *x;* а	*x — a* cos a; sin a = $\frac{R\backslash - R}{a}$
	Дано: *a, R; R_x* Найти: *x;* а	cos a = $\frac{R + R^\wedge - a}{R + Ri}$; jr = (7?-f-#,)sina
	Дано: а; с; # Найти: *x* а; р Дано: г; а; {*; 6 Найти: Л:; /И; Л	АГ = j / > -f $_{C2}$ Л: » / 6 2 + m» - *R* (tg-J- + tg|-) J 6 /и = 6 tga; л = : *m* + *Rtg-rr* — *R* as

Продолжение табл. 1.28

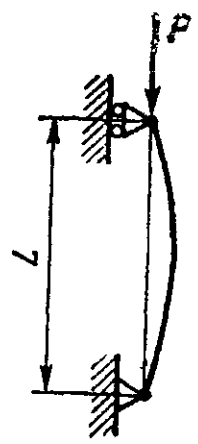
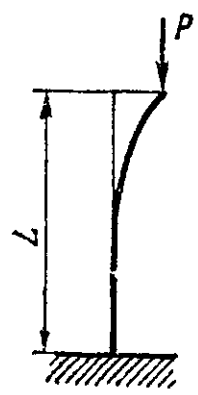
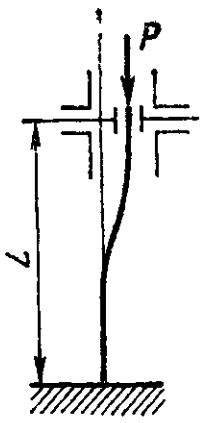
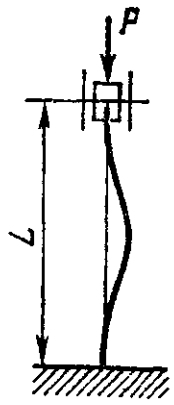
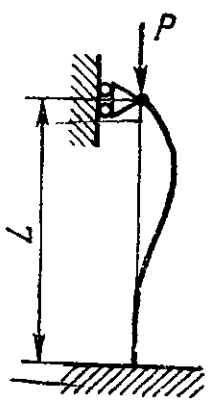
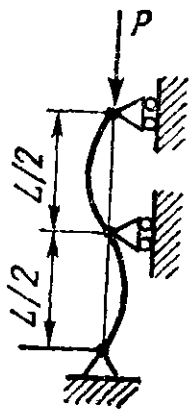
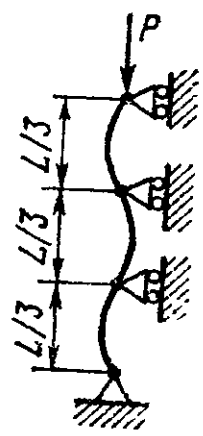
Эскиз сопряжения	Заданные И определяемые величины	Формулы
	Дано: *а\ Ь* Найти: *х\ а*	Sin a »$\frac{R + Ri}{a}$ —
1. Ь	Дано: *а\ Ь\ R* Найти: *х* а; р 4	*x = Y& + b* — R*.* tg ‹Г = " у ; tg^==-^; « = 180*-(Т + о);
	Дано: а; Л; *R; Fr$_x$;(R+Rt)>b* Найти, *х.* а	*x=Va* + & — 2b (R +/?,);* *R+Rr-b* tgT « = 90--(1 + 7)
	Дано: а; 6; Найти: Л:; а;	6 • tgo-^-; « = 180°-(7 + 5), Р = *а* — 90^
	Дано: Л; 6; /? Найти: Л:, *у, а*	

1.4. СВЕДЕНИЯ ИЗ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

При расчете прямых стержней постоянного сечения на устойчивость величину критической силы P_{Kp} (табл. 1.29), при которой прямолинейная форма стержня становится неустойчивой, определяют по формуле Эйлера:

где *Е*—модуль упругости стержня; У — минимальный момент инерции сечения; $L_{пр}$ — приведенная длина стержня; *Ln^vL* (v — коэффициент приведения, зависящий от схемы закрепления и нагружения стержня).

Таблица 1.29, Определение значения критической продольной силы прямолинейных стержней

Схема							
$P_{кр}$	$\frac{\pi^2 EJ}{L^2}$	$\frac{\pi^2 EJ}{4L^2}$	$\frac{\pi^2 EJ}{L^2}$	$\frac{4\pi^2 EJ}{L^2}$	$\frac{2\pi^2 EJ}{L^2}$	$\frac{4\pi^2 EJ}{L^2}$	$\frac{9\pi^2 EJ}{L^2}$
$L_{пр} = \nu L$	L	$2L$	L	$\frac{L}{2}$	$0{,}707L$	$\frac{L}{2}$	$\frac{L}{3}$

Критическое напряжение $a_{кр}$ определяют по формуле

$$P_{кр} \quad \_$$

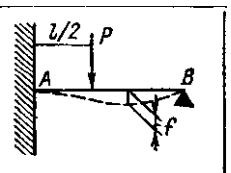
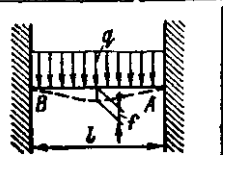
где Л = — т — — гибкость стержня; *i~ y* ^-—минимальный радиус инерции площади поперечного сечения стержня (табл. 1.31).

Для стальных и деревянных стержней область упругого продольного изгиба соответствует гибкости А,>95, для чугунных стержней Я>80.

При необходимости по заданной силе ***Pкр*** можно определить минимально допустимый момент инерции:

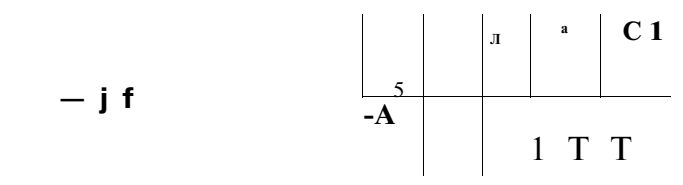
$$J_{min} = \frac{P_{кр} L^2}{n^2 E}$$

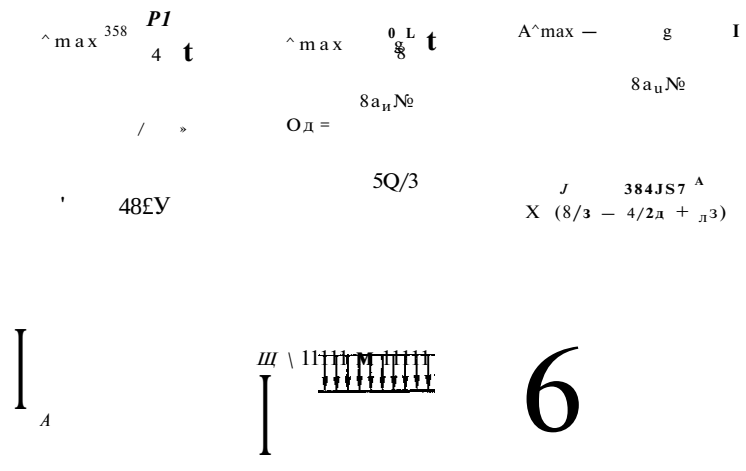
Таблица 1.30. Расчет балок с различной нагрузкой

\	C t		
A'C—1			
PЬ n Pa		3	5
__ PaЬ / $o_u Wl$ ab •	$A = \frac{5}{16}P$; $B = \frac{11}{16}P$; $M_{max} = \frac{3Pl}{16}$; $P_g = \frac{16\sigma_u W}{3l}$; $f = \frac{7Pl^3}{768EJ}$	Л*max " -IT; <? = ^	
F~~ ЪЕЛ		_ 8a$_u$W	ЯР
i ' |f1 C I" 4			
Л = Я = - 2 "Я ; M_n = Я/ 8 » 8o$_u$P7 / • ' ~ 192£У	Л = В = 4 Q • = Л^тах 12 ' <?д = /== 384£У	Л = £ = Р; M$_{та}$x = *PC* = Const;	

3£У \ $^{c\_t}$" 2)

Продолжение табл. 1.



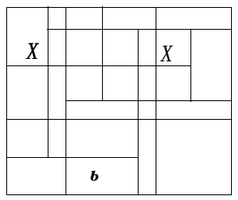


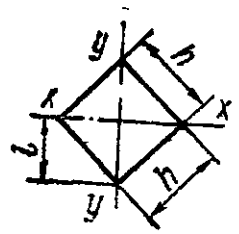
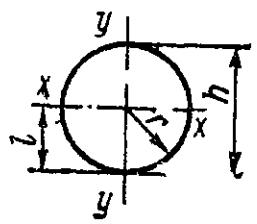
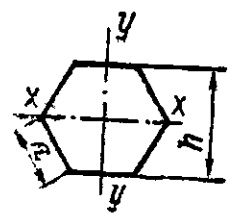
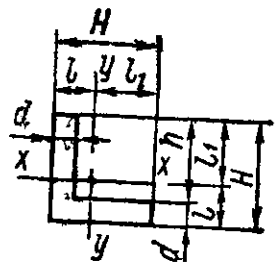
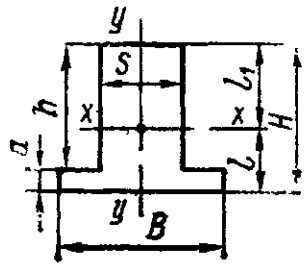
$A = P\backslash \quad M_{mn} = я/;$

$$- \quad \frac{P/3}{3EJ}$$

Примечание. Опасное сечение — С.

Таблица 1.31. Моменты инерции У, моменты сопротивления *Wvi* минимальный радиус инерции *I* для наиболее распространенных профилей

Форма сечения	У, см*	U7, см[8]	см
	У* = 12 ; 4 6Уг 12	6 Л&2	/д. = 0,2887/г; £у = 0,28876
•с? *n* 3	$J_x - J_y$ Л* J2	А 3	$U = /_v = 0,2887/г$
1 £ _	1		1/ bh?- - M 1 . / 12(A&•- M i) *
	/у В ТО 12 (**3 -		1/ - м ? / 12 (6A - M i)
		U7*=5 в Ж { h i _ л0	i. = iv = 0,2887 + h\

	$J_x = J_y = \frac{1}{12} h^4$	$W_x = W_y = 0{,}1179h^3$	$i_x = i_y = 0{,}2887h$
	$J_x = J_y = \frac{\pi h^4}{64}$	$W_x = W_y = \frac{\pi h^3}{32}$	$i_x = i_y = \frac{r}{2}$
	$J_x = J_y = 0{,}06h^4$	$W_x = 0{,}12h^3$; $W_y = 0{,}541a^3$	$i_x = i_y = 0{,}257h$; $i_x = i_y = 0{,}457a$
	$J_x = J_y = \frac{1}{3}[dl_1^3 + H(H - l_1^3) - (H-d)(H-l_1-d)^3]$	$W_x = W_y = \frac{1}{l_1} J_x$	$i_x = i_y = \sqrt{\frac{J_x}{F}}$; $F = d(2H-d)$
	$J_x = \frac{1}{12}(Bd^3 + Sh^3) + Bd\left(l - \frac{d}{2}\right)^2 + Sh\left(l_1 - \frac{1}{2}h\right)^2$; $J_y = \frac{1}{12}(dB^3 + hS^3)$	$W_x = \frac{J_x}{l}$; $W_{x_2} = \frac{J_x}{l_1}$; $W_y = \frac{dB^3 + hS^3}{6B}$	$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}$; $F = Bd + hS$; $i_y = \sqrt{\frac{dB^3 + hS^3}{12(Bd + hS)}}$

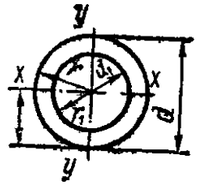
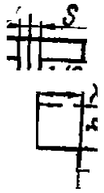
Форма сечения	J, см'	W, см*	см
			k = f_y = 0,25
	12 < B № №); AS³)	Wx*= Щ = - gj" <<Ш» + ftS»)	12 (BH — bh) » 12 (£ # — &A)
	1	BW — bh*	12 (BH — bh) *
to B		$W_{y»}$ / > $V_{y'y}$	bh

Таблица **1**.32. **Формулы для нахождения элементов движения**

Прямолинейное движение:

S — путь, м; f — время, с; V/ — скорость, м/с; Vo — начальная скорость, м/с; ***a*** — ускорение, м/с^2

Равномерное движение: S« *Vtt; t* = -*y*- \ *Vt* = —

Равномерно-переменное движение:

1. ***V₀=0.***

2S *A* *V_t* *2S* *V*
t *u* ~~ *t* *P* ~~ 25

2. $V_0 > 0$.

6 2 *V ± 2 • ' 2a K₀ + K* *

Вращательное движение:

я — частота вращения, об/мин; ***щ*** угловой путь, пройденный радиусом, рад; f — время, с; co/ — угловая скорость, 1/с; <**d₀** — на* чальная угловая скорость, **1**/с; е — ускорение, 1/с^{2}j V — линейная скорость на радиусе ***R,*** м/с.

Равномерное движение:

Равномерно-переменное движение:

1. $co_0 = 0$.

a ^ " 2 " ~ 2 Г———2"? ' ~ ^ Г ~ Г "Г • e ~ 2^1

2. $ю_0 > 0$.

e/^{2} e (co₀ -f- coy) 2 co/ — co₀
«/= V ± " 2 " e———2 Г ~ » /= s " e—— При e > 0 ;

г*

o>₀—co, a* 2^
* =——j — при e < 0 ; co, = co₀ ± eг =—^—J
a)/ — co₀ a, —co₀/ co₀—co/ co₀f—a/
s = , = 2 ' ^ при e > 0 ; s , = 2 л p при e < 0

Свободное падение под действием силы тяжести — равномерно ускоренное движение с ускорением свободного падения *g*\

Vt t *f2S*
V = gl; S = -y = - % - ; Г y : 5 - 9.80665 м/с*

1.5. СВЕДЕНИЯ ИЗ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ

Правила выполнения проектно-конструкторской документации устанавливаются стандартами ЕСКД. Стандарты определяют виды чертежей и способы их выполнения, правила нанесения размеров, предельных отклонений, условные графические обозначения и т. д. {табл. 1.33).

Таблица 1.33. Общие правила выполнения чертежей (стандарты ЕСКД)

Наименование стандарта	ГОСТ (СТ СЭВ)
Форматы	2.301—68
Масштабы	2.302—68 (СТ СЭВ 1180—78)
Линии	2.303—68 (СТ СЭВ 1178—78)
Шрифты чертежные	2.304—68
Изображения — виды, разрезы, сечения	2.305—68
Изображения графические материалов и правила их нанесения на чертежах	2.306—68 (СТ СЭВ 860—78)
Нанесение размеров и предельных отклонений	2.307—68
Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей	2.308—79 (СТ СЭВ 368—76)
Обозначение шероховатости поверхностей	2.309—73 (СТ СЭВ 1632—79)
Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки	2.310-68 (СТ СЭВ 367—76)
Изображение резьбы	2.311—68 (СТ СЭВ 284—76)
Условные изображения и обозначения швов сварных соединений	2.312-72
Условные изображения и обозначения швов неразъемных соединений	2.313—68
Указания на чертежах о маркировании и клеймении изделий	2.314—68 (СТ СЭВ 648—77)
Изображения упрощенные и условные крепежных деталей	2.315—68

Продолжение табл. 1.33

Наименование стандарта	ГОСТ (СТ СЭВ)
Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц	2.316-68 **(СТ СЭВ** 856-78)
Аксонометрические проекции	2.317-69 **(СТ СЭВ** 1979—79)
Проекция. Прямоугольное проецирование на несколько плоскостей проекций	**СТ СЭВ** 362-76
Правила выполнения кинематических схем	2.703—68
Правила выполнения электрических схем	2.702—75 **(СТ СЭВ** 1188—78)
Правила выполнения гидравлических и пневматических схем	2.704—76
Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения	2.721—74
Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики	2.770—68
Обозначения условные графические. Элементы гидравлических и пневматических сетей; аппаратура, насосы, двигатели	2.780... 2 782—68
Обозначения условные графические в электрических схемах. Обозначения общего применения	**СТ СЭВ** 141—74

Формат и масштабы чертежей. Формат бумаги для выполнения чертежей выбирают с учетом габаритных размеров каждой проекции и расстояний между проекциями, обычно принимаемых равными 20... 25 **мм. Форматы имеют следующие обозначения и размеры:**

Обозначение	11	12	22	24	44
Размер сторон листа, мм	297X210	297X420	594X420	594X841	1189X841

Дополнительные форматы образуют увеличением сторон основных форматов в целое число раз на величину, кратную размерам формата 11.

М а с ш т а б о м называют отношение линейных размеров изображения на чертеже к соответствующим действительным линейным размерам изображаемого предмета.

Установлены следующие масштабы:

натуральная величина 1 : 1;

для уменьшения: 1:2; 1 :2,5; 1:4; 1:5; **1** : 10; 1 : 15; 1 :20; **1** :25; **1** : 40; 1 ; 50; 1 : 75; **1** : 100; 1: 200; 1 : 400; 1 : 500; 1 : 800; 1:1000;

для увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1з 50: 1; 100: 1.

Масштаб, указываемый в предназначенной для этого графе основной подписи, обозначается по типу I : ! ; 1:2 и т, д, а в остальных случаях с буквой М: М1: 1; М2>5:1 и т. д. При любом масштабе изображения на чертеже проставляют только действительные размеры изображенного предмета.

Типы линий. На чертежах применяются следующие типы линий (рис. 1.3):

i — сплошная основная толщиной от 0,6 до 1,5 мм (линия видимого контура);

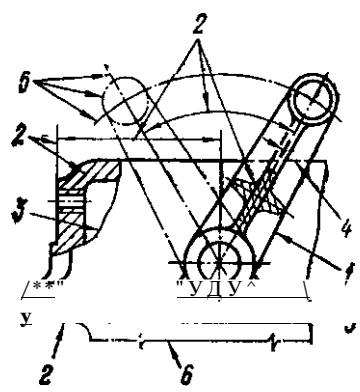


Рис. i.3. Типы линий

2 — сплошная тонкая толщиной от 0,3 до 0,5 мм (контур наложенного сечения, размерные и выносные линии, штриховка);

3— сплошная волнистая толщиной от 0,3 до 0,5 мм (линия обрыва);

4 — штриховая толщиной от 0,3 до 0,5 мм (линия невидимого контура и линия перехода невидимая);

5 — штрихпунктирная тонкая толщиной от 0,3 до 0,5 мм (линии: осевые, центровые, сечения; оси симметрии для наложенных или вынесенных сечений);

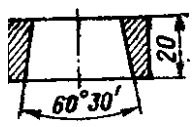
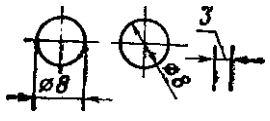
6 — сплошная тонкая с изломами толщиной от 0,3 до 0,5 мм (длинная линия обрыва);

7 — разомкнутая толщиной от 0,6 до 2,8 мм (линия сечения).

Штрихпунктирная утолщенная линия толщиной от 0,3 до 1,0 мм применяется для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью, механизма или отдельных его частей в крайнем или промежуточном положении, а также границ зон поверхности с различной термообработкой или отделкой.

Нанесение размеров. Нанесение размеров и предельных отклонений выполняется при помощи размерных линий и размерных чисел (табл. 1.34)>

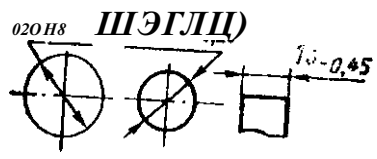
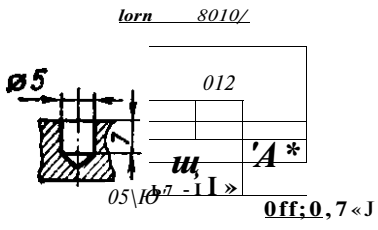
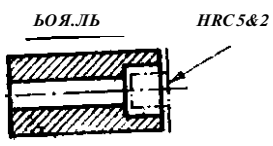
Таблица *1.34.* Нанесение на чертежах размеров, обозначение покрытий и термообработки

Эскиз	Пояснения
	Линейные размеры указывают на чертеже в миллиметрах, не обозначая единицу измерения. К числам угловых размеров присоединяют обозначение соответствующих единиц измерения (градусов, минут, секунд)
	Размерные числа наносят над размерной линией ближе к ее середине, сбоку на ее продолжении или на полке линии-выноски

Продолжение табл. 1.34

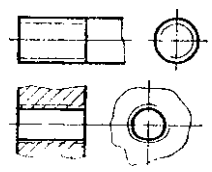
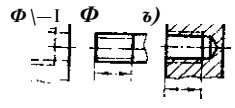
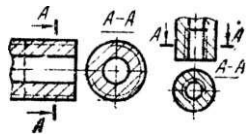
Эскиз	Пояснения
	При недостатке места для стрелок на размерах, расположенных цепочкой, допускается заменять стрелки засечками (под углом 45°) или четкими точками
Сфера 018 R12	При указании размера диаметра перед размерным числом наносят знак 0. Перед размерным числом радиуса ставят букву ***R.*** Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы допускается ставить слово «Сфера>
17	Размерные линии допускается проводить **с** обрывом и со стрелкой только у одного конца при указании размеров **симметричного предмета или симметрично** расположенных элементов, если их вид или разрез изображен только до оси симметрии или **с** обрывом
R200 R10 R8 R8	При указании размера дуги радиуса окружности положение ее центра указывают при необходимости. При большой величине радиуса допускается приближать центр к дуге, показав размерную линию с изломом под углом 90°
□30 *28*	Допускается условное обозначение квадрата знаком •. В контуре квадратной части детали при изображении ее в одной проекции плоская поверхность обозначается диагоналями. Над размерным числом, указывающим размер дуги, наносят знак g
a */ 15* *З*	Перед размерным числом, характеризующим конусность, указывают знак <3/ перед размерным числом, определяющие уклон, — знак <
2*45 ***К-4***	Фаски с углом 45° обозначают двумя цифрами; первая указывает величину катета фаски, в мм, вторая — угол. При углах фасок, отличающихся от 45°, размер фаски указывают двумя размерами

Продолжение табл. 1.34

Эскиз	Пояснения
	**Размеры на чертежах указывают с допустимыми отклонениями, обозначаемыми либо цифрами, либо условными обозначениями полей допусков и посадок согласно стандартам на допуски и посадки (см. гл. 3). Числовые значения предельных отклонений обязательны, если размер не включен в ряды нормальных линейных размеров, при указании посадок подшипников, шпонок и т. д. и если размеры отверстия указаны в системе вала**
-5 8 Р	**Предельные отклонения формы и расположения поверхностей указывают условными обозначениями (табл. 1.40).** **Шероховатость обозначают для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия независимо *oi* методов их образования (табл. 1.47)**
25, . 2 5	**Размеры нескольких одинаковых элементов изделия наносят один раз с указанием количества этих элементов**
	**При отсутствии на чертеже изображения отверстия в разрезе (сечении) вдоль оси размеры элементов отверстия могут быть указаны на полке линии-выноски**
А ,—, л ~~7	**Указание о покрытиях приводят в технических требованиях к чертежу. В них пишут: «Покрытие поверхности Л..., поверхности £...»**
	**На чертежах изделий, подвергаемых термической и другим видам обработки, указывают показатели свойств материалов, полученных в результате обработки, например: твердость, предел прочности и т. п. Глубину обработки обозначают буквой *h***

На чертежах указываются данные о покрытиях поверхностей, показателях свойств материалов. Определенные правила существуют для изображения резьбы (табл. 1.35), сварных соединений, маркировки и клеймения изделий, для обозначения элементов на схемах (табл. 1.36, 1.37, 1.38), материалов на чертежах (табл. 1.39), шероховатости поверхностей и др.

Таблица 1.35. Изображение резьбы

Эскиз	Пояснения
	Резьбу изображают: на стержне сплош< ными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру; в отверстии — сплошными основными линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную **оси стержня (отверстия), проводят тонкой** линией дугу, равную приблизительно 3/4 окружности и разомкнутую в любом месте по внутреннему диаметру для резьб стержней и по наружному диаметру для резьб отверстий
	Резьбу (рис. а), показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями по наружному и внутреннему диаметрам Линию, определяющую границу резьбы (рис. б. в), наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце ее полного профиля (до начала сбега). Размер резьбы, как правило, указывают без сбега
«) Ь)	При необходимости указания длины резьбы со сбегом последний изображают сплошной тонкой линией и указывают его величину (рис. ***а).*** Недорез резьбы, выполненной до упора, показывают тонкой линией (рис. ***б)***
	Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т. е. в обоих случаях до сплошной основной линии
	Основную плоскость конической резьбы на стержне при необходимости указывают тонкой сплошной линией

Продолжение табл. 1.35

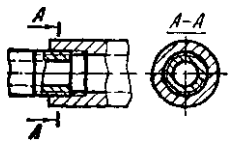
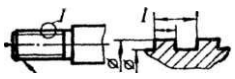
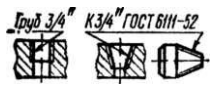
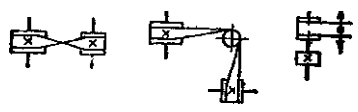
Эскиз	Пояснения
	На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать без указания длины резьбы и сбега даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и ее длиной
	Фаски на стержне и **в** отверстии **с** резь* бой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают
	Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски
	На разрезах резьбового соединения **в** изображении на плоскости, параллельной его оси, **в** отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня
 /ш *ярехзахсдт*	Резьбу **с** нестандартным профилем указывают на чертеже со всеми необходимыми размерами и предельными отклонениями; указываются также дополнительные данные о резьбе (число заходов, левое направление) **с** добавлением слова «Резьба»
1	Обозначение всех **резьб,** кроме конические и **трубных цилиндрических, относят к** наружному диаметру
	Обозначение конических и трубных цилиндрических резьб выполняют стрелкой к сплошной основной линии, указывающей один из диаметров резьбы

Таблица 1.36. Условные обозначения для кинематических схем

Обозначение	Наименование
^ *i*— 2j e	**а** — электродвигатель (мо« тор); б — вал, ось, стержень, валик, ось **и т. д.;** в — гибкий вал для передачи крутящего момента; г — неподвижное закрепление оси, вала, стержня
	а — центр; *б* — • кулачковый патрон; *в* — • цанговый патрон; г — патрон (конец шпинделя) под инструмент с коническим хвостовиком (под конус Морзе)
*Щ Q о м -	*а* — конец шпинделя горизонтально-сверлильного станка; б — конец шпинделя фрезерного станка; *в* — шлифовальный круг
*Щ г) *Гт П7П77ГА	Опоры: *а* неподвижная скольжения и *б* — неподвижная качения для стержня, движущегося возвратно-поступательно; *в* — неподвижная; *г* — подвижная
W77r« 7777>	Соединение стержня с неподвижной опорой: а — шарнирное с движением **в** плоскости чертежа; **б** — шаровым шарниром
	Соединение стержней: *а* — жесткое; *б* — шарнирное; *в* — шаровым шарниром; г — жест» кое с шарнирным присоединением **третьего** стержня; *д* -* **жесткое с** шаровым шарнирным присоединением третьего стержня
-as —ff—№	Подшипники скольжения **и** качения **на валу (без** уточнения **типа).:** *а* радиальный; **б—** радиально-упорные: односторонний, двусторонний; *в* **—упор*** ные: односторонние, двусторонние

Продолжение табл. L36

Обозначение	Наименование
л/ а 17=7 ~ У СР	Подшипники скольжения: а—радиальный; б—радиальный самоустанавливающийся; *в* — радиально-упорные: односторонний, двусторонний; г-—упорные: односторонние, двусторонние
iLn _ц т v. СЭР	**ПОДШИПНИКИ** качения: а—радиальный (общее обозначение); *б* —- радиальный роликовый; *в*—радиальный самоустанавливающийся; *г*—радиально-упсрные (общее обозначение): односторонние, двусторонние; *д*—радиально-упорные роликовые: односторонний, двусторонний; *е* — **упорные шариковые: одинарные, двойной; *ж*—роликовые**
*) <-б) ± 3) гь г)	Соединение детали с валом: *а* — свободное при вращении; *б* — подвижное без вращения (на шпонке); *в* — при помощи вытяжной шпонки; *г* — глухое
а) 8) д) ж)	Соединение двух валов: *а* — глухое; *б* — глухое с предохранением от перегрузки; *в* — эластичное; *г* — шарнирное; *д* —-телескопическое; *е* — плавающей муфтой; *ж* — зубчатой муфтой; *з* — предохранительной муфтой
а) ^4 Ф #	Передачи плоским ремнем? **а —открытые; б —открытые с** натяжным роликом; в —перекрестные; *г* — полуперекрестные; *д* — угловые; *е* — отводка ремня



Обозначение	Наименование
е) *я* *в)* =г—	**Ременная передача: а — клиновидным ремнем; б — круглым ремнем или шнуром; в — зубчатым ремнем**
г). -й--е- е--е- -О ЧЭ--Ф- - 0 -	**Элементы: а — шкив ступенчатый и *б* — шестерня, закрепленные на валу; в — шестерня, свободно установленная на валу; *г* — обозначение направления вращения**
а), 0 Ч 7	**Передачи зубчатые (цилиндрические): *а* — внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев); *б* — то же, с прямыми, косыми и шевронными зубьями; в — внутреннее зацепление**
ч)	**Передачи зубчатые с пересекающимися валами (конические); *а* — общее обозначение без уточнения типа зубьев; б — с прямыми, спиральными и круговыми зубьями**
4 . *0* *8)* *г)*	**Передачи зубчатые со скрещивающимися валами: *а* — гипоидные; *б* — червячные с цилиндрическим червяком; в — червячные глобоидные; г — винтовые**
а) *б)* *в)* *г)*	**Передачи зубчатые реечные: *а* — общее обозначение без уточнения типа зубьев; б — с прямыми, косыми и шевронными зубьями; в — с червячной рейкой и червяком; г — с зубчатой рейкой и червяком**
й) *б)* Й *г)* *J\T* *JV* Л А	**Винт, передающий движение *(а);* гайка на, винте, передающем движение: б — неразъемная; *в* — неразъемная с шариками; *г* — разъемная**

Продолжение табл. 1.36

Обозначение	Наименование
#4*V^²j{W/J в),–iA3)\ƒCaf	Пружины: *а* — цилиндрические сжатия; *б* — цилиндрические растяжения; в — конические сжатия; *г* — цилиндрические, работающие на кручение; *д* — спиральные; *е* — листовые: одинарная, рессора *(ж);* тарельчатые
	Элементы: *а* — рычаг переключения; б — конец вала под съемную рукоятку; *в* — эксцентрик; г — маховичок
•rib l ' - a -	Элементы: *а* — рукоятка; б — передвижные упоры; в — маховик на валу
	Муфты сцепления кулачковые: *а* — односторонние; б — двусторонние
	Муфты сцепления фрикционные: а — общего назначения (без уточнения типа); б — односторонние (общее обозначение); *в* — односторонние электромагнитные (общее обозначение); *г* — односторонние гидравлические или пневматические (общее обозначение); д — двусторонние (общее обозначение); *е* — двусторонние электромагнитные (общее обозначение); *ж* — двусторонние гидравлические или пневматические (общее обозначение); а — конусные односторонние
	Муфты фрикционные: *а* — конусные двусторонние; б-~дисковые односторонние; в — дисковые двусторонние; *г* — с колодками; *д* — с зажимным кольцом
	Муфты самовключающиеся: а — обгона односторонние; б — обгона двусторонние; в — центробежные

Продолжение табл. 1М

Обозначение	Наименование
•+ T	**Тормоза: *а* — конусные; 5 — колодочные; в — ленточные**
V * 4 * IF*- IF^tkv	**Тормоза; а — дисковые; 6" — дисковые электромагнитные; *в* — дисковые гидравлические или пневматические; г—-винтовые грузоупорные**
	Кулачки плоские: *а* — продольного перемещения; б — дисковые
	Кулачки барабанные! *а* — цилиндрические; *б*—конические; *в* — криволинейные
а) Я б} А А 4 *7777*	**Толкатели для кулачковых механизмов: с—пальцевые; б—тарельчатые, роликовые. Ползун в неподвижных направляющих *(в)***
а) *В)* $	**Цилиндры с поршнем: а—• неподвижные с шатуном; *б* — неподвижные со штоком; в — качающиеся**
	Соединения кривошипа с шатуном: *а,* б «—с постоянным радиусом; в «—с переменным радиусом
	Соединение коленчатого вала с шатуном: а — с одним коленом; б — несколькими коленами; в — коленом с жестким противовесом; *г* — коленом с маятниковым противовесом
(*	**Кривошипно-кулисные механизмы: *а* — с поступательно-движущейся кулисой; б — с вращающейся кулисой; *в* — с качающейся кулисой**

Продолжение табл. L36

Обозначение	Наименование
	Храповые зубчатые механизмы: а — с наружным зацеплением односторонние; **б** — с наружным зацеплением двусторонние; в — с внутренним зацеплением односторонние
	Мальтийские механизмы с радиальным расположением пазов у мальтийского креста: а — с наружным зацеплением; б — с внутренним зацеплением
	Передачи фрикционные: **а**— с цилиндрическими роликами; б — с коническими роликами
	Передачи фрикционные: *а* — с коническими роликами регулируемые; б — с криволинейными образующими рабочих тел и наклоняющимися роликами регулируемые
	Передачи фрикционные: *а* — торцевые (лобовые) регулируемые; б — со сферическими и коническими (цилиндрическими) роликами регулируемые
	Передачи: фрикционные с цилиндрическими роликами, преобразующие вращательное движение в поступательное (а), и с гиперболоидными роликами, преобразующие вращательное движение в винтовое (б); *в* — цепью

Таблица 1.37. Условные обозначения на электрических схемах

Обозначение	Наименование
	Ток: *а* постоянный; б — переменный; *в* — переменный с числом фаз *m* и частотой / Гц; г — переменный трехфазный 20... 60 Гц

Продолжение табл. 1.37

Обозначение	Наименование
	Обмотки: **о** однофазная **с** двумя выводами; ***б*** — соединение обмоток двух фаз в открытый треугольник; ***в*** — три однофазные обмотки **с** двумя выводами каждая
	Трехфазная обмотка **с** соединением: ***а*** — в звезду; б-—в двойную звезду; в—*в треугольник; ***г*** — трех фаз в разомкнутый треугольник; ***о*** — в зигзаг
О ф 'X[4]	Шестифазная обмотка **с** соединением: ***а*** — в многоугольник; б — в два треугольника; ***в*** — в двойной зигзаг
	Линии **электрической** связи: ***а*—общее** обозначение; ***б*** — экранированная; ***в*** — цепь из двух линий, г — трехфазной четырехпроводной сиаемы
й) **A V W** ***ь)*** **^ Hz ft**	Приборы: ***а*** — амперметр, вольтметр и ваттметр показывающие; б — • фазометр, частотомегр и омметр показывающие
- C Z J - - C 2 3 —	Резисторы: ***а*** — нерегулируемый; ***б*** — регулируемый
1 > _ #_____	Катушки индуктивности: а — без сердечника; б — **с** сердечником (дроссель)
	Конденсаторы или сопротивления емкостные: ***а*** — нерегулируемый; ***б*** — регулируемый
	Кнопки с самовозвратом **с** контактами: а—нормально открытым (НО); ***б*** — нормально закрытым (НЗ)
М **Ш**	Разъединитель-выключатель нагрузки высоковольтный трехполюсный (в); выключатель высокого напряжения трехполюсный ***(б)***

S?

*Продолжение табл. 1*37*

Обозначение	Наименование
а) б)	Штепсельное соединение (а); предохранитель плавкий *(б)*
ф ф Ф <> ф	Электромагниты: *а* — однообмоточный; *б* —-двухобмоточный. Лампы накаливания осветительная и сигнальная *(в)*
б)	Трансформаторы однофазные: *а-»* без сердечника **с** постоянной и переменной связью; **б-*с** сердечником
б)	Трансформатор трехфазный **с** сердечником *(а).* Трансформатор тока с одной *(б)* и двумя (б) вторичными обмотками
	Прибор измерительный показывающий *(а)* и измерительный регистрирующий (записывающий) (б); термо* пара *(в)*
	ЛЭС пересекающиеся, без электрического (металлического) соединения (а); ЛЭС пересекающиеся, электрически (металлически) соединенные и провода ответвляющиеся (б)
0	Соединение проводов: *а* — с землей (заземление); **б —с** корпусом
Шо° *УЖУ О)*	Электродвигатель асинхронный однофазный с короткозамкнутым ротором (а); синхронная машина однофазная с возбуждением от постоянных магнитов (б)
	Машины постоянного тока с последовательным (а) и параллельным (б) возбуждением

f»

Таблица 1.38. Некоторые условные обозначения элементов гидравлических и пневматических сетей

Обозначение	Наименование
1__ 1 ( ) E U	Бак: а — под атмосферным давлением] б— с внутренним давлением выше ат» мосферного; в —с внутренним давлени* ем ниже атмосферного (вакуумом)
Ш б) 1) г) 8) Q Q 9 9 9	Аккумуляторы: ***а*** ** пневматический (ресивер, баллон, воздухосборник); **б —** гидравлический (без указания принципа действия); в —грузовой гидравлический; *г* — пружинный гидравлический; ***д —*** пневмогидравлический
^Ф^^Ф^	Элементы: а —фильтр для жидкости или воздуха; влаго- или маслоотделитель: *б* — с ручным спуском конденсата; ***в* — с автоматическим спуском конден**сата; фильтр-влагоотделитель; ***г*** — сручным спуском конденсата; ***д*** — с автоматическим спуском конденсата
в; **Л Л г;** *д)*	Элементы: ***а*** — осушитель воздуха (газа) химическим способом; *б* — сепаратор (водоотделитель); *в* — кондсенсатоотводчик (конденсационный горшок); г — увлажнитель; ***д*** —- маслораспылитель
Ю *5) в) 2)* ***д)***	Элементы: ***а*** — регенератор (восстановитель первоначальных свойств рабочей среды); *б* — газификатор (для преобразования жидкости в газ); в —охладитель жидкости или воздуха; г —нагреватель жидкости или воздуха; д—охладитель и нагреватель (снаружи ромба изображается трубопровод охлаждающей или подогревающей среды)
# ± **Л** *б) г) д)*	Элементы: а —охладитель с испарением; *б* — охладитель с впрыском; е-— глушитель; *г* — гаситель гидравлического удара; д —мембрана прорыва
а) *4.* *б)* **0** *и]* <д	Элементы: а —форсунка; б —заборник воздуха из атмосферы; в —заборник воздуха от двигателя; *г* — заливная горловина, воронка, заправочный штуцер и т. п.; ***д*** — присоединительное устройство к другим системам (испытательным, промывочным машинам, кон* диционерам и т. **п.)**

Продолжение табл. 1.38

Обозначение	Наименование
а) со *8)^д) е)* ___^	**Линии связи (трубопроводы): а — всасывания, напора, слива; *б* — управления; в — дренажные (отвод утечек); г — соединение линий, связи; *д* — перекрещивание линий связи (несоединенные линии); £ — подвод жидкости под давлением (без указания источника питания); iw — слив жидкости из системы; *з* у- подвод воздуха (газа) под давлением (без указания источника питания); *и* — выпуск воздуха (газа) в атмосферу**
а) *5)*	**Дроссель (местное сопротивление в линии): *а* — расход зависит от вязкости рабочей среды; *б* — расход не зависит от вязкости рабочей среды**
	Распределитель $^{*}/_{2}$ с управлением, *а* — **or кулачка с пружинным возвратом; *б* — от рукоятки с фиксатором; *в* — от электромагнита с пружинным возвратом; *г* — от электромагнита с пружинным возвратом (показано промежуточное положение)**
а) о * *h* III •X им 1-	**Распределитель $^{4}/_{3}$ с соединением нагнетательной линии и обоих отводов на бак при среднем положении золотника с управлением: *а* — от рукоятки с фиксатором; *б* — от двух электромагнитов**
	Распределитель % (трехходовый двухпозиционный) с управлением: а-г-от электромагнита с пружиной; *б* — от рукоятки с фиксатором
	Регулирующий орган: *а* — нормально закрытый; б — нормально открытый
а) г *Pt V* Л ——* 1b	**Клапан предохранительный (ограничивающий максимальное давление *pt*): *а* — с дополнительным подводом давления от отдельной магистрали; б — с собственным управлением (непрямого действия)**
	Клапан: *а* ~ пропорциональный (поддерживающий *PtlP2* ^const); б — дифференциальный } (поддерживающий перепад давлений *pi* — ра)

«о

Продолжение табл. L38

Обозначение	Наименование
-СП.	**Клапан редукционный (поддерживающий давление на выходе** p2«**const при** *P2<P*\\ **давление зависит от усилия пружины»**
h *й)* *6},* **1 - И**	**Регуляторы потока: а —дроссель; б -* дроссель с регулятором давления**
	Клапан: а — обратный; б — дроссель с обратным клапаном
_————*в)*	**Элементы:** ***а*****—клапан обратный управляемый односторонний;** ***б*** **— цилиндр (общее обозначение).**
а) *6)*	**Цилиндр двустороннего действия:** ***а*** **— с односторонним штоком; б — с двусторонним штоком с подводом рабочей среды через шток**
а) . 5)	**Камера мембранная:** ***а*** **— односторинпего действия;** ***б*** **— двустороннего действия**
б)	**Элементы:** ***а*** **— преобразователь давления (мультипликатор или демультипликатор);** ***б*** **— пнепмогидравлический преобразователь^ _____**
at I *5)* I **Ф Ф**	**Насосы постоянной производительности:** ***а*** **— с постоянным направлением потока; б — с переменным направлением потока**
а)	**Насосы переменной производительности: с—-с постоянным направлением потока;** ***б*** **— с переменным направлением потока**
а) *б)* *б)*	**Насосы:** ***а*** **~- шестеренный;** ***б*** **— ротационный лопастный;** ***в*** **— радиально-поршневой_____^_____**
	Гидромоторы: ***а*** **— общее обозначение; б — регулируемый с постоянным направлением вращения;** ***в*** **— регулируемый с переменным направлением вращения**
а) ***б)*** *Л** **X I**	**Элементы:** ***а*** **— вентиль двухходовый;** ***б*** **— вентиль трехходовый;** ***в*** **— манометр**

Таблица 1.39. Графическое обозначение материалов на чертежах

Материал	Обозначение
Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материалов	ш и ш
Металлы и твердые сплавы	У/Ж,
Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже	
Дерево	))))))))
Камень естественный	V//////
Керамика и силикатные материалы для кладки	V/Z/A
Бетон	
Стекло и другие светопрозрачные материалы	0 #я #
Жидкости	
Грунт естественный	W////////U

Указание допусков формы и расположения поверхностей **на чертежах.** Допуски формы и расположения поверхностей указываются **в** чертежах согласно ГОСТ 2.308—79 (СТ СЭВ 368—76) условными обозначениями. Указание допусков текстом допускается лишь **в** тех случаях, когда для них не установлен стандартный условный знак или если необходимо оговорить особые требования к характеру отклонения или условиям базирования. Текстовая вались должна содержать: наименование допуска, указание поверхности или другого элемента, для которого задается допуск (обычно используют буквенное обозначение поверхности или определяющее ее конструктивное наименование), **и** числовое значение допуска, **в мм.** Для допусков расположения поверхностей и суммарных допусков форм и расположения дополнительно указывают базы, относительно которых задается допуск, **и** оговаривают зависимые допуски расположения или формы.

При использовании условных обозначений данные о допусках формы и расположения поверхностей указываются в прямоуголь* ной рамке (рис. 1.4), разделенной на две или более части, в следующем порядке (слева направо): в первом поле приводят знак (графический символ) допуска (см. табл. 1.40... 1.42), во втором вписывают числовую величину допуска в миллиметрах, в третьем и последующих полях при необходимости вписывают буквенное обозначение базы (баз). Суммарные допуски формы и расположения поверхностей, для которых не установлены отдельные графические знаки, обозначают знаками составных допусков в следующей по-

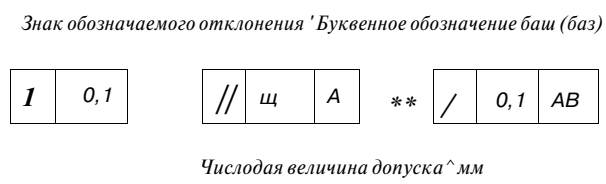


Рис. 1.4. Структура условного обозначения отклонений, указываемого в рамках

следовательности: знак допуска расположения, знак допуска форм и. Например: // ***СЗ*** — знак суммарного допуска параллельности и плоскостности; JL ***EJ***—знак суммарного допуска перпендикулярности и плоскостности; Z ***CJ*** — знак суммарного допуска наклона и плоскостности.

Таблица 1.40. Условные обозначения отдельных видов допусков формы и расположения поверхностей

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	–
	» плоскостности	
	» круглоеги	О
	ъ цилиндричности	/У
	» профиля продольного сечения	
Допуск расположения	Допуск параллельности	//
	» перпендикулярности	

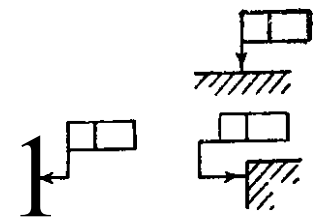
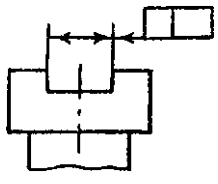
Продолжение табл. 1.40

Группа допусков	Вид допуски	Знак
Допуск расположения	**Допуск наклона**	
	» соосности	©
	» симметричности	
	Позиционный допуск	**- ф -**
	Допуск пересечения осей	**X**
Суммарные допуски формы и расположения	**Допуск радиального биения** **» торцевого биения**	/
	Допуск полного радиального биения **» > торцевого биения**	
	Допуск формы заданного профиля **» » заданной поверхности**	

Таблица 1.41. Условные обозначения на чертежах допусков формы и расположения поверхностей

Обозначение	Пояснени'
I. Соединение рамки с изображением нормируемого элемента	
	Рамку **допуска соединяют сплошной тонкой линией (со стрелкой) с контурной или Выносной линией, продолжающей контурную линию элемента, ограниченного допуском**

Продолжение табл. 1.41

Обозначение	Пояснение
	Соединительная линия может быть прямой или ломаной, однако коней ее со стрелкой должен быть обращен к контурной (выносной) линии элемента, ограниченного допуском, в направлении измерения отклонения
4 ° ^	
у7777	Соединительную линию допускается начинать от второй (последней) части рамки допуска, а заканчивать стрелкой на выносной линии, продолжающей контурную линию элемента
7777777/	
	Если допуск относится к поверхности или ее профилю, то рамку соединяют с контурной линией поверхности или ее продолжением, при этом соединительная линия не должна быть продолжением размерной линии
	Если допуск относится к оси или плоскости симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии При недостатке места стрелку размерной линии допускается совмещать со стрелкой соединительной линии
	Если допуск относится к оси резьбы, то рамку допуска соединяют с размерной линией
и_ **f**	Если допуск относится к боковой поверхности резьбы, то рамку допуска соединяют с контурной линией

Продолжение табл. 1.41

Обозначение	Пояснение
	Если размер элемента уже указан, то на других размерных линиях данного элемента, используемых для условного обозначения допуска формы и расположения, его не указывают. Размерную линию без размера следует рассматривать как составную часть условного обозначения допуска формы или расположения
	Если допуск относится к общей оси (плоскости симметрии) и из чертежа ясно, для каких поверхностей данная ось (плоскость симметрии) является общей, то рамку соединяют с осью (плоскостью симметрии)
II. Дополнительные знаки перед числовым значением допуска	
№2\ Co)	**Символ 0 указывают, если круговое или цилиндрическое поле допуска задается его диаметром. Символ *R* применяют, если круговое или цилиндрическое поле допуска указывают радиусом**
	Символ *T* применяют, если допуски указывают в диаметральном выражении, а символ *T/2,* если их указывают в радиусном выражении
	Слово «сфера» и символы 0 или *R* указывают в тех случаях, если поле допуска — сфера
III. Указание нормируемого участка	
р т а	**Числовое значение допуска формы и расположения поверхностей, указанное в рамке, относится ко всей длине поверхности (длине элемента)**
W/ioa O\0JDB/3DDXZ0D	**Если допуск относится к любому участку поверхности заданной длины (или площади), то заданную длину (или площадь) указывают рядом с допуском и отделяют от него наклонной линией, которая не должна касаться рамки**

Продолжение табл. 1.41

Обозначение	Пояснение
// 0,06 / 0>01/W	**Если допуск необходимо назначить на всей длине поверхности и на заданной длине, то допуск на заданной длине указывают под допуском на всей длине; участок может занимать любое положение на поверхности**
3	**Если допуск должен относиться к участку, расположенному в определенном месте элемента, то этот участок обозначают штрихпунктирной линией и ограничивают ее размерами**

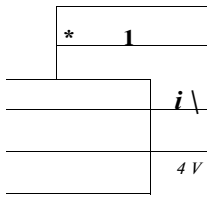
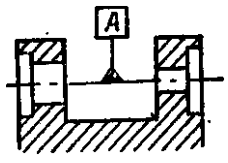
IV. Указание выступающего поля допуска

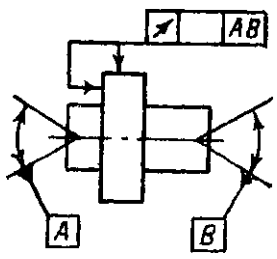
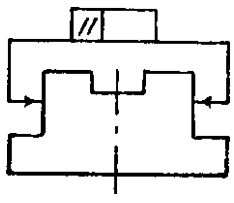
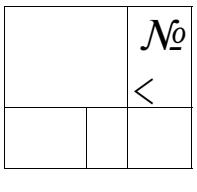
Ш 1	**Если необходимо задать выступающее поле допуска расположения, то после числового значения допуска указывают символ: Р в кружке**
	Контур выступающей части нормируемого элемента ограничивают тонкой сплошной линией, а длину и расположение выступающего поля допуска — размерами с тем же условным символом

V. Обозначение баз

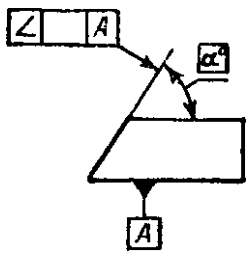
//	**Базы обозначают,зачерненным треугольником, который соединяют при помощи линии с рамкой. При выполнении чертежей с помощью выводных устройств ЭВМ допускается обозначающий базу треугольник не зачернять**
В ⊥ В	**Если простым и наглядным способом треугольник нельзя соединить с рамкой допуска, то базу обозначают прописной буквой в специальной рамке и эту же букву вписывают в третье поле рамки допуска**

Продолжение табл. 1.41

Обозначение	Пояснение
П Н	Если базой является поверхность или ее профиль, то основание треугольника располагают на контурной линии поверхности или на ее продолжении. При этом соединительная линия не должна быть продолжением размерной линии
	Если базой является ось или плоскость симметрии, то соединительная линия должна быть продолжением размерной линии. В случае недостатка места стрелку размерной линии допускается заменять треугольником, обозначающим базу
	Если базой является общая ось или плоскость симметрии и из чертежа ясно, для каких поверхностей она является общей, то треугольник располагают на общей оси
	Если базой является только часть элемента, то ее расположение, выделенное штрихпунктирной линией, ограничивают размерами
E	Если базой является определенное место элемента, то оно должно быть указано размерами
2 Z L	Если базой является ось центровых отверстий, то рядом с обозначением базовой оси делают надпись «Ось центров»
Ось	

Обозначение	Пояснение
	**Базовую ось центровых отверстий допускается обозначать указанием баз на линиях, определяющих центровые отверстия**
	**Если нет необходимости выделять как базу ни одну из поверхностей, то треугольник заменяют стрелкой**
• \AB\	**Если два или несколько элементов образуют объединенную базу и их последовательность не имеет значения (например, они имеют общую ось или плоскость симметрии), то каждый элемент обозначают самостоятельно и все буквы вписывают подряд в третью часть рамки**
 \в\	**Если необходимо задать допуск расположения относительно комплекта баз, то буквенные обозначения баз указывают в самостоятельных частях (третьей и далее) рамки В этом случае базы записывают в порядке убывания числа степеней свободы**

VI. Указание номинального расположения элементов

	**Линейные и угловые размеры, определяющие номинальное расположение и (или) номинальную форму элементов, ограничиваемых допуском, при назначении позиционного допуска, допуска наклона и формы заданной поверхности или профиля указывают на чертежах без предельных отклонений и заключают в прямоугольные рамки**

Продолжение табл. 1.41

Обозначение	Пояснение
VII. Обозначение зависимых допусков	
а) *ш ш т п*	**Зависимые допуски формы и расположения обозначают условным знаком М в кружке, который помещают:** **после числового значения допуска, если зависимый допуск связан с действительными размерами рассматриваемого элемента *(а);***
f) \X\№\A®\	**после буквенного обозначения базы *(б)* или без буквенного обозначения в третьей части рамки *(в),* если зависимый допуск связан с действительными размерами базового элемента;**
4	**после числового значения допуска и буквенного обозначения базы *(г)* или без буквенного обозначения *(д)*$_у$ если зависимый допуск связан с действительными размерами рассматриваемого и базового элементов**
	Если допуск расположения или формы не указан как зависимый, то его считают независимым. В ранее выпущенной документации независимый допуск обозначался знаком S в кружке
VIII. Совмещение условных обозначений	
// o | И	**Суммарные допуски параллельности и плоскостности, перпендикулярности и плоскостности, наклона и плоскостности указываются в одной рамке**
* ° \ И	
а // *А)*	**Если для поверхности одновременно указывается условное обозначение допуска формы или расположения и буквенное обозначение базы, используемое для нормирования другого допуска, то рамки с обоими обозначениями допускается располагать рядом на соединительной линии**

Продолжение табл. 1.41

Обозначение	Пояснение
~ч г——LJ **И**	**Повторяющиеся одинаковые или разные виды допусков, обозначаемые одним и тем же знаком, имеющие одинаковые числовые значения и относящиеся к одним и тем же базам, допускается указывать один раз в рамке, от которой отходит одна соединительная линия, разветвляемая затем ко всем нормируемым элементам**
IX. Указание дополнительных данных	
~ 1 \£7\ 0,02 ***Вогнутость не допускается***	**Дополняющие условное обозначение данные вписываются над рамкой допуска или под ней**

Таблица 1.42. Примеры указания допусков формы и расположения поверхностей на чертежах

Указание допуска; пояснения	
I. Допуски формы ***Допуск прямолинейности***	
Допуск прямолинейности образующей конуса 0,01 мм. Любая реальная образующая конуса должна находиться в области, ограниченной двумя параллельными прямыми, отстоящими друг от друга на расстоянии допуска 0,01 мм	**Допуск прямолинейности оси отверстия 0 0,08 мм (допуск зависимый). Положение реальной оси отверстия диаметром 120Я9 ограничено цилиндром, диаметр которого равен допуску прямолинейности 7=0,08 мм плюс допуск на диаметр отверстия 7^on = 0,087 мм**
— 0,01	77777
Допуск прямолинейности поверхности 0,25 мм на всей длине и 0,1 мм на длине 100 мм	**Допуск прямолинейности поверхности в поперечном направлении 0,05 мм, в продольном — 0,1 мм**
— DJ/10D	*a m* *a*

Продолжение табл. 1.42

Указание допуска; пояснения

Допуск плоскостности

Допуск плоскостности поверхности 0,05 мм. Выпуклость плоскостности не допускается

Выпикласть не до-
——^пускается

Допуск плоскостности поверхностей относительно общей прилегающей плоскости 0,1 мм

<=г\Ц1\
1_1 1_1 1

Допуск плоскостности поверхности 0,1 мм на площади 100Х ХЮО мм

I*шшшшж*

Допуск плоскостности каждой поверхности 0,01 мм

Е 5 *ш*

Допуск круглости

Допуск круглости вала 0,02 мм

о.

Допуск круглости конуса 0,02 мм

Ш

Допуск цилиндричности, допуск профиля продольного сечения

Допуск цилиндричности вала равен 0,04 мм. Реальная поверхность цилиндра вала 0 25 *d* 9 должна быть расположена в области пространства, ограниченной двумя соосными цилиндрами, отстоящими друг от друга на расстоянии допуска Г= «=0,04 мм

Допуск цилиндричности вала равен 0,01 мм на длине 50 мм, допуск круглости вала—-0,004 мм

& 0.01/50 |
С *0,004* 1

Продолжение табл. 1.42

Указание допуска; пряснения

Допуск круглости вала равен 0,01 мм; допуск профиля продольного сечения вала — 0,016 мм

	0J1
	0,016

Допуск профиля продольного сечения вала равен 0,1 мм

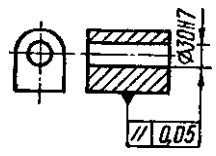
- ж

II. Допуски расположения

Допуск параллельности

Допуск параллельности общей прилегающей плоскости поверхностей относительно поверхности *А* равен 0,1 мм

Допуск параллельности оси отверстия относительно основания равен 0,05 мм

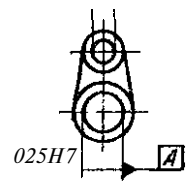


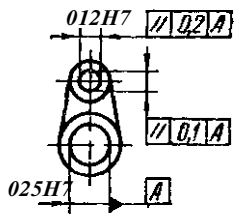
Допуск параллельности каждой поверхности относительно поверхности *А* равен 0,1 мм

шипа

Допуск параллельности осей отверстий в общей плоскости равен 0,1 мм. Допуск перекоса осей отверстий 0,2 мм База *А*— ось отверстия 0 257/7. Реальное положение оси отверстия 0 12Я7 ограничено прямоугольным параллелепипедом с поперечным сечением 7=0,2 мм и 7=0,01 мм

Допуск параллельности оси отверстия 0 15Я7 относительно оси отверстия *А* равен 0 0,2 мм. Реальная ось отверстия 0 15//7 должна быть расположена в цилиндре диаметром 0,2 мм и параллельном базовой оси отверстия *А*





Продолжение табл. 1.42

Указание допуска; пояснения

Допуск перпендикулярности

Допуск перпендикулярности поверхности относительно поверхности *А* равен 0,02 мм. Это определяет предельно допустимую величину (в 0,02 мм) отклонения между плоскостями от прямого угла (90°), выражаемую в линейных единицах на длине нормируемого участка с размером 50 мм

Допуск перпендикулярности оси выступа в поперечном направлении равен 0,2 мм, в продольном направлении — 0,1 мм. База — основание.

ШШ

025d9 ШШ

t t

Q Z 3

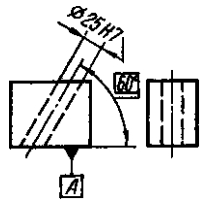
Допуск перпендикулярности оси выступа относительно основания равен 0,1 мм

ш ж

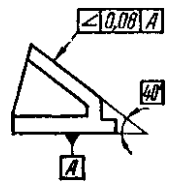
Допуск перпендикулярности оси отверстия относительно поверхности равен 0 0,1 мм (допуск зависимый). Положение реальной оси отверстия 0 20Я7 ограничено цилиндром, диаметр которого равен допуску Г= =0,1 мм плюс допуск на диаметр отверстия Гдоп=0,021 мм

Допуск наклона

Допуск наклона оси отверстия 0 25Я7 относительно поверхности *А* равен 0,08 мм



Допуск наклона поверхности относительно поверхности *А* равен 0,08 мм,

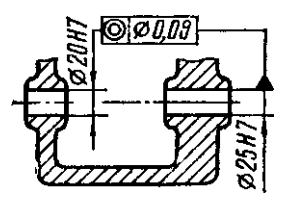


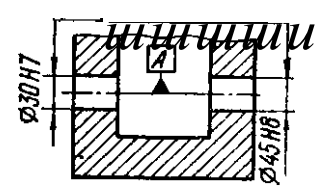
Указание допуска; пояснения

Допуск соосности

Допуск соосности отверстия 0 20Я7 относительно отверстия 0 25Я7 равен 0 0,08 мм. Базовой является ось отверстия 0 25Я7. Смещение оси отверстия 0 20Я7 относительно базовой ограничено цилиндром, диаметр которого равен допуску соосности Г=0,08 мм

Допуск соосности двух отверстий относительно их общей оси равен 0 0,01 мм (допуск зависимый). Смещение оси отверстия 0 ЗОЯ7 относительно общей оси ограничено цилиндром, диаметр которого равен допуску соосности Г—0,01 плюс допуск на диаметр отверстия 30Я7 Гдоп = = 0,021 мм; то же, для оси отверстия 045Я8, но при Гдоп = = 0,039 мм

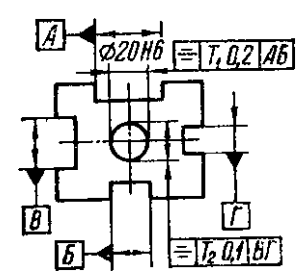




Допуск симметричности

Допуск симметричности паза (шириной 25Я8) равен 0,08 мм. База — плоскость симметрии поверхностей *А*. Плоскость симметрии паза, к которому относится допуск, должна располагаться между двумя параллельными плоскостями с расстоянием Г= = 0,08 мм, симметричными средней плоскости базовой поверхности *А*

Допуск симметричности оси отверстия 0 20Я6 относительно общей плоскости симметрии пазов *АБ* Г. = 0,2 мм и относительно общей плоскости симметрии пазов *ВГ* 72=0,1 мм



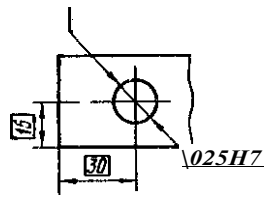
ч а ш а

Продолжение табл. 1.42

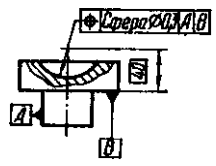
Указание допуска; пояснения

Позиционный допуск, допуск пересечения осей

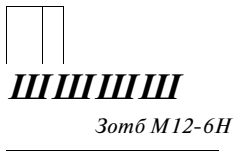
Позиционный допуск оси отверстия **0** 25Я7 равен 0,06 мм (допуск зависимый). Смещение оси отверстия относительно номинального, заданного размерами 15 и 30, ограничено цилиндром с диаметром, равным допуску Г=0,06 мм плюс допуск на диаметп отверстия 7^0n = 0,021 мм



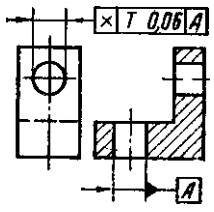
Позиционный допуск положения центра сферы равен 0 0,3 мм. Центр сферы, к которому относится допуск, должен быть расположен внутри сферического поля допуска, диаметр которого равен допуску в диаметральном выражении Г=0,3 мм, а центр совпадает с номинальным расположением комплекта баз *А н В*



Позиционный допуск трех резьбовых отверстий равен **0** 0,1 мм (допуск зависимый) на участке, расположенном вне детали и выступающем на 30 мм от поверхности



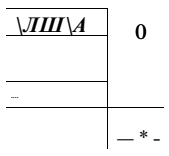
Допуск пересечения осей отверстий *Т*=0,06 мм



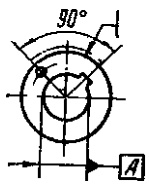
III. Суммарные допуски формы и расположения

Допуски радиального и торцевого биения, биения в заданном направлении

Допуск радиального биения вала относительно оси конуса равен 0,01 мм



Допуск радиального биения участка поверхности относительно оси отверстия *А* равен *0,2* мм

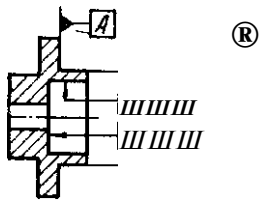


Продолжение табл. 1.42

Указание допуска; пояснения

Допуск радиального биения отверстия равен 0,01 мм. Первая база — поверхность *А*. Вторая база-—ось поверхности *В*. Допуск торцевого биения относительно тех же баз 0,016 мм

Допуск биения конуса относительно оси отверстия *А* в направлении, перпендикулярном к образующей конуса, равен 0,01 мм



Допуск торцевого биения на диаметре 20 мм относительно оси поверхности *А* равен 0,1 мм

Допуск радиального биения поверхности относительно общей оси поверхностей *А* и *В* равен 0,1 мм

ШШШ

G

Допуск полного радиального биения, допуск полного торцевого биения

Допуск полного радиального биения относительно общей оси поверхностей *А* и *В* равен 0,1 мм

Допуск полного торцевого биения поверхности относительно оси поверхности равен 0,1 мм

1

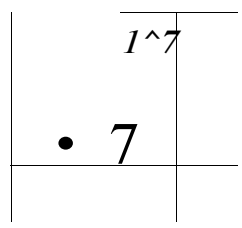
m

Продолжение табл. 1.42

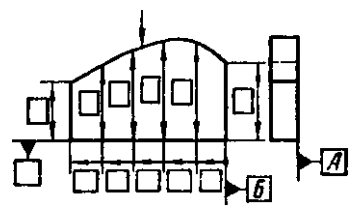
Указание допуска; пояснения

Допуск формы заданного профиля (заданной поверхности)

Допуск формы заданного профиля Г=0,04 мм



Допуск формы заданной поверхности относительно поверхностей *А. Б. В* 7 = 0,1 мм

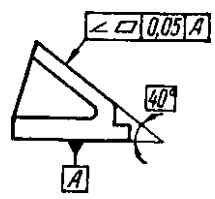


Суммарный допуск параллельности и плоскостности, перпендикулярности и плоскостности, наклона и плоскостности

Суммарный допуск параллельности и плоскостности поверхности относительно основания равен 0,1 мм

Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности поверхности относительно основания равен 0,02 мм

Суммарный допуск наклона и плоскостности поверхности относительно основания равен 0,05 мм



с

5

1.6. ШЕРОХОВАТОСТЬ И ВОЛНИСТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

Шероховатость поверхности — совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенных с помощью базовой длины.

Параметры шероховатости, их числовые значения, термины, определения, обозначения регламентированы ГОСТ 2789—73 (СТ СЭВ 638—77) и ГОСТ 2.309—73 (СТ СЭВ 1632—79). В основу нормирования и количественной оценки шероховатости поверхности положена[1] система средней линии профиля *m* — система *М*. Согласно ГОСТ 2789—73 (СТ СЭВ 638—77) приняты следующие определения (рис. 1.5 и 1.6).

Базовая линия — линия, относительно которой определяются и оцениваются параметры шероховатости поверхности.

[1] В рекомендации ИСО Р468 «Шероховатость поверхности» приняты две системы отсчета высот неровностей: система *М* — отсчет высот неровностей от средней линии и система *Е* — отсчет высот неровностей от огибающей линии неровностей поверхности.

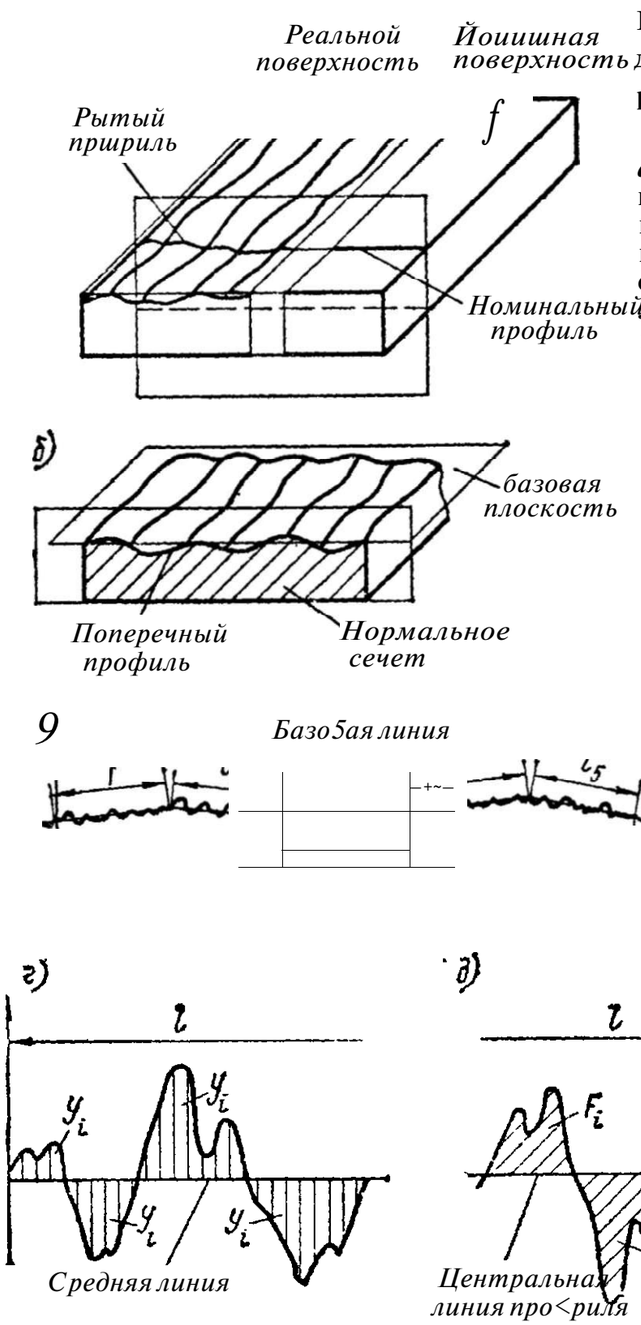


Рис. 1.6. Схемы к определению параметров шероховатости:

а, б **— профиль;** ***в*** **— базовая длина: средняя** ***(г)*** **и центральная** ***(д)*** **линии профиля;** ***е*** **— местные выступы и впадины профиля;** ***ж*** **— выступы и впадины профиля, шаги**

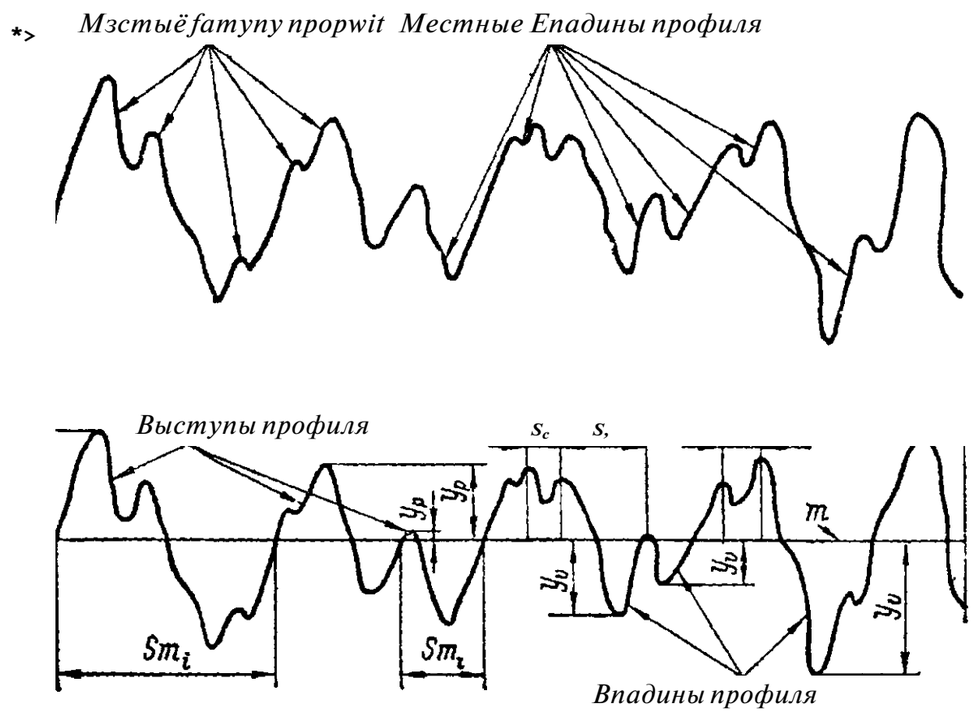


Рис. 1.5. Основные параметры шероховатости

Базовая длина l, мм,— длина базовой линии, используем-ая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности.

Отклонение профиля y — расстояние между точкой реального профиля и базовой линией.

Средняя линия профиля m — базовая линия, имеющая форму номинального профиля и делящая реальный профиль так, что в пределах базовой длины сумма квадратов отклонений профиля от этой линии минимальна ($\int_0^l y^2 dx = \min$

Центральная линия профиля — базовая линия, имеющая форму номинального профиля, расположенная эквидистантно общему направлению реального профиля и делящая последний так, что в пределах базовой длины суммы площадей, заключенных между э^ой линией и реальным профилем, по обе ее стороны одинаковы:

n *n*

Уровень сечения профиля p — расстояние между линией выступов профиля и линией, пересекающей реальный профиль и эквидистантной линии выступов профиля.

Среднее арифметическое отклонение профиля Ray мкм, — среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины:

$$R_a = \frac{1}{l}\int_0^l |y(x)|\,dx \quad \text{или приближенно} \quad R_a = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |y(x_i)|$$

l — базовая длина, n — число выбранных точек профиля на базовой длине.

Высота неровностей профиля по десяти точкам R_z, мкм, — сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины:

$$H_z = \frac{\sum_{i=1}^{5} |y_{pi}| + \sum_{i=1}^{5} |y_{vi}|}{5}$$

где y_{pi}—высота i-го наибольшего выступа профиля; y_{vi}—глубина 1-й наибольшей впадины профиля.

Наибольшая высота неровностей профиля R_{max}, мкм, — расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины: $R_{max} = y_{pmax} + y_{vmax}$.

Средний шаг неровностей S_m, мм, — среднее значение шагов неровностей профиля в пределах базовой длины:

$$S_m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} S_{mi}$$

где n — число шагов неровностей в пределах базовой длины; S_{mi} — шаг неровностей профиля, равный длине отрезка средней линии профиля, ограничивающей неровность профиля.

Средний шаг местных выступов профиля S, **мм, — среднее значение шагов местных выступов профиля, находящихся в пределах базовой длины:** $S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} S_i$

Опорная длина профиля l_{pt} **мм, — сумма длин отрезков, отсекаемых на заданном уровне** p **в материале профиля линией, эквидистантной средней линии, в пределах базовой длины:**

Относительная опорная длина профиля t_p, **%— отношение опорной длины профиля к базовой длине:**

$$t_p = \frac{l_{pt}}{l} \cdot 100\%.$$

Числовые значения уровня сечения p **указываются в % от**

Параметры для нормирования и обозначения шероховатости поверхности. Требования к шероховатости поверхности деталей устанавливаются исходя из функционального назначения поверхностей деталей конкретных изделий и их конструктивных особенностей.

Согласно ГОСТ 2789—73 (СТ СЭВ 638—77) нормирование и количественная оценка шероховатости поверхности производятся с помощью высотных параметров R_a > R_z **и** R_{max}, **шаговых параметров** S_m **и S и параметра** t_p **— относительной опорной длины профиля. Параметр** R_a **является предпочтительным, так как при определении параметра** R_z **в зависимости от формы профиля в некоторых случаях возникают проблемы в связи с тем, что имеется меньше пяти выступов или впадин профиля на базовой длине. Кроме того, параметр** R_a **более точно определяет шероховатость, так как является интегральным.**

Для лучшей оценки свойств шероховатости устанавливают допустимые значения не только R_a (R_z), **но и** R_{max}, S, S_m, t_p, **а также требования к направлению неровностей (табл. 1.48) и к виду (или последовательности видов) обработки, если он единственный для обеспечения заданного качества поверхности.**

Износостойкость, контактная жесткость, прочность прессовых посадок и другие эксплуатационные свойства сопрягаемых поверхностей деталей связаны с фактической площадью их контакта. Для определения опорной площади, которая будет образована под рабочей нагрузкой, используют построенные кривые нарастания опорной длины профиля t_p **при увеличении уровня сечения профиля** p **(рис. 1.7). При выборе значений** t_p **следует учитывать, что с его возрастанием требуются все более трудоемкие процессы обработки; например, при** $t_p = 25\%$ **можно применить чистовое течение, а при** $t_p = 40\%$ **необходимо хонингование.**

Установлены пределы числовых значений параметров шероховатости (табл. 1.43 и 1.44) и рекомендуются определенные соотношения значений параметров и базовой длины.

При различных видах обработки деталей могут быть достигнуты соответствующие шероховатость поверхности и степень точности получаемых размеров. Может быть рекомендовано и определенное взаимоотношение параметров шероховатости и допуска на размер (см. рис. 1.8 и табл. 1.45).

ГОСТ 2.309—73 **(СТ СЭВ** 1632—79) определяет структур/ условных обозначений шероховатости поверхности на чертеже (рис. 1.9, ***а)*** и знаки (рис. 1.9, б, ***в,*** *г, д)*.

Если в обозначении шероховатости указывается только величина параметра (параметров), то используются знаки без полки (рис. 1.9, ***в,*** *г, д)*. Краткая характеристика условных знаков и примеры их использования приведены в табл. 1.46, 1.47.

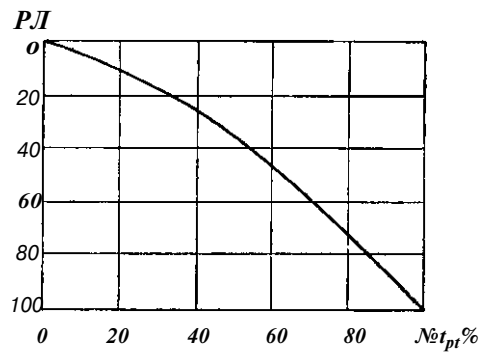


Рис. **1**.7. Кривая относительной опорной длины профиля

Таблица 1.43. Числовые значения параметров шероховатости и базовой длины по ГОСТ 2789—73 (СТ СЭВ 638—77)

Высотные параметры[1], мкм							Шаговые параметры, мм				
R_z* ^max							S_m > S				
—	1000	100	10,0	1,00	0,100	— 0,010	—	10,0	1,00	0,100	0,010
—	'800	80	8,0	0,80	0,080	— 0,080	-	8,0	0,80	0,080	0,008
—	630	63	6,3	0,63	0,063	– –	—	6,3	0,63	0,063	0,006
—	500	50	5,0	0,50	0,050	– –	—	5,0	0,50	0,050	0,005
—	400	40	4,0	0,40	0,040	– –	-	4,0	0,40	0,040	0,004
—	320	32	3,2	0,32	0,032	– –	-	3,2	0,32	0,032	0,003
—	250	25	2,5	0,25	0,025	– –	-	2,5	0,25	0,025	0,002
—	200	20	2,0	0,20	—	0,020 —	-	2,0	0,20	0,020	—
1600	160	16	1,6	0,16	—	0,016 —	-	1,6	0,16	0,016	—
1250	125	12,5	1,25	0,125	—	0,012 —	12,5	1,25	0,125	0,0125	—
Относительная опорная длина профиля t_p %							Уровень сечения ***p,*** % от				
10; 15; 20; 25: 30: 40; 50: 60; 70; 80; 90							5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90				
Базовая длина /, мм											
0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,80; 2,5; 8,0; 25,0											

[1] Предпочтительные значения подчеркнуты.

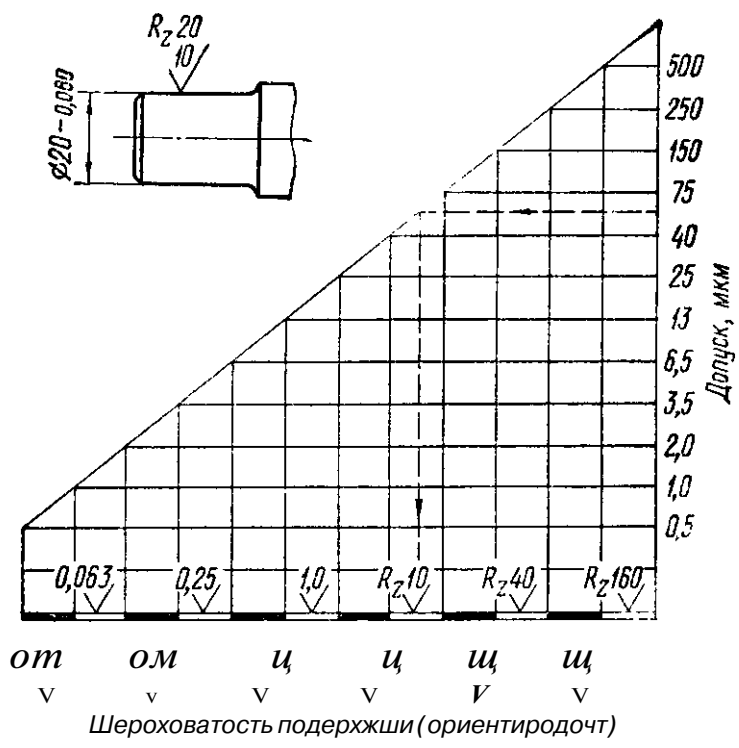


Рис. 1 8. Зависимость шероховатости поверкности от допуска

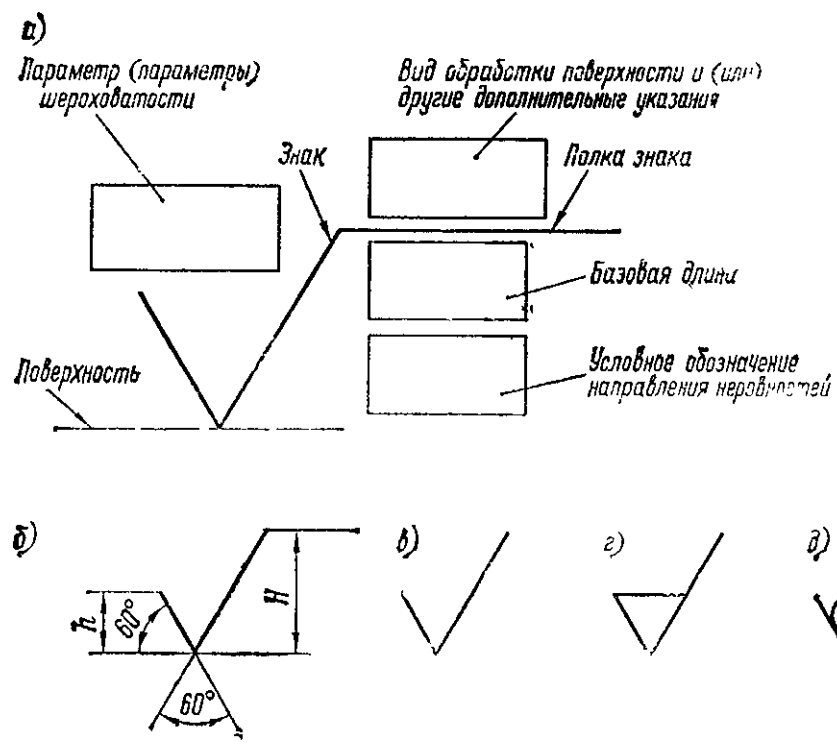


Рис. 1.9. Структура обозначения шеооховатости поверхности *(а)* и знаки обозначения (б, в, *г, д)*\ высота *h* равна высоте цифр размерных чисел; Я = (1,5...3,0) *h*

Таблица 1.44. Соотношение значений параметров шероховатости R_a и R_x с классами шероховатости

Параметры шероховатости по ГОСТ 2789 - 73		Базовая длина /, мм	Классы шероховатости[1]
R_{2i} мкм	мкм		
1С>0Э 1250 1000 800 630 500 400	100	25,0	Грубее I класса
320 250 200	80 63 50 40	**8,0**	1
1UU 125 100	40 32 25 20		2
Qt oU 63 .50	20 16 12,5 10,0		3
4(\ 4U 32 25	10,0 8,0 6,3 5,0	2,5	4
ОЛ ZU 16 12,5 10,0	5,0 4,0 3,2 Г» в,Л		5
10,0 8,0 6,3	z,5u 2,00 1,60 1	**0,8**	6
6,3 5,0 4,0 3,2	1,00 0,80 л /?о		7
3,2 2,5 2,0 1,60	**0,00** 0,50 0,40 0,32		8

Классификация по отмененному стандарту.

Продолжение табл. 1.44

Параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73		Базовая длина /, мм	Классы шероховатости [1]
R. Мкм	мкм		
1,60 **1,25** **1,00** **0,80**	**0,25** **0,20**	**0,25**	**9**
0,80 **0,63** **0,50** **0,40**	**0,125** **0,100**		**10**
0,40 **0,32** **0,25** **0,20**	**0,063** **0,050**		**11**
0,200 **0,160** 0,125	**0,032** 0,025 **0,020**		**12**
0,080 **0,063**	**0,020** **0,016** **0,012** **0,010**	**0,08**	**13**
0,05 **0,040** **0,032** **0,025**	**0,010** **0,008**		**14**

Таблица 1.45. Минимальные требования к шероховатости поверхности в зависимости от допусков размера и формы

Класс точности по ОСТ (ориентировочно)	Допуск размера по квалитетам	Допуск формы, % от допуска размера	Номинальные размеры, мм			
			До 13	Св. 1? до 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 500
			Значения R_a, мкм, не более			
–	*IT4*	**100** **60** **40**	**0,4** **0,2** **0,1**	**0,8** **0,4** **0,2**		**1,6** **0,8** **0,4**
	Величина допуска по квалитету, мкм		**(3...5)**	**(6...10)**		**(12...20)**
	IT5	**100** **60** **40**	**0,4** **0,2** **0,1**	**0,8** **0,4** **0,2**	**1.6** **0,8** **0,4**	
	Величина допуска по квалитету, мкм		**(4...S)**	**(9...11)**	**(13...27)**	

Продолжение табл. 1.45

Класс точности по ОСТ ориентировочно)	Допуск размера по квалитетам	Допуск формы, % от допуска размера	Номинальные размеры, мм			
			ДО 18	Св. 18 до 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 500
			Значения		мкм, не более	
1	*IT6*	100 60 40	0,8 0,4 0,2	1,6 0,8 0,4		3,2 1,6 0,8
	Величина допуска по квалитету, мкм		(6...11)	(13...22)		(25...40)
2	*IT7*	100 60 40	1,6 0,8 0,4	3,2 1,6 0,8		3,2 3,2 1,6
	Величина допуска по квалитету, мкм		(10...18)	(21...35)		(40...63)
2а	*IT8*	100 60 40	1,6 0,8 0,4	3,2 1,6 0,8	3,2 3,2 1,6	
	Величина допуска по квалитету, мкм		(14...27)	(33...39)	(46...97)	
3	*IT9*	100; 60 40 25	3,2 1,6 0,8	3,2 3,2 1,6	6,3 3,2 1,6	6,3 6,3 3,2
	Величина допуска по квалитету, мкм		(25...43)	(52...62)	(74...S7)	(100...155)
3а	*IT10*	100; 60 40 25	3,2 1,6 0,8	6,3 3,2 1,6		6,3 6,3 3,2
	Величина допуска по квалитету, мкм		(40...70)	(84...140)		(160...250)
4	*1711*	100; 60 40 25	6,3 3,2 1,6		12,5 6,3 3,2	
	Величина допуска по квалитету, мкм		(60... 160)		(190...400)	
5	*1T12 и 1T13*	100; 60 40	12,5 6,3		25 12,5	
	Величина допуска по квалитету, мкм		(100...390)		(300...970)	

Продолжение табл. 1.45

Класс (точности по ОСТ ориентировочно)	Допуск размера по квалитетам	Допуск формы, % от допуска размера	Номинальные размеры, мм			
			До 13	Св. 18 до 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 500
			Значения мкм, не более			
7; 8	*IT14* и *IT15*	100; 60 40	12,5 12,5	25 12,5	50 25	
	Величина допуска по квалитету, мкм		(250...700)	(520... 1000)	(740...2500)	
9; 10	*IT16* и *IT17*	100; 60 40	25 25	50 25	100 50	
	Величина допуска по квалитету, мкм		(600...1800)	(1300...2500)	(1900...6300)	

Примечание. В скобках приведен диапазон допусков соответствующего квалитета для данного диапазона размеров согласно СТ СЭВ 145—75.

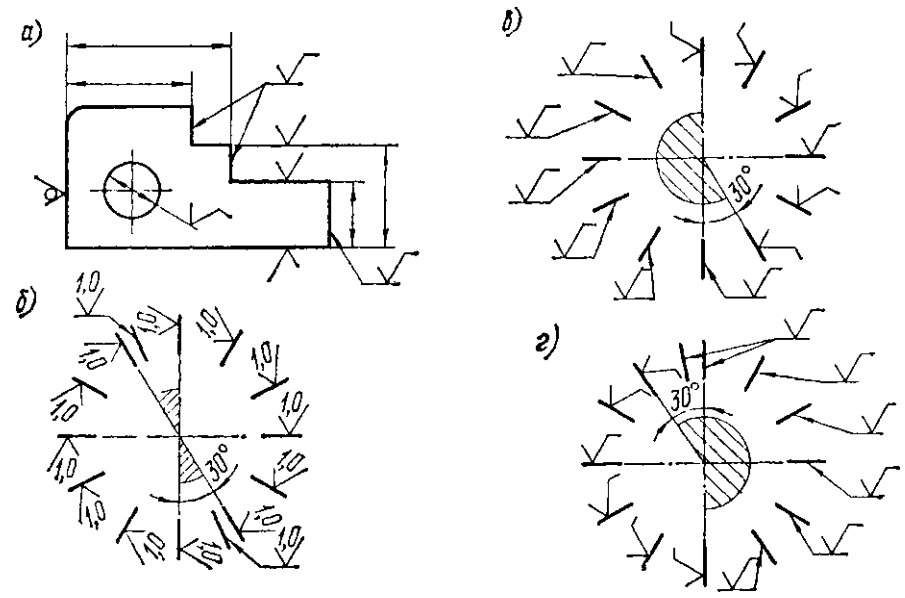


Рис. 1.10. Расположение знаков шероховатости на чертежах

На чертежах шероховатость обозначают на изображении деталей—линиях контура и выносных линиях (ближе к размерной линии) или на полках линий выноса, а при недостатке места— на размерных линиях или их продолжениях. На линиях невидимого контура обозначение шероховатости допускается наносить только в тех случаях, когда от этих линий вынесен размер. Если знак шероховатости не имеет полки, то его располагают определенным образом относительно основной надписи чертежа (см. рис. 1.10, *а, б*).

В отдельных случаях шероховатость можно обозначать в праьом верхнем углу чертежа. Знак шероховатости, имеющий полку, располагают так, как показано на рис. 1.10, ***в,*** г.

Контроль шероховатости. Контроль шероховатости поверхности может осуществляться:

сравнением реальной поверхности изделия с рабочими образцами шероховатости, которые имеют стандартизованные значения параметра R_a и изготовляются для определенных способов обработки по техническим условиям согласно ГОСТ 9378—75; вместо образцов шероховатости могут быть применены аттестованные образцовые детали;

измерением параметров шероховатости с помощью щуповых или оптических приборов. Числовые значения параметров шероховатости определяются непосредственно по шкале приборов (профилометров), по увеличенному изображению профиля или записанной профилограмме сечения.

Если в технических требованиях не задано направление измерения шероховатости, то измерения производят в направлении наиболее грубой шероховатости. При обработке резанием этому условию соответствует направление измерения, перпендикулярное главному движению (поперечная шероховатость).

Таблица 1.46. Знаки обозначения шероховатости поверхности

Знак, пример обозначения	Пояснения
Знаки обозначения шероховатости поверхности	
	Знак (основной) обозначения шероховатости поверхности, используемый для указания параметров шероховатости и других данных
У	Знак обозначения шероховатости поверхности, метод образования которой не устанавливается; знак является предпочтительным
	Знак обозначения шероховатости поверхности, образуемой удалением слоя металла, например, точением, фрезерованием, сверлением, шлифованием, полированием, травлением и т. п. (конкретный вид обработки может и не указываться)
V	Знак обозначения шероховатости поверхности, образуемой без удаления материала, например, литьем, ковкой, прессованием, волочением, вытяжкой и т. п. (конкретный вид образования поверхности может и не указываться)

Продолжение табл. 1А6

Знак, пример обозначения	Пояснения
Указание контролируемого параметра шероховатости	
	Символ параметра шероховатости R_a не указывается перед его числовым значением
	Символы параметров R_z, Ятах, S_m, S и t_p указываются перед числовыми значениями этих параметров; числовые значения параметров #а, *Яг* и *Rm&x* задаются в мкм, S_m и S —в мм; *tr>* — в %, значения уровня сечения *p* для параметра t_p — в % от Яшах
Нормирование числовых значений параметров шероховатости	
	Указано наибольшее предельное значение параметров шероховатости R_a, R_z, Яшах, S_m, *S* их наименьшее значение не ограничивается. Указано наименьшее предельное значение параметра t_p
0>16D *0,08^* *D ZD .* в *0,B0* *Ьв70/*	**При указании диапазона значений параметра шероховатости (наибольшего и наименьшего) в обозначении приводят пределы значений параметра, размещая их в две строки; значение, указываемое сверху, соответствует наиболее грубой допускаемой шероховатости. Способ обозначения применяется в отдельных-случаях, когда по условиям эксплуатации излишне гладкая поверхность недопустима**

Знак, пример обозначения	Пояснения
	При указании номинального значения параметра шероховатости устанавливают допустимые отклонения в % от заданного номинального значения. Величина отклонений выбирается из ряда: 10, 20, 40 Отклонения могут быть односторонними (в плюс или в минус) или симметричными (±). Способ обозначения применяется в основном для образцов сравнения шероховатости или образцовых деталей, а также для ответственных деталей с особыми требованиями по условиям эксплуатации
Одновременное нормирование двух и более параметров шероховатости для одной и той же поверхности	
„ 0,180 $т 0,063 0,040 t SO	**При указании двух или более параметров шероховатости их числовые значения записывают сверху вниз в определенной последовательности: параметр высоты неровностей профиля R_a (R_{Zt} RmsLx)\ параметр шага неровностей 5 (S_m); относительная опорная длина профиля t_p. В приведенном примере значение R_a не более 0,160 мкм, S_m — в пределах 0,040...0,063 мм, t_p — при уровне сечения профиля 50% в пределах 50—70%**
Нормирование дополнительных данных	
1>0j0,25 '	**Числовое значение базовой длины /, в мм, указывается в тех случаях, если устанавливаемые значения параметров R_a, Rz и Rm&x должны быть определены на базовой длине, отличающейся от рекомендованной стандартом (см. табл. 1.43). В приведенном примере параметр R_z> равный 5 мкм, должен быть определен на базовой длине 0,8 мм, а R_a, равный 1,0 мкм,— на длине 0,25 мм**
	Направление неровностей с помощью знаков (см. табл. 1.48) указывается в тех случаях, когда оно влияет на функциональные свойства поверхности

Продолжение табл. 1.46

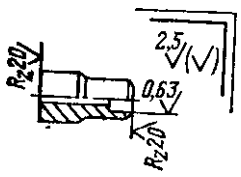
Знак, пример обозначения	Пояснения
ШаБрить *' ПолироВать* *0,02^* *НйлиР^ать*	Вид обработки поверхности указывается только в случаях, когда данный вид обработки (операция) является единственным обеспечивающим требуемое качество поверхности. При этом в зависимости от вида обработки применяют либо знак обязательного удаления поверхностного слоя, либо знак его обязательного сохранения

Примеры обозначения шероховатости поверхности

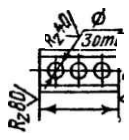
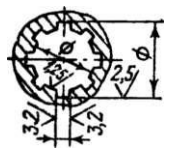
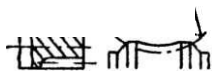
	Наибольшее допустимое значение параметра R_a равно 2,50 мкм; наименьшее значение параметра R_a не ограничено; метод образования поверхности не задан
	То же, но для обозначения шероховатости поверхности, образуемой удалением слоя материала; конкретный вид завершающей обработки (операции) по образованию поверхности не указан
Растачивание *monKcela-Mciuom* *2,50/*	То же, но для обозначения шероховатости поверхности, образуемой удалением слоя материала при указании вида обработки (операции); в данном примере — тонкое (алмазное) растачивание
	То же, но для обозначения шероховатости поверхности, образуемой без удаления материала; конкретный вид образования поверхности не указан
125	Указаны наибольшее (1,25 мкм) и наименьшее (0,63 мкм) допустимые значения параметра R_a\ метод образования поверхности не указан
B_zZ0	Указаны наибольшее (20 мкм) и наименьшее (10 мкм) допустимые значения параметра R_z, поверхность образуется удалением слоя материала

Знак^ пример обозначения	Пояснения
0,53 *ОАО* **V** *2,5*	**Указаны наибольшее (0,63 мкм) и наименьшее (0,40 мкм) допустимые значения параметра R_a, определяемые на базовой длине /, равной 0,8 мм; относительная опорная длина профиля t_p при уровне сечения профиля 40% не должна быть меньше 60% и должна определяться на базовой длине, равной 2,5 мм; метод образования поверхности не указан**
ЫХ/0,8	**Указаны наибольшее допустимое значение параметра R_z, определяемое на базовой длине 0,8 мм; направление неровностей должно быть перпендикулярно линии, изображающей на чертеже поверхность, которая образуется удалением слоя материала**
S_m 0,063 *$П_T$04П* *t_s<f80t10%/0,8* *к/0,25* **V** *250*	**Указаны наибольшее значение параметра R_a, равное 0,1 мкм, на базовой длине** 0,8 мм; наибольшее"(0,063 мм) и наименьшее **(0,040 мм) допустимые значения параметра S_m на базовой длине 0,25 мм, номинальное значение параметра t_p на базовой длине 2,50 мм составляет 80% при допустимых отклонениях ± 10 % при уровне сечения профиля *p*, равном 50%; метод образования поверхности не указан**
0.32 Ша&рить *bmOfW 0,25* **V** *М*	**Указаны наибольшие допустимые значения параметра R_a, равное 0,32 мкм, и S_m, равное 0,040 мм, определяемое на базовой длине 0,25 мм; метод образования поверхности удалением слоя материала при завершающем виде обработки — шабрение; направление неровностей произвольное (М)**

Таблица 1.47. Обозначение на чертежах шероховатости поверхностей

Примеры	Требования к шероховатости поверхностей (пояснения)
	Шероховатость всех поверхностей детали одинакова. Обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа
	**Шероховатость нескольких поверхностей одинакова. Обозначение шероховатости этих поверхностей помещают в правом верхнем углу чертежа и дополняют знаком шероховатости *V* в скобках. Шероховатость других поверхностей обозначают на чертеже детали**

Продолжение табл. 1.47

Примеры	Требования к шероховатости поверхностей (пояснения)
3 S	**Поверхность или часть поверхностей не подлежат обработке по данному чертежу. Такие поверхности обозначают знаком \X без указания числового значения параметра шероховатости. В основной надписи чертежа должна быть дана ссылка (в виде указания сортамента материала) на стандарт или технические условия, где установлены требования к шероховатости этих поверхностей**
	**Часть поверхностей не подлежит обработке по данному чертежу. Шероховатость этих поверхностей на чертеже не указывается, а знак *4* без указания числового значения шероховатости выносят в правый верхний угол чертежа перед знаком шероховатости *V* в скобках**
2 3&	**Для частей поверхностей детали, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции, условный знак шероховатости не наносится. В этом случае одинаковые для части поверхностей требования к шероховатости или знак </ (без числового значения) в угол чертежа не выносят**
£ 3 *Полировать*	**Шероховатость поверхности на чертеже допускается обозначать упрощенно с применением знака *j* и строчных букв русского алфавита. Упрощенное обозначение должно разъясняться в технических требованиях чертежа**
	**Прерывистая поверхность или поверхность повторяющихся элементов (отверстий, пазов, зубьев, шлицев и т. п.), количество которых указано на чертеже, должно иметь одинаковую шероховатость. Обозначение ее в этом случае наносят один раз и так же, как и для одной и той же поверхности при нескольких ее изображениях**
SD ОМ Ж — *h*	**Отдельные участки одной и той же поверхности должны иметь различную шероховатость Участки разграничивают сплошной тонкой линией с указанием размера участка той или иной шероховатости**
	**Шероховатость рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, если на чертеже не приведен их профиль, наносят на линии делительной окружности *(а, б,* в), а для глобоидных червяков и сопряженных с ними колес — на линии расчетной окружности (г)**

Продолжение табл. 1.47

Примеры	Требования к шероховатости поверхностей (пояснения)
а) R_z20 б) М8×1-4h М8×1-6g	Шероховатость боковой поверхности резьбы, профиль которой на чертеже не указан, обозначают на выносной линии для указания размера резьбы *(а)* или на ее продолжении *(б)*
^ 5	Шероховатость поверхностей, образующих контур, одинакова. Обозначение шероховатости наносят один раз
	Шероховатость поверхностей, плавно переходящих одна в другую, одинакова. Обозначение шероховатости наносят один раз
Шероховатость поверхности А	Шероховатость всех частей поверхности сложной конфигурации одинакова. Обозначение шероховатости допускается указывать в технических требованиях чертежа со ссылкой на буквенное обозначение поверхности, отмеченной на чертеже равноотстоящей на 0,8... 1,0 мм от поверхности штрихпунктирной линией
	Если для поверхности, на которую наносится покрытие, должна быть указана шероховатость до покрытия, то ее обозначают по общим правилам
	Для поверхности, на которую наносится покрытие, может быть указана шероховатость до и после покрытия. Обозначение шероховатости до покрытия (например, R_a не более 0,4 мкм) наносят относительно линии чертежа, изображающей поверхность, а после покрытия (например, R_a не более 0,8 мкм) — относительно штрихпунктирной линии, равноотстоящей от линии чертежа с указанием при необходимости размера поверхности с шероховатостью после покрытия
0,8/ * Шероховатость поверхности после покрытия	Если для поверхности, на которую наносится покрытие, должна быть указана ее шероховатость только после покрытия, то это оговаривается в технических требованиях чертежа

Таблица 1.48. Типы и условное обозначение направления неровностей поверхности (по ГОСТ 2789—73)

Направление неровностей	Условное обозначение на чертеже	Схематическое изображение		Пояснения
Параллельное				Параллельно линии, изображающей на чертеже поверхность
Перпендикулярное	V±~			Перпендикулярно линии, изображающей на 'теотеже поверхность
Перекрещивающееся			<x><	Перекрещивание в двух направлениях наклонно к линии, изображающей на чертеже поверхность
Произвольное	V м			Различные направления по отношению к линии, изображающей на чертеже поверхность
Кругообразное	ч/Г	O		Приблизительно кругообразно по отношению к центру поверхности
Радиальное	•Л'	ф		Приблизительно радиально по отношению к центру поверхности

Волнистость поверхности — это совокупность периодически повторяющихся неровностей, у которых расстояние между смежными возвышенностями или впадинами превышает базовую длину /. Волнистость занимает промежуточное положение между шероховатостью и отклонениями формы поверхности (табл. 1.49). Условно границу между различными порядками отклонений поверхности можно установить по значению отношения отклонения шага S_w к высоте неровностей W_z. Отклонения, у которых отношение $S_w/ttPj<40$, относят к шероховатости поверхности, при 1ООО>STWU?*>40 — к волнистости, при $Sw/W_Z>1000$ — к отклонениям формы.

Рекомендацией СЭВ по стандартизации РС 3951—73 установлены три параметра волнистости.

Высота волнистости W_{Zt} мкм, — среднее арифметическое из пяти ее значений *(Wi„.W6)*, определенных на длине участка измерения L_w, равной не менее пяти действительным наибольшим шагам S_w волнистости (рис. 1.11, *а*): W_z~ -jr-^jWi. Допускается непоследовательное расположение участков измерения. Числовые предельные значения W_z следует выбирать из ряда: 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,3; 12,5; 25; 50; 100; 200. Отдельное измерение высоты волнистости производят на длине L_w , равной одной пятой части длины L_w-

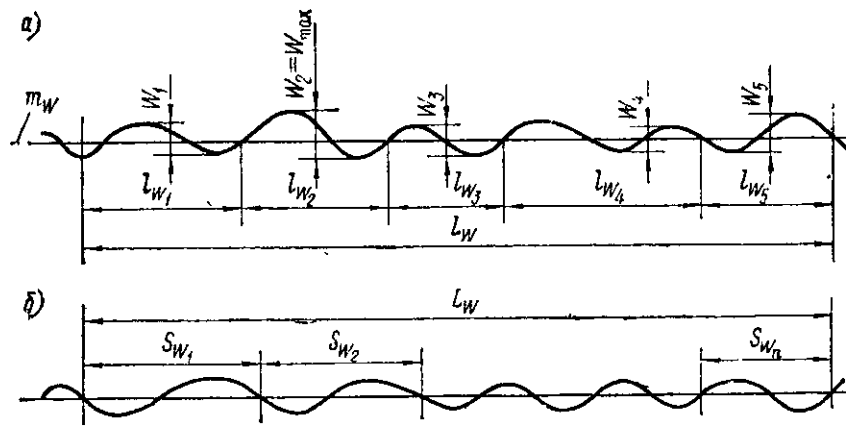


Рис. 1.11. Схема, иллюстрирующая определение высоты *(а)* и шага (б) волнистости поверхности

Наибольшая высота волнистости W_{max}, мкм,— расстояние между наивысшей и наинизшей точками измеренного профиля в пределах *Lw,* измеренное на одной полной волне.

Средний шаг волнистости *Sw,* мм, — среднее арифметическое значение длин отрезков S_{1r}. средней линии, ограниченных точками их пересечения с соседними участками профиля волнистости (рис. 1.11, б):

1 п

Положение средней линии m_w определяется так же, как и средней линии профиля *m* шероховатости.

Волнистость поверхностей измеряют специальными приборами. Для определения волнистости плоских поверхностей могут быть использованы некоторые типы приборов для измерения шероховатости, например профилометры-профилографы моделей 201 и 202, профилографы ММИ-2, ИС-32, ИЗП-5 и др. Измерения производят с применением специальных устройств, позволяющих увеличивать длину измеряемой трассы, а также отделять волнистость от шероховатости. Волнистость может быть измерена и с помощью некоторых приборов для определения прямолинейности, например авто-

Таблица 1.49. Параметры волнистости при некоторых видах механической обработки

Вид механической обработки	Высота волны, мкм	Шаг волны, мм
Плоское шлифование	**1,1.3,8**	**1,1...4,8**
Строгание	**1Д..2.5**	**1,3...4,0**
Точение	**1,0... 10,7**	**1,4...9,0**
Скоростное фрезерование	**1,4...6,0**	**1,6 ..5.2**
Притирка	**0,75...2,0**	**0,8...4,0**

коллиматорами с автоматической фиксацией результатов, оптическими линейками (ИС-36 и др.), линейками ЛИП-3 и УИП-5, прибором «Талилии».

Волнистость цилиндрических поверхностей может быть измерена с помощью приборов для измерения некруглости — кругломерами отечественных и зарубежных фирм, прибором МПГ-3 и др , а также специальными приборами ОКП-1 и 267 для контроля подшипников.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

ГЛАВА 2

2.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) представляет собой широкий комплекс организационных, технических и инженерных работ, направленных на наиболее эффективную организацию производства. Функционирование ЕСТПП в соответствии с ее назначением обеспечивается комплексным применением стандартов ЕСТПП, отраслевых стандартов и стандартов предприятий, а также других документов, в том числе:

Единой системы конструкторской документации (ЕСКД);

Единой системы технологической документации (ЕСТД);

Единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации;

Единой системы аттестации качества продукции;

государственной системы обеспечения единства измерений и др.

Основные требования к технологической подготовке производства (ТПП) установлены ГОСТ 14.002—73.

Используемые в ЕСТПП стандарты определяют соответствующую терминологию.

Основные общие понятия ТПП (ГОСТ 14.004—74). Технологическая подготовка производства — совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску изделий заданного уровня качества при установленных сроках, объеме выпуска и затратах.

Программа выпуска изделий (программа выпуска) — перечень наименований изготовляемых или ремонтируемых изделий с указанием объема выпуска и срока выполнения по каждому наименованию.

Объем выпуска — количество изделий определенных наименований, типоразмера и исполнения, изготовляемых или ремонтируемых объединением, предприятием или его подразделением в течение планируемого интервала времени.

Единичное производство — производство, характеризуемое широкой номенклатурой изготовляемых или ремонтируемых изделий и малым объемом выпуска изделий.

Серийное производство — производство, характеризуемое ограниченной номенклатурой изделий, изготовляемых или ремонтируемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска.

Массовое производство — производство, характеризуемое узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготовляемых или ремонтируемых в течение продолжительного времени.

Опытное производство — производство образцов, партий или серий изделий для проведения исследовательских работ или разработки конструкторской и технологической документации для установившегося производства.

Поточная организация производства — форма организации производства, характеризуемая расположением средств технологического оснащения в последовательности выполнения операций технологического процесса и специализации рабочих мест.

Групповая организация производства — форма организации производства, характеризуемая совместным изготовлением или ремонтом групп изделий различной конфигурации на специализированных рабочих местах.

Виды изделий (ГОСТ 2.101—68 — СТ СЭВ 364-76). **Изделием** называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. В зависимости от назначения их делят па изделия основного и вспомогательного про изводства. К первым относят изделия, выпускаемые для поставкк (реализации). Ко вторым — изделия, предназначенные только для собственных нужд изготовляющего их предприятия.

Деталь — изделие, выполненное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.

Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями.

Полуфабрикат — изделие предприятия-поставщика, подлежащее дополнительной обработке или сборке.

Технологический процесс (ГОСТ 3.1109—73). **Производственный процесс** — совокупность всех действий людей и орудий производства на данном предприятии для изготовления или ремонта изделий.

Рабочее место — часть пространства, приспособленная для выполнения работником (группой работников) производственного задания. Рабочее место включает основное и вспомогательное оборудование, технологическую и организационную оснастку и (на ограниченное время) предметы производства.

Технологический процесс — часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства. Согласно ГОСТ 3.1109—73 технологический процесс бывает проектным, рабочим, единичным, типовым, стандартным, временным, перспективным, маршрутным, операционным, маршрутно-операционным.

По методу исполнения различают следующие составные части технологических процессов: формообразование; литье; формование; гальванопластика; обработка: резанием, давлением, термическая* электрофизическая, электрохимическая; нанесение покрытия; сборка; сварка; пайка; клепка; склеивание; узловая сборка; общая сборка; контроль качества продукции; ремонт.

Технологическая операция — законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Установ — часть технологической операции, осуществляемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы*

Позиция — фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой (или собираемой сборочной единицей) совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Технологический переход — законченная часть технологической операции, характеризуемая постоянством применяемого инструмента и поверхностей (детали), образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Вспомогательный переход — законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров и шероховатости поверхностей, но необходимы для выполнения технологического перехода.

Рабочий ход — законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

Вспомогательный ход — законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, не сопровождаемого изменением формы, размера, шероховатости поверхности или свойств заготовки, но необходимого для выполнения рабочего хода.

Заготовка — предмет производства, из которого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности и свойств материала изготовляют деталь или неразъемную сборочную единицу.

Исходная заготовка — заготовка перед первой технологической операцией.

Основной материал — материал исходной заготовки.

Вспомогательный материал — материал, расходуемый при выполнении технологического процесса дополнительно к основному материалу.

Производственная партия — группа заготовок одного наименования и типоразмера, запускаемых в обработку одновременно или непрерывно в течение определенного интервала времени.

Операционная партия — производственная партия или ее часть, поступающая .на рабочее место для выполнения технологической операции.

Сборочный комплект — группа составных частей изделия, которые необходимо подать на рабочее место для сборки изделия или его составной части.

Технологическое оборудование — орудия производства, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них и при необходимости источник энергии.

Технологическая оснастка (оснастка) — орудия производства, добавляемые к технологическому оборудованию для выполнения определенной части технологического процесса.

Средства технологического оснащения — совокупность технологического оборудования, оснастки и средств механизации и автоматизации вспомогательных переходов.

Наладка — подготовка технологического оборудования и оснастки к выполнению определенной технологической операции. При наладке станка на размер лезвию инструмента придают требуемое расположение относительно баз заготовки.

П о д н а л а д к а — дополнительная регулировка технологического оборудования и (или) оснастки в процессе работы для восстановления достигнутых при наладке значений параметров.

• **Н а с т р о й к а** станка на размер — придание лезвию инструмента требуемого расположения относительно баз заготовки.

Технологичность конструкций (ГОСТ 18831—73). **Т е х н о л о г и ч н о с т ь** — соответствие изделия требованиям производства и эксплуатации. По ГОСТ 18831—73 различают технологичность: производственную; эксплуатационную; при техническом обслуживании; ремонтную; заготовки; детали; сборочной единицы; по процессу изготовления; по форме поверхности; по размерам; по материалам.

Качество продукции (ГОСТ 15467—79, 15895—77, 16035—70, 16456—70, 16504—74). **К а ч е с т в о п р о д у к ц и и** — совокупность свойств продукции (изделий), обусловливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением.

2.2. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ И ЗАЖИМНЫХ УСИЛИЙ

В процессе обработки заготовка детали должна сохранять заданное положение относительно элементов станка или приспособления. **Д л я э т о г о** ее необходимо лишить определенного числа степеней

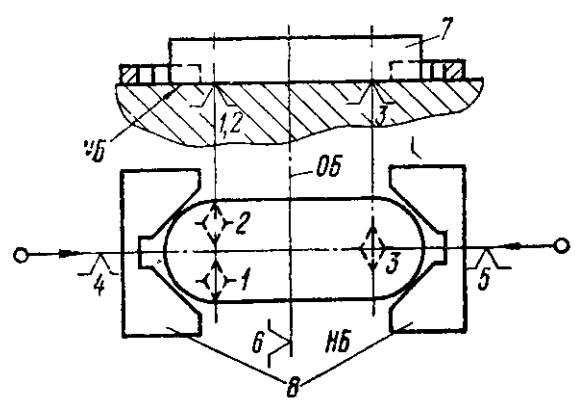


Рис. 2.1. Схема установки заготовки:
УБ — установочная явная база заготовки; *ОБ* — опорная скрытая база заготовки; /...6 — опорные точки; 7 — заготовка; *8* — губки самоцентрирующих тисков

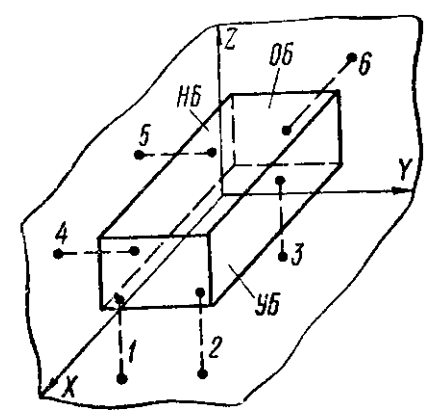


Рис. 2 2. Базирование заготовки:
1.6 — двусторонние связи по опорным точкам, *УБ* — установочная база, *НБ* — направляющая база; *ОБ* — опорная ба-< за

свободы из возможных шести: трех прямолинейных движений в направлении выбранных осей координат й трех вращательных движений вокруг этих или параллельных им осей. Придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат называется **б а з и р о в а н и е м**. Вопросы базирования сформулированы ГОСТ 21495—76. Ниже приведены некоторые термины и определения (рис. 2.1, 2.2).

Б а з а — поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащие заготовке или изделию и и< пользуемые для базирования.

Конструкторская база — база для определения положения детали или сборочной единицы в изделии.

Действительная база — база, фактически применяемая в конструкции при изготовлении, эксплуатации или ремонте изделия.

Комплект баз — совокупность трех баз, образующих систему координат заготовки или изделия.

Технологическая база — база для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта.

Измерительная база — база для нахождения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения (рис 2.3).

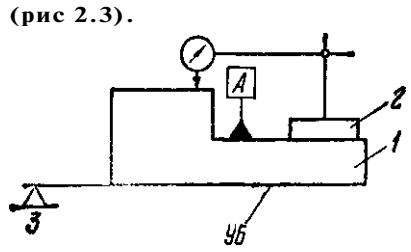


Рис. 2 3 К определению баз: *А* — измерительная база; / — деталь; *2* — индикатор со стойкой, используемые при измерении отклонения от параллельности пло« скостей; *УБ* — установочная база

Установочная база — база, лишающая заготовку или изделие трех степеней свободы — перемещений вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей.

Направляющая база — база, лишающая заготовку или изделие двух степеней свободы — перемещений вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси.

Опорная база — база, лишающая заготовку или изделие одной степени свободы — перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси.

Двойная направляющая база — база, лишающая заготовку или изделие четырех степеней свободы — перемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей.

Двойная опорная база — база, лишающая заготовку или изделие двух степеней свободы — перемещений вдоль двух координатных осей.

Скрытая база — база заготовки или изделия в виде воображаемой плоскости, оси или точки (см. рис. 2.1).

Явная база — база заготовки или изделия в виде реальной поверхности, разметочной риски или точки пересечения рисок.

Опорная точка — точка, символизирующая одну из связей заготовки или изделия с избранной системой координат.

Схема базирования — схема расположения опорных точек на базах заготовки или изделия.

Смена баз — преднамеренная или случайная замена одних баз другими с сохранением их принадлежности к конструкторским, технологическим или измерительным базам.

Погрешность базирования — отклонение фактически достигнутого положения заготовки или изделия при базировании от требуемого.

Закрепление — приложение сил и пар сил к заготовке или изделию для обеспечения постоянства их положения, достигнутого при базировании.

Установка — процесс базирования и закрепления заготовки или изделия.

Погрешность установки — отклонение фактически достигнутого положения заготовки или изделия при установке от требуемого.

Таким образом, для обеспечения неподвижности заготовки или изделия в избранной системе координат на них следует наложить шесть двусторонних геометрических связей, для создания которых необходим комплект баз, материализующих шесть опорных точек Если в соответствии с назначением изделие должно иметь определенное число степеней свободы, то часть связей снимается.

Для обеспечения контакта между поверхностями заготовки и опорными точками необходимо приложить зажимные усилия, которые рекомендуется располагать против опорных точек.

При изготовлении деталей используемая технологическая оснастка обеспечивает различные схемы базирования и характер направления зажимных усилий. Принятые условные обозначения (ГОСТ 3.1107—73) технологических баз, опор и зажимных устройств позволяют указать на операционных эскизах технологических процессов вид установки заготовки на каждой данной операции (табл. 2.1, 2.2).

Таблица 2.1. Условное обозначение опор и зажимов

Обозначение	Наименование
а) *Б)* Ъ£. Ж	1. Центры: *а* — гладкие; *б* — рифленые
а) *Б)*	2. Центры: *а* — вращающиеся; *б* —- плавающие
а) *б)* Л =Л=	3. Штыри, пальцы, пластины неподвижные (а); опоры съемные *(б)*
4 *б)* Л/£ Л/я	4. Оправки: *а* — цилиндрические; *б* — конические
а) *б)* УС *4* ^ 0 - ф -	5. Опоры одиночные: *а* — плавающие; *б* —- регулируемые, самоустанавливающиеся, подводимые

[1] На теоретических схемах базирования опорные точки на виде спереди и сбоку обозначаются знаком ^ Д ^ , а на виде сверху

- о -

Продолжение табл. 2J

Обозначение	Наименование
а) *В)* 0—0 0—Ш	**6. Опоры призматического типа:** *а* **—- неподвижные; б — подвижные**
	7. Опоры сблокированные
	8. Патроны: *а* **шариковые, роликовые; б — поводковые**
	9. Патроны двух-, трех- и четырехкулачковые, цанговые, оправки разжимные
	10. Люнеты: *а***—неподвижные;** *б***— подвижные**
0 0—0	**11. Зажимы механические:** *а***—одиночный; б — сблокированный двойной**
	12. Зажимы: *а* **— гидравлический, б — пневматический;** *в* **— магнитный и электромагнитный**

Примечание. Ряд элементов (пп. 1, 2, 4, 8, 10) одинаково изображаются на виде сбоку и в плане.

Таблица 2.2. Примеры выполнения схем установок заготовок на станках

	У. А О —
В центрах, на рифленом и гладком центрах	В центрах, с плавающим и вращающимся центрами и поводковым патроном; упор в торец
	30 Е
В центрах, на гладком и вращающемся центрах, в поводковом патроне и в подвижном люнете	В центрах, с плавающим и гладким центрами, в поводковом патроне, упор в торец; в неподвижном люнете
В приспособлении с опорой на плоскость, с пневматическим зажимом	В неподвижной и подвижной призмах с опорой на плоскость, с механическим "зажимом
N	
В трехкулачковом механическом патроне, с упором в торец	В трехкулачковом пневматическом патроне без упора в торец

Продолжение табл. 2-2

На разжимной цилиндрической оправке механического типа, с упором в торец	На цилиндрической оправке с гидравлическим зажимом, с упором в торец
В приспособлении с механическим зажимом, с опорой на плоскость и с одной подвижной опорой	В приспособлении с электромагнитным зажимом, < опорой на плоскость и с базированием на отверстие

2.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Для оформления технологических процессов применяется соответствующая технологическая документация. Единой системой технологической документации (ГОСТ 3.1102—74) 'предусматривается целый ряд технологических документов: маршрутная карта, карта эскизов, операционная карта, ведомость оснастки, ведомость материалов, ведомость технологических документов и т. д.

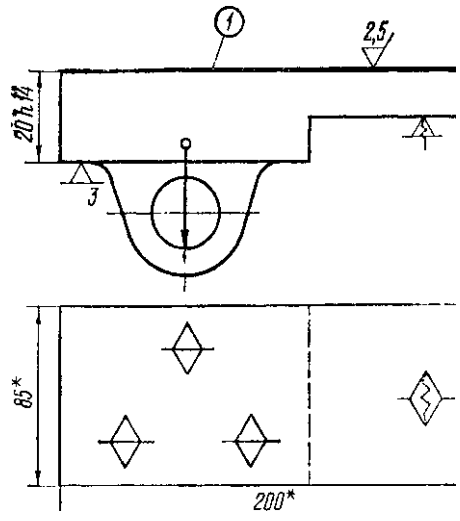
В условиях единичного и опытного производства основным технологическим документом, с помощью которого технологический процесс доводится до рабочего места, является маршрутная карта формы 2 или 2а по ГОСТ 3.1105—74, дополняемая чертежом детали или операционным эскизом. Описание содержания технологических операций в маршрутных картах называется маршрутным.

В серийном и массовом производстве принято использовать развернутые технологические процессы с подробным описанием отдельных операций на операционных картах, составляемых совместно с картами эскизов (формы 5 или 5а по ГОСТ 3.1105—74). Для записи переходов операций механической обработки применяются операционные карты-формы 1 и 1а по ГОСТ 3.1404—74, а операций слесарных, слесарно-сборочных и электромонтажных — формы 2 и 2а по ГОСТ 3.1407—74. Комплект операционных карт, карт эскизов, различных ведомостей, составляющих развернутый технологический процесс, обычно сопровождается маршрутной картой.

Изложение технологического процесса на операционных картах принято называть пооперационным.

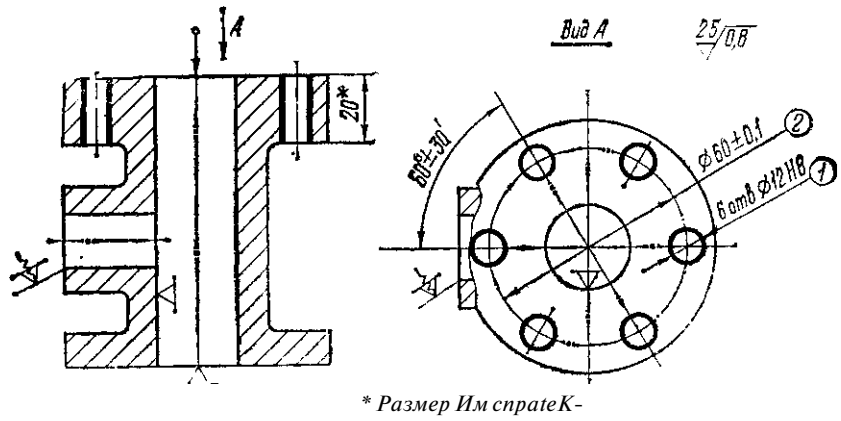
Операционный эскиз — графический технологический документ, который по своему назначению и содержанию заменяет (на данной операции) рабочий чертеж изделия (детали). Операционный эскиз оформляется на карте эскизов в соответствии с определенными требованиями (рис. 2.4, 2.5, 2.6).

1. Главная проекция на операционном эскизе должна изобра* жать заготовку в том виде, который она имеет со стороны рабочего места у станка после выполнения операции. Число дополнительных проекций, сечений, разрезов и выносных элементов должно



Размеры для справок

Рис. 2.4. Операционный эскиз на операцию фрезерования поверхности



* Размер Им спратеК-

Рис. 2.5. Операционный эскиз на операцию обработки 6 отверстий 0 12Я8

быть достаточным, чтобы показать все обрабатываемые на данной операции поверхности, их размеры, а также поверхности, принятые за базы. Если операция состоит из нескольких установов, то на карте эскизов вычерчиваются эскизы заготовки после обработки ее при каждом установе (рис. 2.6),

2. Графическое изображение заготовки допускается вычерчивать в произвольном масштабе.

3. Обрабатываемые поверхности заготовки на операционном эскизе показываются утолщенной сплошной линией толщиной 2... 3 s по ГОСТ 2.303—68 (СТ СЭВ 1178—78), где s — толщина основных линий на эскизе.

4. На операционном эскизе указывают только те значения, которые определяют размеры обрабатываемых на данной операции поверхностей и их положение относительно баз.

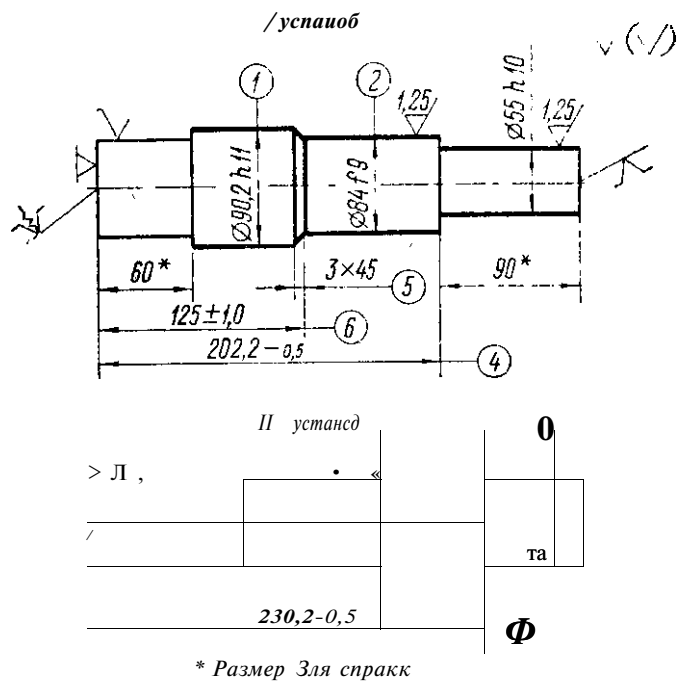


Рис. 2 6. Операционный эскиз на операцию обработки вала на токарном станке за два установа

5. Размеры указываются с предельными отклонениями в виде чисел или условных обозначений полей допусков и посадок согласно стандартам Характер простановки размеров на операционном эскизе должен отвечать требованиям ГОСТ 2.307—68 (см. табл. 1.34).

6. При полной записи содержания переходов все размеры обрабатываемых поверхностей условно нумеруются арабскими цифрами. Номер размера обрабатываемой поверхности проставляют в окружности диаметром 6...8 мм, располагая ее на продолжении размерной линии. Нумерация производится по часовой стрелке. На эскизах к каждой д-анной операции нумерация размеров начинается с единицы (нумерация не является сквозной по всему технологическому процессу). При сокращенной записи переходов (см. табл. 2.10) нумеруются не размеры, а обрабатываемые поверхности (см. рис. 2.4).

7. На операционном эскизе рекомендуется проставлять справочные размеры, показывающие протяженность (длину, ширину, высоту) обрабатываемых на данной операции поверхностей. Спра-

вочные размеры отмечают знаком *, а в технических требованиях на карте эскизов записывают: «Размеры для справок».

8. В соответствии с требованиями ГОСТ 2.309—73 (СТ СЭВ 1632—79) указывается шероховатость обрабатываемых поверхностей, которая должна быть обеспечена данной операцией.

9. На эскизе с помощью условных обозначений (см. табл. 2.1, 2.2) указываются опоры, определяющие технологические базы, задаются направление и точка приложения усилия зажима заготовки Несколько одноименных опор могут быть обозначены одним знаком с указанием количества этих опор арабской цифрой справа от знака (см. рис. 2.4). На эскизах допускается обозначать любые опоры упрощенным знаком __Л_» любые зажимы стрелкой О————Вид опор сверху указывают отдельно друг от друга в соответствии с принятым их размещением.

10. Таблицы, схемы и технические требования следует размещать на свободном поле карты эскизов справа от изображения или под ним.

11. При маршрутном описании содержания операции (операций) в единичном и опытном производстве операционный эскиз может содерл<ать данные о поверхностях, обрабатываемых на различном оборудовании; в качестве операционного эскиза может быть представлен чертеж изготовляемой детали. На операционных эскизах маршрутного описания могут отсутствовать обозначения технологических баз, опор, зажимных усилий.

12. Оформление карт эскизов ведется с учетом требований, предъявляемых к графическим документам ГОСТ 3.1104—74.

Схемы наладок разрабатываются для выполнения переходов (операций) технологического процесса, осуществляемого способом автоматического получения размеров детали. Схема наладки для данной операции (рис. 2.7) вычерчивается на карте эскизов и прилагается к операционному эскизу. Инструменты, державки, суппорты, револьверные головки на ней изображаются в упрощенном виде. Для каждого перехода заготовка показывается с видом, который она должна иметь после осуществления перехода; при этом указываются обрабатываемые на данном переходе поверхности и их размеры с отклонениями. Режущие инструменты на схеме наладки изображаются в конечном рабочем положении. Последовательность выполнения переходов на схеме наладки указывается цифрами. В сложных схемах могут быть условно обозначены движения инструментов — рабочие и вспомогательные, использование продольных и поперечных упоров, фиксатора револьверной головки и т. п.

Маршрутная карта — это документ, содержащий описание операций технологического процесса изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещения) в их технологической последовательности В маршрутной карте указываются данные об оборудовании, оснастке, материальных и трудовых затратах в соответствии с установленными по ГОСТ 3.1105—-74 формами (схема 2.1).

Маршрутная карта состоит из ряда граф, которые заполняются определенными данными (табл. 2.3). Наименование и содержание операций в маршрутной карте (графа 25) записываются с учетом требований ГОСТ 3.1702—79, который определяет перечень операций, их кодирование, правила записи эгих операций и составляющих их переходов и т. д.

Наименование операции обработки резанием в маршрутной карте* должно быть записано в соответствии с терминами группы операций (табл. 2.4), например токарная, фрезерная, сверлильная. Рекомендуется и уточненная форма записи наименова-

ния операции, учитывающая особенности применяемого оборудования, например токарно-винторезная, вертикально-фрезерная, вертикально-сверлильная и т. п. (см. ГОСТ 3.1702—79).

Содержание операции в маршрутной карте раскрывается при маршрутном изложении технологического процесса

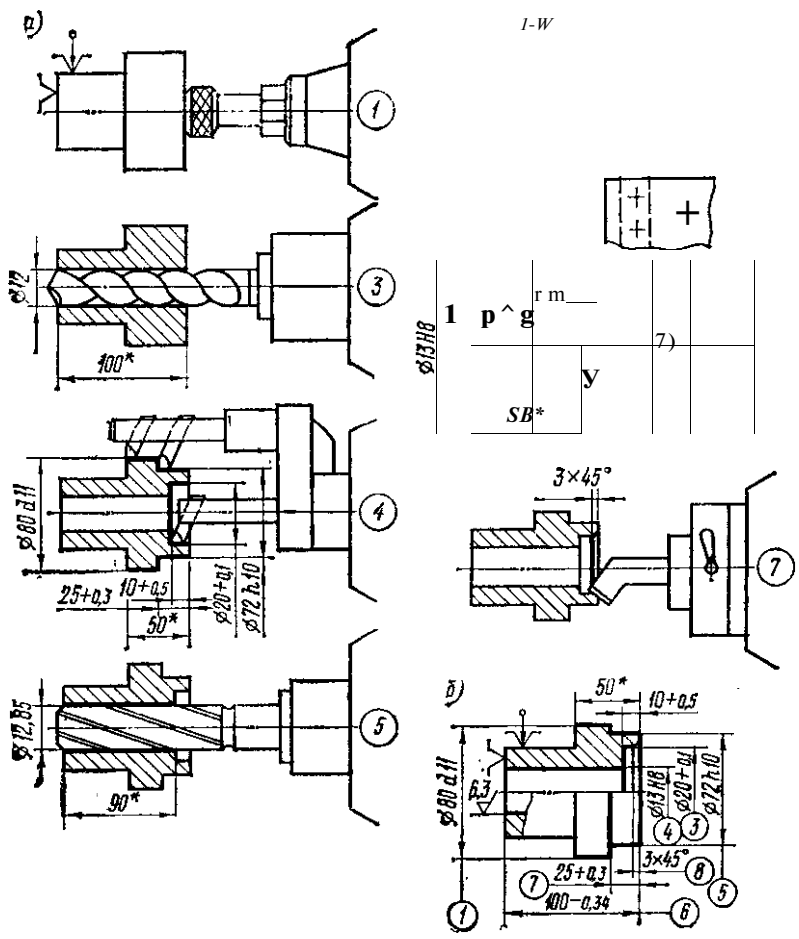


Рис. 2.7. Схема настройки револьверного станка с вертикальной осью вращения револьверной головки *(а);* операционный эскиз (б)

в единичном и опытном производстве. В маршрутных картах, прилагаемых к развернутым технологическим процессам (серийное и массовое производство), содержание операций по переходам не приводится, так как оно записывается в операционных картах.

Запись содержания операции при маршрутном изложении технологического процесса может быть полной или сокращенной. ГОСТ 3.1702—79 определяет схему записи (схема 2.2), которая начинается с ключевого слова — глагола в неопределенной форме, характеризующего метод обработки: ***точить, сверлить, фре****

Iff

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата		ГОСТ 3.1105—74 Форма
1	2	3	4	5		1 8

Маршрутная карта	6	19
	7 *Фланец*	Литера 10

Материал				Заготовка				Единица нормирования	Норма расхода	Коэфф. исп. матер.
Наименование, марка	Код	Код единицы величины	Масса детали	Код и вид	Профиль и размер	Кол.дет.	Масса			
11 *Серый чугун СЧ 21-40 ГОСТ 1412—70*	12	13	14 *12,6*	15 *Отливка*	16	17 /	18 *15,9*	19 /	20 *15,9*	21 *0,79*

Номер			Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)	Коэфф. шт. вр. / Код профессии	Кол. раб. / Разр. работ	Кол. одн. обрабат. деталей / Единица нормир.	Код тариф, сетки / Код вида нормы	Объем произвол, партии	Тп.з / Тш1Л
Х СЮ а*	* н о V	1 <У И Я К о кг									
22	1231	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
		1	*Вертикально-фрезерная*	*Вертикально-фрезерный 6Н12ПБ*	*Тиски 7200—0178 ГОСТ 21168—75*			*Щ*		*5000*	*8/2,6*
					Фреза 2214—0157 ВК6 ГОСТ 9473—71						
					Оправка 6222—0040 ГОСТ 13785—68						
1											

34 35 36 37 38 Разраб. 39 40 41 42 Лист 43

Изм. Лист № докум. Подпись Дата Изм, Лист № докум. Подпись Дата Н. контр. Листов44

Схема 21. Маршрутная карта с примером заполнения некоторых граф

Таблица £.3. Маршрутная карта

Номер графы	Содержание графы
	Инвентарные номера, подписи и даты регистрации основного экземпляра
	Обозначение детали (сборочной единицы) по конструкторскому документу
	Наименование детали (сборочной единицы) по конструкторскому документу
	Цифровое (кодовое) обозначение технологического процесса, маршрутной карты, технологического документа (по ГОСТ 3.1201—74)
	Литера, присвоенная технологическому процессу
	Наименование и марка материала
	Код материала по классификатору
	Код единицы массы детали или заготовки по классификатору
	Масса детали по конструкторскому документу, кг
	Код заготовки по классификатору и ее вид
	Профиль и размеры заготовки
	Количество деталей, изготовляемых из одной заготовки
	Масса заготовки, кг
	Количество деталей, на которое установлена норма расхода материала (1, 10, 100 шт. и т. д.)
	Норма расхода материала (кг) на одну деталь
	Коэффициент использования материала
	Номер цеха, в котором выполняется операция (процесс)
	Номер участка, конвейера, поточной линии, склада или рабочего места
	Номер операции (процесса) в технологической последовательности изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещения)
	Наименование и содержание операции (процесса)
	Код, наименование (модель) и инвентарный номер технологического оборудования
	Код и наименование приспособления и инструмента. Допускается указывать только специальную оснастку
	Дробное обозначение:. в числителе — коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании, в знаменателе—код профессии по классификатору
	Дробное обозначение: в числителе — количество рабочих, занятых на операции, в знаменателе — разряд выполняемых работ
	Дробное обозначение: в числителе — количество одновременно обрабатываемых деталей при осуществлении операции, в знаменателе — количество деталей, на которое установлена норма времени: 1, 10, 100 шт. и т. д.
	Дробное обозначение: в числителе — код тарифной сетки, определяющей условия работы (горячие, холодные и др.), в знаменателе — код вида нормы (расчетный, хронометражный, опытно-статистический и др.)
	Объем производственной программы, в шт. Графу заполняют только при серийном производстве

Продолжение табл. 2.3

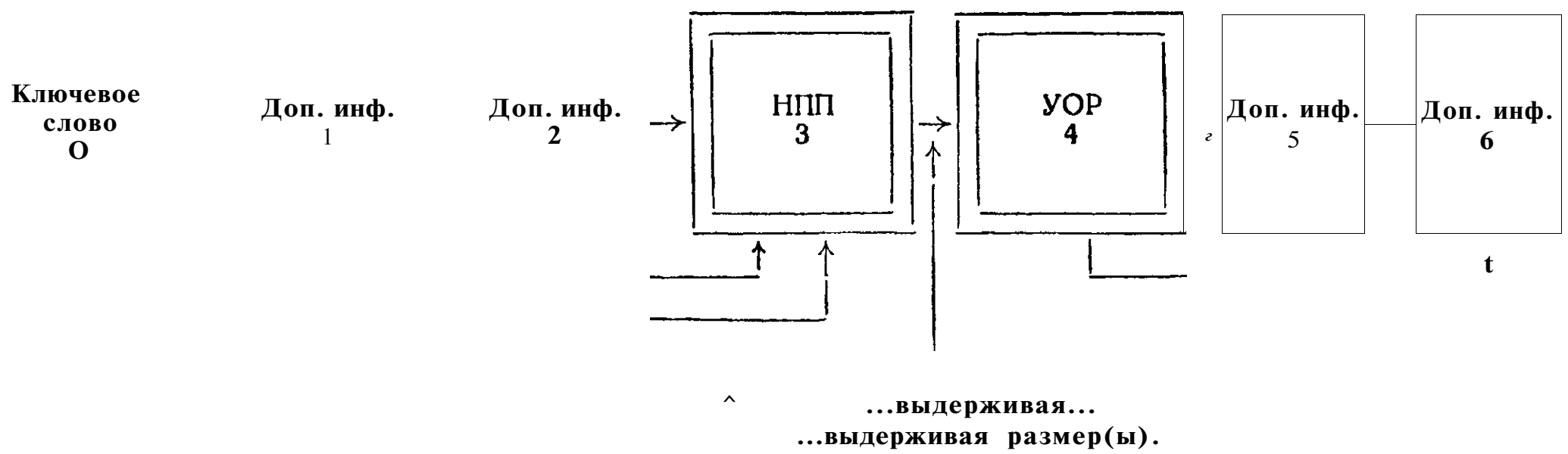
Номер графы	Содержание графы
33	Дробное обозначение: , в числителе — норма подготовительно-заключительного времени на операцию, мин, в знаменателе— норма штучного времени на операцию, мин
34—38	Вносимые изменения
39—42	Подписи разработчиков (проверяющих и утверждающих), даты
43	Порядковый номер листа
44	Общее количество листов документа

Таблица 2.4. Группы операций обработки резанием

группы	Наименование группы	Применяемые станки (оборудование;
01	Автоматно-линейная	Автоматические линии
02	Агрегатная	Агрегатные
03	Долбежная	Долбежные
04	Зубообрабатывающая	Зубофрезерные, зубострогальные, зубошлифовальные и др.
05	Комбинированная	Сверлильно-фрезерные и др.
Об	Отделочная	Хонинговальные, доводочные, полировальные, суперфинишные
07	Отрезная	Отрезные
03	Программная	Станки с программным управлением
09	Протяжная	Протяжные
10	Расточная	Расточные
11	Резьбонарезная	Гайконарезные, резьбофрезерные и др.
12	Сверлильная	Сверлильные
13	Строгальная	Строгальные
14	Токарная	Токарные, токарно-винторезные, многорезцовые и др.
15	Фрезерная	Фрезерные (кроме зубо- и резьбофрезерных)
16	Шлифовальная	Шлифовальные (кроме зубошлифовальных)

веровать и т. д. (табл. 2.5). Далее в определенной последовательности (см. приведенную блок-схему) указывается дополнительная и основная информация. Первая дополнительная информация (Доп. инф. 1), записываемая сразу после ключевого слова, указывает на количество последовательно или одновременно обрабатываемых поверхностей: 2, 3, 4... Вторая дополнительная информация (Доп. инф. 2), приводимая при полной записи вслед за первой, характе-

5 *а)*



6^ **Сверлить** 2 **глухих отверстия, выдерживая** d = 8 + 0,2; d_x = 35 ± 0,1; /г = 12, **согласно эскизу**

в) **Точить внутреннюю поверхность, выдерживая размеры** d = 40 — 0,34; d_2 = 20 — 0,24; / = 40 ± 0,2, **г =** 1.5

окончательно

Схема 2.2 **Запись содержания операций при маршрутном изложении технологического процесса:** ***а*** **— блок-схема;** ***б, в*** **— примеры**

Таблица 2.5. Ключевые слова технологических переходов **и их** условные коды

Код	Ключевое слово	Код	Ключевое слово
01	Вальцевать	25	Рассверлить
02	Врезаться	26	Расточить
03	Галтовагь	27	Сверлить
04	Гравировать	28	Строгать
05	Довести	29	Суперфинишировать
Об	Долбить	30	Точить
07	Закруглить	31	Хонинговать
08	Заточить	32	Шевинговать
09	Затыловать	33	Шлифовать
10	Зенкеровать, зенковать	34	Цековать
11	Навить	35	Центровать
12	Накатать	36	**Фрезеровать**
13	Нарезать		
14	Обкатать	80	Выверить
15	Опилить	81	Закрепить
16	Отрезать	**82**	**Настроить**
17	Подрезать	83	Переустановить
18	Полировать	*••	
19	Притирать	86	**Переместить**
20	Приработать	87	Поджать
21	Протянуть	88	Проверить
22	Развернуть	89	Смазать
23	Развальцевать	90	Снять
24	Раскатать	91	Установить

ризует обрабатываемую поверхность. При записи этой информации следует придерживаться определенных терминов, например *внутренняя, коническая, криволинейная, фасонная, ступенчатая, наружная* (...поверхность), *глухое, сквозное* (...отверстие), *шпоночный, Т-образный* (...паз) и т. д.

Наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей и конструктивных элементов (НППЗ) в записи содержания операции указывается после второй дополнительной информации. Стандарт рекомендует термины, которые необходимо использовать при этом: *деталь, заготовка, червяк, цилиндр, поверхность, резьба, рифление, ступень, сфера, торец, контур, конус, лы* ска, фаска, отверстие, галтель, буртик, выточка и* **г.** *д.*

Условное обозначение размеров и конструктивных элементов с числовыми данными (УОР4) приводятся после слов «выдерживая» или «выдерживая размер (размеры)», которые в записи содержания операции записываются после наименования предметов производства, обрабатываемых поверхностей или конструктивных элементов. Приняты следующие обозначения:

d (D) — диаметр; / — длина; ***Ь*~-ширина**; -угол; / — шаг; ***h* —** глубина, высота; # — радиус поверхности. Размерность всех линейных величин (мм) при записи не указывается.

Дополнительная информация (Доп. инф. 5)» приводимая после размеров, указывает фаски *(с)* и радиусы закруглений *(г)* на обрабатываемых поверхностях, Завершает запись содержания опера-

ции дополнительная информация (Доп. инф. 6), определяющая характер обработки или количество одновременно (последовательно) обрабатываемых поверхностей. Рекомендуемые при этом термины следующие: *окончательно, предварительно, с подрезкой торца, по копиру, по программе, согласно чертежу, согласно эскизу, одновременно, последовательно.*

Полная запись содержания операции или нескольких операций в маршруткой карте обычно делается при отсутствии (или недостаточно полных) графических изображений, а также для комплексного отражения всех осуществляемых действий по обработке (изготовлению) детали.

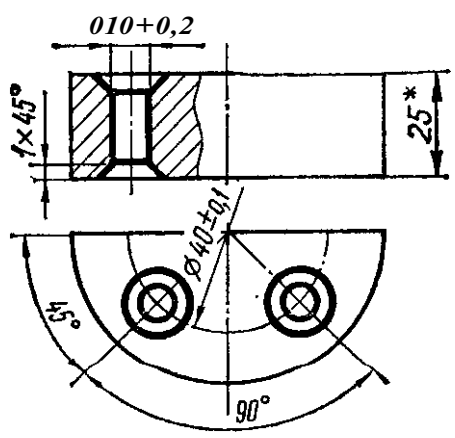


Рис. 2.8. Эскиз к записи операций в маршрутной карте:

полная запись: *.Сверлить 2 сквоэ» ных отверстия с последующим зенкованием фасок, выдерживая d^=10+ +0,2; а^40±0,1, <45°±30'; <90°± ± 30' и 1Х45* согласно эскизу*;* сокращенная запись: *„Сверлить 2 отв. d=10+0,2, зенковать фаски 1Х45° согласно эскизу".*

Сокращенная запись делается при наличии графических изображений, достаточно полно отражающих всю необходимую информацию. При сокращенной записи некоторая дополнительная информация не дается (рис. 2.8).

Следует отметить, что при маршрутном изложении технологического процесса в записи некоторых операций допускается указывать в одном предложении несколько ключевых слов, характеризующих последовательность обработки изделия в данной операции, например: *сверлить, зенкеровать и развернуть 2 сквозных отверстия с последующим зенкованием фасок, выдерживая...*

Данные об оборудовании и оснастке приводятся в маршрутной карте в соответствующих графах (26, 27). При заполнении графы об оборудовании обычно указывают модель станка и его наименование. Режущий, вспомогательный и мерительный инструмент, используемые -приспособления записываются в графе маршрутной^ карты в соответствии с принятыми обозначениями по действующим ГОСТам и нормалям, а специальная оснастка — в соответствии с правилами действующих на предприятиях нормативных документов. Универсальный мерительный инструмент в маршрутной карте как правило не указывается (табл. 2.6).

Кодовая запись данных об оборудовании и оснастке характерна для машинного проектирования и в практике пока встречается сравнительно редко.

Операционная карта механической обработки — документ, содержащий описание технологической операции с указанием переходов, режимов обработки, оборудования, средств оснащения и т. д. (табл. 2.7) Ряд граф операционной карты (1...10, 11, 12, 13, 15, 22...26, 38...48) заполняется аналогично графам маршрутной карты (см. табл. 2 3). При записи данных в других графах операционной карты следует придерживаться определенных правил (см. Схему 2.3).

Т а б л и ц а 2,6. Примеры заполнения некоторых граф маршрутной карты

Д-участка	Номер операции	Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)
	1	*Горизонтально-фрезерная. Фрезеровать паз, выдерживая b = 8 + + h = 4 + 0,3; 1 = 25 + 1,0 предварительно; шероховатость поверхностей* $\overset{12,5}{Ty}$	*Горизонтально-фрезерный 6М82Г*	*Тиски 7200—0205 ГОСТ 51310—72 Фреза 2240-0207 11 80Х8 ПШ ГОСТ 9474—73 Оправка 6225-0147 ГОСТ 15067—75 Втулка 6010—0221 ГОСТ 15072—75 Кольца ГОСТ 15071—75*
	2	*Токарная. Точить заготовку, выдерживая размеры d = 40h12; d_1 = = 20dll, 1 = 45—0,5; l_x = 60 — 0,5 и фаску 2 X 45 согласно эскизу*	*Токарный 16К20*	*Патрон 7100—0011 ГОСТ 2675—80 Резец 2102—0005—ВК8—1 ГОСТ 18877—73 Резец 2103— 0007—ВК8 ГОСТ 18879—73*

Содержание основных и вспомогательных переходов данной операции (20) записывается в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1702—79. Вначале указывается первый вспомогательный переход. Например:

А. Установить заготовку.

Б. Закрепить заготовку.

В конце перечня переходов (операции) следует написать:

В. Снять заготовку.

Допускается объединять вспомогательные переходы, например: ***А. Снять, установить и закрепить заготовку*** или: ***А. Снять, установить, выверить и закрепить заготовку.***

При необходимости в процессе операции переустановить заготовку указывают в требуемом месте соответствующий вспомогательный переход, например:

Б. Переустановить и закрепить заготовку»

В. Переустановить, выверить и закрепить заготовку.

Некоторые часто повторяющиеся вспомогательные переходы, например, такие, как ***^Повернуть револьверную головку», гОтвести (подвести) револьверную головку»,*** в ряде случаев в перечне переходов не указывают. Их лишь учитывают при определении вспомогательного времени $Г_в$> ограничиваясь записью первого вспомогательного перехода: ***А. Снять, установить и закрепить*** [1] ***заготовку.***

[1] Переход ***^закрепить»*** включает в себя **и** переход ***^раскрепить».***

Таблица 2.7. Операционная карта механической обработки

Содержание графы	
См. табл. 2.3	
Наименование и марка материала	
Масса детали по конструкторскому документу, кг	
Профиль и размеры заготовки на данной операции	
Твердость заготовки, поступившей для обработки	
Масса заготовки на данной операции, кг	
Количество деталей, одновременно обрабатываемых на станке	
Код и наименование приспособления	
Наименование охлаждения	
Номер перехода	
Содержание перехода	
Код и наименование вспомогательного, режущего и мерительного инструмента	
Номер цеха, в котором выполняется операция	
Номер участка	
Номер операции по маршрутной карте	
Наименование операции	
Наименование и модель оОорудования	
Расчетные размеры, мм: **диаметр** или ширина; длина	
Глубина резания (мм) — /	
Число рабочих ходов — ***i***	
Режим обработки:	
Подача (мм/об, мм/мин, мм/зуб) — s	
Частота вращения шпинделя (об/мин) — *n*	
Скорость резания (м/мин, м/с) — ***v***	
Норма основного времени на переход (мин) — T_0	
Норма вспомогательного времени на переход (мин) — $Г_в$	
Заполнение граф аналогично графам 34—44 маршрутной карты (см. табл. 2.3)	

Вспомогательные переходы записываются с использованием ключевых слов: *выверить, закрепить, настроить, переустановить, пе* реместить, поджать, проверить, смазать, снять*$_л$ *установить.* Обозначаются вспомогательные переходы (графа 19) заглавными буквами русского алфавита.

Запись содержания основных переходов (графа 20), которые на данной операции нумеруются арабскими цифрами, осуществляется по полной или сокращенной форме.

Полная запись выполняется при необходимости перечисления всех выдерживаемых размеров (см. схему 2.4). Запись начинается с ключевого слова, характеризующего метод обработки (табл. 2.5). Далее приводится наименование предмета производства, обрабатываемой поверхности или конструктивных элементов (НПП) и (за словами «выдерживая» или «выдерживая размер») условное обозначение размеров и конструктивных элементов с числовыми данными (УОР). Например, *€Точить поверхность, выдерживая d~ 40 — 0,34 и 1~98±0,5».* Данная запись характерна для промежуточных переходов, не имеющих графических иллюстраций, и содержит исполнительные размеры с их предельными отклонениями.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата		ГОСТ 3.1404—74. Форма 1
1	2	3	4	5		8

Операционная карта механической обработки | 6 | 7 *Фланец* | 9 | Литера | 10

Номер цеха	Номер участ.	Номер операции	Наименование операции	Наименование и марка материала	Масса детали	Заготовка: Профиль и размеры	Твердость	Масса
22	23	24	25 *Вертикально-фрезерная*	11 *СЧ 21-40 ГОСТ 1412—70*	12 12,6	*1(5*	14 *НВ 180*	15 15,9

Колич. обрабат.	Колич. одн. деталей	Оборудование (наименование, модель)	Приспособление (код и наименование)	Охлаждение
16	1	*ж л* *Вертикально-фрезерный 6Н12ПБ*	*Тиски 7200—0178 ГОСТ 21168—75* 17	18 *б/охлаждения*

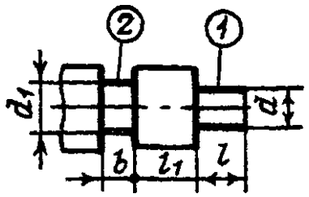
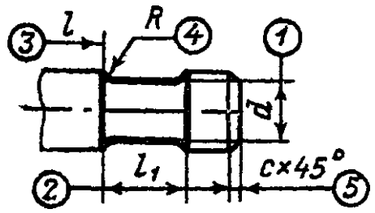
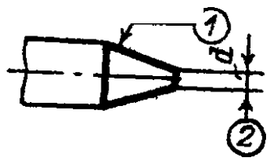
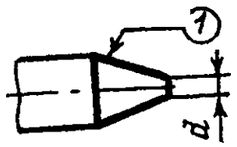
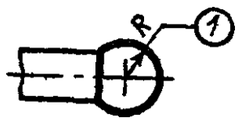
Номер перехода	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование): вспомогательный	режущий	измерительный	Расчет, размеры: диаметр, ширина	длина	Режим обработки: *n*						
19	20	21	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
А.	*Снять, установить и закрепить заготовку*												
1	*Фрезеровать. поверхность, выдерживая размер 1*	*Оправка 6222—0040 ГОСТ 13785—68*	*Фреза 2214-0157 ВК 6 ГОСТ 94732—71*	*Скоба hlO 8113-0123 ГОСТ 18362-73*	50	150	*286 0,06*	*298*	*150*	*0,52*	*0,9*		

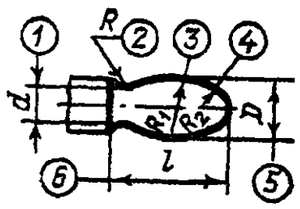
38	39	40	41	42	Разработ. 43	44	45	46	Лист 47 Листов 48

Изм. Лист № докум. Подпись Дата Изм. Лист № докум. Подпись | Н. контр.

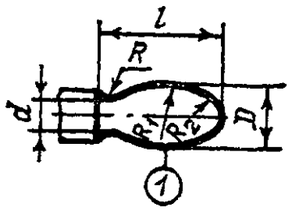
2 Схема Операционная карта с примером заполнения некоторых граф

Таблица 2.8. Примеры полной и сокращенной записи содержания переходов обработки резанием

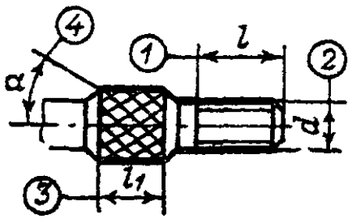
Эскиз	Запись перехода полная	Эскиз	Запись перехода сокращенная
-КЗ I	1. Точить (шлифовать, притереть, полировать и т. п.) поверхность, выдерживая размеры / и *2* *2.* Точить (шлифовать, довести, полировать и т. п.) канавку, выдерживая размеры *3...5* -		1. Точить (шлифовать, притереть, полировать и т. п.) поверхность / 2. Точить (шлифовать, довести, полировать и т. п.) канавку *2*
	1. Точить (шлифовать, полировать и т. п.) выточку, выдерживая размеры *1..А* 2. Точить (шлифовать, полировать и т. п.) фаску, выдерживая размер *5*	I -4ЫI cx45'	1. Точить (шлифовать, полировать и т. п.) выточку / 2. Точить (шлифовать, полировать и т. п.) фаску *2*
	Точить (шлифовать, притереть и т. пг) конус, выдерживая размеры / и *2*		Точить (шлифовать, притереть и т. п.) конус *1*
	Точить (шлифовать, полировать ! и т. п.) сферу, выдерживая размер /	R -ЕЮ-1	Точить (шлифовать, полировать и т. п.) сферу /



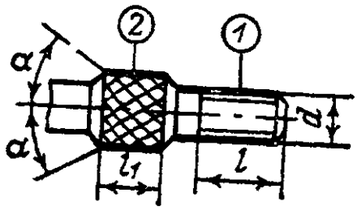
Точить (шлифовать, полировать и т. п.) криволинейную поверхность, выдерживая размеры *1...6*



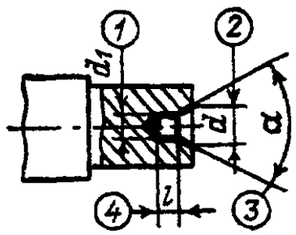
Точить (шлифовать, полировать и т. п.) криволинейную поверхность *I*



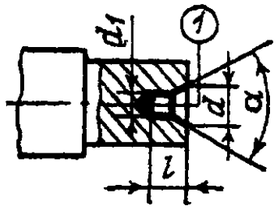
1. Нарезать (фрезеро чть, накатать, шлифовать и т. і) резьбу, выдерживая размеры 7 и *2*
2. Накатать рифление, выдерживая размеры *3* и *4*



1. Нарезать (фрезеровать, накатать и т. п.) резьбу /
2. Накатать рифление *2*



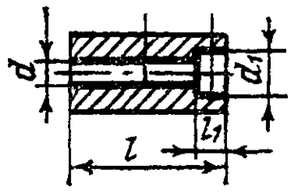
Центровать торец, выдерживая размеры *1...4*



Центровать торец /

I

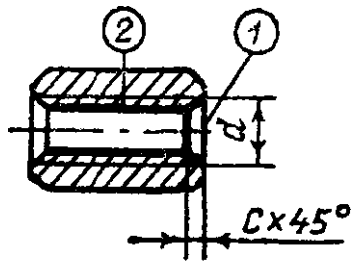
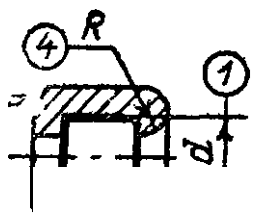
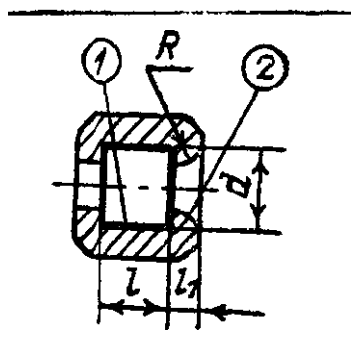
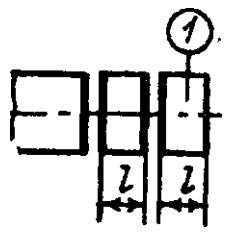
1. Сверлить (рассверлить, зенкеровать и т. п.) отверстие, выдерживая размеры / и *2*
2. Расточить (зенкеровать, шлифовать и т. п.) отверстие, выдерживая размеры *3* и *4*

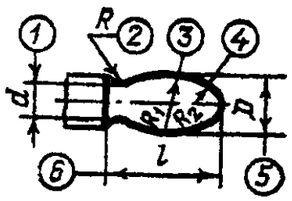


1. Сверлить (рассьерлить, зенкеровать и т. п.) отверстие /
2 Расточить (зенкеровать, шлифовать и т. п.) отверстие *2*

A EZSZ53
® ф 4

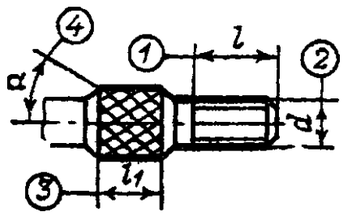
Продолжение табл. 2.8

Эскиз	Запись перехода полная	Эскиз-	Запись перехода сокращенная
	1. Зенкеровать (шлифовать, полировать и т. п.) фаску, выдерживая размер / 2. Нарезать (шлифовать, довести и т. п.) резьбу, выдерживая размер *2*		1. Зенковать (шлифовать, полировать и т. п.) фаску *1* *2*. Нарезать (шлифовать, довести и т. п.) резьбу *2*
	1. Расточить (полировать, довести и т. п.) выточку, выдерживая размеры *1...8* 2. Расточить (зенковать, шлифовать, полировать и т. п.) галтель, выдерживая размер *4*		1. Расточить (полировать, довести и т. п.) выточку / 2. Расточить (зенковать, шлифовать, полировать и т. п.) галтель *2*
	Отрезать деталь (заготовку), выдерживая размер /	*в*	Отрезать деталь (заготовку) *1*
	Отрезать 2 заготовки, выдерживая размер /		Отрезать 2 заготовки /



Точить (шлифовать, полировать и т. п.) криволинейную поверхность, выдерживая размеры /...6*

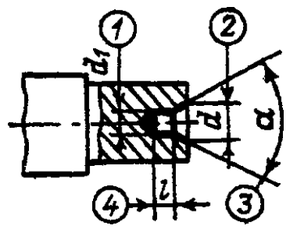
Точить (шлифовать, полировать и т. п.) криволинейную поверхность *4*



1. Нарезать (фрезеро чть, накатать, шлифовать н т. і) резьбу, выдерживая размеры *1* и *2*
2. Накатать рифление, выдерживая размеры *3 и 4*

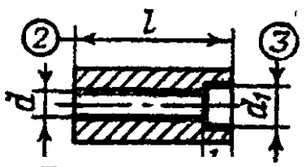
1. Нарезать (фрезеровать, накатать и т. п.) резьбу /

2. Накатать рифление *2*



Центровать торец, выдерживая размеры *L..4*

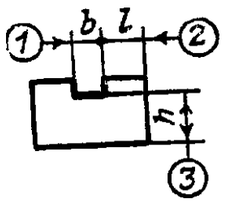
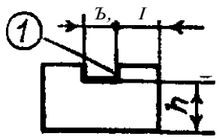
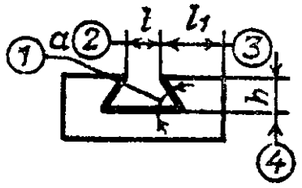
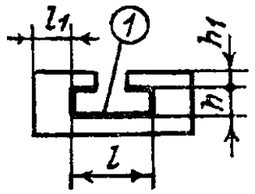
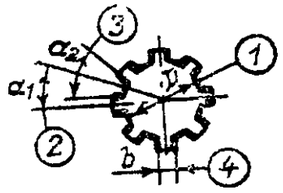
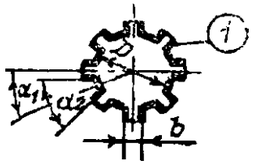
Центровать торец /

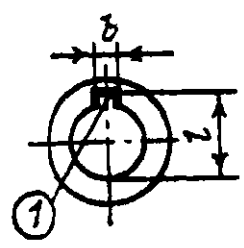
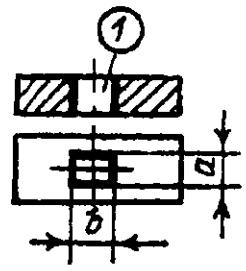
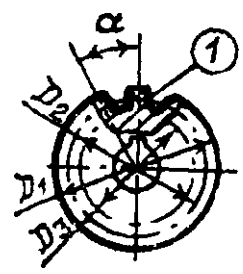


Ф М

1. Сверлить (рассверлить, зенкеровать и т. п.) отверстие, выдерживая размеры / и *2*
2. Расточить (зенкеровать, шлифовать и т. п.) отверстие, выдерживая размеры *3* и *4*

1. Сверлить (рассверлить, зенкеровать и т. п.) отверстие *1*
2. Расточить (зенкеровать, шлифовать и т. п.) отверстие *2*

Эскиз	Запись перехода полная	Эскиз	Запись перехода сокращенная
	Фрезеровать (строгать, протянуть, шлифовать и т. п.) паз, выдерживая размеры *1...3*		Фрезеровать (строгать, протянуть, шлифовать и т. п.) паз *1*
	Фрезеровать (протянуть) паз, выдерживая размеры *1...4*		Фрезеровать (протянуть) паз *1*
	Фрезеровать (шлифовать, полировать и т. п.) шлицы, выдерживая размеры *1...4*		Фрезеровать (шлифовать, полировать и т. п.) шлицы /

Долбить (протянуть) шпоночный паз, выдерживая размеры ; и *2*		Долбить (протянуть) шпоночный паз /
Прошить (долбить, протянуть и т. п.) отверстие, выдерживая размеры *1 а 2*		Прошить (долбить, протянуть и т, п.) отверстие *1*
Фрезеровать (долбить, строгать, протянуть, закруглить, шевинговать, притереть, обкатать, зачистить и т. п.) зубья, выдерживая размеры *1...4*		Фрезеровать (долбить, строгать, протянуть, закруглить, шевинговать, притереть, обкатать, зачистить и т. п.) зубья /

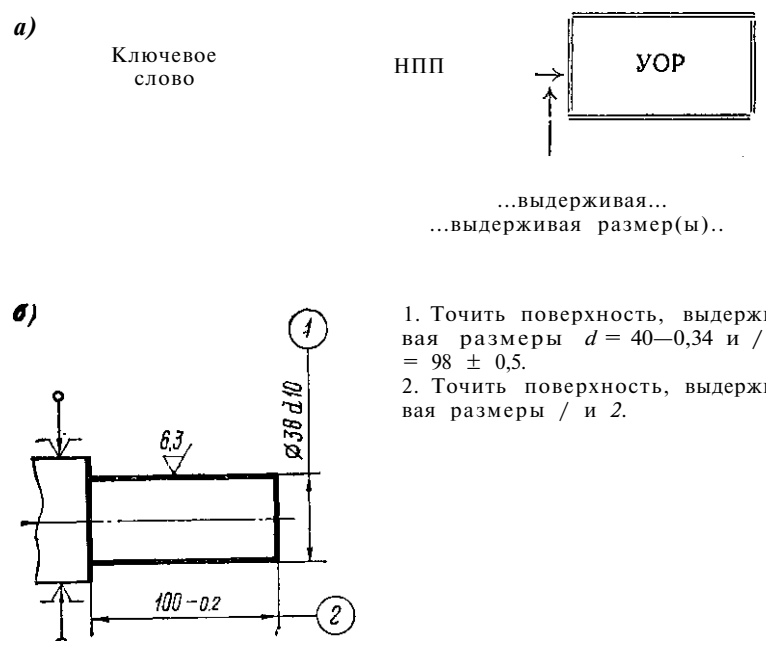


Схема 2.4. Запись основных переходов в операционных картах: *а* **— блок-схема;** *б* **— пример записи двух последовательных переходов**

Для переходов, которым соответствуют размеры графических иллюстрации (табл. 2.8 и 2.9), форма записи будет следующей: *«Точить поверхность, выдерживая размеры 1 и 2»*, т. е. указываются порядковые номера размеров, выдерживаемых на данном переходе.

Полная запись перехода может быть выполнена и по схеме, рекомендуемой при маршрутном описании технологических операций, т. е. с указанием различной дополнительной информации. Например: *«Точить наружную поверхность, выдерживая d = 40 — — 0,34; t = 98±0,5 предварительно»*.

Сокращенную запись переходов выполняют (см. табл. 2.8) со ссылкой на условное (номерное) обозначение конструктивного элемента обрабатываемого изделия. При этом необходимо, чтобы на операционном эскизе обрабатываемые конструктивные элементы были обозначены номерами (см. рис. 2.4). В этом случае размеры, выдерживаемые на операции, не нумеруют. Сокращенная запись переходов целесообразна при сравнительно простых операциях и переходах и когда графическая иллюстрация является четкой и ясной.

При заполнении граф операционной карты по инструменту (графы 21, 27, 28) указывают его наименование в соответствии с рекомендациями соответствующих стандартов (нормалей) на этот инструмент. При наличии у технологического процесса ведомости применяемой оснастки в операционной карте могут быть

Таблица 2.9. Примеры заполнения некоторых граф операционной карты механической обработки

Номер перехода	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)		
		вспомогательный	режущий	измерительный
А	*Снять, установить и закрепить заготовку*	*Патрон 6152-0011*	*Сверло 18-3-НП-Р9Ф5 ГОСТ 12121—77*	
1	*Сверлить отверстие, выдерживая d = 18 + 0,43;' 1 = = 45 + 1,0*	*Вставка 6120-0021*		
2	*Зенкеровать отверстие, выдерживая d = 19,85 и 1 = = 40 + 0,5*	*Вставка 6120-0022*	*Зенкер 20-М 1 2323-0015-Р18 ГОСТ 12489—71*	*Пробка 19,85 Ы33-0932 ГОСТ 14810—69*
3	*Развернуть отверстие, выдерживая размеры 1 и 2*	*Патрон 6156-0073*	*Развертка 20Н8 2360-0379-ВК6 ГОСТ 11175—80*	*Пробка 20Н8 8133-0934 ГОСТ 14810—69*

записаны лишь индексы инструмента. Универсальный мерительный инструмент в операционных картах, как правило, не указывается.

В графе «Расчетные размеры» (29, 30) приводят размеры обрабатываемых поверхностей: расчетный диаметр (ширину) и расчетную длину обработки ***L,*** определяемую с учетом величин врезания и перебега. При этом учитывают наибольший диаметр, по которому рассчитывают скорость резания. При обработке сверлом, зенкером, разверткой, метчиком в графе «Диаметр, ширина» пишут диаметр инструмента.

Глубина резания при обработке / и число рабочих ходов ***i*** (графы 31, 32) указываются в соответствии с условием обработки при переходе.

Подачу S (графа 33) в операционной карте принимают в зависимости от вида обработки: для токарных работ — на один оборот заготовки (мм/об); для строгальных и долбежных — на один двойной ход стола или резца (мм/дв. ход); для сверлильных, расточных, резьбонарезных и других видов обработки отверстий с вращением инструмента — на один оборот шпинделя станка (мм/об).

При фрезерных работах в графе s записывается две подачи: в числителе — подача в минуту (мм/мин), а в знаменателе — подача на зуб (мм/зуб).

При фрезеровании шпоночных пазов (с маятниковой подачей) двухперыми фрезами указываются вертикальная и продольная подачи: в числителе— вертикальная на двойной ход фрезы (мм/дв.ход), а в знаменателе — продольная в минуту (мм/мин).

При круглом наружном шлифовании с продольной подачей и при шлифовании отверстий подачу обозначают также дробью:

в числителе — продольная в долях ширины шлифовального круга на один оборот детали или в мм/об, а в знаменателе — вертикальная (поперечная) на двойной ход стола (мм/дв. ход).

При шлифовании методом врезания задается только поперечная подача на один оборот детали (мм/об), а при обработке плоскости торцем круга — вертикальная на оборот стола (при его вращении) или двойной ход стола (мм/об, мм/дв. ход).

При шлифовании плоскости периферией круга в графе *s* записываются три подачи: продольная (мм/мин), вертикальная (мм/раб. ход) и поперечная, выражаемая в долях ширины круга (от 0,1 до 0,9В) на дв. ход стола.

Для зубодолбежных станков в числителе приводят радиальную подачу на двойной ход долбяка — подача врезания (мм/дв. ход), а в знаменателе — круговую подачу на двойной ход долбяка — подача обкатки (мм/дв.ход). Для зубофрезерных станков при обработке червячными фрезами зубчатых колес указывается подача на один оборот заготовки (мм/об).

При нарезании червячных колес методом радиальной подачи в графе s пишется радиальная подача стола на один его оборот (мм/об); при нарезании методом тангенциальной подачи — осевая подача фрезы на оборот стола (мм/об).

Частота вращения шпинделя *n* (графа 34) задается обычно для всех станков в оборотах в минуту (об/мин). При круглом шлифовании записывают; в числителе — частоту вращения круга (об/мин), в знаменателе — частоту вращения детали (об/мин).

Скорость резания *v* (графа 35) рассчитывается по наибольшему диаметру обработки на данном переходе (в м/мин). Для шлифовальных работ указывается скорость резания в м/с.

В графе *То* (графа 36) записывают основное (машинное) время на переход с учетом затрат времени на врезание и перебег инструмента для всех видов механической обработки и на обратный ход для обработки на станках с возвратно-поступательным движением инструмента (строгальный, протяжной и т. п.).

В графе $T_в$ (графа 37) записывается вспомогательное время на переход,, связанное с управлением станком и выполнением вспомогательных переходов и контролем.

Следует отметить, что в графах технологических карт, обведенных утолщенными линиями, помещается информация, необходимая для обработки технологических документов средствами вычислительной техники. Содержание, объем и кодирование необходимой для эгого информации указаны в методических разработках ВНИИНМАШ — головной организации по разработке Единой системы технологической документации (ЕСТД) и Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).

2.4. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

• Основными элементами режимов резания являются глубина резания г, подача s и скорость резания *v*.

Глубина резания определяется расстоянием между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренным по перпендикуляру к последней.

Подачей называют перемещение инструмента (заготовки) за один оборот (рабочий ход) заготовки (инструмента).

Скорость резания — отношение перемещения режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности ко времени.

В технологических картах указываются также расчетные размеры: диаметр *D* (ширина *B)* и длина обработки L, приводится частота вращения *n* шпинделя (заготовки), основное технологическое время *To* и вспомогательное $T_в$. Важным элементом является припуск Z на обработку, по которому при принятой глубине резания *t* рассчитывают число рабочих ходов *L* В ряде случаев при разработке технологических процессов определяют составляющие усилия резания, мощность резания, толщину и ширину среза и т. д. [11, 12].

Режимы резания устанавливают по соответствующим нормативным документам. В зависимости от вида обработки, заготовки, материала выбирают режущий инструмент с требуемой характеристикой [7, 11, 12], глубину резания / и подачу s. По заданному периоду стойкости *T* инструмента, по значениям *i n s* определяют скорость резания *v,* а следовательно, и частоту вращения обрабатываемой заготовки или инструмента [11].

В табл. 2.10 приведены основные схемы обработки деталей на различных станках и некоторые расчетные зависимости. Принятые условные обозначения следующие:

D, *d* — диаметр обрабатываемой (обработанной) поверхности или инструмента, мм;

/ — длина обрабатываемой поверхности, мм;

h *(к)* — величина врезания (перебега) инструмента, мм;

L — **расчетная длина обработки, мм;**

i — число рабочих ходов инструмента;

Z — припуск на обработку на сторону, мм;

z — число зубьев фрезы;

t — глубина резания за рабочий ход, мм;

5 — подача (продольная) за оборот шпинделя (заготовки), мм/об;

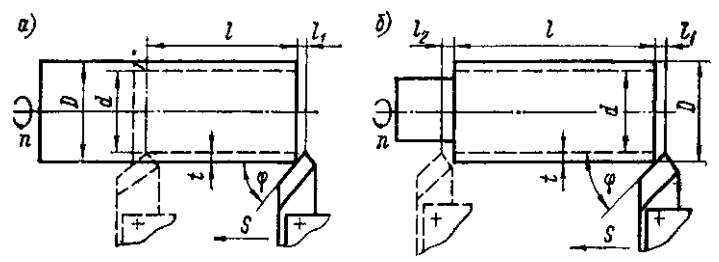
n — частота вращения шпинделя, об/мин (см. табл. 2.11 и 2.12);

Лдв.ход — число двойных ходов в мин, дв.ход/мин;

s_a — поперечная подача;

Таблица 2.10. Элементы режимов резания при различных видах обработки

I. Обтачивание: а — до уступа; *б* — на проход



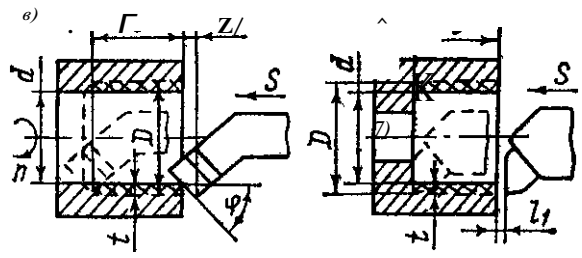
1000 • $t, = \frac{D - d}{2}$ a = ssin <Ф; *Ь = tjsm* <р; T_0 = ——— *I*

/i = t/tg<p + (0,5...2); /i = ^/tgT + (0,5...2);

$/_2$ = 0 /o = 1...5

II. Растачивание: а — на проход; *б* — до уступа; а — в упор

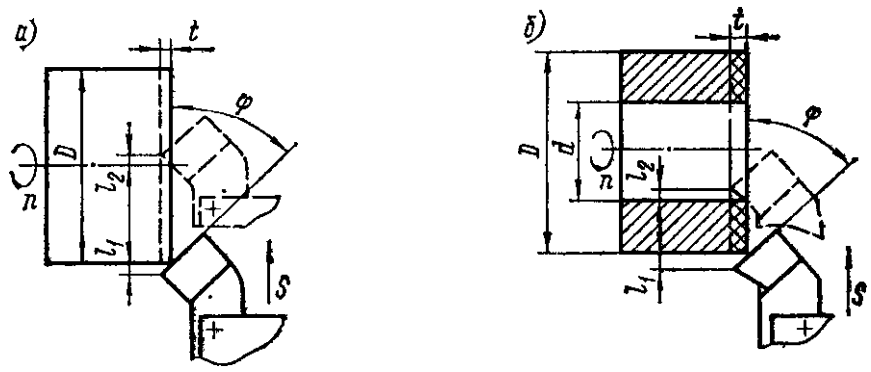
4 . *i* ^JtL



о, я, 6, Го—-см. I

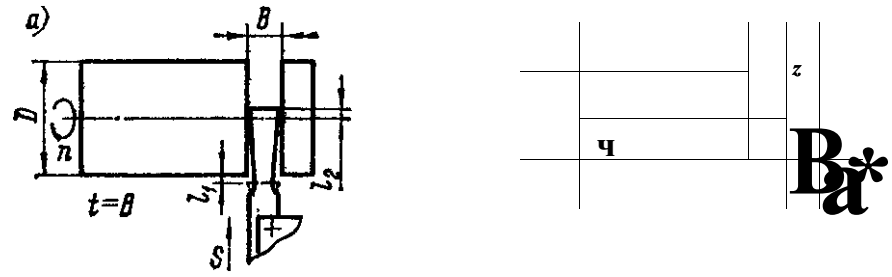
/i = '/<g<P + (0,5...2); /2 = 1...5	/i = Wg? + (0,5...2); /2 = о	/x = 0.5...2; /2 = о

III. Подрезка: а — сплошного торца; *б* — несплошного торца



* W = "foOO ' « = s sin 9; * = t/sin <ps Г0 =
Ji==t/*g<p + (0A..2); /a я О Д . . 2
/ = - 7 r (D - d)

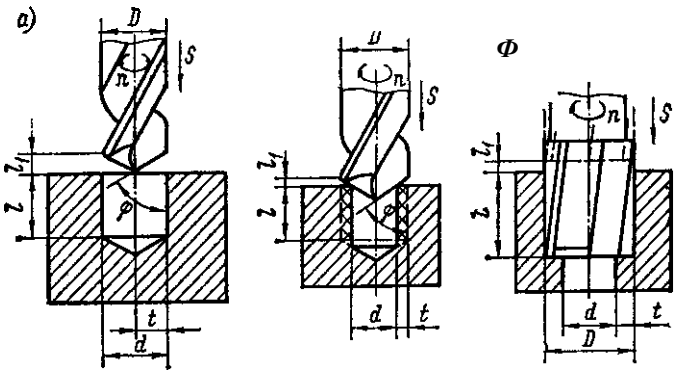
IV. Отрезка: а — детали сплошного сечения; б — детали несплош» ного сечения



Vmax - "1000"; *tr=B;T0* = i + ^ , + />'» 'i = ^ = 0.5...2

Продолжение табл. ***2.10***

V. Обработка глухого отверстия: а — сверление; *б* — рассверливание; *в* — зенкерование

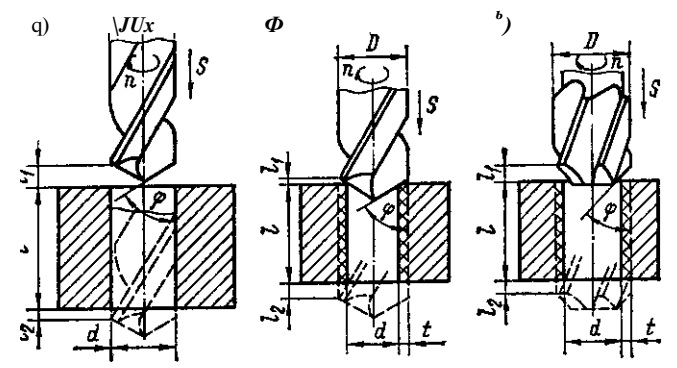


Тооо ; a = Sz sin **9;** £ = rysin?; Γ_0 =

подача на каждую кромку сверла или зенкера s_z = - j - , где z —

D **/1 = -yctg^ +** **+ (0,5...2)**	t- $\frac{D-d}{2}$; £ > — **+ (0,5...2)**	t= $\frac{}{2}$; /1 **= 0Д..2**

VI. Обработка отверстия на проход: а — сверление; *б* — рассверливание; *в* — зенкерование



v, s_z, $a_y b$ — см. V; T_0 = ———————— ; ***h*** = 1

D—d

/x==-^ctg¥-K0,5...2)

$\frac{D-d}{2}$

+ (0,5...2)

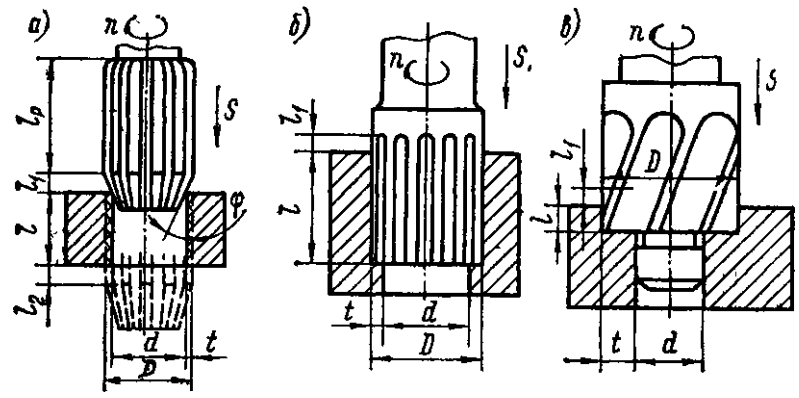
$\frac{D-d'}{5}$ — **ctg? +**

+ (0,5...2)

Ш

Продолжение табл. 2.10

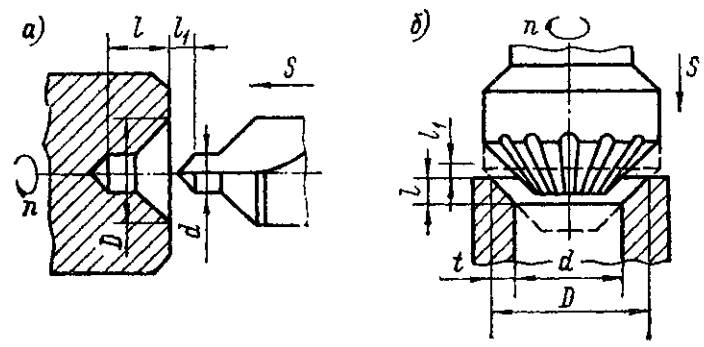
VII. Развертывание: а—-на проход; б —глухое; цекование *(в)*



v, s, a, b_t *t* — см. V; $l_р$ — длина рабочей части развертки

$T_0 \sim \frac{l + l_3 + l_3}{5/1}$	$T_0 \sim \frac{l + l_г}{5/1}$	$T_0 \sim \frac{l}{5/1}$
$l_2 = d$	$l_г = 0{,}2$	$l_х = 0{,}2$
$+ (0{,}2)$;		
$l_2 = (0{,}2...0{,}5)\, l_р$		

VIII. Обработка: *а* — центрование; *б* — зенкование

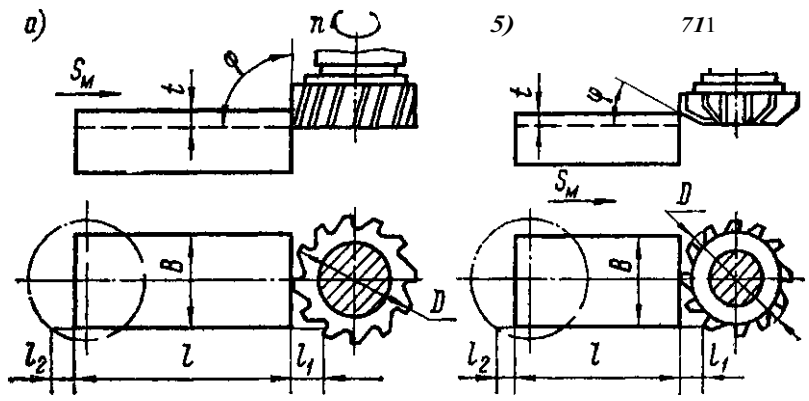


$$v_{max} = \frac{\pi D n}{1000}; \quad T_0 = \frac{l + l_1}{sn}$$

$$t = \frac{D}{2}; \quad t_1 = \frac{d}{2}\operatorname{ctg}\varphi + (0{,}5...2) \qquad t = \frac{D - d}{2}; \quad l_1 = 0{,}5...2$$

m

IX. Фрезерование плоскости торцевой фрезой: а — с углом ф^ЭО^0; б — с углом ф^90°



v $\frac{izDn}{1000}$; *M SzZn; sin 2 ~~ D » '* ~ 360 ' ACP - 5 ~ COS 4 •

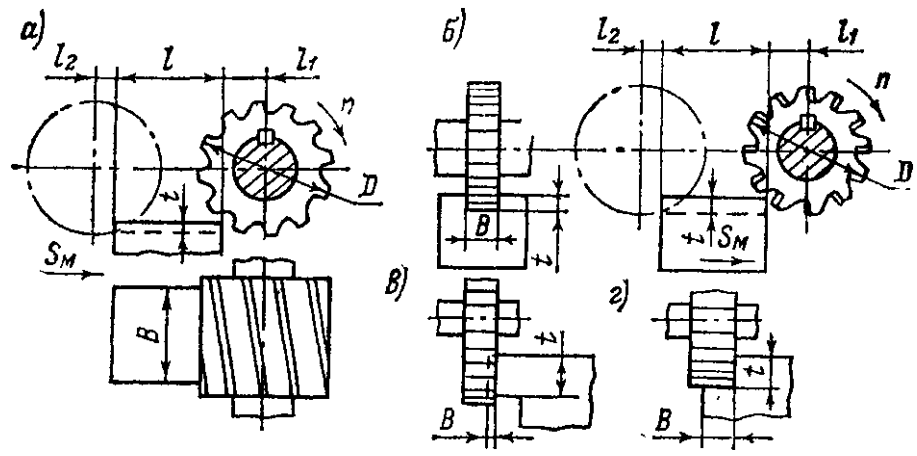
$$r_0 = \frac{}{} \quad {}^2 /; \; /_2 = 2...6$$

г — число зубьев фрезы; ф — центральный угол, соответствующий дуге контакта фрезы с заготовкой; *г'* — число зубьев, одновременно участвующих в работе; $a_{ср}$ — средняя толщина среза

l^O ^iD-VD — B*)* + *h* = 0,5 *(D — VD* — B*)* — + (0,5...3)

-7g + + (0,5_3)

X. Фрезерование: а — плоскости цилиндрической фрезой; б — паза дисковой фрезой; *в,* г — плоскости дисковой фрезой

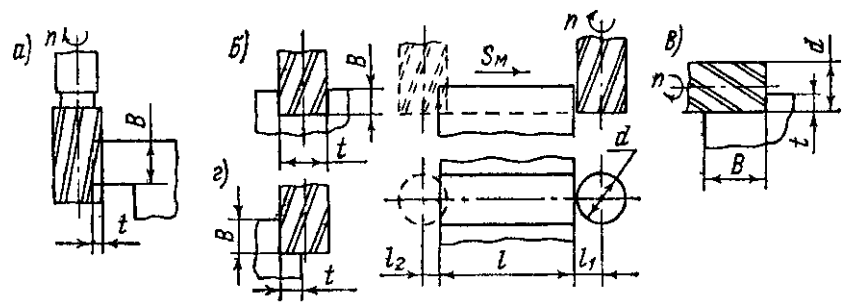


v_f $S_м$-СМ. IX; r_0 = $\frac{l + h + h}{i;\ h}$ = ^ (D - 0 + (0,5...3);

/2 « 2...5; a_{max} = 2^ ~ 7 5 2 Л ш а х * ~ ~ максимальная тоя-

щина среза

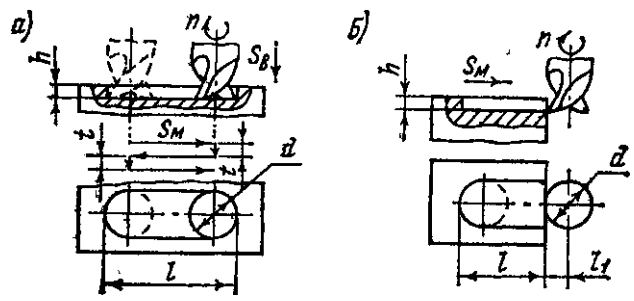
XI. Фрезерование концевой фрезой: *а, в,* **г — плоскости; б — паза на проход**



$$v = \frac{\pi d n}{1000};\ s_м = s_z z n;\ T_о = \frac{l + l_1 + l_2}{s_м}.$$

рис. я, б, г	рис. *б*
$l_1 = yt(d-t) + (0{,}3...3)$; $l_2 = 2...5$	l_2 я 1...2

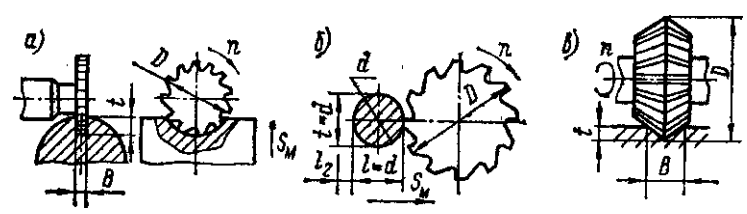
XII. Фрезерование шпоночной фрезой канавки: *а* **— закрытой с двух сторон;** *б* **— закрытой с одной стороны**



v, $s_м$ — см. XI; $s_в$ — вертикальная подача, мм/мин

$T_о$ $\frac{Л + (0{,}5...1{,}0)}{S\text{-}Q}$ | $\frac{l - d}{\$\}\&}$ $T_о = -$; $l_1 = 0{,}5rf +$ $+ (0{,}5...1{,}0)$

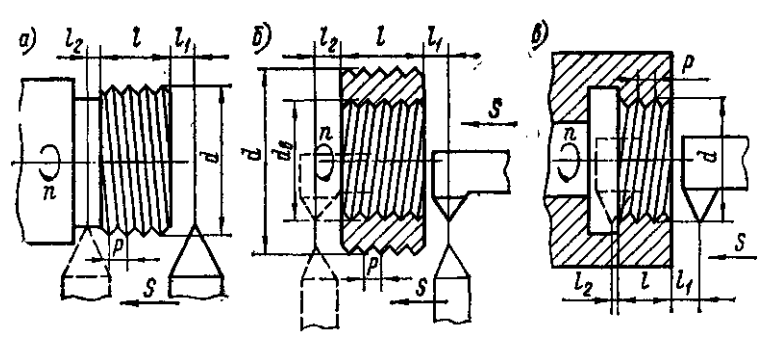
XIII. Фрезерование: а — сегментной канавки дисковой фрезой; б — дисковой пилой; *в* — угловой дисковой фрезой



$$v = \frac{\pi D n}{1000}; \quad S_м = s_{**} n; \quad T_0 = \frac{l + h + h}{S_м}$$

/j ж 0Д..1.0; $/_2$ = 0; / = f	/i = 2...5; $/_a$ = 3...10	+ (0Д..3); $/_a$ = 2...5

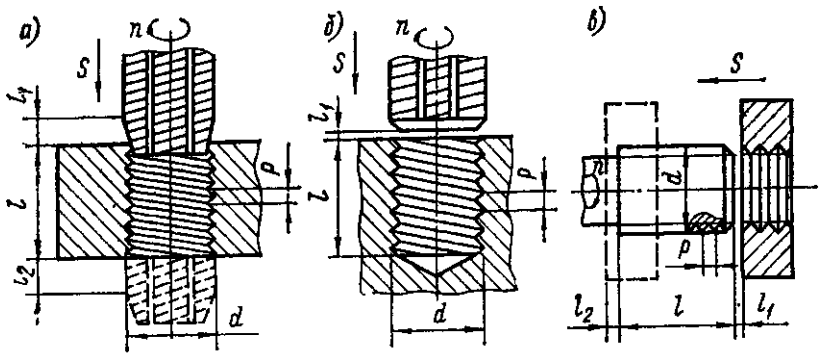
XIV. Нарезание резцом на токарном станке резьбы: *а,* б — наружной; *б, в* — внутренней



$$v = \frac{\pi d n}{1000}; \quad T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{sn} i; \; l_1 = l_2 = (1...3)P$$

Подача s равна шагу резьбы *P\ f* за рабочий ход зависит от поперечной (или осевой подачи) на рабочий ход

XV. Нарезание резьбы: а — метчиком на проход; б — метчиком в.упор; в — плашкой

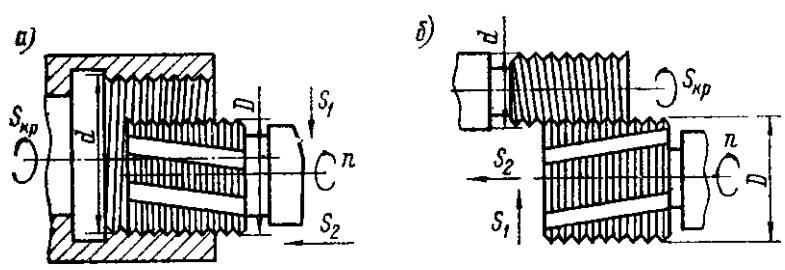


$$v = \frac{\pi dn}{1000}; \quad T_0 = \frac{L}{sn} + \frac{L}{sn_1}; \quad L = l + l_1 + l_2; \; l_1 = (1...3)P$$

Подача *s* равна шагу резьбы Р; / равно глубине профиля резьбы; *щ* — частота вращения шпинделя при свинчивании инструмента, об/мин

$/_2$ = (2...3)Я J $/_2$ = 0 | $/_2$ = (ОД..2) *Р*

XVI. Нарезание фрезой резьбы: *а* — внутренней; б — наружной

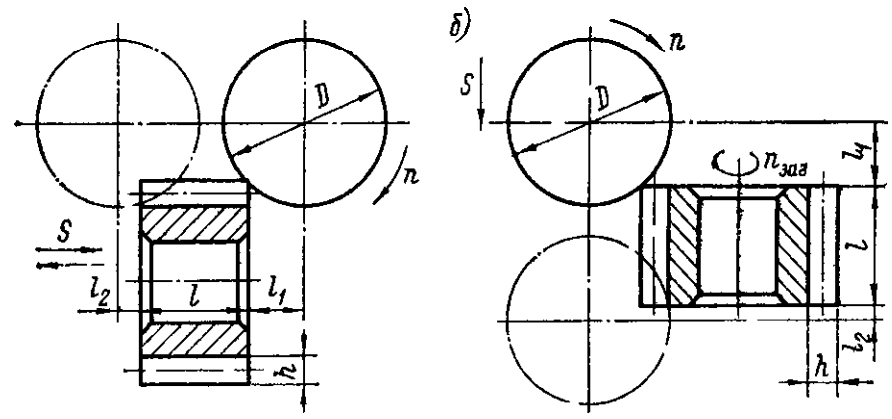


$$v \sim \frac{nDn}{1000} \text{ "» } {}^{5к}P \sim {}^{S}M - 5_2 гл; \quad 7> - \frac{L}{s^{\wedge}} — \frac{\backslash,2nP}{Sm};$$

$$L^{\wedge}l + h + l^{*} \; / = \quad /_X + /_2 = 0{,}2D;$$

/ — равно глубине профиля резьбы; *S*\— радиальная подача, мм/мин (подача врезания) на глубину резьбы на длине *1*\\ $2 — продольная подача, равная шагу резьбы Р, на величину (1,15. .1,25) Р, мм/об заготовки; s_{HV} — круговая подача заготовки, мм/мин; *г* — число зубьев фрезы

XVII. Нарезание цилиндрических зубчатых колес: а — модульной дисковой фрезой; *б* — модульной червячной фрезой



v = -JQQQ ; /=Л (глубина впадины зуба) при нарезании за один рабочий ход; $г_д$ — число зубьев нарезаемого колеса; *z* — число зубьев фрезы

$s = s_M] = s_z z n \backslash L = / + 1г + /_2;$ Lz_K snq » £ = / + /1 + *h*\

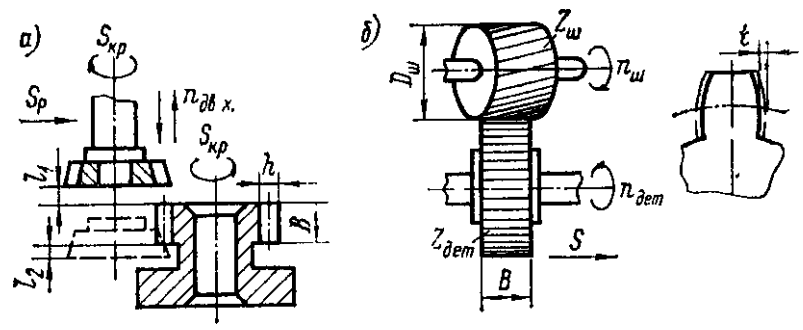
· ZZ

h = (1.1..Л.2) *Vh (D-h);*

$/_2$ =] Л л ф - . Л) +<1...2); $/_2$ = 2...4 $/_2$ = 2...3

5_X — подача возврата фрезы (хо- s — подача фрезы, мм/об заготовлостой ход), мм/мин; т — время ки; *q* — число заходов фрезы; на деление, мин; T_0 — дано для Лзаг — частота вращения заготовстанков с автоматическим дели- ки, об/мин
тельным механизмом

XVIII. Обработка цилиндрических зубчатых колес: а — нарезание долбяком; *б* — шевингование дисковым шевером



$V = \frac{21л_{дв.ход}}{1000}$, 1 = $/_1$ + Б + $/_2$; $v \frac{Ш"Ц1}{1000}$

$\frac{h}{5_р л_{дв.ход}} + \frac{nmzjy}{5_{кр} Л_{дв.ход}}$

t—h при нарезании за один рабочий ход (обкат); $s_р$ — радиальная подача долбяка (подача врезания), мм/дв.ход;

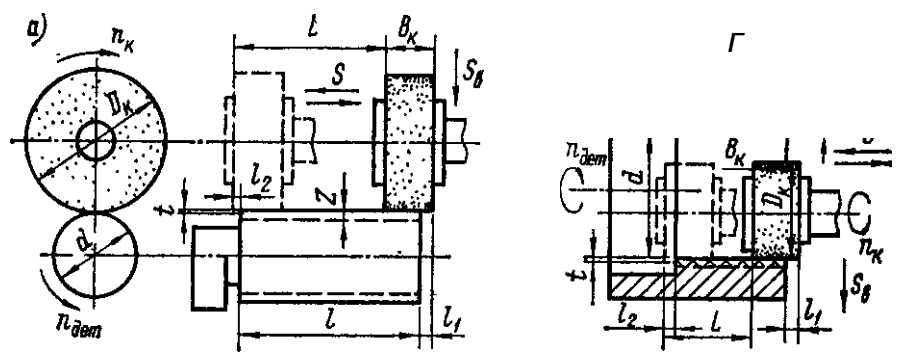
$2_Д$, $2_Ш$ — число зубьев обрабатываемого колеса и шевера (инструмента); s — продольная подача стола, мм/об заготовки; $s_В$ — вер-

Продолжение табл. 2А0

fpp — круговая подача долбяка и заготовки, мм/дв.ход; / — число рабочих ходов (обкатов); *m,* ^д — модуль и число зубьев нарезаемого колеса

тикальная подача инструмента, мм на один ход стола; я$_д$, $n_ш$ — частота вращения детали и шевера, об/мин

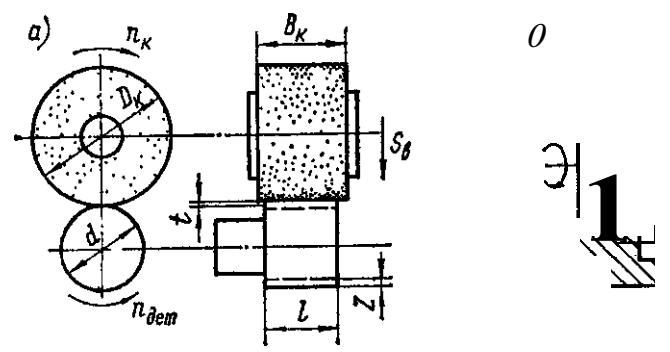
XIX. Шлифование методом продольной подачи на центровых шлифовальных станках: а—-наружное круглое; *б*— внутреннее



$$v = \frac{nD_K n_K}{1000.60'}\ м/с;\quad t = S_в *\quad T_о = \frac{2L}{m}\ \frac{Z}{\sim}, k\ (при\ s_* мм/дв - X_о А)$$

D_K, d — диаметр шлифовального круга и детали; $n_к$, я$_д$-— частота вращения шлифовального круга и детали, об/мин; s_B — вертикальная (поперечная) подача в мм на каждый или двойной ход стола с заготовкой, мм/ход или мм/дв.ход; s — продольная подача в долях ширины шлифовального круга $B_н$ (на один оборот заготовки) или в мм на оборот заготовки, s« (0,3...0,7) $B_к$\ Z — припуск на обработку на сторону; k —поправочный коэффициент «на выхаживание», принимаемый при черновом шлифовании 1,25... 1,7, при чистовом — 1,2...1,4; при шлифовании на проход £ = / — (0,2...0,4) $B_д$; при шлифовании в упор — (0,4...0,6) $B_н$

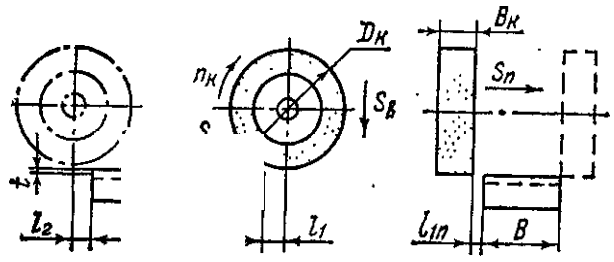
XX. Шлифование наружное *(а)* и внутреннее (б) методом врезания



v. D_K, $n_к$, п$_д$, k_t Z, d — см. XIX; T_0 = -j^k; t ~ s_B

Sn — вертикальная (поперечная) подача, мм/об. заготовки; fc« 1,2.,. 1,3

XXI. Плоское шлифование периферией круга на станках с прямоугольным столом

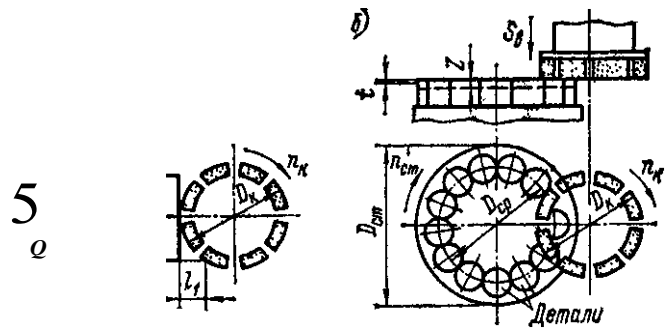


V, D_{Ki} n_{Ki} k_y Z— см. XIX; t ш 5_B; $I = / + l_x$ -f l_2\

$/_{1п}$ = 5...6; ft « 1,2... 1,5 (2)

s_B — вертикальная подача в мм на цикл двойных ходов по ширин* обработки B\ s — продольная подача, м/мин; $s_п$ — поперечная пода^ ча в долях ширины шлифовального Kpyra $B_к$ (на двойной ход стола с заготовкой) или в мм/дв.ход, $s_п$»te(0,2...0,7) $B_к$

XXII. Плоское шлифование торцом круга на станках, а — с прямо* угольным столом; б — -с круглым столом



5
Q

/п-* число деталей, одновременно установленных на столе станка

^ s_B ; U / + /i + $/_2$;

Т Г о = я £ - z J - Ь
5-1000 ' t ' tn #A;

/i = 0 , 5 (Л $_K$ - / £) 2 _ Б 2) ; $/_2$=;5...10;

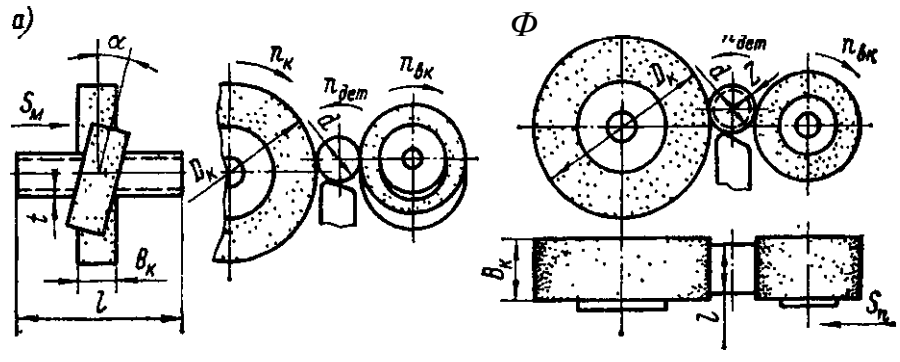
5_B — вертикальная подача, мм/дв. ход стола; s — продольная подача, м/мин; £=1,2...1,5 (2)

$s_в$, $s_{кр}$ - юоО *

Z
Г о = * 7 Г - * = 1,2,..1,5(2)

s_B —вертикальная подача, мм/об стола; s_{Hp} — круговая подача, м/мин; £>$_{Cp}$ — средний диаметр стола, мм; $л_{Cт}$ — частота вращения стола, об/мин

XXIII. Наружное бесцентровое шлифование: *а* **— на проход; б — методом врезания**



$$v \sim 1000.60' \text{ м/с}; \quad V_{BK} = \frac{1АП0}{1000} \text{ м/мин}$$

$v_{пИ}$ — скорость ведущего круга, м/мин; £>$_K$, 0 $_{BK}$ — диаметры шлифовального и ведущего кругов; n_K, $n_{вн}$ — частота вращения кругов, об/мин

$$s_M = 1000\ t/_{BK} \sin a; \qquad - \ n_{0K} D_{BK}$$

$$Io \sim \frac{lm + B_K}{s_M m}$$

$$k = 1{,}05 \ldots 1{,}2$$

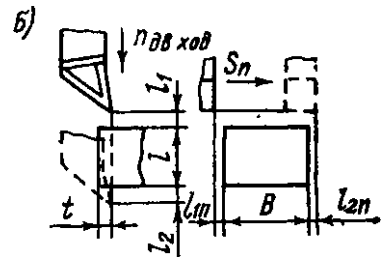
$$t - s_n \backslash \ To - {}_{tm} \ ; k -$$

$$k \ s \ 1{,}05 \ldots 1{,}2$$

а — угол наклона ведущего круга; s_M — продольная подача заготовки, мм/мин; *m* — число деталей в партии, шлифуемых непрерывным потоком

$n_д$ — частота вращения заготовки, об/мин; $s_п$ — поперечная подача ведущего круга, мм/об детали

XXIV. Строгание *(а)* **и долбление (б)**



$$\frac{\text{*дв.ход}}{1000}$$

$$L \quad B + Лп + /ап$$

$$1000\ г_{ср}' \qquad s_n$$

fcp — средняя скорость резания, м/мин; $л_{дв.ход}$ — число двойных ходов стола (резца) в мин; s_D — поперечная подача в мм на двойной ход стола или резца (мм/дв.ход); /щ (fen) — врезание (перебег) инструмента в поперечном направлении; для продольно-строгальных станков *1*\4-/2=200...500, для долбежных и поперечно-строгальных — /i + /2=35...75; vp_X> ї>xx-— скорости рабочего и холостого ходов, м/мин

«$_э$вертикальная подача;
$8_г$ — подача на зуб, мм/зуб;
$5_М$ — минутная подача, мм/мин;
v — скорость резания, м/мин;
T_0 — основное (технологическое) время на операцию, мин;
T_b — вспомогательное время на операцию, мин;
T — период стойкости инструмента, мин;
ф — главный угол в плане режущей части инструмента;
a — толщина среза, мм;
$Ь$ — ширина среза, мм.

Материал режущей части инструмента выбирается в зависимости от вида обработки и материала [7, 11, 12] — см. табл. 2.16...2.18. Возможные точность и шероховатость, получаемые на различных операциях, приведены в табл. 2.13...2.15 [5, 11, 12].

Таблица 2.П. Скорость и частота вращения

Диаметр А мм	л, об/мин, при V, м/мин										
	10	20	25	35	50	80	100	150	200	300	400
1	3185										
3	1060	2120	2650	3700	5300						
5	630	1280	1600	2230	3200	5100	6300	9600	–	–	–
6	530	1060	1330	1860	2650	4250	5300	8000	10 600	–	–
8	400	800	1000	1400	2000	3200	4000	6000	8 000	12 000	–
10	320	540	800	1120	1600	2550	3200	4800	6 400	9 600	12800
12	265	530	670	930	1350	2130	2650	4000	5 300	8 000	10 650
15	213	425	530	750	1060	1700	2130-	3200	4 250	6 400	8 500
16	200	400	500	700	1000	1600	2000	3000	4 000	6 000	8 000
20	160	320	400	560	800	1280	1600	2400	3 200	4 800	6 400
25	128	255	320	445	640	1020	1280	1910	2 550	3 830	5 100
30	106	212	265	370	530	850	1060	1600	2 120	3 200	4 250
32	100	200	250	350	500	800	1000	1500	2 000	3 000	4 000
40	80	160	200	280	400	635	800	1200	1600	2 400	3 200
50	64	128	160	225	320	510	640	950	1280	1900	2 550
60	53	106	132	185	265	425	530	800^	1060	1600	2100
63	50	100	126	177	253	405	500	760	1900	1520	2 030
80	40	80	100	140	200	320	400	600	800	1200	1600
100	32	64	80	112	160	255	320	480	640#	960	1280
125	26	51	64	89	130	205	255	380	510*	770	1020
160	20	40	50	70	100	160	200	300	400	600	800
200	16	32	40	56	80	128	160	240	320	480	640
300	11	21	27	37	53	85	106	160	212	320	425
315	10	20	25	35	50	81	100	152	202	304	405
400	8	16	20	28	40	64	80	120	160	240	320

Примечание, $n = \frac{\backslash 000v}{^{\wedge}д-}$; $1/ = \frac{itDn}{^{\wedge}щ-}$.

Таблица **2.12.** Скорость и частота вращения

Диаметр А мм	я, об/с, при скорости v_y -м/с									
	5	**8**	**10**	**15**	ад	**25**	**30**	**50**	**70**	**90**
3	32 000	51 ООО	64 000	95 500						
5	19200	30500	38 300	57300	76400	95500	–	–	–	–
8	12 000	192 000	24 ООО	35 800	47 800	59700	71600	–	–	–
10	9 600	15 500	19 00	28 600	38 200	47 700	57300	–	–	–
15	6 400	10 200	12800	19 100	25 500	31800	38200	64 00Q		–
20	4 800	7700	9 600	14 300	19 100	23900	28600	48 000	–	–
25	3 400	5400	6800	11500	15300	19100	23 000	34 000	–	–
40	2 400	3 800	4 800	7160	9 550	11940	14 320	24 000	–	–
50	1920	3 050	3 820	5 730	7 650	9 550	11450	19 200	–	–
65	1470	2 35Q	2 950	4400	5 900	7350	8 300	14 700	20600	–
75	1280	2040	2550	3 82S	5100	6370	7 650	12 800	17 800	–
90	1160	1700	2130	3185	4 245	5 300	6370	10 600	15 000	–
100	960	1530	1920	2865	3 825	4 775	5 730	9600	13400	17200
115	830	1330	1660	2 490	3 320	4150	4 980	8 300	11600	15 000
125	760	1220	1520	2300	3 050	3 800	4 600	7600	10600	13 700
150	640	1020	1280	19Э0	2 550	3 200	3 800	6400	9 000	11500
175	550	870	1 100	1635	2 200	2 730	3270	5 500	7700	9 800
200	480	770	960	1440	1910	2390	2 865	4 800	6 700	8 600
225	425	680	850	1275	1700	2100	2 550	4 250	6 000	7 650
250	390	610	765	1150	1525	1900	2 300	3900	5 350	6900
300	320	510	640	950	1275	1590	1900	3200	4 500	5 750
350	275	440	550	820	1090	1370	1640	2 750	3 82G	4 900
400	240	380	477	725	960	1200	1450	2400	3350	4 300
450	210	340	425	635	850	1060	1275	2100	2950	3 800
500	190	304	380	575	770	960	1 150	1900	2 650	3400

Примечание. $л = \frac{60\,000v}{}$; $v = \frac{nDn}{}$ ёо Щ •

Таблица 2.13. Шероховатость поверхности и точность заготовок деталей, обрабатываемых давлением

Вид обработки		Параметр $Я_а$, мкм	Точность экономическая	
			классы точности по ОСТ	квалитетЫ
Свободная ковка		100... 12,5	9	16; 17
Горячая ковка в штампах		Ю0...12,5	10...7	17...14
Горячая вырубка и пробивка		100... 12,5	9..J	16...14
Горячая объемная штамповка без калибровки		50...12,5	5...3	11...9
Холодная штамповка в вытяжных штампах	Вытяжка полых деталей простых форм	3,2... 0,8	По диаметру 5...4 По высоте 5...3	11...10 (9; 8) 12...8 (7)
	Глубокая вытяжка тех же деталей		4	11
Холодная штамповка в вырубных, пробивных и зачистных штампах	Контурные размеры при вы-, рубке плоских деталей	Зона среза 6,3...3,2 Зона скалывания 100...25	7...S	13; 12(11)
	То же, при пробивке		5; 4	п (9; «Г
	То же, при зачистке	3,2...0,8	4;3	9; 8
	То же, при зачистке и калибровке	3,2...0,8	3; 2	7; в *
Круглый холодный прокат (калиброванный)	Сталь	3,2...0,8	–	–
	Латунь	1,6...0,4	–	—
Прокат труб	Алюминиевые сплавы	1,6...0,8	–	–
Прокат листовой	Сталь	3,2...0,8	–	–
	Латунь	1,б...0,4	–	
Прокат ленты	Сталь	1,6.-0,8	–	
	Латунь, бронза	0,8...0,2	–	
Прокат после об- 1 дувки песком	Сталь	6,3...3,2	1 —	1 — 1
	Алюминиевые сплавы	6,3,..3,2		

Примечание. В скобках указана достижимая точность.

Таблица 2.14 Шероховатость поверхности и точность литых

Виты литья	Материал	Размеры заготовок, мм	Параметры ше * возможные	
В песчаные формы (в землю)	**Черные металлы**	–	**(25)...160**	
	Цветные сплавы	**1...1000** **1000...2500**	**(12,5)...50**	
В кокиль	**Черные металлы**	–	**(6,3)...25**	
	Цветные сплавы	**1...180** **180... 1000**	**(3,2)...12,5**	
По выплав-ляемым моделям	**Черные металлы**	–	**(1,6)...12,5**	
	Цветные сплавы	**1...30** **30...260** **2G0...500**	**1,6...12,5**	
В оболочко-вые формы	**Углеродистая сталь**	–	**12Д..25**	
	Серый чугун	–	**6Д..12.5**	
	Цветные сплавы	**1...260** **260... 1000**	**(1,6)...12,5**	
Под давлением	**Цинковые, магниевые и алюминиевые сплавы**	–	**(0,8)..ДЗ**	
	Медные сплавы	–		
Центробеж-ное литье	–	–	**3.2...25**	

Примечание. В скобках указаны предельно допустимые

заготовок деталей

роховатости, мкм, не более			Квалитеты, классы точности		
	оптимальные		высокая точность	нормальная точность	низкая точность
	«а				
	100	400	1 16; 17 | (1); (2); 3-й класс точности по ГОСТ 2009—55 и 1855—55		
			(12)...14	15	16
			14; 15	15; 16	16; 17
	25	100	| 14...16 | (1); 2-й класс точности по ГОСТ 2009—55 и 1855—55		
			(П); 12	14	14; 15
			12...14	14; 15	15; 16
	6,3	25	1-й класс точности по ГОСТ 2009—55 и 1855—55; допустимые для мелких деталей квалитеты 11...13		
			(Ю); 11	12; 13	14
			11...13	12...14	14; 15
			12...14	14; 15	15
	12,5	50	1-й класс точности по ГОСТ 2009—55 и 1855—55; для мелких деталей квалитеты 12.Л4		
			(11)..Л3	14	15
			12...14	14; 15	15; 16
	6,3	25	(9)..Л1	12	14; 15
			11...13	12...14	15
	12,5	50	(11)...13	14	15

значения.

Таблица 2.15. Шероховатость поверхности и точность при различных видах обработки деталей

Вид обработки		Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая	
		*с	*ж	классы точности по ОСТ	квалитеты
Резка газовая	ручная	80...40	320... 160	–	–
	машинная	80...12,5	320...50	9	17...15
Отрезка-	* приводной пилой	50...25*(12,5)	200...100	9	17...15
	резцом	100...25*	400...100	9..J	17...14
	фрезой	50...25*	200...100	9..J	17..Л4
	абразивом	6,3*..Д2	25..Л2,5	7	15...12
Строгание	черновое	25...12.5*	100...50	7...S	14...12
	чистовое	6Д.Д2*(2,5)	25...12,5	5; 4	13...11 [10]
	тонкое	1,6...(0,8)	–	4; 3	10...8 [7)
Долбление	черновое	50...25	200... 100	7	15; 14
	чистовое	12Д.Д2*	50... 12,5	7...5	13; 12
Фрезерование цилиндрической фрезой	черновое	50...25	200... 100	7...5	14...12 [11}
	чистовое	6Д.Д2*	25...12,5	4	11 [10]
	тонкое	1,6 (0,63)	—	3; 2а	9; 8 [7]
Фрезерование торцевой фрезой	черновое	12Д..6.3	5Q-.25	7...5	14...12
	чистовое	6Д.Д2* (1,6)	25...12,5	4	11 [10]
	тонкое	1,6...(0,8)	–	3;2	9; 8 [7]
Фрезерование концевой фрезой	черновое	25..Л,25	100...50	7...5	14..Л2
	чистовое	6Д.Д2	25...12,5	4	11

Продолокение табл. 2.15

Вид обработки		Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая	
		«а		классы точно-сти по ОСТ	квалитеты
Обтачива-ние про-дольной подачей	обдирочное	100...25	400...100	9...8	17...15
	получисто-вое	12.5..ДЗ	50...25	7...5	14...12
	чистовое	3,2...1,6* (0,8)]	12,5...6,3	3; 2	9...7
	тонкое (алмазное)	0,8.. .0,4* (0,2)	–	2; 1	6
Обтачива-ние попе-речной подачей	обдирочное	100...25	400...100	1 9	17; 16
	получисто-вое	12Д.ДЗ	50... 25	7	15; 14
	чистовое	3,2*	12Д..10	7...4	13...11
	тонкое 1	1,б...(0,8)	—	4...2а	И...8
Сверление, до 15 мм	без кондуктора	12,5*(10)...б,3	50...25	7...5	14...12
	по кондуктору	–	–	4	11
Сверление, св. 15 мм	без кондуктора	25*(10)...12,5	100...50	7...5	14...12
	по кондуктору	–	–	4	11
Рассверливание		25*...12,5(6,3)	100...50	7...5	14...12
Зенкеро-вание	черновое (по корке)	25...12,5	100...50	8.-5	15...12
	чистовое	6,3...3,2*	25... 12,5	5; 4	11; 10
Растачива-ние	черновое	100...50	400...200	9...8	17...15
	получисто-вое	25...12,5	100...50	7...5	14..J2
	чистовое	3,2..Л,6* (0,8)|	—	3; 2а	9; 8
	тонкое (алмазное)	0,8...0,4* (0,2)	шит	2	7
Развертыва-ние	получисто-вое	12,5~.6,3	50...25	3	10; 9 [8J
	чистовое	3Д.Л.6*	12Д.ДЗ	2а	7; 8 [8]
	тонкое	0Д..(0,4)	—	2 I	7 [6]

Продолжение табл. 2.15

		Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая	
Вид обработки			*ш	классы точности по ост	квалитеты
Протягивание	получистовое	6,3	25	3	9, 8
	чистовое	3.2..Д8*	12,5...4,0	3; 2	8; 7
	отделочное	0,4...(0,2)	–	2	7
Зенкование плоское с направлением		12.5..Д3	50...25	–	–
Зенкование угловое		6Д.Д2	25... 12,3	–	–
Шабрение	грубое	6,3...1,6	25..Д3	4	11
	тонкое	0,8...(0,1)	–	3; 2а	' 9; 8
Слесарная опиловка		25...(1,6)	100..Д3	4; 3	11...8
Зачистка наждачным полотном (после резца и фрезы)		1,6...(0,2)	–	4; 3	11...8
Шлифование круглое	получистовое	6Д.Д2	25...12,5	4; 3	11...8
	•чистовое	1,6.-0,8*	–	3...1	S...6
	тонкое	0,4...0,2* (0,1)	–	2, 1	5
Шлифование плоское	получистовое	3,2	12,5	4, 3	11...8
	чистовое	1,6...0,8*	–	3; 2	8...6
	тонкое'	0,4..Д2* (0,1)	–	2	7; 6
Прошивание	чистовое	1,6.. .0,4 (1,25)|	-	3; 2	9...7
	тонкое	1,6 (0,05)	1 —	2	7; 6
Калибрование отверстий шариком или оправкой	после сверления	1,6...0,4 (0,32)	–	3; 2	9; 8
	после растачивания	1Д.Д4 (0,32)	–	2	7
	после развертывания	1,6...0,05	–	2	7

Продолжение табл. 2. IS

Вид обработки		Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая	
				классы .точно-сти по ОСТ	квалитеты
Обкатывание и раска-тывание роликами или шариками при /?$_a$ исходном 12,5...3,2		1,6.-0,4 (0,32)	–	3...1	9...6
Наклепывание шарика-ми при /?$_a$ исходном 3,2...0,8		0,8..Д2	–•	–	–
Развальцовка	чистовая	1Д.Д4	–	2; 1	7
	тонкая	0,2...0,1	–	2; 1	6
Притирка	чистовая	3,2..Д4	12,5...2,0	2; 1	7; 6
	тонкая	1Д. .0,1 (0,08)	–	1	5
Полирование	обычное	1,6...0,2 (0,08)	–	2; 1	6
	тонкое	0,1...(0,05)	–	1	5
Доводка	грубая	0,4*	–	2; 1	7; 6
	средняя	0,2*..Д1	–	2; 1	6; 5
	тонкая	0,05* (0,02)		1	5
	отделочная (зеркальная)	0,02о..Д012 (0,008)	0Д25..Д063	–	–
Хонингование	плоскостей	0,4*. Д1	–	3; 2	8; 7
	цилиндров	0,2*...(0,05)	–	2; 1	7; 6
Лаппингование	предварительное	0,8..Д2	–	2; 1	6
	среднее	0,2	–	2; 1	6
	тонкое	0,1...0,025	–	1	6
Суперфиниширование	плоскостей	0,4..Д2*(0,05)	–	1	5 и выше
	цилиндров	|о,4...0,1*(0,05)|	— j	•	5 и выше

Продолжение табл. 2.18

Вид обработки		Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая	
				классы точности по ОСТ	квалитеты
Термохимическое упрочнение	**цементация**	**10..Д32**	**40...1,6**	**7...5**	**14...12**
	цианирование	**2,5...1,6**	**–**	**5; 4**	**11; 12**
	азотирование	**0,63...0,08**	**–**	**3; 2**	**9...7**
	барирование	**1,25...0,16**	**––**	**3;2**	**9...7**
	кадмирование	**2,5...0,16**	**–**	**3; 2**	**9...7**
Химическое **упрочнение**	**хромирование**	**5,0...1,25**	**20...6,3**	**2; 1**	**8...6**
	сульфидирование	**5,0...0,63**	**20..Д2**	**3; 2**	**9...7**
	оксидирование	**1,25...0,16**	**–**	**2; 1**	**8...6**
	никелирование	**5Д.Д32**	**20.ЛД**	**2; 1**	**8...6**

Вид обработки		Параметр мкм	Степень точности
Нарезание резьбы	**резцом**	**6,3...3,2(1,25)**	**8...6 (5)**
	плашкой	**12,5...5,0 (2,5)**	**8(6)**
	фрезой	**10,0...3,2* (1,6)**	**8...5**
	резьбонарезной головкой	**5,0...3,2* (2,5)**	**8; 7 (6)**
	метчиком	**12,5*..3,2 (1,25)**	**7 (6,4)**
Шлифование резьбы		**1,25*..(0,32)**	**6...4**
Накатывание резьбы		**5,0..,0,16**	**8...4**
Обработка зубьев червячных колес фрезерованием		**5,0...1,25**	**9...7**
То же, шевингование червячным шевером		**1,25..Д63**	**7**

ISO

Продолжение табл. 2.15

Вид обработки		Параметр R_Q, мкм	Степень точности
[illegible]	шевингование	1Д.Д8 (0,32)	7
	обкатывание	1,25...0,б3	7
	шлифование	1,25..Д4 (0,32)	7; 6
	зубохонингование	Д63..Д16	7; 6
	притирка	0,63...0,1б	7(6)
	полирование	0,32..Д08	–
	протягивание	2,5..«1,25	8
	холодное выдавливание	2,5..Л,25	9; 8
	холодная штамповка	5,0...0,63	9
	прошивание	1,25..Д63	8

Примечания. 1. Параметры шероховатости приведены для стали; для чугуна, алюминия и алюминиевых сплавов брать по меньшему значению параметра; для сплавов на медной основе при слесарной обработке (опиловка, шабрение), шлифовании и доводочных работах (притирке, полировании, хонинговании) брать параметры, указанные для стали, а при остальных видах обработки-** по большему значению.

2. В круглых скобках указаны предельно достижимые значения параметра шероховатости R_a и точности.

3. Среднее значение R_a для данного вида обработки отмечено *.

4. В квадратных скобках указаны данные для чугуна.

Таблица 2.16. Марки, твердость и примерное назначение инструментальной легированной стали (группа I)

Ма;жи	-л я S&	Темпера-тура за-калки, °С	[illegible]	Назначение
7ХФ 8ХФ	229 241	800...820В2 8KL.830В	58 58	Зубила, пуансоны, кернеры, ножи для холодной резки металла, топоры, долота

[1] Твердость НВ дана для отожженной или высокоотпущенной стали.

[2] Среда закалки: В — вода, М — масло.

* Твердость после закалки.

Продолжение табл. 2J6

Марки	Q р	Темпера-тура за-калки, °С	3 ω Ф	Назначение
9ХФ	241	820...840В	60	Рамные, ленточные пилы, кернеры, ножи для холодной резки металла
11ХФ	229	810...830М	62	Метчики и другой режущий инструмент диаметром доЗОмм
13Х	241	780...810В	64	Шаберы, гравировальный инструмент
ХВ4	255	800...820В	65	Гравировальные резцы, фрезы и резцы для работы с небольшой скоростью резания твердых металлов
В2Ф	229	800...850В	62	Ленточные пилы по металлу, ножовочные полотна
9Х1	229	820...850М	62	Деревообрабатывающий инструмент, клейма, пробойники, валки
Х	229	840...860М	62	Токарные, строгальные, долбежные резцы в лекальных и ремонтных мастерских, гладкие калибры
12Х1	241	850...870М	62	Измерительный инструмент: плитки, калибры, шаблоны
9ХС	241	840...860М	62	Сверла, развертки, метчики, плашки, гребенки, фр^зы, клейма, штемпели
ХГС	241	820...860М	62	Вырубные штампы небольших размеров, валки холодной прокатки
ХВГ	255	830...850М	62	Измерительные и режущие инструменты, для которых повышенное коробление при закалке недопустимо: резьбовые калибры, протяжки, длинные метчики и развертки и т. п.
9ХВГ	241	820...840М	62	Резьбовые калибры, лекала сложной формы, сложные точные штампы, которые при закалке не должны подвергаться значительным объемным изме* нениям и короблению
ХВСГ	241	840...860М	62	Плашки, развертки и другой режущий инструмент

Продолжение ***табл. Ив***

Марки	5 ffly £12	Температура закалки, °С	4l %* К *x*	Назначение
8Х6НФТ 9Х5ВФ	241 241	950...1000М	58	Деревообрабатывающий инструмент: фрезы, пилы, ножи и т. п.
8Х4В3М3Ф2	255	1150...1170М	61	Ножи труборазрубочных прессов, ножи гильотинных и других ножниц, деревообрабатывающий инструмент, инструмент для холодной пластической деформации

Таблица 2.17. Выбор[1] марок быстрорежущей стали при различных видах обработки резанием

Обрабатываемый материал, условия обработки	Точение	Нарезание резьбы метчиком	Нарезание резьбы плашкой	Зенкерование, развертывание, протягивание	Фрезерование
Стали углеродистые конструкционные	Р6М5 10Р6М5	Р6М5 Р9Ф5	Р6М5 9ХС	Р14Ф4 Р9Ф5	Р6М5 10Р6М5
То же, при работе в условиях динамических нагрузок, с большими подачами	РбМ3 Р18КФ2 Р9К10				РбМ3 Р18 Р9; ***PVJ***
Стали конструкционные легированные	Р9К5 Р9М4К8 11АР3М3Ф2 ' 10Р6М5	Р6М5К5 Р6М5	Р6М5К5 Р6М5	Р9Ф5 Р14Ф4	10Р6М5 Р6М5К5
Стали коррозионностойкие, жаростойкие с **о**><1079МПа	Р6М5К5 Р12Ф2К8М3	Р6М5К5 Р9М4К8	Р6М5К5 Р9М4К8	Р6М5К5 Р18Ф2К5	Р6М5К5 Р9Ф2К10
Сплавы жаростойкие, жаропрочные	Р9М4К8 Р6М5К5 Р9Ф2К5 Р9Ф2К10	Р9М5К5 Р6М5К5	Р6М5К5	Р18Ф2К5	Р9М4К8 Р18Ф2К5 Р10Ф5К5
Чугуны всех марок	Р9; Р12 10Р6М5	10Р6М5	10Р6М5	Р14Ф4	Р6М5
Цветные сплавы типа алюминиевых, медных, магниевых	Р6М5 10Р6М5	Р6М5 10Р6М5	Р6М5 10Р6М5	Р6М5 10Р6М5	Р6М5 10Р6М5

[1] Более полные данные см. [7, 11, 12].

Таблица 2.18. Выбор марок твердого сплава при различных видах обработки резанием

Эйды и характер обработки	Марка твердого сплава при обработке								
	углеродистой и легированной стали	жаропрочных и жаростойких сталей и сплавов	нержавеющей стали аустенитного класса	[illegible]	титана и сплавов на его основе	чугуна		цветных металлов и их сплавов	[illegible]
							8- Ё ё		
Точение черновое по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании с ударами	Т5К10 Т5К12В ВК8В ВК8	Т5К12В ТТ7К12 ВК8В ВК60М	Т5К12В *втв* ВК8; ВК60М		ВК8 ВК8В ВК6М	ВК8 ВК8В ВК4	ВК8 ВК8В ВК3М	ВК4 ВК6 ВК8	–
Точение черновое по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании	Т14К8 Т5К10	ВК4 ВК8 ВК8В	ВК4 ВК8; ВК6М		ВК4 ВК3 ВК60М	ВК4 ВК8 ВК6М	ВК6М ВК4 ВК3М	ВК4 ВКШ ВК3	
Точение черновое по корке при относительно равномерном сечении среза и непрерывном резании	Т15К6 Т14К8	Т15К10 ВК4 ВК8	ВК6М ВК4		ВК4 ВК8	ВК4 ВК8	ВК6М ВК2	ВК2 ВК3М ВК4	ВК4
Точение получистовое и чистовое при прерывистом резании	Т15К6 Т14К8 Т5К10	ВК4 ВК8 ВК8В	ВК4 ВК8	Т5К10 ВК4 ВК8	ВК4	ВК4 ВК6 ВК8	ВК6М	ВК2 ВК3М ВК4	ВК2 ВК3М ВК4
Тонкое точение при прерывистом резании	Т30К4 Т15К6	--	ВК6М	Т14К8 Т5К10 ВК4	ВК4	ВК2 ВК3М ВК4	ВК6М ВК2	ВК2 ВК3М ВК4	ВК2 ВК3М ВК4

Тонкое точение при непрерывном резании	Т30К4		ВК6М ВК3М	Т30К4 Т15К6 ВК6М ."ВК3М	ВК4 ВК6М ВК3М	ВК2 ВК3М	ВК6М ВК3М ВК2	ВК2 ВК3М	ВК2 ВК3М
Отрезка и прорезка канавок	Т15К6 Т14К8 Т5К10	ВК4 ВК8 ВК8В	ВК6М ВК4	–	ВК4 ВК8	ВК4 ВК6 ВК8	ВК6М ВК2	ВК2 ВК3М ВК4	ВК2 ВК3М ВК4
Отрезка и прорезка, Нарезание резьбы предварительное	Т15К6 Т14К8	Т15К6 Т14К8 ВК4	ВК6М ВК4	ВК6М ВК4 ВК3М	ВК4 ВК6М ВК3М	ВК2 ВК3М ВК4	ВК6М ВК3М ВК2	ВК4 ВК6 ВК6М	ВК2 ВК3М ВК4
Нарезание резьбы окончательное	Т30К4 Т15К6	Т30К4 Т15К6 В14К8	ВК6М ВК3М	–	–	–	–	ВК2 ВК3М	ВК2 ВК3М
Строгание н долбление черновое	Т15К12В ВК8В ВК15	Т5К12В	Т5К12В ВК8 ВК15			ВК8 ВК8В		ВК8 ВК8В	ВК4 ВК6 ВК8
Строгание и долбление получистовое и чистовое	Т5К10 Т5К12В ВК8 ВК8В	ТТ7К12	Т5К12В ВК8В ВК15	–		ВК4 ВК6 ВК8	–	ВК4 ВК6	
Фрезерование черновое	Т15К6 Т14К8 Т5К10	Т5К10 ВК4 ВК8	Т5К12В Т5К10 Т14К8		ВК4 ВК8			ВК4 ВК6 ВК8	ВК2 ВК4

Продолжение табл. 2.18

Виды и характер обработки	Марка твердого сплава при обработке								
	углеродисто и легированой стали	жаропрочн и жаросто! ких сталей и сплавов	нержавеющей стали аусте-нитного класса	закаленной стали	титана и сплавов нг его основе	чугуна		цветных металлов и их сплавов	неметалла Ских мате-риалов
						За	Л. а		
Фрезерование получистовое и чистовое	**Т30К4 Т15К6 Т14К8**	**Т15К6 Т14К8 Т5К10**	**Т15К6 Т14К8**			**ВКб ВК4**	**ВКбМ**	**ВК2 ВК3М ВК4**	**ВК2 ВК3М**
Сверление сплошное неглубоких (нормальных) отверстий	**Т5К10 Т5К12В ВК8 ВК8В**	**Т5К12В ТТ7К12 ВК8В ВК8**	**Т5К12В ВК8В ВК8**	–	**ВК8 ВК8В**	**ВК4 ВКб ВК8**	**ВК8 ВК8В**	**ВК4 ВКб ВК8**	**ВК2 ВК4**
Сверление сплошное глубоких отверстий	**Т15К6 Т14К8 Т5К10 Т5К12В ВК8**								
Сверление кольцевое глубоких отверстий	**Т15К6 Т14К8 Т5К10**	–	–						
Рассверливание неглубоких (нормальных) пред-варительно просверленных отверстий		**ВК4 ВК8**	**ВК8**	**Т14К8 Т5К10 ВК8**	**ВК4 ВК8**	**ВК2 ВК3М ВК4**	**ВК6М ВК4**	**ВК2 ВК3М ВК4**	**ВК2 ВК3М**

Рассверливание неглубоких {нормальных) отверстий в литых, кованых или штампованных деталях	Т5К10 Т5К12В ВК8 ВК8В	Т5К12В ТТ7К12 ВК8 ВК8В	Т5К12В ВК8В ВК8	– –	– –	ВК4 ВК6 ВК8	– –	ВК4 ВКб ВК8	–
Рассверливание глубоких предварительно просверленных отверстий	Т15К6 Т14К8	ВК4 ВК8		Т14К8 Т5К10 ВК8	–	ВК2 ВК3М ВК4	ВК6М ВК4	ВК2 ВК3М ВК4	
Рассверливание глубоких отверстий в литых, кованых и штампованных деталях, а также отверстий с неравномерным припуском на обработку и прерывистым резанием	Т5К10 Т5К12В ВК8 ВК8В	Т5К12В ТТ7К12 ВК8 ВК8В	Т5К12В ВК8 ВК4	–	– -	ВК8 ВК8В ВК4	–	ВК4 ВК8 ВК8В	–
Зенкерование черновое	Т15К6 Т14К8 Т5К10 Т5К12В ВК8	Т5К10 ВК4 ВК8	ВК6М ВК4	* –	ВК4 ВК8	ВК4 ВК6 ВК8	ВК6М ВК4 ВК4	ВК4 ВКб ВК8	ВК4 ВКб
Зенкерование получистовое и чистовое	Т30К4 Т15К6 Т14К8	Т15К6 Т14К8 Т5К10 ВК6М	ВК6М		ВК4 ВК8	ВК2 ВК3М ВК4		ВК2 ВК3М ВК4	
Развертывание предварительное и окончательное	Т30К4 Т15К6	Т30К4 Т15К6 ВК6М ВК3М	ВК6М ВК4	Т30К4 ВК3М ВК6М	ВК4 ВК6М ВК3М	ВК2 ВК3М ВК4 ВК6М	ВК6М ВК3М		

2.5. ПРИПУСКИ НА ОБРАБОТКУ РЕЗАНИЕМ

Припуски на обработку резанием для элементарных поверхностей заготовок определяют расчетно-аналитическим методом (табл. 2.19) или ориентировочно назначают по справочным таблицам (табл. 2.20...2.35). Существует также статистически-вероятностный

Таблица 2.19. Формулы для определения припусков расчетно-аналитическим методом

Определяемая величина	Обозначение	Формула
Минимальный промежуточный припуск при обработке: наружных поверхнбетей; на сторону на обе стороны или по диаметру внутренних поверхностей: на сторону на обе стороны или по диаметру	 Zfmin Zfmin	 $^{a}l\text{-}im\backslash n$ — 0£min £>/-ltnin — Amin $^{\cdot imsLX}$ — $^{a}t\text{-}lmax$
Минимальный припуск при автоматическом получении размеров для обработки: последовательной противолежащих поверхностей параллельной противолежащих поверхностей наружных и внутренних поверхностей вращения	 Zfmin $2Z/_{m}i_{n}$ $2Zj_{m}in$	 $Rzi\text{-}x + Tt\text{-}i + pi\text{-}i + tyt$ 2 (# * * - i + 7 V i + + l / p i - i + 4 i)
Минимальный припуск при методе индивидуального получения заданных размеров для обработки: плоских поверхностей наружных и внутренних поверхностей вращения	 Z/min $2Z/mi_{n}$	 Rzl - 1 + ^ V 1+ P_{B}/ - i+ ^{e}Bi 2(/?ж|·1+7 |-1 + + V P I I + ^)
Номинальный припуск на обработку: наружных поверхностей: на сторону на обе стороны или по диаметру внутренних поверхностей: на сторону на обе стороны или по диаметру	 ZfHOM $2Z_{i}$/HOM Z/HOM 2ZJHOM	 Zanin + # * - i — Hi $2Z_{imln} + HDi\text{-}i — HDi$ Zfmin + — Bi $2Z_{im}\backslash_{n}+BDl\text{-}l—BDi$
Максимальный припуск на обработку: на сторону на обе стороны или по диаметру	 Zjmax 2Z/max	 $Zlmln$ + — *i 2Z/min + &Z>/-1 — bDl

метод расчета припусков. Для отливок из чугуна, полученных в песчаных формах, припуски на обработку определяют по ГОСТ 1855—55, а для отливок из углеродистой стали—по ГОСТ 2009—55. Припуски на обработку резанием отливок из цветных сплавов, полученных разными способами, назначают по ведомственным нормалям.

Припуски на поковки регламентированы ГОСТ 7829—70 и 7062—79, на штамповки — ГОСТ 7505—74, а также различными нормалями.

В табл. 2.19 приняты следующие обозначения:

Я ы т т, £i-imin, fli-imax, ^t-imax — соответственно наименьшие и наибольшие предельные размеры для партии заготовок на предшествующем технологическом переходе;

fl<min, *Dimin,* а**<max, #*max** — соответственно наименьшие и наи« большие предельные размеры для партии заготовок на осуществляемом технологическом переходе; ***Rn-u*** У<—і, р<-і — соответственно высота неровностей, глубина дефектного поверхностного слоя и суммарное значение пространственных отклонений для элементарной поверхности на предшествующем переходе;

e_y< — погрешность установки заготовки при выполняемом переходе;

е***в1*** — погрешность выверки заготовки при установке на осуществляемом переходе;

Hi-u нDI-U Hi, —нижнее отклонение по размерам соответственно на предшествующем и выполняемом переходах;

Bi-u BD{-U Bt, BD{ — верхние отклонения по размерам соответственно на предшествующем и выполняемом переходах (#**D«-I,** ***HDU BDI-U & Di*** относятся к диаметрам);

б<-ь **6DI-I** — допуск по размеру **ва** предшествующем переходе;

б<, **6D<** — допуск по размеру на выполняемом переходе.

Значения номинальных припусков необходимы для определения номинальных размеров заготовок (отливок, поковок **и т.** п.), по которым изготовляют технологическую оснастку (штампы, пресс-формы и **т.** п.).

Промежуточные размеры рассчитывают исходя из окончательного размера детали [11, 12].

Если размер, предшествующий данному, не выдерживается непосредственно, **а** получается **в** виде функции от других размеров, то при определении промежуточных размеров из приведенных выше формул составляют соответствующие уравнения размерных цепей.

Схема для расчета припуска при фрезеровании детали в приспособлении приведена на рис. 2.**9.**

Минимальный припуск $Z_{BM}\backslash_N$ а /?$_{Za}$ + T_A + p_a + e_y; Z^*_{max} =

= + —

где Zbmin—-минимальный припуск **(на** сторону) на выполняемый переход — фрезерование; Zdmax-— максимальный припуск на выполняемый переход — фрезерование; /^$_{za}$ — высота микронеровностей после предшествующей обработки; **Гв** —толщина дефектного поверхностного слоя, оставшегося **от** предшествующей обработки? p_a — суммарное значение пространственных отклонений после предшествующей обработки; e_y — погрешность установки заготовок при выполняемой операции; $б_a$ и б& — допуски на размеры *а* и *Ь*.

Схема расположения припусков **в** различных стадиях обработки вала **и** отверстия показана **на** рис. 2.10.

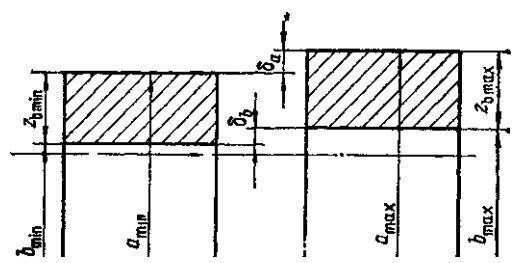


Рис. 2.9. Схема к расчету припуска при фрезеровании поверхности

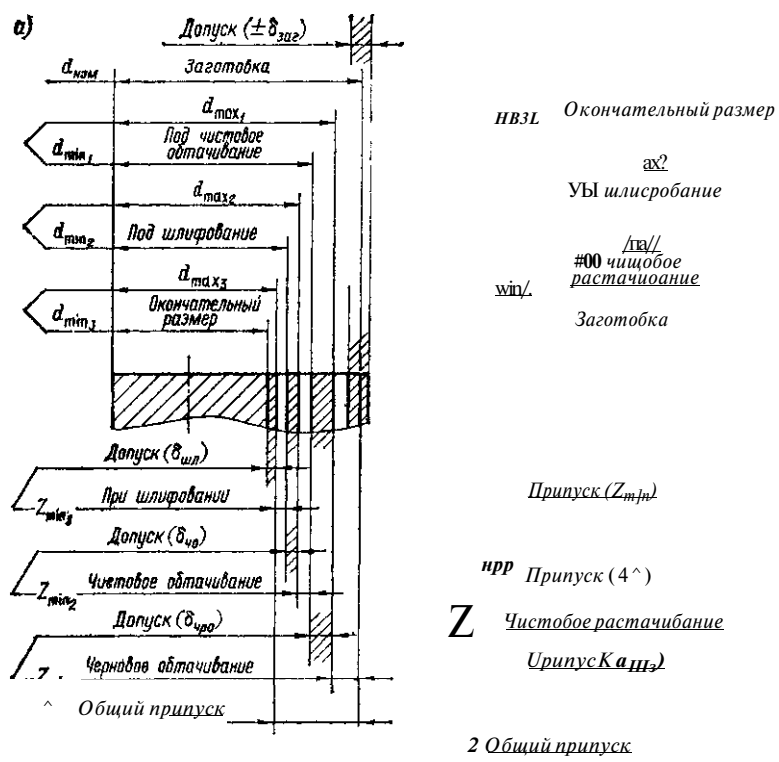


Рис. 2.10. Схема расположения припусков в различных стадиях обработки вала (а) и отверстия (б)

Таблица 2.20. Отверстия[1] (ГОСТ 19257—73) под нарезание Метрической резьбы по ГОСТ 9150—81

Размеры в мм

*D**		Диаметр отверстия под резьбу с полем допуска				
		4H5H; 5H: 6H; 5H6H; 7H	*60; 7G*	*4H5H; 5H*	*5H6H; 6H; 60*	*7H; TO*
		"отн		*T*		
1	0,25	0,75	0,77	+0,04	+0,06	–
1Д		0,85	0,87			
1,2		0,95	0,97			
1,4	0,3	1,10	1Д2			
1,6	0,35	1,25	1,27	1 0 0[e]*	+0,07	
1,8		1,45	1,47			
2	0,40	1,60	1,62	+o,os	+0,08	
2,2	0,45	1,75	1,77	+0,07	+0,09	
2,5		2,05	2,07			
3	0,5	2,50	2,52	+0,08	+0,10	+0,14
3,5	0,6	2,90	2,93		+0,11	+0,15
4	0,7	3,30	3,33		+0,12	+0,16
4,5	0,75	3,70	3,73	+0,11	+0,17	+0,22
5	0,8	4,20	4,23	+0,09	+0,13	+0,18
6	1	4,95	5,00	+0,17	+0,20	+0,26
7		5,95	6,00			
8	1,25	6,70	6,75			
9		7,70	7,75			
10	1,5	8,43	8,50	1 л 10	+0,22	+0,30
11		9,43	9,50	+".1 У		
12	1,75	10,20	10,25	+0,21	+0,27	+0,36

[1] Для метрической резьбы с допусками по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77) при нарезании в деталях из серого чугуна ГОСТ 1412—70, в деталях из стали ГОСТ 380—71, 1050—74, 4543—71, 20072—74, 5632—72 (кроме сплавов на никелевой основе), алюминиевых сплавов ГОСТ 2685—-75 и меди ГОСТ 859—78.

[2] Обозначения: *D* — номинальный диаметр резьбы; *P* — шаг резьбы; />отв – номинальный диаметр отверстия; $TD_{отв}$ — допуск на отверстие,

Продолжение табл. 220

	P*	Диаметр отверстия под резьбу с полем допуска				
		4H5H; 5H: 6H; 5H6H; 7H	*60; 70*	*4И5Н; m*	*5H6H; 6H; 60*	*7H; 70*
		A>Tв		m ^отв		
14	2	11,90	11,95	+U,Z4	+0,30	+0,40
16		13,90	13,95			
18	2,5	15,35	15,40	+0,30	+0,40	+0,53
20		17,35	17,40			
22		19,35	19,40			
24	3	20,85	20,90			
27		23,85	23,90			
30	3,5	26,30	26,35	+0,36	+0,48	+0,62
33		29,30	29,35			
36	4	31,80	31,85			
39	4	34,80	34,85	+0,36	+0,48	+0,62
42	4,5	37,25	37,30	+0,41	-4-0,55	+0,73
45		40,25	40,30			
48	5	42,70	42,80	+0,45		+0,80
52		46,70	46,80			
56	5,5	50,20	50,30			
60		54,20	54,30			
64	6	57,70	57,80			
68		61,70	61,80			

Таблица 2.21. Диаметры сверл для получения отверстий под нарезание метрической резьбы по ГОСТ 9150—81

Размеры в мм

d	p	deb	d	p	den
1	0,2	0,80	1,6	0,2	1,40
	0,25	0,75		0,35	1,25
1,1	0,2	0,90	1,8	0,2	1,60
	0,25	0,85		0,35	1,45
1,2	0,2	1,00	2	0,25	1,75
	0,25	0,95		0,4	1,60
1,4	0,2	1,20	2,2	0,25	1,95
	0,3	1,10		0,45	1,75

Продолжение табл. **2.21**

d	*P*		*d*	*p*	
2,5	\ 0,35	2,15	1 o IZ	1,5	10,50
	0,45	2,05		1,75	10,20
3	0,35	2,65	14	0,5	13,50
	0,5	2,50		0,75	13,25
3,5	0,35	3,15		1	13,00
	0,6	2,90		1,25	12,80
4	0,5	3,50		1,5	12,50
	0,7	3,30		2	12,00
4,5	0,5	4,00	15	1	14,00
	0,75	3,75		1,5	13,50
5	0,5	4,50	16	0,5	15,50
	0,8	4,20		0,75	15,25
5,5	0,5	5,00		1	15,00
6	0,5	5,50		1,5	14,50
	0,75	5,25		2	14,00
	1	5,00	17	1	16,00
7	0,5	6,50		1,5	15,50
	0,75	6,25	18	0,5	17,50
	1	6,00		0,75	17,25
8	0,5	7,50		1	17,00
	0,75	7,25		1,5	16,50
	1	7,00		2	16,00
	1,25	6,80		2,5	15,50
9	0,5	8,50	20	0,5	19,50
	0,75	8,25		0,75	19,25
	1	8,00		1	19,00
	1,25	7,80		1,5	18,50
10	0,5	9,50		2	18,00
	0,75	9,25		2,5	17,50
	1	9,00	22	0,5	21,50
	1,25	8,80		0,75	21,25
	1,5	8,50		1	21,00
11	0,5	10,50		1,5	20,50
	0,75	10,25		2	20,00
	1	10,00		2,5	19,50
	1,5	9,50	24	0,75	23,25
12	0,5	11,50		1	23,00
	0,75	11,25		1,5	22,50
	1	11,00		2	22,00
	1,25 1	10,80		3	21,00

Обозначения: *d* — номинальный диаметр резьбы; *P* — шаг резьбы; d_C ***B*~-** диаметр сверла.

Таблица 2.22. Стержни[1] (ГОСТ 19258—73) под нарезание метрической резьбы по ГОСТ 9150—81

Размеры в мм

	*P**	Диаметр стержня под резьбу с полем допуска									
		4h		***6h***	***6g***	***бе***	***6d***	***6k; 6g; бе; 6d***	***8h***	J	***8g***	***8h; 8g***
			m u «ст									*T.*
1	0,25	0,97	—0,03	0,97	0,95	–	–	—0,04	–		–	–
1,1		1,07		1,07	1,05							
1,2		1,17		1,17	1,15							
1,4	0,3	1,36		1,36	1,34							
1,6	0,35	1,55		1,55	1,53							
1,8		1,75		1,75	1,73							
2	0,4	1,95	—0,04	1,95	1,93			—0,05				
2,2	0,45	2,15		2,15	2,13			—0,06				
2,5		2,45		2,45	2,43							
3	0,5	2,94		2,94	2,92	2,89						
3,5	0,6	3,44	—0,05	3,44	3,49	3,39		—0,07				
4	0,7	3,94	—0,06	3,94	3,92	3,89		—0,08				
4,5	0,75	4,44		4,44	4,42	4,38		—0,09				
5	0,8	4,94	—0,07	4,94	4,92	4,88		—0,10	4,94		4,92	* —0,18
6	1	5,92		5,92	5,89	5,86	5,83		5,92		5,89	—0,20
7		6,92		6,92	6,89	6,86	6,83		6,92		6,89	
8	1,25	7,90	—0,08	7,90	7,87	7,84	7,80	—0,11	7,90		7,87	—0,24
9		8,90		8,90	8,87	8,84	8,80		8,90		8,87	
10	1,5	9,88	—0,09	9,88	9,85	9,81	9,78	—0,12	9,88		9,85	—0,26

									j		
11	1,5	10,88	—0,09	10,88	10,85	10,81	10,78	—0,12	10,88	10,85	—0,26
12	1,75	11,86		11,86	11,83	11,80	10,76		11,84	11,83	
14	2	13,84	—0,10	13,84	13,80	13,77	13,74	—0,13	13,84	13,80	—0,29
16		15.84		15,84	15,80	15,77	15,74		15,84	15,80	
18		17,84		17,84	17,80	17,76	17,73		17,84	17,80	
20	2,5	19,84	—0,13	19,84	19,80	19,76	19,73	—0,18	19,84	19,80	—0,37
22		21,84		21,84	21,80	21,76	21,73		21,84	21,80	
24	3	23,84	—0,16	23,84	23,79	23,75	23,73	—0,22	23,84	23,79	—0,44
27		26,84		26,84	26,79	26,75	26,73		26,84	26,79	
30	3,5	29,84	—0,18	29,84	29,79	29,75	29,72	—0,27	29,84	29,79	—0,51
33		32,84		32,84	32,79	32,75	32,72		32,84	32,89	
36	4	35,84	—0,22	35,84	35,78	35,74	35,71	—0,32	35,84	35,78	—0,59
39		38,84		38,84	38,78	38,74	38,71		38,84	38,78	
42	4,5	41,84	—0,24	41,84	41,78	41,74	41,71	—0,34	41,84	41,78	—0,64
45		44,84		44,84	44,78	44,74	44,71		44,84	44,78	
48	5	47,84	—0,26	47,84	47,77	47,73	47,71	—0,37	47,84	47,77	—0,69
52		51,84		51,84	51,77	51,73	51,71		51,84	51,77	
56	5,5	55,84	—0,28	55,84	55,76	55,73	55,70	—0,40	55,84	55,76	—0,74
60		59,84		59,84	59,76	59,73	59,70		59,84	59,76	
64	6	63,84	—0,30	63,84	63,76	63,72	63,69	—0,44	63,84	63,76	—0,79
68		67,84		67,84	67,76	67,72	67,69		67,84	67,76	

[1] Для метрической резьбы с допусками по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77) при нарезании на стержнях из сталей по ГОСТ 380—71, 4543—71, 1050—74, 10702—63 и 5632-72 (кроме сплавов на никелевой основе), меди по ГОСТ 859—66.

[2] Обозначения: d — номинальный диаметр резьбы; P — шаг резьбы; $d_G v$ — номинальный диаметр стержня; допуск на диаметр стержня.

Таблица 2.23. Размеры, в мм, заготовок при фрезеровании квадратов *(aXa)* и шестигранников (5) D=» 1,414а; Z>!=* 1.155S

о или б		А1	а или *			*а* или 6		А
1	1,41	1,16	18	25,46	20,79	35	'49,50	40,42
2	2,83	2,31	19	26,87	21,87	36	50,91	41,58
3	4,24	3,47	20	28,28	23,10	37	52,32	42,74
4	5,66	4,62	21	29,70	21,26	38	53,74	43,89
5	7,07	5,78	22	31,11	25,41	39	55,15	45,04
6	8,48	6,93	23	32,53	26,57	40	56,57	46,20
7	9,90	8,09	24	33,94	27,72	41	57,97	47,3&
8	11,31	9,24	25	35,36	28,88	42	59,40	48,51
9	12,73	10,40	26	36,77	30,09	43	60,80	49,57
10	14,14	11,55	27	38,18	31,19	44	62,22	50,82
11	15,56	12,71	28	39,60	32,34	45	63,64	51,96
12	16,97	13,86	29	41,01	33,50	46	65,05	53,13
13	18,38	15,02	30	42,43	34,65	47	66,49	54,09
14	19,80	16,17	31	43,48	35,81	48	67,88	55,44
15	21,21	17,32	32	45,25	36,96	49	69,29	56,60
16	**22,63**	**18,48**	зз	**46,66**	**38,12**	**50**	**70,71**	**57,80**
17	24,04	19,64	34	43,08	39,27			

Обозначения: *D; D*\ — диаметр описанной окружности; а — сторона квадрата; S — размер «под ключ»; & — сторона шестигранника.

Таблица 2.24к Припуски на сторону при однократной обработке отливок из цветных сплавов

Размеры в мм

Наибольший размер отливок	Литье в формы				
	песчаные	оболочковые	по выплавляемым моделям	металлические	
				в кокиль	под давлением
До 3 Св. 3 до 6 , 6 , 10	1,5	1,0	0,8	1,0	0,5
Св. 10 до 18 . 18 , 30	2	1,2 1,3	1	1,3 1,5	0,6
Св. 30 до 50 , 50 „ 80	2 2,5	1,4 1,6	1,4 1,6	1,6 1,8	0,6 0,7
Св. 80 до 120 , 120 „ 180	3	1,7 1,8	1,7 1,8	2,0 2,5	0,8 0,9
Св. 180 до 260 , 260 . 360	3,5 4	2 3,2	2,0 3,2	3,7	1,0 1,1
Св. 360 до 500	4,5	3,5	3,5	4	1,2

Таблица 2.25. Припуски на диаметр *d* на обработку резанием заготовок, полученных прокатом и волочением (для правленного пруткового материала)

Размеры в мм

d	Горячекатаная сталь			Автоматная сталь			Калиброванная холоднотянутая сталь		
	Припуск при отношении длины к диаметру /: *d*								
	До 8	9... 12	12...20	До 8	8...12	12...20	До }	8...12	12...20
До 20	**2**	**3**	**4**	**1,5**	**2**	**3**	**0,8**	**1,5**	**2**
Св. 20 до 45	**3**	**5**	**6**	**2**	**3**	**4**	**1,5**	**2**	**3**
.45 .80	**5**	**7**	**10**	**3**	**5**	**7**	**2**	**3**	**4**

Примечания. 1. Для заготовок (прутков) из цветных металлов и сплавов значения, приведенные в таблице, следует умножать на коэффициент 0,8...0,85.

2. Диаметр заготовки для ступенчатых валиков выбирают по максимальному диаметру ступени.

3. Диаметры заготовок установлены с учетом общих припусков, допусков и кривизны проката и округлены до ближайшего значения согласно ГОСТ 2590—71.

Таблица 2.26. Промежуточные припуски и допуски на обработку наружных цилиндрических поверхностей

Размеры в мм

^яом	Операция	Припуск на диаметр при расчетной длине					*U*
		8 i	**Ц d**	***i***	**§ *i***	**:**	
До 6	**Точение черновое**	**2,5**	**3**	**3,5**		**–**	**—0,30**
	„ чистовое	**1**	**i,i**	**1,1**			**—0,08**
		0,25	**0,3**	**0,4**			
	Шлифование	**0,3**	**0,4**	**0,4**	**0,5**		
6...10	**Точение черновое**	**3,0**	**3,5**	**3,5**	**3,5**	**4**	**—0,36**
	„ чистовое	**1,2**	**1,5**	**1,5**	**1,5**	**2,0**	**—0,10**
		0,25	**0,3**	**0,35**			
	Шлифование	**0,3**	**0,35**	**0,4**			
10...18	**Точение черновое**	**3,0**	**3,5**	**3,5**	**4,0**	***2fi***	**-0,43**
	„ чистовое	**1,2**	**1,5**	**1,5**	**1,5**		**—0,12**
		0,3	**0,35**	**0,4**	**0,45**		
	Шлифование	**0,35**	**0,4**	**0,45**	**0,5**	**0,4**	

Продолжение табл. 2.26

		Припуск на диаме1р при расчетной длине					
^ном	Операция	8	ю >м	i		% о	
		о	о о	3 %		со из	
18...30	Точение черновое „ чистовое Шлифование	3,5 1,5 0,35 0.4	3,5 1,5 0,4 0,45	3,5 1,5 0,45 0,5	4,0 2,0 0,5 0.55	5,0 2,0 0,55 0,6	—0,52 —0,14
30...50	Точение черновое „ чистовое Шлифование	4 1,5 0,4 0,45	4,5 1,5 0,45 0,5	4,5 2,0 0,45 0,5	5 2,0 0,55 0,6	5,5 2,5 0,55 0,7	—0,62 -0,17 – ·
50...80	Точение черновое „ чистовое Шлифование	4,0 2,0 0,4 0,45	4,5 2,0 0,45 0,5	4,5 2,0 0,55 0,6	5,5 2,5 0,0 0,65	5,5 2,5 0,05 0,7	—0,74 —0,20
80...120	Точение черновое „ чистовое Шлифование	5,5 2,0 0,5 0,6	6,0 2,0 0,55 0,65	7 2,0 0,6 0,7	7,5 2,5 0,65 0,75	8,5 2,5 0,7 0,8	—0,87 —0,23

Примечания. 1. В числителе (операция шлифование) даны припуски для незакаленных заготовок, в знаменателе — для закаленных.

2. Для деталей из сталей, подверженных значительным термическим деформациям при закалке (например, из стали 45), припуски на шлифование следует увеличить.

3. При обработке детали с уступами припуск выбирают по отношению к общей длине детали.

4. Припуски на чистовое обтачивание даны для случая, когда заготовка подвергается черновому обтачиванию.

5. Обозначения: ^ о м — номинальный диаметр вала; *Та* — допускаемые отклонения диаметра вала.

Таблица 2.27. Припуски на сторону при однократной обработке стальных заготовок, отлитых по выплавляемым моделям

Размеры в мм

Наибольший размер отливки	Припуск на обработку	
	резцами или фрезами	шлифовальными кругами
До 40	0,7...1,0	0,3...0,5
Св. 40 до 100	1,0...1,5	0,5...0,7
„ 100 „ 250	1,5.-2,0	0,7...1,0

Таблица 2.28. Припуски на диаметр *d* при тонком точении стали

Размеры в мм

d	Припуск
До 25	0,2...0,25
Св. 25 до 125	0,25...0,4
Св. 125	0,35...0,5

Таблица 2.29. Припуски на чистовое подрезание, шлифование торцов и уступов

Размеры в мм

d	Общая длина детали *L*					
	До 18	До 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 260	Св. 260 до 500	Св. 500 до 800
Чистовое подрезание торцов и уступов						
До 30	0,4	0,5				
Св. 30 до 50	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
Св. 50 до 120	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3
Св. 120 до 200	0,7...0,8	0,8...0,9	1,0	1,0...1,2	1,2...1,4	1,4...1,5
T_L	—0,2	—0,3	-0,4	—0,5	—0,6	—0,8
Шлифование торцов						
До 30	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
Св. 30 до 50	0,3		0,4			
Св. 50 до 120				0,5	0,6	
Св. 120 до 200	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
	—0,12	—0,17	—0,23	—0,3	—0,4	—0,5

Примечания. 1. Обозначения: ***d*** — диаметр детали; T_L — допуск на длину при предшествующей обработке.

2. При обработке валов с уступами припуск брать на каждый уступ отдельно исходя из его диаметра ***d*** и общей длины детали ***L***.

Таблица 2.30. Размеры, мм, при обработке отверстий 7,..9 квалитета точности в сплошном материале

р	Диаметр						
	сверла		*(НИ)*	зенкера	развертки для отверстия с полем допуска		
	1-го	2-го			*Н8 (Н9)*	*Н7* черновой	*Н7* чистовой
3 *i* 6	2,9 3,9 4,8 5,8				3 4 5 6	–	4 5 6
8 10	7,8 9,8				8 10	7,96 9,96	8 10
12 It *и* 16 18	11,0 12,0 13,0 14,0 15,0 17,0	–		11,85 12,85 13,85 14,85 15,85 17,85	12 13 14 15 16 18	11,95 12,95 13,95 14,95 15,95 17,94	12 13 14 15 16 18
20 22 24 25 26	18,0 20,0 22,0 23,0 24,0		19,8 21,8 23,8 24,8 25,8	19,8 21,8 23,8 24,8 25,8	20 22 24 25 26	19,94 21,94 23,94 24,94 25,94	20 22 24 25 26
28	26,0	–	27,8	27,8	28	27,94	28
30	15	28,0	29,8	29,8	30	29,93	30
32 35	15 20	30,0 33,0	31,7	31,75 34,75	32 35	31,93 34,93	32 35
38 40 42	25 25 25	36,0 38,0 40,0	37,7 39,7 41,7	37,75 39,75 41,75	38 40 42	37,93 39,93 41,93	38 40 42

Продолжение табл. ***2.30***

D	Дне метр						
	сверла		*(НИ)*	зенкера	развертки для отверстия с полем допуска		
	1-го	2-го			*Н8(Н9)*	*Н7*	
						черновой	чистовой
45	25	43,0	44,7	44,75	45	44,93	45
48	25	46,0	47,7	47,75	48	47,93	48
60	25	48,0	49,7	49,75	50	49,93	50

Примечания. **1.** В случае применения одной развертки припуск равен сумме припусков, указанных в таблице для черновой и чистовой разверток.

2. При обработке отверстий диаметром <15 мм в деталях из чугуна зенкер не использовать.

3. При сверлении отверстий диаметром 30 и 32 мм применять одно сверло диаметром соответственно 28 и 30 мм.

4. Растачивание резцом можно использовать вместо зенкерова* ния, например, при необходимости выправить положение оси обра* батываемого отверстия.

5. Обозначения; D — диаметр обрабатываемого отверстия; D_p-* диаметр отверстия после растачивания.

Таблица 2.31. Размеры, мм, при обработке прошитых и литых отверстий 7...9 квалитета точности

Л *и*	**Диаметр**				
	Растачивание			**Развертки**	
	черновое *(Н14)*		**чистовое** *(НИ)*	**черновая**	**чистовая** *Н7 (Н9)*
	1-е	**2-е**			
30		28,0	29,8	29,93	30
32	–	30,0	31,7	31,93	32
35	–	33,0	34,7	34,93	33
38	–	36,0	37,7	37,93	38
40	–	38,0	39,7	39,93	40
42		40,0	41,7	41,93	42
45	–	43,0	44,7	44,93	45
48	–	46,0	47,7	47,93	*q*
50	45	48,0	49,7	49,93	50
52	47	50,0	51,5	51,92	52

.Продолжение табл. 2.31

D	Диаметр				
	Растачивание			Развертки	
	черновое *(НИ)*		чистовое *(till)*	черновая	чистовая *H7 (H9)*
	1-е	2-е			
55	51	53,0	54,5	54,92	55
58	54	56,0	57,5	57,92	58
60	56	58,0	59,5	59,92	60
62	58	60,0	61,5	61,92	62
65	61	63,0	64,5	64,92	65
68	64	66,0	67,5	67,90	68
70	66	68,0	69,5	69,90	70
72	68	70,0	71,5	71,90	72
75	71	73,0	74,5	74,90	75
78	74	76,0	77,5	77,90	78
80	75	78,0	79,5	79,90	80
82	77	80,0	81,3	81,85	82
85	80	83,0	84,3	84,85	85
88	83	86,0	87,3	87,85	88
90	85	88,0	89,3	89,85	90
92	87	90,0	91,3	91,85	92
95	90	93,0	94,3	94,85	95
98	93	96,0	97,3	97,85	98
100	95	98,0	99,3	99,85	100
105	100	103,0	104,3	104,8	105
110	105	108,0	109,3	109,8	110
115	110	113,0	114,3	> 114,8	115
120	115	118,0	119,3	119,8	120
125	120	123,0	124,3	124,8	125
130	125	128,0	129,3	129,8	130
135	130	133,0	134,3	134,8	135
140	135	138,0	139,3	139,8	140
145	140	143,0	144,3	144,8	145
150	145	148,0	149,3	149,8	150

П р и м е ч а н и я. 1. В случае применения одной развертки припуск равен сумме припусков, указанных в таблице для черновой и чистовой разверток.

2. *D* — диаметр отверстия.

Таблица 2.32. Припуски на диаметр при чистовом растачивании отверстий

Размеры в мм

^ном	Припуски при расчетной длине							
	До 25	Св. 25 до 63	Св. 63 до 100	Св. 100 до 160	Св. 160 до 250	Св. 250 до 400	Св. 400 до 630	
До 10	1,0	1,1	1	U	–	–	–	+0,20
Св. 10 до 18	1,2	1,3	1,3					+0,24
. 18 . 30	1,3	1,3	1,4					+0,28
Св. 30 до 50	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5			+0,34
, 50 , 80	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8			+0,40
. 80 . 120	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,1		+0,46
Св. 120 до 180	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,5	+0,53
. 180 , 260	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	+0,60
.260 .360	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,7	2,9	+0,68

Примечание. $D_{ном}$ — номинальный диаметр отверстия; *TD* — допуск на диаметр отверстия (на предшествующей обработке).

Таблица 2.33. Припуски на диаметр при предварительном тонком (алмазном) растачивании отверстий в деталях из различных материалов

Размеры в мм

D	Легкие сплавы	Баббит	Бронза и чугун	Сталь
До 30	0,2	0,3	0,2	0,2
31...50	0,3	0,4	0,3	
51...80	0,4	0,5	0,3	
81...120	0,4	0,5	0,3	0,3
121...360	0,5	0,6	0,4	0,3

Примечание. При окончательном растачивании отверстий диаметром D= 121...360 мм в деталях из баббита припуск 0,2 мм, в остальных случаях 0,1 мм.

Таблица 2.34. Припуски на диаметр под шлифование отверстий

Размеры в мм

D	Длина отверстия					T_D
	До 50	Св. 50 до 100	Св. 100 до 200	Св. 200 до 300	Св. 300 до 500	
До 10	0,2					+0,10
	0,3					
Св. 10 до 18	0,3	0,3				+0,12
	0,3 N	0,4				

Продолжение табл. 234

	Длина отверстия					T
D	До 50	Св. 50 до 100	Св. 100 до 200	Св. 200 до 300	[Св. 300 до 500	
Св. 18 до 30	0,3	0,4	0,4			+0,14
	од	0,4	0,4			
. 30 , 60	0,4	0,4	0,4	0,4		+0,17
	0,4	0,4	0,5	0,5		
Св. 50 до 80	0,4	0,4	0,4	0,4		+0,20
	0,4	0,5	0,5	0,5		
„ 80 . 120	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	+0,23
	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	
Св. 120 до 180	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	+0,26
	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	
. 180 „ 260	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	+0,30
	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	

Примечания. 1. В числителе указан припуск для незакаленной детали, в знаменателе — для закаленной.

2. D — диаметр отверстия; Гх> — допуск на диаметр на предшествующей обработке.

Таблица 2.35. **Припуски по длине и ширине на обработку плоскостей**

Размеры в мм

		Ширина					
Вид обработки	Длина	До 100		Св. 100 до 300		Св. 300 до 1000	
		Припуск	Допуск	Припуск	Допуск	Припуск	Допуск
Чистовое строгание или фрезерование[1]	До 300	1,0	+0,3	1,5	+0,5	2,0	+0,7
	Св. 300 до 500	1,5	+0,5	2,0	+0,7	2,5	+1,0
Шлифование[2]	До 300	0,3	+0,1	0,4	+0,12		
	Св. 300 до 500	0,4	+0,12	ОД	+0,15	0,6	+0,15

[1] После черновой обработки.

[2] После чистовой обработки при установке детали без выверки,

Продолжение табл. 2,35

		Ширина					
Вид обработки	Длина	До 100		Св. 100 до 300		Св. 300 до 1000	
		Припуск	Допуск	Припуск	Допуск	Припуск	Допуск
Шлифование[3]	До 300 Св. 300 до 500	0,2 0,25	+0.1 +0,12	0,25 0,3	+0,12 +0,15	0,4	+0,15
Шабрение	До 300 Св. 300 до 500	0,15 0,2	+0,06 +0,1	0,15 0,2	+0,06 +0,1	0,3 0,25	+0,1 +0,12

[a] После чистовой обработки при установке детали в приспособлении или с выверкой индикатором.

Примечания. 1. Припуски даны на обработку одной стороны.

2. При обработке одновременно нескольких деталей длину и ширину считать общей на всю установку вместе с промежутками между деталями.

3. При чистовом строгании или фрезеровании на окончательный проход оставлять лрнпуск 0,5 мм.

4. Припуск на шлифование термически обработанных деталей определяют умножением табличных данных на 1,2.

5. Допуск указан на предшествующую обработку.

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

ГЛАВА

3

Точность[1] обработки деталей по геометрическим параметрам определяется величинами отклонений (погрешностей) ее формы и размеров. Следует различать точность отдельной детали и точность партии деталей [15].

У отдельной детали имеются отклонения от номинальных как формы, так и размеров (рис. 3.1). Эти отклонения называются погрешностями. Размеры в поперечном сечении могут быть определены переменным радиусом *R,* отсчитываемым от геометрического центра 0 номинального сечения. Этот радиус называется текущим размером, т. е. таким, величина которого меняется в зависимости от величины осевой координаты *x* (от положения рассматриваемого сечения, например *Б—Б)* и от угловой координаты ф — точки, лежащей на измеряемой поверхности (например, q>i — угловая координата радиуса *Ri* в сечении *А—А* при * = 0). Отклонение текущего размера *R* (при выбранном значении *x)* от номинального (постоянного) размера R_0 будет равно: *&R=R — Ro* «f(<p), где f(q>) — функция, изображающая погрешность профиля [15].

Отклонения геометрических параметров можно классифицировать следующим образом: отклонения собственно размера (AJ9) относят к отклонениям нулевого порядка; отклонения расположения поверхностей *(е)* — 1-го порядка; отклонения формы поверхности (ДФ) — 2-го порядка; отклонения, имеющие характер волнистости,— 3-го порядка; шероховатость поверхности — 4-го порядка. При изготовлении деталей возможные погрешности необходимо ограничивать.

Допускаемые отклонения числовой характеристики какого-либо параметра от его номинального (расчетного) значения в соответствии с заданным квалитетом определяются допуском на это числовое значение, который, таким образом, является мерой точности параметра (размера). В СССР в настоящее время введена Единая система допусков и посадок СЭВ (ЕСДП СЭВ), которая заменяет систему ОСТ (табл. 3.1). Основные положения системы, ряды допусков и основных отклонений определены СТ СЭВ 145—75, поля допусков и рекомендуемые посадки— СТ СЭВ 144—75 и т. д.

[1] Под точностью понимают степень приближения истинного значения рассматриваемого параметра к его теоретическому значению.

3.1. СТРУКТУРА ПОЛЕЙ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ЕСДП СЭВ

В ЕСДП СЭВ установлены единые ряды допусков, называемые квалитетами (по аналогии с французским qualite и немецким Qualitat, т. е. качество). Всего в системе 19 квалитетов, обозначаемых порядковым номером, возрастающим с увеличением допу* ска: 01; 0; 1; 2; 3...17. Номера 01 и 0 соответствуют двум наиболее точным квалитетам, введенным в систему *ISO* уже после того, как существовал 1-й квалитет. Сокращенно допуск по одному из квалитетов обозначается латинскими буквами *IT* и номером квалитета, например *IT7* означает допуск по 7-му квалитету *(IT* — сокращение

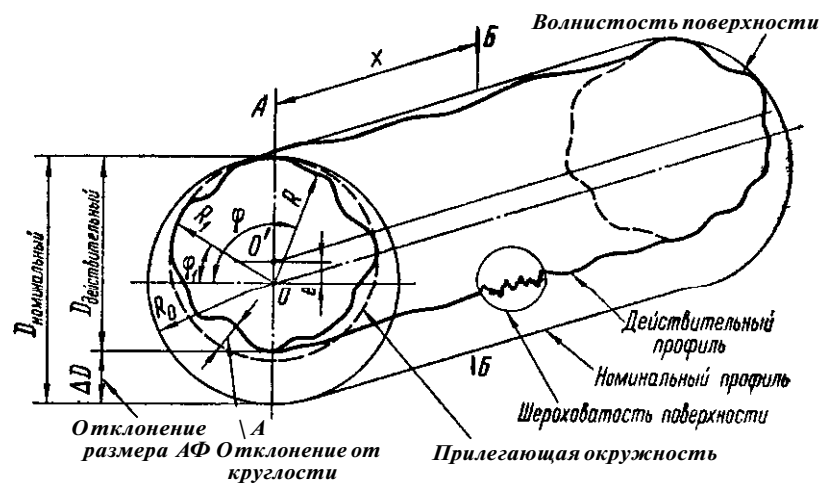


Рис. 3.1. Отклонения геометрических параметров различных порядков

английского *ISO* Tolerance — «допуск ИСО»).. Допуски рассчитаны на основе единиц допуска При данном квалитете и интервале номинальных размеров значение допуска постоянно (см. табл. 3.22 и рис. 3.2).

В ЕСДП СЭВ для определения расположения поля допуска установлены основные отклонения: одно из двух — верхнее или нижнее, но ближайшее к нулевой линии. Для всех полей допусков, расположенных ниже нулевой линии, основным (ближай* шим) является верхнее отклонение; для валов оно обозначается *es,* для отверстий — *ES.* Для полей допусков, расположенных выше нулевой линии, основным (ближайшим) является нижнее отклонение; для валов оно обозначается *ei,* для отверстий — *EI.* Основные отклонения обозначаются латинскими буквами — прописными для отверстий и строчными — для валов. Основное отверстие обозначается *H,* а основной вал — *h* (рис. 3.3).

Основные отклонения обозначаются буквами в алфавитном порядке, начиная от отклонений, позволяющих получить наибольшие зазоры в соединении (отклонения *a, A).* Отклонения, обозначаемые сочетанием букв соседних отклонений, располагаются между последними, например отклонение *cd* между отклонениями *c* и *d*. Отклонения,, располагающиеся за отклонением *г,* обозначаются сочетанием буквы *г* с одной из начальных букв алфавита (последовательно *a, Ьд* с,..,), например га.

Таблица 3.1. Сравнение квалитетов *ISO* с классами точности ОСТ для размеров до 800 мм

Показатели		Назначение допусков																						
		на концевые меры длины				на калибры и особо точные изделия			на размеры сопрягаемых деталей (для образования посадок)											на неответственные размеры (большие допуски)				
Я*		–				–			7	10	16	25		40	64	100	160		250	400	640	1000	1600	2500
Квалитет *ISO*		–	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12		13	14	15	16	17	18
§ ОСЯ	Основное отверстие	02	03	04	05	06	07	08	09	1	2			–	3а	4	–	5	–	7	8	9	10	11
	Основной вал	02	03	04	05	Об	07	08	1	2	2а	–	3	–	3а	4	–	5	–	7	8	9	10	11

Число единиц допуска.
Классы точности по ОСТ для основного отверстия **и** основного вала.

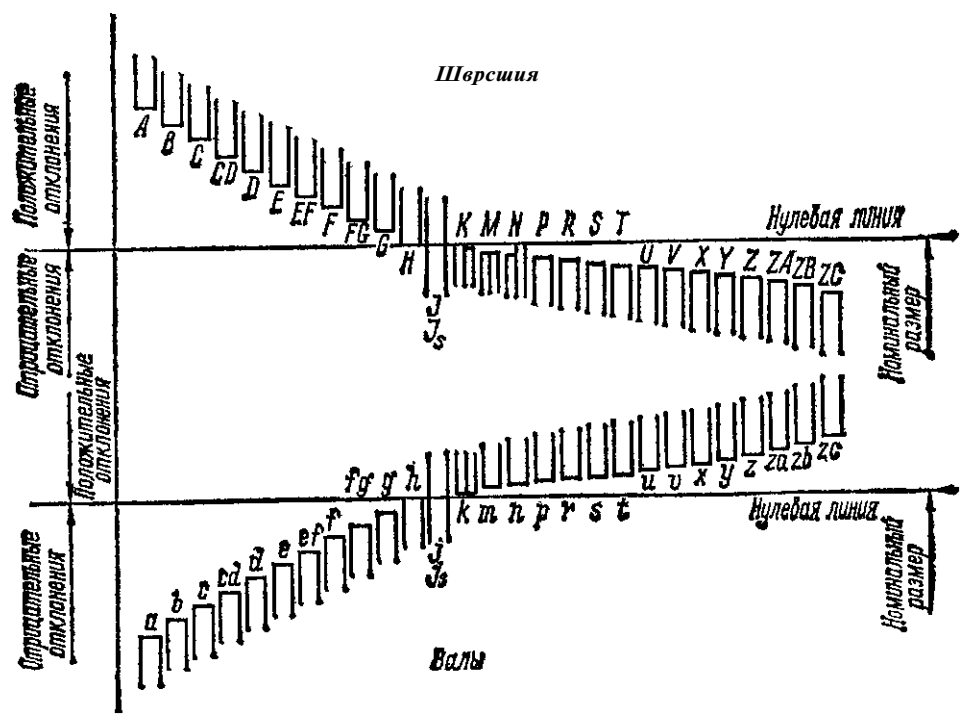


Рис 3.2, Основные отклонения отверстий и валов, принятые в ЕСДП СЭВ

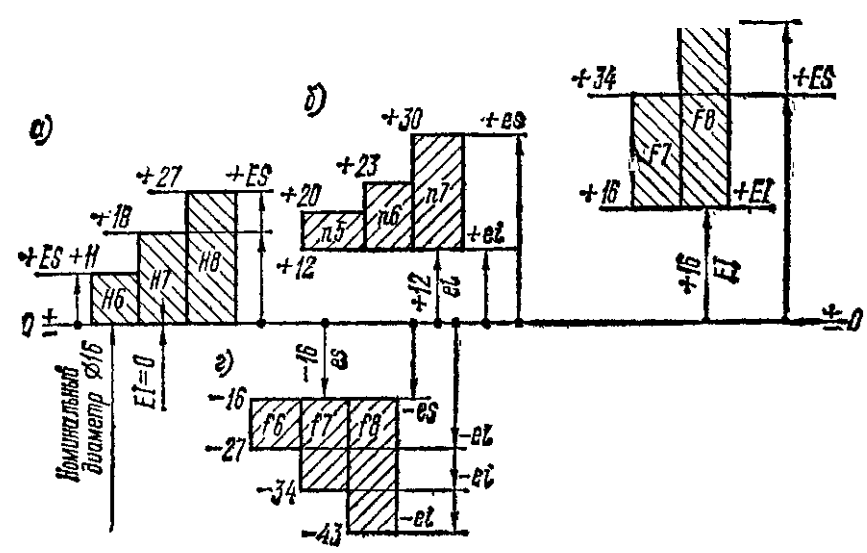


Рис. 3.3. Схема расположения полей допусков в ЕСДП СЭВ, иллюстрирующая образование посадок:

а, • — поля допусков отверстия; *б, з* — поля допусков вала

В системе отверстия основные отклонения от а до Л предназначены для образования полей допусков валов в посадках с зазором, от *j»* до *zc* —- в посадках переходных и с натягом (см. табл. 3.2). Аналогично в системе вала основные отклонения от *А* до *Н* предназначены для образования полей допусков отверстий в посадках с зазором, от *J»* до *ZC* — в посадках переходных и с натягом.

При одном и том же буквенном обозначении числовое значение основного отклонения изменяется в зависимости от номинального размера; для данного диапазона размеров оно постоянно для всех квалитетов. Исключением являются симметрично расположенные отклонения полей допусков переходных посадок *1, j* и $/_8$, $/_{8>}$ где оба предельных отклонения определяются величиной допуска *IT* данного квалитета, и некоторых других переходных посадок.

Поле допуска в ЕСДП СЭВ образуется сочетанием основного отклонения (характеристика расположения, определяемая буквой) и квалитета (характеристика допуска, определяемая цифрой квалитета). Соответственно условное обозначение поля допуска состоит из буквы основного отклонения и числа — номера квалитета, например: поля допусков валов *h6, dlO, s7,* j_s5; поля допусков отверстий *И6, DlO,* $S7_t$ $/_85$. Второе отклонение образуется путем вычитания из основного или прибавления к нему поля допуска *IT*. Так, для второго отклонения вала *ei~es — IT* или *es=ei-\-IT*. Аналогично второе отклонение отверстия определяется из основного *ES^EI+IT* или *EI=ES-~IT*.

Пример. Построить поле допуска вала *e8* с полем основного отверстия *H8* (посадка *H8/e8* в системе отверстия). Интервал размеров-- свыше 50 до 80 мм.

Пользуясь СТ СЭВ 145—75, находим величину допуска *1T8*=* =46 мкм (см. табл. 3.22). Основное отклонение для *H8* равно нулю, для *e8* (для буквы *е)* оно равно 60 мкм (табл 3.13).

Поля допусков следующие: отверстия *И8.* £/=0; £5=-[-46 мкм; вала *e8'* es=—60 мкм; *ei=*es*—/Г= —106 мкм (рис. 34).

Наименьший зазор посадки *H8/e8* 60 мкм. Наибольший зазор равен 46+10р=*152 мкм; допуск посадки равен 46+46=92 мкм.

Аналогично для посадки *H8/e9* получаем: £s=--60 мкм; *ei=** «—134 мкм при *1T9—74* мкм.

Стандарт СЭВ 144—75 устанавливает поля допусков для гладких деталей в посадках и для несопрягаемых элементов с номинальными размерами, разделенными на три диапазона: менее 1 мм, от 1 до 500 мм, свыше 500 до 3150 мм. Для наиболее распространенного диапазона от 1 до 500 мм установлены основные и дополнительные поля допусков. Из основных полей допусков некоторые выделены для предпочтительного применения (табл. 3.3 и 3.4). Сочетания полей допусков основных отверстий и посадочных валов определяют посадки в системе отверстия, сочетания полей допусков основных валов и посадочных отверстий дают посадки в системе вала. Применение системы отверстия предпочтительней. Все посадки могут быть подразделены на группы (см. табл. 3.2).

Отклонения размеров с неуказанными допусками. СТ СЭВ 302—76 устанавливает предельные отклонения размеров, если эти отклонения не указываются непосредственно у размеров, а оговариваются общей записью на чертеже.

Стандарт распространяется и на гладкие элементы как металлических, так и неметаллических деталей машин и приборов.

Неуказанные предельные" отклонения линейных размеров (кроме радиусов и фасок) выбираются: либо по квалитетам от 12-го

до 17-го для номинальных размеров от 1 до 3150 мм (СТ СЭВ 144—75) и свыше 3150 до 10 000 мм (СТ СЭВ 177—75); либо по условным классам точности: «точному», «среднему», «грубому» и «очень грубому». Предельные отклонения в них получены округлением числовых значений по квалитетам соответственно 12, 14, 16 и 17-му при укрупненных интервалах номинальных размеров.

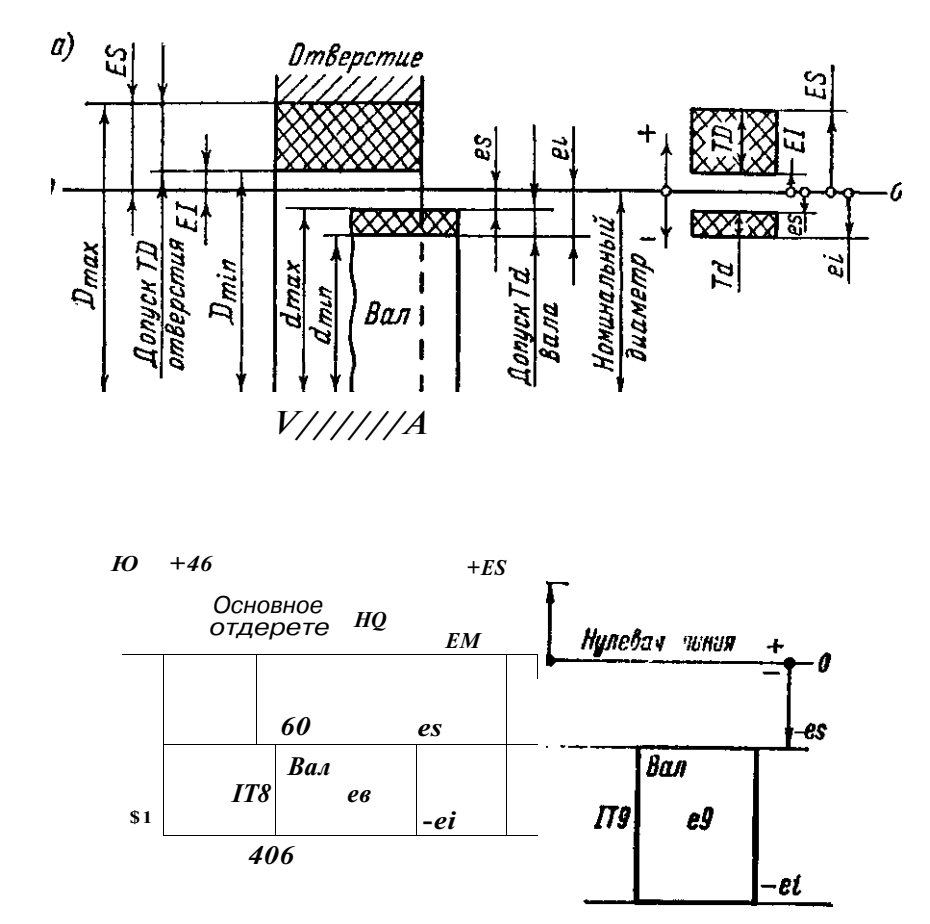


Рис. 3 4. Расположение полей допусков отверстия и вала при посадке с зазором;

а — общая схема; *б* — • для посадок *Н8/е8* в *И8/е9* для интервала размеров 60...80 мм

Неуказанные предельные отклонения радиусов закругления, фасок (и углов) устанавливаются в зависимости от квалитета или класса точности неуказанных предельных отклонений линейных размеров.

Согласно СТ СЭВ 302—76 допускается четыре варианта назначения неуказанных предельных отклонений линейных размеров (табл. 3.5). Предпочтение следует отдать варианту 1 [5]. Причем для размеров металлических деталей, получаемых резанием, реко* мендован 14-й квалитет и «средний» класс точности. Оговариваемые в одной общей записи предельные отклонения для размеров различных элементов должны быть одного уровня точности, т. е, одно* го квалитета или одного класса точности.

Таблица 3.2. Типизация посадок ЕСДП СЭВ

Группа посадок	Сочетание основных отклонений отверстия и вала в посадке		Тип посадки (по классификации, принятой в системе ОСТ)
	Система отверстия	Система вала	
С зазорами	*H/a; И lb: H/c*	*Alh;* В/А; *C/h*	Посадки с большими за* зорами и тепловые
	H/d	*Dlh*	Широкоходовая
	И/в	*E/h*	Легкоходовая
	Hlf	*Flh*	Ходовая
	H/g	*G/h*	Движения
	Hlh	*Hlh*	Скользящая
Переходные	*Hit.*		Плотная
	Hlk	№	Напряженная
	Him	*Mlh*	Тугая
	H/n	*Nlh*	Глухая
С натягом	*Hip*	*Plh*	Легкопрессовая
	H/n H/s} H/t	*Rlh; Slh; Tfh*	Прессовые средние
	Щu; H/x; Hlz	*Vlh; Xlh; Z/h*	Прессовые тяжелые (а большими натягами)

Примеры общей записи на чертежах с неуказанными предельными отклонениями:

1. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий *И14,* валов *H14,* остальных ±*t/2* по классу точности «средний».

2. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий *frt,* валов —*t,* остальных ±//2 по классу точности «грубый».

3. Неуказанные предельные отклонения размеров: ±*t/2* по клас* **су** точности «средний».

4. Неуказанные предельные отклонения размеров: диаметров *И14, H14,* остальных ±*t/2* по классу точности «средний».

Неуказанные предельные отклонения линейных размеров по квалитетам 12, 14, 16 и 17 могут быть приняты по табл. 3.14 и 3.21.

Неуказанные предельные отклонения линейных размеров по классам точности «точный», «средний», «грубый», «очень грубый» и Соответствующие им неуказанные предельные отклонения радиусов закругления и фасок приведены в табл. **3.6.**

Таблица 3.3. Система отверстия. Рекомендуемые посадки при номинальных размерах от 1 до 500 мм

ф 0> §* get	Основные отклонения валов																			
	a	*Ъ*	*c*	*d*	*e*	1 /	*g*	Л	*1**	*k*	*m*	*n*	*P*	*г*	*S*	*t*	*a*	*V*	*X*	*г*
О о	Посадки																			
H5							*H5* *g4*	*H5* *Ы*	*H5*	*H5* *k4*	*H5* *m4*	*H5* *n5*								
H6						*H6* 1 *fs* 1	*H6* *g5*	*H6* *h5*	*H6*	*H6* *k5*	*H6* *m5*	*H6* 1 *n5* 1	*H6* *P5*	*H6*\ \	*H6* *s5*					
H7			*H7* *св*	*H7* *08*	*el** *e8*\	*H7*\ 1 / 7 1	*Ш7*	*H7* *h6*	*H7*	*H7* *k6*	*H7* *m6*	%	*U*	№	*H7* u *H7* *s6* • *s7*	*H7* *t6*	*H7* *u7*			
H8			*H8* *c8*	*H8* *d8*	1 Ш 1 1 *e8* 1	*H8* *H8* *f7* /*8*		*H* *S* ,*H8* *h* 7 * *h8*	*H8* *Js7*	*H8* *k7*	*H8* *ml*	*H8* *n7*			*H8* *s7*		*H8* *u8*		*H8* *x8*	*H8* *z8*
				1 *d9* \	*H8* *e9*	*H8* /*9*		*H8* *h9*												
H9				*H9* *d9*	*H9*% *H9* *e8** *e9*	*H9* *H9* /«5 /*9*		*H9*m *H9* *h8*> *h9*												
HЮ				*HЮ* *dlO*				*HЮ* *HЮ* *h9* ' *ЫО*												
ни	*НИ* *all*	*ни* *Ы1*	*ни* *ell*	*ни* *dll*				*HU* *hll*												
H12		*нт* *Ы2*1		1	\	1	1	1 *H12* *hi2*					1		i	i	i			

Примечание, В рамке предпочтительная посадка,

Таблица 3.4. Система вала. Рекомендуемые посадки при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Основной вал	Основные отклонения отверстий																	
	A	*в*	*C*	*D*	*к*		*о*	*H*		J_s	*K*	*M*	*N*	*p*	*R*	5	*T*	*U*
	Посадки																	
hi							*G5*		*H5*		*Js5*	*Kб*	*M5*	*N5*				
							h4		*hi*		*h4*	*hi*	*hi*	*h4*				
h5						*F7*	*G6*		*H6*		*Js6*	*Kб*	*Mб*	*N6*	*P6*			
						h5	*h5*		*h5*		*h5*	*fi5*	*h5*	*h5*	*h5*			
Ь6				*D8*	*E8*	/=7 ^ *IF8*	*G7*		*H7*		*Js?* 1 1	К?	*M7*	*N7* 1	1 *P7*	*R7*	*S7*	*T7*
				h6	*h6*	*h6»* *h6*	*h6*		*h6*		*h6* J 1	*h6*	*h6*	*h6*	1 1 *h6*	*h6*	*h6*	*h6*
Ю				*D8*	*E8*	*F8*			*H8*		*JS*	*K8*	*M8*	*N8*				*US*
				hi	*hi*	*hi*			*h7*		*hi*	*h7*	*hi*	*h7*				*h7*
Ъ8				*D8* *D9*	*E8* *e9* *E9*	*F8* *F9*		*H8* *H9*										
				*h8** *h8*	*h8* *hS*	*h8 '* *hS*		*h8* » *h8*										
h9				*D9* *D10*	[*E9*	*F9*		*H8*	*H9* *HlO*									
				h9>h9	*h9*	*h9*		*h&*	> *h9"* *h9*									
hlO				*D10* *hlO*				*HlO* *hlO*										
hll	*AH*	*B11*	*CИ*	*Dll*					*Hll*									
	hll	*hll*	*hll*	*hll*					*hll*									
hl2		*B12* *hl2*						*H12* *Ьl2*							i			

Примечание, В рамке — предпочтительная посадка.

Замена полей допусков и посадок по ОСТ на ЕСДП СЭВ, Методика замены полей допусков и посадок изложена в [5, 9]. Считается, что если предельные отклонения по ЕСДП СЭВ не выходят за соответствующую границу заменяемого поля по ОСТ более чем на 10%, то характер посадок при замене практически не изменяется и обеспечиваются все требования взаимозаменяемости.

Т~а б л и ц а 3.5. Варианты сочетания в одной общей записи на чертежах неуказанных предельных отклонений размеров (по СТ СЭВ 302-76)

Вариант	Размеры отверстий		Размеры валов		Размеры элементов, не относящихся к отверстиям или валам
	круглых (диаметры)	остальных	круглых \диаметры,!	остальных	
	Предельные отклонения для одной общей записи				
1	+IT	+IT	-IT	—IT	±Ц2
2	+t	+t	—t	—t	±m
3	±№	±tl2	±tl2		±m
4	+IT		—IT	±m	±m

Примечание. Принятые обозначения: +/Г — односторонние предельные отклонения (от номинального размера в плюс; соответствуют полю допуска с основным отклонением *Н)* отверстий по квалитетам 12...17; —*IT* — односторонние предельные отклонения (от номинального размера в минус; соответствуют полю допуска с основным отклонением *К)* валов по квалитетам 12... 17; -И, —f — односторонние предельные отклонения (от номинального размера соответственно в плюс или минус) по классу точности; ±*t/2* — симметричные предельные отклонения по классу точности.

Таблица 3.6. Неуказанные предельные отклонения размеров по классам точности (по СТ СЭВ 302—76)

интервалы размеров, мм	Класс точности: .точный* — Предельные отклонения, мм — линейных размеров				„средний* — Предельные отклонения, мм — линейных размеров			
От 0,3 до 0,5				±0,1				±0,1
Св. 0,5 до 1	+0,1	-0,1	±0,05	±0,1	+0,2	—0,2	±0,1	±0,1
1 3	+0,1	-0,1	±0,05	±0,2	+0,2	-0,2	±0,1	±0,2
3 6	+0,1	-0,1	±0,05	±0,3	+0,2	-0,2	±0,1	±0,3
6 30	-0,2	-0,2	±0,1	±0,5	+0,4	—0,4	±0,2	±0,5
30 120	-0,3	—0,3	±0,15	±1	+0.6	—0,6	±0,3	±1
120 315	--0,4	-0,4	±0,2			—1	±0,5	±2
315 1000	+0,6	—0,6	±0,3	±4		-1,6	±0,8	±4

Продолжение табл. 3.6

Интервалы размеров, мм	Класс точности							
	«грубый*				.очень грубый*			
	Предельные отклонения, мм							
	линейных размеров			радиусов закругле-ний и фа-сок	линейных размеров			радиусов закругле-ний и фа-сок
	+	1	«1 +» +|		+	на 1	ei +» +1	
От 0,3 до 0,5		—	—	±0,1	—		—	
Св. 0,5 до 1	+0,3	—0,3	±0,15	±0,1	+0,3	—0,3	+0,15	-
Л 1 . 3	+0,3	—0,3	±0,15	±0,2	+0,3	—0,3	±0,15	±0,3
9 3 . 6	+0,4	-0,4	±0,2	±0,3	+1	—1	±0,5	±0,5
Л 6 . 30	+1	—1	±0,5	±0,5	+2	—2	±1	±1,0
9 30 „ 120		-1,6	±0,8	±1	+3	—3	±1,5	±2
9 120 . 315	+2,4	-2,4	±1,2	±2	+4	—4	±2	±4
315 . 1000	+4	—4	±2	±4	+6	—6	±3	±8

,

Примечание. Значение предельных отклонений по классам точности для размеров свыше 1000 до 10О00 мм см. СТ СЭВ **302—76. При использовании в одной общей записи вариантов 1 или 4 (см. табл. 3.5) отклонения отверстий и валов 12-го квалитета (класс точности «точный») см. в табл. 3.14.**

При использовании в одной общей записи вариантов 1 или 4 (см. табл. 3.5) отклонения отверстий и валов 14-го квалитета (класс точности «средний»), 16-го {«грубый») и 17-го («очень грубый») см. в табл. 3.21 и 3.23.

В табл. 3.7 приведены рекомендации [5, 9] по замене посадок по системе ОСТ ближайшими посадками по ЕСДП СЭВ при размерах от 1 до 500 мм.

В табл. 3.8...3.23 предельные отклонения полей допусков и валов указаны для номинальных размеров от 1 до 500 мм согласно СТ СЭВ 144—75. Как справочное в таблицах дано ближайшее поле допуска по ОСТ. Более точные соотношения приведены в табл. 3.7 и [5, 9]. В таблицах условно обозначены: интервалы размеров — *D...Dn*\ поле допуска по ОСТ — Гост.

Таблица 3.7. Замена посадок по системе ОСТ ближайшими посадками по ЕСДП СЭВ при размерах от 1 до 500 мм

Система отверстия			Система вала		
Посадка		Размерымм	Посадка		Размеры \ мм
по ОСТ	по СТ СЭВ 144-75		по ОСТ	по СТ СЭВ 144-75	
$A_1/Пр2_1$	*Н6/S5*	От 1 ДО 500	1 1		
AiAlpV	*И6\г5*				

[1] **Номинальные размеры, для которых рекомендуется замена.**

Продолжение табл. 37

Система отверстия			Система вала		
Посадка		Размеры', мм	Посадка		Размеры', мм
по ОСТ	по СТ СЭВ 144-75		по ОСТ	по СТ СЭВ 144-75	
Ai/Гх	***Нб1р5*** ***Иб\пб***	От 1 до 3 , 3 . 500		***N6\h5***	
Ai/Т,	***Иб\п5*** ***Нб\т5***	От 1 до 3 „ 3 . 500	ад	***M6lh5***	
Ai/Hj	***Иб\кб***			***Щк5***	
Ai/П,	***H6Us5***				**От 1 до 500**
Ai/Q	***H6\h5***	**От 1 до 500**	ICi/Bi	***H6\h5***	
Ai/Дг	***H6/g5***		Д1/В1	***G6\h5***	
Ai/X!	***H6tf6***		Xi/Bx	***F7\h5***	
А/Гр	***H7lu7*** ***H7\t7***	От 1 до 500 Св. 24 до 500	Гр/В	***U8lh6*** ***T7\h6***	От 1 до 500 Св. 24 , 500
А/Пр	***H7\r6*** ***H7js6***	От I до 120 Св. 80 „ 500	Пр/В	***R7\b6*** ***S7\h6***	От 1 до 150 Св. 50 , 500
А/Пл	***H7\рб***	От 1 до 120	–	–	–
	H7\r6	От 1 до 3 Св. 80 „ 500			
А/Г	***H7\p6*** ***H7\n6***	От 1 до 3 „ 1 . 500	Г/В	***M7\h5*** ***N7\h6***	От 1 до а . 1 , 500
АД	***H7\n6*** ***H7\m6***	От 1 до 3 , 1 . 500	Т/В	***K7\h6*** ***M7\h6***	£От 1 до а . 1 . 500
А/Н	***H7\k6***	От 1 до 500	Н/В	***K7jh6***	От 1 до 3 . 1 , 500
А/П	***H7\J£***	**От 1 до 500**	П/В	***J_s7\h6***	**От 1 до 500**
А/С	***H7\h6***		С/В	***H7\h6***	

m

Продолжение табл. 3.7

Система отверстия			i Система вала		
Посадка		Размеры', мм	Посадка		Размеры', мм
по ОСТ	по СТ СЭВ 144-75		по ОСТ	по СТ СЭВ 144-73	
А/Д	*H7jg6*		Д/В	*G7\h6*	
А/Х	*H7I/7*		Х/В	*F8\h6*	
А/Л	*И7\e8*			*F7\hS*	От 1 до 500
	H7\e7 [2]		Л/В	*E8\Ш*	
А/Ш	*H7\d8*		Ш/В	*D8\h6*	
А/ТХ	*H7\c8*		–	–	–
$А_{2а}$/$Пр2_{2а}$	*H81u8*	От 1 до 500	$Пр2_{2а}$/$В_{2а}$	*U8\h7*	;От 1 до 500
$А_{2а}$/$Пр1_{2а}$	*M8js7*		–	–	–
$А_{2а}$/$Г_{2а}$	*И8\n7*		$Г_{2а}$/$В_{2а}$	*N8\h7*	
$А_{2а}$/$1_{2а}$	*H8jm7*		$Т_{2а}$/$В_{2а}$	*M8\h7*	
$А_{2а}$/$Н_{2а}$	*H8\k7*		$Н_{2а}$/$В_{2а}$	*K8jh7*	От 1 до 500
$А_{2а}$/$П_{2а}$	*H8\)$_s$7*		$IW^{B}{}_{2а}$	*J$\h7*	
$А_{2а}$/$С_{2а}$	*H8\h7*		$С_{2а}$/$В_{2а}$	*H8\h7*	
$А_{2а}$/$Х_{2а}$	*H8\f8*		–	–	–
$А_а$/ПрЗз	*H8\г8* *H8\x8* *H8\u8*	Св. 18 до 100 , 50 , 500 , 225 , 500	–		

[2] Посадка ЕСДП СЭВ обеспечивает дополнительный запас на износ или запас прочности по сравнению с заменяемой посадкой по ОСТ.

Продолжение ***табл. 3.7***

Система отверстия			Система вала		
Посадка		Размеры; мм	Посадка		Размеры[1], мм
по ОСТ	по СТ СЭВ 144-75		по ОСТ	по СТ СЭВ 144-75-	
$А_э/Пр2_3$	*H8\z8* *№1x8** *H81u8**	Св. 6 до 30 , 6 , 50 . 30 . 500	–	–	–
$Аэ/Пр1_3$	*H8\x8* *H81u8** *H8\s7*	Св. 3 до 30 . 3 . 100 , 65 . 500			
А3/С3	*H8\h8** *H9jfi8;* *H8\h9* *H9\h9*	**От 1 до 500**	С3/В3	*H8\h8** *' H9\h8;* *H8\h9* *H9\h9*	От 1 до 500
$А_3/Х_3$	*H9\f8i* *H9//9* *H9je8;* *H8\e9*		Х3/В3	*F9\hJ8*;* ***F8\h9***[2] *F9\h9* *E9\hB;*	**От 1 до 500**
$А_э/Ш_3$	*H9\d9* *H8\d9** *H9\dl0*		Ш3/В3	*D9\h9* *D9lh8** *D10JH8*	
Аза/$С_{3а}$	*HWIhlO*		Сза/Вза	*HW/hlO*	
А./Q	*Hlllhll*		С4/В4	*Hlllhll*	
$А_4/Х_4$	*HU\dll*		Х4/В4	*Dll/hll*	
$А_4$/$Л_4$	*HUjbll*	От 1 до 500	Л4/В4	*Blllhll*	От 1 до 500
	Hindi	От 1 до 18 Св.160 . 500		*CU\hll*	От 1 до 18 Св.160 . 500
$А_4$/$Ш_4$	*Hll/all*	От 1 до 500	Ш4/В4	*Alllhll*	От 1 до 500
	H1ЦЫ1	От 1 до 18 Св.200 . 500		*Blllhll*	От 1 до 18 Св.200 , 500
А5/С5	*H12\h№*	От **1** до 500	**С5/В5**	*HI'21hi2**	**От 1 до 500**
А5/Х5	*\H121ЫЗ2**		$Х_6/В_6$	*B12\hl2**	

5 Таблица 3.8. Система отверстия. Посадки с натягом

в (поля допусков основных отверстий б, 6, 7**-го квалнтетов в валов** 4, 5, 6, 7**-го квалитетов)**

D...Dn, мм	*H5*	*n4*	*Мб*	*пб*	*p5*	*гд*	*S3*	1 *H7* \	1 *Рб* 1	1 *гв* |	1 *s6* 1	*t6*	*97*	*и7*
							т1/пл uautin \ж а/ *KJ* 1 KI нения, Mb м							
От 1 до 3	+4 0	+7 +4	0	+8 +4	+18 +6	+14 +10	+18 +14	+10 0	+12 --6	+16 +10	+20 +14		+24 +14	+28 +18
Св. 3 9 б	+ o 0 ,	+12 +8	+8 0	+13 +8	+17 +12	+20 +15	+24 +19	+12 0	+20 +12	+23 +15	+27 +19	–	+31 +19	t +35 +23
. 6 „ 10	+6 0	+14 +10	+9 0	+16 +10	+21 +15	+25 +19	+29 +23	+ o 15	+24 +15	+28 +19	+32 +23		+38 +23	+43 +28
. 10 , 18	+8 0	+17 +12	+11 0	+20 +12	+26 +18	+31 +23	+36 +28	+18 0	+29 +18	+34 +23	+39 +28	–	+46 +28	+51 +33

и7

sB	*tB*

$7

s5

г5

гВ

р5

рб

71*

nS

H7

H5

ИВ

. 18 , 24		+21 +15	+13 0	+24 +15	+31 +22	+37 +28	+44 +35	+21 0	+35 +22	+41 +28	+48 +35		+56 +35	+62 +41
. 24 . 30												+54 +41		+69 +48
. 30 . 40	+11 0	+24 +17	+16 0	+28 +17	+37 +26	[-34	+54 +43	+25 0	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48	+68 +43	+85 +60
„ 40 . 50												+70 +54		+95 +70
* 50 . 65	+13 0	+28 +20	+19 0	+33 +20	+45 +32	+54 +41 I	+66 +53	+30 0	+51 +32	+60 +41	+72 +53	+85 +66	+83 +53	+117 +87
, 65 , 80						+56 +43	+72 +59			+62 +43	+78 +59	+94 +75	+89 +59	+132 +102
» 80 . 100	+15 0	+33 +23	+22 0	+38 +23	+52 +37	-66 1 -51 1	+86 +71	+35 0	+59 +37	+73 1 +51 1	+93 +71	+113 +91	+106 I +71 1	+159 +124
. 100 . 120						+69 +54	+94 +79			+76 I +54 1	+101 I +79 1	+126 +104	+114 | +79 1	+179 +144
. 120 , 140	+18 0	+39 +27	+25 0	+45 +27	+61 +43	+81 I +63 1	+110 +92	+40 0	+68 *|"43	+88 +63	1+ И 7 +92	+147 +122	+132 | +92 J	+210 +170
„ 140 , 160						+83 1 +65	+118 1+100			+90 | +65 1	+125 +100	+159 +134	+140 +100	1 +230 +190
. 160 . 180						+86 1 +68 I	+126 +108			+93 1 +68 1	+133 +108	+171 +146	+148 | +108 1	+250 +210
D…Dпу мм	*H5*	*n4*	*Нб*	*П5*	*P5*	*Г5*	*S5*		1 *рб* *i*	1 *гб* |	1 *S6* |	*t6*	*S7*	
ГОСТ	–	–	Ai=Ci	Г,		Пр1,		А=С	Пл	Пл; Пр	Пр	–	Пр1₂а	–

Продолжение табл.3.8

D...D„, мм	H5	n4	И6	Пб	p5	г5	S5	1 H7 |	1 рб I	1 гб |	1 *6 |	tb	s?	и7
	Отклонения, мкм													
Св. 180 до 200	+20 0	+45 +31	+29 0	+51 +31	+70 +50	+97 +77	+142 +122	+46 0	+79 +50	+106 +77	+151 +122	+195 +165	+168 +122	+282 +236
. 200 , 225						+100 +80	+150 +130			+109 +80	+ 159 +130	+209 +180	+176 +130	+304 +258
, 225 , 250						+104 +84	+160 +140			+113 +84	+169 +140	+225 +196	+186 +140	+330 +284
„ 250 , 280	+23 0	+50 +34	+32 0	+57 +34	+79 +56	+117 +94	+181 +158	+52 0	+88 +56	+126 +94	+190 +158	+250 +218	+210 +158	+367 +315
. 280 9 315						+121 +98	+193 +170			+130 +98	+202 +170	+272 +240	+222 +170	+402 +350
. 315 . 355	+25 0	+55 +37	+36 0	+62 +37	+87 +62	+133 +108	+215 +190	+57 0	+98 +82	+144 +108	+226 +190	+304 +268	+247 1 +190	+447 +390
, 355 , 400						+139 +114	+233 +208			+150 +114	+244 +208	+330 +294	+265 +208	+492 +435
. 400 . 450	+27 0	+60 +40	+40 0	+67 +40	+95 +68	+153 +126	+259 +232	+63 0	+108 +68	+166 +126	+272 +232	+370 +330	+295 +232	+553 +490
, 450 . 500						+159 +132	+279 +252			+172 +132	+292 +252	+400 +360	+315 +252	+603 +540
D...D„я мм	H5	П4	H6	n5		гб	s5	1 t i / 1	1 рб |	1 гб 1	1 Sb |		S7	и7
гост	–	–		г,	–	Пр1»	Пр2,	А=С	Пл	Пл; Пр	Пр	–	Пр1$_{2a}$	

Примечания. 1. Ближайшее поле допуска по ОСТ указано как справочное.
2. Посадки *H6/n6, H7/p6* при номинальных размерах от 1 до 3 мм относятся к переходным.

Таблица 3.9. Система отверстия. Посадки с натягом (поля" допусков основных отверстий 8-го квалитета и валов 8-го квалитета)

n + ...	*H8*	*uB*	*x8*	*2B*
D.,.Dn> мм	1 *m* |		*x8*	*z8*
	Отклонения, мкм			
От 1 до 3	+14 0	+32 +18	+34 +20	+40 +26
Св. 3 „ 6	+18 0	+41 +23	+46 +28	+53 +35
. 6 . 10	+22 0	+50 +28	+56 +34	+64 +42
• Ю . 14	+27 0	4-60 +33	+67 +40	+77 +50
. 14 „ 18			+72 +45	+87 +60
„ 18 . 24	+33 0	+74 +41	+87 +54	+106 +73
, 24 , 30		+81 +48	+97 +64	+121 +88
, 30 . 40	+39 0	Ь99 -60	+119 +80	+151 +112
„ 40 „ 50		+109 +70	+136 +97	+175 +136
„ 50 . 65	+46 0	h133 -87	+168 +122	+218 +172
„ 65 п 80		+148 +102	+192 +146	+256 +210
D...Dn, мм	1 *И8* \	*u8*	*X8*	*z8*
Тост		$^{П}P^{2}2a$	Пр3,	$Пр2_8$

Продолжение табл. 3.9

D...Dн, мм	1 *H8* |	*u8*	л*	*z8*
	Отклонения, мкм			
Св. 80 до 100	+54 0	+178 +124	+232 +178	+312 +258
„ 100 „ 120	+54 0	+198 +144	+264 +210	+364 +310
„ 120 , МО	+63 0	+233 +170	+311 +248	+428 +365
, 140 „ 160		+253 +190	+343 +280	+478 +415
, 160 , 180		+273 +210	+373 +310	+528 +465
t 180 , 200	+72 0	+308 +236	+422 —350	+592 +520
. 200 , 225		+330 +258	+457 +385	+647 +575
. 225 , 250		+356 +284	+497 +425	+712 +640
. 250 , 280	+81 0	+396 +315	+556 +475	+791 +710
ж 280 , 315		+431 +350	+606 +525	+871 +790
„ 315 . 355	+89 0	+479 +390	+679 +590	+989 +900
. 355 . 400		+524 +435	+749 +660	+1089 +1000
„ 400 , 450	+97 0	+587 +490	+837 +740	+1197 +1100
, 450 , 500		+637 +540	+917 +820	+1347 +1250 _
D...Dн, мм	1 *И8* \		*x8*	*z8*
ГОСТ	$A_{2a} = C_{2a}$	$П_{P^2 2a}$	Пр3,	Пр2,

Таблица ЗЛО. Система отверстия. Переходные посадки (поля допусков основных отверстий 5, 6-го квалитетов и валов 4, 5-го квалитетов)

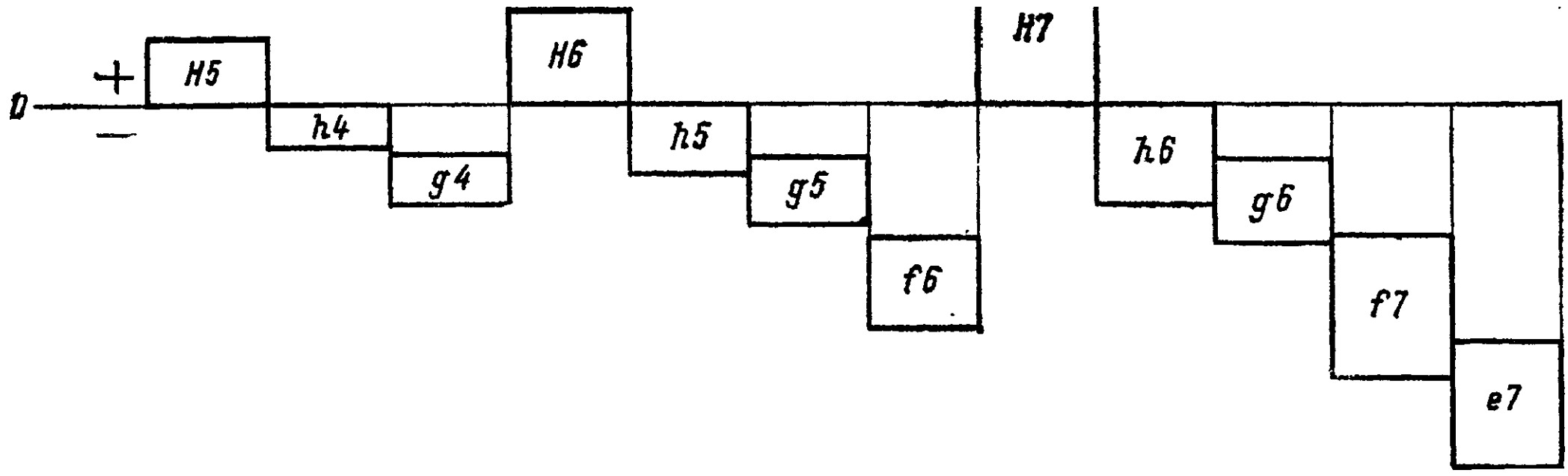
Q	по	к4	т4	на		kS	гп5

$D..,D_n$, мм	Н5		м	т4	Нб		Ь5	т5
	Отклонения, мкм							
От 1 до 3	+4 0	+1,5 -1,5	+3 0	+5 +2	+6 0	+2 —2		-6 -2
Св. 3 „ 6	+5 0	+2 —2	+5 +1	-4		+2,5 —2,5		Ь9 -4
. 6 . 10	+о б			+10 +6		П		+12 4-6
. Ю , 18	+3 0	+2,5 -2,5	fl	И 2 -7	+11 0	+4 —4	#	± i 5 +7
, 18 . 30	+ о 9	И	+8 +2	+14 +8	+13 :о	+4,5 —4,5 ,	+п +2	-17 -8
„ 30 , 50	+и 0	+3,5 —3,5	+9 +2	+16 +9	+16 0	+5,5" —5,5	+13 +2	+20 +9
, 50 „ 80	+13 0	+4 —4	+10 +2	+19 +11	+19 0	+6,5 —6,5	+15 +2	+24 +П
„ 80 . 120	+ о '5	+5 —5	+ з	+23 +13	+22 0	+7,5 —7,5	± I 8 +3	-28 -13
, 120 ж 180	+18 0	+6 —6	+15 +3	-27 -15	+25 0	+9 —9	+3	+33 +15
„ 180 „ 250	+20 0	+7 —7	+18 +4	+31 +17	+29 0	Н-ю '—10	+24 +4	+37 + 17
, 250 , 315	+23 0	±i	+20 +4	-36 -20	+32 0	+11,5 -11,5	+27 +4	+43 +20
, 315 . 400	• * ?	+9 —9	+22 +4	-39 -21	+36 0	+12,5 —12,5	+29 +4	+46 +21
. 400 , 500	+27 0	+10 —10	+25 +5	-43 -23	+40 0	+13,5 —13,5	+32 +5	+50 +23
$D—D_n$, мм		V	м	гп4	Н6	V	к5	тп5
$^{г}ОСТ$	-	-	-	-	—'<и>-		н,	

Таблица 3.11. **Система отверстия. Переходные посадки** (поля допусков основных отверстий 7, 8-го квалитетов и валов 6, 7-го квалитетов)

	H7	Л*	*кб*	*тб*	*71$*	*не*		**7*	*m7*	*n7*
D...Dн, мм	1 *И7* |	|>/1	1 !	*тб*	1 п° 1		V	*k7*	*ml*	*n7*
	Отклонения, мкм									
От 1 до 3	+10 0		+ о"	+8 +2	+10 +4	+14 0	+5 —5	+ 10 0	–	+14 —4
Св. 3 . 6	+12 0	+4 —4	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+18 0	+6 —6	+13 +1	+16 +4	+20 +8
, 6 . 10	+15 О	+4,5 —4,5	+10 +1	+15 +0	+19 +10	+22 0	+7 —7	+16 +1	+21 +6	+25 + ю
• 10 . 18	+18 0	+5,5 —5,5	+12 +1	-18 -7	+23 +12	+27 0	+9 —9	+19 +1	+25 +7	+30 +12
. 18 . 30	+21 0	+6,5 —6,5	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+33 0	+10 —10	+23 +2	+29 +8	+36 +1&
, 30 „ 50	+25 0	±1	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+39 0	+12 —12	+27 +2	+34 +9	+42 +17
. 50 , 80	+30 0	+9,5 —9,5	+21 +2	+30 + П	+39 +20	+46 0	+15 —15	+32 +2	+41 + П	+50 +20
, 80 „ 120	+35 0	+ П —11	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+34 0	+17 —17	+38 +3	+48 +13	+58 +23
. 120 . 180	+40 0	+ 12,5 -12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+53 0	+20J —20	+43 |+3	+55 +15	+67 -27
. 180 . 250	+46 0	+14,5 -14,5	+33 +4	+46 +17	+G0 +31	+72J 0	+23 1—23	+50 +4	+63 +17	+77 +31
, 250 . 315	+52 0	+16 -16	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+81 0	+20 —26	+56 +4	+72 +20	+86 —34
. 315 . 400	+57 0	+18 -18	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+89 0	+28 -28	+61 +4	+78 +21	+94 -37
. 400 „ 500	+63 0	+20 —20	+45 +5	1-63 -23	+-80 +40	+97 0	+311 -311	+68 +5	+86 +23	+103 + 40
D...Dн, мм	1 Я7 |	1 V I	|.М |	*тб*	1 пб 1	1 *m*	▼/	*k7*	*m7*	*n7*
mОСТ	А = С	п	н	Т	г	А2а=	П2В	Н2а	Т2а	Г2а

Таблица 3.12. Система отверстия. Посадки с зазором
(поля допусков основных отверстий 5, 6, 7-го квалитетов и валов 4, 5, 6, 7-го квалитетов)



	H5			т				1 я 7 1				
D..,D_{ni} мм		м			h5		/6		1 h6 |	1 g6 i	1 /7 (	e7
	Отклонения, мкм											
От 1 до 3	0	0 —3	—5		0 —4	—2 —6	—6 —12	+10 0	0 —6	—2 —8	—6 —16	—14 —24
Св. 3 „ 6	+5 0	0 —4	—4 —8	+8 0	0 —5	—4 —9	—10 —18	+12 0	0 —8	—4 —12	—10 —22	—20 —32
D...D_{nt} мм	H5	h4	g4	m	h5	g5	/6	I H7 J	I h6 I	I g6 I	I /7 I	el
Тост								A = C	C = B	Д		Л

Продолжение табл. 3.12

$D..,D_{ni}$ мм	H5	hi	g4	H6	Л5	g5	/6	1 m i		1 & 1	f & 1	e7
	Отклонения, мкм											
Св. 6 до 10	0	0 —4	—5 —9	+9 0	0 —6	—5 —11	—13 —22	+15 0	0 —9	—5 —14	—13 —28	—25 —40
„ 10 , 18	+8 0	0 —5	—6 —11	0	0 —8	--6 —14	—16 —27	+18 0	0 —11	—6 —17	—16 —34	--32 —50
. 18 » 30	+9 0	0 —6	—7 —13	+13 0	0 —9	—7 —16	—20 —33	+21 0	0 —13	—7 —20	—20 —41	—40 —61
. 30 „ 50	4 - п 0	0 —7	—9 —16	+16 0	0 —11	—9 —20	—25 —41	+25 0	0 —16	—9 —25	—25 —50	—50 —75
. 50 , 80	+13 0	0 —8	—10 —18	+19 0	0 —13	—10 —23	—30 —49	+30 0	0 —19	—10 —29	—30 —60	—60 —90
. 80 „ 120	+15 0	0 —10	—12 —22	+22 0	0 —15	—12 —27	--36 —58	+35 0	0 —22	—12 —34	—36 —71	—72 —107
» 120 » 180	+18 0	0 —12	—14 —26	+25 0	0 —18	—14 —32	—43 —68	+40 0	0 —25	—14 —39	—43 —83	—85 —125
. 180 . 250	+20 0	0 —14	—15 —29	+29 0	0 —20	—15 —35	—50 —79	+46 0	0 —29	—15 —44	—50 —96	—100 —146
. 250 , 315	+23 0	0 —16	—17 —33	+32 0	0 —23	—17 —40	—56 —88	+52 0	0 —32	—17 —49	—56 —108	—110 —162
9 315 » 400	+25 0	0 —18	—18 —36	+36 0	0 —25	—18 —43	—62 —98	+57 0	0 —36	—18 —54	—62 —119	f —125 —182
. 400 „ 500	+27 0	0 —20	—20 —40	+40 0	0 —27	—20 —47	—68 —108	+63 0	0 —40	—20 —60	—68 —131	—135 —198
$D...D_{„t_n}$ мм	H5	h4		H6	h5		/6	1 H7 |	1 h6 |	1 g6 I	I /7 1	e7
T ОСТ	- 1	- 1	- 1	A i = C i	$C_{lS}=B_t$	Д,	X,	A=C 1	C = B |	Д \	X |	Л

Таблица **3.13.** Система отверстия. Посадки с зазором (поля допусков основных отверстий **8, 9**-го квалитетов и валов **7, 8, 9**-го квалитетов)

+	*Ив*							*на*				
П и г		*hi*	*Ь.8*									
										Г9		
						й в					*в9*	*d9*
							с8					
Z?...Z?„, мм	1 *m* |	1 Л7 |	\ *на* |			*d8*	*с8*	1 ЯР |	1 А» 1	*/9*	*е9*	| *d9* \
	Отклонения, мкм											
От **1** до **3**	**+14** **0**	**0** **—10**	**0** **—14**	**—6** **—20**	**—14** **—28**	**—20** **—34**	**—60** **—74**	**+25** **0**	**0** **—25**	**—6** **—31**	**—14** **—39**	**—20** **—45**
Св. **3 , 6**	**+18** **0**	**0** **—12**	**0** **—18**	**—10** **—28**	**.—20** **—38**	**—30** **—48**	**—70** **—88**	**+30** **0***	**0** **—30**	**—10** **—40**	**—20** **—50**	**—30** **—60**
***D...D$_n$*, мм**	1 *ИВ* |	1 Л7 |	1 Л5 |	*/**	1 *ев* \	*d8*	*с8*	1 *И9* J	*i h9* \	*/9*	*49*	1 *d9* {
$m_{ост}$	$A_{2a}=C_{2a}$	$C_{2a}==B_{2a}$	$C_{3}-B_{3}$	X_{2a}	Л	Ш	ТХ	$*A_{3}=C_{3}$	$C_{3}=B_{3}$	X_{3}	Хз	$Ш_{3}$

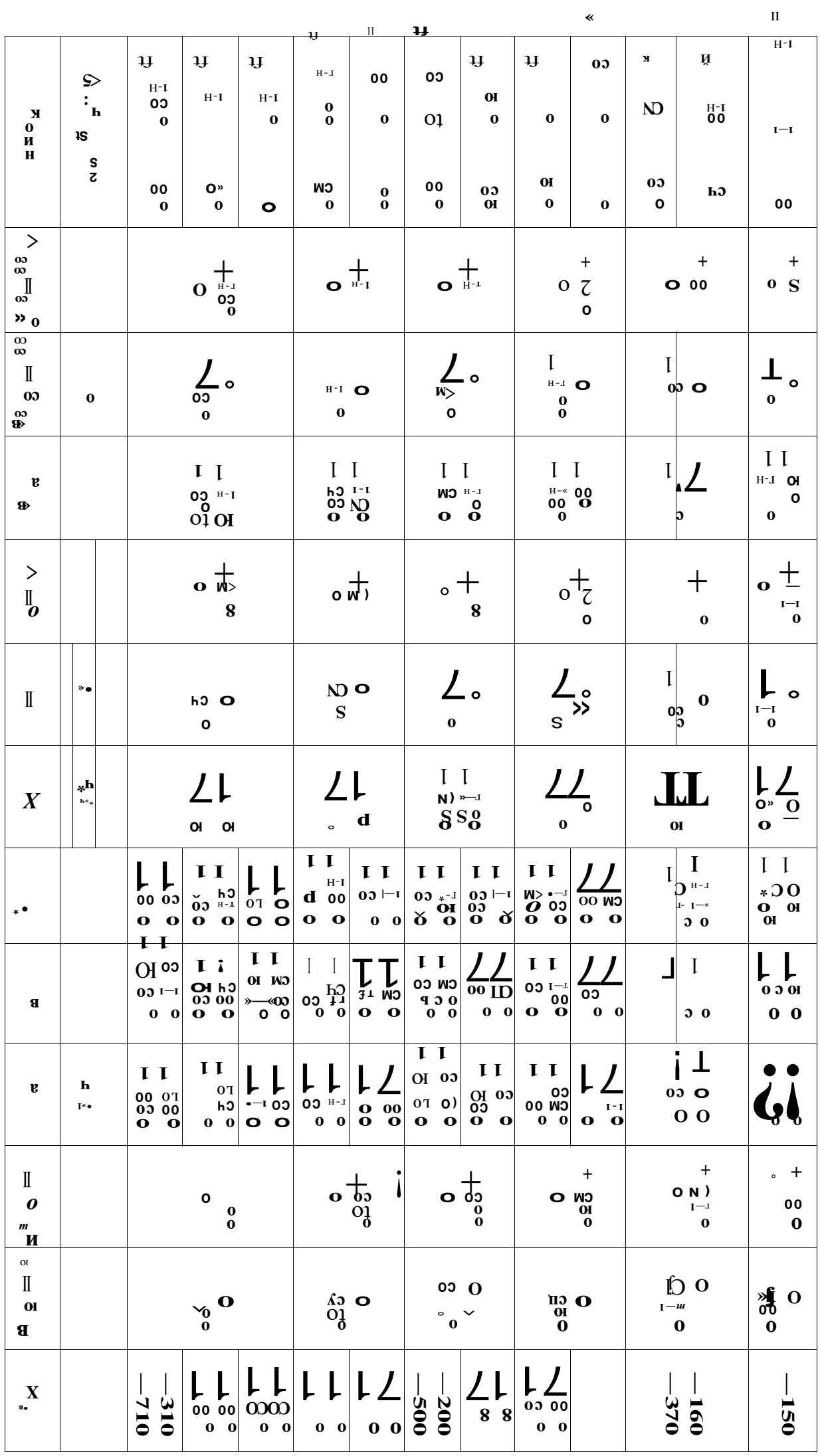
Продолжение табл. 3J3

D..,Dп, мм	1 H8 |			/8	1 eh \	48	c8	1 >» 1	1 Ь9 |	/9	€9	1 d9 \
	Отклонения, мкм											
Св. 6 до 10	+22 0	0 —15	0 —22	—13 —35	—25 —47	—40 —62	—80 —102	+36 0	0 —36	—13 —49	—25 —61	—40 —76
. 10 . 14	+27 0	0 —18	0 —27	—16 —43	—32 —59	—50 —77	—95 —122	+43 0	0 —43	—16 —59	—32 —75	—50 —93
. 14 . 18												
. 18 . 24	+33 0	0 —21	0 —33	—20 —53	—40 —73	—65 —98	—ПО —143	+52 0	0 —52	—20 —72	—40 —92	—65 —117
. 24 „ 30												
, 30 „ 40	+39 0	0 —25	0 —39	—25 —64	—50 —89	—80 —119	—120 —159	+62 0	0 —62	—25 —87	—50 —112	—80 —142
, 40 „ 50							—130 —169					
„ 50 „ 65	+46 0	0 —30	0 —46	—30 —76	,—60 —106	—100 —146	—140 —186	+74 0	0 —74	—30 —104	—60 —134	—100 —174
. 65 „ 80							—150 —196					
, 80 . 100	+54 0	0 —35	0 —54	—36 —90	—72 —126	—120 —174	—170 —224	+87 0	0 —87	—36 —123	—72 —159	—120 —207
. 100 , 120							—180 —234					

# 120 , 140							—200 —263					
„ 140 , 160	+63 0	0 —40	0 —63	—43 —106	—85 —148	—145 —208	—210 —273	+100 0	0 —100	—43 —143	—85 —185	—145 —245
„ 160 „ 180							—230 —293					
„ 180 , 200							—240 —312					
, 200 я 225	+72 0	0 -46	0 —72	—50 —122	—100 —172	—170 —242	—260 —332	+115 0	0 —115	—50 —165	—100 —215	—170 —285
, 225 , 250							—280 —352					
, 250 , 280	+81 0	0 —52	0 —81	—56 —137	—ПО —191	—190 —271	—300 —381	+130 0	0 —130	—56 —186	—110 —240	—190 —320
, 280 , 315							—330 —411					
, 315 , 355	+89 0	0 —57	0 —89	—62 —151	—125 —214	—210 —299	—360 —449	+140 0	0 —140	—62 —202	—125 —265	—210 —350
. 355 „ 400							—400 —489					
. 400 „ 450	+97 0	0 —63	0 —97	—68 —165	—135 —232	—230 —327	—440 —537	+155 0	0 —155	—68 —223	—135 —290	—230 —385
, 450 . 500							—480 —577					
D...Dn, мм	1 *H8* \	! *к?* 1	1 *fi8* |	/*	1 *eё* |	*d8*	*c8*	1 *H9* |	1 *h9* 1		*e9*	1 *d9* |
mOCT	$A_{2a}=C_{2a}$	C_{28} в $B_{2в}$	$c_{з}$ - $в_{з}$	X_{2a}	Л	ш	тх	$A_{з}$ ж $C_{з}$	$c_{з}$ - $в_{з}$ Г $x_{з}$			$ILL_{з}$

Т а б л и ц а 3.14. Система отверстия. Посадки с зазором (поля допусков основных отверстий и валов 10, П и 12-го квалитетов)

D...D„, мм	*mo*	*hlO*	*dlO*	1 *ИИ* \	1 *hU* |	1 *dii* \	*ell*	*ЫI*	*all*	*H12*	*h!2*	*ЫI2*
	Отклонения, мкм											
От 1 до 3	+40 0	0 —40	—20 —60	+60 0	0 —60	—20 —80	—60 —120	—140 —200	—270 —330	+100 0	0 —100	—140 —240
Св. 3 „ 6	+48 0	0 —48	—30 —78	+75 0	0 —75	—30 —105	—70 —145	—140 —215	—270 —345	+120 0	0 —120	—140 —260
. 6 . 10	+58 0	0 —58	—40 —98	+90 0	0 —90	—40 —130	—80 —170	—150 —240	—280 —370	+150 0	0 —150	—150 —300
. 10 . 14	+70 0	0 —70	—50 —120	+110 0	0 —110	—50 —160	—95 —205	—150 —260	—290 —400	+180 0	0 —180	—150 —330



Продолжение табл. 3.14

Л' мм	НЮ	МО	dlO	1 НИ |	1 ш |	1 dll |	ell	bll	all	H12	M2	ЫЗ
	Отклонения, мкм											
Св. 180 до 200	+185 0	0 —185	—170 —355	+290 0	0 —290	—170 —460	—240 —530	—340 —630	—660 —950	+460 0	0 —460	—340 —800
„ 200 , 225							—260 —550	—380 —670	—740 —1030			—380 —840
„ 225 , 250							—280 —570	—420 —710	—820 —1110			—420 —880
, 250 „ 280	+210 0	0 —210	—190 —400	+320 0	0 —320	—190 —510	—300 —620	—480 —800	—920 —1240	+520 0	0 —520	—480 —100Q
ж 280 „ 315							—330 —650	—540 —860	—1050 —1370			—540 —1060
, 315 „ 355	+230 0	0 —230	—210 —440	+360 0	0 —360	—210 —570	—360 —720	—600 —960	—1200 —1560	+570 0	0 —570	—600 —1170
. 355 , 400							—400 —760	—680 —1040	—1350 —1710			—680 —1250
. 400 , 450	+250 0	0 —250	—230 —480	+400 0	0 —400	—230 —630	—440 —840	—760 —1160	—1500 —1900	+630 0	0 —630	—760 —1390
, 450 „ 500							—480 —880	— 840 —1240	—1650 —2050			—840 —1470
$D...D_n$, мм	НЮ	МО	dlO	1 НИ |	1 hii |	1 dll \	Cll	ЬИ	all	H12	h!2	ЫЗ
	$A_{за}=c_{за}$	$C_{3*}=B_{3а}$	Ш,	A $A_4=C$«	$c<=B_4$		Л,	$Л_4$, $Ш_4$	UI_4	$A_5=C_5$	$C_5=B_5$	X_5

Таблица 3.15. Система вала. Посадки с натягом Гполя AOTTVCTCORосновных валов 4, Р, 6 7-т-о квалитетов в-отверстий 5, 6, 7, 8-го квалитетов)

1 ы > flj /н?					Рб	he	р?	Л/	it	77	Л7	

мм	H4	N5	A5	N6	Рб	1 A6 I	1 P7 \	R7	S7	77	1 Л7 \	U8
	Предельные отклонения, мкм											
От 1 до 3	0 —3	—4 —8	0 —4	—4 —10	—6 —12	0 —6	—6 —16	—10 —20	—14 —24	–	0 —10	—18 —32
Св. 3 , 6	0 —4	—7 —12	0 —0	—5 —13	—9 —17	0 —8	—8 —20	—11 —23	—15 —27	–	0 —12	—23 —41
. 6 . 10	0 —4	—8 —14	0 —6	—7 -16	—12 —21	0 —9	—9 —24	—13 т-28	—17 —32	–	0 —15	—28 —50
D...D„, мм	h4	N5	h5	N6		1 h6 |			67	T7	1 h7 1	U8
гост	-	–		г,	–		–	Пр	Пр	Гр	$B_{2a} = C_{2a}$	Гр

Продолжение табл. 3.15

$D...D_n>$ мм	h4	N5	Л5	N6	Р'б	1 м {	1 Р7 |	R7	S7	T7		U8
	Предельные отклонения, мкм											
Св. 10 до 18	0 —5	—9 —17	0 —8	—9 —20	—15 —26	0 —11	—11 —29	—16 —34	—21 —39	–	0 —18	—33 —60
. 18 э 24	0 —6	—12 —21	0 —9	—11 —24	—18 —31	0 —13	—14 —35	—20 —41	—27 —48	–	0 —21	—41 —74
„ 24 9 30										—33 —54		—48 —81
. 30 9 40	0 —7	—13 —24	0 —11	—12 —28	—21 —37	0 —16	—17 —42	—25 —50	—34 —59	—39 —64	0 —25	—60 —99
» 40 # 50										—45 —70		—70 —109
» 50 » 65	0 —8	—15 —28	0 —13	—14 —33	—26 —45	0 —19	—21 —51	—30 —60	—42 —72	—55 —85	0 —30	—87 —133
, 65 * 80								—32 —62	—48 —78	—64 —94		—102 —148
, 80 * 100	0 —10	—18 —33	0 —15	—16 —38	—30 —52	0 —22	—24 —59	—38 —73	—58 —93	—78 — И З	0 —35	—124 —178
„ 100 . 120								—41 —76	—66 —101	—91 —126		—144 —198

o e o N CO ТТ	o co ТТ	o co T^HN ТТ	—236 —308	o o o ю с о ТТ	CO oo Ю ТТ	LOCO T-» O ТТ	Тт	o o O N с о И	Ю T** с о с м ТТ	—490 —587	—540 —637	3		a U
						o с м ю		Ф N ю		o с о с о			к •«г	со и ‖ ев <N «
N N O rt< т—4 l—• 11	е л о ю г-H l—4 11	т—l l—4 с о N l—4 t—• 11	a> ю т*« o l—4 l—4 11	o o o CO o 11	o ю N C N Г-4 CM 11	o o o O Ю Г-« с м ! 1	O CM C M N ТТ	N т P O с м с М	CO o N o o ТТ	N o o N с о с о 11	N O O O O ТТ	й		a U
N N i - » N Г-4 11	ю ю с м ТТ	с о с о с о ТТ	Ю l — ¹ o ю т—lт-н 11	CO O т—| Ю l—4 l—4 11	г—t т—< 11	l-4 l-H 11	o с м ю o ТТ	o с о 11	N ^ f oo TJ* l-н CM 11	o с м O N с м с м 11	o с м с м o Т !	&		a c
oo oo 11	o o ТТ	с о с о ТТ	ТТ	CO o ТТ	с о N г-H ТТ	CO с м N « - 1 Л 1	Я oo CO N г—l 1 1	oo i—' 1 1	o с о ю Oi l-н 1 1	COCO O с о l—4 т—• 1 1	O C M O N l—4 т—4 1 1			a c
с с o oo ТТ			CO O) ТТ			CO oo ТТ		T-H oo ТТ		ю o ТТ		N . a,		!
o й			o ? i			с м O с о		— с о o с о		o ^			<o	o ‖ да
CO f t			г—l O ІТ			N o ТТ		т-4 N ТТ		ю ю Ю O) 1 1				f
			CMт-4 ТТ			l O N ТТ		с о CM ТТ		ТТ				u
° oo Т			o с y o			с о o с м f		ю o с м		o	1	ı с		u да
г-» o> (NCO 11			ю ю ТТ			N o ТТ		o ю ТТ		с о o CO CO 11				ı
° см Т			° Т			CO o -		oo O I-J4		o o с м				l
T-H	o CO	o oo т—4	o o с м	ю с м CM	o ю CM	o oo CM	ю I—< с о	ю ю с о	o	o ю	o o ю	S 2		
o с м T—4	o	o CO т-H	o oo т-H	S CM	ю с м CM	o ю CM	S с м	Ю T-4 CO	Й с о	8	o ю	St		H o o
9														

Таблица 3.18, Система вала. Переходные посадки (полядопусков основных валов **4, 5**-го квалитетов и отверстий **5, 6**-го квалитетов)

+							
О **1** *ьл*		*KS*		*hff*		*Кб*	
			M5		*Jşb*		*Мб*

D...D$_n$, мм	*hi*	V"	*ho*	*M5*	*H5*		*Кб*	*Мб*
	Предельные отклонения, мкм							
От 1 до 3	0 - 3	+ 2 - 2	0 —4	—2 —6	0 —4	**+3** —3	0 —6	—2 —8
Св. 3 п 6	0 —4	+2,**5** -2,5	0 —**5**	—3 —8	0 —5	+ 4 —4	+ 2 —6	— 1 —9
. 6 . 10	0 —4	**+3** **—3**	+ 1 —**5**	—4 —10	0 —**6**	+4,5 -4,**5**	+ 2 —7	—3 —12
. 10 . 18	0 —**5**	+ 4 —4	+ 2 —6	—4 —12	0 —8	**+5**,5 —5,5	[illegible]	—4 —15
. 18 , 30	0 —6	+4,**5** -4,5	+ 1 —8	—5 —14	0 —9	+6,**5** —6,5		—4 —17
, 30 . 50	0 —7	**+5**,**5** —5,5	+ 2 —9	—5 —16	0 —11	[illegible]	**+3** —13	**—4** —20
. 50 . 80	0 —8	+6,**5** —6.5	+ 3 —10	—6 —19	0 —13	+9,**5** —9,5	+ 4 —15	—5 —24
. 80 . 120	0 —10	+7,**5** -7,**5**	+ 2 —13	—8 —23	0 —15	+ И - 1 1	+ 4 —18	—6 —28
„ 120 . 180	0 —12	+ 9 —9	— 1o	—9 —27	0 —18	+12,5 -12,5	+ 4 —21	—8 **- 33**
, 180 . L>50	0 —14	+ 10 —10	+ 2 —18	—11 —31	o —20	+14,5 —14,5	+ **5** —24	—8 —37
» 250 . 315	0 —16	+ 11,5 -11,5	+ ^ —20	—13 —36	0 —23	+ 16 —16	+ 5 —27	—9 **—41**
. 315 . 400	0 —18	+12,5 —12,**5**	+ 3 —22	—14 —39	0 —25	+ 18 —18	+ 7 —29	- 1 0 —46
. 400 „ 500	0 —20	+13,**5** -13,5	+ 2 —25	—16 —43	0 —27	+ 2 0 —20	+ 8 —32	- 1 0 —50
л...Ол, мм	*H4*		*Кб*		*h5*	**-V**	*Кб*	*мв*
7,ост	**-**	**-**	**-**	**-**		**п4**	**н,**	**т4**

Таблица 3.17. Система вала. Переходные посадки (поля допусков основных валов 6, 7-го квалитетов и отверстий 7, 8-го квалитетов;

О	+	П							
		J_s7	K7	M7	N7	k7		Kв	M8	HB
D...D_n, мм	1 И6\	1VI	1 K? |	M7	1 N7\	I A7 |	V	Kв		Л'8
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	0 —6	+5 —5	0 —10	—2 —12	—4 —14	0 —10	±;	0 —14	–	—4 -18
Св. 3 . 6	0 —8		П	0 —12	—4 —16	0 —12	—9	+5 —13	±!6	—2 —20
. 6 . 10	0 —9	+7 —7		0 —15	—4 —19	0 —15	±1	+6 —16		-3 —25
„ 10 . 18	Ь —11	+9 —9	+6 —12	0 —18	—5 —23	0 —18	±\1	+8 —19	+1	—3 —30
„ 18 , 30	0 —13	+10 —10	+6 —15	0 —21	—7 —28	0 —21	+16 —16	+10 —23	+25 —29	—3 —36
. 30 , 50	0 —16	+12 —12	+7 —18	0 —25	—8 —33	0 —25	+19 —19	+12 —27	+5 —34	—3 —42
. 50 , 80	0 —19	+15 -15	+9 —21	0 —30	—9 —39	0 —30	+23 —23	+14 —32	+5 —41	—4 —50
" . 80 , 120	0 —22	+17 —17	+10 —25	0 —35	1-10 —45	0 —35	+27 —27	1+16 —38	+6 —48	—4 —58
. 120 , 180	0 —25	+20 —20	+12 -28	0 —40	1 —12 —52	0 —40	+31 —31	+20 —43	+8 —55	—4 —67
. 180 . 250	0 —29	+23 —23	+13 —33	0 —46	—14 —60	0 —46	+36 —36	+22 —50	+9 —63	—5 —77
. 250 , 315	0 —32	+26 —26	+16 —36	0 —52	—14 —66	0 —52	+40 —40	+25 —56	+9 —72	—5 —86
, 315 . 400	0 -36	+28 —28	+17 -40	0 —57	—16 -73	0 —57	+44 —44	+28 -61	+ П —78	—5 —94
. 400 , 500	0 —40	+31 —31	+18 —45	0 —63	—17 —80	0 —63	+48 48	+29 —68	+ П —86	—6 —103
D...D_n> мм	1 ив\	1 VI	1 K7	M7	! N7	1 Л7	V	K8	MS	TVS
Тост	в=с	п	н	Т	Г	$^{в}_{2а}$ = = $^{с}_{2а}$	$^{п}_{2а}$	$^{н}_{2а}$	$^{Т}_{А2а}$	$^{г}_{2а}$

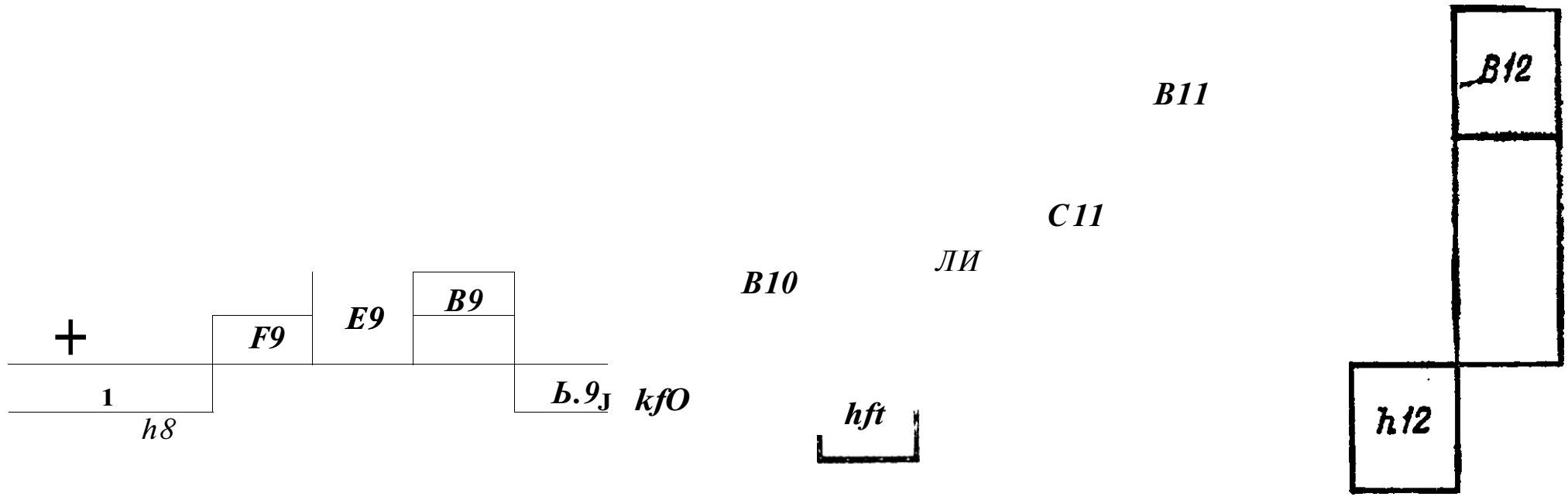
й Таблица 3.18. Система вала. Посадки с зазором (полядопусков основных валов 4, 5, 6, 7-го квалитетов ° и отверстий 5, б, 7, 8-го квалитетов)

													Л8
												Ев	
											F7		
				as						57		F8	
О													
			bl		h5		h6				Л 7		

				G5		G6		07	F7		1 F* |	E8	D8
D.	../>Л, мм		м		h5		1 м |			1 fi7 |			
			Предельные отклонения, мкм										"
От	1 до	3	0 —3	+6 +2	0 --4	+8 +2	0 —5	+12 +2	+16 +6	0 —10	+20 + б	+28 +14	+34 +20
Св.	3 .	6	0 —4	+9 +4	0 —5	+12 +4	0 —8	+16 +4	+22 +10	0 —12	+28 +10	+38 +20	+48 +30
●	6 .	10	0 —4	+11 +5	0 —6	+14 +5	0 —9	+20 +5	+28 +13	0 —15	+35 +13	+47 +25	+62 +40
●	Ю .	18	0 —5	+14 +6	0 —8	+17 +6	0 —11	+24 +6	+34 +16	0 —18	+43 +16	+59 +32	+77 +50

„ 18 . 30	0 —6	+16 +7	0 —9	+20 +7	0 —13	+28 +7	+41 +20	0 —21	+53 +20	+73 +40	-т-98 +65
„ 30 , 50	0 —7	+20 +9	0 —11	+25 +9	0 —16	+34 +9	+50 +25	0 —25	+64 +25	+89 +50	+119 +80
„ 50 9 80	0 —8	+23 +10	0 —13	+29 +10	0 -19	+40 +10	+60 +30	0 —30	+76 +30	+106 +60	+146 +100
, 80 , 120	0 —10	+27 +12	0 —15	+34 +12	0 —22	+47 +12	+71 +36	0 —35	+90 +36	+126 +72	+174 +120
. 120 . 180	0 —12	+32 +14	0 —18	+39 +14	0 —25	+54 +14	+83 +43	0 —40	+106 +43	+148 +85	+208 +145
, 180 , 250	0 —14	+35 +15	0 —20	+44 +15	0 —29	+61 +15	+96 +50	0 —46	+122 +50	+172 +100	+242 +170
я 250 . 315	0 —16	+40 +17	0 —23	+49 +17	0 —32	+69 +17	+108 +56	0 —52	+137 +56	+191 +110	+271 +190
, 315 , 400	0 —18	+43 +18	0 —25	+54 +18	0 —36	+75 +18	+119 +62	0 —57	+151 +62	+214 +125	+299 +210
. 400 , 500	0 —20	+47 +20	0 —27	+60 +20	0 —40	+83 +20	+131 +68	0 —63	+165 +68	+232 +135	+327 +230
D...D„} мм		*G5*	Л5	*06*	1 *И6* |	*07*	*F7*	*i h7* |	| *Fb* |	*E8*	*D8*
$m_{ост}$	–	–		*Дх*	в - с	*Д*		$в_{2а} \sim с_{2а}$	Х	Л	Ш

Й Таблица 3 1Q Система вала. Посадки с зазором (поля допусков основных валов 8, 9, 10, II, 12-го квалитетов и отверстий 9/10, 11, 12-го кьалитетов)



D...Dщ. мм	1 h8 |	F9	1 £9 |	D9	1 49 |	hlO	DJ0	1 nn \	D1I	cu	B11	All	h!2	B12
	Предельные отклонения, мкм													
От 1 до 3	0 —14	+31 +6	+39 +14	+45 +20	0 —25	0 —40	+60 +20	п -60	+80 +20	+120 +60	+200 +140	+330 +270	0 —100	+240 +140
Св. 3 , 6	0 —18	+40 + 10	+50 +20	+50 +30	0 —30	0 —48	+78 +30	0 -75	+105 +30	+145 +70	+215 +140	+345 +270	0 —120	+260 +140
. 6 . 10	0 —22	+49 +13	+61 +25	+76 +40	0 —36	0 —58	+98 +40	0 -90	+130 +40	+170 +80	+240 +150	+370 +280	0 —150	+300 +150
. 10 . 18	0 —27	+59 +16	| +75 | +32	+93 +50	0 —43	0 —70	+120 +50	0 -110	+160 +50	+205 +95	+260 +150	+400 +290	0 —180	+330 +150

00	o CO	o CO CO 1	++	++	+117 +65	O ю CN	O 00	+149 +65	o r-1 00	++ CT)	+240 +110	+290 +160	+430 +300	O CN	+370 +160
CO o	o	o CO CT) 1	00 CN ++	CN CO ++	+142 4-80	o 7 CN	o 7	+180 4-80	o CO 1	+240 +80	+280 +120	+330 +170	+470 +310	O ю OCN 1	+420 +170
o	o ю										+290 +130	+340 +180	+480 +320		+430 +180
ю o	ю CO	o	+104 4-40	+134 4-60	+174 4-100	o 1	o CN 1	+220 +100		+290 +100	+330 + 140	++ o o o CO	+530 +340	o	+490 +190
CO ю	o 00								CT) o 1		+340 +150	+390 +200	+550 +360	8 1	§1 ++
o 00	o o	o	+123 4-36	+159 4-72	+207 4-120	o 00	o 1	+260 4-120	o CN CN	o CO H Ь	+390 +170	+440 +220	8 00 COCO 1"1	o ю CO 1	+570 +220
8	o CN	a I									+400 +180	+460 +240	+630 +410		+590 +240
o CN	o	o .co CO		ю 00 « 00 + +	4-245 i +145	8 1	o 7	4-305 +145	o ю CN	O ю CT) CO + +	O ю O O CN + +	+510 +260	+710 +460	o O O 1	+660 +260
o	o CO		+143 +43								+460 +210	+530 +280	+770 +520		+680 +280
CO o	1 00										+480 +230	+560 1+310	+830 1+580		+710 +310
Q Q	2	5	o	0	Q		•e*	D10	•¥	D11	CП	Q	AH		
o o		o (I 00	a* X	X	m B	o ǁ 00	o ǁ 00	м э	o ǁ	X			a	ю И ǁ	

Продолжение табл. 3.19

ZX..Z>я, мм	I м I	F9		D9	1 h9 \	MO	DJ0	1 fill |	D11	СП	B11	AH	M2	B12
	Предельные отклонения, мкм													
Св. 180 до 200	0 —72	+165 +50	+215 +100	+285 +170	0 —115	0 —185	+355 +170	0 -290	+460 +170	+530 +240	+630 +340	+950 +660	0 —460	+800 +340
„ 200 „ 225										+550 +260	+670 +38*0	+1030 +740		+840 +380
9 225 . 250										+570 +280	+710 +420	+1110 +820		+880 +420
9 250 . 280	0 —81	+186 +56	+240 +110	+320 +190	0 —130	0 —210	+400 +190	0 -320	+510 +190	+620 +300	+800 +480	+1240 +920	0 —520	+1000 +480
. 280 ж 315										+650 +330	+860 +540	+1370 +1050		+1060 +540
* 315 . 355	0 —89	+202 +62	+265 +125	+350 +210	0 —140	0 —230	+440 +210	0 -360	+570 +210	+720 +360	+960 +600	+1560 +1200	0 —570	+1170 +600
, 355 . 400										+760 +400	+1040 +680	+1710 +1350		+1250 +680
9 400 ш 450	0 —97	+223 +68	+290 +135	+385 +230	0 —155	0 —250	+480 +230	0 -400	+630 +230	—840 -"440	+1160 +760	+1900 +1500	0 —630	+1390 +760
„ 450 , 500										+880 +480	+1240 +840	+2050 +1650		+1470 +840
D...Dni мм	1 П8 |	F9	1 E9 |	D9	1 H9 | \ ~^	MO	D10	1 Ml |	D11	СП	ЦП	AII	M2	B12
Гост	B_3=.C$	X_3	X_8	$Ш_8$	$в_а$=с,		$в_4$=$с_4$	$х_4$	Л*	$Л_4$	$ш_4$	$в_в$=$с_5$	X_5	

Примечание. Предельные отклонения полей допусков отверстий *H5, $H6_9$ $H7_Л$ H8, $H9_в$ HЮ, HИ, H1%* см. в табл. 3.8«.ЗЛ4.

Таблица 3.20. Поля допусков, как правило не предназначенные для посадок (поля допусков валов 8, 9, 10, 11, 12-го квалитетов и отверстий 9, 10, 11, 12-го квалитетов)

$D...D_N$, мм	J_s8		J_SXO	•V[1]	J_S12
	Предельные отклонения, мкм				
От 1 до 3	±7	±12	±20	±30	±50
Св. 3 , 6	±9	±15	±24	±37	±60
. 6 , 10	±П	±18	±29	±45	±75
„ 10 , 18	±13	±21	±35	±55	±90
„ 18 „ 30	±16	±26	±42	±65	±105
„ 30 . 50	±19	±31	±50	±80	±125
. 50 „ 80	±23	±37	±60	±95	±150
„ 80 „ 120	±27	±43	±70	±110	±175
ш 120 . 180	±31	±50	±80	±125	±200
, 180 . 250	±36	±57	±92	±145	±230
. 250 , 315	±40	±65	±105	±160	±260
, 315 , 400	±44	±70	±115	±180	±285
. 400 , 500	±48	±77	±125	±200	±315
$D...D_N$, мм		J_s J	У до s	s	J_s 12

Таблица 3.21. Поля допусков, как правило не предназначенные для посадок. Предельные отклонения отверстий (поля допусков отверстий 13, 14, 15, 16, 17-го квалитетов)

D…Dп, мм	*HIS*	*ни*	*H15*	*H16*	*H17*
	Предельные отклонения, мкм				
От 1 до 3	+140 0	+250 0	+400 0	+600 0	+1000 0
Св. 3 . 6	+180 0	+300 0	+480 0	+750 0	+1200 0
. 6 . 10	+220 0	+360 0	+580 0	+900 0	+1500 0
„ 10 . 18	+270 0	+430 0	+700 0	+1100 0	+1800 0
. 18 . 30	+330 0	+520 0	+840 0	+1300 0	+2100 0
. 30 . 50	+390 0	+620 0	+1000 0	+1600 0	+2500 0
. 50 . 80	+460 0	+740 0	+1200 0	+1900 0	+3000 0
. 80 . 120	+540 0	+870 0	+1400 0	+2200 0	+3500 0
, 120 ж 180	+630 0	+1000 0	+1600 0	+2500 0	+4000 0
, 180 , 250	+720 0	+1150 0	+1850 0	+2900 0	+4600 0
. 250 , 315	+810 0	+1300 0	+2100 0	+3200 0	+5200 0
, 315 , 400	+890 0	+1400 0	+2300 0	+3600 0	+5700 0
. 400 . 500	+970 0	+1550 0	+2500 0	+4000 0	+6300 0
D…Dп, мм	*H13*	*ни*	*HIS*	*HJ6*	*H17*
ТОСТ	А»	А7	А,	А„	А10

lib

Таблица 3.22. Значения допусков для различных квалитетов и интервалов размеров (СТ СЭВ 145—75)

Интервалы размеров, мм	Квалитеты																		
	01	0	1	2	3	4	5	6	7		ь	1С	11	12	13	14	15	16	17
	Допуски																		
	мкм													мм					
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	0,60	1,0
Св. 3 до 6	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	0,75	1,2
. 6 , 10	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,90	1,5
, Ю . 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	ПО	0,18	0,27	0,43	0,70	1,10	1,8
', 18 . 30	0,6	1,0	1,5	2,5!	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,30	2,1
, 30 , 50	0,6	1,0	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	1,60	2,5
„ 50 . 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	1,90	3,0
, 80 „ 120	1,0	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	2,20	3,5
. 120 , 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	2,50	4,0
. 180 . 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,90	4,6
„ 250 , 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	3,20	5,2
, 315 . 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,30	3,60	5,7
400 „ 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,50 (	4,00	6,3

Примечания. 1. Для размеров до 1 мм квалитеты от 14-го до 17-го не применяются.

2. Значения допусков для размеров более 500 до 3150 мм см. в СТ СЭВ 145—75, а свыше 3150 до 10 000 мм — в СТ СЭВ 177—75.

Таблица 3.23. Поля допусков, как правило не предназначенные для посадок (поля допусков валов 13, 14, 15, 16, 17-го квалитетов и отверстий 13, 14, 15, 16, 17-го квалитетов)

Z)…D„, мм	*м3*	J_s^{12}	*h!4*	J_s^{14} V*	*M5*	$J_s l5$ V^5	*Мб*		*hl7*	V^7
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	0 —140	±70	0 —250	±125	0 —400	±200	0 —600	±300	0 —1000	±500
Св. 3 , 6	0 —180	±90	0 —300	±150	0 —480	±240	0 —750	±375	0 —1200	±600
, 6 , 10	0 —220	±110	0 —360	±180	0 —580	±290	0 —900	±450	0 —1500	±750
, 10 . 18	0 —270	±135	0 —430	±215	0 —700	±350	0 —1100	±550	0 —1800	±900
. 18 , 30	0 —330	±165	0 —520	±260	0 —840	±420	0 —1300	±650	0 —2100	±1050
. 30 9 50	0 —390	±195	0 —620	±310	0 —1000	±500	0 —1600	±800	0 —2500	±1250
„ 50 , 80	0 —460	±230	0 —740	±370	0 —1200	±600	0 —1900	±950	0 —3000	±1500

±1750	±2000	±2300	±2600	±2850	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
±1100	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
±700	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
±435	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
±270	[illegible]	[illegible]		[illegible]			[illegible]
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
80 , 120	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		

3.2. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ РЕЗЬБ

Размеры, профиль и допуски различных резьб, используемых в практике, регламентированы различными стандартами (табл. 3.24). Наиболее распространены метрические резьбы. Профиль метрической резьбы (по ГОСТ 9150—81) показан на рис. 3.5. Угол профиля равен 60°; d $(D)_t$ d_2 $(Z>_2)$, d_x (Di) — соответственно наружный, средний и внутренний диаметры наружной резьбы (в скобках — то же, для внутренней резьбы); Р — шаг резьбы; Я — высота исходного треугольника (рис. 3.5, *а); Rmm* — наименьший радиус закругления наружной резьбы (рис. 3.5, б).

Диаметры и шаги метрической резьбы определены ГОСТ 8724—81 (табл. 3.25), а ее основные размеры — ГОСТ 24705-81 (табл. 3.26).

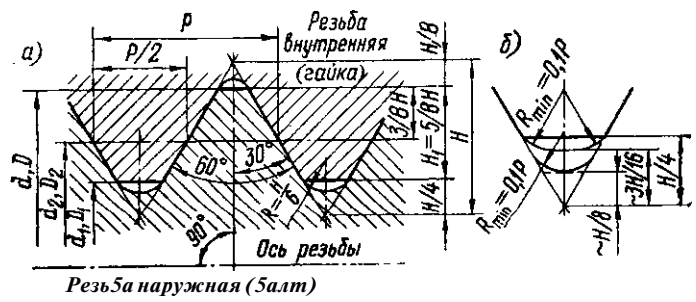


Рис. 3.5. Профиль метрической резьбы

Резьбы с крупными шагами обозначаются буквой М и номинальным значением наружного диаметра, например М24, М3Оит.д. Для резьб с мелким шагом, кроме того, указывают шаг., например ЛШх/,5; *М3ОХ2* и т. д. Для левых резьб в обозначении ставятся буквы *LH,* например *М24 LH, М24Х1,5 LH*$_t$ *М3О LH* и т. д.

Стандарты определяют допуски метрических резьб с зазорами, натягами и переходными посадками.

Таблица 3.24. Резьбы

Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
Метрическая	
Профиль	9150-81
Диаметры и шаги	8724—81
Основные размеры	24705—81
Допуски. Посадки с зазором	16093—81 (СТ СЭВ 640—77)
Переходные посадки	24834—81
Посадки с натягом	4608—81
Для диаметров менее I мм. Допуски	9000—81 (СТ СЭВ 837—81J

Продолжение табл. 3,24

Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
Для диаметров от 1 до 180 мм на ЯНёлях. из. пластмасс. Профиль. Основные размеры. Допуски	11709-71
Для приборостроения. Диаметры и шаги	16967—81
Для приборостроения. Основные размеры	24706-81
Для приборостроения. Допуски	17722—72
Коническая	СТ СЭВ 304—76
Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки, фаски	10549-80 (СТ СЭВ 214-75)
Трапецеидальная	
Профили	9484—в1 (СТ СЭВ 146—75)
Однозаходная. Диаметры и шаги	24738— 81 (СТ СЭВ 639—77)
Однозаходная. Основные размеры	24737—81 (СТ СЭВ 838—78)
Однозаходная. Допуски	9562—81 (СТ СЭВ 836—78)
Многозаходная. Основные размеры и допуски	24739— 81 (СТ СЭВ 185—75)
Трубная	
Цилиндрическая. Профиль. Основные размеры. Допуски.	6357—73 (СТ СЭВ 1157—78)
Коническая. Профиль. Основные размеры. Допуски	6211—69 (СТ СЭВ 1159—78)
Упорная	
Для диаметров 10...600 мм. Основные размеры. Допуски	13535—68
Усиленная 45° для диаметров 80...2000 мм. Профиль. Основные размеры. Допуски	10177-62

Допуски и посадки метрических резьб с зазорами определены ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77). Стандартом регламентированы допуски среднего диаметра $T_{d<i}$ и T_{Di} наружной и внутренней резьб, наружного диаметра Td наружной резьбы и внутреннего диаметра T_{Di} внутренней резьбы. Соответственно верхние *es (ES)* и нижние *ei (EJ)* отклонения наружной и внутренней резьб отсчиты-

ваются от номинального профиля **в** направлении, перпендикулярном оси резьбы. Допуски среднего диаметра T_{di} ($T_D J$ являются суммарными и предназначены для компенсации отклонений собственно среднего диаметра, угла профиля а и шага.

Таблица 3.25. Диаметры и шаги метрической резьбы **(по** ГОСТ 8724-81)

Диаметры, мм			**Шаги, мм**	
1-й ряд	**2-й ряд**	**3-й ряд-**	**Крупные**	**Мелкие**
0,25			0,075	
0,3	–	–	0,08	
–	0,35	–	0,09	
0,4	0,45	–	ОД	–
0,5	0,55	–	0,125	–
0,6			0,15	
	0,7	–	0,175	–
0^8		–	0,2	–
	0,9	–	0,225	
1f!, 2	1,1	–	0,25	0,2
я	1,4		0,3	0,2
1,6	1,8	–	0,35	0,2
2		–	0,4	0,25
–	*%2*	–	0,45	0,25
2,5		–	0,45	0,35
3			0,5	0,35
–	3,5	–	(0,6)	0,35
4	–	–	0,7	0,5
–	4,5	–	(0,75)	0,5
5		–	0,8	0,5
		(5,5)	– •	0,5
6	–	7	1	0,75; 0,5
8		–	1,25	1; 0,75; 0,5
–		9	(1,25)	1; 0,75; 0,5
10	–	–	1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5
		11	(1,5)	1; 0,75; 0,5
12		–	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
–	14	–	2	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
–		15; 17	–	1,5; (1)
16	–	–	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
20	18; 22		2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	27	–	3	2; 1,5; 1; 0,75
–	–	25	–	2; 1,5; (1)
–	–	(26)	–	1,5
–	–	(28)	–	2; 1,5; 1

Продолжение табл. 3.25

Диаметры, мм			Шаги, мм	
1-й ряд	**2-й ряд**	**3-й ряд**	**Крупные**	**Мелкие**
30 36	33 39	(32) 35 (38)	3,5 3,5 4	(3); 2; 1,5; 1; 0,75 2; 1,5 (3); 2; 1,5; 1; 0,75 1,5 3; 2; 1,5; 1
42 48	45 52	40 50 55	4?5 5	<3); (2); 1,5 (4); 3; 2; 1,5; 1 (3) ; (2>; 1,5 (4) ; 3; 2; 1,5; 1 (4); (3); 2; 1,5
56	60	58 62	5,5 (W)	4; 3; 2; 1,5; 1 (4); (3); 2; 1,5 4; 3; 2; 1,5; 1 (4); (3); ***2;*** 1,5
64 7^80	68 76	65 70	6	4; 3; 2; 1,5; 1 (4); (3); 2; 1,5 4; 3; 2; 1,5; 1 (6); (4); (3); 2; 1,5 6; 4; 3; 2; 1,5; 1
–	–	75 (78); (82)	–	£); (3); 2; 1,5
90; 100 110; 125 140	85; 95 105; 115 ,120; 130; 150	135; 145		6; 4; 3; 2; 1,5
160; 180	170	155; 165; 175	–	б; 4; 3; 2
200	190	185; 195	–	6; 4; 3; 2
220; 250; 280	210; 240; 260; 300	205; 215; 225; 230; 235; 245; 255; 265; 270; 275; 285; 290; 295		.6; 4; 3;
320; 360; 400	340; 380	310; 330; 350; 370; 390	–	б; 4

Продолжение табл. 3.25

Диаметры, мм			Шаги, мм	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Крупные	Мелкие
450;500; 550; 600	420; 480; 520; 580	460; 470; 490; 510; 530; 540; 560; 570; 590	–	6

Примечания. **1.** При выборе диаметров резьб следует предпочитать **1**-й ряд **2**-му, а **2**-й— **3**-му.

2. Диаметры и шаги резьб, указанные в скобках, по возможности не применять.

3. Резьба **М 14x1,25** используется только для свечей зажигания.

4. Резьба **М35x1,5** применяется только для стопорных гаек шарикоподшипников.

Таблица 3.26. Формулы для расчета среднего и внутреннего диаметров метрических резьб

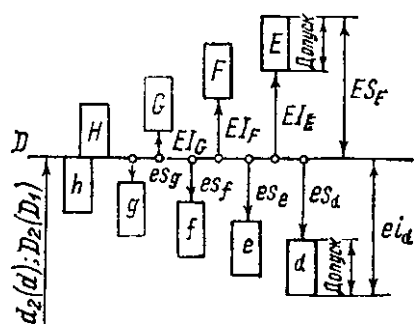
Шаг Р, мм	Диаметры наружной и внутренней резьб, мм		Шаг Р, мм	Диаметры наружной и внутренней резьб, мм	
	средний d_2 (А)	внутренний d_x (А)		средний d_2 (А)	внутренний d_i (А>
0,2	*(1*-1+0,870	tf—1+0,783	1,25	^—1+-0Д88	*d*—2HL-0,647
0.25	*d*--1+0,838	1-+0J29	1,5	d__l-f0,026	rf—2- -0,376
0,3	*d*--1+0,805	d—\ +0,675	1,75	2+0,863	*d—2-* -0,106
0.35	*d*--1+0,773	rf—1+0,621	2	tf—2+0,701	*d—Z-* -0,835
0,4	*d*--1+0,740	rf—1+0,567	2,5	tf—2+0,376	*d*—3- -0,294
0,45	*d*--1+0,708	d—1+0,513	3	^2+0,051	*d*—4- -0,752
0,5	*d*--1+0,675	^—1+0,459	3,5	tf—3+0,727	d—4- -0,211
0,6	*d*--1+0,610	rf—1+0,350	4	d—3+0,402	*d*—5- -0,670
0,7	*d*--1+0,545	1+0,242	4,5	d_3+0,077	*d*—5- -0,129
0,75	*d*--1+0,513	rf—1+0,188	5	tf_4+0,752	6- -0,587 4
0,8	*d*--1+0,480	^—14-0,134	5,5	^/—4+0,428	*d—6-* -0,046
1	*d*--1+0,350	tf__2+0,917	6	*d*—4+0,103	7- -0,505

Пример расчета. Резьба М24Х2; Р=2; d=24; $d_2=D_z$=* «=22,701; flf,=/)i==21,835.

Для получения **посадок резьбовых деталей с** зазором предусмотрено пять основных отклонений для наружной и четыре — для внутренней резьбы (табл. 3.27). Эти отклонения одинаковы для ***d*** и ***d%> D_2*** и ***D*** (рис. 3.6).

При сочетании отклонений ***H/h*** образуется посадка с наименьшим зазором, равным нулю; при сочетании ***H*** с ***g, f, e, d,*** а также ***G, E, F*** с ***h, g, f, e, d*** образуются посадки с гарантированным зазором. Указанные основные отклонения определяют: для наружной резьбы — верхнее отклонение ***(es),*** а для внутренней — нижнее от*

Таблица 3.27. Основные отклонения и степени точности метрических резьб с зазорами по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77J



Вид резьбы	Диаметры резьбы	Основные отклонения	Степени точности
Наружная (болт)	*d*	*K g, /, e, d*	4; 6; 8
		h, g, /, e, d	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9. 10 *
Внутренняя (гайка)	D_2	*H,* 0, *F, E*	4; 5; 6; 7; 8; 9 [1]
	A	H_y *G, F, E*	4; 5; 6; 7; 8

[1] Только для резьб на деталях из пластмасс.

Примечания. 1. Верхнее отклонение внутреннего диаметра d_x наружной резьбы должно соответствовать основному отклонении* среднего диаметра *d<i.*

2. Нижнее отклонение наружного диаметра *D* внутренней резьбы должно соответствовать основному отклонению среднего диаметра D_2.

клонение *(El)* диаметров. Второе предельное отклонение находят по принятой степени точности резьб, которые условно сгруппированы в три класса точности: точный, средний и грубый. В «точный» класс входят резьбы для ответственных статически нагруженных соединений, в «средний» — резьбы общего применения и в «грубый» — резьбы на горячекатаных заготовках, в длинных глухих отверстиях и т. п.

Сочетание допуска по принятой степени точности и обозначенного (табл. 3.28) цифрой с основным отклонением, указанным буквой, образует поле допуска. При его назначении последовательно указывают поле допуска среднего *(d_2)* и наружного *(d)* диаметров для наружной резьбы (например, *5h6h, 5g6g)* или среднего *(D_2)* и внутреннего диаметра D_x для внутренней резьбы (например, *4H5H)*. Если обозначения полей допусков диаметров совпадают, то поле допуска указывается один раз, например *6g, 6И.*

Посадки могут быть образованы любым сочетанием полей допусков внутренней- и наружной резьб, например ***4H5H/4g*** **или** *8G/7e6e.* Предпочтительным является сочетание полей допусков одного класса точности, например ***6Hj6g.*** Эта посадка с небольшим зазором наиболее распространена. Стандартом определены три группы длин свинчивания резьбы: малые ***S,*** нормальные ***N*** и большие ***L.*** Длина свинчивания свыше 2,24 Prf»[2] до 6,7 ***Pd***[0]*[2] относится к нормальной (табл. 3.29). Длины свинчивания меньше нормальной

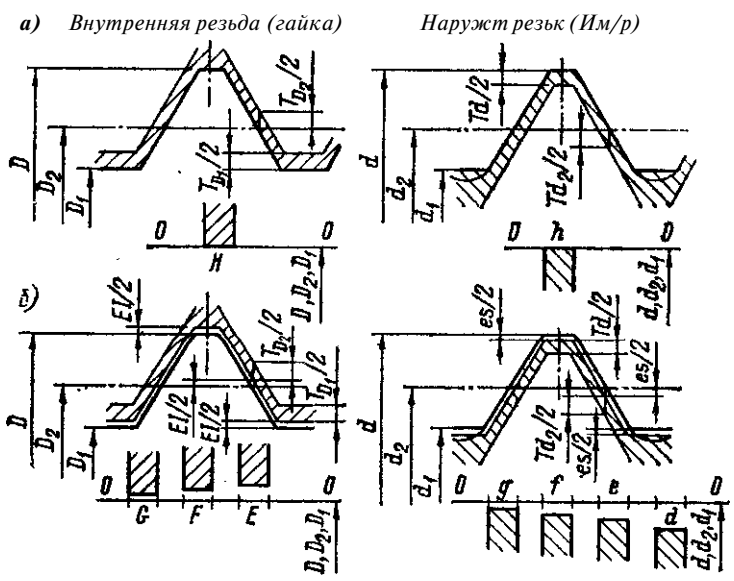


Рис. 3.6. Расположение полей допусков у метрических резьб при посадках с зазорами:

а — **с наименьшим зазором, равным** нулю; *б* — • с **гарантированными зазорами**

относят к малым, а больше нормальной — к большим. При отсут* ствин особых оговорок допуск резьбы относится к нормальной длине свинчивания *N* или ко всей длине резьбы, если она меньше ***N.*** Если длина свинчивания отличается от нормальной, то ее указывают в обозначении, например, М12-6Н-**40,** где **40** — длина свинчивания, мм.

В табл. **3.30** согласно **ГОСТ** 16093—81 **(СТ СЭВ 640—77)** приведены основные отклонения диаметров ***D***\ и Z>2 внутренней и of и *U2* наружной резьб, а в табл. **3.31**—допуски внутреннего диаметра внутренней резьбы T_{Dx} и наружного диаметра наружной резьбы T_d. **В** табл. **3.32** и **3.33** указаны допуски среднего диаметра Z>2 ***(d?)*** внутренней и наружной резьб.

Пользуясь данными таблиц, можно легко определить предельные отклонения для требуемых полей допусков. Например, для поля ***€g*** резьбы болта **M10xl,5—*6g*** отклонения диаметров ***d*** и d_2 можно

Таблица 3.28. Поля допусков метрической резьбы с зазорами по ГОСТ 16093—81 (СТ СЭВ 640—77)

Длины свинчивания	Классы точности					
	.Точный» у		.Средний[4]		,Грубый[в]	
	Поля допусков резьбы					
	наружной (болт)	внутренней (гайка)	наружной (болт)	внутренней (гайка)	наружной (болт)	внутренней (гайка)
S (короткие)	*(3h4h)*	*4H*	*(5h6h); 5g6g*	*5H\ (5G)*	–	–
N (нормальные)	*4h; 4g*	*4H5H\ 5H*	67*; Щ; *6f; бе; 6d*	*\бнГ\. 6G* [9]	*8g*	*7И; 7G*
L (длинные)	*(5h4h)*	*6И*	*(7h6h); 7g6g; (7ебе)*	*7H\ (7G)*	*(9g8g)*	*8H\ (8G)*

[1] Только для резьбы с шагом P>0,8 мм. Для резьбы с шагом P<0,8 мм применяется поле допуска ***8h6h.***

Примечание. Поля допусков, заключенные в рамки, предпочтительней. Использование полей допусков в круглых скобках следует ограничивать.

найти следующим образом. По табл. 3.30 определяем верхнее отклонение ***es;*** для rf=10 **мм** при шаге ***P*** резьбы болта 1,5 мм и основном отклонении ***g*** оно равно минус 32 мкм; для степени точности 6 при шаге резьбы 1,5 мм допуск ***T**** на диаметр ***d*** равен 236 мкм (табл. 3.31). Нижнее отклонение ***ei*** будет равно: ***ei=es — — 7^:=—***32 — 236=—268 мкм. Отклонение среднего диаметра ***d%*** определяется аналогично; из табл. 3.30 находим верхнее отклонение es = —-32 мкм, а из табл. 3.32 — величину допуска ***Tй^*** которая равна 132 **мкм;** нижнее отклонение ei=—32—132=—164 мкм. Таким образом, отклонения на диаметры резьбы болта при' поле допуска ***6g*** будут следующие: <*_о,оз2 и ^з**-0,032-**

- 0^268 -ОД 64

Допуски метрических резьб с натягами и переходными посадками. Посадки с натягами используют для соединений, образованных стальной шпилькой и резьбовым отверстием в деталях из стали, чугуна, алюминиевых и магниевых, сплавов, высокопрочных и титановых сплавов. Посадки с натягом регламентированы ГОСТ 4608—81, который распространяется на метрические резьбы диаметрами от 5 до 45 мм и шагами от 0,8 до 3 мм (рис. 3.7).

Резьбы с переходными посадками используются для тех же целей, что и резьбы с посадками с натягом, при одновременном дополнительном заклинивании шпилек, например по сбегу резьбы. Посадки регламентированы ГОСТ 24834—81.

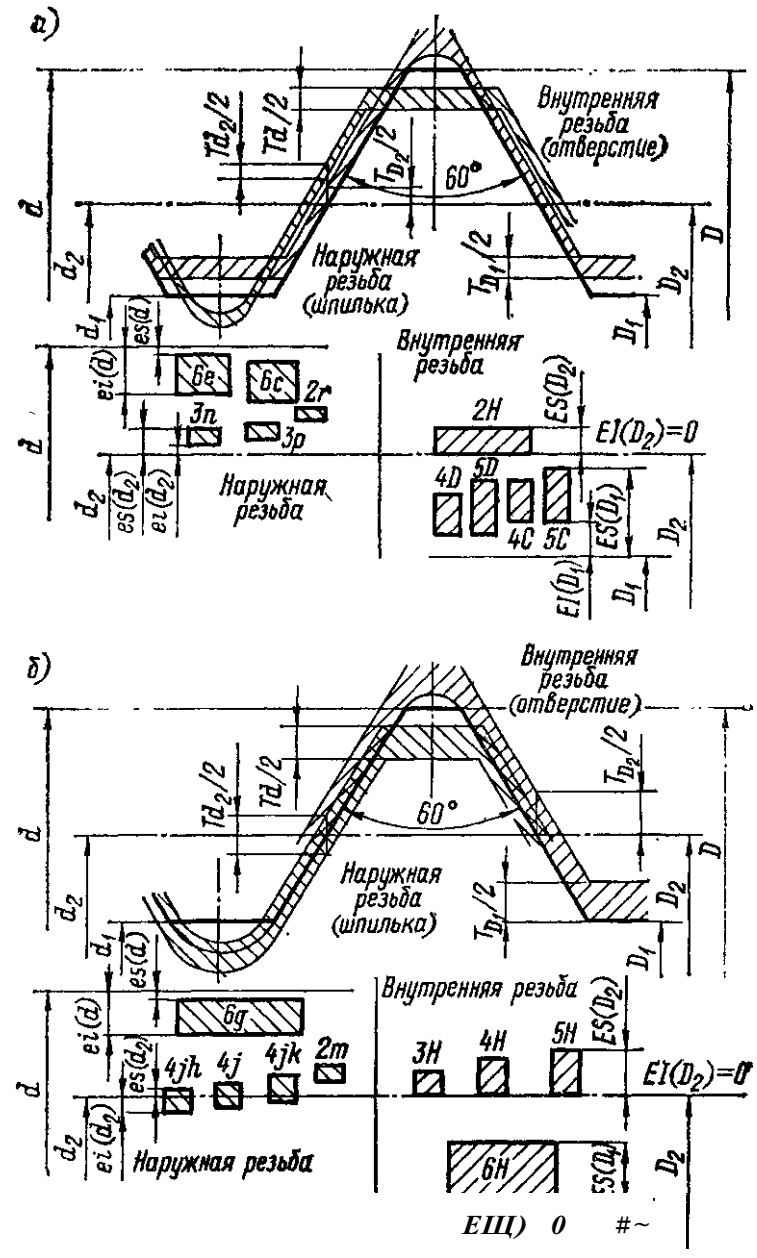


Рис. 3.7. Расположение полей допусков **метрических резьб при посадках с натягом** *(а)* **и с переходными посадками (6}**

Таблица 3.29. Длины свинчивания метрической резьбы с зазорами по ГОСТ 16093-81 (СТ СЭВ 640—77)

Номинальный диаметр резьбы, мм	Шаг Р, мм	Нормальные (А) длины свинчивания, мм
От 1 до 1,4	0,2 0,25 0,3	Св. 0,5 до 1,4 я 0,6 я и 0,7 я
Св. 1,4 до 2,8	0,2 0,25 0,35 0,4 0,45	Св. 0,5 до 1,5 я 0,6 » 1,9 я 0,8 я 2,6 я 1 я 3 я 1,3 я 3,8
Св. 2.8 до 5,6	0,2о 0,35 0,5 0,6 0,7 0,75 0,8	Св. 0,7 до 2,1 » 1 я 3 • 1,5 я 4,5 ; 1,7 я 5 » 2 ш 6 • 2,2 я 6,7 • 2,5 я 7,5
Св. 5,6 до 11,2	0,25 0,34 0,5 0,75 1 1,25 1,5	Св. 0,8 до 2,4 я 1,1 я 3,4 л 1,6 я 4,7 2,4 . 7,1 „ 3 п 9 4 я 12 - 5 я 15
Св. 11,2 до 22,4	0,35 0,5 0,75 1 1,25 1,5 1,75 2 2,5	Св. 1,3 до 3,8 1,8 • 5.5 2,8 » 8,3 • 3,8 . И 4,5 я 13 • 5,6 я 16 6 щ 18 8 я 24 • 10 я 30

Номинальный диаметр резьбы, мм	Шаг Р, мм	Нормальные (N) длины свинчивания» мм
Св. 22,4 до 45	0,5 0,75 1 1,5 2 3 3,5 4 4,5	Св. 2,1 до 6,3 • зд . 9,5 4 . 12 6,3 . 19 8,5 „ 25 12 я 36 • 15 . 45 18 . 53 21 „ 63
Св. 45 до 90	0,5 0,75 1 1,5 2 3 4 5 5,5 6	Св. 2,4 до 7.1 3,6 . 11 4,8 „ 14 - 7,5 . 22 9,5 . 28 15 . 45 19 . 56 24 . 71 28 . 85 • 32 . 95
Св. 90 до 180	0,75 1 1,5 2 3 4 6	Св. 4,2 до 12 я 5,6 . 16 8,3 . 25 12 „ 36 - 18 . 53 24 . 71 36 . 106
Св. 180 до 355	1,5 2 3 4 6	Св. 9.5 до 28 я 13 . 38 я . 60 я 26 . 80 я 40 „ 118
Св. 355 до 600	2 4 6	Св. 15 до 45 » 29 я 87 я 43 , 130

Таблица 3.30. **Основные отждевевшя диаметров *d. d_2*** наружной **резьбы (болта) и диаметров *D_u D_2* внутренней резьбы (гайки)**

Шаг Р, мм	Наружная резьба (болт) *d% d_2*					Внутренняя резьба (гайка) А, А				
	Основное отклонение, мкм									
	es					*El*				
	d	*в*	/			ь	F	j	О	И
0,2 0,25 0,3	–	–	-32 —33 —33	—17 —18 —18	0 0 0		+32 +33 +33		-17 -18 -13	0 0 0
0,35 0,4 0,45	–	–	-34 —34 —35	—19 —19 —20	0 0 0	–	+34 +35		И9 -19 -20	0 0 0
0,5 **0,6** 0,7	–	-50 **—53** —56	—36 **—36** -38	—20 **—21** —22	0 o 0	-50 **-53** -56	+36 **+36** +38		+20 **+21** +22	0 o 0
0,75 0,8 1	—90	—56 —60 —60	—38 —38 —40	—22 —24 —26	0 0 0	(-56 -60 -60	+38 +38 +40		+22 +24 +26	0 0 0
1,25 1,5 1,75	—95 —95 —100	—63 —67 —71	—42 —45 —48	—28 —32 —34	0 0 0	г-63 -67 -71	+42 +45 +48		-28 -32 -34	0 0 0
2 2,5 3	—100 —106 —112	—71 —80 —85	—52 —58 -63	—38 —42 —48	0 0 0	+71 +80 +85	+52		+38 +42 +48	0 0 0
3,5 4 4,5	—118 —125 —132	—90 —95 —100	–	—53 —60 —63	0 0 0	Ь90 -95 -100	–		+53 +60 +63	0 0 0
5 5,5 6	—132 —140 —150	—106 —112 —118	–	—71 -75 —80	0 0 0 .	1-106 -112 -118	–		+71 +75 +80	0 0 0

Примечания. 1. Нижнее отклонение ***el*** наружной резьбы (болта) определяется по формуле ***ei=*es — T_d*** ^

. 2. Верхнее отклонение ***ES*** внутренней резьбы (гайки) определяется по формуле £S=s£7-f^A(A)» значения допусков диаметров ***d (d_2), Di*** *(D2)* см. в табл. $3.31_в$

Таблица 3.31. Допуски наружного диаметра ***d*** наружной резьбы (болта) и внутреннего диаметра D_1 внутренней резьбы (гайки)

Шаг Р, мм	Наружная резьба (болт;			Внутренняя резьба (гайка)				
	Степень точности							
	4						7	8
	Допуск, мкм							
	T_d							
0,2	36	56		38	48	60		–
0,25	42	67	–	45	56	71		
0,3	48	75		53	67	85		
0,35	53	85	–	63	80	100	–	–⁻
0,4	60	95		71	90	112		
0,45	63	100		80	100	125		
0,5	67	106	–	90	112	140	180	
0,6	80	125		100	125	160	200	–
0,7	90	140		112	140	180	224	
0,75	90	140		118	150	190	236	
0,8	95	150	236	125	160	200	250	**зТ5**
1	112	180	280	150	190	236	300	375
1,25	132	212	335	170	212	265	335	425
1,5	150	236	375	190	236	300	375	475
1,75	170	265	425	212	265	335	425	530
2	180	280	450	236	300	375	475	600
2,5	212	335	530	280	355	450	560	710
3	236	375	600	315	400	500	630	800
3,5	265	425	670	355	450	560	710	900
4	300	475	750	375	475	600	750	950
4,5	315	500	800	425	530	670	850	1060
5	335	530	850	450	560	710	900	1120
5,5	355	560	900	475	600	750	950	1180
6	375	600	950	500	630	800	1000	1250

Таблица 3.32. Допуски среднего диаметра d_2 наружной резьбы (болта)

Диаметр d_t мм	**Шаг *P*, мм**	**Степень точности**							
		3							
		Допуск 7^2, **мкм**							
От 1 до 1,4	0,2	24	30	38	48	60	75	– •	
	0,25	26	34	42	53	67	85		–
	0,3	28	36	45	56	71	90		
Св. 1,4 до 2,8	0,2	25	32	40	50	63	80		
	,0,25	28	36	45	56	71	90		
	0,35	32	40	50	63	80	100		–
	0,4	34	42	53	67	85	105	–	–
	0,45	36	45	56	71	90	112	–	–

Продолжение табл. 3.32

Диаметр *d*, мм	Шаг *P*, мм	Степень точности							
		3	4	5	6	7	8	9	10
		Допуск T_{d}, мкм							
Св. 2,8 до 5,6	0,25	28	36	45	56	71			
	0,35	34	42	53	67	85	106		
	0,5	38	48	60	75	95	118		
	0,6	42	53	67	85	106	132		
	0,7	45	56	71	90	112	140		
	0,75	45	56	71	90	112	140		
	0,8	48	60	75	95	118	150	190	236
Св. 5,6 до 11,2	0,25	32	40	50	63	80			
	0,35	36	45	56	71	90			
	0,5	42	53	67	85	106	132		
	0,75	50	63	80	100	125	160		
	1	56	71	90	112	140	180	224	280
	1,25	60	75	95	118	150	190	236	300
	1,5	67	85	106	132	170	212	265	335
Св. 11,2 до 22,4	0,35	38	48	60	75	95			
	0,5	45	56	71	90	112	140		
	0,75	53	67	85	106	132	170		
	1	60	75	95	118	150	190	230	300
	1,25	67	85	106	132	170	212	265	335
	1,5	71	90	112	140	180	224	280	305
	1,75	75	95	118	150	190	236	300	375
	2	80	100	125	160	200	250	315	400
	2,5	85	106	132	170	212	265	335	425
Св. 22,4 до 45	0,5	48	60	75	95	118			
	0,75	56	71	90	112	140	180		
	1	63	80	100	125	160	200	250	315
	1,5	75	95	118	150	190	236	300	375
	2	85	106	132	170	212	265	335	425
	3	100	125	160	200	250	315	400	500
	3,5	106	132	170	212	265	335	425	530
	4	112	140	180	224	280	355	450	560
	4,5	118	150	190	236	300	375	475	600
Св. 45 до 90	0,5	50	63	80	100	125			
	0,75	60	75	95	118	150			
	1	71	90	112	140	180	224	280	355
	1,5	80	100	125	160	200	250	315	400
	2	90	112	140	180	224	280	355	450
	3	106	132	170	212	265	335	425	530
	4	118	150	190	236	300	375	475	600
	5	125	160	200	250	315	400	500	630
	5,5	132	170	212	265	335	425	530	670
	6	140	180	224	280	355	450	560	710

Таблица 3.33. Допуски среднего диаметра D_2 внутренней резьбы (гайки)

Диаметр Д мм	Шаг Р, мм	Степень точности 4	1 *	1 «	1 7	1 в	1 »
		Допуск Г£)„ мкм					
От 1 до 1,4	0,2 0,25 0,3	40 45 48	50 56 60	63 71 75	–	–	–
Св. 1,4 до 2,8	0,2 0,25 0,35 / 0,4 0,45	42 48 53 56 60	53 60 67 71 75	67 75 85 90 95	–	–	
Св. 2,8 до 5,6	0,25 0,35 0,5 0,6 0,7 0,75 0,8	48 56 63 71 75 75 80	60 71 80 90 95 95 100	75 90 100 112 118 118 125	125 140 150 150 160	200	250
Св. 5,6 до 11,2	0,25 0,35 0,5 0,75 1 1,25 1,5	53 60 71 85 95 100 112	67 75 90 106 118 125 140	85 95 112 132 150 160 180	140 170 190 200 224	236 250 280	300 315 355
Св. 11,2 до 22,4	0,35 0,5 0,75 1 1,25 1,5 1,75 2 2,5	63 75 90 100 112 118 125 132 140	80 95 112 125 140 150 160 170 180	100 118 140 160 180 190 200 212 224	150 180 200 224 236 250 265 280	250 280 300 315 335 355	315 355 375 400 425 450
Св. 22,4 до 45	0,5 0,75 1 1,5 2 3 3,5 4 4,5	80 95 106 125 140 170 180 190 200	100 118 132 160 180 212 224 236 250	125 150 170 200 224 265 280 300 315	190 212 250 280 335 355 375 400	265 315 355 425 450 475 500	335 400 450 530 560 600 630

Продолжение табл. 3.33

Диаметр *D*, мм	Шаг *P*, мм	Степень точности					
		< 5	1		8	1	9
		Допуск $Уд_2$, мкм					
Св. 45 до 90	0,5	85	106	132	¹		
	0,75	100	125	160	–	–	–.
	1	118	150	190	236	300	375
	1,5	132	170	212	265	335	425
	2	150	190	236	300	375	475
	3	180	224	280	355	450	560
	4	200	250	315	400	500	630
	5	212	265	335	425	530	670
	5,5	224	280	355	450	560	710
	6	236	300	375	475	600	750

3.3. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Шпоночное соединение — это многоразмерное соединение трех деталей, предназначенное для предохранения вала и отверстия от взаимного смещения под действием внешних сил. Из различных

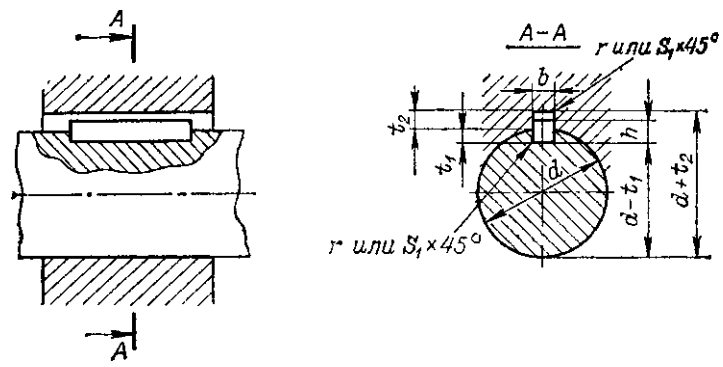


Рис. 3.8. Шпоночное соединение с призматической шпонкой

типов шпоночных соединений (табл. 3.34) наибольшее распространение имеют соединения с призматическими шпонками. Для получения различных посадок призматических шпонок установлены поля допусков на ширину *b* шпонок, пазов валов и втулок (рис. 3.8). Определены типы шпоночных соединений: свободное, нормальное и плотное. Шпонки по размеру *b* изготовляются с допуском *h9*. Установлены следующие поля допусков: для свободного шпоночного соединения принято у паза на валу *H9* и у паза во втулке *D10,* что даст посадку с зазором; для нормального шпоночного соединения — соответственно #9 и /«9; для плотного — одинаковые поля для паза на валу и во втулке *P9*. Стандартами нормированы отклонения высоты *h* шпонок по *hit,* глубины паза на валу *U* и паза во втулке *U* или отклонения размеров *d — t\ u d+h>* а также длины шпонок по *hl4* и длины пазов на валу по Я/5.

Таблица 3.34. Соединения шпоночные и шлицевые

Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
Шпонки призматические. Основные размеры шпонок и сечений пазов	СТ СЭВ 189—75
Шпонки призматические. Размеры, допуски и посадки	23360—78
Соединения шпоночные с призматическими высокими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки	10748-79
Соединения шпоночные с клиновыми шпонками. Размеры шпонок и сечения пазов. Допуски и посадки	24068-80 (СТ СЭВ 645—77)
Соединения шпоночные с тангенциальными нормальными шпонками. Размеры сечений шпонок и пазов. Допуски и посадки	24069—80 (СТ СЭВ 646—77)
Соединения шпоночные с тангенциальными усиленными шпонками. Размеры сечений шпонок и пазов	24070—80 (СТ СЭВ 646—77)
Соединения шпоночные с сегментными шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки	24071—80 (СТ СЭВ 647—77)
Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски	1139—80 (СТ СЭВ 18Г—75 и 188—75)
Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30° Размеры, допуски и измеряемые величины	6033-80 (СТ СЭВ 268—76, 269—76, 259—76, 517—77)

3.4. ДОПУСКИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Согласно ГОСТ 1643—81 (СТ СЭВ 641—77, 643—77, 644-77) установлено 12 степеней точности цилиндрических зубчатых колес и передач, обозначаемых в порядке убывания с 1 по 12. Для каждой степени приняты независимые нормы допустимых отклонений параметров, определяющих кинематическую точность колес и передачи, плавность работы и контакт зубьев передачи, что позволяет назначать различные нормы и степени точности для передач в со-

ответствии с их эксплуатационным назначением и учитывать различие технологических способов обеспечения требуемой точности. Системой допусков, независимо от степени точности изготовления колес передачи, предусмотрено шесть видов сопряжений (рис. 3.9), определяющих различную величину гарантированного бокового зазора /nmm. Для сопряжений *И* величина /пшш равна нулю. Установлено шесть классов отклонений межосевого расстояния: с I по VI. Сопряжения *И, Е* обеспечиваются при II классе; сопряжения *D, О, В* и Л — при классах III, IV, V и VI соответственно. На, боковой зазор установлен допуск Tj_n, определяемый разностью между наибольшим и гарантированным наименьшим зазорами.

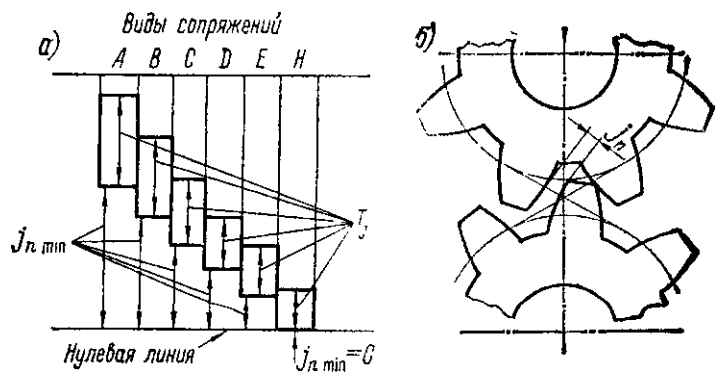


Рис. 3.9. Схема расположения полей допусков для принятых видов сопряжений зубьев зубчатых колес *(а)* и боковой зазор в передаче *(б)*

Принято восемь видов допусков T_{jn} на боковой зазор: *x, y,* г, *a, Ь, c, d, h.* Сопряжениям Я и £ соответствует вид допуска А, а сопряжениям *D, C, В ъ А — d, c, Ъ,* а.

В технической документации точность изготовления зубчатых колес и передач задают степенью точности, указывая вид сопряжения по нормам бокового зазора. Например, 8—7—6—*Ва* СТ СЭВ... — передача со степенью 8 по нормам кинематической точности, степенью 7 по нормам плавности работы, степенью 6 по нормам контакта зубьев, с видом сопряжения колес *В,* видом допуска *а* на боковой зазор и соответствием между видом сопряжения и классом отклонения межосевого расстояния [15].

Таблица 3.35. Зубчатые и червячные передачи

Наименование	ГОС1 (СТ СЭВ)
Передачи зубчатые	
Термины, определения и обозначения	16530—70
Колеса зубчатые. Модули	9563—60 (СТ СЭВ 310-76)

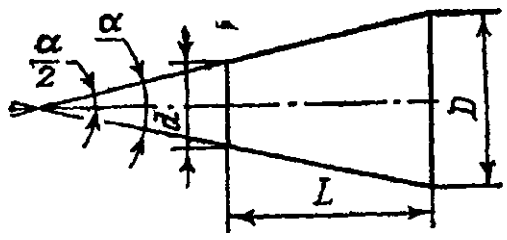
Продолжение табл. 3.35

Наименование	ГОСТ (СТ СЭВ)
Передачи зубчатые цилиндрические	
Термины, определения и обозначения	16531—70
Эвольвентные. Исходный контур	13755—81
Основные параметры	2185—66 (СТ СЗВ 229-75)
Допуски	1643-81 (СТ СЭВ 641—77. 643—77, 644—77)
Эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии	16532—70
То же, внутреннего зацепления	19274-73
Исходный контур мелкомодульных колес	9587-81
Колеса мелкомодульные прямозубые и косозубые. Типы. Основные параметры и размеры	13733-77
Мелкомодульные. Допуски	9178—81 (СТ СЭВ 642-77)
Передачи зубчатые конические	
Термины, определения и обозначения'	19325—73
С прямыми зубьями. Расчет геометрии	19624—74
С кривыми зубьями. Расчет геометрии	19326—73
С прямыми зубьями. Исходный контур	13754—81 (СТ СЭВ 516-77)
С круговыми зубьями. Исходный контур	16202—81 (СТ СЭВ 515—77)
Допуски	1758—81 (СТ СЭВ 1161—78)
Меушомодульные, Допуски	9368-^81
Передачи червячные цилиндрические	
Основные параметры	2144—76 (СТ СЭВ 221—75. 267—76)
Исходный червяк и исходный производящий червяк	19036—81
Допуски	3675—81 (СТ СЭВ 1162—78)
Модули и коэффициенты диаметра червяка^	19672—74 (СТ СЭВ 267—76)
Мелкомодульные. Исходный червяк и исходный производящий червяк	20184-81 (СТ СЭВ 1912-79)
Мелкомодульные, Допуски	9774—81 (СТ СЭВ 1913—79)

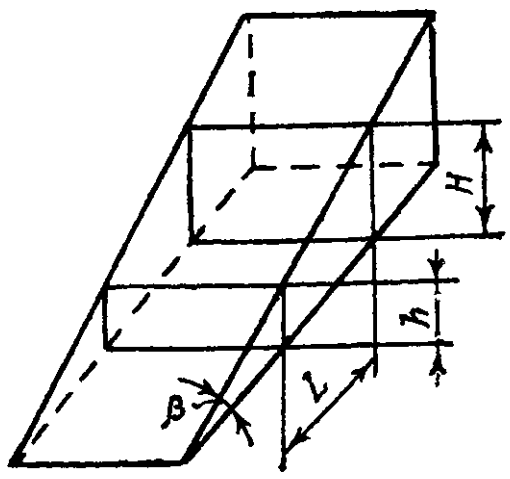
Точность зубчатых колес и передач нормируют различными показателями, выбор которых зависит от требуемой точности, размера, особенностей производства и других факторов

Принцип построения системы допусков зубчатых конических и червячных цилиндрических передач аналогичен принципу построения системы для цилиндрических передач. Данные приведены в соответствующих стандартах (табл. 3.35).

Ц Таблица 3.36. Величины углов конуса и уклона при различных конусностях
» по ГОСТ 8593-81 (СТ СЭВ 512—77)



Конусность $C = \frac{D-d}{L} = 2\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$



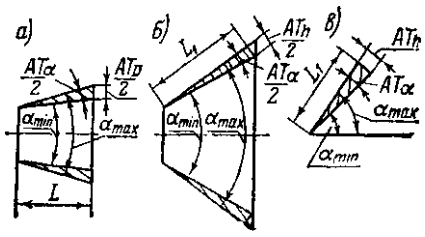
Уклон $S = \frac{C}{2} = \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$; $S = \frac{H-h}{L} = \operatorname{tg}\beta$

Обозначение конуса		Конусность С		Угол конуса *α*		Угол уклона -~-	
ряд 1	ряд 2				рад		рад
1:500 1:200		1:500 1:200	0,002 000 0 0,005 000 0	6'52,5" 17'11,3"	0,002 000 0 0,005 000 0	3'26,25" 8'35,65"	0,001 000 0 0,002 500 0

1:100		1:100	0,010 000 0	34'22,6"	0,010 000 0	17'11,3"	0,005 OOO 0
1:50		1:50	0,020 000 0	1°8'45,2"	0,019 999 6	34'22,6"	0,009 999 8
	1:30	1:30	0,033 333 3	1°54'34,9"	0,033 330 4	57'17,45"	0,016 665 2
1:20		1:20	0,050 000 0	2°51'51,1"	0,049 989 6	1°25'55,55"	0,024 994 8
	1:15	1:15	0,0B6 666 7	3°49'5,9"	0,066 642 0	1*54'32,95"	0,033 321 0
	1:12	1:12	0,083 333 3	4°46'18,8*	0,083 285 2	2°23'9,4//	0,041 642 6
1:10		1:10	0,100 000 0	бчз'гэ.з*	0,099 916 8	2*51 '44,65"	0,049 958 4
	1:8	1:8	0,125 000 0	7°9'9,6"	0,124 837 6	3°34'34,8"	0,062 418 8
	1:7	1:7	0,142 857 1	8°10'16,4"	0,142 614 8	4° 5'8,2"	0,071 307 4
	1:6	1:6	0,166 666 7	9°31'38,2"	0,166 282 4	4°45'49,1"	0,083 141 2
1:5		1:5	0,200 000 0	11°25'16,3"	0,199 337 4f	5°42'38,15"	0,099 668 7
	1:4	1:4	0,250 000 0	14°15'0,Г	0,248 710 0	7C7'30,05"	0,124 355 0
1:3		1:3	0,333 333 3	18°55'28,7"	0,330 297 2	9°27'44,35"	0,165 148 6
30°		1;; 1,866 025	0,535 898 5	30°	0,523 598 8	15°	0,261 799 4
45°		1;; 1,207 107	0,828 426 9	45°	0,785 398 2	22°30'	0,392 699 1
60°		1;70,866 025	1,154 701 0	60°	1,047 197 6	30°	0,523 598 8
	75°	1;i 0,651 613	1,534 653 2	75°	1,308 997 0	37°30'	0,654 498 5
90°		1:{0,500 000	2,000 000 0	90°	1,570 796 4	45°	0,785 398 2
120°		1:; 0,288 675	3,464 103 2	120°	2,094 395 2	60°	1,047 197 6

Примечание. Значения конусности или угла конуса (графа «Обозначение конуса») приняты за исходные при расчете других значений.

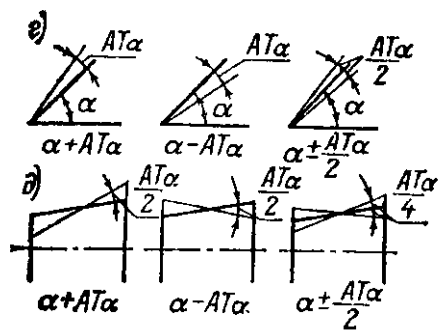
Таблица 3.37, Допуски углов по ГОСТ 8908—8? (СТ СЭВ



Интервал длин £, $L_{хт}$ мм	$АГ_А$ при							
	i	*i*	3	4	5	6	7	
До 10	10"	16"	26"	40"	Г	Г 40"	2'30"	
Св. 10 до 16	8"	12"	20"	32"	50"	Г20"	2'	
16 . 25	6"	10"	16"	26"	40"	Г	1'40"	
25 . 40	5"	8"	12"	20"	32"	50"	*V* 20"	
40 . 63	4"	6"	10"	16"	26"	40"	Г	
63 , 100	3"	5"	8"	12"	20"	32"	50"	
„ 100 „ 160	2,5"	4"	6"	10"	16"	26"	40"	
. 160 „ 250	2"	3"	5"	8"	12"	20"	32"	
, 250 , 400	1,5"	2,5"	4"	6"	10"	16"	26"	
„ 400 . 630	1"	2"	3"	5"	8"	12"	20"	
9 630 , 1000	–	–	–	4"	6"	10"	16"	
. 1000 . 1600	–	–	–	3"	5"	8"	12"	
, 1600 . 2500	**1 - 1 -**			2,5"	4"	6"	10"	

Примечание; Допуски углов конусов с конусностью не
. нуса ***L*** (рис. ***а)***; допуски углов конусов с конусностью более 1 :3
(рис. ***б, в);*** допуски углов назначаются в плюс, в минус или сим-

178-75, 513-77)



степени точности

	3	9	10		12	13	14	15	16	17
	4'	6'	10'	16'	26'	40'	Г	1°40'	2°	4°
	3'	5'	8'	12'	20'	32'	50'	1°20'	–	–
	2'30"	4'	6'	10'	16'	26'	40'	1°	1°	
	2'	3°	Г/	8'	12'	20'	32'	50'	–	–
	Г 40"	2'30"	4'	6'	10'	16'	26'	40'	–	–
	Г 20"	2'	3'	5'	8'	12'	20'	32'	40'	1°20'
	Г	Г40"	2'30"	4'	6'	10'	16'	26'	–	–
	50"	Г 20"	2'	3'	5'	8'	12'	20'	–	–
	40"	Г	Г40"	2'30"	4'	6'	10'	16'	20'	40'
	32"	50"	Г20"	2'	3'	5'	8'	12'	–	–
	26"	40"	Г	140"	2'30"	4'	6'	10'	–	–
	20"	32"	50"	Г20"	2'	3'	5'	8'	10'	20'
	16"	26"	40"	Г	1'40"	2'30"	4'	6'		–

•более 1 :3 назначаются в зависимости от номинальной длины ко* назначаются в зависимости от длины образующей конуса L_K метрично номинальному углу (рис. *г, д)*%

3.5. СИСТЕМА ДОПУСКОВ УГЛОВ

Система допусков углов по ГОСТ 8908—81 (СТ СЭВ 178—75, 513—77) распространяется на углы конусов и призматических элементов деталей с длиной меньшей стороны угла до 2500 мм. Для облегчения достижения взаимозаменяемости установлены ряды нормальных конусностей по ГОСТ 8593—81 (СТ СЭВ 512—77) и нормальных углов, определяемых ГОСТ 8908—81 (СТ СЭВ 178—75, 513—77). Нормальные углы следует применять только для независимых угловых размеров, т. е. конструктивно не связанных с линейными или другими угловыми размерами данного изделия. К числу производных (расчетных) значений углов относят и углы конусов инструментов, имеющих нормальную конусность (табл. 3.36), а не нормальные углы.

Для углов установлены 17 степеней точности, обозначаемые ***ATI, AT2$_t$..AT17.*** Буквы ***AT*** обозначают допуск угла, т. е. разность между наибольшим и наименьшим предельными (допустимыми) углами» Для каждой степени определены: допуск угла AT_a, выраженный **в** угловых единицах; допуск угла AT_h, выраженный отрезком на перпендикуляре к стороне угла, противолежащего углу AT_9 на расстоянии ***L*** от вершины этого угла; допуск угла конуса ***ATx>,*** выраженный допуском на разность диаметров **в** двух перпендикулярных к оси сечениях конуса на заданном расстоянии ***L*** между ними. Значения допусков AT'_a углов в градусах, минутах, секундах, рекомендуемые для указания на чертежах (получены округлением точных значений AT_a) приведены в табл. 3.37. Исходные значения AT_a, а также соответствующие им значения ***ATн*** и ***ATв,*** В мкм, см. **в** ГОСТ 8908—81. Они рассчитаны по формулам $AT_h — AT_a L_x \cdot 10^{-8}$; AT_D**$AThlcos$ (при AT_a **в** микрорадианах). Расположение допуска ***AT*** угла может быть различным: в плюсовую сторону (-МГ), в минусовую ***(—AT)*** или симметрично $\left(\pm \frac{AT}{2}\right)$.

Система допусков инструментальных конусов определена ГОСТ 2848—75. Установлено пять степеней точности: ***AT4, AT5...AT8.*** Для каждой степени определены предельные отклонения угла конуса (в мкм на длине конуса) > предельные отклонения от прямолинейности образующей и от круглости [15].

3.6. ОТКЛОНЕНИЯ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Согласно СТ СЭВ 301—76 можно выделить три группы отклонений и допусков: формы поверхностей, их расположения и суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей. Условное обозначение их на чертежах установлено требованиями ГОСТ 2.308—79 (СТ СЭВ 368—76).

В основу нормирования и количественной оценки отклонений формы и расположения поверхностей положен принцип прилегающих прямых, поверхностей и профилей [5, 15].

Отклонением формы называется отклонение формы реальной поверхности или реального профиля от формы номинальной поверхности или номинального профиля (рис. 3.10). Количественно отклонение формы оценивается наибольшим расстоянием (Д) от точек реальной поверхности (профиля) по нормали к прилегающей поверхности (профилю).

Допуском формы *(Т)* **называется наибольшее допускаемое значение отклонения формы. Требования, определяемые допуском формы, геометрически поясняются' понятием о поле допуска формы. Поле допуска формы — это область в пространстве или на плоскости, внутри которой должны находиться все точки реальной поверхности (профиля) в пределах нормируемого участка. Ширина или диаметр поля допуска определяется значением допуска, а расположение относительно реальной поверхности — расположением прилегающего элемента.**

При измерении прилегающими поверхностями служат рабочие поверхности контрольных плит, интерференционных стекол, лекаль* ных и поверочных линеек, калибров, контрольных оправок и т. о,

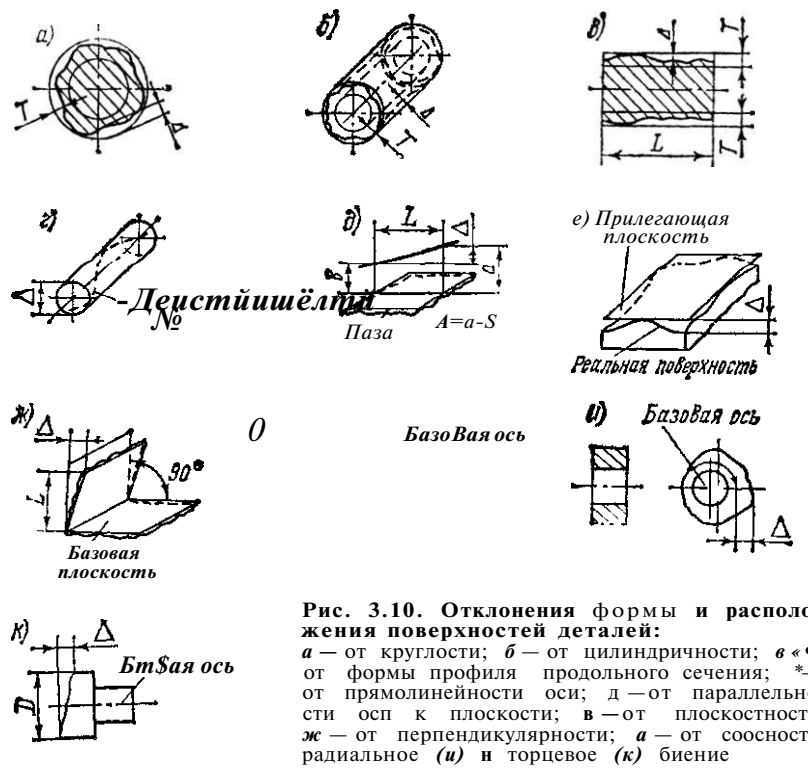


Рис. 3.10. Отклонения формы и располо* жения поверхностей деталей:
а — от круглости; *б* — от цилиндричности; *в* «•« от формы профиля продольного сечения; *—» от прямолинейности оси; д — от параллельно* сти осп к плоскости; **в** — от плоскостности) *ж* — от перпендикулярности; *а* — от соосностяз радиальное *(и)* **н** торцевое *(к)* биение

Отклонением расположения называется отклонение реального расположения рассматриваемого элемента (поверхности, оси или плоскости симметрии) от номинального.

Допуск расположения — предел, ограничивающий допускаемое значение отклонения расположения.

Независимый допуск расположения или формы« — до* пуск, числовое значение которого постоянно для всей совокупности деталей, изготовляемых по чертежу, и который не зависит от действительного размера рассматриваемого или базового элемента.

Зависимый допуск расположения или формы — переменный допуск, минимальное значение $T_m m$ которого указывается в чертеже или технических требованиях и который допускается превышать на величину $Г_{доп}$г соответствующую отклонению действительного размера рассматриваемого и (или) базового элемента дан-

Таблица 3.38. Допуски цилиндричности, круглости и профиля продольного сечения, допуски соосности, симметричности и "пересечения осей в радиусном выражении, допуски радиального и полного радиального биения

Отклонения			Степени точности															
О О	© x	tu	1	9		4	о	!•	У	J		,3	Ii	12	13	14	15	16
Интервалы размеров, мм			Допуски															
			мкм												мм			
До 3			0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	ОЛ
Св. 3 до 10	До 3		0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
» 10 а 18	Св. 3 до 10		0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0 2	0,3	0,:
» 18 а 30	» 10 а 18		0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
• 30 а 50	а 18 а 30	До 3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0.3	0,5	о я
» 50 а 120	а 30 а 50	Св. 3 до 10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	Ш	60	100	160	0.25	0,4	0,6	1
а 120 а 250	а 50 а 120	а Ю . 18	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
я 250 а 400	а 120 а 250	9 18 . 30	1.6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
9 400 • 630	а 250 а 400	а 30 „ 50	2	3	к	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
• 630 а 1000	а 400 s 630	а 50 , 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2.5
	а 630 • 1000	я 120 , 250	3	о	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3

ной детали от проходного предела (наибольшего предельного размера вала или наименьшего предельного размера отверстия).

Полное значение зависимого допуска расположения для данной детали $T_{айъ}$**$T_{m\cdot й}$ + $T_{ЛО}$п [5, 15].

Суммарным отклонением формы и расположения называется отклонение, являющееся результатом совместного проявления отклонения формы и отклонения расположения рассматриваемого элемента относительно заданных баз.

Назначение допусков формы и расположения, определяемое конструктивными и технологическими требованиями, связано с допусками размеров. Поле допуска размера (диаметра) для сопряженных поверхностей ограничивает также и любые огклонения формы на длине соединения, а также некоторые отклонения расположения. Поэтому почти всегда должно соблюдаться условие: $Тф<T_{Ву}$ где Гф — допуск формы и расположения; Гв — допуск размера. Таким образом, допуски формы и некоторые допуски расположения, как правило, должны назначаться только в rex случаях, когда они должны быть меньше допуска размера.

Числовые значения отдельных видов допусков формы, допусков расположения и суммарных допусков формы и расположения поверхностей определены ГОСТ 10356—63 (табл. 3 38, .4 39)

В табл. 1 42 даны примеры указания допусков формы и расположения поверхностей деталей

1 аблица 3.39. Допуски параллельности, перпендикулярности, наклона, торцевого биения, полного торцевого биения, плоскостности и прямолинейное!и

Отклонения		Инт<»рнмы рawроо, мм							
// ±	EJ –"–~	До К)	Св' 10 до 16	Св. !б ло 25	Св 25 го 40	Св. 40 до GH	Св. 63 до 1 Ю	Св. 100 до 160	Св. 160 до 250
Степень точности		аоиуски мкм							
	i	0,25	0,3	[0,4	0,5	0,6	0,8	1	1.2
1	2	0.4	0,5	0.6	0,8	1	1.2	1,6	2
2	3	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2.5	3
3	4	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5
4	5	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
5	6	2,5	3	4	5	6	8	10	12
6	7	4	5	6	8	10	12	16	20
7	8	6	8	10	12	16	20	25	30
8	9	10	12	16	20	25	30	4)	50
9	10	16	20	25	30	40	50	60	80
10	11	25	33	40	- 50	60	80	100	120
И	12	40	50	60	80	100	120	160	200
12	–	60	80	100	120	160	200	250	,300
				Лоауски, мм					
	13	0,06	0,08	од	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3
13	14	01	0,12	0Д6	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
14	15	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
15	16	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2
16	–	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1.6	2

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

ГЛАВА

4

Металлорежущим станком называется машина,предназначенная для обработки заготовки определенной формы в соответствии с рабочим чертежом детали путем снятия стружки с помощью инструмента.

Для получения на обрабатываемой заготовке заданной чертежом поверхности должны быть согласованы между собой движения инструмента и заготовки. Снятие стружки на станках осуществляется так называемыми рабочими движениями, к которым относят главное движение и движение подачи. Первое определяет скорость резания, скорость второго обусловливает величину подачи.

Главное движение может быть вращательным (в токарных, сверлильных, фрезерных' и других станках) и возвратно-поступательным (в строгальных, долбежных, хонинговальных станках). Оно сообщается либо инструменту, например во фрезерных, сверлильных, долбежных станках, либо заготовке — в токарных, продольно-строгальных станках.

Движение подачи сообщается или инструменту, например в токарных, сверлильных, расточных станках, или заготовке — во фрезерных, строгальных и других станках.

При работе на станках помимо рабочих имеются и **вспомогательные движения**. К ним относят движения элементов станка, связанные с транспортировкой и закреплением заготовки, подводом и отводом инструмента, включением, выключением, переключением скоростей н подач и т. д. Рабочие движения автоматизированы, а вспомогательные могут осуществляться как автоматически, так и вручную.

В некоторых станках для получения заданной формы и конфигурации поверхности детали используют дополнительные движения, кинематически связанные с основными. К ним относятся: движение образования винтовой поверхности при нарезании или фрезеровании резьб, движение обкатки при нарезании зубчатых колес, шлицевых валов и т. п.

Движения в металлорежущем станке обусловлены его кинематическими цепями, т. е. совокупностями кинематических пар, связывающих источник движения с исполнительным механизмом (механизмами) или два исполнительных органа между собой. Кинематические пары (ременные, зубчатые, червячные и другие передачи)

располагаются в станке в определенной последовательности. Условное графическое изображение или обозначение кинематических составляющих частей станка и связей между ними принято называть кинематической схемой станка. Для вычерчивания элементов кинематических схем пользуются условными обозначениями но ГОСТ 2.770—68 (см. гл. 1).

Элементы управления станками — кнопки, рукоятки, переключатели и т. д. — часто обозначают символами, количество которых достаточно велико (табл. 4.1 и 4.2).

Технологическая оснастка — » устройства, применяемые в дополнение к оборудованию при изготовлении деталей.

Таблица 4.1. Символы органов управления производственным оборудованием (по ГОСТ 12.4.040—78)

Символ	Смысловое значение символа
	Непрерывное прямолинейное движение в одном направлении (стрелка указывает направление движения)
°2	Прямолинейное движение: *а* — прерывистое; *б* — ограниченное (стрелки указывают направление движения)
а) В)	Прямолинейное движение: а — ограниченное с возвратом; б—колебательное
а) Ф	Вращательное движение: *а* «— в одном направлении; *б* — прерывистое (стрелки указывают направление вращения)

Продолжение табл. 4.1

Символ	Смысловое значение символа
	Ограниченное вращательное движение (стрелка указывает направление вращения)
	Вращательное движение: а —ограниченное с возвратом; б—-колебательное непрерывное
	Исходное состояние (нейтральное положение)
4 *в)*	**Движение в обе стороны из лейтрального положения:** *а* **— прямолинейное;** *б* **— вращательное**
а) *б)*	**Движение:** *а* **— от оператора;** *б*- **к оператору**
а) *В)* > <	**Изменения показателей:** *а* **— увеличение (больше, быстрее); б — уменьшение (меньше, медленнее)**

Продолжение табл. 4.1

Символ	Смысловое значение символа
а) б)	**Включение;** *а* **— при кратковременном нажатии; б — при постоянном нажатии — работа производит* ся, пока кнопка нажата**
а) б)	**Символ: а — включение; б—включение и выключение одной и той же кнопкой**
а) б)	**Бесступенчатое регулирование: а—• при вращательном движении; б—• при прямолинейном движении; увеличение сечения в сторону возрастания параметра**
	Бесступенчатое регулирование от нейтрального положения в обе стороны
	Работа с программным управлением
а) б)	**Работа:** *а* **— в автоматическом режиме;** *б* **— в полуавтоматическом режиме**

Символ	Смысловое значение символа
*) б) ©	Менять скорость: *а* — только после остановки; б — только на ходу
а b	Символ: а — работа с ручным управлением; б — нагрузка
) Б) НО)	Управление тормозом: *а* — включение; б — выключение
1 с) V	Символ: *а* —* охлаждение; *б* — смазка
а) б)	Символ: а — обдув; *б* — отсос
(!)	Готовность

Продолжение табл. 4.1

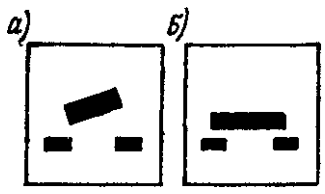
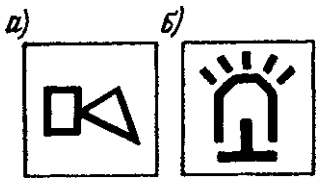
Символ	Смысловое значение символа
	**СИМВОЛ:** *а* ~ открыть; *б* закрыть
	Главный выключатель (для технологического оборудования)
	Сигналы: **а**—-звуковой; <**5**—сватовой
	Символ электрического напряжения по ГОСТ 12.4.027—76

Таблица 4.2. Символы органов управления металлорежущим оборудованием (по ОСТ 2 НОЗ—5—79)

Символ	Смысловое значение символа
Режим работы	
Й	Наладка

*Продолжение табл. 4*2*

Символ	Смысловое значение символа
	Цикл: *а* — непрерывный; *б* — единичный
	Готовность к циклу
П	Конец цикла
Характеристики обработки и снимаемые припуски	
V V V	Обработка: *а* — общее обозначение; *б* — черновая; *в* — чистовая
W ' d f ^	Припуск: *а* — полный, *б*— черновой; *в* — чистовой
Виды обработки	
* o . ' o	Обработка резцом цилиндрической поверхности: *а*— наружной; *б* —- внутренней
	Обработка резцом конической поверхности: а—наружной; б — внутренней

Продолжение табл. 4.2

Символ	Смысловое значение символа
а) *Б)*	Обработка; а — подрезка торца; б — отрезка резцом
а) *б)* *В)* 1	Нарезание резьбы: а—наружной; б—внутренней; в—метчиком
	Обработка: *а* —» строгание; б ^-долбление
	Шлифование цилиндрической поверхности: *а* — наружной; *б* — внутренней
а) *S)* 5 5	Шлифование конической поверхности: *а* — наружной; *б* — внутренней
1 *Б)* *I)*	Шлифование: а — торца; *б* — по копиру; *в* — на бесцентровых станках
4 *в)*	Шлифование периферией круга: *а* — плоское; *б* — врезное
а) 1 *Б)ш* ┌ *	Обработка: а — отрезка кругом; *б*—выхаживание

Продолжение табл. 4.2

Символ	Смысловое значение символа
	Шлифование анодно-механическое
а) *б)* *В)* Б	Фрезерование: ***а*** — периферией фрезы; ***б*** — торцом фрезы; в — контурное и косое
	Сверление; ***а*** — обычное; ***б*** — глубокое
	Обработка: ***а*** — • зенкерование; ***б*** — развертывание; ***в*** — хонингование
	Протягивание и прошивка отверстия
	Обработка: а — снятие фасок; ***б*** — прессование

Действия

—	Перемещение прямолинейное вправо или влево (значения «вверх» и «вниз» получаются при повороте символа на 90°)
' с У -	Вращение: а — по часовой стрелке; ***б*** — в обе стороны

Продолжение табл. 4.2

Символ	Смысловое значение символа
а) *Б)* *ш* •»*A	Зажим; *а,* **б**—зажато
	Разжим: д, 5 — разжато
	Внутренний: **а** — зажим) **б** —разжим
f t	Прижим
	Включение и выключение муфты: **а** —муфта включена; **б**—муфта выключена
4 *Б)*	Включение и выключение тормоза: а —тормоз включен; *б* тормоз выключен
	Пара гайка — **BHHTJ** *а* — сцепление, сцеплено; *б* — расцепление, расцеплено
	Фиксация и расфиксация: а —зафиксировано: б—расфиксировано

Продолжение табл. 4.2

Символ	Смысловое значение символа
	Ступенчатое регулирование
[• g	Ограждение: *а* — открыть, открыто; *б* — закрыть, закрыто
	Подвод к центру *(а);* отвод от центра *(б)*
	Обкатка
* 1 *'1 о I о о о о о о	Отсекатель: *а* — подвести; *б* — отвести
	Деление: *а* — единичное; *б* — непрерывное
fed	Удаление стружки
Ft +1 к * fJ	Кулачки: *а* — разведены; *б* — сведены
д "Xтм	Очистка

Продолжение табл. 4.2

Символ	Смысловое значение символа
О	**Число оборотов**
	Действие: *а* **— заполнение:** *б* **— слив**
'ЛЛЛ/ £ А мм/О мм/о	**Подача прямолинейная, мм/об:** *а* **— горизонтальная;** *б* **— вертикальная**
V М/S	**Скорость подачи**
« * * 1Г Г	**Подача: а — справа; б — слева;** *в* **— на каждый ход**
	Переключать на ходу

Группа инструмента

В) S)

Инструмент: *а* **— резец; б — фреза; в — сверло**

Продолжение табл. 4.2

Символ	Смысловое значение символа
	Пила
D0	**Инструмент:** *а* **— для на* ружного протягивания; б-** дисковый**
@	**Шлифовальный круг. Ал* мазный шлифовальный кру&**
	Шпиндель: *а***—общее обо- значение; б — расточной**
Q •	**Узел шпиндельный:** *а**** **одношпиндельный;** *б* **~ мно- гошпиндельный**
	Шпиндель: *а* **— с фрезой} *б* — с фрезой или пилой} *в* — с червячной фрезой**
H I -1	**Шпиндель шлифовальный** *(а, б*$_г$ *в)*
	Шпиндель: а-инструмент та; *б* **— с кулачковым пат> роном; в — с поводком**

Продолжение табл. 4.2

Символ	Смысловое значение символа
Л	Шпиндель зубодолбежный
	Суппорт карусельного станка: *а* — общее обозначение; б — левый
	Головка: *а*—револьверная; б — зуборезная; *в* — зубострогальная
Группа изделия	
	Валик: *а* — обычный; б— шлицевой
Ъ Ь 'о	Заготовки для нарезания зубчатых колес: *а* — цилиндрических; *б* — конических; *в* — червячных
О О	Колеса зубчатые: *а* — с наружными зубьями; *б* — с внутренними зубьями
	Колеса зубчатые: *а* — • прямозубые; *б* — косозубые
"I'd	Элемент: *а* —* заготовка; *б* — изделие

Продолжение табл. 4.2

Символ	Смысловое значение символа
	Загрузка заготовки *(а);* выгрузка изделия (б); смена обрабатываемых изделий (в)
	Контур: *а* — внешний; б— внутренний
^ 'ей	Подвод к копиру (а); отвод от копира (б)
Л V	Зуб *(а)*; впадина зуба *(бj*
	Обработка: *а*—через один зуб; б —через два зуба
Функциональные узлы и элементы различного назначения	
ф @	Узлы: анетол; б—планшайба, стол круглый
°г£Ь i=i	Элементы: *а* — направляющие; *б* — поперечина
0 «● шшшаашА шшшЛ	Узлы: *а* — люнет; *б* —» стойка люнета

Продолжение табл. 4.2

Символ	Смысловое значение символа
	Узлы: а — бабка задняя; *б* — пиноль
'0*0'ft	**Узлы: а — суппорт; б-» планшайба с суппортом; е-- магазин с инструментом**
р й	**Пульт: *а* — стационарный; *б* — подвесной**
г ь ©	**Элементы: *а*—подъемник; *б* — резцедержатель; в—маховик**
	Кулачок: *а* — дисковый; *б* — барабанный
	Вал: *а* — коленчатый; б— распределительный
CuO Q	**Устройство: *а* — лен гопротяжное; *б* — измерительное (для контроля)**
Cc 6) KD	**Скоба активного контроля: а — для наружного измерения; *б* — для внутреннего измерения**

Продолжение табл, /.5

Символ	Смысловое значение символа
	Цена деления
	Счетчик (а); сброс счетчика *(б)*
©	**Время**
	Элементы: *а* — фотозащита; *б* — передача гибкой связью; *в* — вентилятор
Источники энергии, элементы привода, обслуживающие системы	
H	**Электросеть подключена**
а) 0 *е)* C> 0	**Привод: *а* — электропривод; *б* — многомашинный**
И	**Выпрямитель**
а) *В)* + „ B П	**Источник тока: *а* — • nepto менного; *б* —* постоянного**

Продолжение табл. 4.2

Символ	Смысловое значение символа
6-	Напряжение на двигателе
[1] 1 \	Свет: а — освещение; б — подсветка
•α a	Давление: *а* — в зоне; б-— в штоковой области
	Воздух: а — воздух сжатый; *б* — вакуум
	Насос
* А * Ж "А	Насос: *а* — гидравлики! б — смазки; в — СОЖ
	Температура (а); деление температур (б)
	Температура: *а*—высокая; б — низкая; *Q* — постоянная

Продолжение табл. 4.2

Символ	Смысловое значение символа
в) *е)* W и.	**Уровень:** *а* **— верхний;** *б***— нижний**
а) i *б)* 0 (а	**Очистка: а — фильтр; б— магнитный сепаратор**
Предупреждающие и запрещающие символы; неисправности	
	Предохранение от перегрузки
	Периодичность: *а* **— ежедневно;** *б* **— раз в месяц;** *в* **— по мере необходимости**
	На ходу не переключать
X 'I	**Износ:** *а* **— изношен инструмент;** *б* **— компенсация износа круга**

По принятой классификации вся технологическая оснастка подразделена на 10 групп, за каждой из которой закреплен цифровой индекс. В частности:

группа 2 — инструмент для обработки резанием металлов. Он используется для изменения формы и размеров металлических изделий (материалов) путем снятия стружки. К группе 2 относятся резцы, сверла, фрезы, метчики, развертки и другой металлорежущий инструмент, в том числе и слесарный;

группа 3 — инструмент для обработки резанием неметаллических материалов. Это — сверла, фрезы, резцы и т. п. для резания дерева, пластмасс и других подобных материалов;

группа 6 — вспомогательный инструмент — устройства, предназначенные для закрепления режущего инструмента на станках и при ручных работах. **К** вспомогательному инструменту относятся переходные втулки, державки, оправки, головки, патроны, воротки и т. п.;

группа 7 — приспособления для станочных и ручных работ. Это — устройства, используемые для базирования и закрепления изделий при обработке их на станках, сборке, ручных работах. Приспособления обеспечивают связь обрабатываемого изделия со станком и инструментом, в ряде случаев позволяя координировать и направлять инструмент, точно смещать изделие (выполнять деление) и т. п. **К** таким приспособлениям относятся тиски, кондукторы, патроны, делительные устройства, оправки, дополнительные механизмы к станкам;

группа 8 — средства измерения и контроля линейных и угловых величин. Они служат для определения отклонения размеров изделий, формы и положения поверхностей. Это — калибры различных видов и контркалибры, универсальный мерительный инструмент (штангенциркули, микрометры, индикаторы и т. п.), приборы и средства контроля шероховатости и т. д.

Внутри каждой группы технологическая оснастка подразделяется на подгруппы, виды и разновидности с присвоением каждой классификационной ступени определенной цифровой характеристики. В свою очередь, каждая разновидность имеет конкретные типоразмеры, которым также присвоены соответствующие индексы.

Все это позволяет обозначать технологическую оснастку в различных документах, например в технологических картах, условно цифрами, что в значительной мере упрощает оформление этих документов, дает возможность более четко организовать учет и хранение оснастки и т. д.

Цифровые индексы на каждый инструмент приводятся в соответствующих стандартах. Так, фреза торцевая насадная, со вставными ножами из быстрорежущей стали Р18, с наружным диаметром 125 мм, высотой 40 мм, с отверстием под оправку 40 мм, с числом ножей 14, праворежущая обозначается: фреза 2214—0135 Р18 ГОСТ 1092—80. В первой части индекса цифры означают: 2 — группа технологической оснастки — инструмент режущий; 22 — подгруппа инструмента режущего — инструмент фрезерный; ***221*** — вид фрезерного инструмента ^ фрезы торцевые; 2214 — разновидность торцевых фрез — фрезы сборные, насадные.

Вторая часть индекса (—0135) определяет конкретный типоразмер фрезы. Согласно ГОСТ 1092—80 индекс 0135 закреплен за .фрезой с размерами 125Х40Х40 и с числом ножей 14. Причем нечетная последняя цифра (5) относится к фрезам праворежущим; общим индексом 2214—0136 обозначается такая же фреза леворежущая.

Оправка (для установки фрезы 2214—0135 в шпинделе станка) с торцевой шпонкой и коническим хвостовиком с конусом 7:24 (под отверстие шпинделя 50) с посадочным диаметром 40 мм согласно ГОСТ 13785—68 обозначается индексом 6222—0038, где 6 — группа технологической оснастки — инструмент вспомогательный;

62 — подгруппа вспомогательного инструмента — инструмент вспомогательный станочный шпиндельный для концевого и насадного инструмента;

622 —- вид — оправки для фрез;
^ ^6222 — разновидность — оправки для фрез хвостовые с конусом

Вторая половина индекса (0038) определяет конкретный типоразмер оправки; этот номер закреплен за оправкой с диаметром посадочной шейки 40 мм при ее длине 30 мм.

По рассмотренной схеме строится индиксация и других видов технологической оснастки: приспособлений, измерительного инструмента и т. д.

4.1. МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Классификация. Все станки в зависимости от вида обработки делятся на 10 групп. Каждая группа, в свою очередь, подразделяется на 10 типов, а каждый тип — на 10 типоразмеров (табл. 4.3).

В основу деления станков на типы приняты следующие основные признаки: технологическое назначение станка (круглошлифовальные, внутришлифовальные и т. д.); расположение их главных рабочих органов (вертикально-фрезерные, горизонтально-фрезерные и т. д.); количество главных рабочих органов (одношпиндельные, многошпиндельные); степень автоматизации (автомат, полуавтомат).

По степени специализации металлорежущие станки подразделяются на универсальные, специализированные, специальные; по массе и габаритным размерам — на обычные, крупные, тяжелые и уникальные; по точности — на станки нормальной точности (Н), повышенной точности (П), высокой точности (В), особо высокой точности (А) и особо точные (прецизионные) (С).

По типоразмерам станки различают по основным параметрам для каждой группы: токарные — по наибольшему размеру обрабатываемой детали над станиной; сверлильные — по наибольшему диаметру сверления в сплошном материале средней твердости; фрезерные — по размерам стола; токарные автоматы — по максимальному диаметру обрабатываемых прутков и т. д.

Условное обозначение (модель) станка состоит из трех или четырех цифр. Первая цифра означает группу станка: 1 — токарные; 2 — сверлильные и расточные; 6 — фрезерные и т. д.; вторая цифра — его тип (разновидность): для сверлильных 1 — вертикально-сверлильный; для фрезерных 1 — вертикальный консольный и т. д. Третья или третья и четвертая цифры указывают типоразмер станка. Например, номер станка 613 расшифровывается так: станок фрезерной группы (6), вертикального исполнения (1), типоразмер 3.

Цифровые обозначения могут сочетаться с буквами. Буква, стоящая после первой цифры, указывает на различное исполнение и модернизацию основной базовой модели станка, например 1Д63, 1М63. Буква в конце цифровой части означает модификацию базовой модели, степень точности или особенности станка; например, мод.1А616П — токарно-винторезиый станок повышенной точности; мод.6М82Г — горизонтальный консольно-фрезерный станок.

Токарные станки предназначены для обработки наружных, внутренних, цилиндрических, конических, фасонных и торцевых поверхностей, а также для нарезания резьб.

Токарные станки делятся на универсальные, специализированные и специальные. Универсальные станки подразделяют на токарно-винторезные и токарные. Последние не имеют ходового винта для нарезания резьбы резцами.

Рис. 4.1. Токарно-винторезный станок 16К20
а — общий вид; *б* — схема работы инструмента; */* — передняя бабка; 2-е патрон; *3* — резцедержатель; *4* — защитный экран; *5* — задняя бабка; 0 — электрошкаф; 7 — ходовой винт; *8* — ходовой валик; *9* – правая тумба; *10* —« станина; // — корыто; /2 — каретка; /3 — рейка; *14* — левая тумба; *15* — коробка подач

В токарных станках (рис. 4.1) главным движением является вращение шпинделя *(n,* об/мин) с закрепленной в нем заготовкой, а движением подачи — прямолинейное перемещение суппорта с рез* дом в продольном (s, мм/об) и поперечном ($$_п$, мм/об) направлен ниях. Все остальные движения — вспомогательные,

Таблица 4.3. Классификация металлорежущих станков

Группа	Шифр группы	Шифр					
		0	1	2	3	4	
Токарные	1	Автоматы и ^полуавтоматы			Револьверные	Сверлильно-отрезные	
		специализированные	одношпиндельные	многошпиндельные			
Сверлильные и расточные	2		Вертикально-сверлильные	Полуавтоматы		Координатно-расточные	
				одношпиндельные	многошпиндельные		
Шлифовальные и доводочные, полировальные и заточные	3	–	Кругло-шлифовальные	Внутри-шлифовальные	Обдирочные шлифовальные	Специализированные шлифовальные	
Комбинированные	4	–	–	–		–	
Зубо-и резьбообрабатывающие	5	Резьбонарезные	Зубострогальные для цилиндрических колес	Зуборезные для конических колес	Зубофрезерные	Для нарезания червячных пар	
Фрезерные	6	–	Вертикальные консольные	Непрерывного действия	–	Копировальные и гравировальные	
Строгальные, долбежные и протяжные	7	–	Продольные		Поперечно-строгальные	Долбежные	
			одностоечные	двухстоечные			
Разрезные	8	–	Разрезные, работающие			Правильно-отрезные	
			резцом	абразивным кругом	гладким диском		
Разные	9		Опиловочные	Пилокасательные	Правильно и бесцентровообдирочные	Балансировочные	

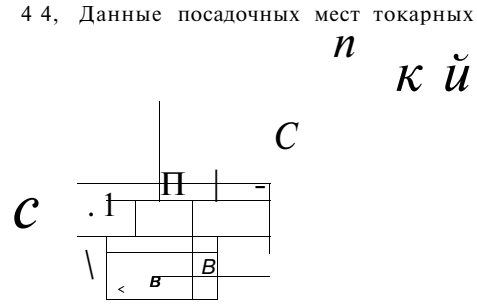
типа

	5		7	3	9
	Карусельные	**Токарные и лобовые**	**Многорезцовые, копировальные**	**Специализированные**	**Разные токарные**
	Радиально сверлильные	**Горизонтально-расточные**	**Алмазно-расточные**	**Горизонтально-сверлильные**	**Разные сверлильные**
	–	**Заточные**	**Плоскошлифовальные**	**Притирочные и полировальные**	**Разные**
	–	–	–	–	–
	Для обработки торцев зубьёв	**Резьбо-фрезерные**	**Зубоотделочные и проверочные**	**Зубо- и резьбошлифовальные**	**Разные зубо- и резьбообрабатывающие**
	Вертикальные бесконсольные	**Продольные**	**Консольные широкоуниверсальные**	**Горизонтальные консольные**	**Разные фрезерные**
	Протяжные горизонтальные	–	**Протяжные вертикальные**	–	**Разные строгальные**
	Пилы			–	–
	ленточные	**дисковые**	**ножовочные**		
	Для испытания свёрл и шлифовальных кругов	**Делительные машины**			

Крепление режущего инструмента осуществляется главным образом в резцедержателе суппорта, реже (например, сверла) в от* Верстии пиноли задней бабки. При закреплении инструмента в резцедержателе следует принимать во внимание величину С — расстояние от базовой (опорной) плоскости резцедержателя до оси шпинделя станка (табл. 4.4).

Карусельные и лобовые токарные станки служат для обработки деталей больших диаметров и сравнительно небольшой длины (шкивы, маховики и др.). На этих станках можно осуществлять обтачивание наружных цилиндрических и конических поверхностей, обработку торцов, растачивание отверстий, протачивание канавок и т. д. При наличии специальных приспособлений на кару-

Таблица 44, Данные посадочных мест токарных станков



Модель станка[1]	Конус отверстия пиноли Морзе	Исполнение	Резцедержатель			
			С, мм	Я, мм	Ь, мм	ВУ мм
Т-4; 1615М; (1616)	3(4)		20 (25)	30	20	**125**
1А616; 1Л61; 1Б61; 1М61 . *	4	1	25	35	25	125
161А; «Удмурт-2» , . . . „	3	I	20	30	24	114
1627; (ТН-20)	4	I	22	38(37)	26	125
1617; (1618)	3	I	23 (20)	35	25	130
1Д62; 1Д62М	4	I	23	38	26	125
(1К620); 162; 162А; (1622) .	4(5)	I	23	38	25	150
1627; (ТН-27)	4(5)	I	22 (30)	40	26	125
1Д63А; 1Д63; 1М63 , . , .	5	I	32,5	50	38	185
	6	I	40	60	45	250
165; 1Д65	5	II	40	40	40	240
1660	**1**:8 100 мм	II	62	70	40	–тт
1670; 1680, 1680А	1:8 120 мм	II	80	80	80	–тт
	1:8 180 мм	II	100 ,	100	70	ШТТ

[1] Моделям в скобках соответствуют данные резцедержателя, указанные в скобках.

сельных станках можно выполнять также фрезерные и шлифовальные операции. По компоновке карусельные станки подразделяют на одностоечные (для обработки деталей диаметром до 2000 мм) и двухстоечные. На тяжелых карусельных станках можно обрабатывать детали диаметром до 20 ... 25 м.

Главным движением у карусельных станков является вращение планшайбы стола с заготовкой (л, об/мин). Движение подач — горизонтальное и вертикальное перемещения (s) верхних и бокового суппортов (рис. 4.2). Вспомогательные движения: быстрые (установочные) перемещения суппортов, вертикальное перемещение поперечины, поворот револьверной головки.

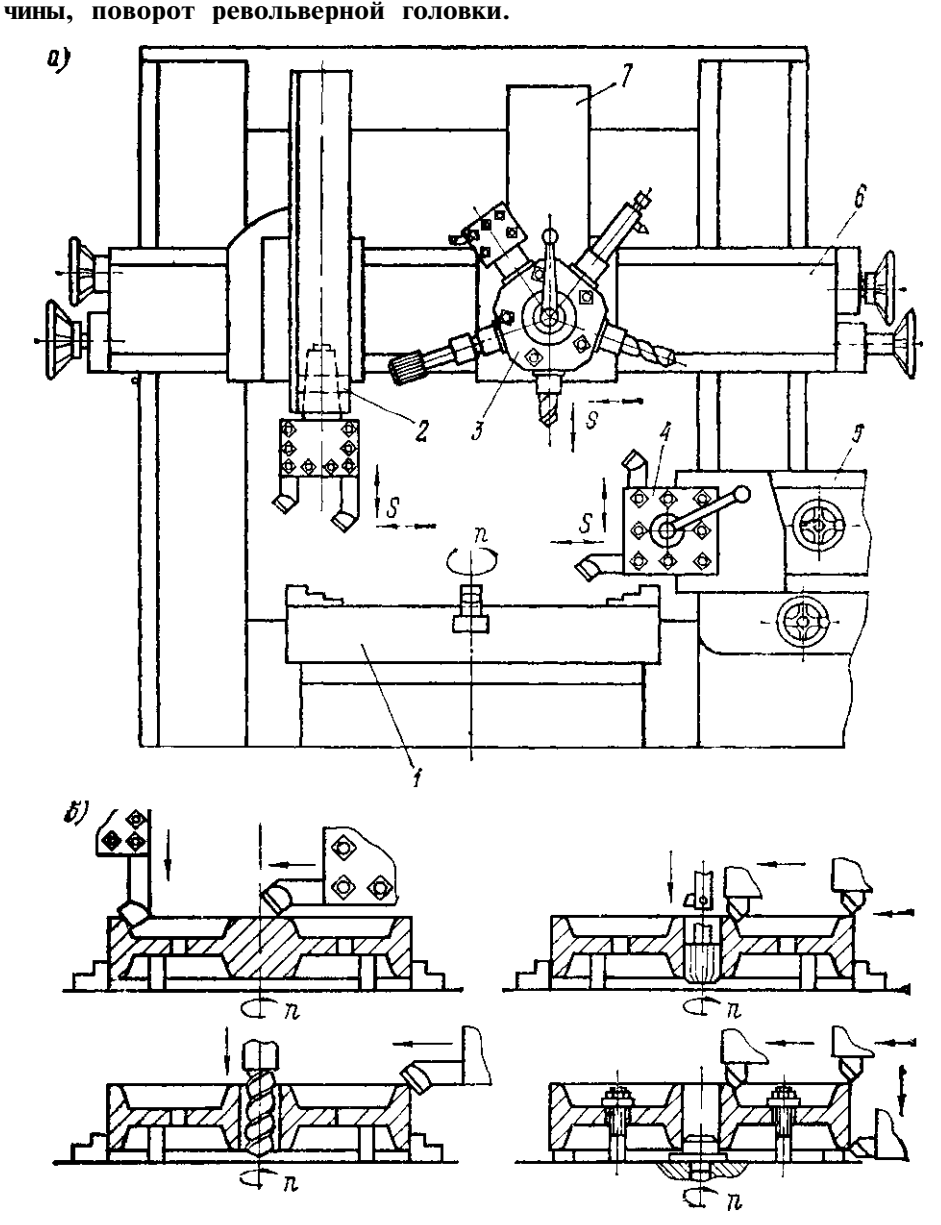


Рис. 4.2. Двухстоечный токарно-карусельный станок:
С — общий вид; *б* — схема обработки детали; *1* — планшайба; *2* — левый вертикальный суппорт; *3* — револьверная головка; *4* — резцедержатель бокового суппорта; *5* — боковой суппорт; *6* — поперечина; *7* — правый вертикальный суппорт

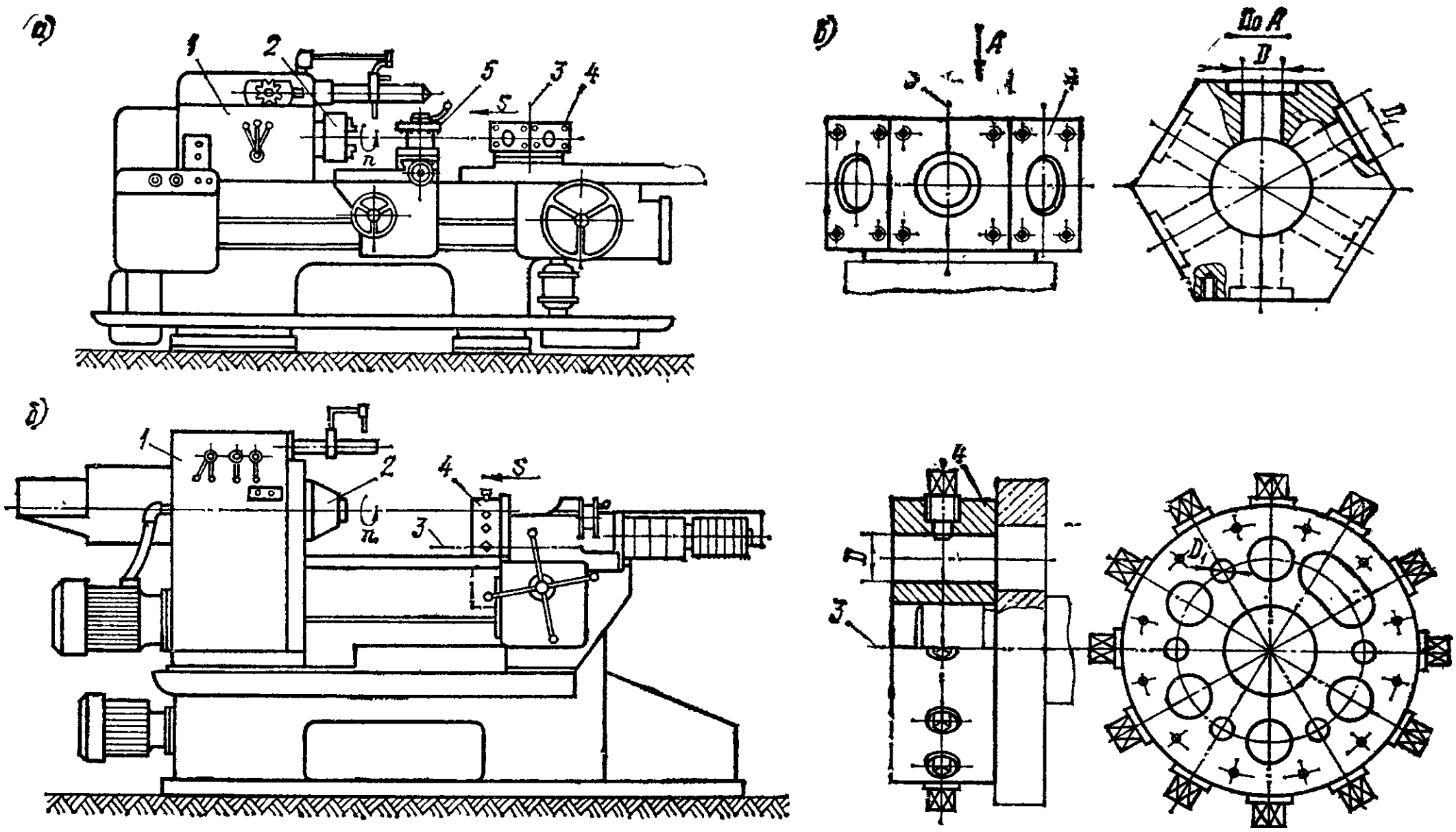


Рис. 4 3. Токарно-револьверный станок с вертикальной (а, *в)* и горизонтальной (б, *г)* револьверными головками; 7 — шпиндельная бабка; 2 — патрон; *3* — ось вращения револьверной головки; *4* — револьверная головка; *5* — резцедержатель поперечного суппорта.

Режущкй инструмент в гнездах (табл. 4.5) револьверной го» ловки и вертикального суппорта устанавливается с помощью различных оправок, державок, втулок, а в резцедержателе бокового суппорта, как правило, непосредственно.

Токарно-револьверные станки предназначены для обработки в серийном производстве деталей сложной формы с применением многих инструментов: резцов, сверл, зенкеров, разверток и т. д. Инструмент крепят в гнездах револьверной головки (табл. 4 6) с помощью различных видов вспомогательного инструмента — стоек, втулок, патронов, оправок и т. д. и в резцедержателе поперечного суппорта (если он имеется). На токарно-револьверных станках могут одновременно работать несколько инструментов, предварительно настроенных на размер и величину хода, поэтому они производительнее токарных. В зависимости от расположения оси вращения револьверной головки различают станки с вертикальной (рис. 4.3, ***а)*** **и** горизонтальной (рис. 4.3, ***б)*** осями вращения.

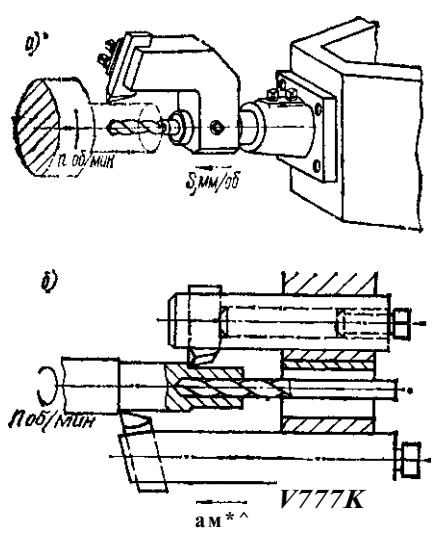


Рис. 4 4. Схема обработки деталей на токарно-револьверных станках с вертикальной ***(а)*** и горизонтальной *(б)* осями вращения револьверной головки

Главным движением (рис. 4.4) является вращение шпинделя с заготовкой (л, об/мин); движением подачи -продольная подача (s, мм/об) револьверного суппорта (головки) и поперечная подача (s_a, мм/об) поперечного суппорта. В некоторых станках поперечный суппорт может иметь также и продольную подачу. У станков с горизонтальной осью вращения поперечная подача осуществляется медленным поворотом револьверной головки (рис. 4 5).

К вспомогательным движениям относят: поворот (индексацию) револьверной головки из позиции в позицию быстрый подвод и отвод **ее,** подачу и зажим прутка и др.

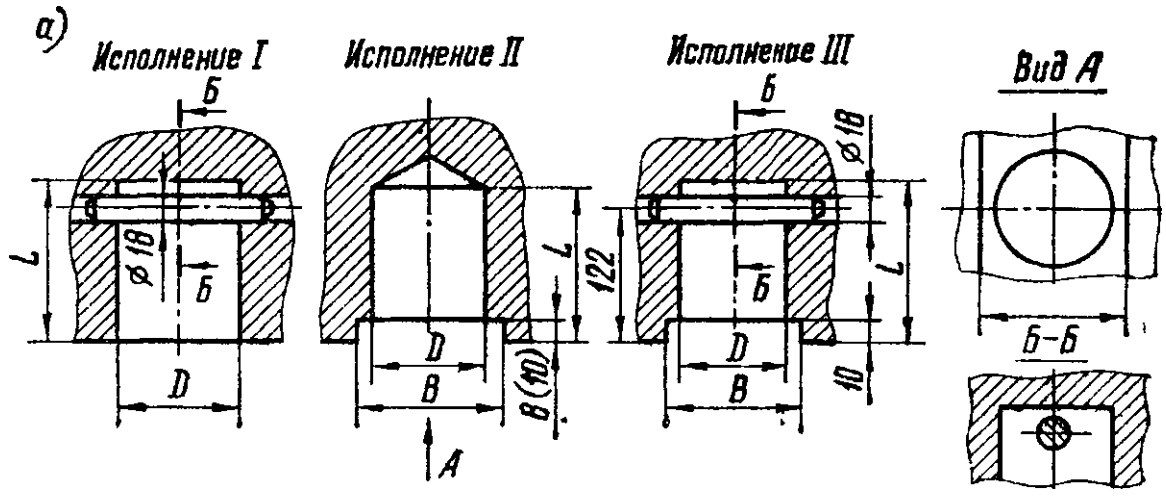
Станки сверлильной группы предназначены для сверления, рассверливания, зенкерования, развертывания отверстий в различных деталях, для нарезания резьб, цекования, растачивания канавок и т. д.

Универсальные сверлильные станки подразделяют на настольно-, вертикально- и радиально-сверлильные, многошпиндельные, горизонтально-сверлильные для глубокого сверления.

Главным движением у этих станков является вращение шпинделя с закрепленным в нем инструментом (/г, об/мин), а движением подачи — вертикальное перемещение шпинделя (s, мм/об). Вспомогательные движения у вертикально-сверлильных станков (рис. 4.6)— вертикальное перемещение стола, а у радиально-сверлильных — вертикальное перемещение и поворот консоли (рукава) и продоль-

Таблица 4.5, Посадочные места токарно-карусельных станков

Револьверная головка *(а)*

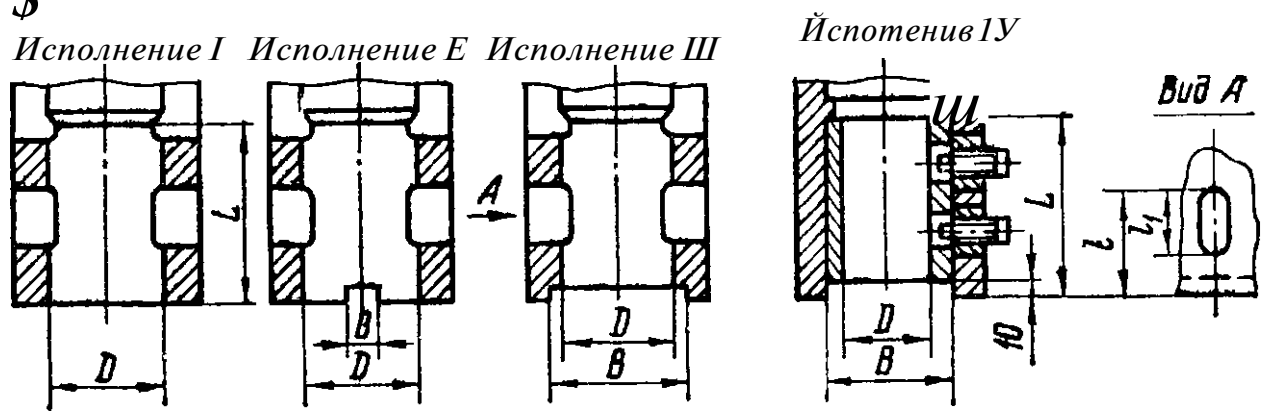


Исполнение 1			Исполнение II							Исполнение III
D, мм	60А	80А	60А	70А		$70А_3$	$100А_3$	75А	80А	
L, мм	105	135	90	103		90	140	ПО	135	
B, мм	–	–	$75А_4$	$80А_4$	$80А_5$	90 ±0,2	120±0,2	–	$100А_4$	
Модели станков	152 153 1536	1А55 1А56	1532	1Н531	1531(М) 1541 1531Б 1508 1510 ИМ531	1532Т 1540 КУ-50	1540Т 1550 КУ-63	1М532	1551В 1М553	1551

Продолжение табл. 4.5

Вертикальный суппорт (б)

$



Исполнение 1		Исполнение II[1]		Исполнение III			Исполнение IV	
Суп-порт Левый / Правый	Метрический 80 / Револьверная головка (метрический 80)	Метрический 100	Метрический 140	Метрический 100	Метрический 140	Метрический 160	Цилиндрическое отверстие	
D, мм	80	100	140	100	140	160	80А	
L, мм	195	225	270	230	300	340	250	150
B, мм	–	25А		120А	160А	180А	100 А	
l, мм	120	113	158	160	205	217	–	
l_1, мм	60	58	80	85	95	112	–	
Модели станков	1А56 1Л532 (1520)[2] (1525)[2] (1Л525)[2]	1532[2] 1М532[2] 1556[2]	- 1565 1М565	1532Т* 1540[2] КУ-502	1540Т2 1550[2] КУ-632	1550Т 1563 1580Л	1551 1551В 1М557	1М553

[1] Станки с суппортами исполнения II имеют боковой суппорт с отверстием той же конусности.
[2] По заказу поставляются с револьверной головкой в правый суппорт.

ные (установочные) перемещения шпиндельной головки (рис. 4.7). Наличие нескольких вспомогательных движений у радиально-сверлильных станков позволяет использовать их для обработки крупных деталей, которые устанавливают на столе станка или около него и не смещают при переходе к сверлению нового отверстия.

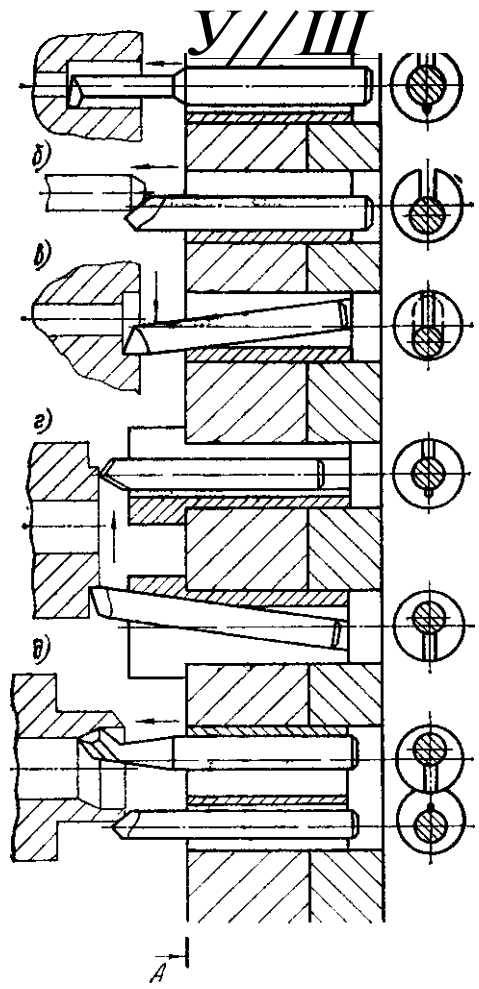


Рис 4.6. Схема работы инструмента на токарно-револьверном станке с горизонтальной осью вращения револьверной головки на продольной *(а, б, о)* и поперечной *(в, г)* подачах

У большинства сверлильных станков базой для установки инструмента является коническое отверстие в шпинделе, и лишь у небольшой группы — наружный конус или фланец (табл. 4.7).

Расточные станки служат для обработки крупногабаритных деталей в условиях единичного и серийного производства. На них можно производить сверление, растачивание, зенкерование и развертывание отверстий, фрезерование поверхностей и пазов, подрезку торцов резцами, нарезание резьб и т. д. Универсальные расточные станки подразделяют на горизонтально-, координатно- и алмазно-расточные.

Главным движением у этих станков (рис. 4.8) является вращение шпинделя *(n,* об/мин) с закрепленным в нем режущим инструментом. Движение подачи (s, мм/об) сообщается либо инструменту, либо заготовке, закрепляемой на столе станка Вспомогательные движения — установочные перемещения шпиндельной бабки, стола, задней стойки и т. д.

Режущий инструмент устанавливается и закрепляется в отверстии выдвижного расточного шпинделя и на радиальном суппорте планшайбы (рис. 4.8, *а).* Выдвижной расточный шпиндель *2* станка располагается по оси планшайбы / в шпиндельной бабке *5* и при работе получает вращение и осевую подачу в обоих направлениях. В ряде станков вращение шпинделя не зависит от вращения планшайбы. Шпиндель имеет коническое отверстие для

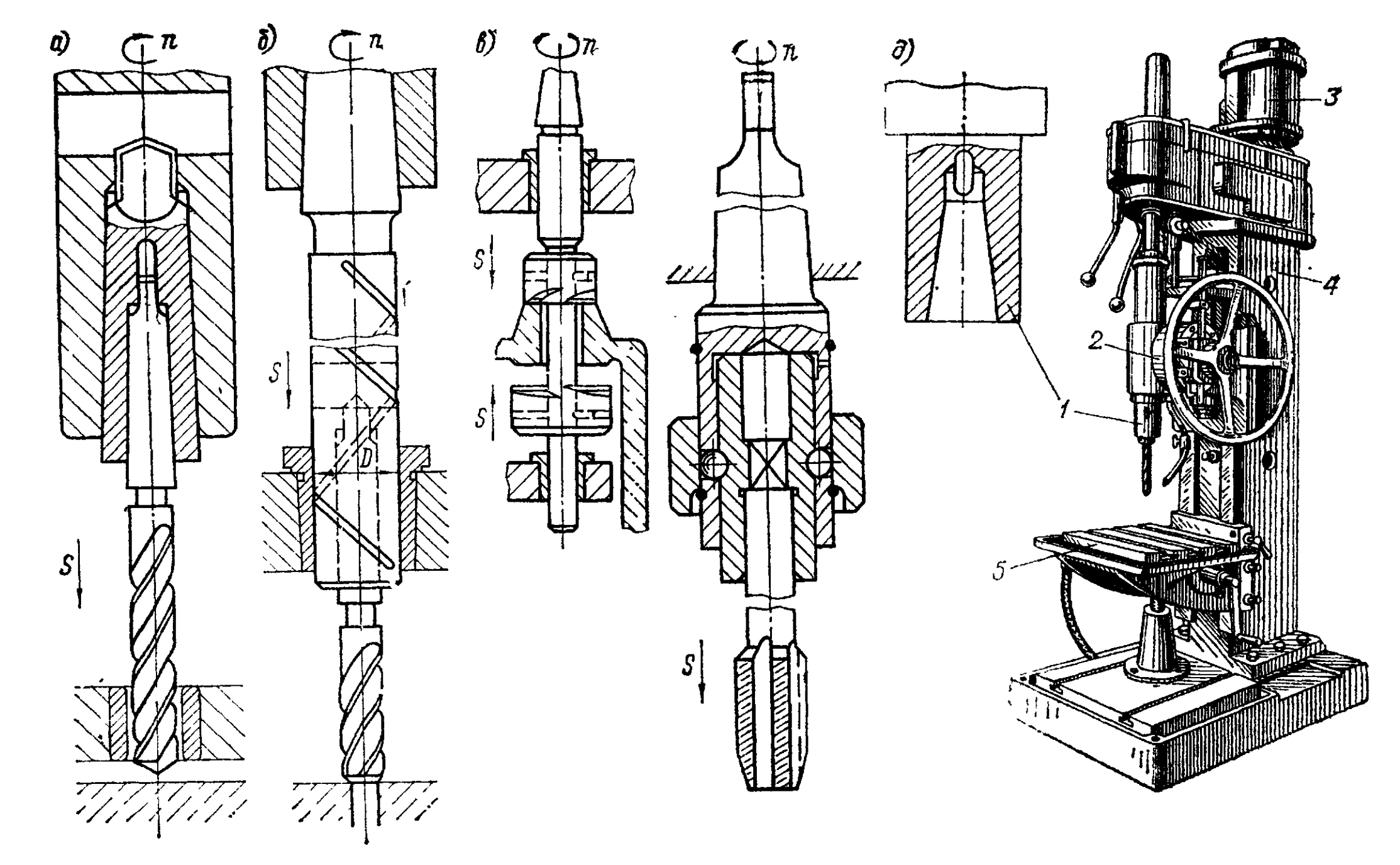
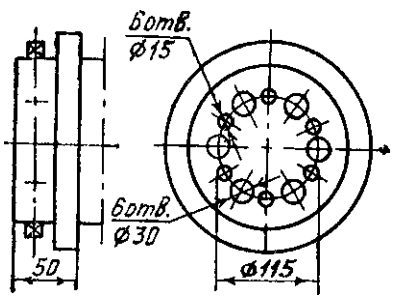
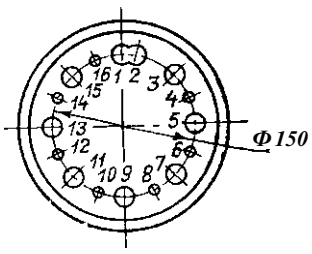
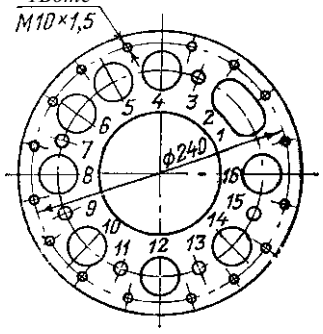
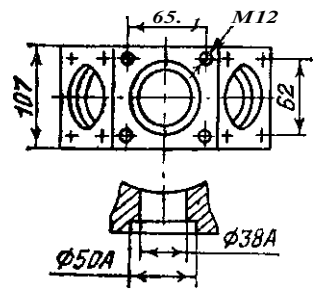
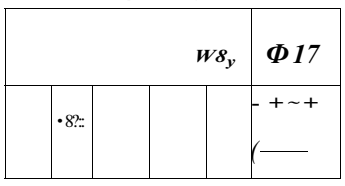
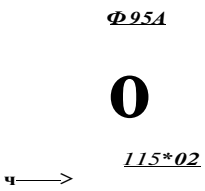
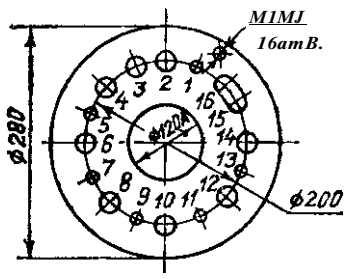


Рис. 4.6. Вертикально-сверлильный станок *(д)* и схемы установки инструмента:
а — сверло во втулке; *б* — зенкер в удлинителе; в — зенковки в оправке; г — метчик в быстросменном патроне; I ~* шпиндель; 2 — привод подач; *3* ^ электродвигатель; *4* — станина; *5* — стол

Таблица 4.6. Данные револьверных головок токарно-револьверный станков

Модель станка	Эскиз и основные размеры	Диаметры базовых отверстий, мм
1318, 1П318 1Н318	та. Оо» I 4) f	18А
1322, 1325 1Г325		15А, ЗОА
РО-22	ВО 	Отв. № 1, 2, 9—35А$_3$ Отв. № 3, 5, 7, 11, 13, 15— 30 А$_3$ Отв. № 4, б, 8, 10, 12, 14, 16— 15А$_3$
1336М, 1336Р, 1336, 1П326	1Вотё М10×1,5 477 	Отв. № 1, 2, 8, 12—38А$_3$ Отв. № 4, 5, б, 10, 14, 16—30А$_3$ Отв. № 3, 7, 9, 11, 13, 15—15А$_3$

Продолжение табл. 4.6

Эскиз и основные размеры	Диаметры базовых отверстий, мм
	38А, 50А
	70А
Ф17]2&) Ф95А 	95А
	Отв. № 1, 5, 7, 9, 11, 13—20А Отв. № 2, 3, 4, 8, 12, 14—30А Отв. № 6, 10, 15, 16—40А

установки инструмента с радиальным пазом под клин крепления fpHC 4.9, *б)*. У крупных станков конус посадочного отверетия- в шпинделе выполнен согласно ГОСТ 2701—72 метрическим, а у небольших и средних —с конусом Морзе (табл. 4.8).

Планшайба расточного станка отличается значительно большей, жесткостью, чем выдвижной шпиндель, и используется для крепления фрезерных головок большого диаметра. Она имеет радиальный суппорт *6,* в котором крепится инструмент для обработки торцев растачиваемых деталей, обтачивания фланцев и т. п. Суппорт размещен на направляющих планшайбы. Образованное в нем окно для прохождения выдвижного расточного шпинделя (рис. 4.8, *б)* ограничивает радиальное перемещение суппорта, в Т-образных пазах которого с помощью болтов крепятся резцедержатели, стойки и т. д. В современных станках движение подачи сообщается радиальному суппорту, как правило, независимо от подачи выдвижного расточного шпинделя, что позволяет вести обработку деталей совмещенным методом, т. е. одновременно вееми инструментами, закрепленными как в расточном шпинделе, так и на планшайбе.

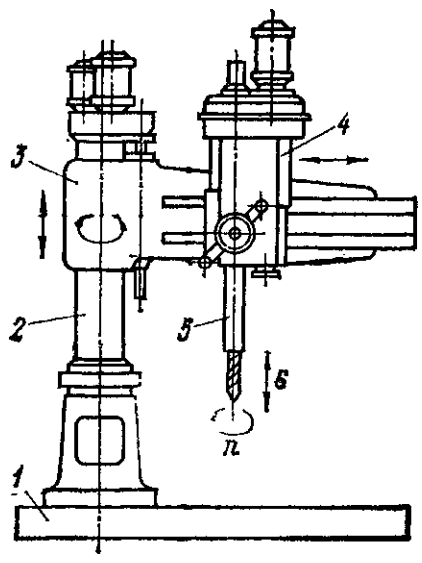


Рис. 4.7. Радиально-сверлильный станок:

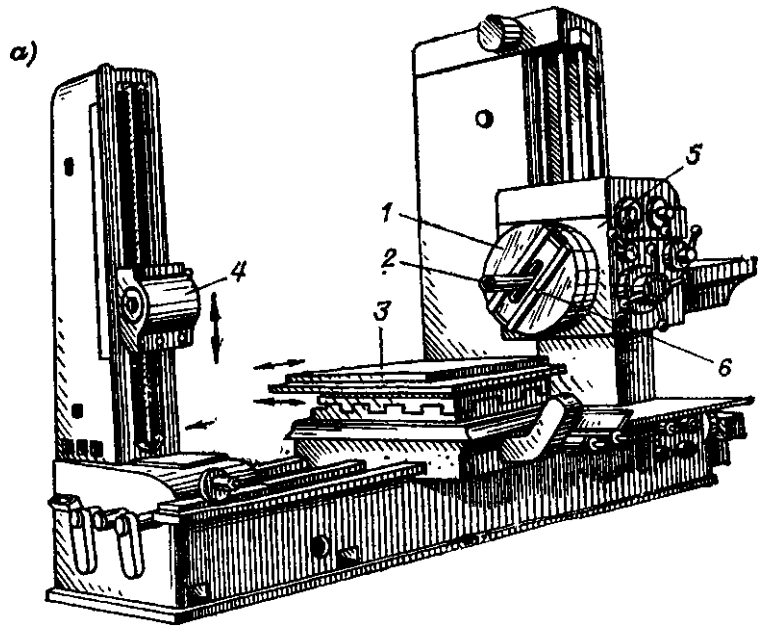
/ — основание; *2* — колонна; *3* — консоль; *4* — шпиндельная головка; *5* — шпиндель

Координатно - расточные станки предназначены для обработки отверстий с высокой точностью (0,005... 0,001 мм) их взаимного расположения. Их можно использовать также Для измерения и контроля деталей, для точных разметочных работ.

В одностоечных станках (рис. 4.10) шпиндель имеет вращательное движение (главное движение) и движение осевой подачи, а крестовый стол перемещается в двух взаимно перпендикулярных направлениях (вспомогательные движения). У двухстоечных станков стол перемещается в продольном направлении, а шпиндельная головка — в поперечном (вспомогательные движения); главное движение и подача шпинделя — те же, что и у одностоечных станков.

Фрезерные станки предназначены для обработки с помощью различных фрез плоских наружных и внутренних фасонных поверхностей, винтовых поверхностей различного профиля, нарезания зубчатых колес и т. д. Они отличаются разнообразием конструкций. Универсальные станки общего назначения делятся на консольно-, бесконсольно-, продольно- и карусельно-фрезерные. Наиболее распространены консольно-фрезерные станки, которые подразделяются на горизонтальные, вертикальные, универсальные и широкоуниверсальные. Горизонтальные и вертикальные фрезерные станки имеют соответственно расположенные оси шпинделей; универсальные — поворотный стол; широкоуниверсальные — дополни-

тельный шпиндель, поворачивающийся вокруг вертикальной и гори* Зонталъной осей, или два шпинделя — вертикальный и горизон* тальный.



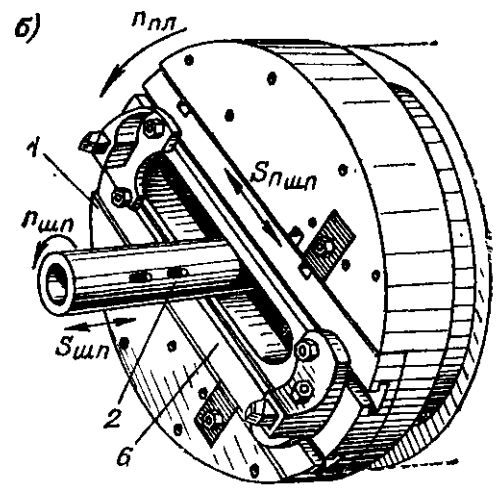


Рис. 4.8. Горизонтально-расточной станок:
а — общий вид; *б* — планшайба со шпинделем; *1* — планшайба; *2* — выдвижной шпиндель; *3* — стол; *4* — люнет; *5* — шпиндельная бабка; *6* — радиальный суппорт

f лавное движение у фрезерных станков — вращение фрезы ($n_д$ об/мин). Подача — продольная (s, мм/мин), поперечная ($s_п$, мм/мин) и вертикальная ($s_В$, мм/мин) — придается столу с салазками, расположенному на консоли (рис. 4.11, 4.12). Вспомогательные движения у консольно-фрезерных станков — быстрые перемещения (по трем направлениям) стола, салазок и консоли, а у некоторых еще и вертикальное перемещение шпиндельной бабки и ее поворот.

Базой для установки режущего инструмента у всех фрезерных станков является коническое отверстие шпинделя, которое выполняется с конусностью 7: 24 или с конусом Морзе. Согласно ГОСТ 836—72 предусмотрены восемь типоразмеров концов шпчндолей

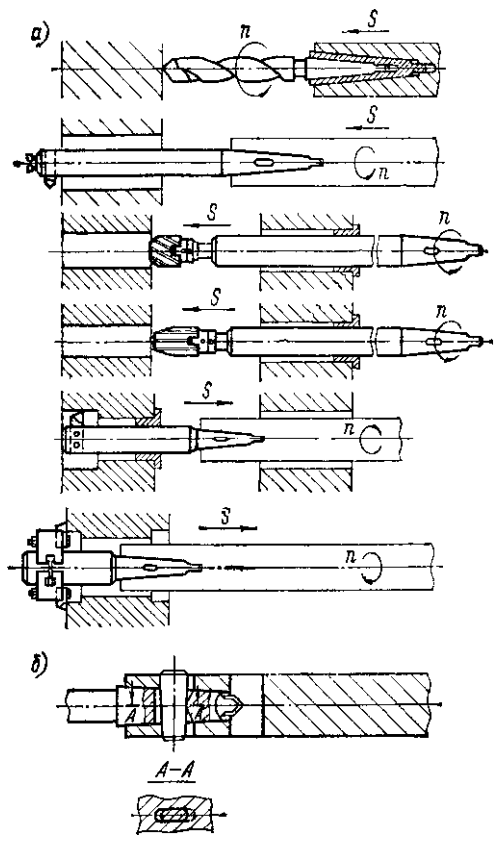


Рис. 4.9. Схема работы инструмента на горизонтально-расточном станке (Укрепление инструмента в шпинделе *(б)*

С отверстием конусностью 7:24 (номера 30...70, табл. 4.9) и два «типоразмера (номера 3, 4) с отверстием с конусом Морзе. Концы шпинделей от 30 до 70 имеют на торце два паза под торцевые Шпонки шириной *B* и резьбовые отверстия, используемые для крепления инструмента, базируемого на торец и наружный диаметр шпинделя *Di.* В отверстии конца шпинделя 3 (и 4) соосно с коническим отверстием выполнен прямоугольный паз *(Sxh),* обеспечивающий передачу крутящего момента инструменту, который лыской хвостовика входит **в** паз,

При установке фрез используется различный вспомогательный инструмент. Для горизонтально-фрезерных станков — это чаще всего оправки с буксами (втулками), противоположный от шпинделя конец которых поддерживается серьгой; для вертикально-фрезерных станков — оправки с конусом.

Строгальные и долбежные станки служат для обработки горизонтальных, вертикальных и наклонных поперхностей в условиях единичного и мелкосерийного производства. Главное движение у станков этой группы (рис. 4.13, 4.14) — возвратно-поступательное *(n,* дв.ход/мин). У одних моделей главное движение, как и движение подачи (s, мм/дв ход), может сообщаться заготовке, у других — режущему инструменту.

Станки подразделяются на продольно-строгальные, поперечно-строгальные и долбежные. Крепление резцов осуществляется в резцедержателях.

Шлифовальные станки предназначены в основном для чистовой обработки деталей абразивными или алмазными кругами. При этом обеспечиваются точные размеры, правильная геометрическая форма и высокое качество поверхностей деталей. На этих станках можно обрабатывать плоские, наружные и внутренние цилиндрические, конические и фасонные поверхности, шлифовать резьбы и зубья колес, разрезать заготовки. В последнее время шлифование широко используется в качестве обдирочных и получистовых операций.

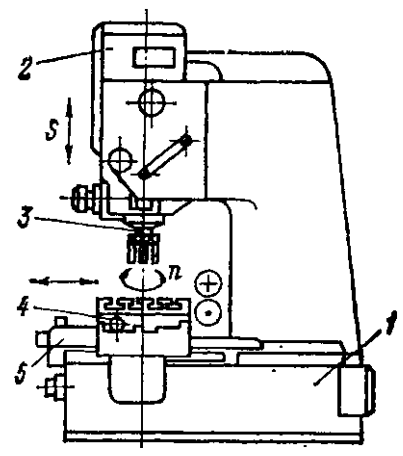


Рис. 4.10. Одностоечный координатно-расточной станок:
1 — станина; *2* — шпиндельная баб* ка; *3* – шпиндель; *4* – стол; *5* поперечные салазки

Шлифовальные станки делятся на кругло- и внутришлифоваль* ные, бесцентрово- и плоскошлифовальные. Имеются также различные специализированные шлифовальные станки. Главным движением у них является вращение шлифовального круга *($n_к$,* об/мин). Движения подачи у станков разных типов различны.

Круглошлифовальные станки (рис. 4.15) служат для наружного шлифования цилиндрических и конических поверхностей. У универсальных станков этого типа кроме поворота детали (смещение бабки с центром) возможен и поворот шлифовальной бабки с кругом, а также передней бабки. На круглошлифовальиых станках можно работать методами продольного и врезного шлифования (табл. 2.10). При продольном шлифовании детали сообщаются круговая подача ($я_д$, об/мин), а также продольная (s, в долях ширины круга или мм/об детали) за счет возвратно-поступательного движения стола. В конце хода (или двойного хода) шлифовальному кругу сообщается поперечная подача (s_n, мм/дв.ход).

Короткие детали шлифуют методом врезания. При этом используются круговая ($/г_д$) и поперечная (радиальная) подачи (s_{nt} мм/об детали); кроме того, шлифовальная бабка или стол могут совершать колебательное осевое движение (s, дв.ход/мин). Вспомогательные движения круглошлифовальиых станков — поперечное (установочное) движение шлифовальной бабки и поворот ее.

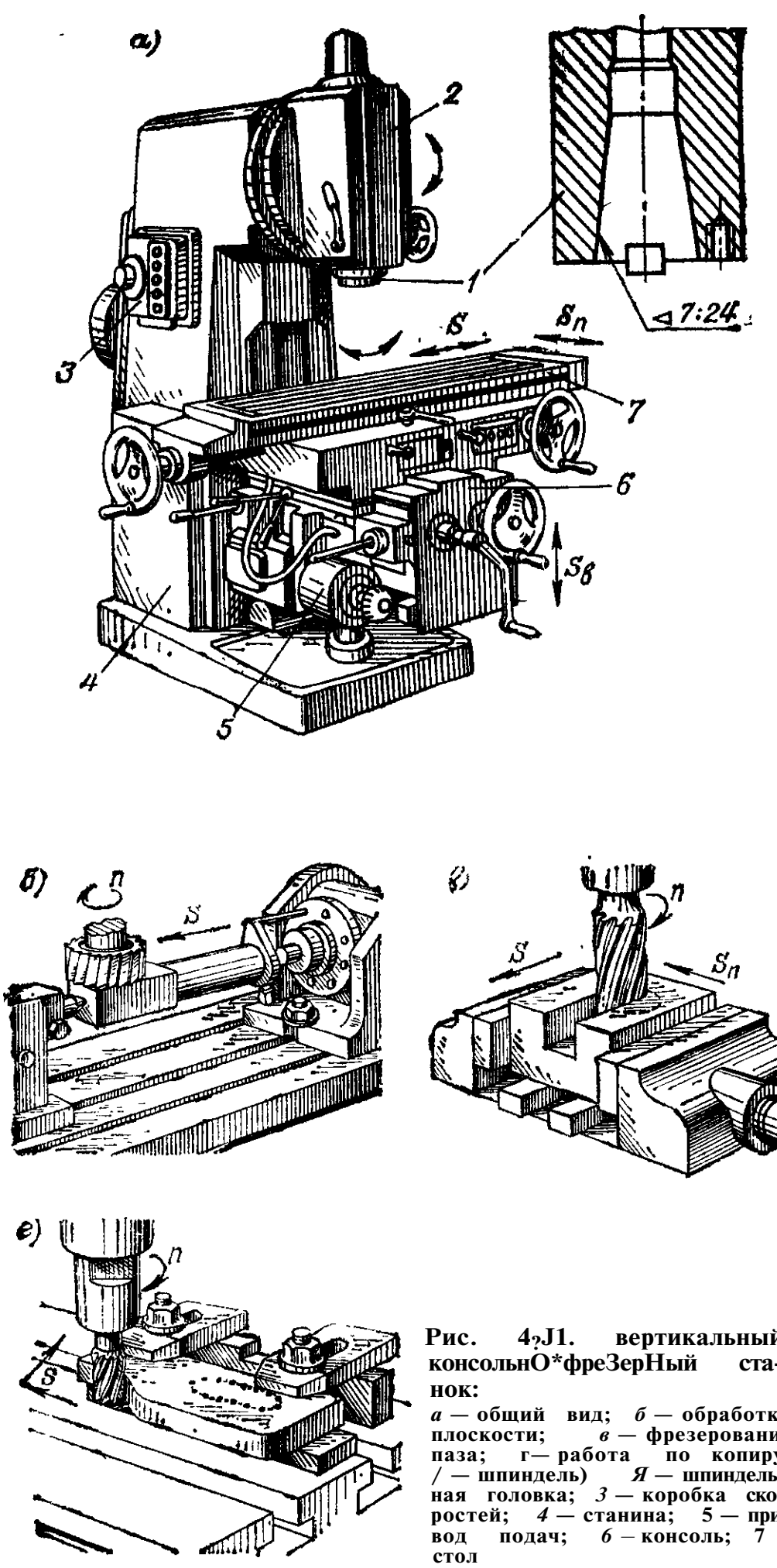
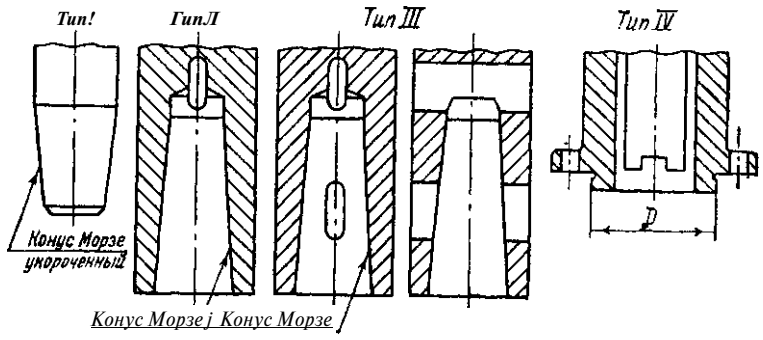


Рис. 4?J1. вертикальный консольнО*фреЗерНый станок:

а — общий вид; *б* — обработка плоскости; *в* — фрезерование паза; г— работа по копиру; / — шпиндель) *Я* — шпиндельная головка; *3* — коробка скоростей; *4* — станина; 5 — при* вод подач; *6* – консоль; 7 стол

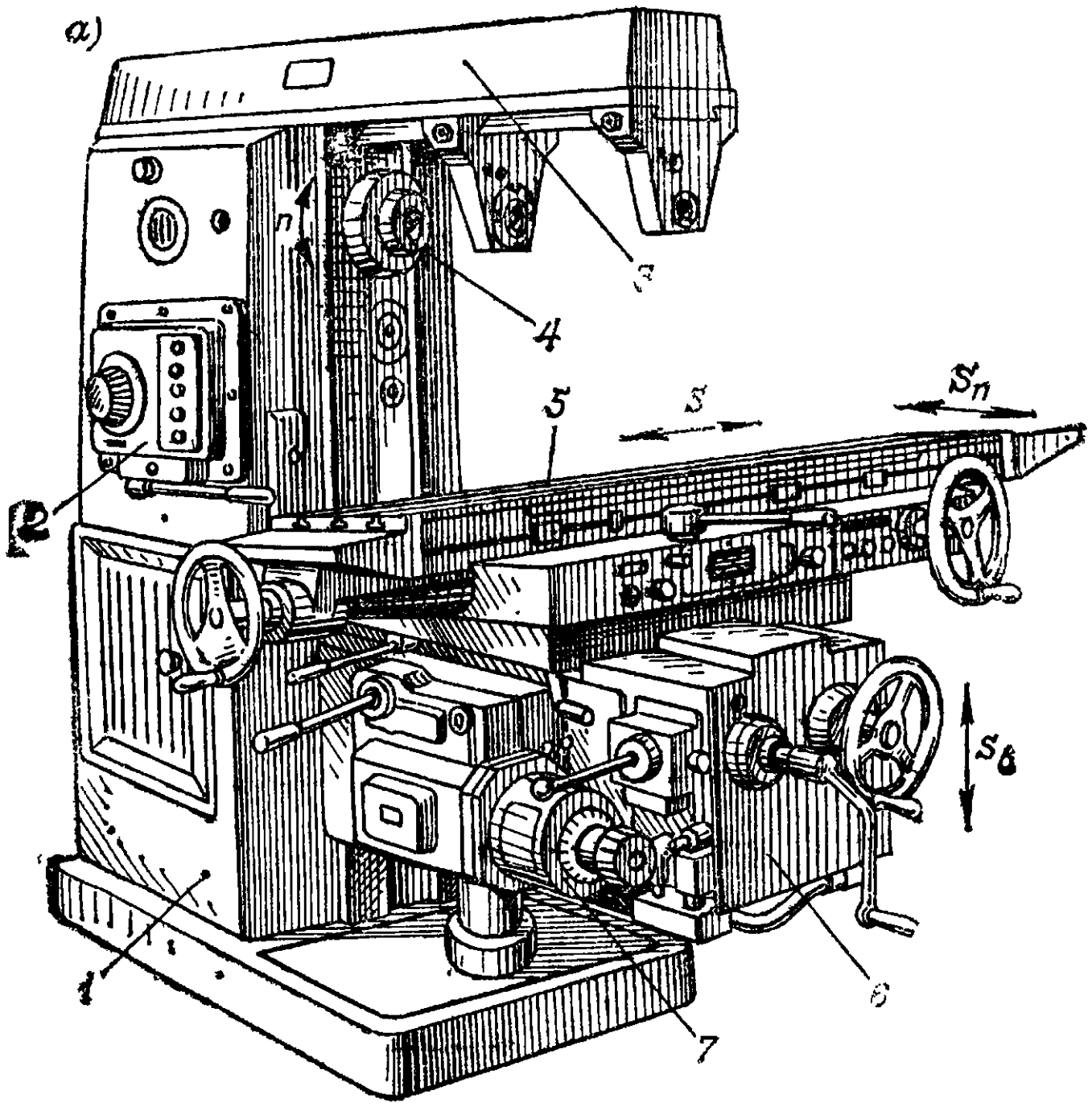
Таблица 4.7. Данные посадочных мест шпинделей сверлильных станков



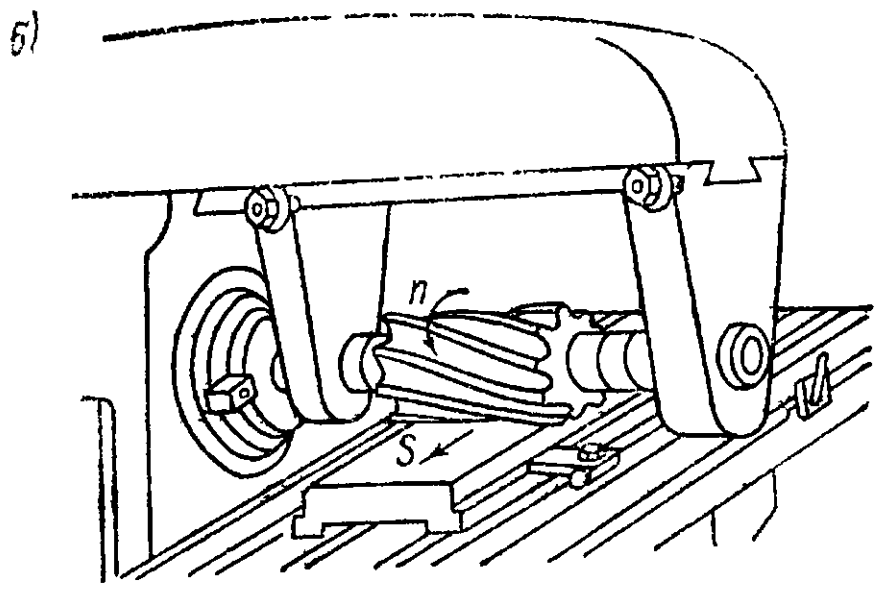
Модель станка	Тип	Конус Морзе		
06; 2110; НСМ2	I	Укороченный)	1в	
2А106; 2А106П			1а	
НС-12А; МЭС-8; СН12А; 07; 2М112			2в	
ЭСН-12			3а	
2212; ТСМ-212; СТ-М	II	2		
2118; 211; 221А; 2Н118				
221В; 221С				
211А; 211Р; 211Н		3		
221АН; 2120; 212	II	3		
2Н125; 2Н125А; 2125; 2225; 2А125				
2121	III			
2135А; 2135; 214	II	4		
2Н135; 2А135; 2135; 213С	III	4		
2135; 2Н135А; 2Н53 [1]				
2Н150; 2150; 2А150; Л-94		5		
215А; 2Н150А; 2Н55 [1]				
2175; 216А; 2170} 2Н57[1]; 2Н58[1]		6		
2125; 2135	VI	S	95	100
2150; 2175		Q	120	150

Радиально-сверлильные.

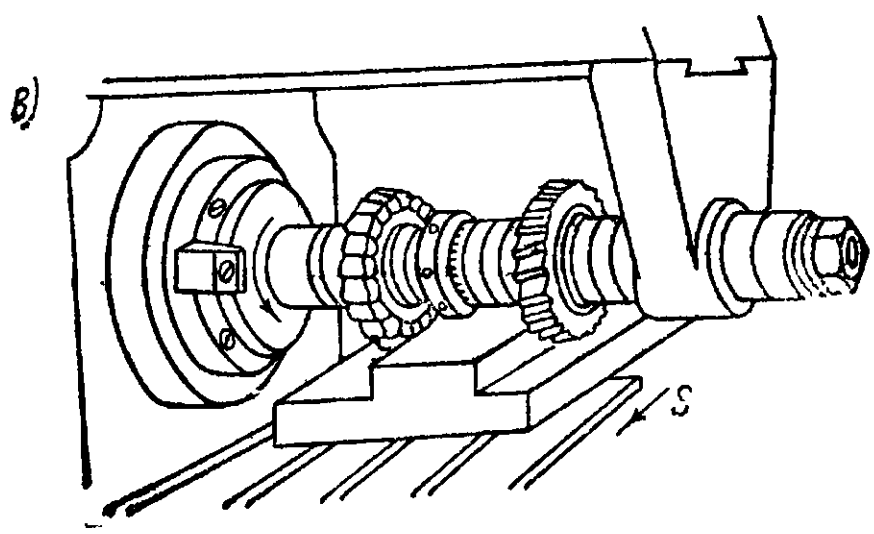
а)



б)



в)



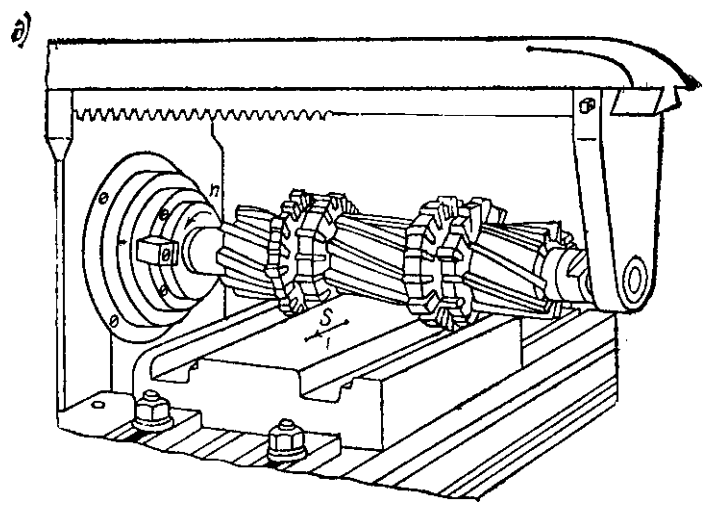


Рис. 4.12. Горизонтальный консольно-фрезерный станок:

а — общий вид; *б* обработка плоскости цилиндрической фрезой; *в* — набор дисковых фрез; *г* — обработка торцевой фрезой; *д* — работа набором фрез; / — станина; *2* — ко* робка скоростей; *3* — хобот; *4* — шпиндель; 5 —стол; *6* ~* консоль; 7 — привод подач

Плоскошлифовальные станки классифицируют: по расположению шпинделя — на горизонтальные и вертикальные; по форме стола — с круглым и прямоугольным столом. У станков с го* ризонтальным расположением шпинделя и прямоугольным столом (рис. 4.16) продольная подача (s, мм/мин) осуществляется при воз- вратно-поступательном движении стола, поперечная (s_n, в долях ширины круга или мм/дв.ход)—смещением стола или шлифоваль* ной бабки, а вертикальная (s_B, мм/проход)—перемещением шпин* деля с кругом шлифовальной бабки,

Крепление шлифовальных кругов у всех станков, как правило, производится с использованием специальных фланцевых оправок с устройствами балансировки.

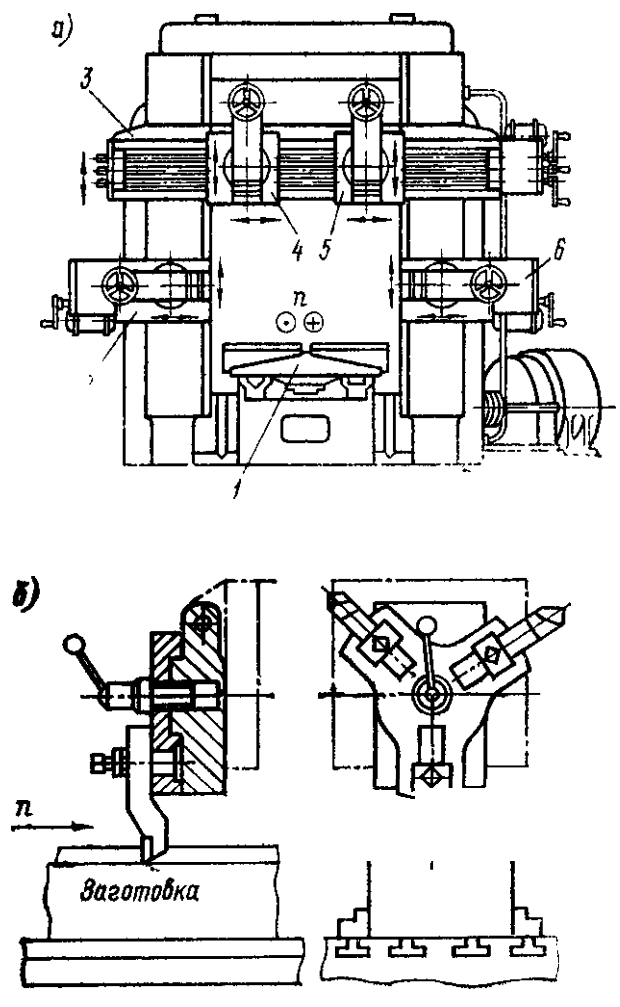


Рис 4 13. **Продольно-строгальный станок:**
а — общий вид; *б* — схема работы инструмента; У — стол; *2* и **б** — левый и правый суппорты; 3 — траверса; *4* и *5* — левый и правый суппорты траверсы

Таблица 4.8. Данные посадочных мест универсальных горизонтально-расточных станков

Модель станка	Конус отверстия шпиндечч
2А614; 2620А; 2622В	Морзе 5
2620В; 2622П	• 6
2А635	Метрический 80
2Б635	100

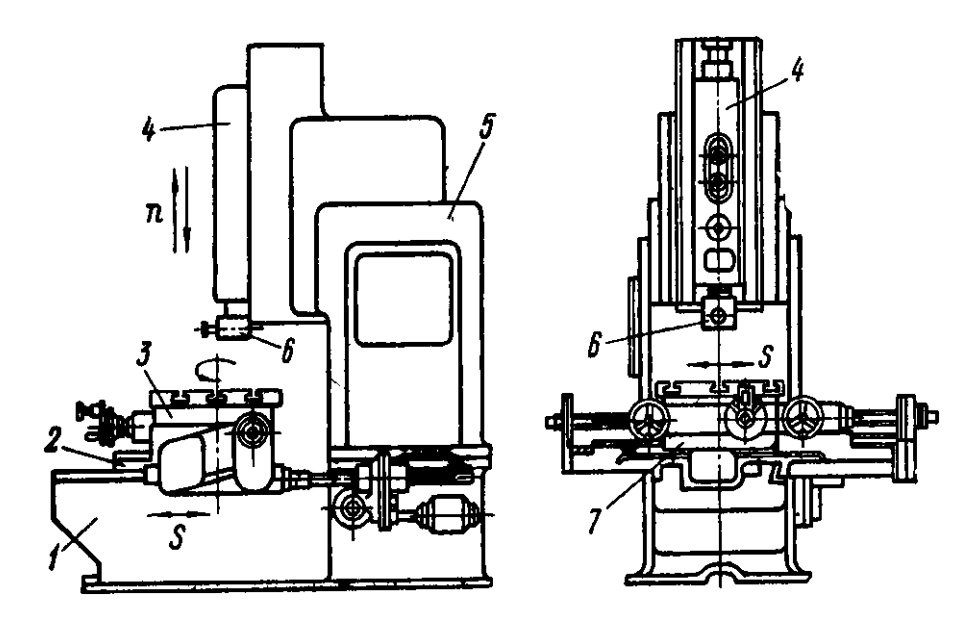


Рис. 4.14. Долбежный станок:

1 — **основание;** *2* — **продольные салазки;** *8* — **поворотный стол;** *4* — **ползун;** *6* — **колонна;** *6* — **резцедержатель;** *7* — **поперечные салазки**

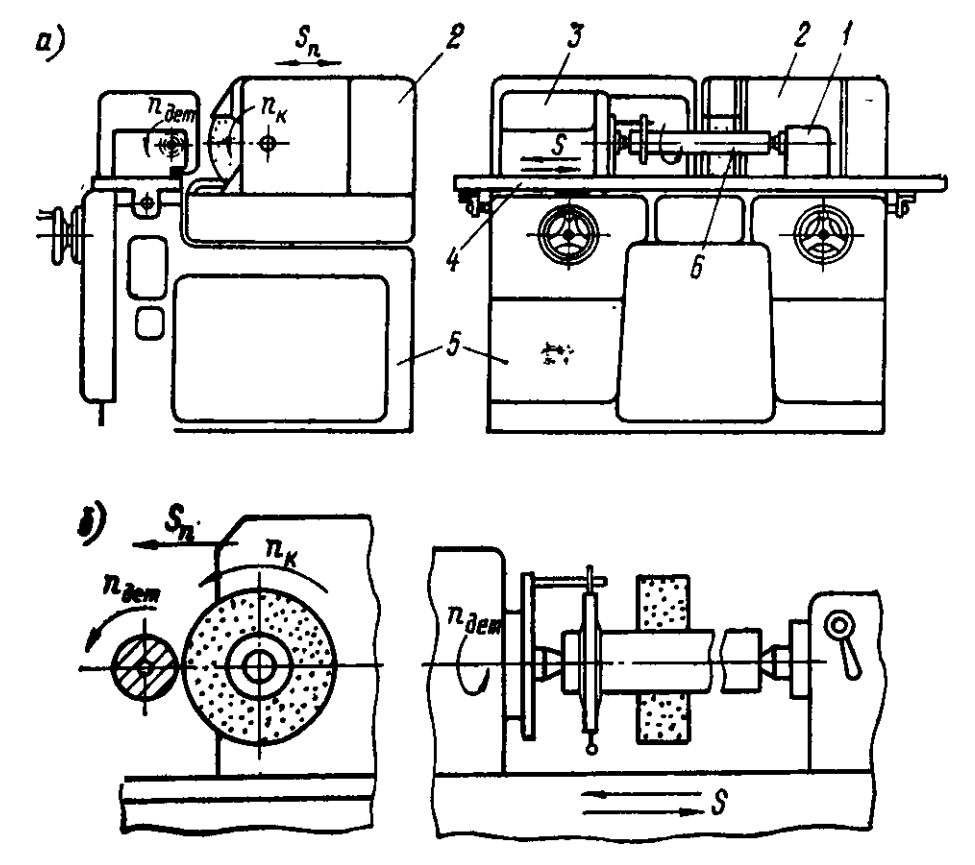


Рис. 4.15. Круглошлифовальный станок:

а — **общий вид;** *б* — **схема работы инструмента;** */* — **задняя баб* ка;** *2* — **шпиндельная бабка; 3 —передняя бабка;** *4-»* **стол; 5 — станина;** *6* — **деталь**

Экономические нормы точности отклонений от теометрической формы поверхности при, обработке на станках основных типов. Предельно достижимые нормы точности, установленные ГОСТом, действительны для новых станков, а также прошедших капитальный ремонт. На практике **с** учетом износа «танков и ряда других факторов эти значения несколько ниже. Отклонения размеров, формы **и** взаимного расположения*поверхностей деталей (ориентировочные данные), получаемые после чистовой обработки на металлорежущих станках, приведены в табл. 4.10...424. При черновой обработке указанные значения следует увеличивать примерно на '/з. *

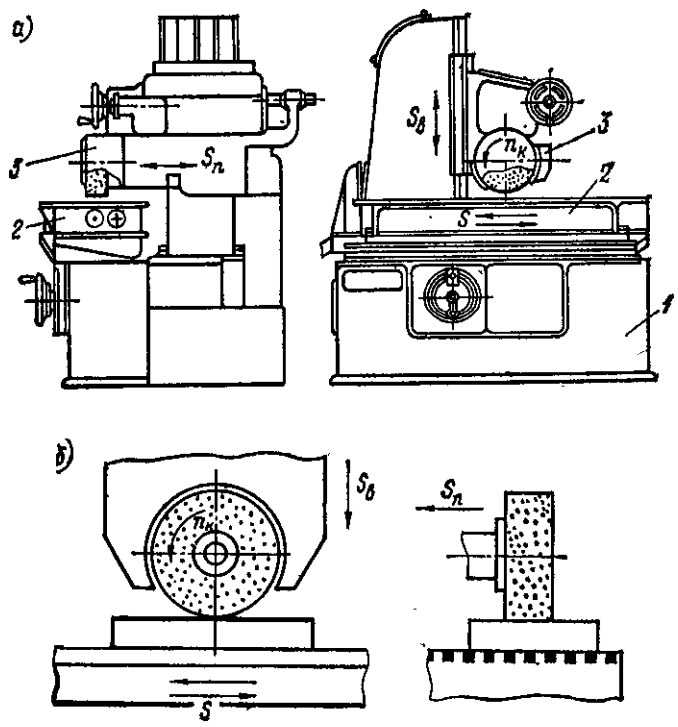


Рис. 4.16. Плоскошлифовальный станок:
а — общий вид; *б* — схема работы инструмента; / — станина; *2* — стол; *3* – шпиндельная бабка

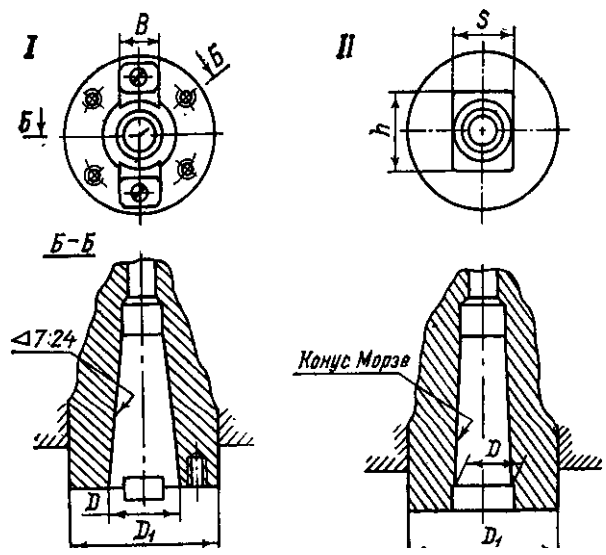
В таблице приняты следующие обозначения:
£ т а х — наибольший (максимальный) диаметр обработки;
L — длина нормируемого участка (заданная длина);
А — отклонение формы, отклонение расположения или суммарное отклонение формы и расположения;
/ — длина обрабатываемой поверхности;
B — ширина обрабатываемой поверхности;
D(d) —диаметр обрабатываемой поверхности;
bd — отклонение диаметрального размера;

67 — отклонение линейного (продольного) размера;

$d_{0}бр$ (/обр; ***$L_{0}бv$)*** **— диаметр (длина) образца.**

Отклонения формы и расположения поверхностей обозначены в соответствии с принятым по ГОСТу,

Таблица **4.9.** Концы шпинделей фрезерных станков



Обозначение концов* шпинделей (ГОСТ 836-72)	Размеры, мм			
	D	А	*B*	*SXh*
30	31,75	69,832	15,9	–
40	44,45	88,882		–
45	57,15	101,600	19,0	–
50	69,85	128,570	25,4	–
55	88,90	152,400		–
60	107,95	221,440		–
65	133,35	280,0	32,0	–
70	165,10	335,0		–
3 1	23,825	50 60	–	24X42
4 1	31,267	70 80		32X47

Продолжение табл. 4.9

Данные моделей станков

Модель станка		Исполнение	Конец шпинделя (ГОСТ 836 - 72)
Консольно-фрезерные горизонтального и универсального исполнения	6Н80Г; 6Н80	I	40
	6М81Г; 6М81; 6М82Г;6М82; 6М83Г; 6М83; 6Н84Г		50
	6Н804Г	II	41
Консольно-фрезерные вертикального исполнения	6Л10Б		
	6М11; 6В11; 6М12П; 6М12ПБ; 6М13П; 6М13ПБ; 6Н14	I	50
Продольно-фрезерные	6605; 6306; 6606; 6608; 6610; 6632; 6641; 6642		
Консольно-фрезерные широкоуниверсальные	6Н80Ш		40
	6М83Ш; 6М81Ш; 6М82Ш		50

[1] Исполнение II.

Таблица 4.10. Токарные и токарно-карусельные станки

Станки	D_{max}, мм	^Допускаемые отклонения				
				a	*o*[1]	
		А, МКМ	*Ly* мм	А, мкм	А, мкм	*L*, мм
1. Станки токарные многорезцовые и многорезцовые горизонтальные полуавтоматические	До 200	16	100	10	16	^max над суппортом, мм
	Св. 200 до 320	20	150	12 *	20	
	Св. 320	25	300	16	25	
2. Станки[2] токарные общего назначения	До 400	10	100	10	15	200
	До 800	30		15	20	300
	До 1600	40	300	20	25	400
	До 3200	50		30	30	500

[1] Допускается только в сторону вогнутости.
[2] Для станков с расстоянием между центрами (РМЦ) до 20 000 мм,

Продолжение табл. 4. 10

Станки	^max', мм	Допускаемые отклонения				
				a	О '	
		А, мкм	£, мм	А, МКМ	А, мкм	L_j мм
3. Станки 2 токарные общего назначения	До 3200	50	300	30	40 50 60	600 700 800
	До 6300	60	–	40	70 80	900 1000
4. Станки токарные повышенной точности (прецизионные)	До 500	10	300	5	10	200
5. Станки токарно-карусельные	До 1600	30	^обр	15	50	А>бр
	2000...2500	40		20	60	
	3200...4000	50		25	80	
	5000...6300	50		30	100	
	8000... 10 000	50		40	120	
	Св. 10 000	50		50	160	

Примечания. 1. При обработке на станках класса точности П допускаемые отклонения равны 0,6 от указанных.

2. Значения, приведенные для токарно-карусельных станков, относятся к закреплению резца в верхнем суппорте, для бокового суппорта погрешность равна 25...30 мкм.

3. На станках (1) заготовки устанавливают в центрах и патронах, а на станках (2)...(5) — в патроне.

Таблица 4.11. Токарные автоматы и полуавтоматы

Станки	^max', мм	Допускаемые отклонения						
		мкм	мкм			*О*	О '	
				А, мкм	*L*, мм	А, мкм	А, мкм	*L*, мм
Автоматы одношпиндельные продольного точения	До 6	5	12	4	0,5 ^max	2	–	–
	Св. 6 до 12	6	15	4		3		
	Св. 12	7	20	5		4		

Допускается только в сторону вогнутости.

На длине $/_{суп}$ — хода револьверного суппорта.

Продолжение табл. 4. 11

Станки	^м.-1 мм шах'	Допускаемые отклонения						
		мкм	мкм			/ 0	! 7 '	
				д, мкм	L, мм	д, мкм	д, мкм	L, мм
Автоматы токарные многошпиндельные прутковые горизонтальные класса Н	До 32	80	80	20	2d	12	–	–
	Св. 32 до 65,	120	120	30		20		
	Св. 65 до 125	200[4]	200	50		30		
Тоже, классаП	До 32	50	50	12	2d	8	–	–
	Св. 32 до 65	80	80	20		12		
	Св. 65 до 125	12a	120	30		20		
Автоматы одношпиндельные револьверные	До 20	–	8	10	*суп	10	–	–
	Св. 20		10	10		10		
Полуавтоматы токарные многошпиндельные патронные вертикальные	До 250	80		30	150	25	20	d
	Св. 250 до 400	100		40		30	25	
	Св. 400 до 630	120		50	100	40	30	
	Св. 630 до 800	160		60		-50	40	
Полуавтоматы токарные многошпиндельные патронные " горизонтальные	До 160	80-	–	25	75	.20	20	d
	Св. 160 до 250	100	–	30	100	25	25	

Таблица 4.12. Станки токарно-револьверные патронные и прутковые с вертикальной и горизонтальной осями вращения револьверной головки

°m*x> мм		Допускаемые отклонения А, мкм			
Прутка	Детали над станиной	1		и 0	
		Для станков классов			
		и 1	П	«	
До 12	До 200	12	8	8	5
Св. 12 до 20	Св. 200 до 320	16	10	10	6
. 32 . 80	. 320 г 500	20	12	12	8
. 80 . 200	. 500 . 800	25	16	16	10

[1] Для £-3Z>m*x, но не более 300 мм,

Примечание. Данные для отверстий после развертывания или чистового растачивания.

Таблица 4.13. Станки горизонтально-расточные

йша, мм		Допускаемые отклонения д, мкм			
нормального	усиленного	1	отверстий		обработанных торцев
			-g—	a	
От 50 до 90	От 65 до ПО	30	20	25	20
Св. 90 до 160	Св. ПО до 200		30	30	
Св. 160	Св.200		40	40	

[1] Оси отверстия к торцевой плоскости на L—300 мм.
[2] На L—300 мм; допускается только вогнутость.

Примечание, $О_{шд}$ — диаметр расточного шпинделя.

Таблица 4.14. Станки отделочно-расточные (алмазно-расточные) горизонтальные

D, мм	Постоянство диаметра мкм, на станках классов		
	П	**В**	Л
До 32 . 65	5 6	3 4	2 2,5
До 125 . 250	8 10	5 6	4 3

[1] **Для размеров образца с отверстием Dобр> 0,5Dmax; /обр=» для любого сечения.**

Таблица 4.15. Станки отделочно-расточные (алмазно-расточные) вертикальные

/>шах, мм	А, мкм		L^1, мм	Допускаемые отклонения	
		КУ		А, мкм	А/[3], мкм
До 65	8	3	До 200	12	25
До 125	10	4	Св. 200 до 320	16	28
Св. 125	12	5	Св. 320	20	32

[1] Или расстояние между отверстиями.

[8*] Оси обработанного отверстия базовой плоскости.

А/ — отклонение расстояний между осями обработанных отверстий для станков с отсчетным устройством на столе станка.

Таблица 4.1в. Станки координатно-расточные

£от, мм	Допускаемые отклонения	
	А/, мкм	А, мкм
До 200	5	3
Св. 200. до 400	6	4
, 400 „ 630	8	5
. 630 . 1000	10	5
, 1000 . 1400	12	6

Примечания. **1.** Условия обработки: расстояние между осями соседних отверстий — не менее 0,**1** продольного и 0,5 поперечного хода стола; глубина отверстий не менее *2d.*

2. Л/—отклонение расстояний между обработанными отверстиями.

3. **Вот —** ширина рабочей поверхности стола станка,

Таблица 4.17. Станки круглошлифовальные

	Допускаемые отклонения А \ мкм								
	a						1 CJ		
	Для станков классов								
	П	В	А	П	В	А	П	В	А
До 100 Св. 100 до 200	2,2 3,2	1,4 2	1 1,5	5,5 8	3,5 5	2 3	5 6	4 5	3 4
. 200 , 400 . 400 „ 800	4,4 6,5	2,8	–	11 16	7	–	8 10	6	–

[1] ДЛЯ Образцов rf0бр>^^max при /обр – ^гаах При установке в центрах и для образцов dOбр>*4~0max при /обр^^^тах для станков с поворотными бабками при установке в патроне.

[2] Торцевых поверхностей; допускается только в сторону вогну* тости.

Таблица 4.18. Станки круглошлифовальные бесцентровые

°тах' мм	Допускаемые отклонения А \ мкм					
	о			/СУ И =		
	Для станков классов					
	П	*В*	А	П	В	А
6 25	1,2 1,6	0,8 1,0	0,5 0,6	2,0 2,5	1,2 1,6	0,8 1,0
80 160 320	2,0 2,5 3,0	1,2 1,6 2,0	0,8 –	3,0 4,0 5,0	2,0 2,5 3,0	1,2 –

[1] Для образцов ^обр*^ з""2j^max при *lodp—OJS H* (при #<200 мм) или /Обр>200 мм (при #>200 мм), где Я — высота шлифовального круга.

Таблица 4.19. Плоскошлифовальные станки

Станки	*3,* мм	Допускаемые откло* нения д, мкм	
		О	//'
С крестовым столом и горизонтальным шпинделем	До 125 Св. 125 до 200 Св. 200	3 (2)[2] 4 (2,5)[2] О (3)2	3 (2)8 4 (2,5)8 5(3)8
С прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем	Св. 200	12	15
С прямоугольным столом и вертикальным шпинделем	До 200 Св. 200	6 12	6 12
С круглым столом и горизонтальным шпинделем	До 200 Св. 400 до 800	6	5 8
С круглым столом и вертикальным шпинделем	До 400 Св. 800	13	13 20
С круглым столом и двумя вертикальными шпинделями	Св. 200	3	8

[1] Верхней обработанной поверхности образца к его основанию на всей длине.
[2] В скобках — для станков класса точности А.

Таблица **4.20.** Станки внутришлифовальные горизонтальные

	Класс точности станка	Допускаемые отклонения Д *, мкм				
			a	о'		*UL*
До **200**	п в А	6 4 2,5,	2,5 1,5 1,0	 1,0 0,6	5 3 2	8 5 3
Свыше **200** до **400**	П В А	8 5 3	3 2 1,5	 1?6 1,0	6 4 2,5	10 6 , 4
Свыше **400** до **800**	П	10	4	–	8	12
Свыше **800**	1 п	1 12	5	- 1	ю 1	15~

[1] Для образцов с наружным диаметром d_0ср>I,25$D_m$ax яри Z)=0,5Z)max, £<200 мм и при закреплении в патроне*
[2] Торца образующей цилиндрического отверстия,

Таблица 4.21. Станки шлифовально-притирочные (хонинговальные) и притирочные вертикальные

	Допускаемые отклонения Д, мкм			
	ДЛЯ станков классов			
	Н	П	Н	П
До 32 Св. 32 до 50	2,5 3	2,6 [1] 2	4 5	2,5 3
Св. 50 до 80 * 80 . 125	4 5	2,5 3	6 8	4 5
Св. 125 до 200 „ 200 „ 320	6 8		10 12	–
Св. 320 до 500 , 500 „ 800	10 12	–	16 20	–

Примечания. 1. Для образцов из чугуна или закаленной стали с отверстием /Эобр> 0,5 D_{max} и длиной /обр = 1,60тах.

2. Исходные отверстия имеют погрешности, превышающие указанные в таблице; для станков класса Н - в 4 раза, класса П — в 2,5 раза, не более.

Таблица 4.22. Станки фрезерные

Отки	£7				II[2]		If	
	А, мкм	L, мм	А, мкм	мм	А, мкм	L, мм	А, мкм	L, мм
Продольно-фреверные общего назначения одношпиндельные с вертикальной и горизонтальной головками	30	1000	40 60	300 500	20 30 40 50 60 80	До 1000 2000 . 3000 . 4000 . 6000 „ 8000	20	1009
Консольные	20 40	150 300	20	150	20 40	150 300	–	

[1] Обработанной боковой поверхности к верхней или к основанию.

[2] Верхней обработанной поверхности к основанию.

* Боковых обработанных поверхностей между собой.

Продолжение табл. 4,22

			±[1]		II[2]		IT	
Станки	Д, мкм	L, мм	д, мкм	мм	л, мкм	l_t мм	д, мкм	мм
Вертикальные с крестовым столом	**15 20 25 30 40**	**До 250 Св. 250 . 400 . 630 , 1000**	**20**	**300**	**15 20 25 30 40**	**До 250 Св. 250 , 400 „ 630 # 1000**	–	–
Вертикальные повышенной точности	**15**	**300**	**10**	**300**	**15**	**300**	**20***	**300**
Горизонтальные и универсальные повышенной точности[5]	**20**	**300**	**15**	**300**	**15**	**300**	**15**	**300**

[4] **А также отклонение от прямолинейности; для стенок паза, обработанных в два прохода концевой фрезой 0 30 мм.**

[6] **Для условий обработки верхних поверхностей цилиндрической фрезой; боковых — торцевой насадной фрезой 60x60 или 60x40 мм.**

Таблица 4.23. Станки долбежные и строгальные

Станки	ZZ7				II[2]		//[3]	
	д> мкм	L, мм	д, мкм	мм	д, мкм	L, мм	д, мкм	мм
Долбежные, ход долбяка, мм: До 200	**16**	^обр	**16**	^обр	–	–	–	–
Св. 200 до 500	**25**		**25**					
CBU 500 до 1000	**32**		**32**					
. 1000	**50**		**50**					

[1] **Обработанной боковой поверхности к верхней или к основанию.**

[2] **Верхней обработанной поверхности к основанию.**

• **Боковых обработанных поверхностей между собой.**

Продолжение табл. 4.23

Станки			I[1]		//[2]		n[3]	
	А, мкм	L, мм	А, мкм	L, мм	А, мкм	£, мм	А, мкм	мм
Поперечно-строгальные с наибольшей длиной хода ползуна, мм: До 250	10...20*	^Обр		–m.	20	^обр	30	^обр
Св. 250 до 500	20...30				30		40	
Св. 500 до 1000	30...40				40		70	
Продольно строгальные	20	1000	20 30	300 500	20 30 40 50 60 80	До 1000 . 2000 „ 3000 „ 4000 „ 6000 . 8000	–	–

[4] Большие величины относятся к боковой поверхности, меньшие — к верхней.

Таблица 4.24. Станки протяжные общего назначения

Типы станков			Допускаемые отклонения J_*		/, мм
			д, мкм	L, мм	
Горизонтальные		От 0,63 до 5 Св. 5 до 40 ,40 w 160	60 80 100	200	20 40 80
Вертикальные	Для внутреннего протягивания	От 0,63 до 5 Св. 5 до 40 . 40 . 160	40 60 80	200	20 40 80
	Для наружного протягивания	От 0,63 до 5, Св. 5 до 40 . 40 „ 160	30 40 50	300	–

[1] Оси отверстия к торцевой плоскости, *P* — тяговое усилие.

4.2. РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Режущий инструмент, применяемый нри обработке деталей на станках, подразделяется на несколько подгрунл, а внутри каждой из них — на виды и разновидности. Каждая разновидность режу-» щего инструмента имеет свой цифровой индекс.

Резцы являются простейшими и наиболее распространенными режущими инструментами. При работе резца его режущая часть клиновидной формы под действием силы, передаваемой механизмом станка, врезается в поверхностный слой заготовки, сжимая его*

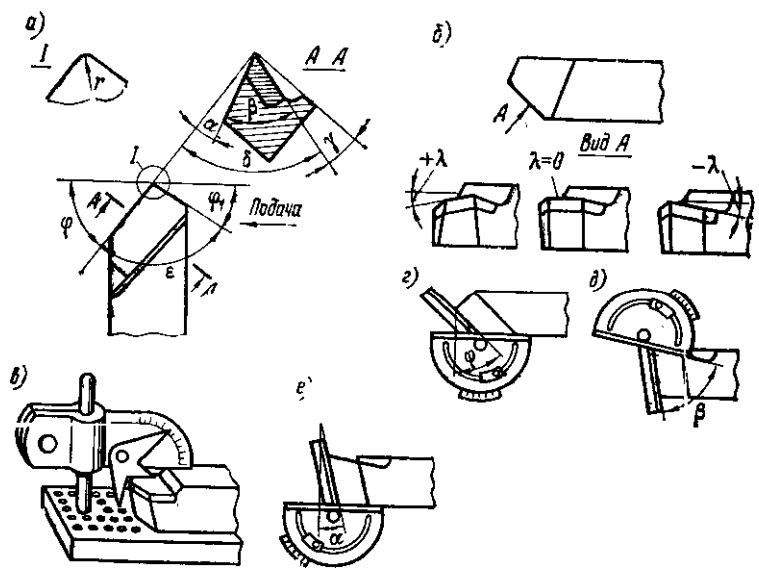


Рис. 4.17. Геометрические параметры заточки резца *(а, б)* и схема контроля углов универсальным *(г, д, е)* и специальным *(в)* угломерами

В этом сжатом слое возникают внутренние напряжения. Когда при движении резца они превысят напряжения, допускаемые силами сцепления между молекулами материала, сжатый элемент сколется и сдвинется вверх по передней поверхности резца. При движении резец сжимает, скалывает и сдвигает очередные элементы материала, образуя стружку. Расположение передней и задней плоскостей режущего клина относительно обрабатываемого материала зависит от геометрии заточки этого клина (режущей части инструмента).

Для определения углов заточки режущего инструмента устаная* ливают координатные (исходные) плоскости: основную и плоскость резания.

Основной называют плоскость, параллельную продольной и поперечной подачам. У токарных резцов с призматическим сечением державки за основную плоскость принимают нижнюю опорную до« верхность резца.

Плоскостью резания называют плоскость, перпендику*/гарную основной плоскости и проходящую через главную режущую кромку резца.

Главные углы резца измеряются в главной секущей плоскости, перпендикулярной проекции главной режущей кромки на основную плоскость (рис. 4.17).

Главный задний угол а — угол между касательной **к** главной задней поверхности резца в данной точке режущей кромки и плоскостью резания. Задний угол нужен для того, чтобы уменьшить трение задней поверхности инструмента об обрабатываемую заготовку.

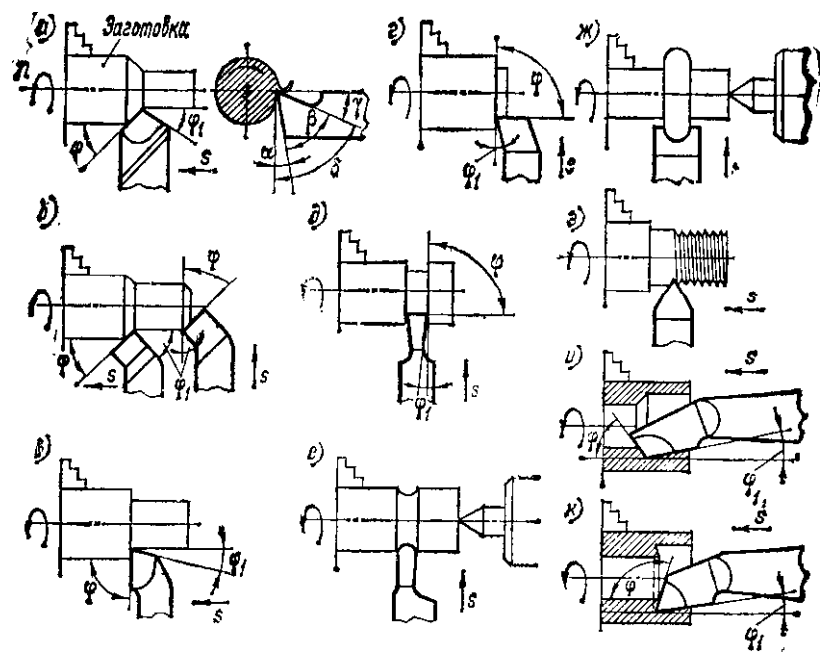


Рис. 4.18. Токарные резцы.
***а* — проходной прямой; *б* — проходной отогнутый; *в* — проходной упорный; е — подрезной; *д* — отрезной; *е* — прорезной; *ж* — фасонный; *з* — резьбовой; *и* — расточной проходной; *к* — расточной упорный**

Угол заострения р — угол между передней и главной **задней** поверхностями резца. От этого угла зависит прочность ре**жущей** части инструмента.

Передний угол *у* — угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания и проходящей через главную режущую кромку резца. Этот угол необходим для уменьшения силы резания, а также силы трения сходящей стружки о переднюю поверхность резца.

Угюл резания 6 — угол между передней поверхностью рез**да** и плоскостью резания.

Вспомогательные углы резца ctj, Yi и Pi измеряют во вспомогательной секущей плоскости и определяют по аналогии с главными углами.

Углы в плане измеряют в основной плоскости. Главный угол в плане ф — угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Вспомогательный угол в плане <pi — угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением, обратным направлению подачи.

Угол при вершине в плане е— угол между проекциями режущих кромок на основную плоскость. •

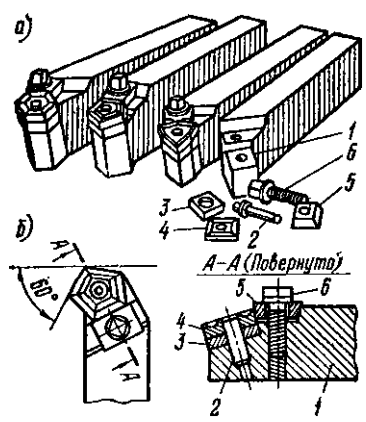


Рис. 4.19. Резцы с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин:

а — общий вид; *б* — конструкция; 1 — державка; *2* — направляющий штифт; *3* — опорная пластинка; *4* — пятигранная твердосплавная пластинка; *5* — клин; *6* – винт

Геометрические параметры (углы заточки) любого режущего инструмента (фрез всех видов, сверл, разверток и др.) определяют так же, как и для резцов.

Токарные резцы (рис. 4.18, 4.19) классифицируются по разным признакам, основными из которых являются назначение резца и способ крепления режущей части. Ббльшая часть токарных резцов стандартизована (табл. 4.25). Стандартизованы также пластины твердого сплава, применяемые в резцах и других инструментах (табл. 4.26).

Спиральное сверло является двузубым режущим инструментом, предназначенным для сверления. Сверла классифицируют по ряду признаков: по форме хвостовика — с цилиндрическим или коническим хвостовиком; по материалу режущей части — из углеродистой или легированной инструментальной стали, из быстрорежущей стали, с режущей частью из твердого сплава; по форме обрабатываемого отверстия — цилиндрические, конические, центровочные, ступенчатые, многогранные; по длине сверла — длинные, короткие, с укороченной рабочей частью; по направлению стружечных канавок — с правой спиралью, с левой спиралью, с косыми канавками, с прямыми канавками и т. д.

В геометрии заточки сверла (рис. 4.20) важными элементами являются: угол при вершине 2ф, который в зависимости от обрабатываемого материала принимается равным от 50...90° до 135... 140°, и форма заточки перемычки а, которая может быть нормальной или подточенной с целью уменьшения сопротивления резанию при сверлении. Ббльшая часть конструкций сверл стандартизована (табл. 4.27).

Зенкеры — инструменты для обработки предварительно просверленных отверстий или отверстий, полученных в отливках или поковках. Зенкеры разделяются на хвостовые и насадные, цельные (монолитные) и сборные (со вставными ножами), быстрорежущие и твердосплавные (рис. 4.21). По количеству рабочих перьев раз-

дичают трех- и четырехперые зенкеры; иногда применяют двуперые еенкеры (ножи).

З е н к о в к а — многолезвийный инструмент, разновидность зен-Яера, используемый для обработки фасок (конические зенковки) и опорных поверхностей под крепежные детали (рис. 4.22). Большая часть зенкеров и зенковок стандартизована (табл. 4.29 и 4.30).

Развертка — многолезвийный размерный инструмент для точной чистовой обработки отверстий. Развертки подразделяют на машинные (станочные) и ручные (слесарные), хвостовые и насадные,

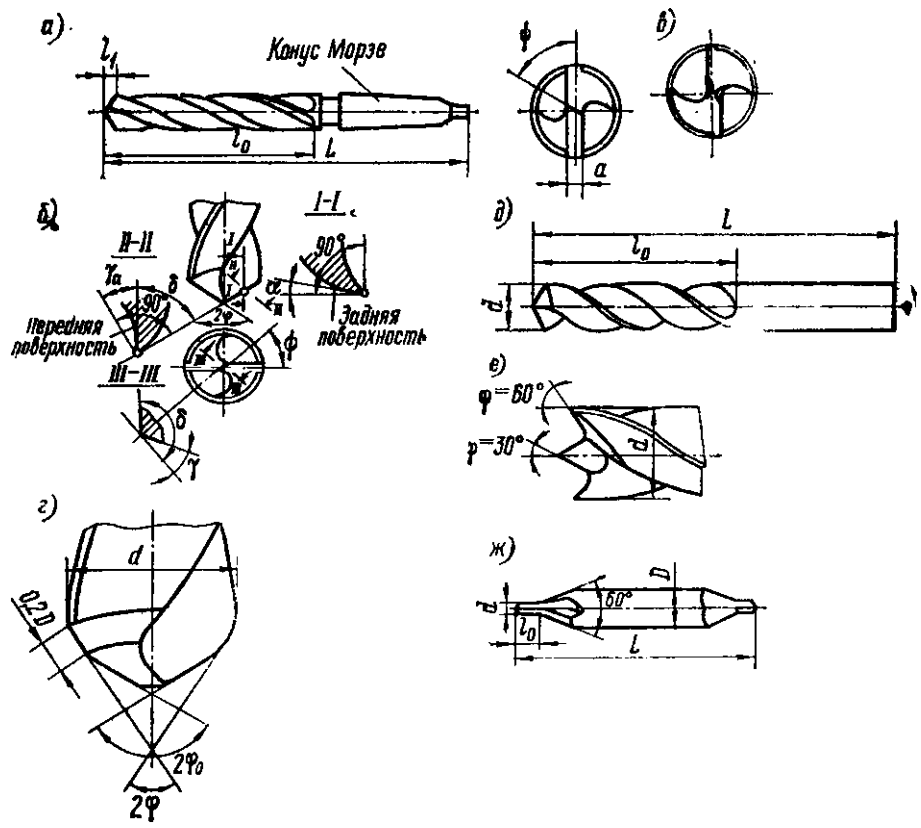


Рис. 4.20. Сверла:
в — с коническим хвостовиком; **б** — геометрия заточки; *в* — вид на сверло **с** подточенной перемычкой; *г* — двойная заточка; *д* — сверло с цилиндрическим хвостовиком; *е* — форма заточки сверла для обработки слоисты* пластиков и дерева; *ж* — центровочное сверло; — диаметр; Л — длина режущей части; ^ — рабочая часть; *L* — общая длина сверла; Ф — угол наклона поперечной кромки

дельные и сборные, из углеродистой или быстрорежущей стали и твердосплавные, цилиндрические и конические, с прямыми и вин» товыми канавками. На рабочей части / развертки (рис. 4.23) различают направляющий конус, режущую н калибрующую части. Направляющий конус /4 облегчает ввод развертки в отверстие. Ре* жущая часть *1* имеет остроза-гоченные зубья, кбторые и осуществляют резание. УгоЛ' 2<р заточи» рабочей части в зависимости от

обрабатываемого материала принимается равным от 4 до 30°. Калибрующая часть l_2 — цилиндрический участок развертки, служащий для направления ее в отверстии и для калибровки последнего. Зубья на этом участке имеют шлифованные ленточки шириной 0,05...0,2 мм. Для облегчения вывода развертки из отверстия на калибрующей части выполняется обратный конус /3: диаметр в сторон^ хвостовика уменьшают на 0,04^.0,08 мм. Угловой шаг 6 между зубьями развертки делается неравномерным, что способствует по-

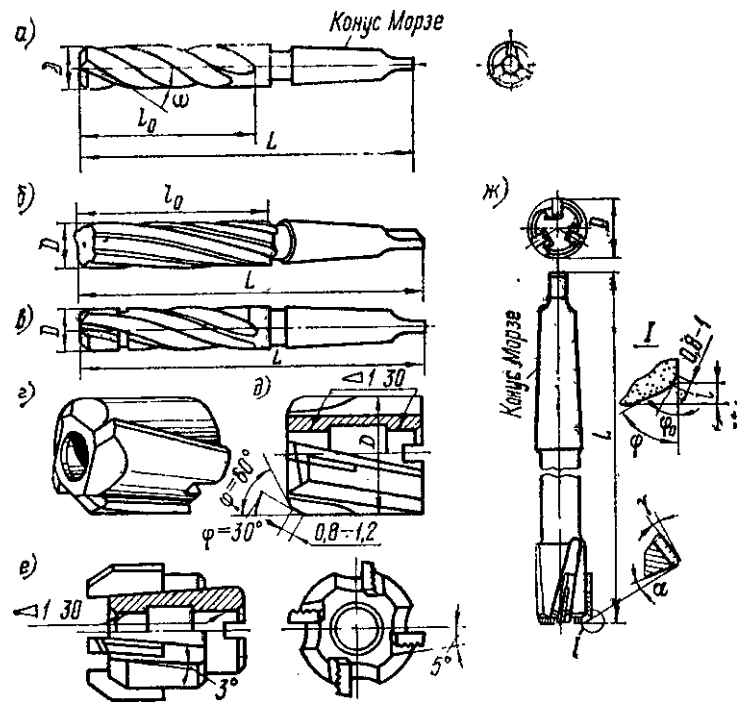


Рис. 4.21. Зенкеры:
а — хвостовой трехперый; *б* — хвостовой четырехперый; *в* — хвостовой с пластинками твердого сплава; * — насадной цель* ный; *д* — насадной с пластинками твердого сплава; *в* — на« садной со вставными ножами; *ж* — хвостовой с вставными ножами, оснащенными пластинками твердого сплава; *D* — диа« метр; f_0 — длина рабочей части; *L* — общая длина; «о — угол наклона винтовой канавки

лучению отверстия без огранки. Развертки рекомендуется закреплять в специальных (плавающих) патронах, обеспечивающих самоустановку инструмента по обрабатываемому отверстию;

Большинство конструкций разверток стандартизовано {табл. 4.28).

Метчик — инструмент для образования внутренней резьбы. Диаметр d_t шаг и угол профиля резьбы метчика соответствует аналогичным в нарезаемой резьбе. Продольные стружечные канавки на метчике в пересечении с витками его резьбы образуют резьбовые гребенки на трех или четырех режущих перьях инструмента. На его режущей (заборной) части *1* (рис. 4.24) высота зубьев постепенно повышается, По мере ввинчивания метчика в отверстие каж«

ДО

дый зуб срезает небольшую часть припуска; при этом образуются резьбовые канавки. После прохода режущей части резьба приобрел тает полный профиль.

Для облегчения резания зубья на режущей части метчика заты* лованы, т. е. имеют переменный задний угол а. Средняя (калибру- ющая) часть метчика $/_{к}$ не имеет затыловки (а=0). Она служит для направления метчика по резьбе и для зачистки (калибровки) ее профиля. После затупления метчик затачивается по передним поверхностям режущих гребенок под углом Yi ^{T}- е. по дну стру- жечной канавки.

Метчики подразделяют на машинные (станочные), ручные (слесарные) и гаечные (с удлиненным хвостовиком), а также для цилиндрической и конической резьб. Ручные метчики применяют комплектом из двух или трех штук, между которыми распределяется припуск на обработку. Для отличия метчиков комплекта на хвостовике каждого из них нанесено соответствующее количество кольцевых рисок.

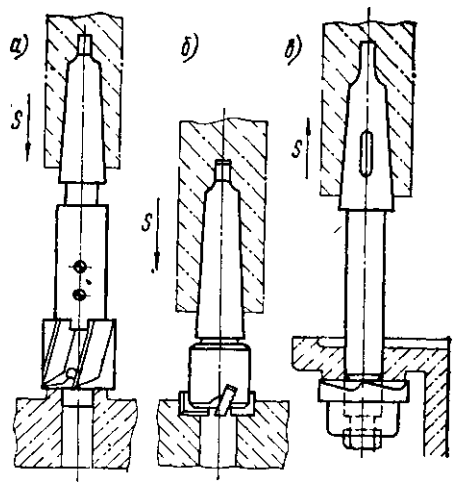


Рис. 4.22. Обработка опорных поверх* ностей зенковками:
д-—с направлением; *б* — без направления: *в* — на обратной подаче

Большинство конструкций метчиков стандартизовано (табл. 4.30).

Плашки (рис. 4.24, б) применяют для нарезания наружной резьбы или калибровки наружной резьбы крупного шага, предварительно нарезанной резцом. Режущие гребенки перьев плашки образуются в пересечении резьбы ее центрального отверстия с тремя или четырьмя отверстиями, смещенными относительно оси на некоторую величину (рис. 4.24, *в).* Резьбовая часть в центре плашки имеет полный профиль, она калибрует нарезаемую резьбу. Режущая часть с боков плашек, как и у метчиков, выполнена под некоторым углом. Конструкции плашек стандартизованы (табл. 4.30).

Для нарезания резьб используется и другой инструмент: резцы, резьбонарезные головки с самооткрывающимися гребенками, резьбо* вые фрезы и т. д.

Фрезы (рис. 4.25...4.27) классифицируются по технологическому и конструктивному признакам. По первому признаку различают фрезы для обработки плоскостей, пазов, шлицев, фасонных поверх-», ностей, зубчатых колес и резьб, тел вращения, для разрезки и т. д« Конструктивно фрезы различают: по направлению зуба — с пря- мыми, наклонными, винтовыми и разнонаправленными зубьями; по его конструкции — с острозаточенными и затылованными зубьями; по внутреннему устройству фрезы — цельные, составные, со встав* ными зубьями, сборные (разборные) головки; по способу крепле-

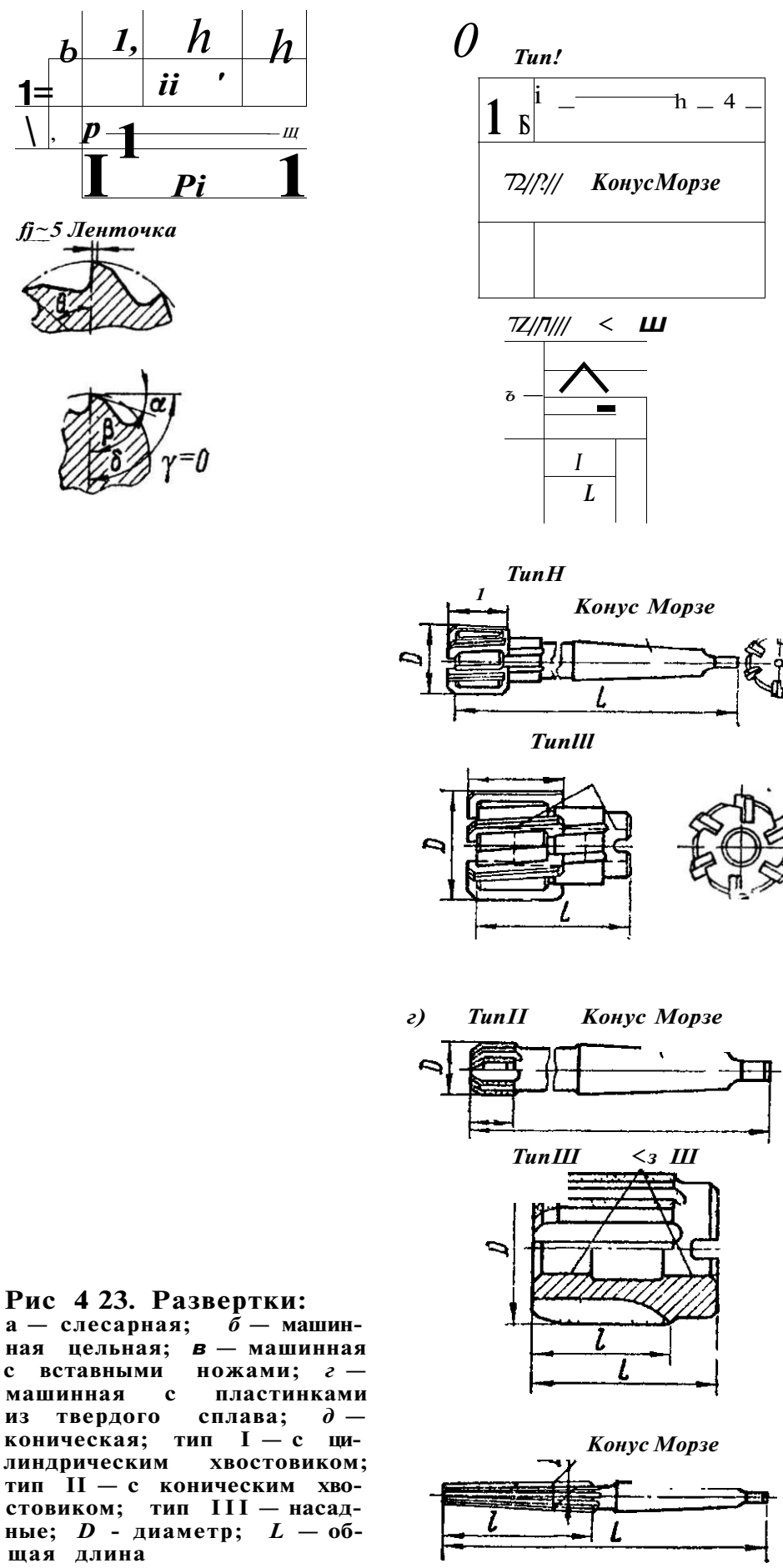


Рис 4 23. Развертки:
а — слесарная; *б* — машинная цельная; *в* — машинная с вставными ножами; *г* — машинная с пластинками из твердого сплава; *д* — коническая; тип I — с цилиндрическим хвостовиком; тип II — с коническим хвостовиком; тип III — насадные; *D* - диаметр; *L* — общая длина

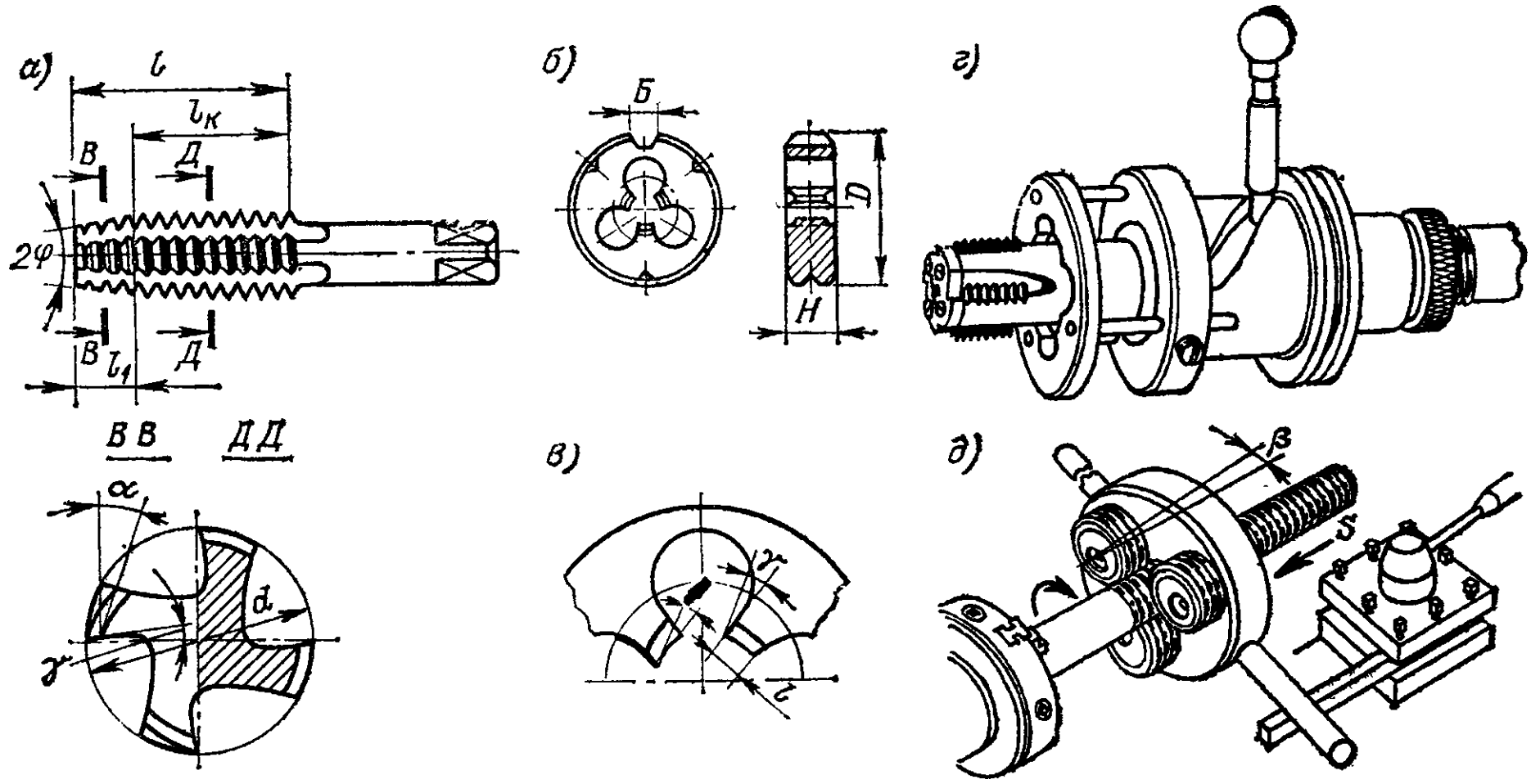


Рис. 4.24. Резьбонарезной инструмент
а — метчик; *б* — плашка; *в* — геометрия заточки плашки, *г* — резьбонарезная головка; *д* — схема накатывания резьбы

ния — с отверстием (насадные), концевые (хвостовые) с цилиндрическим или коническим хвостовиком.

Геометрические параметры режущей части фрезы определяются углами заточки ее зубьев. Эти углы принимаются такими же, как углы резца, но измеряются в различных плоскостях (рис. 4.25, б).

Большинство конструкций фрез стандартизовано (табл. 4.31).

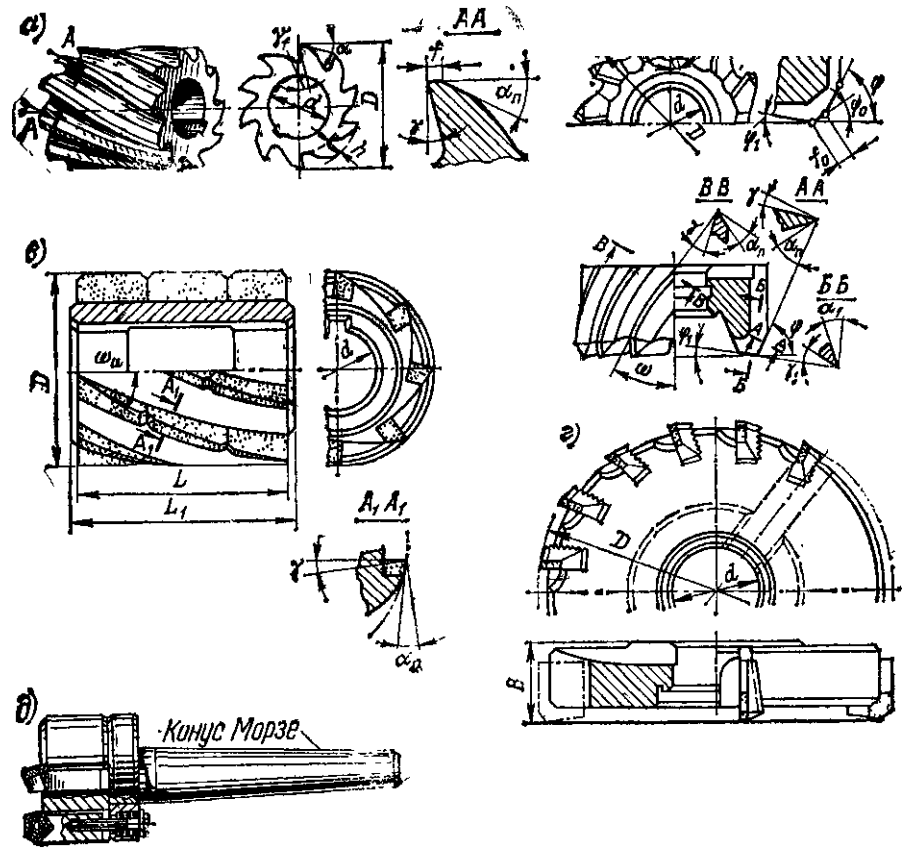


Рис. 4.2& Фрезы:
а — цилиндрическая насадная цельная; б — торцевая насадная цельная*
в — цилиндрическая насадная, оснащенная пластинками твердого сплава;
г — торцевая сборная насадная со вставными ножами; д — торцевая с механическим креплением пятигранных твердосплавных пластин

Абразивный инструмент определяется рядом характеристик, в частности видом шлифовального материала и его зернистостью, а также твердостью, структурой и связкой (ГОСТ 21445—75). Абразивный инструмент изготовляется в виде кругов и головок различной формы и размеров (ГОСТ 2424—75, 17921—72, 21963—76, 2447—76 и др.), шлифовальных сегментов (ГОСТ 2464—75) и брусков (ГОСТ 2456—75). В качестве шлифовального материала в абразивном инструменте применяют (табл. 4.32) электрокорунд различных марок, монокорунд, карбид кремния, кубический нитрид бора и алмазы — природные (А) и синтетические (АС).

Зерна шлифовального материала по размерам (зернистость) подразделяются на следующие группы (по ГОСТ!

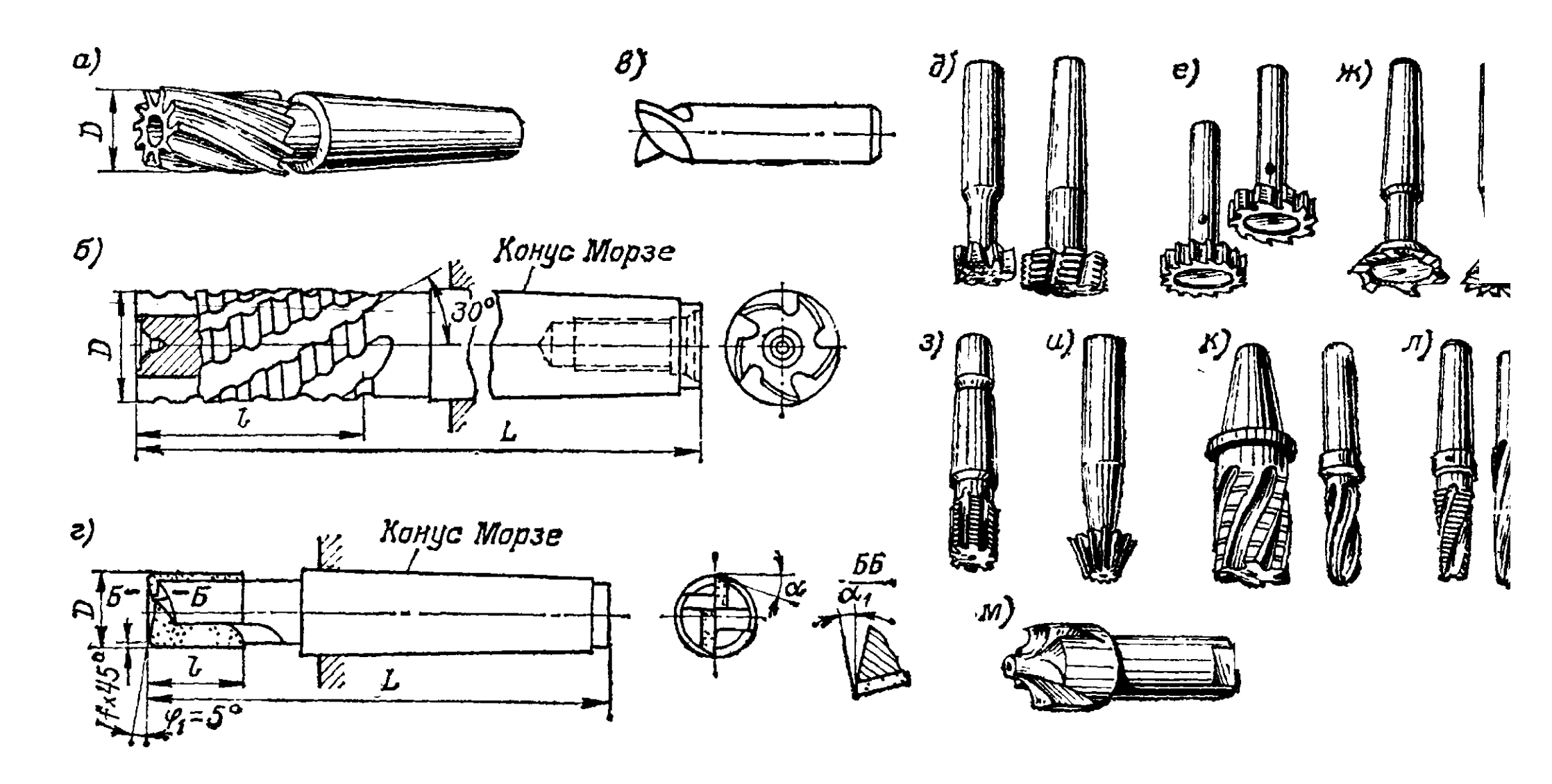


Рис. 4.26. Фрезы хвостовые:

а — концевая с коническим хвостовиком; *б* — обдирочная; *в* — шпоночная; *г* — концевая, оснащенная пластин камн твердого сплава; *д, е* — пазовые 'для обработки Т-образных пазов; *ж* — угловые для пазов; з — гре бенчатая; *и* ^-угловая для снятия фасок; к, *л*« кодировальные; *и* ** пальцевая модульная

3647—80): шлифзерно 200...16 размером 2500...160 мкм; шлифпорошки 12...3 размером 160...28 мкм; микропорошки М63...М5 размером 63...5 мкм. Дополнительным индексом — В, П, Н, Д — определяется содержание (в %) основной фракции, которая может составлять 60...36%.

Твердость абразивного инструмента характеризуется свойством сопротивляться нарушению сцепления между зернами невязкой при сохранении характеристик инструмента в пределах установленных норм (табл. 4.33).

Структура абразивного инструмента определяется соотно* шением в нем объемов шлифовального материала, связки и пор (табл. 4.34). Связка характеризует твердость и прочность инструмента. Области применения инструментов с различными связками указаны в табл 4 35.

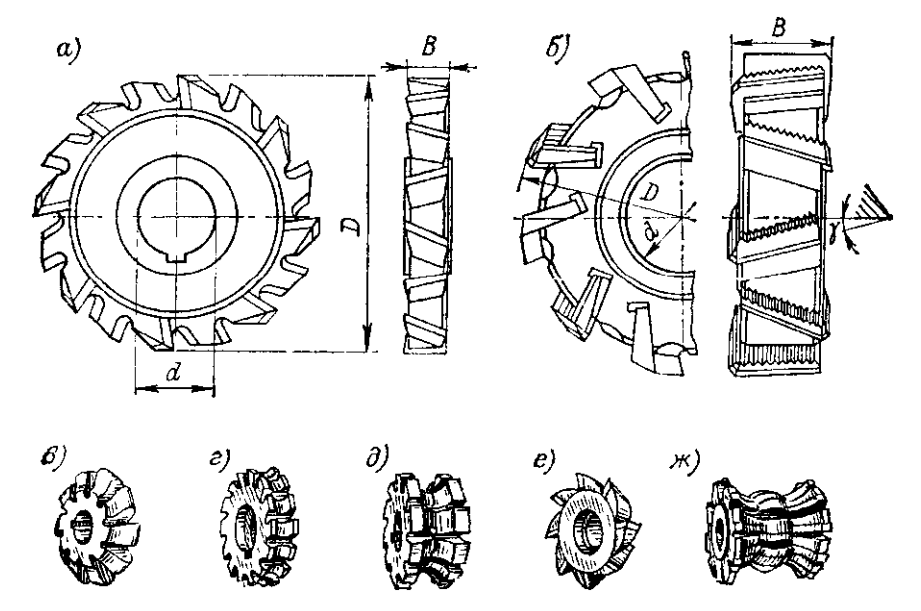


Рис. 4.27. Фрезы:
а — дисковая цельная трехсторонняя; *б* — дисковая сборная трехсторонняя со вставными ножами; *в* — дисковая полукруглая выпуклая; *г* — дисковая полукруглая вогнутая; *д* — фасонная; *в* — угловая; *ж* — составная фасонная

Абразивные круги характеризуются неуравновешенностью массы. По ГОСТ 3060—75 установлено четыре класса неуравновешенности (1, 2, 3 и 4) для различных инструментов. Допустимые неуравновешенные массы контролируются на станках для статической балансировки. ГОСТ 3060—75 распространяется па круги в состоянии поставки и не относится к кругам в сборе с фланцами для установки на станок. Допустимая скорость кругов $и_{кр}$ 01ранпчивается прочностью абразивного инструмента. На каждом абразивном инструменте указывается его характеристика.

Пример условного обозначения круга плоского прямого профиля размером 300x20x127 из электрокорунда белого марки 24А, зернистостью 25, твердостью СТ2, структурой 6 на керамической связке: ПП 300x20x127 24А СТ2 6 К. Кроме этого, указывают завод-изготовитель, класс инструмента по точности размеров и фор* мы, класс неуравновешенности и допустимую скорость круга.

Таблица 4.25. Резцы

Наименование	ГОСТ	Индекс[1]
Токарные проходные с пластинками из твердого сплава		
Отогнутые	18877—73	2102—
Прямые	18878—73	2100—
Упорные прямые (отогнутые)	18879—73	2101—(2103-
Подрезные отогнутые	18880—73	2112—
Чистовые широкие	18881—73	2120—
Для обработки пластмасс	21407—75... 21413-75	3146—
Токарные с пластинками из твердого сплава		
Расточные для сквозных отверстий	18882—73	2140—
То же, для глухих отверстий	18883—73	2141—
Отрезные	18884—73	2130—
Резьбовые	18885—73	2600[2]— (2662—) 2664 (2666—)
Токарные сборные с механическим креплением многогранных твердосплавных пластинок		
Для контурного точения	20872—75	2101—
Для наружной метрической резьбы	20873—75	2660—
Расточные	20874—75	2145—
Автоматно-револьверные	20875—75	2103—
Проходные	21151—75	2102—
Проходные для пластин без отверстия	23075—78	2100—
То же, подрезные	23076—78	2110—
Токарные с пластинками из быстрорежущей стали		
Проходные отогнутые	18868—73	2102—
То же, прямые	18869—73	2100—
То же, упорные	18870—73	2101—
Подрезные торцевые	18871—73	2112—
Расточные для сквозных отверстий	18872—73	214С—
То же, для глухих отверстий	18873—73	2141—
Прорезные и отрезные	18874—73	2120— 2130—
Фасонные	18875—73	2660— (2662—)
Резьбовые	18876—73	2664— (2666—)

[1] Индекс разновидности по принятой классификации.
[2] Для метрической резьбы наружной (внутренней).
[8] Для трапецеидальной резьбы наружной (внутренней).

Таблица *4J21L* Пластинки твердых сплавов

Наименование	гост»
Классификация. Система обозначений. Формы	19042—80 (СТ СЭВ 555—77)
Пластинки режущие сменные многогранные твердосплавные	
Трехгранной формы	19043—80...19046—80
То же	24247--80, 24250-**30,** 24251—89
Шестигранной формы	19047—80, 19048—80, 19067—80, 19068—80
Квадратной формы	19049—19053—80
То же	24248—80, 24253-30, **24252—80**
Ромбической формы	19054—73... 19057—80
То же	19059—80, 19060—73, 24249—80
То же	24254—S0...24257—80
С радиусной режущей кромкой	19058-73
Параллелограммной формы	19061—30, 19062—80
Пятигранной формы	19063—80... 19066—80
Круглой формы	19069—80...19072-30
Опорные (всех форм)	19073—80.. .19083—80
Для токарных резцов форм 61, 62, 66, **67, 70**	21698—76...21701—76
Стружколомы сменные	19084—80, 19085—80

[1] Ряд ГОСТов соответствуют СТ СЭВ 550—77, 551—77, 552—77. 553-77, 554-77,

Таблица 4.27. Типы стандартных спиральных сверл и их основные размеры

Сверла	ГОСТ	Основные размеры, мм			Индекс[1]
		d	*L*		
С цилиндрическим хвостовиком:					2300—
длинная серит	, 886—77	1...20	56..J254	33^.166	
средняя серии	10902—77	0,3-20	19...205	3...140	
короткая серия	4010—77	0Д..20	10...131	3...66	
G цилиндрическим хвостовиком для труднообрабатываемых материалов:					2302—
средняя серия	20695—75	3...10	60...135	32...90	
короткая серия	20694—75	3...10	45...90	16...45	
О коротким цилиндрическим хвостовиком, длинная серия	12122—77	1...9.5	48...155	25-.110	2300—
Малоразмерные с утолщенным цилиндрическим хвостовиком	8034—76	0,1...1,5	14...32	0Д..9	2309—
С коническим хвостовиком:					2301—
средняя серия	10903—77	6...30	140...515	60...260	
удлиненные	2092—77	6...30	225...395	145...275	
длинные	12121—77	6...30	160...350	80...230	
С коническим хвостовиком для труднообрабатываемых материалов*					2302—
средняя серия	20697—75	6...20	140...240	60...140	
короткая серия	20696—75	6...20	105...180	30...80	
С коническим хвостовиком цельные твердосплавные	17276-71	6...12	• 20.Л70	40...70	2301—
Цельные твердосплавные:					
средняя серия	17275—71	3.Л2	55...120	24...70	2309—
короткая серия	17274—71	1..Л2	32...100	6...50	2300-
укороченные	17273—71	1...12	45...110		2300—

Продолжение табл. 4.27

Сверла	ГОСТ	Основные размеры, мм				Индекс[1]
Конические с конусностью 1 :50 с хвостовиком:						
цилиндрическим	**18201— 72**	**3..Л0**	**80...300**			**2314—**
коническим	**18202— 72**	**12...32**	**290...545**			
С пластинками из твердого сплава с хвостовиком:						
цилиндрическим	**22735— 77**	**5...16**	**86... 178**	**52...120**		**2300—**
коническим	**22736— 77**	**10...30**	**168...324**	**87...175**		**2301-**
Центровочные комбинированные:	**14952—75**					**2317—**
тип I		**1...10**	**31Д..100**	**1,6...15,7**		
. II		**1..Д3**	**40... 100**	**1Д..9,8**		
• III		**0Д..2,5**	**20...45**	**1,3.. .3,6**		
. IV		**0Д..10**	**31Д..100**	**2Д..30**		
Для обработки термореактивных пластмасс, с хвостовиком:						
цилиндрическим	**21416— 75**					**3300—**
коническим	**21417— 75**					
То же» оснащенные пластинками твердого сплава, с хвостовиком:						
цилиндрическим	**21418— 75**					**3302—**
коническим	**21419— 75**					
Для обработки пластмасс перовые	**21420-75**					**3310—**
Твердосплавные для сверления отверстий в печатных платах:						
короткая серия	**22093— 76**					**2302—**
длинная серия	**22094— 76**					

Обозначении} d —диаметр, мм; L — общая длина, мм; 4>— длина рабочей части» мм.

[1] **Индекс разновидности но принятой классификации.**

Т а б л и ц а 4.28. Основные размеры стандартных развертои

Развертки	ГОСТ	, Основные размеры, мя				Индекс[1]
		D	*L*	*1*	*d*	
М а ш и н н ы е						
Цельные с хвостовиком: цилиндрическим коническим насадные	1672—80	 3».9 10...32 25...50	 60... 100 140...240 30...42	 10...16 16...25 22...30	 13...22	2363—
С вставными ножами: с коническим хвостовиком насадные	883—80	 32...50 40...100	 240...315 45...70	 32...50 28...40	 16...40	2364—
Оснащенные пластинками из твердого сплава с хвостовиком: цилиндрическим коническим насадные	11175—80	 6..9 10...32 32...50	 90...100 140...240 40...55	 15 15...22 30	 137.22	2363—
Сборные насадные с привернутыми ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава	11176—71	52...300	50...100	30...55	19-.80	2364—

Индекс разновидности по принятой классификации.

Продолжение табл. 42В

Развертки	ГОСТ	Основные размеры, мм				Индекс[1]
		D	*L*	*l*	*d*	
С удлиненной рабочей частью с хвостовиком: цилиндрическим	11172—70	3...I0	80...140	25...80	–	2363—
коническим;						
длинные		8...36	135..,380	100...210		
короткие		&.36	145...295	60.Л30		

Машинные для обработки деталей из легких сплавов

С цилиндрическим хвостовиком	19267— 73	2363—
С коническим хвостовиком	19268— 73	2363—
Твердосплавные:		2363—
с цилиндрическим хвостовиком	19269— 73	
с коническим хвостовиком	19970^73	

Машинные с твердосплавными пластинками для обработки деталей из нержавеющих и жаропрочных сталей и сплавов

Оснащенные пластинками	21525— 76	2363—
Насадные	21526—76	2363—
С вставными ножами	21537—76	2364—

		Ручные				
ДйлйндрМческие Разжимные	7722—77 **3509—71**	l.„60; **6**...5Q	40...360 **100...380**	I8...180 45..Д50	–	2360- **2362—**
		Конические				
С<J1:80 с ХйОсЧЮвйком:						2370—
цилиндрическим	**11177—71**	**0Д..60**	**42...450**	**21...355**	–	
коническим	**10081—71**	**6...30**	**160...490**	**80...335**		
С<J1: 30 с хвостовиком:						
цилиндрическим	**11184—71**	**13...60**	**120>..2?0**	**80...184**		**2372—**
коническим	**10082—71**	**13...100**	**160...460**	**80...216**		**2373'" •**
С<|1:10	**11179—71**		**160...300**	**90...180**	–	**2372—**
С « 1:7	**11180—71**		**100...240**	**60..Л45**		**2372—**
С 0 1:16	**6226—71**		**100...230**	**20...52**		**2373**
Под конус Морзе с хвостовиком з						
Цилиндрическим	**11182—71**	–	**95...310**	64,..205		**2372—**
коническим	**10079—71**		**140...385**	**64...205**		**2373—**
Под метрические кОйусй (1:20) с хвостовиком:						
цилиндрическим	**11183—71**	–	**50...385**	**32...260**		**2372—**
коническим	**10080—71**		**105...505**	**32^260**		**2373—**
Под укороченные конусы Морзе	**11181—71**		**55.Л70**	**24...90**		**2372**

Обозначения: А-«диаметр развертки; *L* — общая длина; I — длина рабочей части; d — диаметр отверстия насадной раваертЮк

g **Таблица 4.29. Типы стандартных зенкеров и их основные размеры**

Зенкеры	ГОСТ	Основные оазмеры, мм				Индекс'
		D	*d*		/ o	
Оснащенные пластинками из твердого сплава: с коническим хвостовиком насадные	3231—71	14...50 32...80	13...32	180...335 40...65	85...210	2320—
Цельные (из быстрорежущей стали): с коническим хвостовиком Насадные	12489—71	10...40 32...80	13...32	160...350 30...52	80...200	2320— 2323 2— 2320—
Насадные с вставными ножами: из быстрорежущей стали из твердого сплава: с коническим хвостовиком насадные	2255—71 12510—71	50... 100 32...50 50...100	22...40 22...40	60...76 262...308 58..J4	40...45	2321—
Для обработки легких сплавов						
Насадные	21584— 76	36...80	16...32	50...80		2320— 2323 2—
Насадные с твердосплавными пластинками	21585— 76	36...80	16...32	50...80	–	2320—

С коническим хвостовиком торцевые	21532—76	10.34		168...339	87^.190	2323—*
С коническим хвостовиком	21581—76	10..35	–	168...339	87..Л90	2320—
С цилиндрическим хвостовиком	21579— 76	3..9		61.Л25	33...81	2320—
С цилиндрическим хвостовиком торцевые	21580— 76	3..9		61...125	33...81	2323—
С коническим хвостовиком, оснащенные пластинками твердого сплава	21583—76	18...35		228...339	130..Л90	2320—
Для обработки коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов						
Цельные твердосплавные:						2320—
с коническим хвостовиком	21544—76	8...12	–	156...182	18...22	
: цилиндрическим хвостовиком	21543—76	ЗЛО		61..ЛЗЗ	12...20	
С вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава:	21541—76					2321—
с коническим хвостовиком		30..50		262...308	40...45	
насадные		50...80	22.*. 32	58...6Э		
Оснащенные твердосплавными пластинками:	21540—76					2320—
с коническим хвостовиком		12...50		182...369	10U.220	
насадные		32...80	1б3ю	50-90		

Обозначения: *D* — диаметр; *d*—диаметр отверстия для насадных инструментов и под направляющие штифты; *L* — общая длина; / — длина рабочей части.

-Индекс разновидности по принятой классификации*
Для глухих отверстий.

Iff блица 4.30. Зенковки, метчики, плашки

Инструмент	ГОСТ
Зенковки	
Цилиндрические для обработки опорных Поверхностей под крепежные детали	15599— 70
То же, с пластинками из твердого сплава	15600— 70
Конические	14953-80
Метчики	
Гаечные	1604-71
Машинно-ручные	3266—71
Гаечные с изогнутым хвостовиком	6951—71
Машинные для метрической резьбы диа-Иетром от 0,25 до 0,9 мм	8859—74
Для круглой резьбы	14713—69
Машинно-ручные с шахматным расположением зубьев для обработки нержавеющих II жаропрочных сталей	17927— 72
То же, гаечные	17929— 72
Машинно-ручные с шахматным расположением зубьев для обработки легких сплавов	17928— 72
Машинные с укороченными канавками	17931— 72
То же, для обработки легких сплавов	17930— 72
Машинные с винтовыми канавками	17932— 72
То же, для обработки легких сплавов	17933— 72
Бесстружечные машинно-ручные	18839— 73
Бесстружечные гаечные	18840— 73
То же, с изогнутым хвостовиком	18841— 73
Плашки	
Круглые	9740—71
Для метрической резьбы диаметром от 0^15 до 0,9 мм	8860—74
Для круглой резьбы	14714—69
Для конической резьбы	6228—80Е

[1] Индекс разновидности по принятой классификации,

ш

Таблица 4.31. Основные типы стандартных фрез

Фрезы	ГОСТ	Д мм	Индекс'
Цилиндрикческие			
Цельные с зубьями:	3752—71		2200—
мелкими		40..Л00	
крупными		50...100	
Оснащенные винтовыми пластинками из твердого сплава	8721-69	63.Л25	
Торцевые цельные насадныв			
С мелкими зубьями	9304—69	40... 100	2210—
С крупными зубьями		63.Л0О	
Для обработки* легких сплавов	16222— 70	50...80	
Торцевые сборные насадные с вставными гожамф			
Из быстрорежущей стали	1092—80	80...250	2214^
Оснащенные твердым сплавом*			
с крупными зубьями	24359—80	100...630	
для обработки легких сплавов	16223— 70	100...315	
с мелким» зубьями	9473—80	, 80.^630	
для труднообрабатываемых сталей и сплавов	20540—75	100...200	
с механическим креплением пятигранных твердосплавных пластинок	22085—7$		
то же, повышенной жесткости	20861—75>	100...200	
с механическим креплением круглых твердосплавных пластинок	22088—76	KXL.200	
Концев!*е			
Цельные с хвостовиком:			
цилиндрическим	17025— 71	3...12	2220—
коническим	17026— 71	14...63	2223—
Для обработки легких сплавов с хвостовиком:	16225— 70		
цилиндрическим		1,5...12	2220—
коническим		12...50	2223—
резьбовым, двузубые	16226— 70	*8.Л0*	2229—
коническим, радиусные	16231—70	12...50	2260—
Обдирочные с коническим хвостовиков (с торцевыми зубьями и без них)	15086—69	25...80	2225—
То же, с затылованными зубьями	4675—7Г	25...80	2225—
Конические с хвостовиком:			
цилиндрическим	18150— 72	з..Л02	2230—
коническим	18151— 72	з...402	2233—

Индекс разновидности по принятой классификация.
Наименьший диаметр усеченного конуса рабочей части фрезы.

Продолжение табл. 4.31

h Фрезы	(ГОСТ	*D*, мм	Индекс[1]
Оснащенные твердосплавными коронками с хвостовиком:			
цилиндрическим	**20533—75**	**10...14**	**2220—**
коническим	**20534—75**	**10...22**	**2223—**
резьбовым	**20535—75**	**10...22**	**2229-**
Оснащенные винтовыми твердосплавными пластинками с хвостовиком:			
цилиндрическим	**20536—75**	**10...20**	**2220—**
коническим	**20537—75**	**12Д..50**	**2223—**
коническим, удлиненные	**20538—75**	**20...50**	**2223—**
Твердосплавные (право- и леворежущие):			
дельные	**18372—73**	**3...12**	**2220—**
со стальным хвостовиком		**5...12**	**2220—**
Концевые для труднообрабатываемых сталей и сплавов: сферические грушевидные, сферические эллипсовидные, сфероцилиндрические, конические			
Твердосплавные удлиненные	**18939—73... 18943—73**	**4, 6, 8**	**2844-**
Оснащенные коронками из твердого сплава	**18944—73... 18948—73**	**10...22**	**2844—**
Цельные твердосплавные	**18934—73... ...18938—73**	**4, 6, 8**	**2844—**
Шпоночные			
Цельные с хвостовиком:			
цилиндрическим	**9140—78**	**2...25**	**2234—**
коническим		**10...40**	**2235—**
цилиндрическим, твердосплавные	**16463~80Е**	**2...12**	**2234—**
Оснащенные твердым сплавом с хвостовиком:	**6396—78**		
цилиндрическим		**10...25**	**2234—**
коническим		**12...40**	**2235—**
Цельные для пазов шпонок сегментных:	**6648—79**		
хвостовые		**4,3...48,6**	**2234—**
насадные		**59; 70**	**2250—**

Продолжение табл. 4.31

Фрезы	ГОСТ	*D*, мм	Индекс[1]
Пазовые			
Дисковые цельные с зубом:			2250—
острозаточенным	3964—69	50..Л00	
затылованным	8543—71	50...100	
Для обработки Т-образных пазов с хвостовиком:			2252—
цилиндрическим и коническим	7063—72	12Д..40	
коническим, с напаянными твердосплавными пластинками	10673—75	12Д..95	
Дисковые			
Цельные трехсторонние	3755—78	50..Л25	2240—
То же, с разнонаправленными зубьями	9474—73	63..Л25	2240—
То же, для обработки легких сплавов	16227—70	50...100	2240—
Сборные трехсторонние с вставными ножами из быстрорежущей стали	1669—78	80...315	2241—
То же, для обработки легких сплавов	16228—70	80...315	2241—
То же, из твердого сплава	5348—69	100...315	2241—
Сборные двусторонние с вставными ножами:			
из быстрорежущей стали для обработки легких сплавов (правые и левые)	16229—70	80...315	2245—
из твердого сплава (правые и левые)	6469—69	100...315	
Прорезные (шлицевые) и отрезные			
Цельные насадные:			2254—
с мелкими, средними и крупными зубьями (прорезные и отрезные)	2679—73	20...315	
для обработки легких сплавов (отрезные)	16230-70	63...200	
Для разрезки пластмасс:			3420—
дисковые цельные (разные типы)	20320-74... 20329—74		и др.
сегментные с крупным зубом	20319—74	250...400	3422—
Полукруглые			
Выпуклые	9305—69	50...130	2262—
Вогнутые		50...160	

Таблица **4.32.** Характеристика абразивных материалов и области их применения

Шлифовальный материал	Область применения
Электрокорунд (Al_2O_3) нормальный 12А, 13А, 14А, 15А, 16А	Шлифование углеродистой и легированной стали, легированной бронзы, никелевых и алюминиевых сплавов; 14А, 15А — черновое и предварительное шлифование с большими припусками на обработку, получистовое шлифование, отделочные работы шкуркой; 13А, 14А, 15А — резка металлов и их сплавов; 13А, 14А— обдирочное шлифование (зачистка литья, поковок)
Электрокорунд белый 22А, 23А, 24А, 25А	Чистовое (отделочное) и профильное шлифование, резьбошлифование легированной конструкционной стали, шлифование и заточка режущего инструмента, шлифование тонкостенных заготовок, хонингование тонкостенных заготовок, хонингование и суперфиниширование. Шлифование твердой и вязкой бронзы и высокопрочного чугуна. Резка металлов и их сплавов (23А, 24А, 25А). Доводка пастами и суспензиями заготовок из закаленной стали, цветных металлов и сплавов (23А, 24А, 25А). Отделочные работы шлифовальной шкуркой алюминиевых сплавов
Электрокорунд хромистый 32А, 33А, 34А	Шлифование с повышенными припусками на обработку, заточка быстрорежущих инструментов. Чистовое, тонкое и профильное шлифование
Электрокорунд титанистый 37А	Предварительное шлифование с повышенными припусками на обработку
Электрокорунд циркониевый 38А	Обдирочное шлифование с большими усилиями резания
Монокорунд 43А, 44А, 45А	Шлифование труднообрабатываемых сталей и материалов, инструментальной стали, заточка многолезвийного инструмента, шлифование заготовок со сложным профилем
Карбид кремния черный 53С, 54С, 55G	Предварительное, чистовое и отделочное шлифование, обдирочные работы с большими припусками на обработку заготовок из хрупких, твердых и очень вязких материалов (серый чугун, бронзовое и латунное литье, медь, мягкая бронза, твердые сплавы, неметаллические материалы — стекло, фарфор). Резка металлов и их сплавов. Для тяжелых обдирочных и зачистных работ применяют 53С

m

Продолжение табл. 4.32

Шлифовальный материал	Область применения
Карбид кремния эеленый 63С, 64С	То же, чистовое шлифование, заточка твердосплавного инструмента, хонингование и суперфиниширование. Доводка пастами и суспензиями сталей, цветных металлов и сплавов кремния, твердых сплавов
Кубический нитрид бора (эльбор) ЛО, ЛП	Шлифование труднообрабатываемых сталей, резьбошлифование, зубошлифование. Заточка инструментов из быстрорежущих сталей, Внутреннеее прецизионное шлифование, доводка, полирование и суперфиниширование закаленной стали
Алмаз А, АСО, АСР, АСВ, АСК, АСС	Шлифование твердых сплавов, заточка и доводка твердосплавного режущего инструмента. Хонингование и суперфиниширование. Доводка пастами и суспензиями твердых сплавов, закаленных сталей, керамики, ситалла, подложек из кремния, сапфира, кварца, арсенида галлия и других монокристаллов

Таблица 4.33. Степень твердости абразивного инструмента

Степень твердости	Область применения
М1, М2, М3, СМ1, СМ2 (мягкие и среднемягкие)	Плоское шлифование торцам круга (на бакелитовой связке), периферией круга (на керамической связке). Шлифование и заточка инструмента из твердых сплавов, минералокерамики, закаленных углеродистых и легированных сталей. Тонкое шлифование, резьбошлифование, зубошлифование, суперфиниширование. Шлифование цветных металлов и сплавов
СМ2, С1, С2 (среднемягкие и средние)	Чистовое шлифование (круглое, плоское, внутреннее, бесцентровое) загото« вок из закаленной стали. Шлифование резьб с крупным шагом. Обдирочное шлифование торцем круга
С2, СТ1, СТ3 (средние и среднетвердые)	Шлифование (круглое, бесцентровое, профильное, резьбошлифовальное) неза« каленных углеродистых и легированных сталей и сплавов и других вязких материалов. Плоское шлифование сегментами. Хонингование

Продолжение табл. 4.33

Степень твердости	Область применения
СТ2, СТ3, Т1.Т2 (среднетвердые и твердые)	Обдирочное шлифование, шлифование фасонных профилей, прерывистых поверхностей, отрезные работы, зачистка поковок и литья. Ведущие круги для бесцентрового шлифования, хонингование закаленных сталей
ВТ1, ВТ2, ЧТ1, ЧТ2 (весьма твердые и чрезвычайно твердые)	Силовое и обдирочное шлифование, правка абразивных кругов методом обкатки и шлифования. Шлифование заготовок с малым припуском (детали часовых механизмов), шлифование шариков для подшипников

Таблица 4.34. Структура кругов для различных видов шлифования

Номер структуры	Область применение
1...3	Шлифование заготовок с малым припуском на обработку кругами на керамической и бакелитовой связках. Обработка шарикоподшипников
3, 4	Шлифование и доводка хрупких и твердых материалов. Профильное шлифование и шлифование с большими подачами и переменной нагрузкой, резка металла
S, в	Шлифование металлов с высоким сопротивлением разрыву: круглое наружное, бесцентровое плоское периферией круга
7, 8	Шлифование вязких металлов с низким сопротивлением разрыву. Плоское шлифование торцем круга, внутреннее шлифование, заточка инструмента
9... 12	Скоростное шлифование, для уменьшения теплообразования при шлифовании, профильное шлифование мелкозернистыми кругами, шлифование резьбы, заточка твердосплавного инструмента
14...16	Шлифование неметаллических материалов, а так* же металлов с низкой теплопроводностью

Таблица 4.35/ Связки

Связка		Инструмент
Керамическая	КО	Малогабаритные круги для внутреннего шлифования
	К1, К2, К4, К5, Кб, К8	Из электрокорунда для всех видов шлифования, кроме резки материала
	К5, К7	Для скоростного врезного, профильного прецизионного шлифования -
	КЗ	Из карбида кремния для всех видов шлифования и заточки инструмента
Бакелитовая	Б	С повышенной режущей способностью для шлифования заготовок, имеющих склонность к прижогам, для зачистного и обдирочного шлифования, заточки и хонингования
	Б1	Общего назначения: для плоского и внутреннего шлифования, заточки инструментов, резки металла
	Б2	Для шлифовальных сегментов при торцевом шлифовании
	БЗ	Для резьбошлифования, резки материала и хонингования
	БУ	Для скоростного шлифования кругами, армированными стеклосеткой, с $v_{кр} < 80$ м/с
Вулканитовая	В, В1	Общего назначения: для бесцентрового шлифования, резки, профильного шлифования, хонингования незакаленных сталей
	В2	Для скоростного шлифования и резьбошлифования
	ВЗ	С повышенной режущей способностью для профильной обработки подшипников качения, чистового шлифования цилиндрических и некруглых поверхностей
Глифталевая (ГФ); поливинилформалевая (ПФ); эпоксидная		Для доводочных и полировальных работ
Металлическая, органическая, керамическая		Для алмазного инструмента различного назначения

4.3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Вспомогательный инструмент подразделяется на ряд подгрупп (табл. 4.36). Обозначают его так же, как и режущий, двумя четы* рехзначными индексами. Например, державка суппортная отогнутая левая для стержневого резца сечением 10x10 мм обозначается так: державка 6701—0004 ГОСТ 13065—67.

Конструкции вспомогательного инструмента разнообразны. Он используется при работе практически на всех станках. На токарных станках — это различные державки для крепления резцов, втулки, патроны (рис. 4.28, 4.29). В револьверных головках токарно-револь*

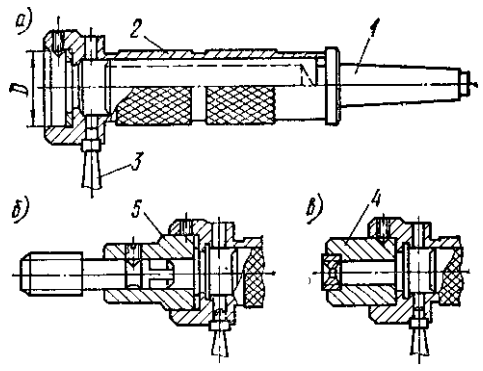


Рис. 4.28. Патрон для нарезания резьбы:
а — **общий вид;** *б* — **креп» ление метчика;** *в* — **крепле*** ние плашки; *1* — хвостовик; *2* — **корпус;** *3* — **рукоятка;** *4* — **втулка переходная для плашки;** *5* — **втулка для метчика**

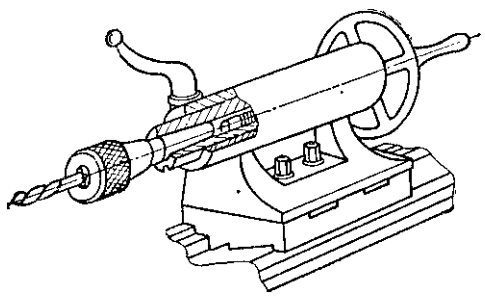


Рис. 4.29. Крепление сверла в пиноли задней бабки с помощью патрона

верных станков режущий инструмент крепят с использованием стоек, патронов, втулок и т. д. На станках сверлильной группы с помощью втулок, патронов, державок крепят сверла, зенкера, зенковки, развертки, метчики (рис. 4.30, 4.31) и т. д. Крепление фрез на фрезерных станках практически невозможно без соответствующих оправок, втулок и т. п. (рис. 4.32).

Вспомогательный инструмент подбирается к станку по уже выбранному режущему инструменту для данного перехода операции технологического процесса. Вспомогательный инструмент должен иметь, с одной стороны, установочные поверхности и элементы крепления, соответствующие режущему инструменту, а с другой — поверхности установки и элементы крепления, соответствующие посадочным местам станка, В связи с этим при его выборе необходимо:

четко определить конструкцию режущего инструмента, форму и конструктивные особенности его установочных поверхностей и эле* ментов крепления;

установить вид и характер посадочного места данного станка, форму установочных поверхностей, особенности элементов и тре« буемый характер крепления;

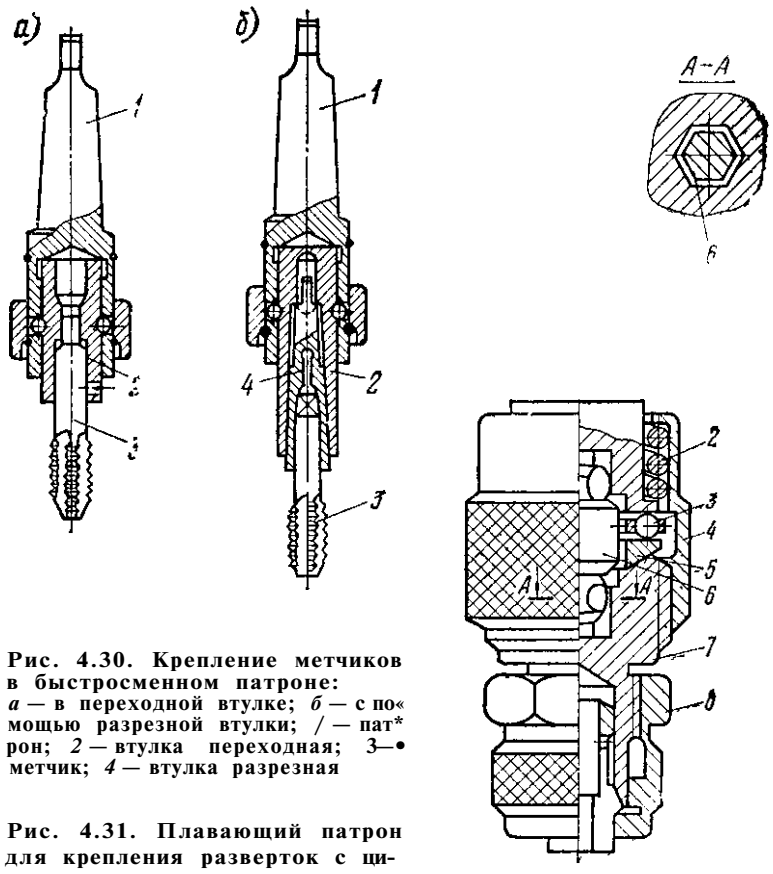


Рис. 4.30. Крепление метчиков в быстросменном патроне: *а* — в переходной втулке; *б* — с по« мощью разрезной втулки; *1* — пат* рон; *2* — втулка переходная; 3—• метчик; *4* — втулка разрезная

Рис. 4.31. Плавающий патрон для крепления разверток с ци- линдрическим хвостовиком: *1* — корпус; *2* — пружина; *3* — ша« рики; *4*, *8* — гайки; 5 — шайба; *6* — поводок; 7 — втулка

сравнить соответствующие данные установочных поверхностей и элементов крепления режущего инструмента и посадочного места станка;

подобрать по соответствующим ГОСТам или нормалям (или спроектировать) вспомогательный инструмент, который по своим данным соответствовал бы и режущему инструменту, и станку, т. е. явился бы согласующим промежуточным звеном между ними;

проверить соответствие выбранного вспомогательного инстру^ мента характеру выполняемого перехода операции технологического процесса.

Данные о выбранном вспомогательном инструменте записы- ваются в соответствующих графах карт технологического процесса рядом с данными о режущем инструменте в соответствии с приняв тыми обозначениями.

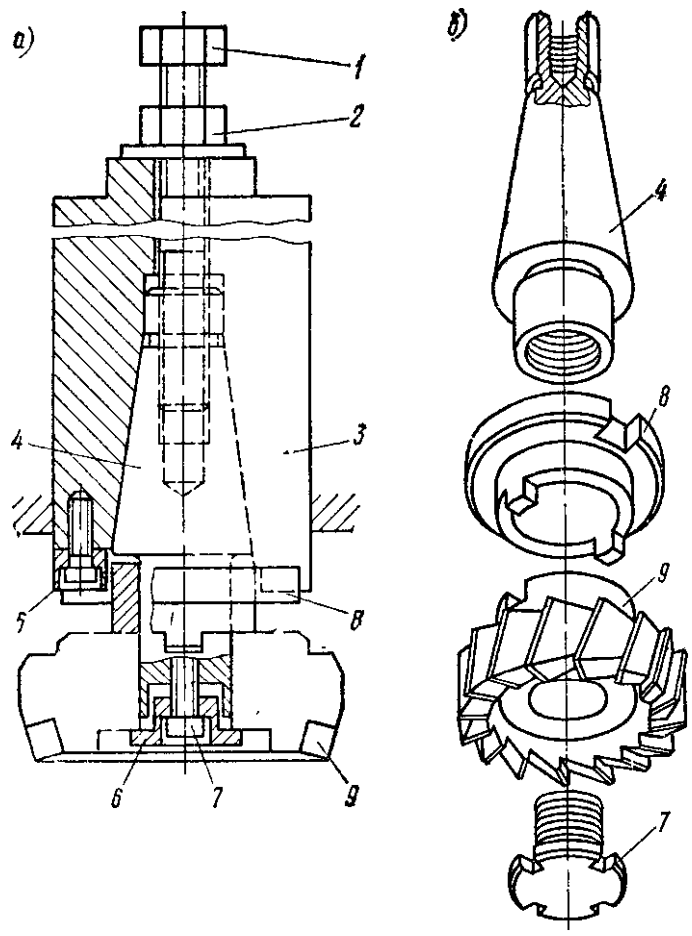


Рис. 4.32. Крепление торцевых фрез на оправке с торцевым пазом

с— схема; *б* — элементы; / — шомпол; 2 — гайка; 3 — шпиндель станка; *4* — оправка; 5— шпонка на торце шпинделя; *6* — шайба; 7 — винт; *8* — переходное кольцо; *9*-* фреза

Таблица 4.36. Вспомогательный инструмент (условные обозначения)

Наименование	Индекс [1]	Наименование	Индекс [1]
Втулки переходные цельные (под конусный хвостовик)	610 [2]	То же, с конусом Морзе затяжным	6101—
С наружным конусом, конусом Морзе с лапкой	6100—	То же, с метрическим	6102—
		То же, с конусом 7 : 24	6103—
		С наружным цилиндром	6105—

[1] Индекс разновидности инструмента по принятой классификации.

[2] Индекс вида.

Продолжение табл. 4.36

Наименование	Индекс[1]	Наименование	Индекс[1]
Патроны для концевого насадного инструмента	615 2	Перемещающиеся качающиеся	6155—
Жесткие кулачковые	6150—	То же, плавающие	6156—
То же, с втулками	6151—	То же, самоустанавливающиеся	6157—
Оправки для фрез	6222	Оправки для насадных зенкеров, разверток и зенковок	6232
Хвостовые, с конусом Морзе	6220—		
То же, с конусом 7 : 24	6222—	Без направляющих, с конусным хвостовиком	6230-
Двухопорные, с конусом Морзе	6224—	То же, с цилиндрическим хвостовиком	6232—
То же, с конусом 7 : 24	6225-	С направляющими, с одним направлением	6235—
		То же, с двумя направлениями	6236—
Державки для резцов	670 2	Призматических (тангенциальных)	6703—
Прямоугольных прямых	6700—	Круглого сечения	6708—
Прямоугольных отогнутых	6701—		

4.4. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Приспособления наиболее часто классифицируют по двум признакам: по группам станков и по степени специализации. Наиболее характерными и распространенными являются приспособления для Токарных, револьверных, круглошлифовальных, сверлильных, расточных, фрезерных, протяжных и зубообрабатывающих станков.

По степени специализации приспособления можно разделить на пять групп: универсально-безналадочные (УБП), универсально-наладочные (УНП), универсально-сборные (УСП) и сборно-разборные (СРП), специализированные наладочные (СНП) и специальные приспособления.

В практике широко используются приспособления всех групп.

Универсально-безналадочные приспособления применяются при обработке различных деталей и в ряде случаев на различных станках. Перед использованием приспособления не требуют доработки и укомплектования. К подобным приспособлениям относятся различные патроны (рис. 4.33...4.35), тиски (рис. 4.36), поворотные столы, делительные устройства, центры и оправки. Многие из них стандартизованы (табл. 4.37, 4.38). Многие детали приспособлений УСП также стандартизованы. Эти приспособления собираются для каждой данной операции и детали из отдельных элементов. По истечении надобности в таком приспособлении оно разбирается на составные детали и узлы, которые могут быть использованы для компоновки другого приспособления (рис. 4.37).

Специальные и специализированные приспособления служат для обработки данной детали (группы типовых деталей) на определенной операции. Разработка и изготовление подобных приспособлений требуют соответствующих навыков [14],

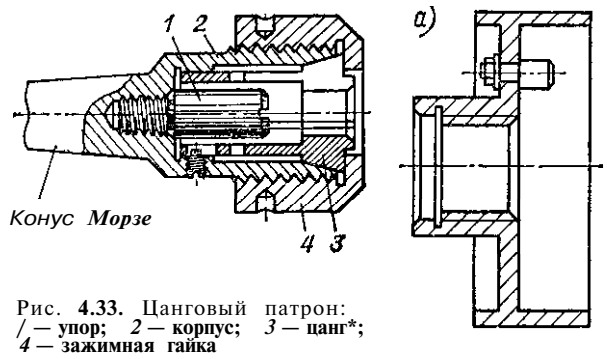


Рис. **4.33.** Цанговый патрон: *1* — **упор;** *2* — **корпус;** *3* — **цанг*;** *4* — **зажимная гайка**

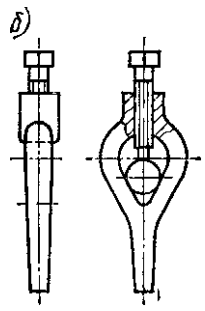


Рис. **4.34.** Поводковый патрон *(а)* с хомутиком **(б)**

Таблица **4.37.** Основные типы стандартизованных патронов и тисков

Приспособления	ГОСТ	Индекс[1]
Патроны		
Самоцентрирующие трехкулачковые	**2675—80**	**7100—**
Токарные поводковые	**2571—71**	**7108—**
Поводковые для резьбовых концов шпинделей	**2572—72**	**7108—**
Четырехкулачковые с независимым перемещением кулачков	**3890—72**	**7103—**
Поводковые	**13334—67**	**6152—**
Самоцентрнрующие двухкулачковые	**14903-69**	**7102—**
Цанговые к токарно-револьверным станкам	**17200—71**	**6151—**
Магнитные	**16934—71**	**7108—**
Токарные самоцентрирующие трех- и двухкулачковые клиновые и рычажно-клиновые	**24351—80**	**7102—**

Индекс разновидности по принятой классификации.

Продолжение табл. 4.37

Приспособления	ГОСТ	Индекс
Тиски		
Станочные с эксцентриковым зажимом и одной подвижной губкой	18237—72	7200—
То же, с двумя подвижными губками	18684—73	7200—
Станочные винтовые самоцентрирующие рычажные для круглых профилей	21167—75	7200—
То же, с призматическими губками для круглых профилей	21168—75	7200—
Станочные с ручным и механизированным приводами	14904—80	7200—

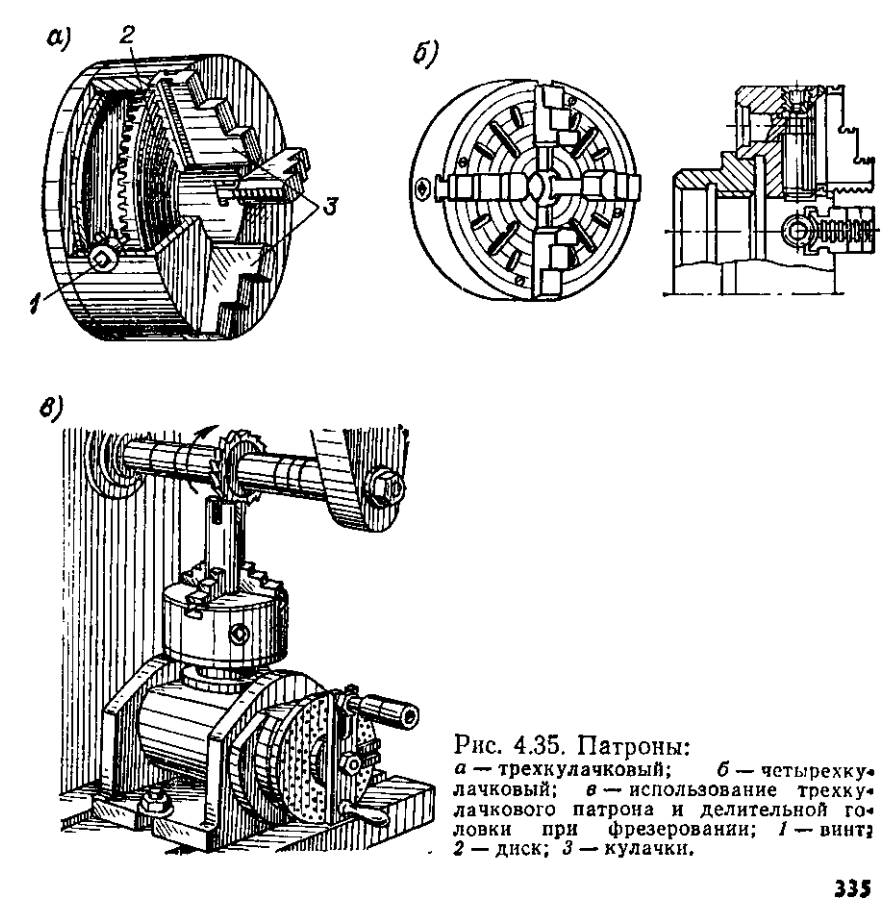


Рис. 4.35. Патроны:
а — трехкулачковый; *б* — четырехкулачковый; *в* — использование трехкулачкового патрона и делительной головки при фрезеровании; *1* — винт; *2* — диск; *3* — кулачки.

Рис. 4.36. Универсально-безналадочные приспособления:
а — тиски; *б* — поворотный стол; *в* — использование поворотного стола для позиционного фрезерования; *1* — стол станка; *2* — поворотный стол} *3* — обрабатываемая деталь; *4, 5* — приспособления; *6* — заготовка на по-* згаии загрузки

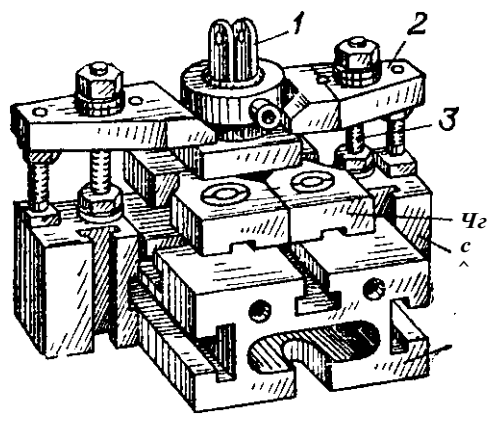


Рис. 4.37. Приспособление УСП:
/ — обрабатываемая деталь; *2* — прихват; *3* — болт прихвата; 4— установочные планки; 5 — опоры; *6* — базовая плита

Таблица 4.38. Оправки стандартизованные, хомутики, центры

Приспособления, элементы приспособлений	ГОСТ	Индекс
Оправки		
Кулачковые шпиндельные с зажимом:		
ручным винтовым	' 17528—72	7112—
пневматическим	j 17529—72	7113—
Кулачковые фланцевые с зажимом:	j	
ручным винтовым	j 17530—72	7112—
пневматическим	I 17531—72	7113—

[1] Индекс разновидности по принятой классификации.

Продолжение табл. 4.38

Приспособления, элементы приспособлений	ГОСТ	Индекс[1]
Зубчатые (шлицевые) прямобочные:		
конические центровые	18437—73	7150—
центровые	18438—73	7150—
центровые с прессовой посадкой заготовок	18439—73	7150—
шпиндельные	18440—73	7113—
Центровые для точных работ:		
конические	16211—70	7141—
цилиндрические	16212—70	7160—
цилиндрические ступенчатые	16213—70	7160—
Хомутики поводковые для токарных и фрезерных работ	2578—70	7107—
Хомутики поводковые для шлифовальных работ	16488—70	7107—
Центры упорные с отжимной гайкой	2775—79	7032—
Полуцентры упорные	2576—79	7032—
Центры упорные	13214—79	7032—
Центры поводковые	18257—72	7162—
Центры упорные с конусностью 1 : 10 и 1 :7	18259—72	7032—
То же, с отжимной гайкой	18260—72	7032—
Центры вращающиеся	8742—75	

4.5. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

Измерительные средства, применяемые в машиностроении, принято делить на следующие основные группы: меры, калибры, универсальные инструменты и приборы.

Меры — тела, вещества и устройства конкретного (вещественного) воспроизведения единиц измерения, а также величин, кратных или дольных им. Меры бывают с постоянными значениями (концевые меры длины, угловые плитки) и переменными значениями (масштабные линейки, лимбы и т. п.).

Калибры — инструменты, дающие возможность определить отклонения от заданных размеров, форм и взаимного расположения поверхностей без установления величин самих отклонений.

Универсальные инструменты и приборы позволяют установить значение измеряемой величины.

Кроме того, существуют специальные измерительные средства, предназначенные для повышения производительности контроля определенных типов деталей. К этим средствам относятся контрольные приспособления, автоматы, полуавтоматы и т. п.

Концевые меры длины (ГОСТ 9038—73 и 13581—68) являются исходными измерительными средствами в машиностроении. С их помощью проверяют, градуируют и устанавливают на размер инструменты и измерительные приборы. Их применяют также при

особо точных координатно-расточных п разметочных работах, при наладке станков и т. п.

Рабочие размеры концевых мер установлены в пределах от 0,1 до 2000 мм с градацией через 0,001j 0,01; 0,1; 0,5; 10,0; 25,0; 50; 100 и 1000 мм.

Меры комплектуются в наборы от 7 до 116 шт. Меры длины по ГОСТ 13581—68 выполняются из твердого сплава.

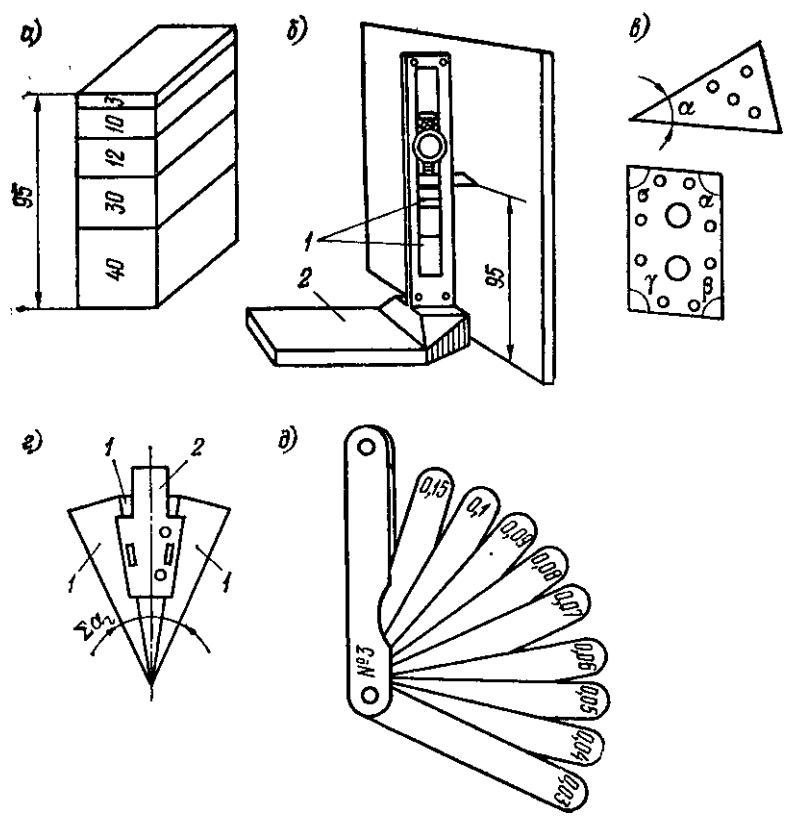


Рис. 4.38. Измерительные средства:
а — **концевые меры длины;** *б, г* — **использование набора мер;** *в* — **угловые меры;** *д* — **набор щупов;** *1* — **мера;** *2* — **державка**

По точности изготовления концевые меры делятся на четыре класса: 0, 1, 2 и 3.

Для расширения области применения концевых мер и создания удобств в работе применяют специальные державки, струбцины с зажимными сухарями, блоки с центровыми боковиками и другие принадлежности (ГОСТ 4119—76).

Угловые меры призматические (ГОСТ 2875—75) применяются для точных измерений и для проверки угловых шаблонов, шкал, угломерных инструментов и приборов. Они представляют собой стальные пластины треугольной и четырехугольной формы толщиной 5 мм (рис, 4.38, ***в),*** Треугольные плитки имеют один рабочий

угол **а** от 10 до 79^{e}, а четырехугольные — четыре рабочих угла **от** 80 до 100°.

Установлено три класса точности угловых плиток: 0-й класс с предельными отклонениями рабочих углов ±5"; 1-й ±10" и 2-й ±30". Измерительные плоскости угловых плиток, так же как и концевых мер, обладают способностью притираться («слипаться») • Отклонения их от плоскостности не превышают 0,0003 мм.

Угловые плитки выпускаются наборами (93, 33, 24, 8, 7 шт.) с общим пределом измерений от 10 до 360°. Изготовляются также наборы, содержащие три призмы (шестигранную, восьмигранную и двенадцатигранную) для измерения углов с градациями 30, 45 и 60°. Для осуществления измерений угловыми плитками из них составляют блоки с помощью комплекта принадлежностей, состоя*

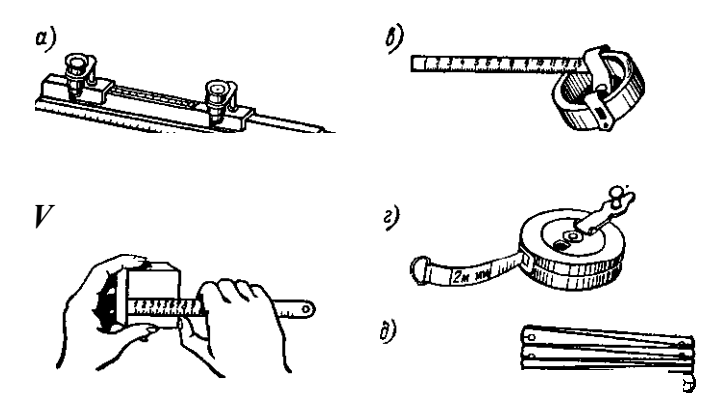


Рис. 4.39. Штриховые инструменты

щего из односторонних и двусторонних державок, лекальной линейки, державки к линейке, отвертки и клиновых штифтов. Проверка углов угловыми плитками производится на просвет. При хорошей освещенности погрешность при измерении углов плитками обычно не превышает 15".

Щупы. Для определения величины зазоров применяют щупы (рис. 4.38, £), которые обеспечивают точность измерения 0,01 мм. Согласно ГОСТ 882—75 щупы изготовляют двух классов точности (с отклонениями от 4-5 до +15 мкм для 1-го класса и от +8 до +25 мкм — для 2-го) и выпускаются в семи наборах. Например, в набор № 1 входят следующие номинальные размеры пластин; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1 мм.

Штриховые инструменты (рис. 4.39) характеризуются наличием ряда прямых штрихов, нанесенных на плоскости через определенные расстояния один от другого, и могут воспроизводить любое кратное или дробное значение единицы измерения.

Образцовый штриховой метр (рис. 4.39, *а)* предназначен для проверки шкальных инструментов. По реборде перемещаются два движка с лупами 7-кратного увеличения для повышения точности отсчета по шкалам. Деления нанесены с одной стороны через 1 мм, а с другой — через 0,2 мм. В реборду вмонтирован термометр. Пределы измерения — 1000 мм при точности до 0,1 мм.

Стальные измерительные линейки (ГОСТ 427—75) служат для измерения линейных размеров. Их изготовляют жесткими и упругими. Упругие линейки можно свернуть в кольцо, благодаря чему ими можно измерять длину кривой, например, дуги. Штрихи на линейках (рис. 4.39, *б)* нанесены через 1 мм с точностью от ±0,1 до ±0,2 мм в зависимости от длины линейки. Линейки выпускаются с пределами измерения от 100 до 1000 мм. Точность измерения — 0,25...0,5 мм.

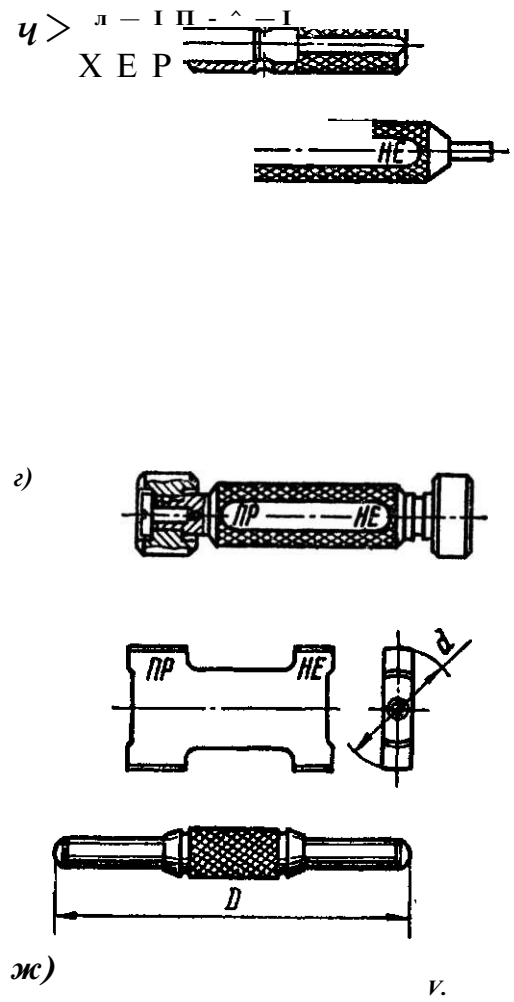


Рис. 4.40. Калибры для контроля отверстий:
а — пробка односторонняя; *б* — пробка двусторонняя с цилиндрическими вставками; *в* — пробка двусторонняя со вставками; *в* — пробка с насадками; *д* — пробка листовая; *е* — штихмас; *щ* — схема контроля отверстия пробки

Рулетка (рис. 4.39, *в)* и складной метр (рис. 4.39, *д)* предназначены для грубых измерений. Рулетка состоит из стальной или матерчатой ленты, помещенной в футляр. Деления нанесены через 1 мм на лентах длиной до 2 м или через 1 см на более длинных. Метр состоит из нескольких одинакового размера звеньев, соединенных шарнирно. Цена деления — 1 мм, длина звена — 100 мм.

Рулетки позволяют вести замеры в пределах от 1000 до 50 000 мм, а складные метры — от 1000 до 2000 мм при точности измерения до 1 мм.

Ленточный метр (рис. 4.39, *г)* является разновидностью рулетки.

Калибры — бесшкальные контрольные инструменты, воспроизводящие одно или два предельных значения проверяемого размера и служащие для контроля размеров деталей и взаимного расположения поверхностей (табл. 4.39). По технологическому назначению калибры подразделяют на рабочие (для проверки размеров деталей на рабочем месте), приемные (используются работниками ОТК и заказчиками) и контрольные (для контроля самих калибров).

Калибры для проверки отверстий могут быть различных конструкций (рис. 4.40).

Калибры-пробки односторонние имеют только

одну проходную или непроходную сторону. У двусторонних калибров-пробок две стороны: одна проходная, а другая непроходная. Калибры-пробки предназначены для измерений отверстии диаметрами до 100 мм.

Пробки листовые односторонние и двусторонние имеют предельные размеры от 18 до 300 мм.

У штихмасов и нутромеров сферических (рис. 4.40, *е)* предельные размеры составляют от 75 до 1000 мм.

Деталь считается годной, если проходная сторона калибра под легким давлением входит в деталь. Непроходная сторона калибра

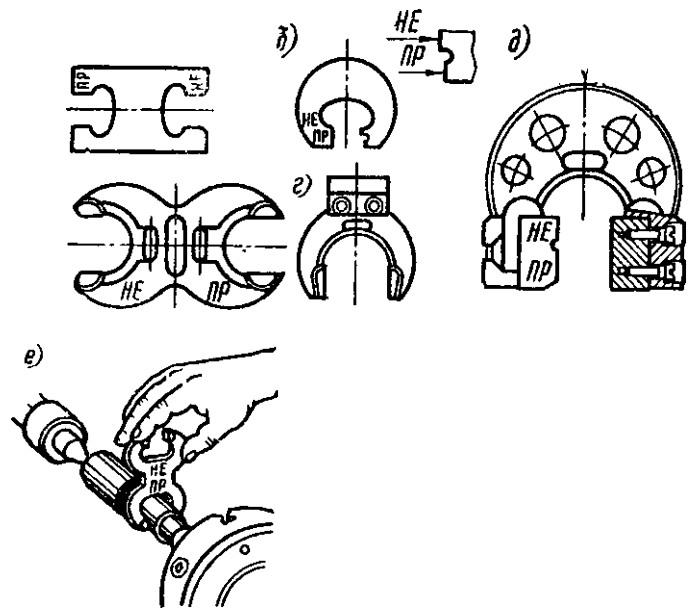


Рис. 4.41. Калибры для проверки валов:
а — скоба листовая двусторонняя; *б* — скоба листовая односторонняя; *в, г* — скобы литые; *д* — скоба регулируемая; *е* — схема контроля вала скобой

не должна входить в деталь. Не следует сильно нажимать на калибр, так как при этом не обеспечивается точность измерения.

Калибры для проверки валов выполняются в виде скоб различных конструкций (рис. 4.41).

Скобы листовые предельные изготовляются с пределами измерений от 1 до 50 мм. Скобы штампованные предельные двусторонние и односторонние — от 3 до 170 мм. Скобы литые со вставными губками предельные односторонние— от 100 до 325 мм. Скобы регулируемые предельные односторонние — до 330 мм.

Деталь считается годной, если проходная сторона скобы под давлением своего веса проходит через вал (рис. 4.41, *е)*. Непроходная сторона скобы не должна проходить через вал.

Внутреннюю резьбу в гайках проверяют предельными резьбо-* выми пробками, а наружную — жесткими и регулируемыми предельными резьбовыми кольцами (рис. 4.42).

Резьбовые пробки изготовляют трех видов: цельные (пределы измерений 1...6 мм); со вставками (пределы измерений 6...100 мм) и с насадками (пределы измерений 52... 100 мм).

Резьбовые кольца бывают двух видов: жесткие и регулируемые с пределами измерения диаметров от 1 до 100 мм. Резьба непроходных пробок и колец имеет укороченный профиль (сре-данный до среднего диаметра) и выполняется в пределах 2...3,5 витка.

Для измерения резьбы на деталях в серийном производстве применяются резьбовые скобы (рис. 4.42, *в).* В корпусе / скобы смонтированы две пары роликов: проходная *2* и непроходная *3.* Ролики установлены на эксцентричных валиках, что дает возможность легко регулировать размер скобы.

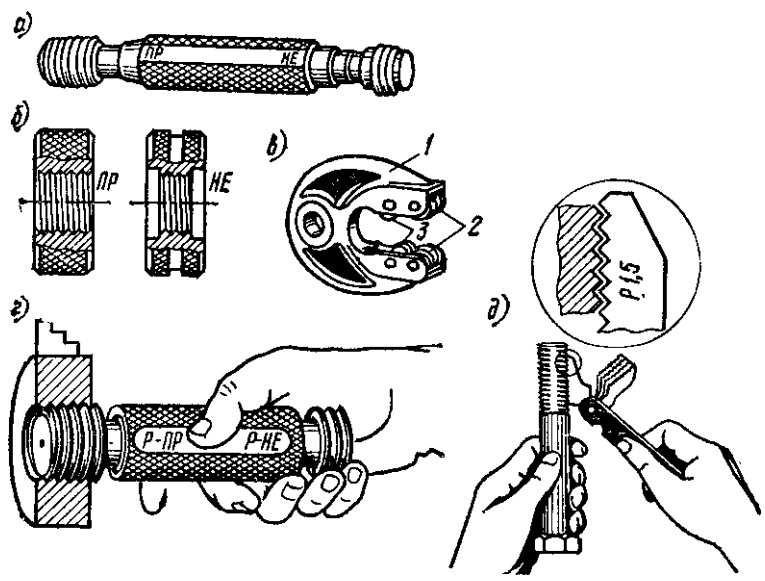


Рис. 4.42. Калибры для контроля резьб:
***а* — двусторонняя резьбовая пробка; *б* — резьбовые кольца; в — резьбо* вая скоба; *г* — схема контроля внутренней резьбы пробкой; *д* — схема контроля шага резьбы пластинчатым резьбомером**

Шаг резьбы можно контролировать пластинчатым резьбомером (рис. 4.42, *д)* путем подбора пластины, обеспечивающей минимальный зазор по профилю резьбы. Контроль среднего диаметра достаточно просто можно осуществлять с помощью микрометра и мерных проволочек-роликов по ГОСТ 2475—62 (СТ СЭВ 242—75), устанавливаемых при контроле во впадину резьбы [8].

Калибры листовые (рис. 4.43) используются для проверки уступов, высот, длин, ширины пазов и т. п. Калибры для проверки уступов выполняются в виде Т-образных или Г-образных шаблонов.

Калибры листовые предельные двусторонние предназначены (рис. 4.43, *г)* для измерения пазов с размерами от **2** до 50 мм. Калибры листовые с рисками (рис. 4.43, *б)* используются для измерения длины деталей от 15 до 200 мм и более. Риски указывают предельные — наибольший и наименьший — размеры измеряемой длины. Расстояние между рисками должно быть не менее 0,5 мм.

Калибры-пробки для проверки **конических отверстий** (рис. 4.44, а, *г)* выполняются с уступом, длина которого является допуском на базовое расстояние конической поверхности. Для точной проверки конусности на измеряемой поверхности детали

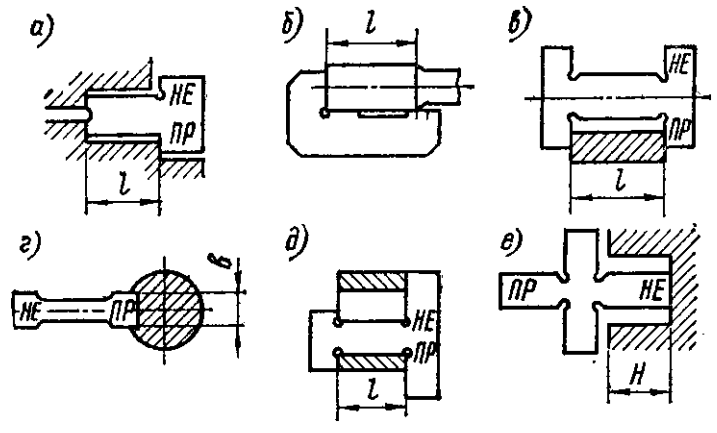


Рис. 4.43. Листовые калибры-шаблоны для проверки:
а — уступов; *б, в* — длин; *е* — ширины пазов; *д* — высоты колец; *е* — глубины пазов и отверстий

или на калибре проводят мелом, синей краской, разведенной на масле, или карандашом две-три линии вдоль образующей конуса. Затем калибр вставляют в деталь (или надевают на нее) и по*»

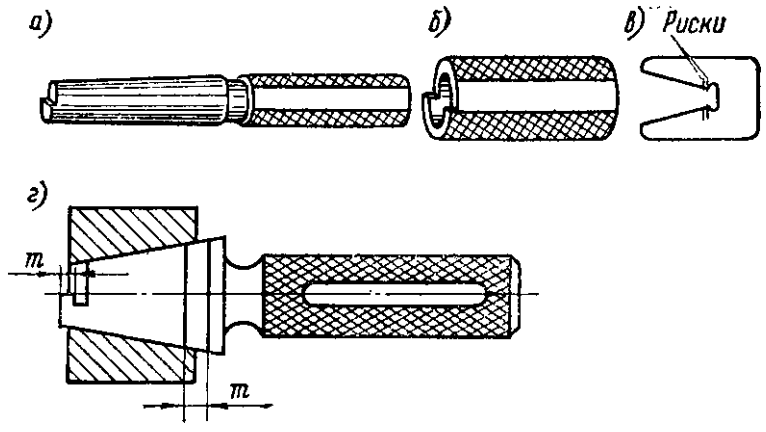


Рис. 4.44. **Калибры для проверки конических поверхностей**

вертывают на часть оборота. Неравномерное стирание линий указывает на вид и расположение погрешностей конуса.

Калибры для проверки наружных конических поверхностей изготовляются в виде конусных втулок (рис. 4.44, *б)* или угловых скоб (рис. 4.44, в). При использовании их конусность контролируется по световой щели или по рискам.

Штангенинструменты — штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы являются наиболее распространенными в машиностроении видами измерительного инструмента. Их применяют для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и т. д. (рис. 4.45).

Отсчетное устройство любого штангенинструмента состоит из основной шкалы, нанесенной через 1 мм на штанге инструмента, и шкалы нониуса (рис. 4.46). На основной шкале имеются миллиметровые деления. На шкале нониуса, длина которой соответствует 9 делениям штанги (9 мм), нанесено 10 делений. Таким образом, каждое деление нониуса равно 0,9 мм, т. е. короче деления штанги на 0,1 мм. Это позволяет вести отсчет измерений с точностью до 0,1 мм. В штангенинструментах' используются нониусы и с другой ценой деления: 0,05 и 0,02 мм. Типы штангенинструментов и их данные приведены в табл. 4.40.

Штангенрейсмасы предназначены для измерения высот (рис. 4.46, ***д).*** Конструкция рамки инструмента позволяет устанавливать в ней, в зависимости от рода работ, ножки для измерения высот или для разметки.

Штангенглубиномеры (рис$_{г}$ 4.46, ***е)*** предназначены для измерения глубин отверстий и пазов.

Кронциркули и нутромеры (рис. 4.47) используются для сравнительно грубых измерений охватываемых и охватывающих поверхностей с точностью от 0,2 до 0,5 мм. Если кронциркуль устанавливать не по линейке, а по точному шлифованному валику, то точность измерения может быть повышена до 0,05..Д1 мм.

Точность измерения нутромером ±0,5 мм. При снятии размера с его ножек штангенциркулем точность измерения может быть повышена до ±0,1 мм.

Микрометрические инструменты (рис. 4.48) служат для определения размеров наружных поверхностей (микрометр), диаметров отверстий (нутромер) и их глубины (микрометрический глубиномер) с точностью до 0,01 мм.

Работа микрометрических инструментов основана на использовании принципа винтовой пары. При вращении винта изменяется расстояние между мерительными наконечниками (пяткой и винтом). Для ограничения усилия зажима измеряемой детали при контроле винт вращают за трещотку, которая автоматически ограничивает прикладываемый момент. Шаг микровинта равен 0,5 мм, поэтому за один оборот барабана измерительный наконечник перемещается также на 0,5 мм. При 50 делениях на барабане цена одного деления равна 0,01 мм. Отсчет целого числа миллиметров ведется по нижней шкале (с цифрами), отсчет полумиллиметров — по верхней шкале (указателем при этом является край конуса барабана), а сотых долей миллиметра — по шкале на конусной части барабана (рис. 4.48, *а).*

Микрометры по ГОСТ 6507—78 (СТ СЭВ 344—76 — СТ СЭВ 352—76) выпускаются нескольких типов (табл. 4.41):

МК — гладкие, для измерения наружных размеров;

МЛ — с циферблатом,- для контроля толщин листов и лент;

МТ — для измерения толщины стенок труб;

МЗ — для контроля длины общей нормали зубчатых колес диаметром до 300 мм с модулем свыше 1 мм.

Микрометры гладкие МК (рис. 4.48, ***б)*** выпускаются 16 типоразмеров с пределами измерений от 0...15 мм до 500...600мм.

Микрометр листовой МЛ отличается от обычного большим вылетом скобы и наличием специального циферблата.

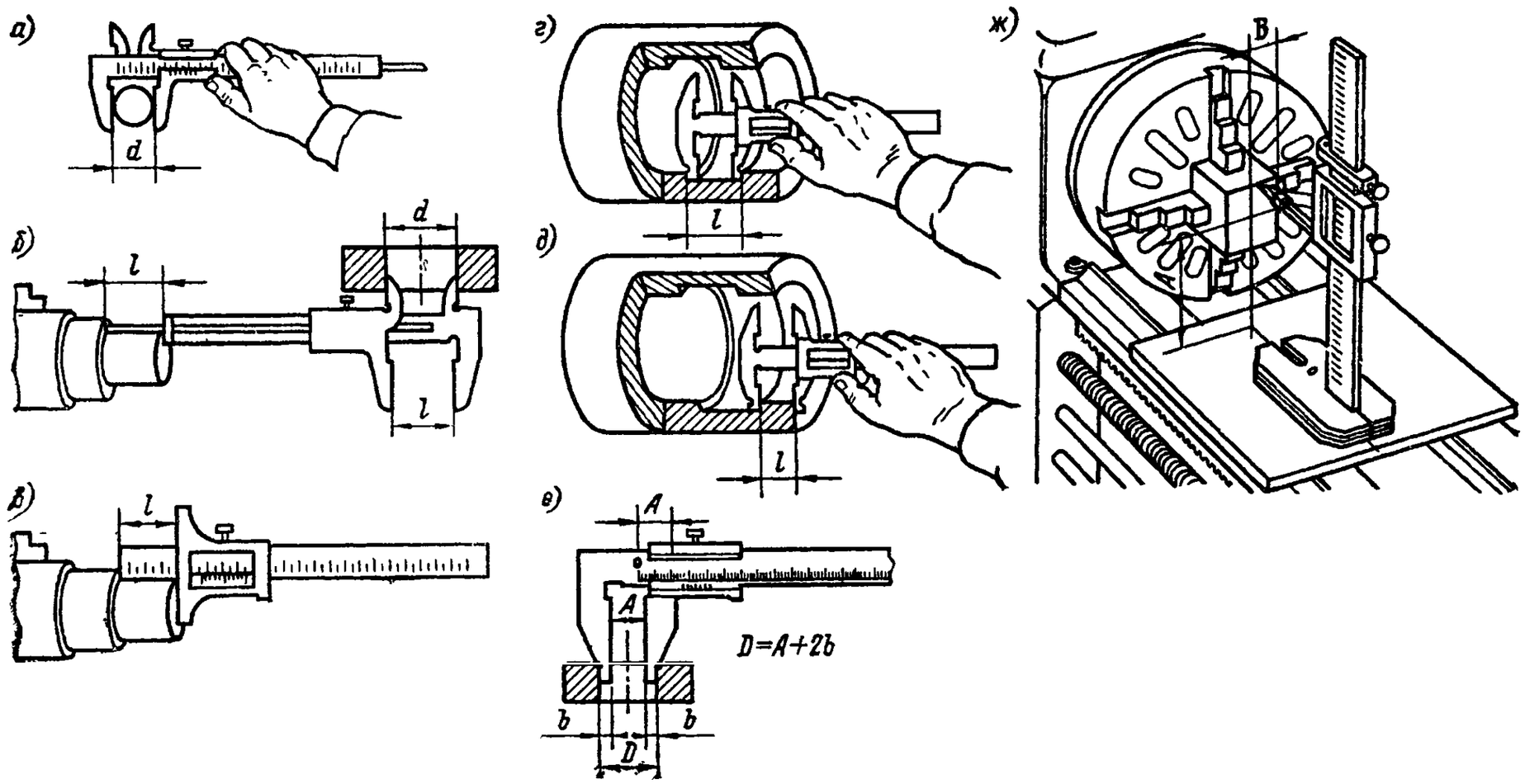


Рис. 4 45 Контроль с помощью штангенинструментов:
с — диаметров, 6, *в* — длин, *г, д* — вьутренних канавок; *е* диаметров отверстий; выверка и разметка *(ж)*

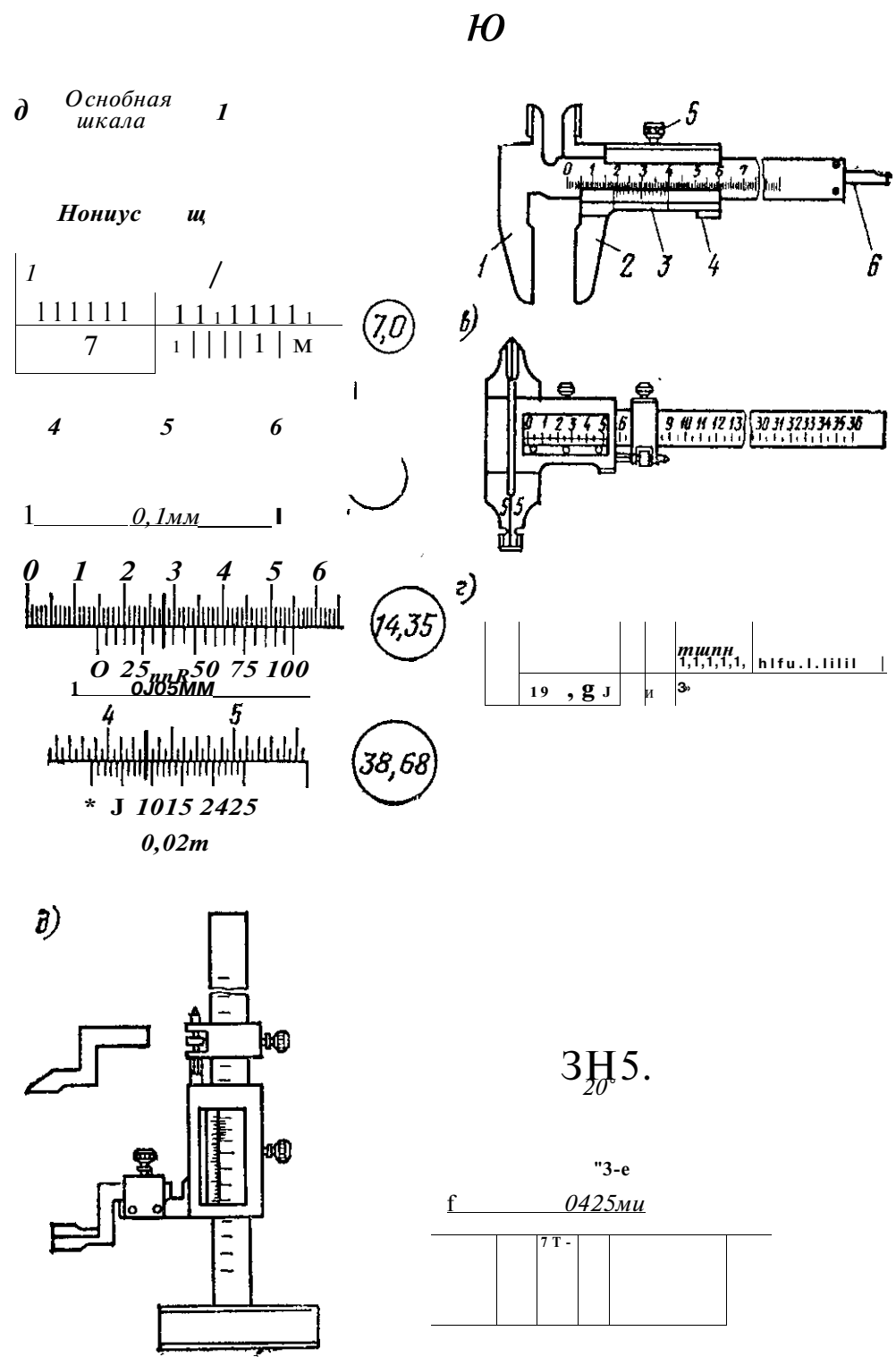


РИС. 4.46. Штангенинструменты:
в — схема отсчетного устройства; *б* — штангенциркуль ШЦ-1; в — штан« генциркуль ШЦ-П; *г* — штангенциркуль ШЦ-III; *д* — штангенрейсмас, *е* — • штангенглубиномер; i — штанга; 2 — измерительная губка; *3* — нониуса 4 —- рамка; *б* — винт крепления рамки; *6* -= ножка

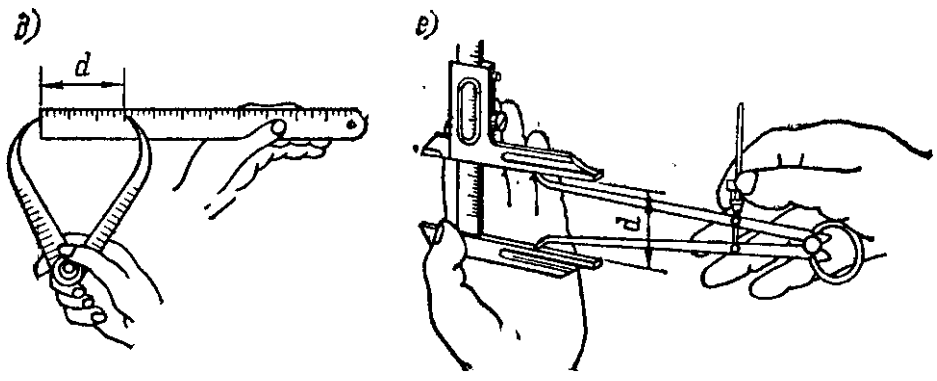


Рис. 4.47. Кронциркули и нутромеры:
а — кронциркуль нормальный; о — нутромер нормальный; ***в*** — схема контроля пружинным кронциркулем; ***г*** схема контроля пружинным нутромером; ***д, е*** —» отсчет размера

Микрометр трубный МТ обеспечивает точное измерение толщины стенок труб, цилиндров и т. п. От обычного микрометра отличается наличием сферы на пятке и скоса на скобе для возможности замера труб с малым внутренним диаметром.

Микрометры настольного вида (ГОСТ 11195—74) выпускаются двух типов: МГ и МВ с пределами измерения 0...20 и 0...10 мм при погрешностях показаний ±3 мкм.

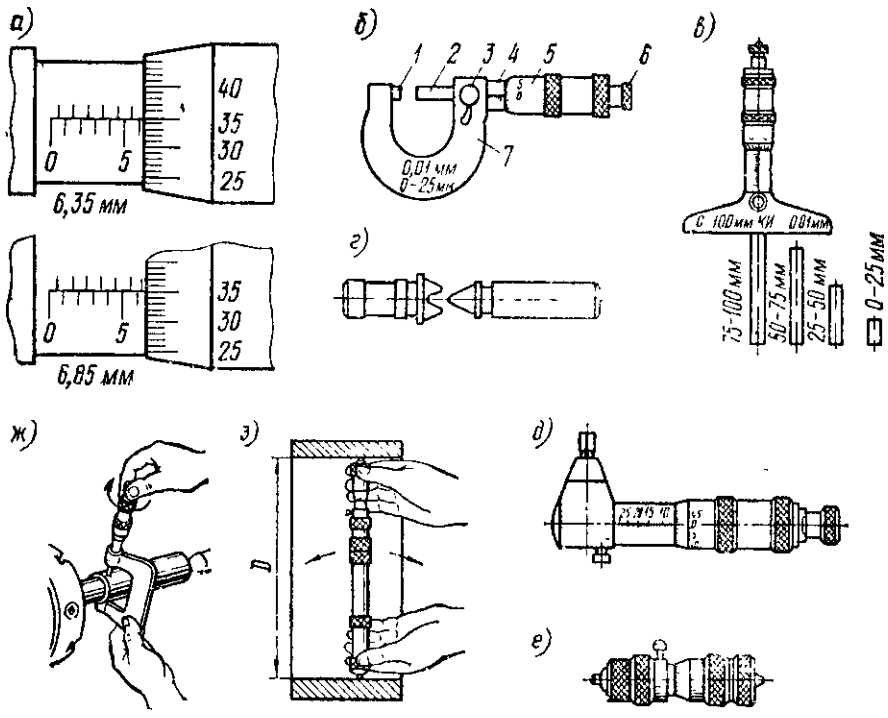


Рис. 4.48. Микрометрические инструменты:
а — схема отсчетного устройства; *б* — микрометр гладкий типа МК; *в* — микрометрический нутромер; *г* — вставки к микрометру для контроля резьбы; *д* — микрометр для измерения внутренних размеров; *е* — микрометрический нутромер; *ж* — схема контроля вала микрометром; *з* — схема контроля отверстия нутромером; *1* — плитка; *2* — микрометрический винт; *3* — стопорный винт; *4* — стебель; *б* — барабан; *6* — трещотка; 7 — скоба

Нутромеры микрометрические (ГОСТ 10—75) позволяют вести измерения внутренних размеров в пределах от 75 до 6000 мм (табл. 4.42).

Механические измерительные приборы делятся на три группы: рычажные, рычажно-зубчатые и зубчатые. Как правило, они предназначены для относительных измерений.

В рычажных приборах перемещение от измерительного стержня к стрелке осуществляется с помощью рычагов, поэтому таким механизмам свойственна непропорциональность перемещений между измерительным штифтом и стрелкой, а также незначительные пределы показаний.

Для уменьшения влияния этих недостатков в некоторых приборах между концом рычага и стрелкой размещается зубчатая пара. Такие приборы называются рычажно-зубчатыми.

В зубчатых приборах перемещение от измерительного стержня

к стрелке передается только за счет зубчатых пар, что обеспечивает его пропорциональность и большой диапазон измерений.

Индикаторы часового типа (ГОСТ 577—68) являются наиболее распространенными измерительными приборами (рис. 4.49). В индикаторах типа ИЧ (рис. **4.49,** ***а)*** измерительный стержень перемещается параллельно шкале, а в приборах типа ИЧТ и ИТ (рис. 4 49, *б)* — перпендикулярно шкале. Индикаторы изго«

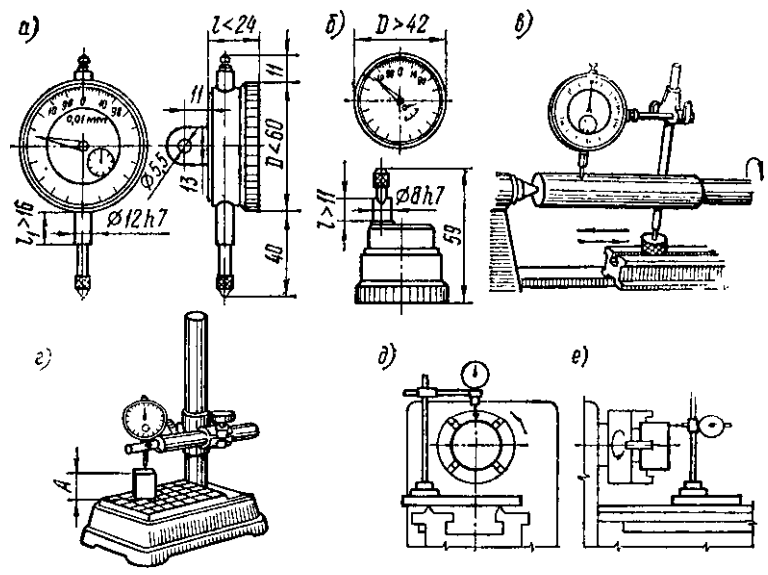


Рис. 4.49. Индикаторы:
а— типа ИЧ; б —типа ИТ; *е,* д — **схема контроля радиального биения детали;** *г* — **настройка индикатора на размер** *(А)* **о помощью концевой меры; * — схема контроля торцевого биения детали**

товляются двух классов точности: 0-го и 1-го с различными пределами измерений (табл. 4.43).

Индикаторы многооборотные (ГОСТ 9696—75) выполняются с ценой деления 0,001 или 0,002 мм.

Головки измерительные рычажно-зубчатые (ГОСТ 18833—73) типов 1ИГ и 2ИГ с ценой деления 0,001 и 0,002 мм обеспечивают измерения в пределах соответственно ±0,05 и ±0,10 мм.

Микрометры рычажные (ГОСТ 4381—68) предназначены для контроля наружных размеров изделий и представляют собой сочетание нормальной микрометрической головки с рычажным механизмом скобы. В отличие от микрометра обычной конструкции рычажный микрометр имеет подвижную пятку, связанную системой рыча* гов со стрелкой.

Микрометры рычажные со встроенным в корпус от* счетным устройством типа МР (рис. 4.50, ***а)*** предназначены для измерения наружных размеров до 50 мм включительно.

Микрометры рычажные, оснащенные измерительными головками типа МРИ, используются для измерения наружных размеров от 50 до 2000 мм.

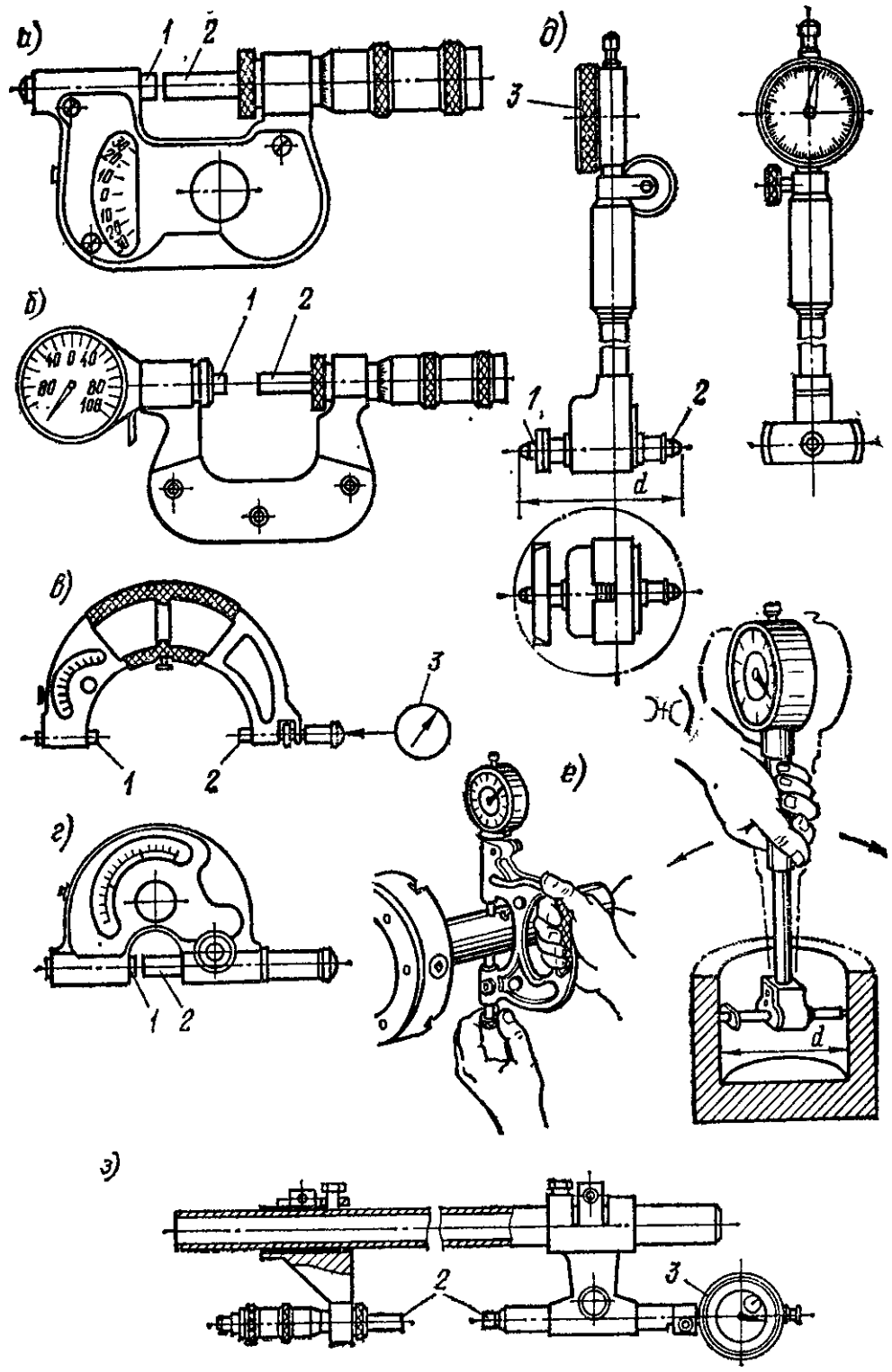


Рис. 4.50. Измерительные приборы:
а — микрометр рычажный типа МР; *б* — микрометр рычажный с индика« тором; *в* — индикаторная скоба; г — рычажная скоба; *д* • — индикаторный нутромер; *е* — схема измерения вала рычажным микрометром; *ж* — схема измерения диаметра отверстия индикаторным нутромером; з — линейная скоба; /, *2* — измерительные наконечники! *3* — индикатор

Таблица **4.39.** Калибры

Наименование	Диапазон размеров, мм	ГОСТ	Индекс[1]
Скобы для диаметров валов нерегулируемые			
Составные	1...6	18358—73	8116—
Составные двусторонние	J...6	18359—73	
Листовые двусторонние (листовые)	3...10	18360(61)—	8113—
Листовые	10...100	18362—73	8113—
	100...180 (180...260)	18363(64)—73	8113—
Листовые со сменными губками	100...180 (180...260)	18365(66)—73	
Штампованные	10...50 (50...180)	18367(68)—	8115—
Пробки для диаметров отверстий			
Двусторонние с вставками	1...6 (3...50)	1480700)—	8133—
Проходные (непроходные) со вставками	1...6	14808(9)—69	
Двусторонние с неполными непроходными вставками	6...50	14811—69	
Проходные (непроходные) со вставками	50...75	14812(13)—	
Непроходные с неполными вставками	50...75	14814—69	
Проходные (непроходные) с насадками	50...100	14815(16)—69	8136—
Штампованные проходные (непроходные) с насадками	[50...100	14817(18)—69	8136—
Непроходные с неполными насадками	50...100	14819—69	8136—
Проходные (непроходные) неполные штампованные	100(75)...160	14820(21)—69	8140—
Проходные (непроходные) неполные	100(75)...300	14822(23)—69	
Проходные (непроходные) неполные с накладками	160...300	14824(25)—69	
Односторонние листовые	50...250	14826—69	8141—
Нутромеры непроходные сферические	100...360	14827—69	
Скобы для ограничения длин и высот			
Листовые односторонние (двусторонние)	10...360	18355(56)-	
Трубчатые двусторонние	300...500	18357—73	
Скобы для диаметров валов регулируемые			
Гладкие	до 340	2216—68	18118—

[1] Индекс разновидности по принятой системе классификации.

Продолжение табл. 439

Наименование	Диапазон размеров, мм	ГОСТ	Индекс
Калибры для ограничения размеров шпоночных пазов			
Пробки шпоночные	9...18	24110—80	
То же	18...56 (56...125)	24111(12)—80	
Призмы шпоночные для валов	8...22 (22...200)	24113(14)—80	
Глубиномеры шпоночные для отверстий	3...10 (10...90)	24115(16)—80	
То же	90...200	24117—80	
Глубиномеры шпоночные для валов	6...200	24118—80	
Глубиномеры для сегментных шпоночных пазов	1...21	24119—80	
Пробки пазовые	1...3 (3...50)	24120(21)—80	
Пробки резьбовые для метрических резьб общего назначения			
Проходные (непроходные)	1(2)..Л00	17756(57)—72	
Проходные (непроходные)	105...300	17761(62)—72	
Кольца резьбовые для метрических резьб общего назначения			
Проходные (непроходные)	1(2)..Л00	17763(64)—72	
Проходные (неироходные)	105...300	17765(66)—72	

Таблица 4.40. Штангенинструменты

Тип	Пределы измерений, мм	Величина отсчета по нониусу, мм	Предельная погрешность показаний, мм
Штангенциркули (ГОСТ 166—80)			
ШЦ-1	0...125	0,1	±0,1
шц-п	0...160	0,05	±0,05
ШЦ-Ш	0...400 250...630 320...1000	0,1	±0,1
	500...1600 800...2000	0,1	±0,2
	150О...3000	0,1	±0,3
	2000...4000	0,1	±0,4

Продолжение табл. 4АО

Тип	Пределы измерений, мм	Величина отсчета по нониусу, мм	Предельная погрешность показаний, мм
ШЦЦ	6...150	0,05	±0,1
ШЦО-Ш	14...320	0,05 и 0,1	±0,05 и ±0,1
ШЦР	15...300	0,1	±0,1
Штангенрейсмасы (ГОСТ 164—80)			
ШР-250	0...250	0,05	±0,05
ШР-400	40...400	0,05	±0,05
ШР-630	60...630	0,05 и 0,1	±0,05 и ±0,1
ШР-1000	100... 1000	0,1	±0,1
ШР-1600	600... 1600		
ШР-2500	1500...2500		
Штангенглубиномеры (ГОСТ 162-80)			
ШГ-150	0...150	0,05	±0,05
ШГ-250	0...250		
ШГ-400	0...400		

Примечание. Типы штангенциркулей:

ШЦ-1 — с двусторонним расположением губок, для наружных и внутренних измерений с линейкой для измерения глубин (рис. 4.46, *б);*

ШЦ-П — с двусторонним расположением губок, для измерения наружных и внутренних размеров и разметки (рис. 4.46, *в);*

ШЦ-Ш — с односторонним расположением губок, для наружных и внутренних измерений (рис. 4.46, *г);*

ШЦЦ-центромер для измерения межцентровых расстояний отверстий или шпилек круглого, овального, прямоугольного, Т-образного и других сечений, имеющих ось симметрии;

ШЦО-Ш —с односторонним расположением губок, для измерения отверстий при расточке деталей без вывода борштанги из контролируемого отверстия;

ШЦР — разметочный, для разметки плоскостей на разных высотах и от базовых отверстий.

Таблица 4.41. Микрометры с ценой деления 0,01 мм по ГОСТ 6507—78 (СТ СЭВ 344-76 — СТ СЭВ 352-76)

Тип	Пределы измерения, мм	Погрешность показаний, мм
МК-15	0...15	±0,002
МК-25	0...25	
МК-50	25...50	
МК-75	50...75	
МК-100	75...100	

Продолжение табл. 4.41

Тип	Пределы измерения, мм	Погрешность показаний, мм
МК-125 МК-150 МК-175 МК-200	100...125 125...150 150...175 175...200	±0,004
МК-225 МК-250 МК-275 МК-300	200...225 225...250 250...275 275...300	±0,006
МК-400 МК-500 МК-600	300...400 400...500 500...600	±0,008 ±0,008 ±0,01
МЛ-5 МЛ-10 МЛ-25	0...5 0...10 0...25	±0,004
МТ-10 МТ-25	0...10 0...25	±0,004
МЗ-25 МЗ-50 МЗ-75 МЗ-100	0...25 25...50 50...75 75...100	±0,005

Таблица 4.42. Нутромеры микрометрические (ГОСТ 10—75)

Тип[1]	Предел измерения, мм	Количество удлинителей	Погрешность показаний, мм
НМ-175	75...175	3	±0,008
НМ-600	75...600	6	±0,015
НМ-1250	150...1250	8	±0,02
НМ-2500	600...2500	10	±0,04
НМИ-4000	1250...4000	11	±0,06
НМИ-6000	2500...6000	12	±0,09

[1] Цена деления нутромеров всех типов 0,01 мм.

Таблица 4.43. Индикаторы часового типа (ГОСТ 577—68)

Тип	Предел измерений, мм	Цена деления, мм	Погрешность измерений, мм
ИЧ-2 ИЧ-5 ИЧ-10 ИЧ-25 ИЧ-50	0...2 0...5 0...10 0...25 0...50	0,01	0,012 0,016 0,020 0,032 0,048
ИТ	0...2,	0,01	0,012
1ИЧТ 2ИЧТ 3ИЧТ	8..9	0,01	0,01
	120 дел.	0,005	0,005
1ИЧС 2ИЧС	±0,5	-	0,016

Индикаторные и рычажные скобы (ГОСТ 11098—75) служат **для контроля** диаметров наружных поверхностей деталей. Скоба имеет две пятки — переставную измерительную и подвижную.

Индикаторные скобы изготовляются двух типов: СР—рычажные со встроенным в корпус отсчетным устройством; СИ — индикатор* ные, оснащенные сменными измерительными головками.

В рычажных скобах отсутствует микрометр. Винт в этих приборах используется только для расширения пределов измерения при настройке прибора на нуль по установочной мере. Скобы СР вы* пускаются шести типоразмеров: от 0...25 до 125... 150 мм с ценой деления 0,02 мм при пределе показаний ±0,14 мм. Скобы СИ — десяти типоразмеров: от 25...50 до 850... 1000 мм с ценой деления 0,01 при пределах показаний 3 мм.

Рычажные скобы — пассаметры — обеспечивают точные из* мерения (предельная погрешность показаний ±2...±5 мкм) в не* большом диапазоне перемещения измерительного наконечника (от 0,16 до 0,3 мм). Скобы (рис. 4.50, *г)* выпускаются шести типоразмеров для измерений в диапазоне от 0...25 до 125... 150 мм.

Линейные скобы применяют для измерений больших размеров. Обычно они снабжены с одной стороны микрометрической головкой, а с другой — индикатором. Отсчет отклонений производят по микрометрической головке. Индикатор служит для стабилизации усилия. Настройку приборов на нуль производят с помощью пло« скопараллельных мер длины (плиток).

Особо точные механические (рычажные, рычажно-зубчатые, зубчатые, пружинные) приборы — миникаторы (ГОСТ 14711—69), ми* каторы (ГОСТ 14712—79Е), оптикаторы (ГОСТ 10593—74Е), мини* метры, ортотесты, миллимессы, микромеры, миниметры и др. — при пределах показаний от 0,02 до 0,5 мм имеют предельные погрешности показаний 0,5...2,5 мкм. Типы рычажно-зубчатых головок определены ГОСТ 18833—73.

Средства контроля отклонений формы и расположения поверхностей достаточно разнообразны.

Линейки поверочные по ГОСТ 8026—75 (СТ СЭВ 243—75) подразделяются на несколько типов: лекальные (с двусто-

ронним скосом типа ЛД, трехгранные ЛТ, четырехгранные ЛЧ); линейки с широкой рабочей поверхностью (прямоугольного сечения ШП, двутаврового сечения ШД и мостики ШМ), угловые (трехгранные клинья УТ). Линейки (рис. 4.51) используются для контроля отклонений деталей от плоскостности (рис. 4,51, в), прямолинейности, при разметке и т. д. При проверке на просвет лекальную линейку укладывают острым концом на проверяемую поверх-

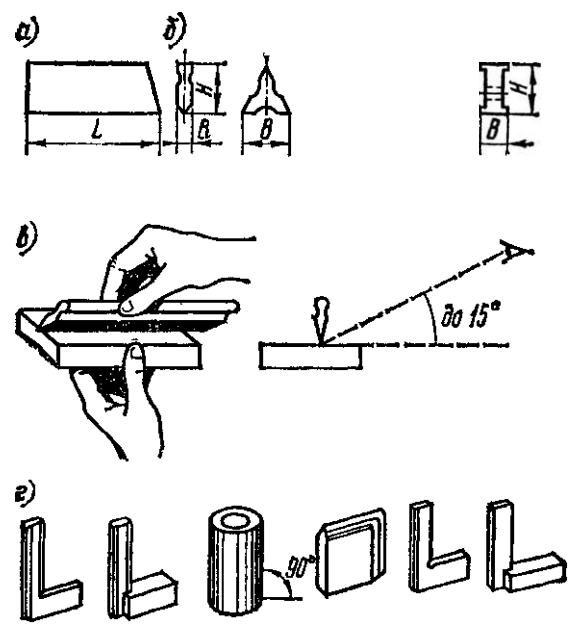


Рис.. 4.51. Линейки и угольники:
а — вид линейки сбоку; *б* — профили линеек; *в* — схема контроля отклонений от плоскостности с помощью линейки; *г* — угольники

ность а источник света помещают сзади линейки и детали. Минимальная ширина щели, улавливаемая глазом, составляет 3...5 мкм. Для контроля величины щели просвета обычно используют щупы.

Линейки выпускаются различных размеров *(LxHxB* мм): ЛД — до 500Х50Х10; ШП — до 1000х60Х12; ШД — до 4000Х Х160Х30 и т. д.

Угольники 90° (рис. 4.51, *г)* используются для различных видов контроля, в частности, при проверке прямых углов. Лекальные угольники имеют скошенные грани, что облегчает контроль на просвет.

Синусные линейки (ГОСТ 4046—71) применяют для точной проверки угловых калибров и изделий. Основной частью синусной линейки является столик 2, установленный на двух роликах *1* и *3* (рис. 4.52, а). Для точной установки линейки на требуемый угол а к плоскости поверочной плиты под один из роликов линейки подкладывают блок плиток, размер которого *А* определяют по формуле: Л^/sina (рис. 4.52, б). Синусные линейки выпускаются с расстоянием / между центрами роликов 100 мм при диаметре роликов d=20 мм и /=200 мм при *d*=* 30 мм.

Погрешности построения угла с помощью синусной линейки составляют: ±1,5' для угла до 4°; ±2'—до 10°; ±2,5'—до 20°j ±3,5'–до 30°; ±6'–до 45°.

Уровни (ГОСТ 3059—75, 9392—75, 11196—74) служат для измерения малых угловых отклонений от горизонтального или вертикального положения приборов, устройств, элементов конструкций и т. д. Уровни рамные и брусковые для машиностроения (ГОСТ 9392—75) имеют цену деления от 0,02 до 0,2 мм/м.

Брусковые уровни (рис. 4.52, *в)* предназначены для контроля горизонтального расположения поверхностей, а рамные«— горизон-

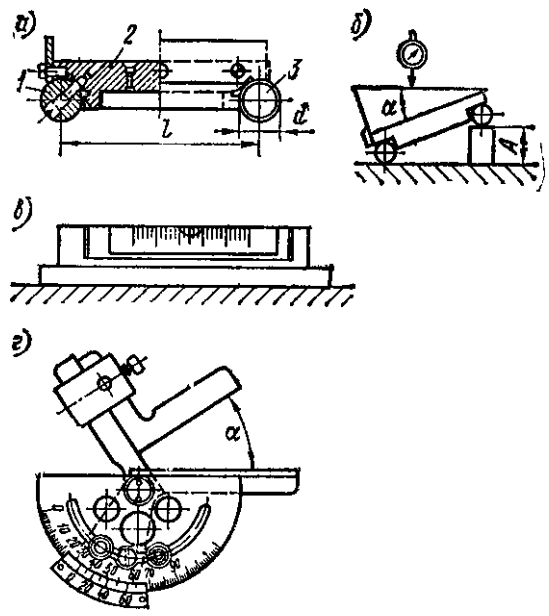


Рис. 4.52. Приборы для контроля углов:
а, *б* — синусная линейка; *в* — брусковый уровень; *г* — механический универсальный угломер

талъного и вертикального. Контроль уровнем осуществляется по показаниям шкалы, фиксирующей отклонение пузырька воздуха в ампуле с жидкостью от нулевого положения, либо по показаниям микрометрического устройства поворота ампулы при выводе пузырька воздуха в нулевое положение.

Механические угломеры (ГОСТ 5378—66) позволяют производить контроль углов путем введения в соприкосновение измерительных линеек угломера со сторонами контролируемого угла. Угломеры выпускаются двух типов. С помощью инструментов первого типа контролируют углы от 0 до 90° с угольником и от 90 до 180° без угольника. Угломерами второго типа измеряют наружные углы от 0 до 180° и внутренние от 40 до 180°. Отсчет производят с использованием нониусной шкалы: цена деления основной шкалы Г, нониусной — 2'. Погрешность показаний ±2'.

Приборы и инструмент для контроля зубчатых колес достаточно разнообразны. В зависимости от заданных параметров у зубчатых колес и передач контролируют отклонения основного шага, толщину зуба по постоянной хорде, отклонения длины общей нормали и другие нормируемые показатели кинематической точности, плавности работы, контакта зубьев, показателей бокового зазора. Типы, основные параметры, нормы точности приборов для контроля цилиндрических зубчатых колес определены ГОСТ 5368—73, конических зубчатых колес—ГОСТ 9459—79 (СТ СЭВ 604—77). Подробно о средствах контроля зубчатых колес излагается **в** соответствующих справочниках и другой литературе.

Таблица **4.44.** Предельные погрешности измерения наиболее распространенными приборами и инструментами

Наименование приборов и инструментов	Класс применяемых концевых мер	Интервалы размеров, мм		
		1...10	50...80	300...500
		Предельные погрешности, мкм		
Оптиметры горизонтальный и вертикальный, измерительные машины при измерении наружных размеров	0 1 2	±0,35 ±0,4 ±0,7	±0,6 ±0,8 ±1,3	±1,8 ±3,0 ±4,5
Оптиметр горизонтальный, измерительная машина с оптиметром и микроскопом при измерении внутренних размеров	0 1 2	-	±1,1 ±1,3 ±1,8	-
Миниметр **с** ценой деления 0,001 мм	0 1 2 3	±0,5 ±0,6 ±0,7 ±1,0	±0,8 ±1,0 ±1,4 ±2,0	 ±3,0 ±4,5 ±8,0
То же, 0,002 мм	1 2 3	±1,0 ±1,2 ±1,4	±1,4 ±1,8 ±2,5	±3,5 ±5,0 ±8,0
То же, 0,005 мм	2 3	2,0 2,2	2,5 3,0	5,0 8,5
Индикаторы **с** ценой деления 0,01 мм при работе в пределах од* ного оборота стрелки: 0-го класса точности 1-го „ п 2-го	 3 3 3	 ±10 ±15 ±20	 ±10 ±15 ±20	 ±13 ±16 ±22
Микрометр 0-го класса точности	- 1	±4,5	±6	±15
То же, 1-го класса точности	- 1	±7,0	±9	±25
То же, 2-го класса точности	- 1	±12	±14	±35
Штихмас микрометрический 1-го класса точности	-	-	±18	±35
Штангенциркули с ценой деления, мм 0,05 **ОД**		 ±40 ±75	 ±45 ±75	 ±90

ЛИТЕРАТУРА

1. *Анурьев В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1. М., Машиностроение, 1980.

2. *Барбашов Ф.* Л. Фрезерное дело. М., Высшая школа, 1980.

3. *Бурдун* Г. Д. Справочник по международной системе единиц. М., Изд-во стандартов, 1972.

4. *Денеоюный /7. М., Стискин Г. М„ Тхор* Я. *Е.* Токарное дело, М., Высшая школа, 1979.

5. Допуски и посадки. Справочник. Т. 1. Под ред. В. Д. Мягкова. Л., Машиностроение, 1978.

6. *Кутай* Л. *К., Романов А. Б., Рубинов* Л. *Д.* Справочник контрольного мастера. Л., Лениздат, 1980.

7. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Под ред. Г. А. Монахова. М., Машиностроение, 1974.

8. **Общетехнический** справочник. Под ред. А. Н. Малова. М., Машиностроение, 1971.

9. Рекомендации по внедрению СТ СЭВ 144—75 и СТ СЭВ 145—75 на допуски и посадки гладких соединений с размерами до 3150 мм. М., Изд-во стандартов, 1977.

10. *Серебреницкий П. /7.* Пособие для станочников (вспомогательный инструмент для металлорежущих станков). Л., Лениздат, 1978.

11. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 1, 2. Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. М., Машиностроение, 1972.

12. Справочник технолога-приборостроителя. Под ред. П. В. Сыроватченко. М., Машиностроение, 1980.

13. Справочник контролера машиностроительного завода. Под ред. А. И. Якушева. М., Машиностроение, 1980.

14. *Терликова Т.* Ф., *Мельников* Л. С, *Баталов В. И.* Основы конструирования приспособлений. М., Машиностроение, 1980.

15. *Якушев* Л. *И.* Взаимозаменяемость и технические измерения. М., Машиностроение, 1979.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Общие сведения . . . 5

1.1. Алфавиты . . . 5
1.2. Единицы физических величин . . . 6
1.3. Сведения из математики . . . 16
1.4. Сведения из сопротивления материалов и технической механики . . . 36
1.5. Сведения из машиностроительного черчения . . . 44
1.6. Шероховатость и волнистость поверхности . . . 78

Глава 2. Технологическая документация. Технологический процесс. Режимы резания . . . 98

2.1. Технологическая терминология . . . 98
2.2. Условные обозначения технологических баз и зажимных усилий . . . 101
2.3. Технологические документы . . . 106
2.4. Элементы режимов резания . . . 128
2.5. Припуски на обработку резанием . . . 158

Глава 3. Допуски и посадки . . . 176

3.1. Структура полей допусков и посадок ЕСДП СЭВ . . . 177
3.2. Допуски и посадки резьб . . . 220
3.3. Допуски и посадки шпоночных соединений . . . 234
3.4. Допуски зубчатых передач . . . 235
3.5. Система допусков углов . . . 242
3.6. Отклонения формы и расположения поверхностей . . . 242

Глава 4. Металлорежущие станки. Технологическая оснастка . . . 246

4.1. Металлорежущие станки . . . 266
4.2. Режущий инструмент . . . 302
4.3. Вспомогательный инструмент . . . 330
4.4. Приспособления . . . 333
4.5. Измерительные средства . . . 337

Литература . . . 359

95 жоп,

ДЛЯ МОЛОДЫХ РАБОЧИХ

КНИГИ СЕРИИ ПРЕДНАЗНАЧЕНЫ ДЛЯ РАБОЧИХ РАЗЛИЧНЫХ ПРОФЕССИЙ И НАПИСАНЫ ПО ПРОГРАММАМ СООТВЕТСТВУЮЩИХ КУРСОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНО • ТЕХНИЧЕСКИХ УЧИЛИЩ. ОНИ СОДЕРЖАТ ТАКЖЕ ОПИСАНИЕ КОНКРЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОПЫТА ПЕРЕДОВЫХ РАБОЧИХ ЛЕНИНГРАДСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ